



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104181680 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201410222951.3

(22)申请日 2014.05.23

(30)优先权数据

2013-110424 2013.05.24 JP

(73)专利权人 株式会社腾龙

地址 日本埼玉县

(72)发明人 带金靖彦

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 高龙鑫

(51)Int.Cl.

G02B 15/16(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0050603 A1, 2012.03.01,

EP 2573609 A2, 2013.03.27,

US 2002/0181120 A1, 2002.12.05,
JP 特开2009-169082 A, 2009.07.30,
US 2011/0267504 A1, 2011.11.03,
JP 特开2008-216881 A, 2008.09.18,
JP 特开2008-304857 A, 2008.12.18,

审查员 付宁

权利要求书2页 说明书29页 附图45页

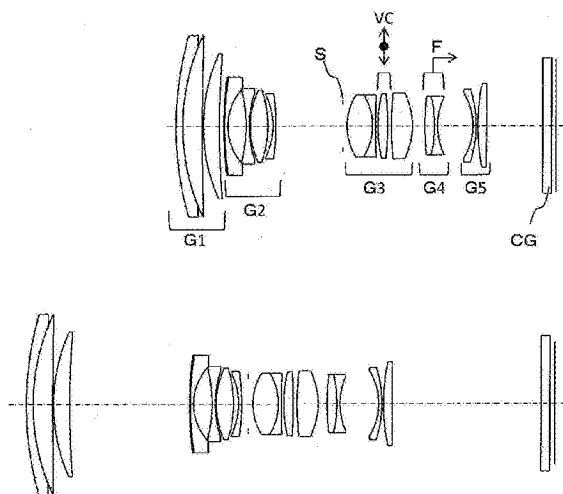
(54)发明名称

变焦镜头及摄像装置

(57)摘要

本发明的变焦镜头,从物体侧开始依次具备正的第一透镜组、负的第二透镜组、正的第三透镜组、负的第四透镜组、及负的第五透镜组,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组和第二透镜组的间隔变大且使第二透镜组和第三透镜组的间隔变小,将全部透镜组中配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组中的任意一组作为对焦透镜组,从无限远向近距离物体对焦时,通过将该对焦透镜组向像面侧移动来进行对焦,满足式(1),所述对焦透镜组包括最靠像面侧面相对于像平面为凹面且呈弯月形状的单透镜块,且满足式(6),

$$-5.90 \leq f5/\sqrt{f_w \times f_t} \leq -0.30 \cdots (1)$$
$$ra4/rb4 \leq 210.00 \cdots (6)。$$



1. 一种变焦镜头,其特征在于,

从物体侧开始依次具备具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、具有正折射本领的第三透镜组、具有负折射本领的第四透镜组、以及具有负折射本领的第五透镜组,

从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组和第二透镜组的间隔变大,且使第二透镜组和第三透镜组的间隔变小,

在全部透镜组中,将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组中的任意一组作为对焦透镜组,从无限远对焦至近距离物体时,通过将该对焦透镜组向像面侧移动来进行对焦,

并满足以下条件式(1),且

所述对焦透镜组包括最靠像面侧面相对于像平面为凹面且呈弯月形状的单透镜块,且满足以下条件式(6),

式1

$$-5.90 \leq f5/\sqrt{f_w \times f_t} \leq -0.30 \cdots (1)$$

其中,

f5:第五透镜组的焦距,

f_w:广角端的焦距,

f_t:望远端的焦距;

式6

$$3.10 \leq r_{a4}/r_{b4} \leq 210.00 \cdots (6)$$

其中,

r_{a4}:对焦透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

r_{b4}:对焦透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其满足以下条件式(3)

式3

$$1.00 \leq f1/\sqrt{f_w \times f_t} \leq 3.00 \cdots (3)$$

其中,

f1:第一透镜组的焦距

f_w:广角端的焦距

f_t:望远端的焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其满足以下条件式(4),

式4

$$1.30 \leq \beta_{4W} \times \beta_{5W} \leq 3.60 \cdots (4)$$

其中,

β_{4W}:第四透镜组的广角端的横向放大率,

β_{5W}:第五透镜组的广角端的横向放大率。

4. 根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,所述第三透镜组至少具备由单透镜块构成的防振透镜组,

通过使该防振透镜组在与光轴垂直的方向上移动来进行手抖校正,

且满足以下条件式(5),

式5

$$-1.30 \leq r_{a3}/r_{b3} \leq -0.10 \cdots (5)$$

其中,

r_{a3} :防振透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

r_{b3} :防振透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

5.根据权利要求1所述的变焦镜头,其中,

所述第五透镜组至少具备最靠近物体侧面相对于物体侧为凹面且呈弯月形状的单透镜块,

该弯月形状的单透镜块具有负焦距,且满足以下条件式(2),

式2

$$0.00 < r_{a5}/r_{b5} \leq 3.00 \cdots (2)$$

其中,

r_{a5} :所述弯月形状的透镜的最靠物体侧面的曲率半径,

r_{b5} :所述弯月形状的透镜的最靠像面侧面的曲率半径。

6.一种摄像装置,其特征在于,具备权利要求1-5中任一项所述的变焦镜头和摄像器件,该摄像器件用于将在所述变焦镜头的像面侧通过所述变焦镜头所形成的光学图像变换为电信号。

变焦镜头及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦镜头及摄像装置,特别涉及小型轻量且具备手抖校正功能的变焦镜头及摄像装置。

背景技术

[0002] 在现有技术中的单镜头反光照相机用的变焦镜头等中,为了配置光学取景器相关的光学元件等,有必要确保相对于焦距较长的法兰距(flange focal distance)。因此,在构成变焦镜头的透镜组中配置在像面侧后方的透镜组中,设计配置具有正折射本领的透镜组从而易于确保后焦距(back focus)的透镜,并确保了较长的法兰距。但是,近年来,由于摄像装置主体的小型化,另外,随着通过设置于摄像装置主体背面等的液晶屏幕所显示的实时取景图像(live view)来进行拍摄的数码相机(digital still camera)等的普及,不具备光学取景器的摄像装置被广泛使用。因此,不需要较长法兰距的变焦镜头也越来越多,并要求变焦镜头的小型化。另外,在这样的小型变焦镜头中提出的有适于视频拍摄的变焦镜头等,例如实现对焦透镜组小型化的变焦镜头、或者具备手抖补正所需的防抖透镜的变焦镜头等。

[0003] 特别是在视频拍摄时等中,为了使自动对焦高速连续进行,可考虑反复进行如下一连串动作的方法,使一部分透镜组(对焦透镜组)在光轴方向高速振动(颤动(wobbling))的同时,产生非对焦状态→对焦状态→非对焦状态,并从摄像器件的输出信号检测一部分图像区域的某个频段的信号成分,从而求出在对焦状态的对焦透镜组的最佳位置,将对焦透镜组移动至该最佳位置。导入这种颤动时,在变焦镜头设计时,需要注意颤动时被拍摄物体所对应的图像大小将发生变化。这种对焦时的变倍作用是由于颤动时对焦透镜组向光轴方向移动使得透镜系统整体的焦距发生变化而产生的。例如,进行实时取景拍摄时,在颤动所引起的该变倍作用较大时,会让使用者产生不舒适的感觉。众所周知,为了减轻这种不舒适感,用比光圈更靠后方的透镜组进行对焦是有效的。另外,为了导入颤动并实现高速自动对焦,对焦透镜组的小型化、轻量化是必要条件。

[0004] 这样,伴随近年来摄像装置主体的小型化和法兰距的缩短,需要变焦镜头自身的小型化自不必说,尽量减小对焦透镜组的外径以使高速驱动对焦透镜组,并且实现其轻量化。

[0005] 另外,在防振透镜组中,同样地,为了减轻手抖所引起的图像变差的影响并减轻防振驱动系统的负荷,被期望防着振透镜组的外径变小且变轻。

[0006] 在这样的背景下,例如,专利文献1中公开了从物体侧依次由正负正负正的五组透镜构成的广角高倍率变焦镜头。另外,专利文献2中记载有小型的高变焦倍率变焦镜头,其实例7中公开了正负正负负的光学系统。进而,在专利文献3中记载有高变焦倍率变焦镜头,其实例2中公开了正负正负负的光学系统。

[0007] 【现有技术文献】

[0008] 【专利文献】

- [0009] 【专利文献1】日本特许第3958489号公报
[0010] 【专利文献2】日本特许第2773131号公报
[0011] 【专利文献3】日本特开2011-247962号公报

发明内容

[0012] 发明要解决的课题

[0013] 但是,现有技术中,在使光学图像受光并变换为电图像信号的固体摄像器件中,利用OCML(on-chip micro-lens)等来有效地收取入射光是有限的,因而期望在透镜侧使出射光瞳放大到一定值以上,从而确保向固体摄像器件的入射光束的焦阑性。然而,近年来的固体摄像器件中,对于开口率的提高、芯片上微透镜的设计自由度都有进步,对于透镜侧所要求的出射光瞳的限制也在减少。因此,在现有技术中,提出有在变焦镜头后方配置具有正折射本领的透镜组,并确保远心性(telecentric)的各种方法,但近年来没有了这个限制。因此,即使在变焦镜头后方配置具有负折射本领的透镜组并在光束斜入射到固体摄像器件的情况下,与芯片上微透镜的光瞳不匹配等,从而产生的周边减光(阴影)也开始变得不那么明显。另外,即使歪曲像差大到某种程度,在以前是明显的问题,伴随着软件、相机系统的进步、提高,也能利用图像处理来进行校正。

[0014] 在上述专利文献1所公开的变焦镜头中,其致力于具备远心性的同时对包含歪曲像差的各像差进行良好校正的事情上。因此,如上所述,就在变焦镜头后方配置具有正折射本领的透镜组来说,例如与从物体侧开始依次由正负正负负的五组透镜构成的刻意保留歪曲像差的情况相比,该专利文献1所公开的变焦镜头光学系统并未充分实现了小型化。另外,法兰距也是在以用于现有的单镜头反光照相机为前提而设计的,且在将后焦距相对于变焦镜头总长设定得长这方面也会使总长变长。

[0015] 另外,专利文献2所公开的变焦镜头,其光学系统自身是小型的,但该变焦镜头是涉及适用于胶片相机的光学系统的发明,而并不是针对近年来的视频拍摄的对焦透镜组的规定、防振光学系统的配置而提出的。

[0016] 专利文献3所公开的变焦镜头,相对于其实效焦距,五组的焦距长、折射本领弱。因此,该变焦镜头的小型化和轻量化不够充分,因而需要进一步的小型化、轻量化。

[0017] 于是,本发明的课题是提供一种如下的变焦镜头,其整体小型、且能够保证由颤动所引起的拍摄倍率的变化较小,特别是能够使对焦透镜组的透镜系统轻量化而减少对焦驱动系统的负荷。

[0018] 解决课题的方法

[0019] 作为本发明人等的潜心研究的结果,通过采用以下的变焦镜头来达成上述课题。

[0020] 本发明的变焦镜头,其特征在于,从物体侧开始依次具备具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、具有正折射本领的第三透镜组、具有负折射本领的第四透镜组、以及具有负折射本领的第五透镜组,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组和第二透镜组的间隔变大,且使第二透镜组和第三透镜组的间隔变小,在全部透镜组中,将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组中的任意一组作为对焦透镜组,从无限远向近距离物体对焦时,通过将该对焦透镜组向像面侧移动来进行对焦,并满足以下条件式(1),所述对焦透镜组包括最靠像面侧面相对于像平面为凹面且呈弯月形状

的单透镜块,且满足以下条件式(6),

$$[0021] \quad -5.90 \leq f5/\sqrt{f_w \times f_t} \leq -0.30 \cdots (1)$$

[0022] 其中,

[0023] $f5$:第五透镜组的焦距,

[0024] f_w :广角端的焦距,

[0025] f_t :望远端的焦距;

$$[0026] \quad 3.10 \leq r_{a4}/r_{b4} \leq 210.00 \cdots (6)$$

[0027] 其中,

[0028] r_{a4} :对焦透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

[0029] r_{b4} :对焦透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

[0030] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下条件式(3),

$$[0031] \quad 1.00 \leq f1/\sqrt{f_w \times f_t} \leq 3.00 \cdots (3)$$

[0032] 其中,

[0033] $f1$:第一透镜组的焦距

[0034] f_w :广角端的焦距

[0035] f_t :望远端的焦距。

[0036] 在本发明的变焦镜头中,优选满足以下条件式(4),

[0037] 式4

$$[0038] \quad 1.30 \leq \beta_{4W} \times \beta_{5W} \leq 3.60 \cdots (4)$$

[0039] 其中,

[0040] β_{4W} :第四透镜组的广角端的横向放大率,

[0041] β_{5W} :第五透镜组的广角端的横向放大率。

[0042] 在本发明的变焦镜头中,优选地,所述第三透镜组至少具备由单透镜块构成的防振透镜组,通过使该防振透镜组在与光轴垂直的方向上来进行手抖校正,并满足以下条件式(5),

$$[0043] \quad -1.30 \leq r_{a3}/r_{b3} \leq -0.10 \cdots (5)$$

[0044] 其中,

[0045] r_{a3} :防振透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

[0046] r_{b3} :防振透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

[0047] 在本发明的变焦镜头中,优选地,所述第五透镜组至少具备最靠近物体侧面相对于物体侧为凹面且呈弯月形状的单透镜块,该弯月形状的单透镜块具有负焦距,且满足以下条件式(2),

$$[0048] \quad 0.00 < r_{a5}/r_{b5} \leq 3.00 \cdots (2)$$

[0049] 其中,

[0050] r_{a5} :所述弯月形状的透镜的最靠物体侧面的曲率半径,

[0051] r_{b5} :所述弯月形状的透镜的最靠像面侧面的曲率半径。

[0052] 本发明的摄像装置,其特征在于,具备上述的变焦镜头和摄像器件,该摄像器件用于将在所述变焦镜头的像面侧通过所述变焦镜头所形成的光学图像变换为电信号。

[0053] 发明效果

[0054] 根据本发明,能提供一种如下的变焦镜头,其整体小型、且能保证由颤动所引起的拍摄倍率的变化较小,特别是能使对焦透镜组的透镜系统轻量化而减少对焦驱动系统的负荷。

附图说明

[0055] 图1是示出本发明的实施例1的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0056] 图2是本发明的实施例1的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0057] 图3是本发明的实施例1的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0058] 图4是本发明的实施例1的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0059] 图5是本发明的实施例1的变焦镜头的望远端状态的横像差图。

[0060] 图6是示出本发明的实施例2的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0061] 图7是本发明的实施例2的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0062] 图8是本发明的实施例2的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0063] 图9是本发明的实施例2的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0064] 图10是本发明的实施例2的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0065] 图11是示出本发明的实施例3的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0066] 图12是本发明的实施例3的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0067] 图13是本发明的实施例3的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0068] 图14是本发明的实施例3的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0069] 图15是本发明的实施例3的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0070] 图16是示出本发明的实施例4的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0071] 图17是本发明的实施例4的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0072] 图18是本发明的实施例4的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0073] 图19是本发明的实施例4的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像

差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0074] 图20是本发明的实施例4的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0075] 图21是示出本发明的实施例5的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0076] 图22是本发明的实施例5的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0077] 图23是本发明的实施例5的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0078] 图24是本发明的实施例5的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0079] 图25是本发明的实施例5的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0080] 图26是示出本发明的实施例6的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0081] 图27是本发明的实施例6的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0082] 图28是本发明的实施例6的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0083] 图29是本发明的实施例6的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0084] 图30是本发明的实施例6的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0085] 图31是示出本发明的实施例7的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0086] 图32是本发明的实施例7的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0087] 图33是本发明的实施例7的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0088] 图34是本发明的实施例7的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0089] 图35是本发明的实施例7的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0090] 图36是示出本发明的实施例8的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0091] 图37是本发明的实施例8的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0092] 图38是本发明的实施例8的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0093] 图39是本发明的实施例8的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0094] 图40是本发明的实施例8的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0095] 图41是示出本发明的实施例9的变焦镜头的透镜构成例的示意图,上段为广角端

的透镜构成图,下段为望远端的透镜构成图。

[0096] 图42是本发明的实施例9的变焦镜头在广角端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0097] 图43是本发明的实施例9的变焦镜头在中间焦距状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0098] 图44是本发明的实施例9的变焦镜头在望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。

[0099] 图45是本发明的实施例9的变焦镜头的望远端状态下的横像差图。

[0100] 附图标记说明

[0101] G1…第一透镜组

[0102] G2…第二透镜组

[0103] G3…第三透镜组

[0104] G4…第四透镜组

[0105] G5…第五透镜组

[0106] F…对焦透镜组

[0107] VC…防振透镜组

[0108] S…开口光圈

具体实施方式

[0109] 以下对本发明的变焦镜头及摄像装置的实施方式进行说明。

[0110] 1.变焦镜头

[0111] 1-1.光学系统构成

[0112] 首先,对本发明的变焦镜头的光学系统的构成和动作进行说明。本发明的变焦镜头从物体侧开始依次具备具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、具有正折射本领的第三透镜组、具有负折射本领的第四透镜组、以及具有负折射本领的第五透镜组,从广角端向望远端变倍时,以使第一透镜组和第二透镜组的间隔变大且使第二透镜组和第三透镜组的间隔变小的方式移动透镜组,在全部透镜组中,将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组作为对焦透镜组,从无限远向近距离物体对焦时,通过将该对焦透镜组向像面侧移动来进行对焦。另外,在本发明的变焦镜头中,该第五透镜组至少具备最靠近物体侧面相对于物体侧为凹面且呈弯月形状的单透镜块,且该弯月形状的单透镜块具有负焦距。

[0113] 本发明的变焦镜头是所谓的长焦型的变焦镜头,上述第一透镜组-第三透镜组是其整体上具有正折射本领的物体侧透镜组,第四透镜组-第五透镜组是其整体上具有负折射本领的像面侧透镜组。在本发明中,通过构成为长焦型的变焦镜头,与该变焦镜头在望远端的焦距相比,能够缩短该变焦镜头在望远端的光学总长。因此,例如,以35mm规格胶片进行换算时,以焦距超过300mm等的方式提高变焦倍率的情况下,也能够抑制望远端的光学总长的增加。

[0114] 另外,在本发明中,在构成上述的长焦型的变焦镜头,且使像面侧透镜组构成为至少具备有负折射本领的第四透镜组和第五透镜组。因此,与现有技术中的正负正负正五组

构成的变焦镜头相比,容易加强像面侧透镜组整体的负折射本领。也就是说,容易构成长焦倾向更强的变焦镜头,因此提高变焦倍率时,也能够使望远端的光学总长比望远端的焦距更短。

[0115] 此处,变焦镜头一般在镜筒(最外筒)内收容一个以上的伸缩式内筒。内筒根据变焦倍率从物体侧推出。若望远端和广角端的光学全长之差变大,则内筒收纳时的镜筒总长会变短,因而可以在最外筒内收纳多个内筒。但是,若在最外筒内收纳多个内筒,最外筒的直径增大与内筒的厚度相应的尺寸。于是,在本发明中,通过构成为上述长焦倾向强的变焦镜头,由此即使在变焦倍率提高的情况下也能够抑制望远端的光学总长的增加,因而能够抑制在最外筒内收纳的内筒数量的增加。因此,根据本发明,不仅能够实现望远端的光学总长的小型化,还能实现镜筒的外径的小型化。

[0116] 1-2.动作

[0117] 接下来,对上述构成的变焦镜头的对焦及变焦按照顺序进行说明。

[0118] (1)对焦(对焦动作)

[0119] 首先,对对焦进行说明。就本发明的变焦镜头来说,如上所述,在全部透镜组中,将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组作为对焦透镜组,从无限远向近距离物体对焦时,通过将该对焦透镜组向像面侧移动来进行对焦。将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组作为对焦透镜组,通过使其向像面侧移动,由此能够抑制由对焦时的颤动所产生的变倍作用。

[0120] 另外,将配置在比光圈更靠像面侧的负透镜组,即,将直径比较小的变焦镜头后方的透镜组作为对焦透镜组,由此使对焦透镜组的透镜系统轻量化从而能够减少对对焦驱动系统的负荷,因此能够实现高速自动对焦。此时,从实现对焦透镜组的轻量化、更高速的自动对焦的观点出发,在本发明中,由单透镜块来构成该对焦透镜组。在此,单透镜块可以是单一透镜,也可以是由多个透镜接合而成的接合透镜(以下相同)。

[0121] 此外,通常光圈(开口光圈)的位置配置在比第二透镜组更靠像面侧的位置,在本发明中也配置在比第二透镜组更靠像面侧的位置,但对于具体的光圈位置并无特别限定,可以根据所要求的光学特性等而配置在适当的位置。另外,关于对焦透镜组,如果是配置在比光圈更靠像面侧的具有负折射本领的透镜组的话,任何一个透镜组都可以。例如,优选地,将光圈配置在比第二透镜组更靠像面侧、且比第四透镜组更靠物体侧,并且将第四透镜组或第五透镜组中任一透镜组作为对焦透镜组。将哪一个负透镜组作为对焦透镜组可以根据该变焦镜头的具体透镜构成等来适当选择。

[0122] 此处,就构成长焦倾向强的变焦镜头而言,如上所述,需要增强像面侧透镜组的负折射本领。现有技术中,对于长焦型变焦镜头,一般采用了使第四透镜组的折射本领为负、第五透镜组的折射本领为正的方式。如上所述,这是为了确保远心性的必要性等。然而,将第四透镜组作为对焦透镜组时,若第四透镜组具有强的折射本领,在对焦期间第四透镜组在光轴方向振动的情况下,伴随该颤动将产生像差变动或变倍作用。因此,在本发明中,通过对构成像面侧透镜组的第四透镜组和第五透镜组分别分配负折射本领,从而使其成为长焦倾向强的变焦镜头,并且,在将构成像面侧透镜组的负透镜组作为对焦透镜组时,也能够抑制对焦时的像差变动或变倍作用。例如,在无反光镜相机(mirrorless camera)等不具备光学取景器的摄像装置等中,使用者通过设置于装置主体背面的液晶屏幕等显示的实时取景图像等来确认图像而进行拍摄。此时,若采用本发明的变焦镜头,也能够抑制对焦期间的

变倍等,同时能够将成像性能高的画像作为实时取景画像来显示。因此,本发明的变焦镜头能够很好地适用于无反光镜可换镜头相机等摄像装置。

[0123] (2)变焦(变倍动作)

[0124] 接下来,对变焦进行说明。在本发明的变焦镜头中,如上所述经过从广角端到望远端进行变倍时,以如下方式移动透镜组,使第一透镜组和第二透镜组的间隔变大、且第二透镜组和第三透镜组的间隔变小,这样的话,对各透镜组的具体动作并无特别限定。但是,从提高像差校正的自由度、在整个变焦范围得到高成像性能的观点出发,优选以如下方式相对移动各透镜组,即,在变倍时使第一透镜组-第五透镜组的各透镜组的间隔分别变化。通过在变倍时使各透镜组的间隔分别变化,容易使在各变焦倍率中各透镜组的位置调整至像差校正中优选的位置。此时,在变倍时通过分别使全部透镜组各自移动来使各透镜组间的间隔变化,也可以使全部透镜组中的一部分透镜组以一体的方式移动,使其余的透镜组个别的移动。另外,也可以不是将全部透镜组作为移动组,而将一部分透镜组作为固定透镜组。

[0125] (3)防振动作

[0126] 就上述构成的变焦镜头而言,在本发明中,优选地,第三透镜组以如下方式构成:设置由单透镜块构成的防振透镜组,能够通过使该防振透镜组相对于光轴在垂直方向上移动来进行手抖校正。将防振透镜组配置于第三透镜组,且由单透镜块构成该防振透镜组,由于能够实现防振透镜组的小型化、轻量化,因而能够减小防振驱动系统的负荷。

[0127] 以上说明的本发明的变焦镜头只是本发明的变焦镜头的其中一种实施方式,毫无疑问,只要不脱离本发明的主旨的范围,可以对具体的透镜构成等进行适当变更。

[0128] 1-3.条件式

[0129] 接下来,对本发明的变焦镜头应该满足或者优选满足的条件式进行说明。本发明的变焦镜头的特征在于,其满足以下条件式(1)和条件式(2),优选地,满足后述条件式(3)-条件式(6)。

$$[0130] \quad -5.90 \leq f_5 / \sqrt{f_w \times f_t} \leq -0.30 \cdots (1)$$

[0131] 其中,

[0132] f_5 :第五透镜组的焦距,

[0133] f_w :广角端的焦距,

[0134] f_t :望远端的焦距。

$$[0135] \quad 0.00 < r_{a5} / r_{b5} \leq 3.00 \cdots (2)$$

[0136] 其中,

[0137] r_{a5} :所述弯月形状的透镜的最靠物体侧面的曲率半径

[0138] r_{b5} :所述弯月形状的透镜的最靠像面侧面的曲率半径

[0139] 1-3-1.条件式(1)

[0140] 首先,对条件式(1)进行说明。条件式(1)规定了该变焦镜头的相对于光学系统整体的实效焦距的第五透镜组的焦距。关于条件式(1),该数值低于其下限值时,由于第五透镜组的负折射本领弱,就无法充分缩短第一透镜组至第四透镜组的合成焦距,从而不能充分实现该变焦镜头整体的小型化。另外,该数值高于其上限值时,由于第五透镜组的负折射本领强,因此出射光瞳距离变短,将产生光束相对于配置于像面的CCD等个体摄像器件的斜

入射,特别是由于周边部的瞳的不均衡将会导致光量降低(阴影),因而不优选。通过满足条件式(1),能够实现该变焦镜头的小型化并能够抑制阴影(shading)。

[0141] 从这些观点出发,关于条件式(1),优选其数值在于以下(1a)的范围内,更优选在(1b)的范围内。

$$[0142] \quad -5.70 \leq f5/\sqrt{fw \times ft} \leq -0.40 \cdots (1a)$$

$$[0143] \quad -5.40 \leq f5/\sqrt{fw \times ft} \leq -0.50 \cdots (1b)$$

[0144] 1-3-2.条件式(2)

[0145] 接下来,对条件式(2)进行说明。条件式(2)是关于第五透镜组的式子。如上所述,本发明的变焦镜头中,上述第五透镜组具备弯月形状的单透镜块,其物体侧面为凹面,该弯月形状的单透镜块具有负焦点距离,并满足上述条件式(2)。

[0146] 上述条件式(2)规定了第五透镜组具备负透镜时其最靠物体侧面的曲率半径与最靠像面侧面的曲率半径之比,所述负透镜由弯月形状的单透镜块构成,该单透镜块的最靠近物体侧面相对于物体侧呈凹面。关于条件式(2),该数值低于下限值时,成为两面为凹面的负透镜。因此,最靠像面侧面为向着像面侧呈凹面的形状,并由于与像面的多重反射使逆光环(ghost)的照度提高,因而不优选。另外,该数值高于上限值时,由于该负透镜的折射本领变强,因此像散、像面弯曲等各种像差会增大,如果为此进行校正,则需要增加构成第五透镜组的透镜数目,从而难以缩短光学总长。

[0147] 从这些观点出发,关于条件式(2),优选该数值在以下(2a)的范围内,更优选在(2b)的范围内。

$$[0148] \quad 0.01 \leq ra5/rb5 \leq 2.60 \cdots (2a)$$

$$[0149] \quad 0.02 \leq ra5/rb5 \leq 2.20 \cdots (2b)$$

[0150] 1-3-3.条件式(3)

[0151] 接下来,对条件式(3)进行说明。本发明的变焦镜头优选满足以下条件式(3)。

[0152] **【式9】**

$$[0153] \quad 1.00 \leq f1/\sqrt{fw \times ft} \leq 3.00 \cdots (3)$$

[0154] 其中,

[0155] f1:第一透镜组的焦距

[0156] fw:广角端的焦距

[0157] ft:望远端的焦距。

[0158] 条件式(3)规定了该变焦镜头的相对于光学系统整体的实效焦距的、第一透镜组的焦距。关于条件式(3),该数值低于该下限值时,由于第一透镜组的折射本领强,因此,由于相对偏芯等的影响,组装后有可能关于设计性能的性能劣化更加严重。另外,该数值高于其上限值时,由于第一透镜组的折射本领弱,特别是难以缩短在望远端状态下的光学总长。

[0159] 从这些观点出发,关于条件式(3),优选该数值在以下(3a)的范围内,更优选在(3b)的范围内。

$$[0160] \quad 1.10 \leq f1/\sqrt{fw \times ft} \leq 2.60 \cdots (3a)$$

$$[0161] \quad 1.20 \leq f1/\sqrt{fw \times ft} \leq 2.20 \cdots (3b)$$

[0162] 1-3-4.条件式(4)

[0163] 接下来,对条件式(4)进行说明。优选本发明的变焦镜头满足以下条件式(4)。

[0164] 【式10】

[0165] $1.30 \leq \beta_{4W} \times \beta_{5W} \leq 3.60 \dots (4)$

[0166] 其中,

[0167] β_{4W} :第四透镜组的广角端的横向放大率,

[0168] β_{5W} :第五透镜组的广角端的横向放大率。

[0169] 上述条件式(4)规定了第四透镜组的广角端的横向放大率与第五透镜组的广角端的横向放大率的积。关于条件式(4),该数值低于其下限值时,将难以缩短第一透镜组至第三透镜组的焦距,其结果,难以缩短广角端状态下的光学总长。另外,该数值高于其上限值时,为使第四透镜组和第五透镜组的横向放大率变大且折射本领变强,因此,由于相对偏芯等的影响,组装后有可能关于设计性能的性能劣化更加严重。

[0170] 从这些观点出发,关于条件式(4),优选该数值在以下(4a)的范围内,更优选在(4b)的范围内。

[0171] $1.40 \leq \beta_{4W} \times \beta_{5W} \leq 3.30 \dots (4a)$

[0172] $1.50 \leq \beta_{4W} \times \beta_{5W} \leq 3.00 \dots (4b)$

[0173] 1-3-5.条件式(5)

[0174] 接下来,对条件式(5)进行说明。在本发明的变焦镜头中,第三透镜组具备上述防振透镜组时,优选满足以下条件式(5)。此外,这种情况下,优选地,如上所述,防振透镜组由单透镜块构成,通过使其相对于光轴方向垂直移动来进行手抖校正,并构成第三透镜组的一部分。

[0175] 【式11】

[0176] $-1.30 \leq r_{a3}/r_{b3} \leq -0.10 \dots (5)$

[0177] 其中,

[0178] r_{a3} :防振透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

[0179] r_{b3} :防振透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

[0180] 上述条件式(5)规定了防振透镜组的最靠物体侧面的曲率半径与防振透镜组的最靠像面侧面的曲率半径之比。关于条件式(5),该数值低于下限值时,由于防振透镜组的折射本领强,使防振透镜组偏芯时的偏心彗差(comatic aberration)、偏心像散增大,因而不优选。另外,该数值高于上限值时,由于防振透镜组的折射本领弱,因而防振透镜组的行程变大,镜筒的外径变大,并使防振透镜组的驱动高速化变得困难。

[0181] 从这些观点出发,关于条件式(5),该数值优选在以下(5a)的范围内,

[0182] 更优选在(5b)的范围内。

[0183] $-1.20 \leq r_{a3}/r_{b3} \leq -0.25 \dots (5a)$

[0184] $-1.10 \leq r_{a3}/r_{b3} \leq -0.30 \dots (5b)$

[0185] 1-3-6.条件式(6)

[0186] 接下来,对条件式(6)进行说明。在本发明的变焦镜头中,如上所述,从实现高速自动对焦、该变焦镜头的小型化轻量化等观点出发,上述对焦透镜组优选由单透镜块构成。此时,优选该单透镜块为向着像面侧为凹面且呈弯月形状的单透镜或接合透镜,这种情况下,优选该对焦透镜组满足以下条件式(6)。

[0187] 【式12】

[0188] $3.10 \leq ra4/rb4 \leq 210.00 \cdots (6)$

[0189] 其中,

[0190] $ra4$:对焦透镜组的最靠物体侧面的曲率半径,

[0191] $rb4$:对焦透镜组的最靠像面侧面的曲率半径。

[0192] 上述条件式(6)规定了对焦透镜组由呈弯月形状的单透镜块所构成时,其最靠物体侧面的曲率半径与对焦透镜组的最靠像面侧面的曲率半径之比。关于条件式(6),该数值低于下限值时,对焦透镜组的折射本领变弱,由于从无限远物体至最近物体的对焦行程变大,光学总长变长,在实现该变焦镜头的小型化上不优选。另外,该数值高于上限值时,对焦透镜组的折射本领变强,相对于对焦透镜组在光轴上的移动的感受度,也就是对焦灵敏度变高,使对焦驱动系统的控制变得困难,因而不优选。

[0193] 从这些观点出发,关于条件式(6),优选该数值在以下(6a)的范围内,更优选在(6b)的范围内。

[0194] $3.30 \leq ra4/rb4 \leq 190.00 \cdots (6a)$

[0195] $3.50 \leq ra4/rb4 \leq 170.00 \cdots (6b)$

[0196] 2.摄像装置

[0197] 接下来,对本发明的摄像装置进行说明。本发明的摄像装置的特征在于,其具备上述变焦镜头和摄像器件,该摄像器件将在其像面侧由该变焦镜头所形成的光学图像转换成电信号。此处,对于摄像器件等并无特别限定。但是,如上所述,本发明的变焦镜头的法兰距是能够变短的,因此,该变焦镜头适用于不具备光学取景器或反光镜等类型的摄像装置。特别地,由于本发明的变焦镜头小型且能够实现高的变焦倍率,因此优选构成为所谓的无反光镜可换镜头相机等搭载有小型的个体成像器件的小型摄像装置。另外,在本发明中,由于在视频拍摄中也能实现高速自动对焦,因此也优选适用于可以进行视频拍摄的摄像装置。

[0198] 接下来,示出实施例对本发明进行具体说明。但是,本发明并不限定于以下的实施例,以下实施例所示出的透镜构成只不过是本发明的一例,毫无疑问,本发明的变焦镜头的透镜构成只要不脱离本发明主旨的范围,均可以进行适宜的变更。

[0199] 接下来,示出实施例对本发明进行具体说明。但是,本发明并不限定于以下的实施例。

[0200] 实施例1

[0201] 参照附图对本发明的变焦镜头的实施例进行说明。图1是示出本实施例1的变焦镜头的透镜构成例的示意图。上段为广角端状态下的透镜构成图,下段为望远端状态下的透镜构成图。

[0202] 如图1所示,本实施例1的变焦镜头从物体侧开始依次具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5。第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈。第四透镜组G4由接合透镜构成,该接合透镜是将像面侧为凹面且呈弯月形状的正透镜和负透镜接合而成的,在本实施例1中,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。另外,第三透镜组G3具备由单一正透镜所构成的防振透镜组VC,手抖校正时该防振透镜组VC在与光轴垂直的方向上移动。进而,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为

凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体透镜构成如图1所示。

[0203] 在本实施例1的变焦镜头中,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。另外,变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组以同一轨迹移动。另外,从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组向像面侧移动。

[0204] 望远端的在手抖校正状态下的防振透镜组VC的相对于光轴向垂直方向的移动量为0.308mm。在拍摄距离为 ∞ 的望远端,变焦镜头系统仅倾斜 0.3° 时的像偏心量等同于防振透镜组在与光轴垂直的方向上平行移动时的像偏心量。此外,对于各实施例2-实施例9的变焦镜头,各防振透镜组相对于光轴向垂直方向的移动量也等同于变焦镜头系统仅倾斜 0.3° 时的上述像偏心量。

[0205] 图2-图4分别示出了本实施例1的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。各纵像差图分别从左侧开始依次表示球面像差(SA(mm))、像散(AST(mm))、歪曲像差(DIS(%))。在球面像差图中,纵轴表示F编号(图中用FN0表示),实线为d线(d-line)、短虚线为F线(F-line)、长虚线为C线(C-line)的特性。在像散图中,纵轴表示画角(图中用W表示),实线为弧矢面(图中用S表示)、虚线为子午面(图中用M表示)的特性。在歪曲像差图中,纵轴表示画角(图中用W表示)。此外,这些说明对于图7-图9、图12-图14、图17-图19、图22-图24、图27-图29、图32-图34、图37-图39和图42-图44也同样。

[0206] 另外,图5是实施例1的变焦镜头在望远端的横像差图。在图5所示的各横像差图中,面向附图位于左侧的三个像差图对应于在望远端未进行手抖校正的基本状态。另外,面向附图位于右侧的三个像差图对应于将防振透镜组(手抖校正光学系统)在与光轴垂直的方向上移动规定量的望远端的手抖校正状态。此外,这些说明对于图5、图10、图15、图20、图25、图30、图35、图40和图45也同样。

[0207] 在基本状态的各横像差图中,上段对应于最大像高的70%的像点的横像差、中段对应于轴上像点的横像差、下段对应于最大像高的-70%的像点的横像差。在手抖校正状态各横像差图中,上段对应于最大像高的70%的像点的横像差、中段对应于轴上像点的横像差、下段对应于最大像高的-70%的像点的横像差。另外,在各横像差图中,横轴表示瞳面上从主光线的距离,实线为d线(d-line)、短虚线为F线(F-line)、长虚线为C线(C-line)的特性。

[0208] 从图5中可知,轴上像点的横像差的对称性良好。另外,如果在基本状态下将+70%像点的横像差和-70%像点的横像差进行比较的话,任一个弯曲度都很小,且像差曲线的倾斜几乎相等,由此可知,偏心彗差、偏心像散都较小。这意味着即使在手抖校正状态下也能得到充分的成像性能。变焦镜头系统的手抖校正角相同时,随着变焦镜头系统整体的焦距变短,手抖校正所需的平行移动量会减少。因此,无论是哪个变焦位置,都能进行充分的手抖校正并达到 0.3° 为止的手抖校正角,而不会降低成像特性。另外,通过使望远端的手抖校正光学系统的平行移动量适用于广角端和中间焦点位置状态,能使手抖校正角度大于 0.3° 。这些情况在后述的实施例2-实施例9中也同样。

[0209] 接下来,在本实施例1中,在表1中示出适用了具体数值的数值实施例1的透镜数据。表1所示的透镜数据如下。“面NO.”是透镜的面编号,表示从物体侧开始数的透镜面的顺

序号。“r”表示透镜面的曲率半径，“d”表示透镜厚度或互相邻接的透镜面在光轴上的间隔，“Nd”示出相对于d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)的折射率，“vd”示出相对于d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)的阿贝数。另外，透镜面为非球面时，在面编号之后标记“(星号)”从而在曲率半径“r”的栏表示近轴曲率半径。

[0210] 另外，在该实施例1的变焦镜头系统中，广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FN0.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外，以下表达式中，用连字符(-)，从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0211] FN0.=4.08-5.35-5.77

[0212] f=18.38-43.53-102.92

[0213] W=39.04-17.51-7.5

[0214] 【表1】

[0215]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	73.624	1.500	1.9229	20.88	
2	47.533	4.392	1.6968	55.46	
3	762.099	0.200			
4	39.569	3.581	1.4970	81.61	
5	189.703	d5			
6*	75.508	0.200	1.5146	49.96	
7	75.209	0.700	1.8830	40.81	
8	12.22	4.142			
9	-31.855	0.700	1.8348	42.72	
10	23.848	0.200			
11	18.883	3.929	1.8467	23.78	
12	-25.087	1.112			
13	-16.264	0.700	1.8830	40.81	
14	-52.982	d14			
15	INF	1.000			(开口光圈)
16	12.902	5.706	1.4875	70.44	
17	-13.048	0.700	1.9108	35.25	
18	254.391	0.500			
19*	31.252	2.135	1.5533	71.68	
20*	-63.334	0.815			
21*	42.506	4.737	1.5920	67.02	
22*	-15.482	d22			
23	54.729	2.173	1.8061	33.27	
24	-29.764	0.700	1.6968	55.46	
25	14.91	d25			
26	-13.675	0.700	1.9108	35.25	

27	-26.3	0.358			
28	45.202	1.950	1.4875	70.44	
29	INF	d29			
30	INF	2.000	1.5168	64.2	
31	INF	1.000			

[0216] *为非球面。

[0217] 另外,对于表1所示的非球面,将其形状用下式z定义时的非球面系数在表2中示出。在表2中,「E-a」表示「 $\times 10^{-a}$ 」。

[0218] $z = ch^2 / [1 + \{1 - (1+k)c^2h^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10} \dots$

[0219] 其中,上述表达式中,c表示曲率(1/r),h表示从光轴的高度,k表示圆锥系数、A4、A6、A8、A10…表示各幂的非球面系数。

[0220] 【表2】

[0221]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
6	0.0000E+00	-9.9255E-06	-5.5707E-08	1.1972E-09	-4.1409E-12
19	0.0000E+00	-7.1459E-06	-4.0032E-07	2.1295E-08	-1.6610E-10
20	0.0000E+00	3.1391E-05	-8.3685E-07	3.2005E-08	-2.5109E-10
21	0.0000E+00	-9.4262E-05	-9.4180E-08	5.8470E-10	1.5646E-10
22	0.0000E+00	4.0097E-05	3.7533E-07	-1.1299E-08	2.5018E-10

[0222] 表3中,分别将数值实施例1的广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下临近物体对焦的面间隔,与无限远物体对焦时的焦距(f)一并示出。

[0223] 【表3】

[0224]

f	18.38	43.53	102.92
d5	1.000	13.345	26.894
d14	14.933	5.901	1.500
d22	2.762	3.967	1.995
d25	7.959	6.754	8.726
d29	12.514	22.932	33.258

[0225] 实施例2

[0226] 接下来,参照附图对实施例2的变焦镜头的光学系统进行说明。图6是示出本实施例2的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例2的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,并且,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由接合透镜构成,该接合透镜是将像面侧为凹面且呈弯月形状的正透镜和负透镜接合而成的,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组最靠近物体侧配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图6所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使

第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。另外,变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组以同一轨迹移动。另外,从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。另外,望远端在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.297mm。

[0227] 图7-图9分别示出了本实施例2的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态、和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图20是望远端的横像差图。表4-表6是适用了具体数值的数值实施例2的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对于各表的说明。

[0228] 另外,在该实施例2的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FNO.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0229] FNO.=4.08-5.35-5.77

[0230] f=18.37-43.54-102.85

[0231] W=39.29-17.73-7.60

[0232] 【表4】

[0233]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	117.627	1.000	1.9229	20.88	
2	58.712	3.142	1.6968	55.46	
3	313.996	0.200			
4	46.877	3.112	1.7433	49.22	
5	199.423	d5			
6*	42.203	0.200	1.5146	49.96	
7	47.968	0.700	1.9108	35.25	
8	13.443	4.328			
9	-38.568	0.700	1.9108	35.25	
10	24.347	0.200			
11	19.803	4.134	1.9229	20.88	
12	-29.52	0.952			
13	-18.035	0.699	1.9108	35.25	
14	-74.883	d14			
15	INF	1.000			(开口光圈)
16	13.269	6.558	1.4970	81.61	
17	-13.088	0.700	1.9108	35.25	
18	-510.94	0.500			
19*	25.182	2.270	1.4971	81.56	
20*	-74.197	0.819			
21*	88.167	5.523	1.6226	58.16	
22*	-15.692	d22			

23	98.558	1.813	1.9537	32.32	
24	-39.364	0.700	1.6968	55.46	
25	21.526	d25			
26	-12.098	0.700	1.8810	40.14	
27	-30.336	0.197			
28	197.89	1.329	1.6180	63.4	
29	INF	d29			
30	INF	2.000	1.5168	64.2	
31	INF	1.000			

[0234] *为非球面。

[0235] 【表5】

[0236]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
6	0.0000E+00	-1.4602E-05	4.6684E-09	-2.5158E-10	4.1103E-12
19	0.0000E+00	-9.4353E-06	-4.3725E-07	1.9649E-08	-1.5835E-10
20	0.0000E+00	3.5643E05	8.9345E07	3.0472E-08	-2.4468E-10
21	0.0000E+00	-9.3916E-05	-1.6034E-07	-3.5640E-09	1.2227E-10
22	0.0000E+00	2.1261E-05	2.7680E-07	-1.0559E-08	1.6059E-10

[0237] 【表6】

[0238]

f	18.37	43.54	102.85
d5	0.995	14.956	31.514
d14	16.800	6.661	1.500
d22	1.996	3.728	1.993
d25	7.189	5.457	7.193
d29	12.148	22.737	33.319

[0239] 实施例3

[0240] 接下来,参照附图对实施例3的变焦镜头的光学系统进行说明。图11是示出本实施例3的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例3的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由接合透镜构成,该接合透镜是将像面侧为凹面且呈弯月形状的正透镜和负透镜接合而成的,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图11所示。从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动其他透镜组(G2、G4):第一透镜组G1、第三透镜组G3和第五透镜组G5相对于像面是固定的,使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。另外,从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组向像面侧移动。另外,望远端在手抖校正状态下的防振透

镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.328mm。

[0241] 图11-图14分别示出了本实施例3的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图20是望远端的横像差图。表7-表9是适用了具体数值的数值实施例3的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对各表的说明。

[0242] 另外,在该实施例3的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FN0.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0243] FN0.=4.12-4.12-4.12

[0244] f=18.36-43.50-102.77

[0245] W=38.81-16.39-6.92

[0246] 【表7】

[0247]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	138.108	1.500	1.9229	20.88	
2	66.033	8.302	1.4970	81.61	
3	-256.58	0.200			
4	52.015	4.799	1.8810	40.14	
5	166.297	d5			
6*	-1036.4	0.200	1.5146	49.96	
7	994.17	0.700	2.0010	29.13	
8	19.674	4.203			
9	-36.371	0.700	2.0006	25.46	
10	124.076	0.200			
11	42.187	3.926	1.9459	17.98	
12	-30.137	0.971			
13	-20.346	0.700	1.7725	49.62	
14	-37597	d14			
15	INF	1.000			(开口光圈
16	17.031	4.958	1.4970	81.61	
17	-19.586	0.700	1.8810	40.14	
18	INF	0.500			
19*	32.656	3.388	1.4971	81.56	
20*	-43.566	0.800			
21*	49.526	3.969	1.4971	81.56	
22*	-20.415	d22			
23	87.354	1.970	1.8467	23.78	
24	-31.022	0.600	1.8042	46.5	
25	14.904	d25			

26	-44.937	1.000	2.0010	29.13	
27	27.322	4.988	1.6226	58.16	
28*	-21.872	15.993			
29	INF	2.000	1.5168	64.2	
30	INF	1.000			

[0248] *为非球面。

[0249] 【表8】

[0250]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
6	0.0000E+00	7.3213E-06	2.3331E-08	-2.1365E-10	1.6028E-12
19	0.0000E+00	-2.1583E-05	-3.3715E-08	8.2591E-10	-2.7701E-11
20	0.0000E+00	3.4332E-06	-1.0498E-07	1.6658E-09	-3.0867E-11
21	0.0000E+00	-8.0365E-05	-2.4170E-07	-3.1409E-09	5.2437E-11
22	0.0000E+00	7.4867E-06	-2.1834E-07	-1.5058E-09	3.8798E-11
28	0.0000E+00	1.8214E-05	-3.9548E-08	6.3045E-10	-3.0935E-12

[0251] 【表9】

[0252]

f	18.36	43.50	102.77
d5	1.415	21.005	35.052
d14	35.137	15.547	1.500
d22	2.001	6.086	11.413
d25	16.196	12.111	6.784

[0253] 实施例4

[0254] 接下来,参照附图对实施例4的变焦镜头的光学系统进行说明。图16是示出本实施例4的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例4的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由双凸正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由接合透镜构成,该接合透镜是将像面侧为凹面且呈弯月形状的正透镜和负透镜接合而成的,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图16所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。另外,变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组以同一轨迹移动。另外,从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。而且,望远端在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.196mm。

[0255] 图17-图19分别示出了本实施例4的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图20是望远端的横像差图。表10-表12是适用了具体数值的数值实施例4的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值

数据相同,因而省略对各表的说明。

[0256] 另外,在该实施例4的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FN0.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态各数值。

[0257] FN0.=3.60-5.11-5.80

[0258] f=24.75-54.97-116.31

[0259] W=42.09-20.87-10.18

[0260] 【表10】

[0261]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	193.949	2.000	1.9229	20.88	
2	107.656	6.185	1.5688	56.04	
3	-440.2	0.200			
4	56.866	4.853	1.4970	81.61	
5	189.595	d5			
6*	135.25	0.300	1.5146	49.96	
7	162.567	1.000	1.7015	41.15	
8	13.353	7.753			
9	585.833	0.800	2.0010	29.13	
10	33.15	0.300			
11	27.443	7.817	1.8467	23.78	
12	-32.407	1.253			
13*	-23.989	1.000	1.7725	49.47	
14*	532.737	d14			
15	INF	1.500			(开口光圈)
16	19.377	8.000	1.5168	64.2	
17	-24.881	1.000	2.0010	29.13	
18	INF	1.341			
19*	27.508	4.274	1.4971	81.56	
20*	-43.427	2.000			
21*	-129.13	3.531	1.6226	58.16	
22*	-26.674	d22			
23	100.167	2.307	1.8061	33.27	
24	-47.435	0.600	1.6968	55.46	
25	25.245	d25			
26	-25.982	1.000	2.0010	29.13	
27	-48.742	0.200			
28	86.614	2.553	1.4875	70.44	
29	INF	d29			

30	INF	2.000	1.5168	64.2	
31	INF	1.000			

[0262] *为非球面。

[0263] 【表11】

[0264]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
6	0.0000E+00	3.2247E-06	-2.1147E-08	1.1952E-11	1.6518E-14
13	0.0000E+00	2.1973E-05	1.4771E-07	-7.7234E-10	5.3502E-12
14	0.0000E+00	5.6578E-06	1.0991E-07	-8.5808E-10	5.7825E-12
19	0.0000E+00	-2.0719E-05	-1.1320E-07	9.7803E-10	-4.7819E-12
20	0.0000E+00	4.1454E-06	-1.4106E-07	1.2865E-09	-5.8775E-12
21	0.0000E+00	-4.1702E-05	9.8845E-08	1.1763E-09	1.5485E-12
22	0.0000E+00	-8.9068E-07	1.5348E-07	1.8485E-10	6.7653E-12

[0265] 【表12】

[0266]

f	24.75	54.97	116.31
d5	1.041	16.211	41.385
d14	18.776	6.017	1.632
d22	2.078	3.946	2.003
d25	20.800	18.932	20.875
d29	12.100	30.290	49.336

[0267] 实施例5

[0268] 接下来,参照附图对实施例5的变焦镜头的光学系统进行说明。图21是示出本实施例5的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例5的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由双凸透镜和凹透镜接合而成的接合透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由接合透镜构成,该接合透镜是将像面侧为凹面且呈弯月形状的正透镜和负透镜接合而成的,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。进而,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图21所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。另外,变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组按照同一轨迹移动。另外,从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。而且,望远端在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.438mm。

[0269] 图22-图24分别示出了本实施例5的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图25是望远端的横像差图。表13-表15是适用了具体数值的数值实施例5的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对各表的说明。

[0270] 另外,在该实施例5的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FN0.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0271] FN0.=3.60-5.27-6.46

[0272] f=28.88-90.03-290.84

[0273] W=38.16-13.09-4.17

[0274] 【表13】

[0275]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	137.911	2.000	1.9037	31.31	
2	92.09	7.189	1.4970	81.61	
3	-384.7	0.200			
4	104.384	4.918	1.4370	95.1	
5	317.161	d5			
6*	79.259	1.000	1.7725	49.47	
7*	21.8	5.826			
8	-137.33	0.800	1.7725	49.62	
9	35.147	0.300			
10*	29.572	3.921	1.8211	24.06	
11*	-391.74	2.577			
12	-22.537	1.699	1.8061	33.27	
13	-19.595	0.700	1.7725	49.62	
14	-56.14	d14			
15	INF	1.500		(	开口光圈)
16	27.787	6.785	1.5673	42.84	
17	-26.054	1.000	1.9037	31.31	
18	-157.64	2.000			
19*	37.96	5.736	1.4971	81.56	
20	-31.301	1.000	1.9229	20.88	
21	-37.63	2.000			
22	74.927	1.000	1.6584	50.85	
23	15.44	6.410	1.5533	71.68	
24*	-105.33	d24			
25	152.784	2.714	1.8467	23.78	
26	-39.519	0.600	1.7495	35.04	
27	31.284	d27			
28	-28.376	1.000	1.9037	31.31	
29	-64.047	0.200			
30	121.84	3.156	1.8467	23.78	

31	-176.07	d31			
32	INF	2.000	1.5168	64.2	
33	INF	1.000			

[0276] *为非球面。

[0277] 【表14】

[0278]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10	A12
6	8.4076E+00	1.7250E-05	4.3452E-08	-1.4222E-10	-6.5049E-13	2.1130E-15
7	5.5997E-01	1.0490E-05	1.0659E-07	3.8357E-10	7.8231E-13	-3.8906E-15
10	-1.2378E+00	-1.2308E-05	-9.3912E-09	1.0081E-09	1.3103E-12	-2.8781E-14
11	5.2958E+00	-1.6399E-05	-4.8014E-08	6.4311E-10	1.6519E-12	-2.5999E-14
19	2.4091E-01	-1.3287E-05	-5.8038E-09	1.2122E-10	-8.0358E-13	1.6692E-15
24	-4.5723E+00	1.2527E-05	2.8115E-09	-2.0636E-11	3.9484E-13	-1.0798E-15

[0279] 【表15】

[0280]

f	28.88	90.03	290.84
d5	1.000	38.036	90.871
d14	28.943	6.151	1.500
d24	1.989	12.893	1.987
d27	26.738	23.633	36.915
d31	12.101	27.493	59.499

[0281] 实施例6

[0282] 接下来,参照附图对实施例6的变焦镜头的光学系统进行说明。图26是示出本实施例6的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例6的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组由具有单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由像面侧为凹面的单一负透镜构成,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图26所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组以同一轨迹移动。从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。望远端的手抖校正状态的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.430mm。

[0283] 图27-图29分别示出了本实施例6的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图30是望远端的横像差图。表16-表19是适用了具体数值的数值实施例6的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对于各表的说明。

[0284] 另外,在该实施例6的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FNO.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字

符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距焦点距离状态、望远端状态的各数值。

[0285] FNO.=4.12-4.12-4.12

[0286] f=72.09-119.95-203.44

[0287] W=10.97-6.48-3.82

[0288] 【表16】

[0289]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	142.791	2.944	1.5168	64.2	
2	422.646	0.200			
3	112.717	1.500	1.7234	37.99	
4	61.198	6.903	1.4970	81.61	
5	-582.03	d5			
6	612.697	1.000	1.8340	37.35	
7	17.343	3.860	1.8467	23.78	
8	56.582	1.848			
9	-64.509	1.000	1.8061	33.27	
10	-1770.5	d10			
11	26.284	3.431	1.9037	31.31	
12	80.671	2.315			
13	INF	1.008			(开口光圈)
14	28.098	4.571	1.4970	81.61	
15	-51.823	1.000	1.9037	31.31	
16	23.344	2.231			
17*	23.639	5.051	1.4971	81.56	
18*	-32.122	d18			
19	97.955	1.000	1.4970	81.61	
20	24.498	d20			
21	-76.135	2.347	1.8467	23.78	
22	-34.676	9.743			
23	-27.107	1.000	1.4875	70.44	
24	-766.41	d24			
25	INF	2.000	1.5168	64.2	
26	INF	1.000			

[0290] *为非球面。

[0291] 【表17】

[0292]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
17	0.0000E+00	-2.0038E-05	-1.9478E-08	-5.8966E-11	-3.9986E-13
18	0.0000E+00	7.8153E-06	-2.6570E-08	-5.1167E-11	-4.4465E-13

[0293] 【表18】

[0294]

f	72.09	119.95	203.44
d5	1.500	60.687	90.512
d10	18.348	14.591	1.500
d18	14.206	9.260	2.520
d20	16.111	21.056	27.796
d24	20.064	17.070	17.900

[0295] 实施例7

[0296] 接下来,参照附图对实施例7的变焦镜头的光学系统进行说明。图31是示出本实施例7的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例7的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由像面侧为凹面单一负透镜构成,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图31所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组,使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组以同一轨迹移动。从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。望远端在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.451mm。

[0297] 图32-图34分别示出了本实施例7的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图35是望远端的横像差图。表19-表22是适用了具体数值的数值实施例7的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对各表的说明。

[0298] 另外,在该实施例7的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FNO.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0299] $FNO. = 4.12-4.12-4.12$ [0300] $f = 72.14.-120.11.-203.68$ [0301] $W = 11.00-6.48-3.83$

[0302] 【表19】

[0303] *为非球面。【表20】

[0304]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
17	0.0000E+00	-1.2265E-05	-1.4384E-08	-2.0345E-11	1.2540E-13
18	0.0000E+00	7.1272E-06	-2.6106E-08	7.0501E-11	-2.2784E-13

[0305] 【表21】

[0306]

f	72.14	120.11	203.68
d5	1.500	58.779	76.541
d10	22.067	19.437	1.500
d18	12.610	6.344	2.495
d20	15.515	21.781	25.630
d24	18.126	13.406	18.706

[0307] 实施例8

[0308] 接下来,参照附图对实施例8的变焦镜头的光学系统进行说明。图36是示出本实施例8的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例8的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由像面侧为凹面且呈弯月形状的接合透镜构成,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在第五透镜组的最靠物体侧,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图36所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组相对于像面是固定的。从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。望远端的在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.398mm。

[0309] 图37-图39分别示出了本实施例8的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图40是望远端的横像差图。表22-表24是适用了具体数值的数值实施例8的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对于各表的说明。

[0310] 另外,在该实施例8的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FN0.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的各数值。

[0311] $FN0. = 4.12-4.12-4.12$ [0312] $f = 72.08.-120.11.-203.44$ [0313] $W = 11.02-6.49-3.82$

[0314] 【表22】

[0315]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	122.657	4.131	1.6180	63.4	
2	-2798.9	0.200			
3	134.158	1.500	1.7015	41.15	
4	54.357	6.456	1.4970	81.61	
5	666.872	d5			
6	540.538	1.000	1.8061	40.73	

7	18.742	3.863	1.8467	23.78	
8	61.764	1.820			
9	-70.462	1.000	1.9108	35.25	
10	236.022	d10			
11	30.99	3.429	1.9108	35.25	
12	193.165	2.826			
13	INF	1.000			(开口光圈)
14	34.046	4.825	1.4970	81.61	
15	-41.99	1.000	1.9037	31.31	
16	28.783	3.844			
17*	24.849	5.685	1.4971	81.56	
18*	-31.596	d18			
19	148.678	1.153	1.6889	31.16	
20	208.098	0.700	1.4875	70.44	
21	26.774	d21			
22	-60.779	2.637	1.7847	25.72	
23	-29.036	8.194			
24	-21.554	1.000	1.4875	70.44	
25	-220.94	25.760			
26	INF	2.000	1.5168	64.2	
27	INF	1.000			

[0316] *为非球面。

[0317] 【表23】

[0318]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
17	0.0000E+00	-1.7661E-05	-1.7620E-08	2.8553E-11	-5.7066E-13
18	0.0000E+00	8.9046E-06	-2.6251E-08	8.8222E-11	-7.6672E-13

[0319] 【表24】

[0320]

f	72.10	119.96	203.54
d5	1.500	59.243	82.909
d10	17.909	18.098	1.500
d18	10.049	2.856	2.508
d21	15.516	22.710	23.058

[0321] 实施例9

[0322] 接下来,参照附图对实施例9的变焦镜头的光学系统进行说明。图41是示出本实施例9的变焦镜头的透镜构成例的示意图。实施例9的变焦镜头具有与实施例1的变焦镜头大致相同的构成,具备具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、具有正折射本领的第三透镜组G3、具有负折射本领的第四透镜组G4、以及具有负折射本领的

第五透镜组G5,在第二透镜组和第三透镜组之间配置有光圈S。另外,第三透镜组具有由单一正透镜构成的防振透镜组VC,第四透镜组G4由像面侧为凹面的弯月单一负透镜构成,第四透镜组G4发挥作为对焦透镜组F的功能。而且,在从第五透镜组的物体侧开始数的第二片,配置有物体侧面为凹面的弯月透镜。此外,各透镜组的具体构成如图41所示。另外,从广角端向望远端变倍时,以如下方式移动透镜组:使第一透镜组G1和第二透镜组G2的间隔变大,且使第二透镜组G2和第三透镜组G3的间隔变小。变倍时,第三透镜组G3和第五透镜组相对于像面是固定的。从无限远向近距离物体对焦时,第四透镜组G4向像面侧移动。望远端在手抖校正状态下的防振透镜组VC相对于光轴向垂直方向的移动量为0.586mm。

[0323] 图42-图44分别示出了本实施例9的变焦镜头在广角端状态、中间焦距状态和望远端状态下的无限远对焦时的球面像差、像散和歪曲像差的纵像差图。图40是望远端的横像差图。表25-表27是适用了具体数值的数值实施例9的透镜数据,由于与表1-表3所示的数值数据相同,因而省略对各表的说明。

[0324] 另外,在该实施例9的变焦镜头系统中,广角端状态、中间焦距状态、望远端状态的F编号(FNO.)、整个系统的焦距(f)、半视场角($\omega(^{\circ})$)如下。此外,在以下表达式中,用连字符(-),从右侧开始依次表示广角端状态、中间焦距状态、望远端状态各数值。

[0325] $FNO. = 4.12-4.12-4.12$

[0326] $f = 72.10.-120.03.-203.58$

[0327] $W = 10.87-6.40-3.74$

[0328] 【表25】

[0329]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	173.721	3.461	1.7433	49.22	
2	-1601.2	0.200			
3	131.511	1.500	1.6477	33.84	
4	55.998	6.453	1.4970	81.61	
5	985.677	d5			
6	167.987	1.000	1.9108	35.25	
7	17.351	4.043	1.9212	23.96	
8	56.995	1.875			
9	-67.89	1.000	1.9108	35.25	
10	2048.78	d10			
11	36.71	3.312	1.8061	33.27	
12	927.577	3.317			
13	INF	2.258			(开口光圈)
14	28.916	4.607	1.4970	81.61	
15	-49.194	1.000	1.9037	31.31	
16	34.308	2.090			
17*	35.491	4.271	1.4971	81.56	
18*	-39.801	d18			

19*	6078.59	1.000	1.4971	81.56	
20*	36.992	d20			
21	-148.25	3.118	1.5481	45.82	
22	-24.206	5.641			
23	-19.741	1.200	1.9537	32.32	
24	-38.602	3.730			
25	-17.269	1.500	1.4875	70.44	
26	170.496	3.920	1.8467	23.78	
27	-36.962	12.500			
28	INF	2.000	1.5168	64.2	
29	INF	1.000			

[0330] *为非球面。

[0331] 【表26】

[0332]

面NO.	k	A4	A6	A8	A10
17	0.0000E+00	-8.2062E-06	-2.7516E-08	1.5458E-10	2.7650E-13
18	0.0000E+00	4.5179E-06	-3.2091E-08	1.7045E-10	1.6525E-13
19	0.0000E+00	-1.1842E-06	3.2272E-08	1.6678E-11	-2.0119E-12
20	0.0000E+00	-3.6053E-06	2.6782E-08	1.7304E-10	-3.1306E-12

[0333] 【表27】

[0334]

f	72.10	120.03	203.58
d5	1.500	47.492	77.338
d10	22.338	16.290	1.500
d18	17.948	12.089	2.498
d20	12.220	18.078	27.669

[0335] 表28中示出了上述实施例1-实施例9的各条件式(1)-条件式(6)所述的数学式所对应的各数值。

[0336] 【表28】

[0337]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8	实施例9
条件式(1)	-1.152	-0.579	-5.329	-1.574	-2014	-5.018	-2.406	-2.223	-2.988
条件式(2)	0.520	0.399	2.055	0533	0443	0.035	0.027	0.098	0.511
条件式(3)	1.378	1.653	1.644	2.092	1.751	1.387	1.277	1.369	1.271
条件式(4)	2.073	2.054	2.851	1.906	1.835	1.708	1.725	1.841	1.648
条件式(5)	-0.493	-0.339	-0.750	-0.633	-1.009	-0.736	-0.722	-0.786	-0.892
条件式(6)	3.671	4.579	5.861	3.968	4.884	3.998	6.685	5.553	164.324
f5	-50.103	-25.151	-231.496	-84477	-184.531	-607.724	-291.611	-269.247	-362.033
fw	18.376	18.373	18.360	24.753	28.876	72.091	72.136	72.083	72.104
ft	102.918	102.850	102.771	116.313	290.841	203.437	203.679	203.445	203.580
f1	59.929	71.844	71.408	112233	160.506	168012	154.750	165.827	153.953
β_{4w}	1.524	1.248	2.374	1.569	1.643	1.856	1.875	1.828	1.577

$\beta 5w$	1.360	1.646	1.201	1.215	1.117	0.920	0.920	1.007	1.045
ra3	31.252	25.182	32.656	27.508	37.980	23.639	26.659	24.849	35.491
rb3	-63.334	-74.197	-43.566	-43.427	-37.630	-32.122	-36.927	-31.596	-39.801
ra4	54.729	98.558	87.354	100.167	152.784	97.955	195.033	148.678	6078.592
rb4	14.910	21.526	14.904	25.245	31.284	24.498	29.174	26.774	36.992
ra5	-13.675	-12.098	-44.937	25.982	-28.376	-27.107	-26.410	-21.554	-19.741
rb5	-26.300	-30.336	-21.872	-48.742	-64.047	-766.409	-964.493	-220.940	-38.602

[0338] 产业上的利用可能性

[0339] 根据本发明,能提供如下的变焦镜头:其整体小型、能保持较小的由颤动所引起的拍摄倍率的变化,特别是能够使对焦透镜组的透镜系统轻量化而能够减少对焦驱动系统的负荷,且能够使防振透镜系统小型化轻量化从而减少防振驱动系统的负荷。

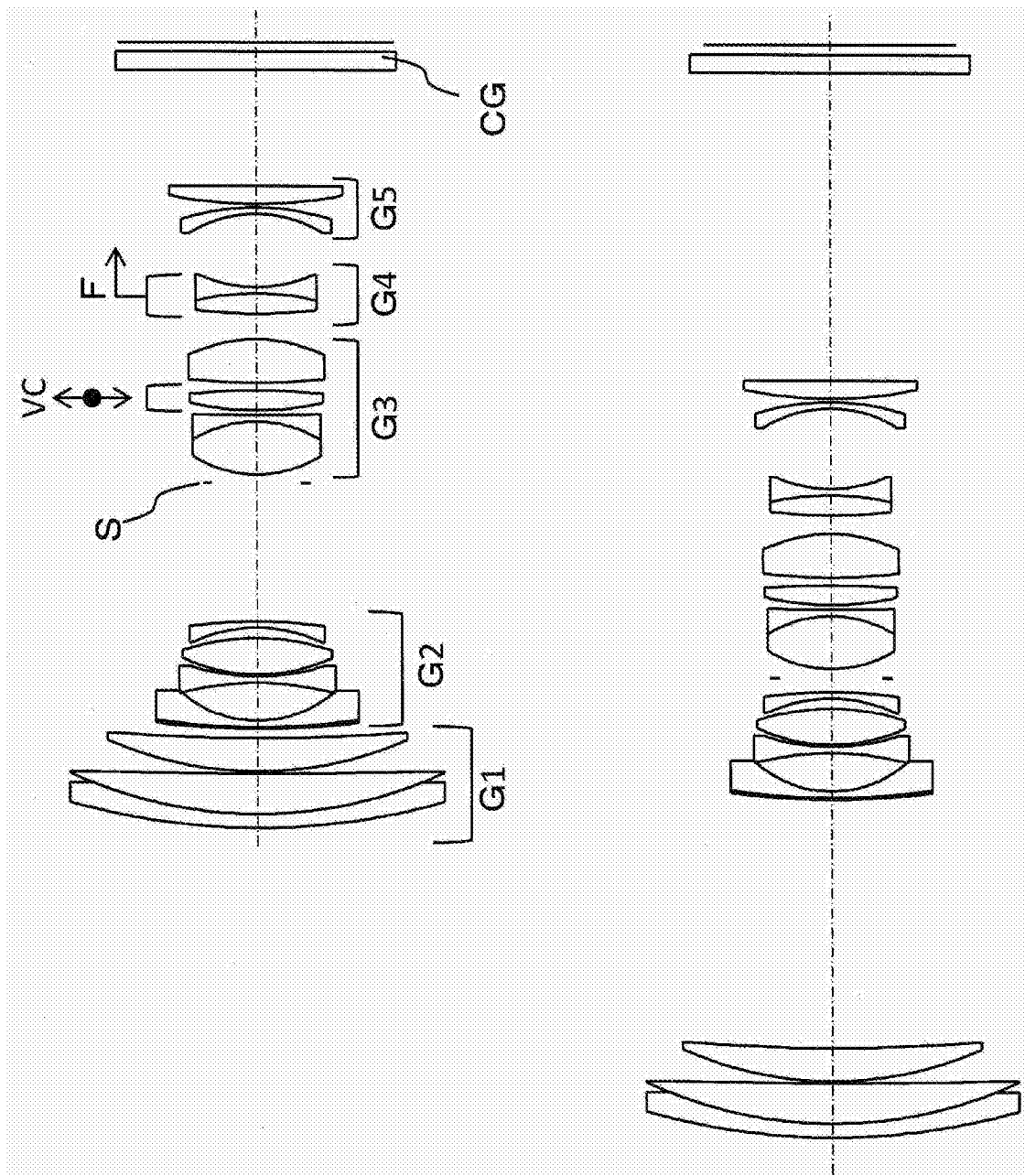


图1

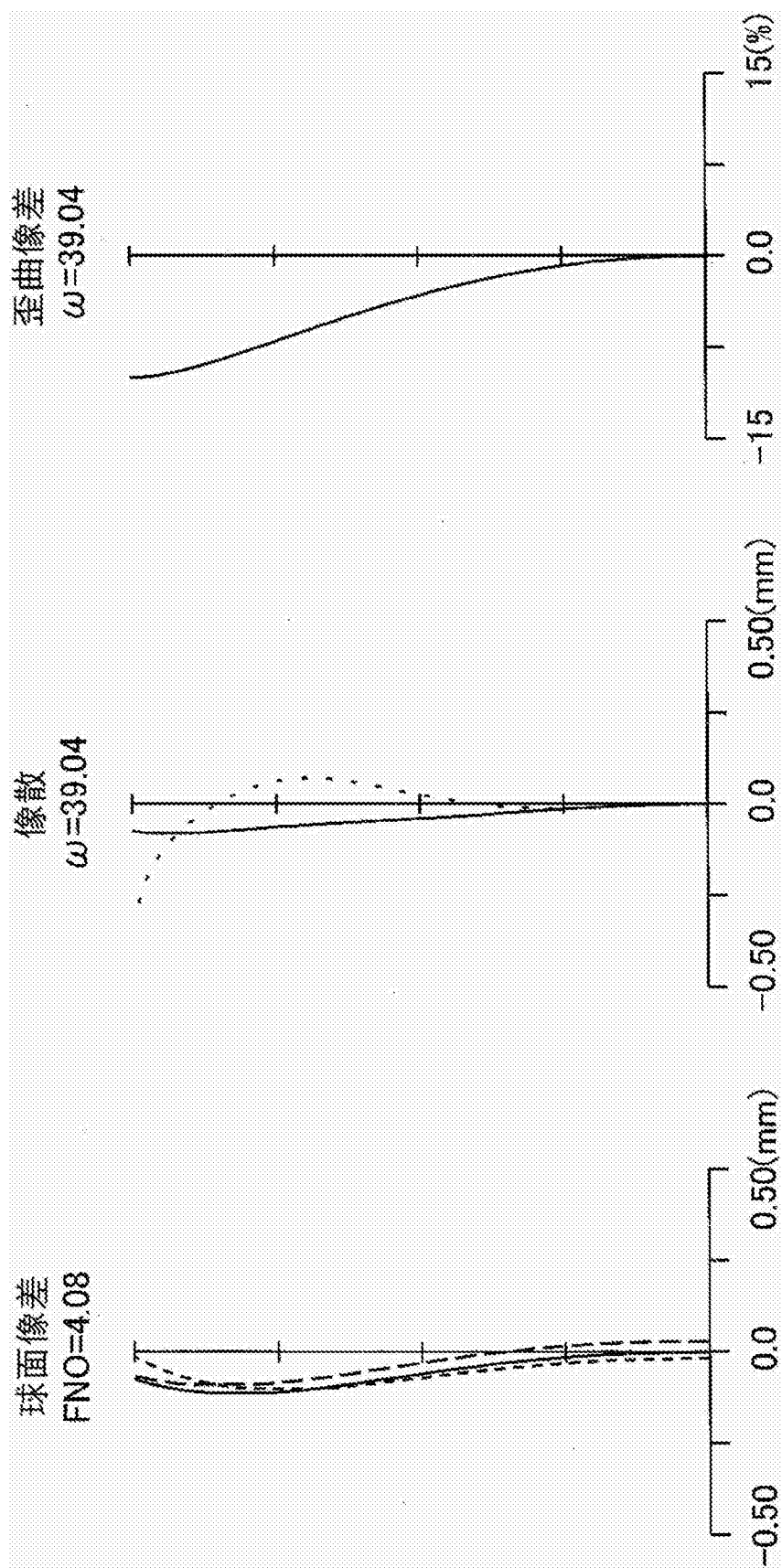


图2

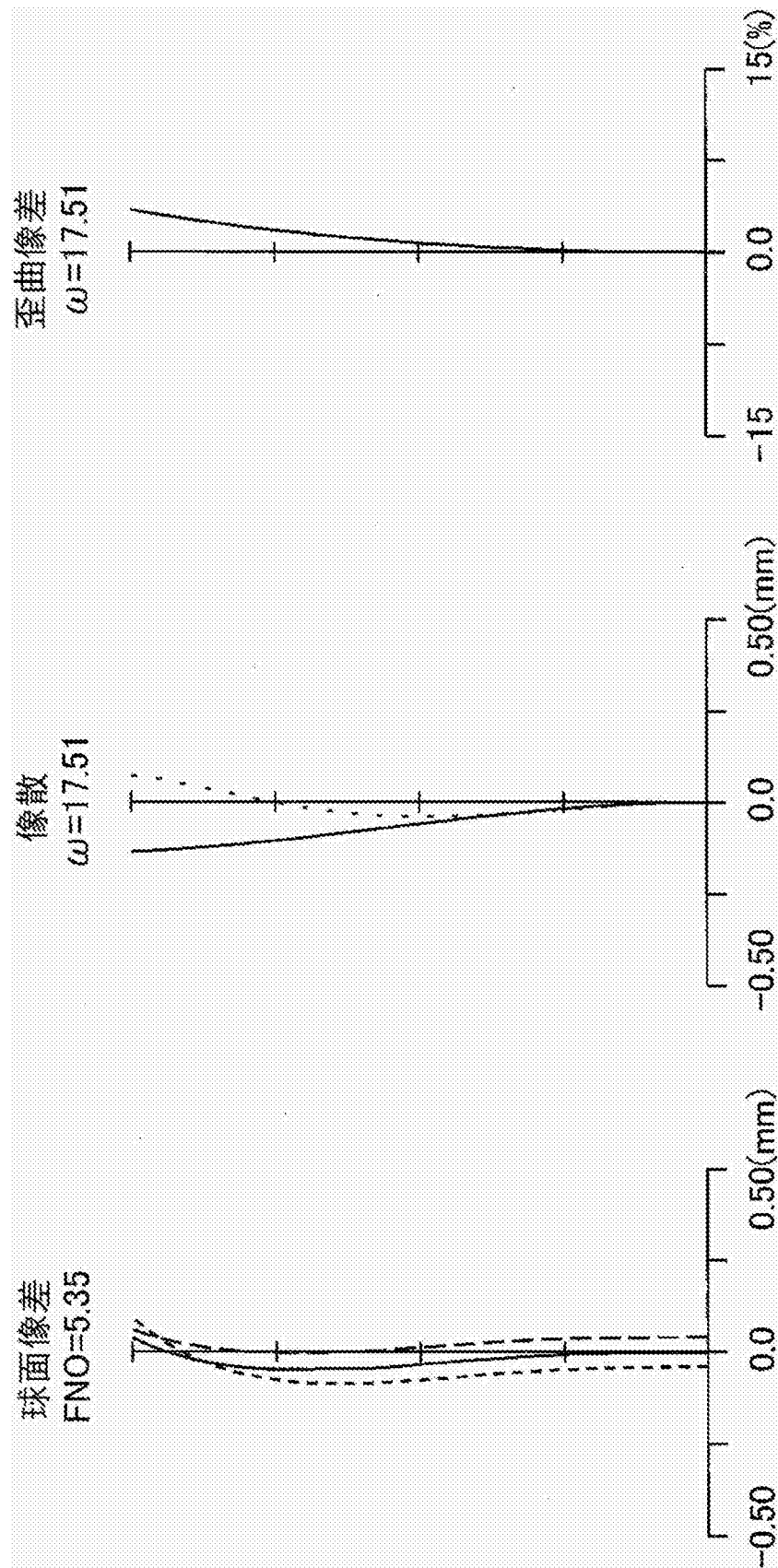


图3

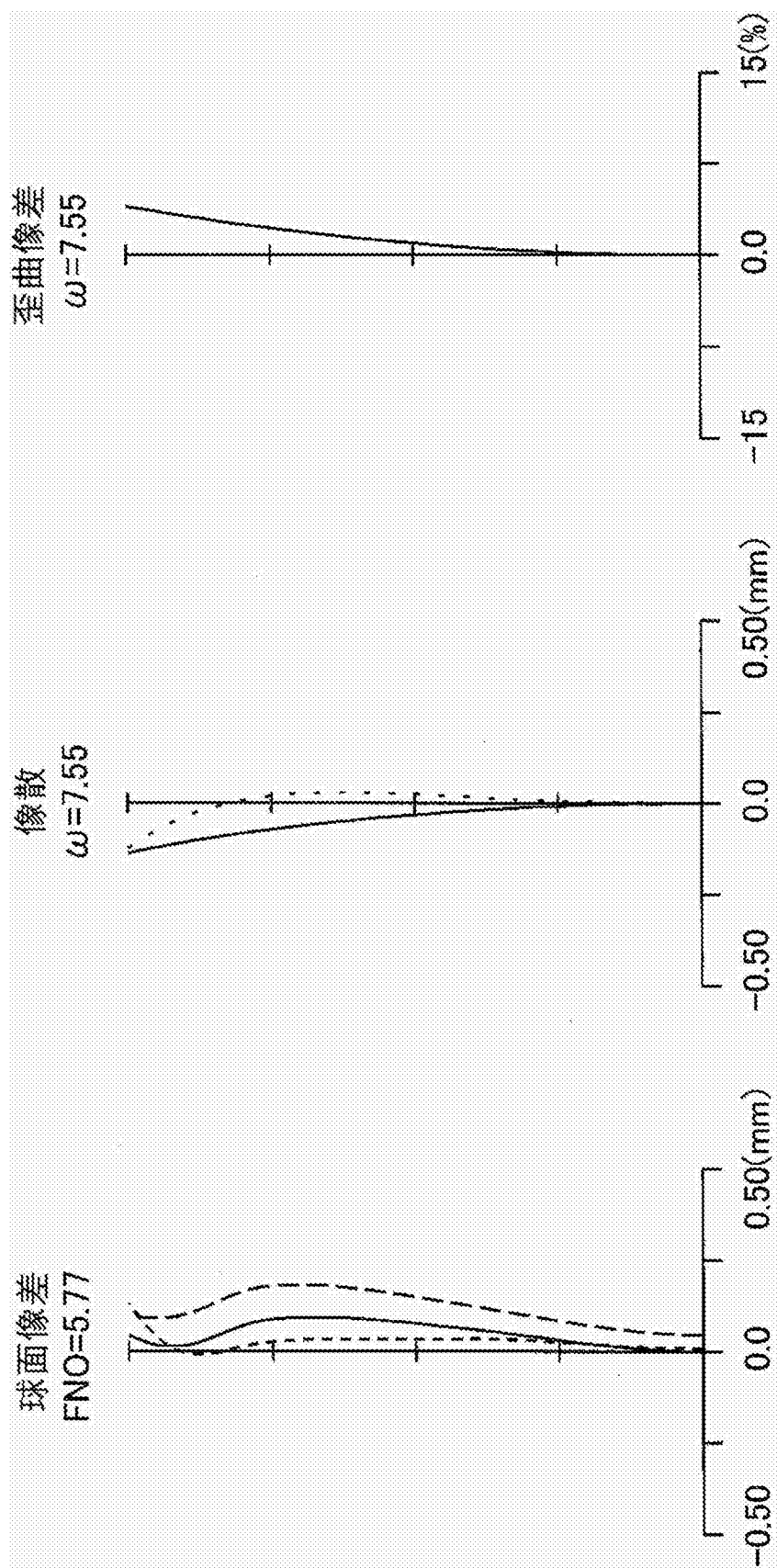


图4

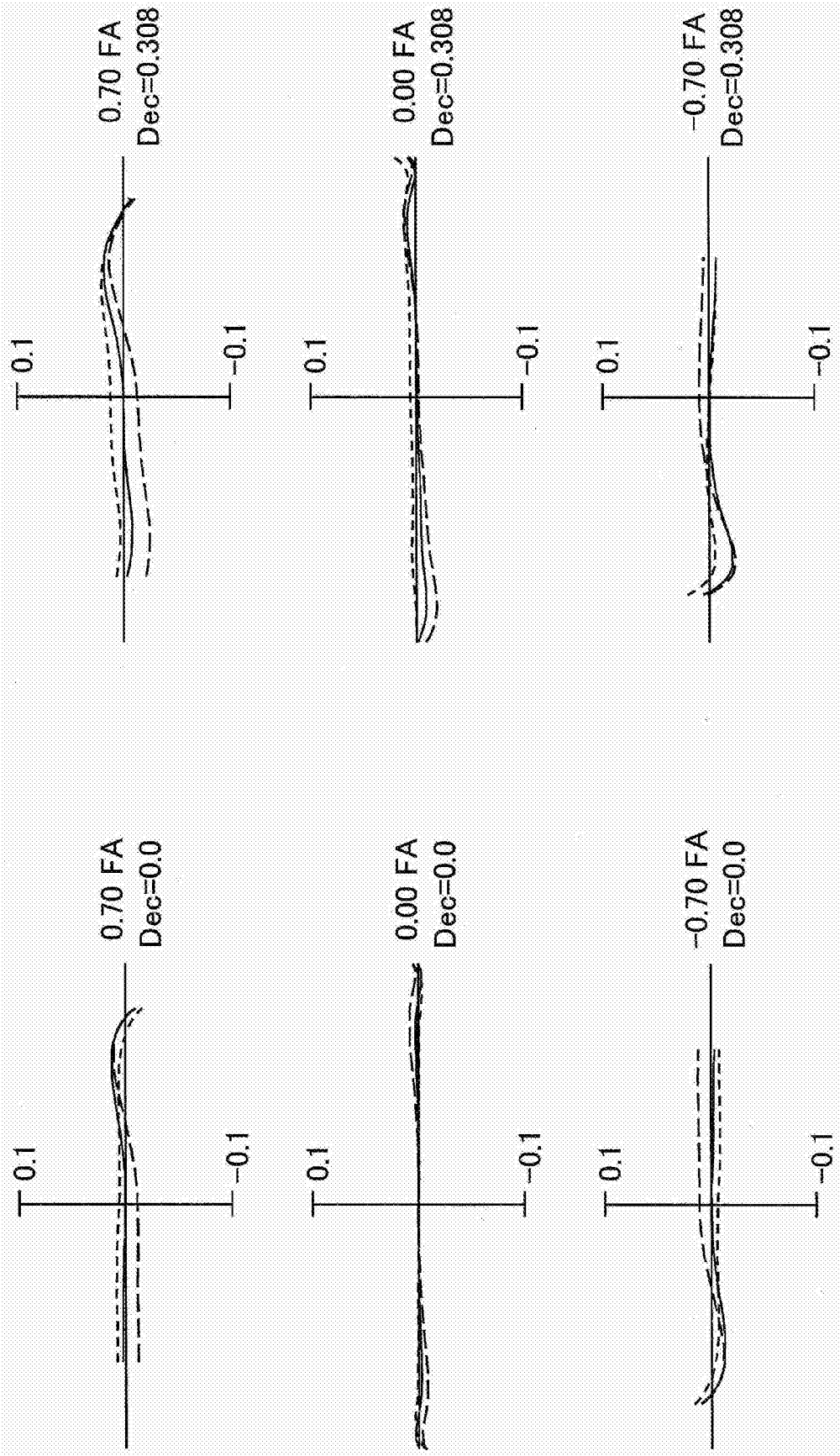


图5

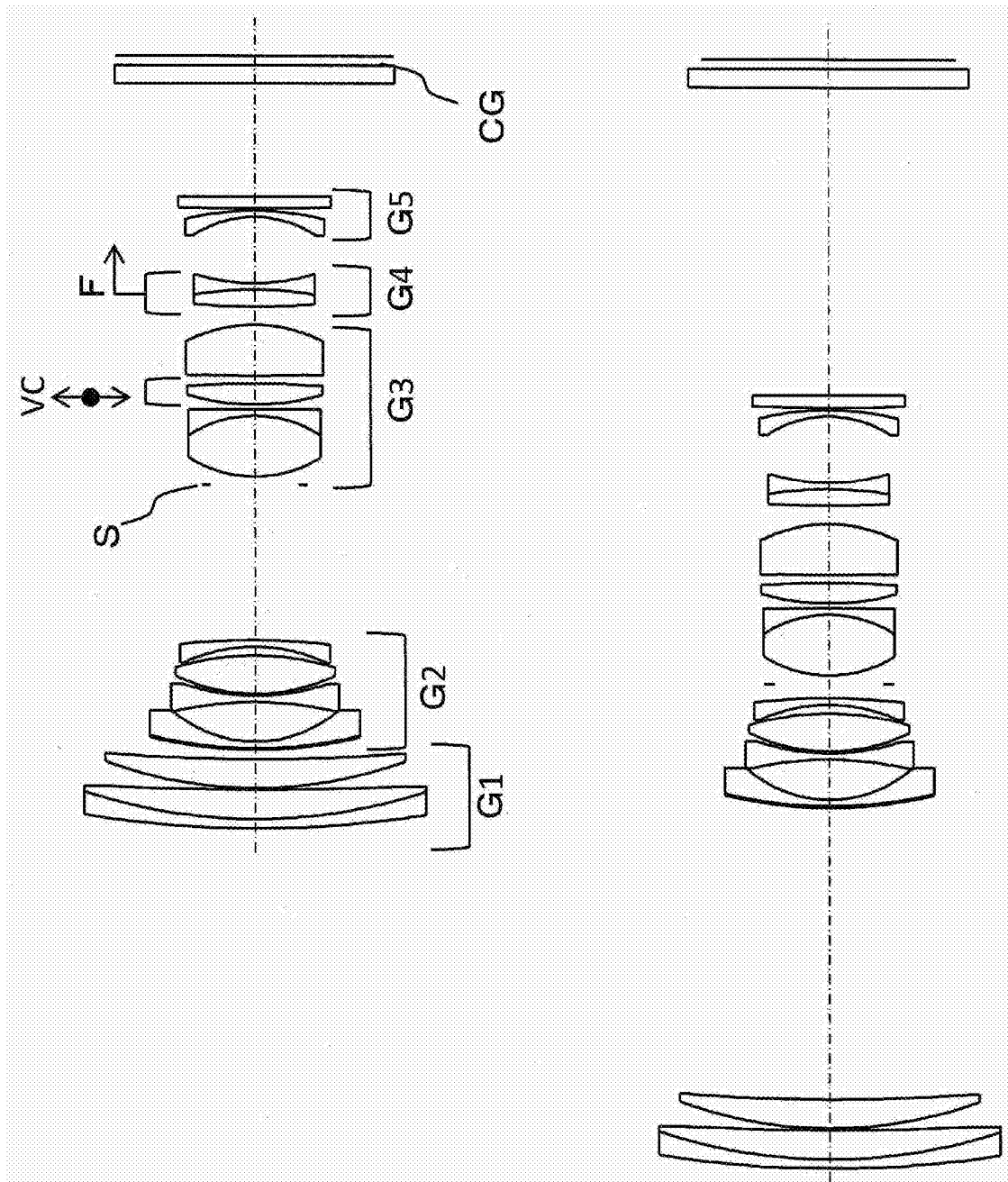


图6

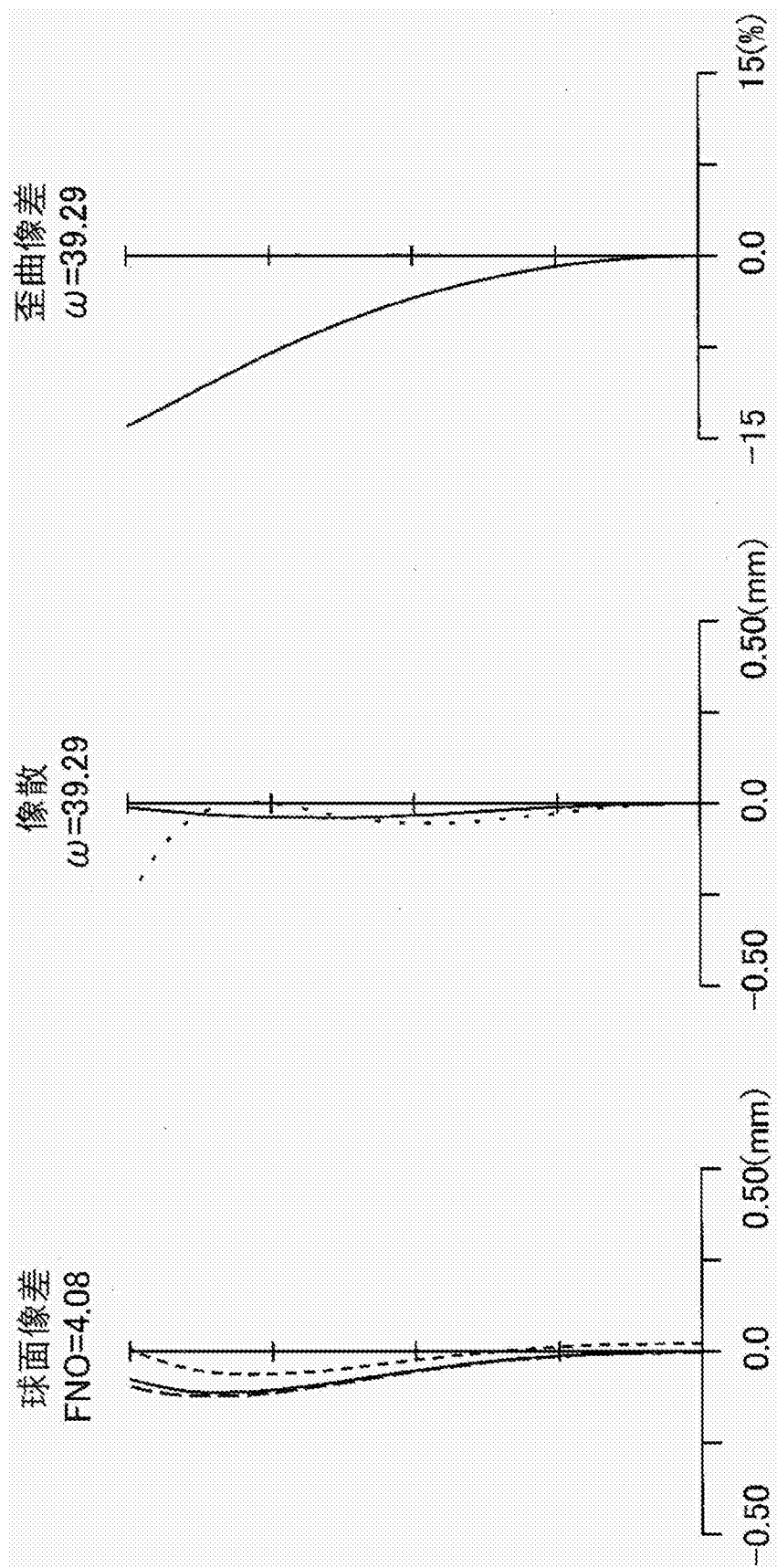


图7

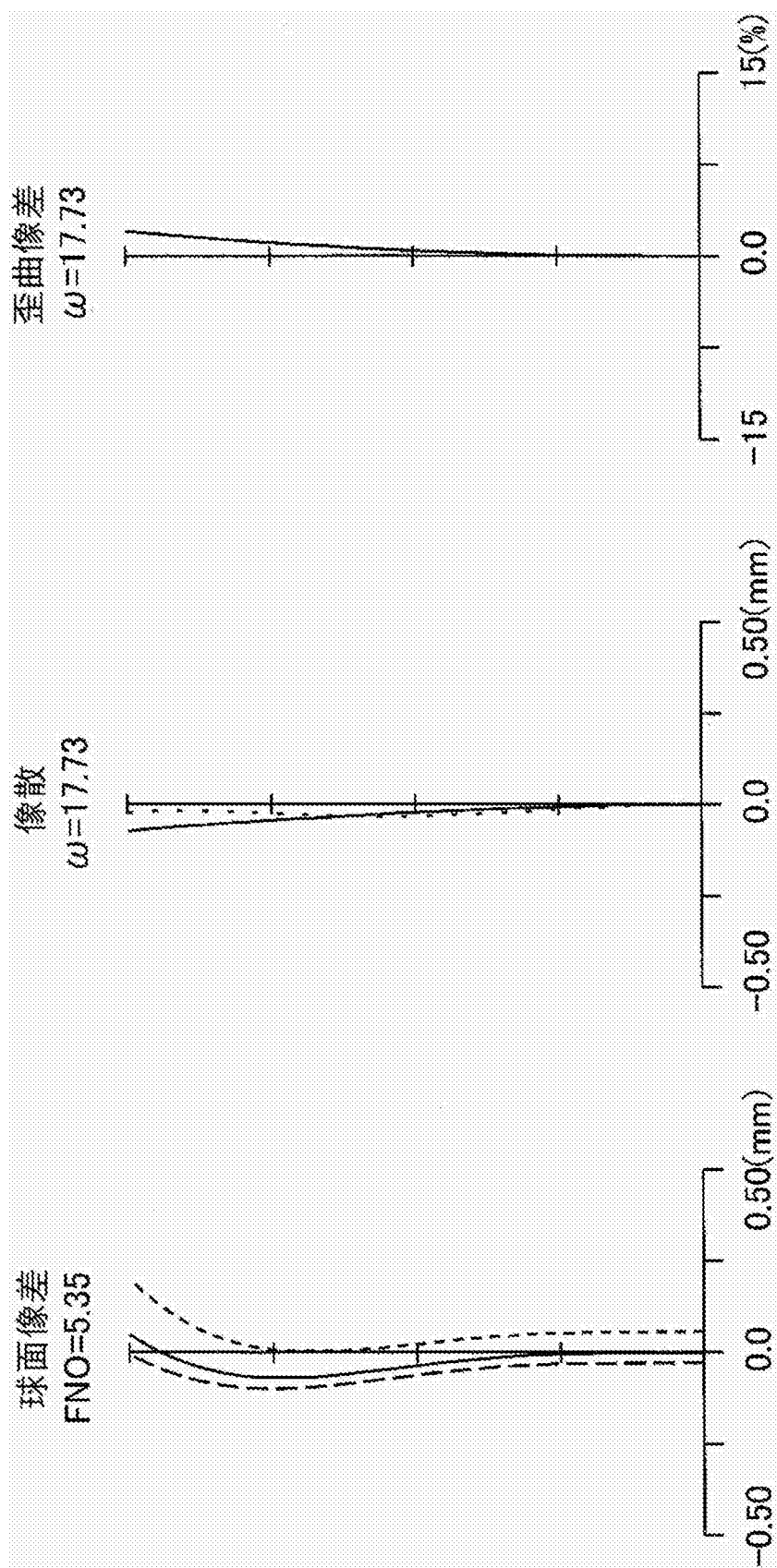


图8

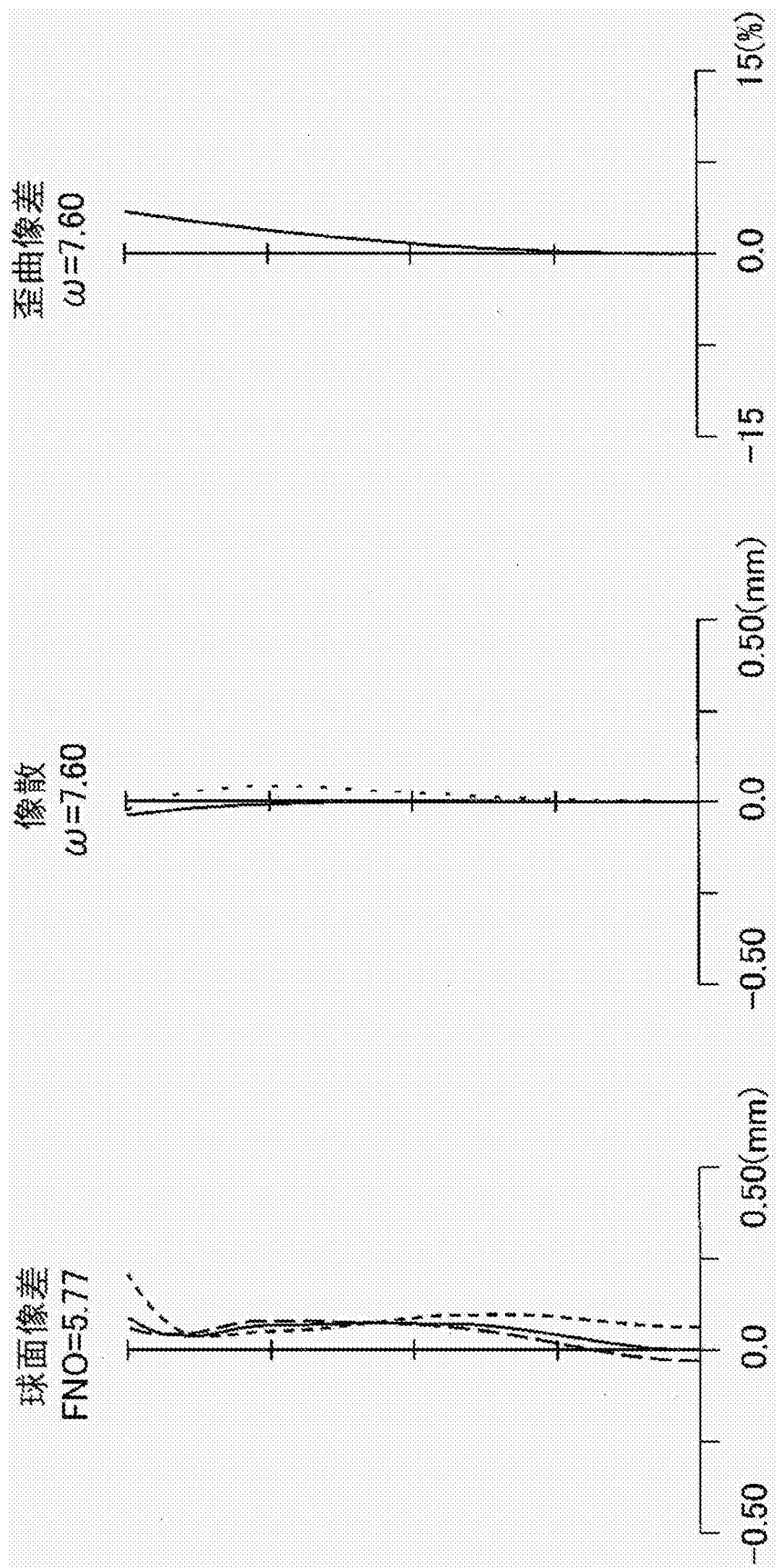


图9

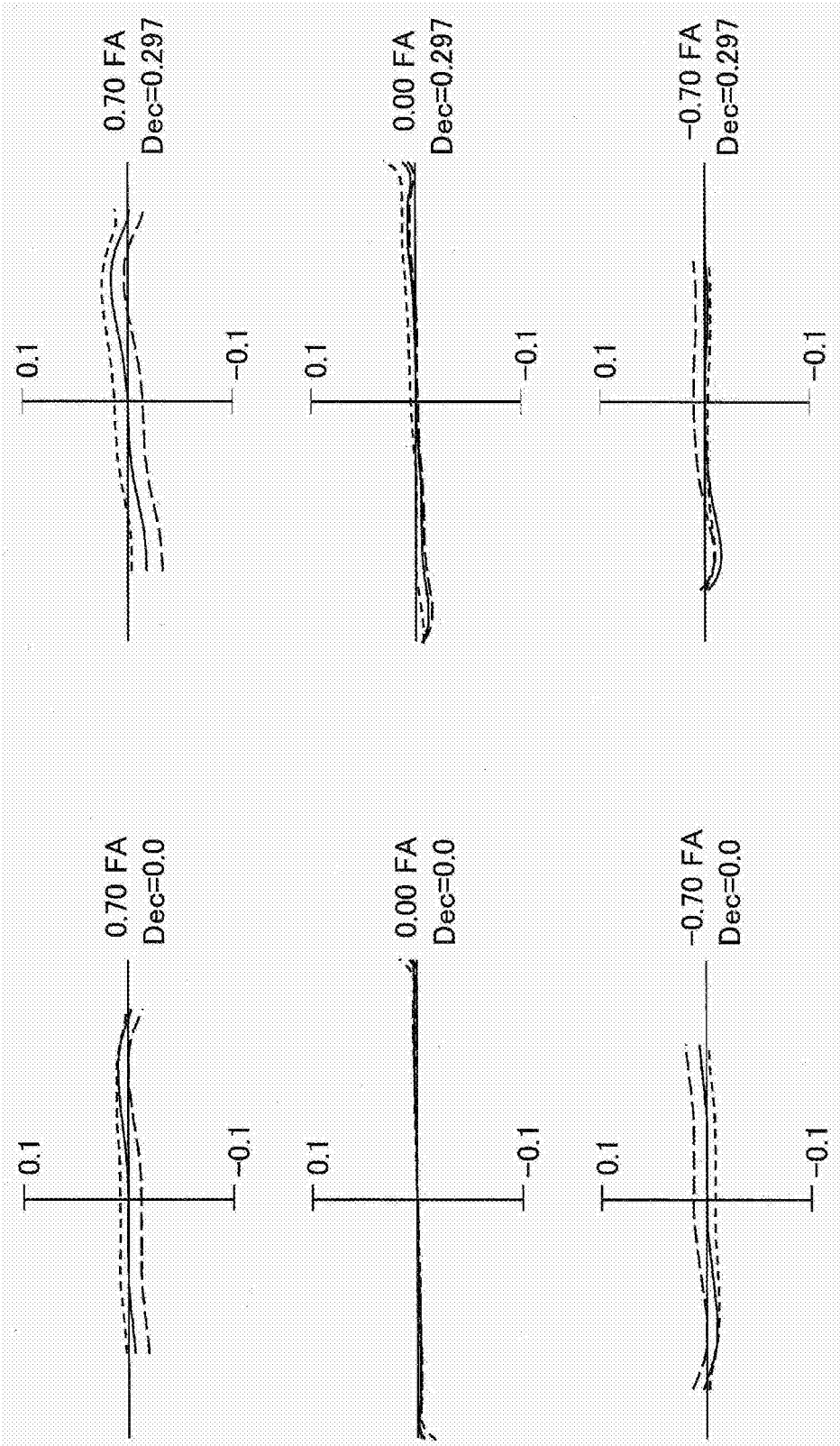


图10

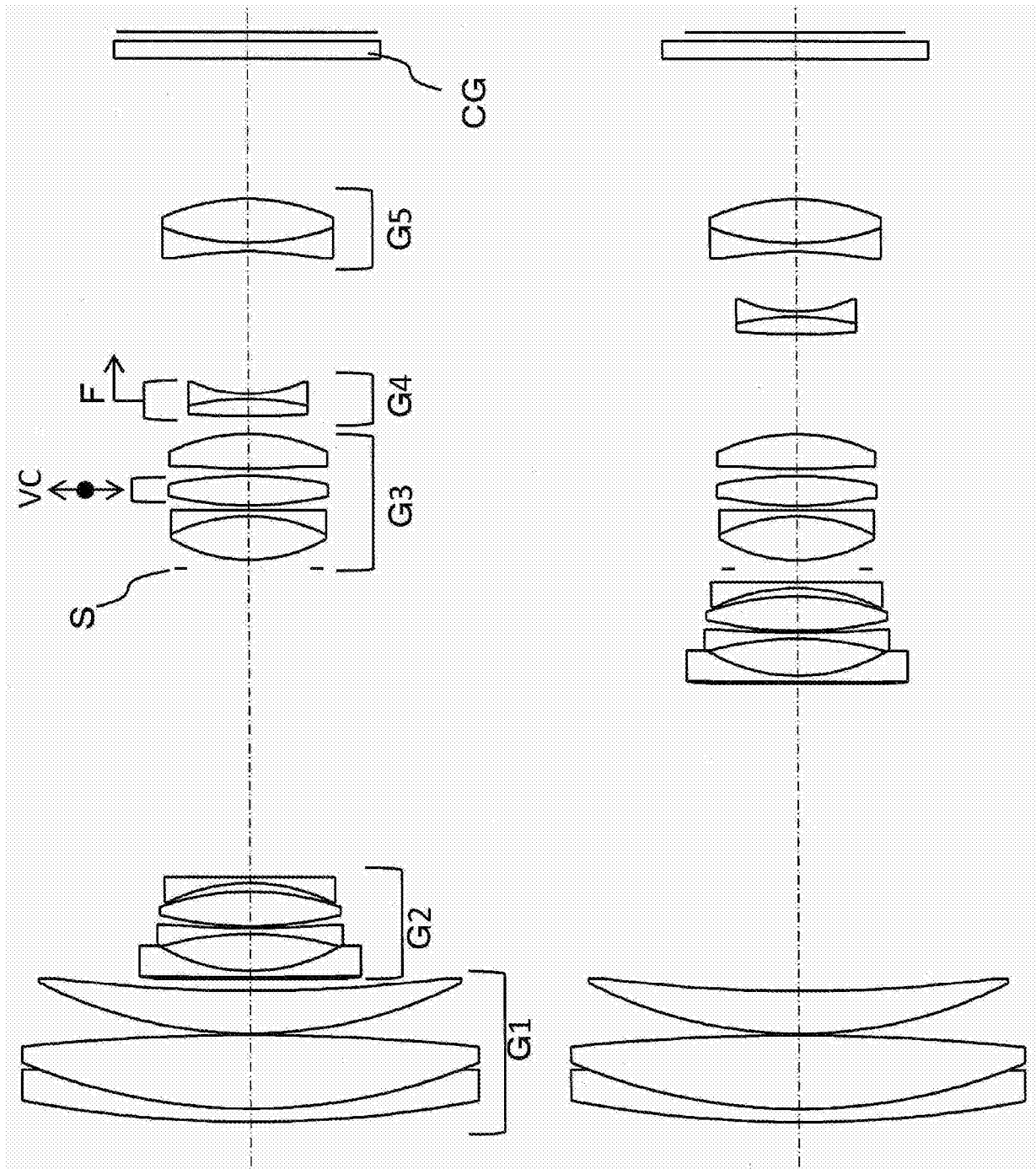


图11

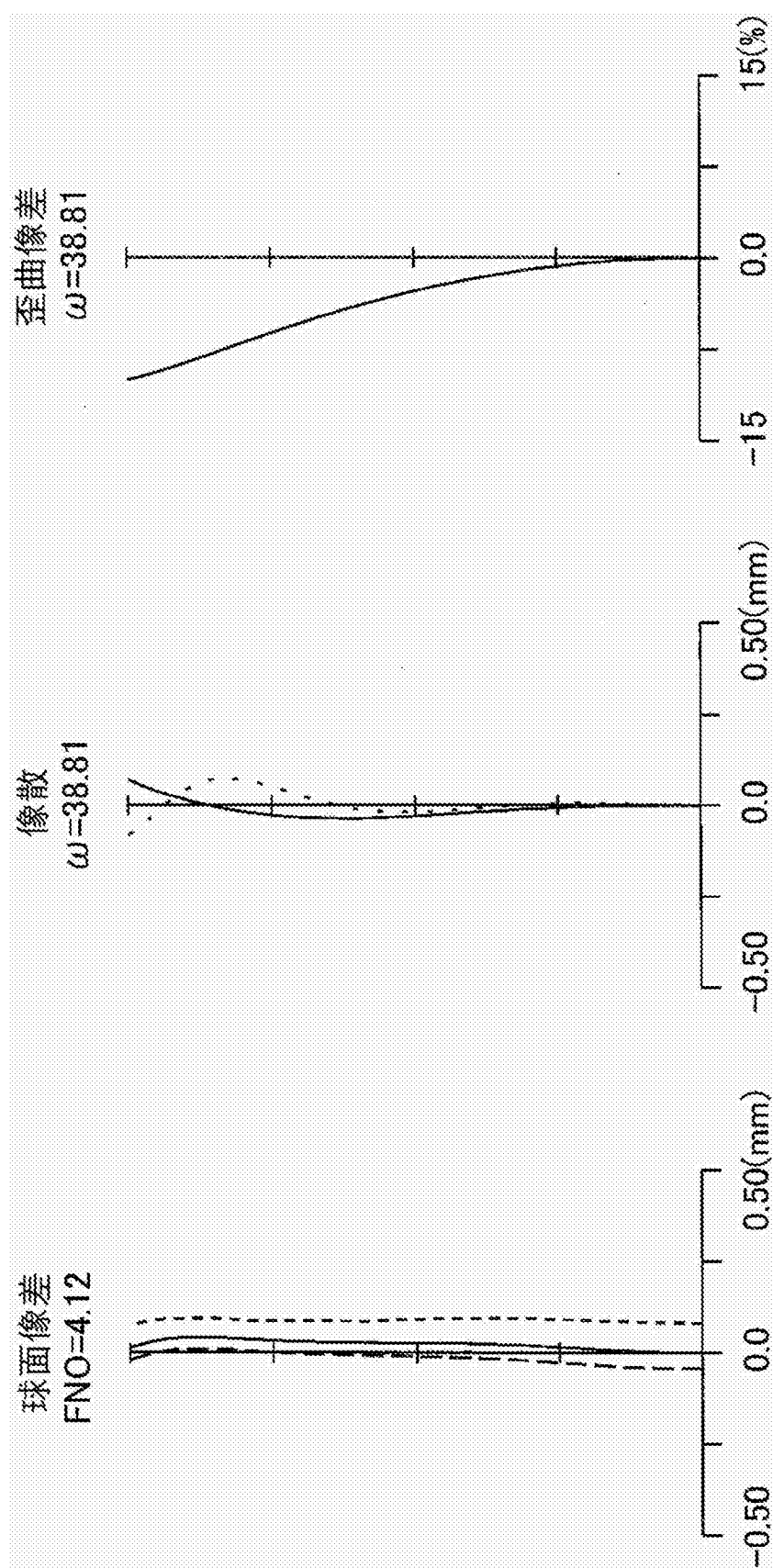


图12

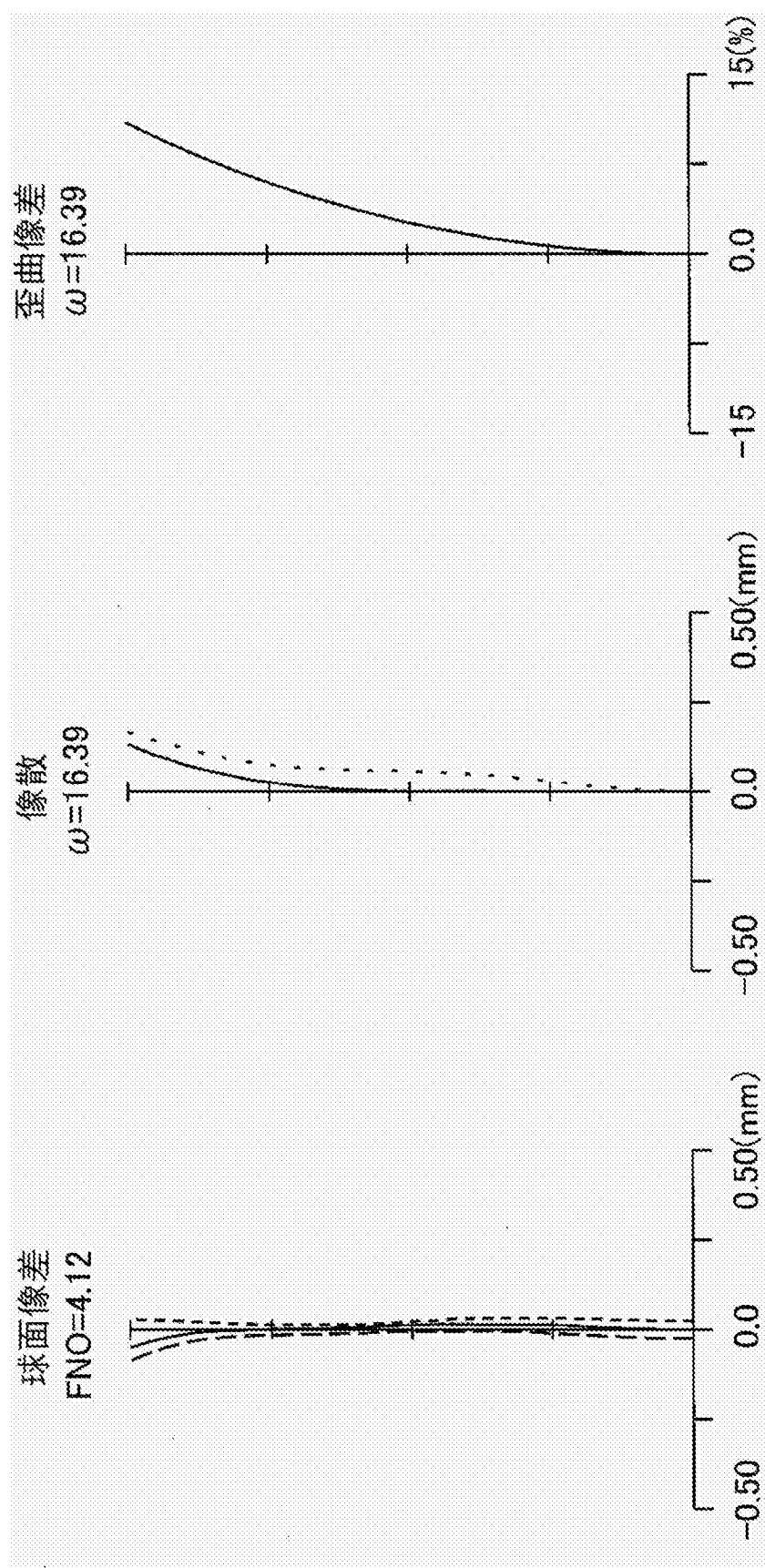


图13

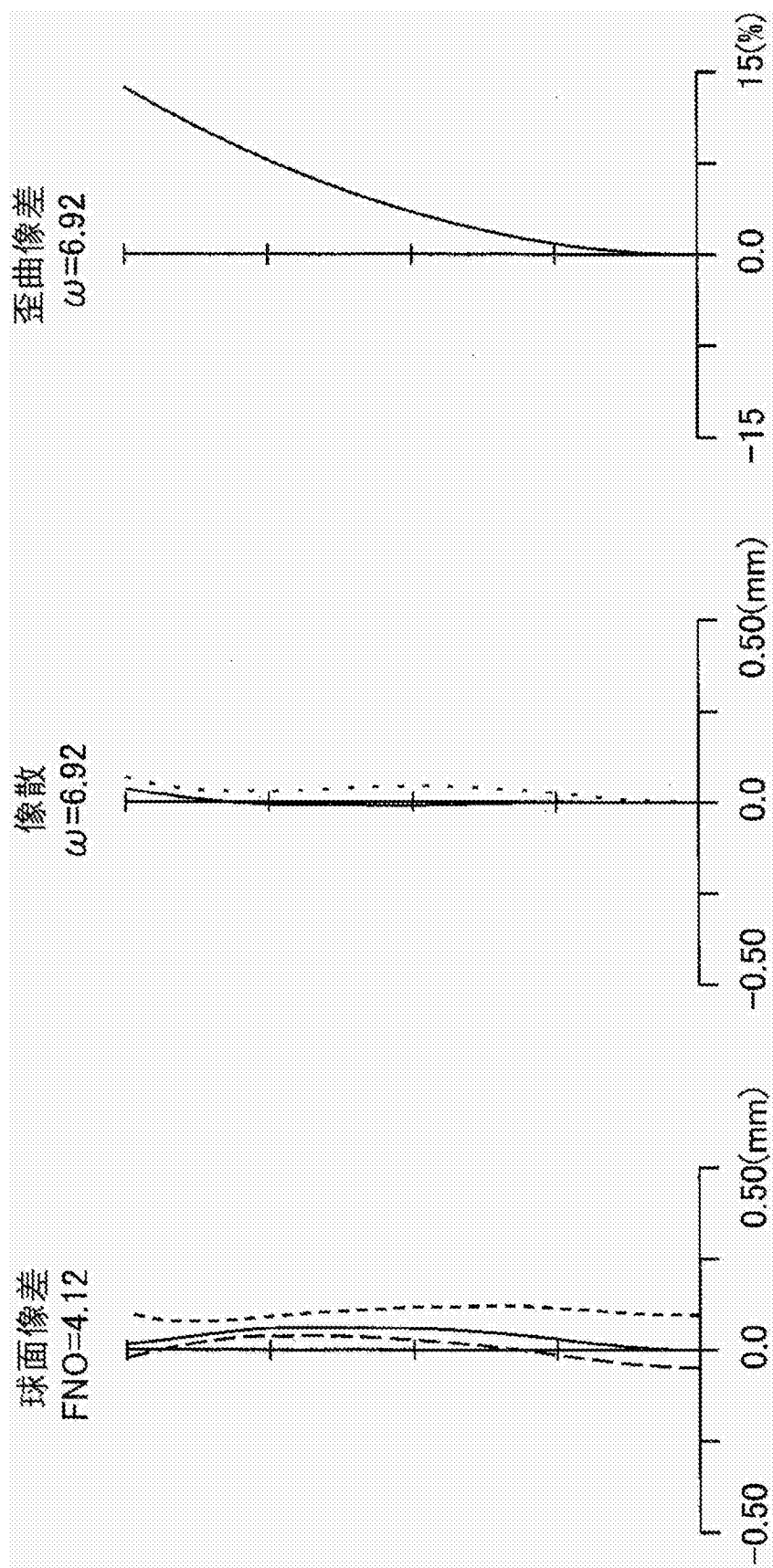


图14

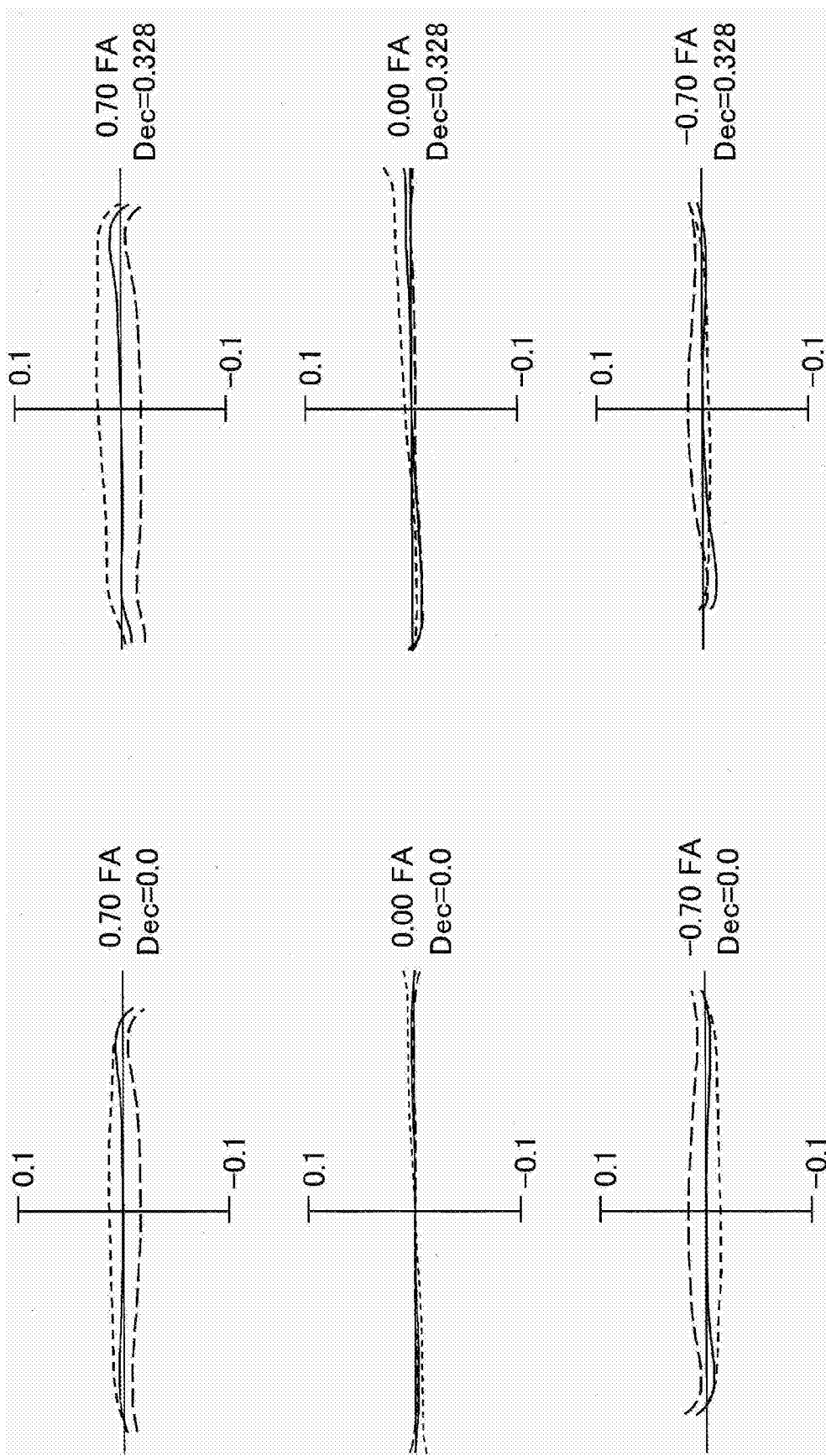


图15

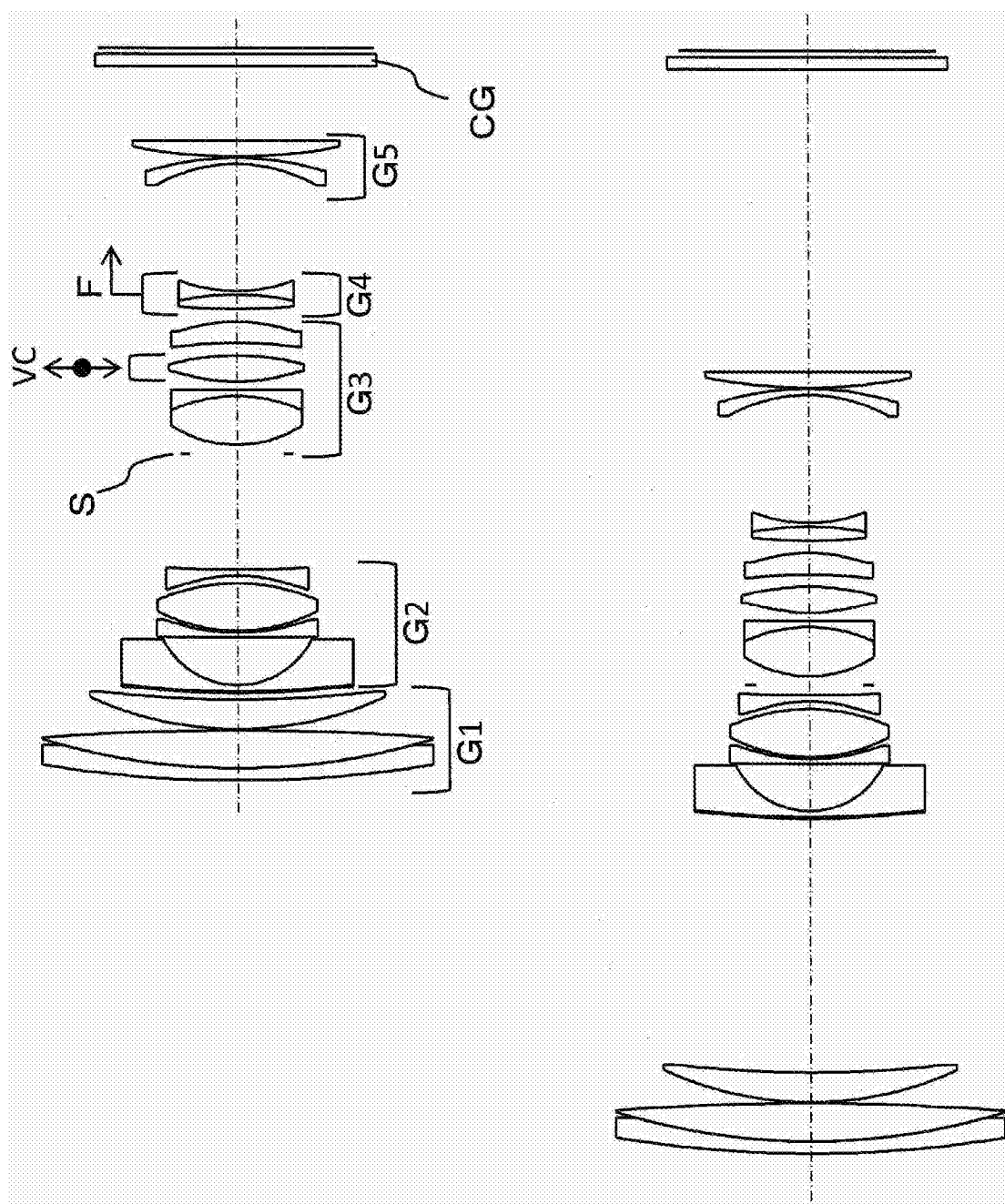


图16

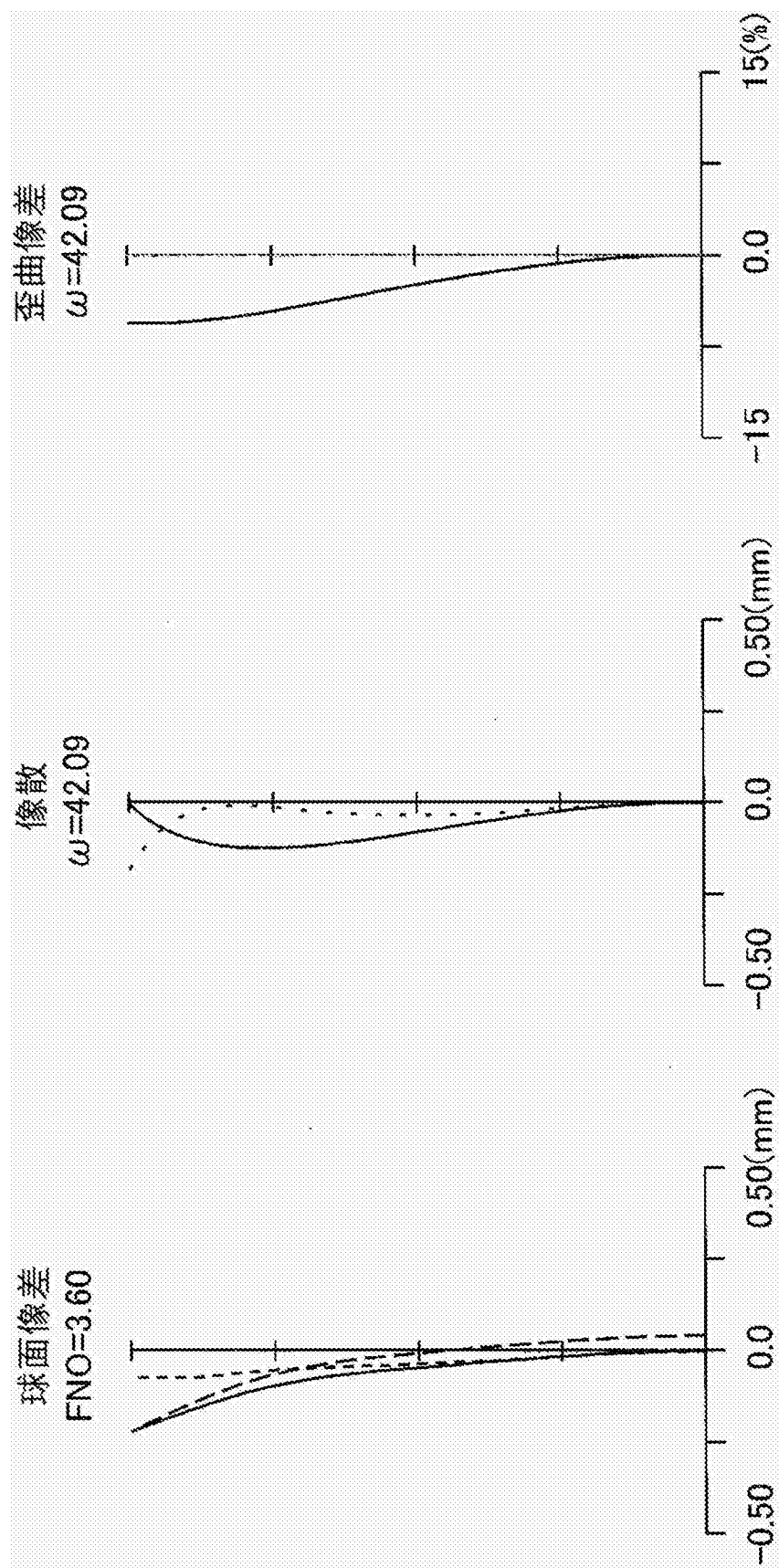


图17

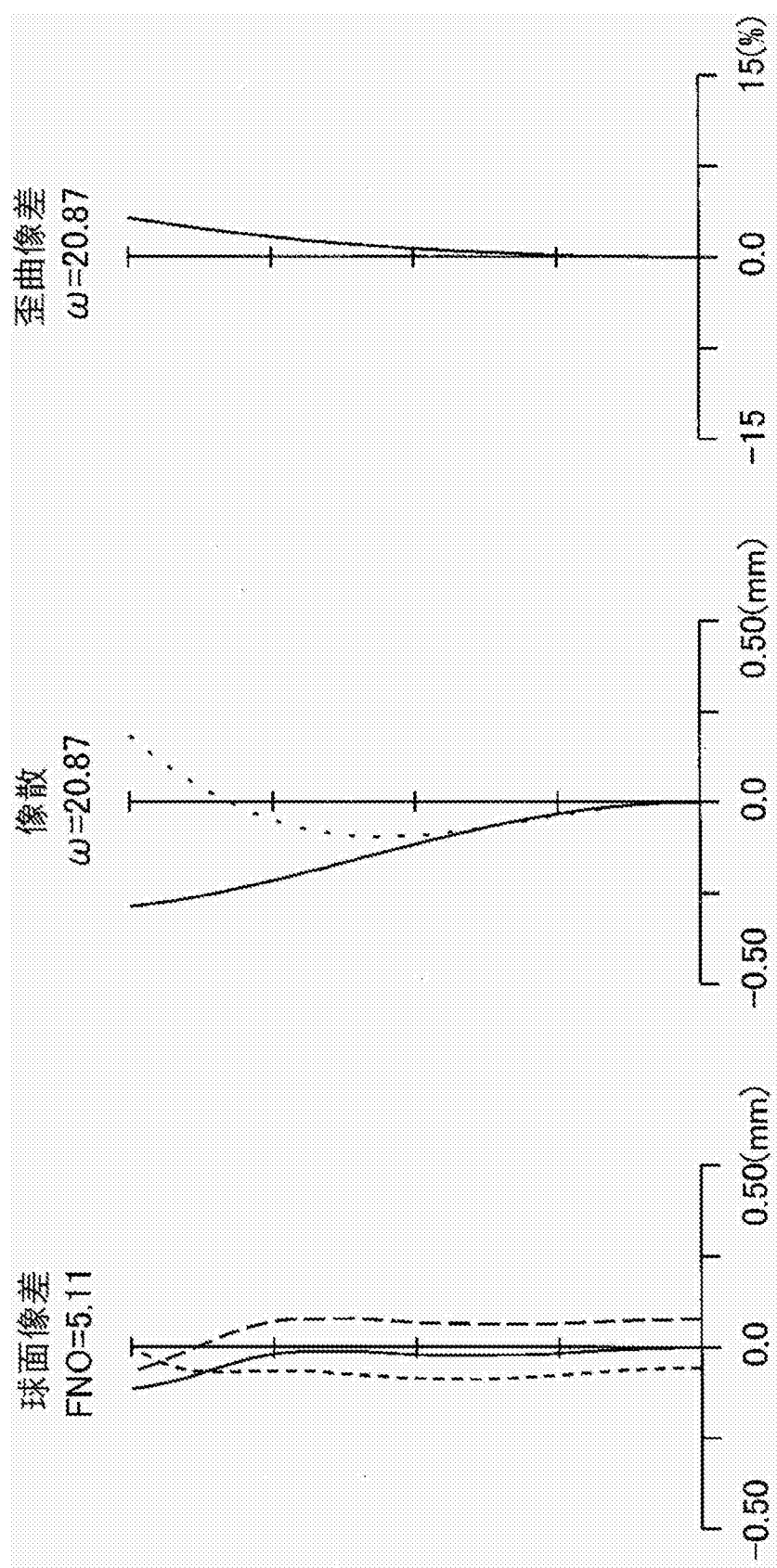


图18

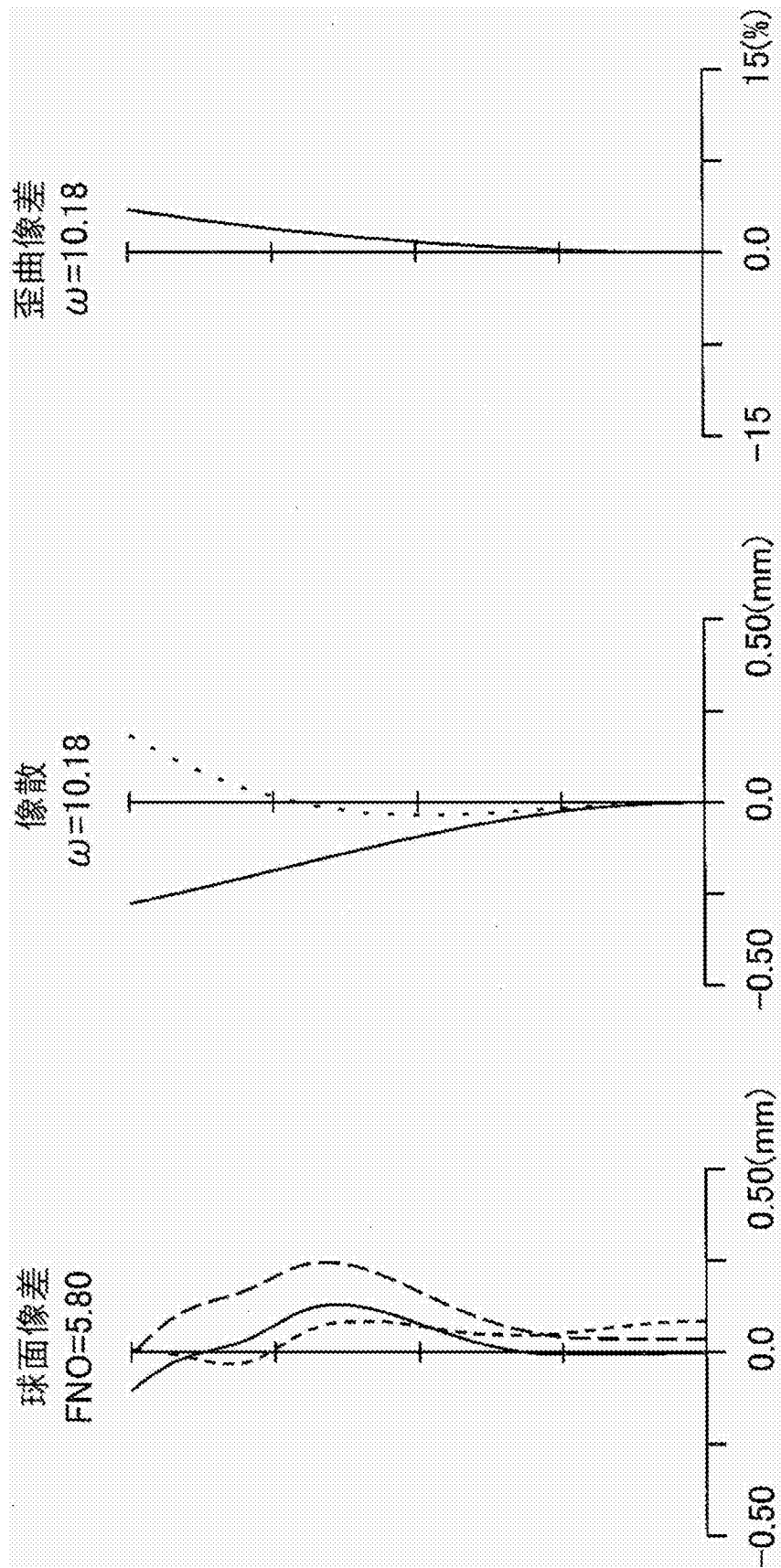


图19

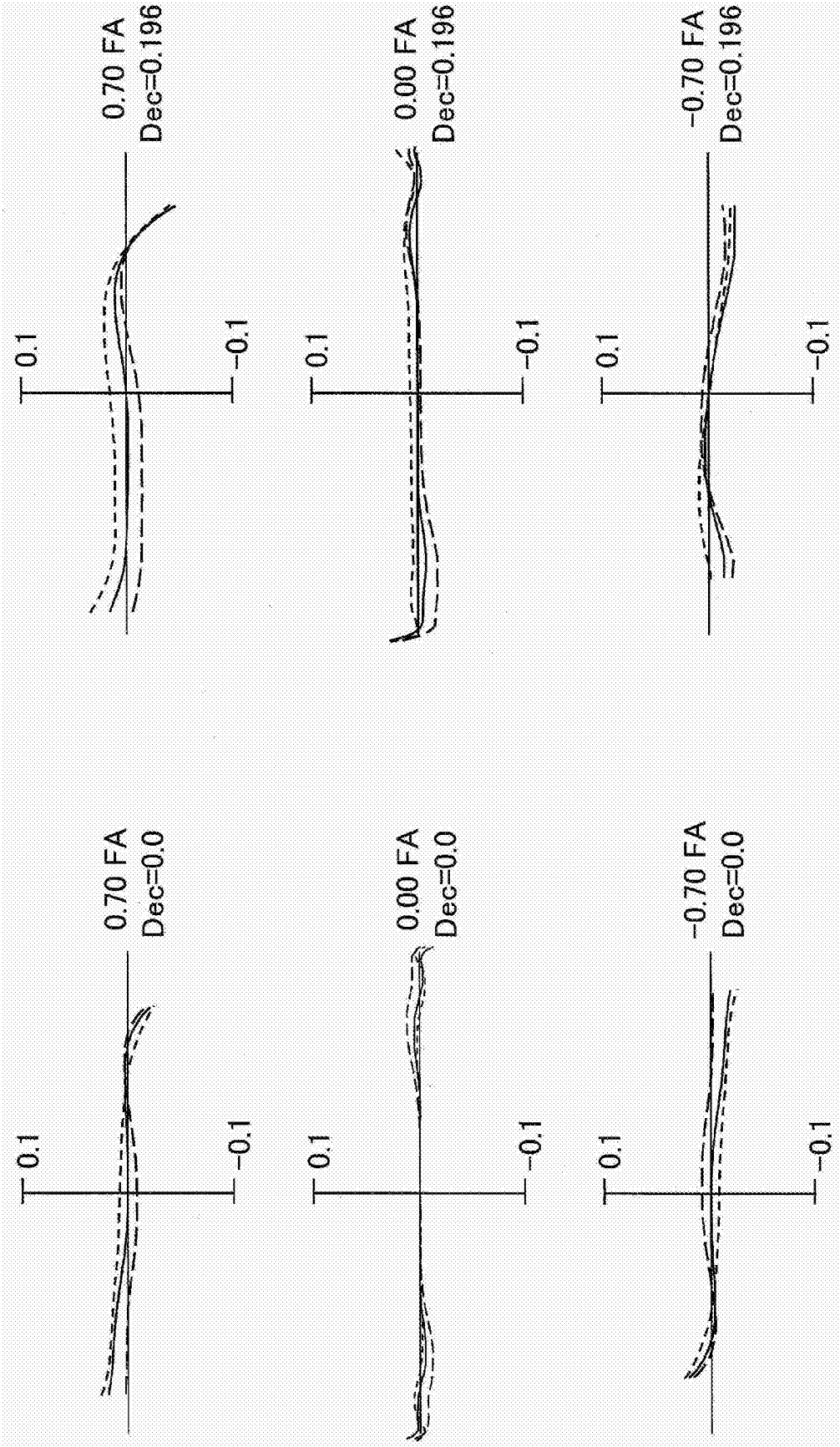


图20

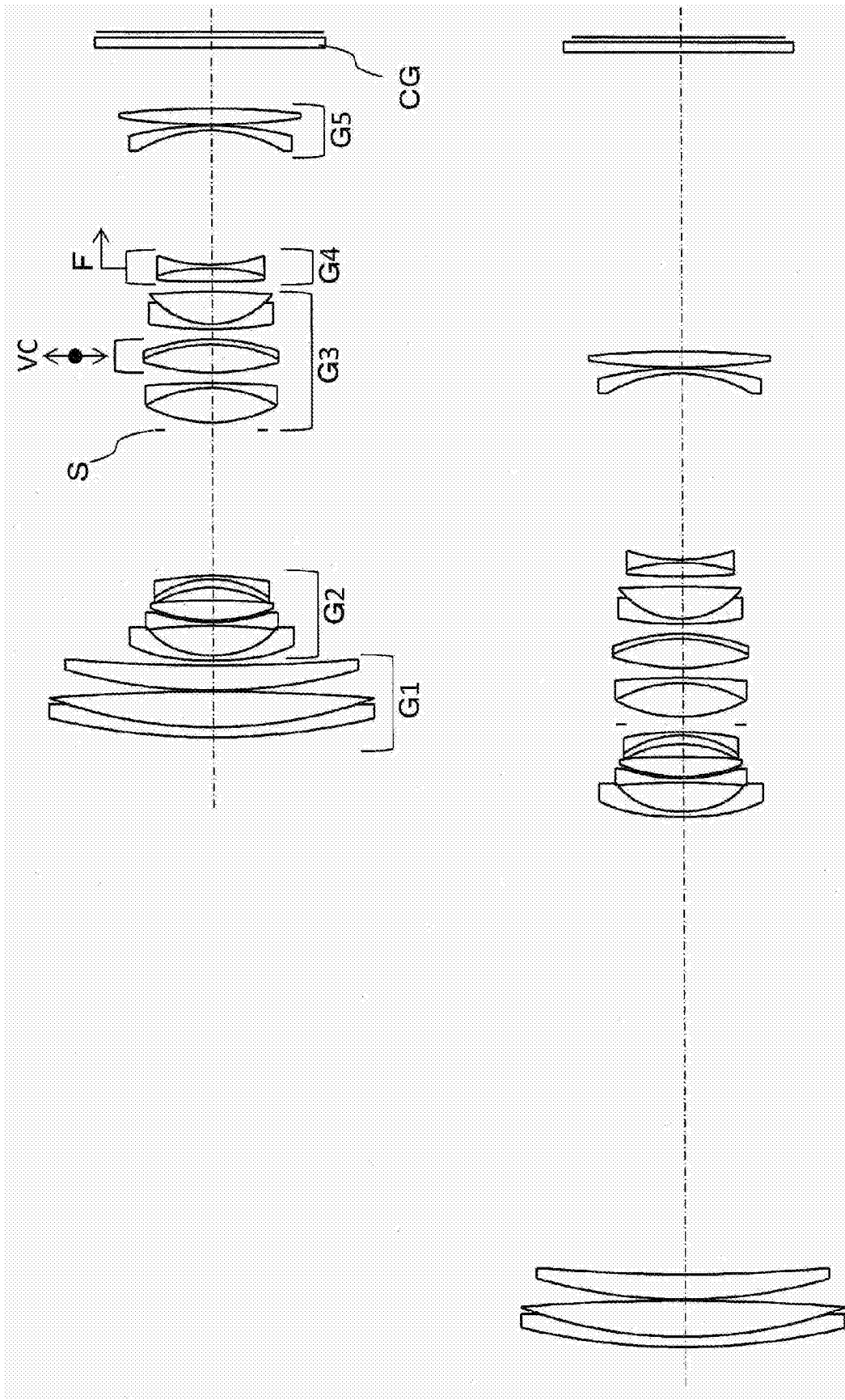


图21

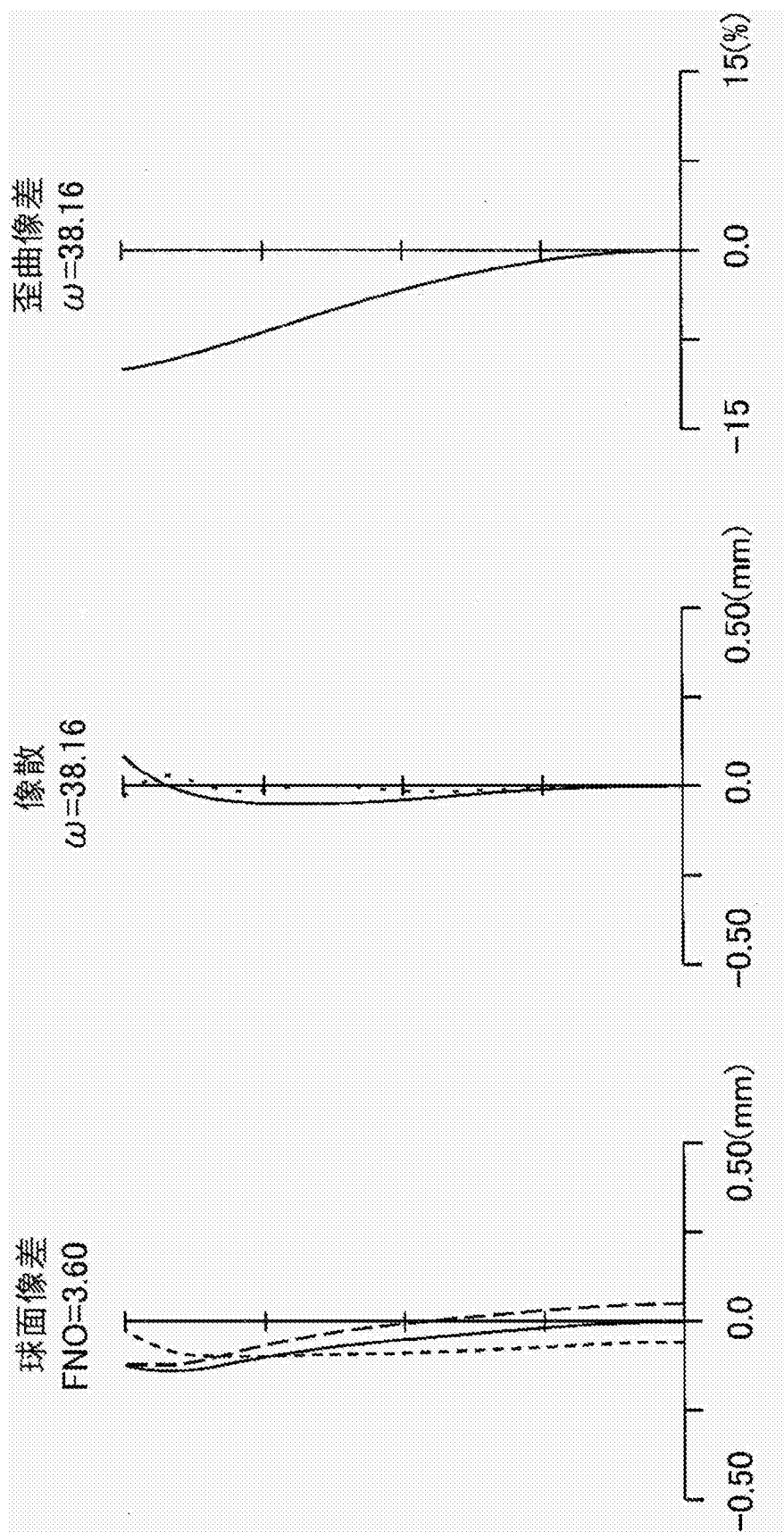


图22

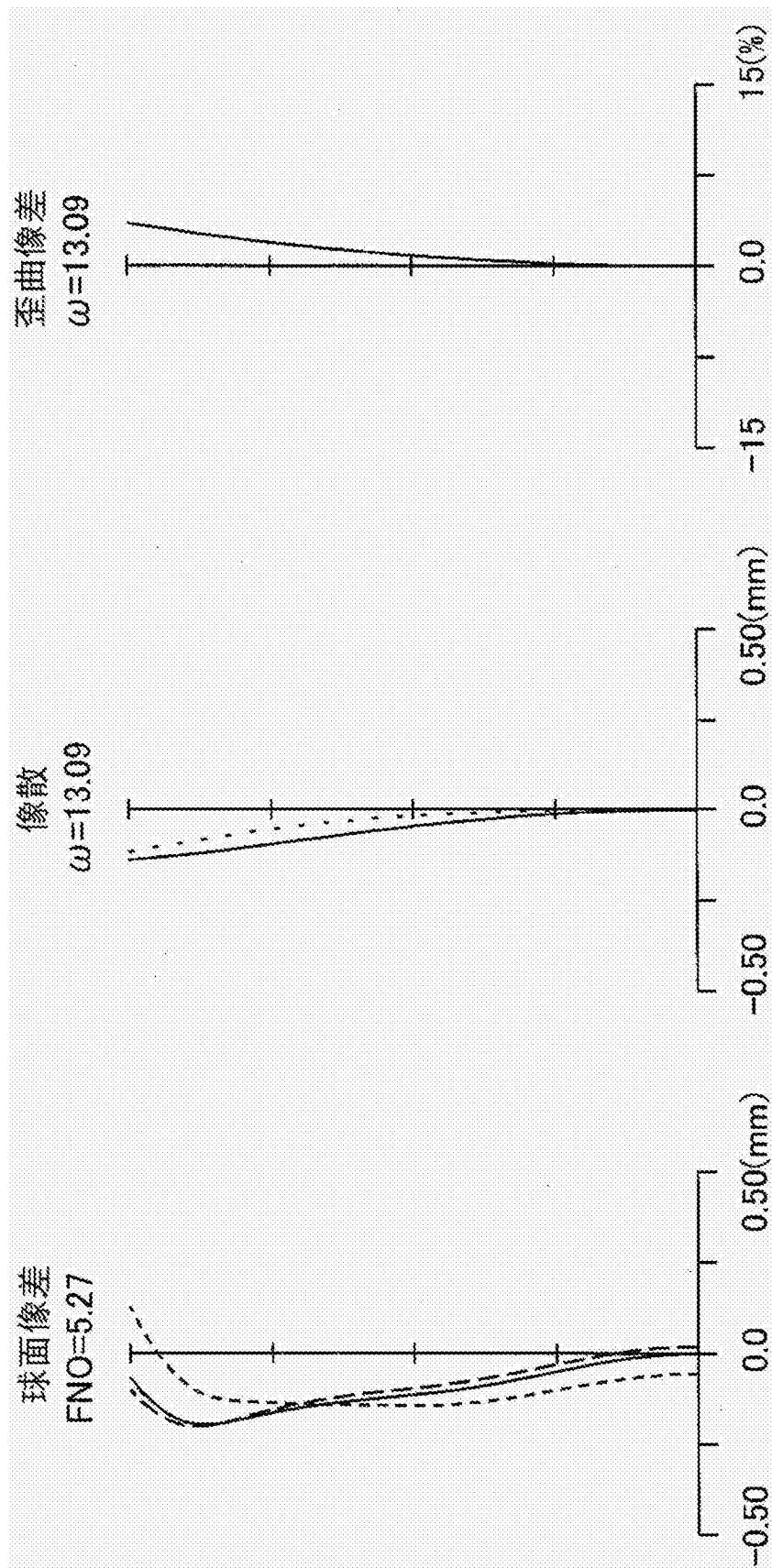


图23

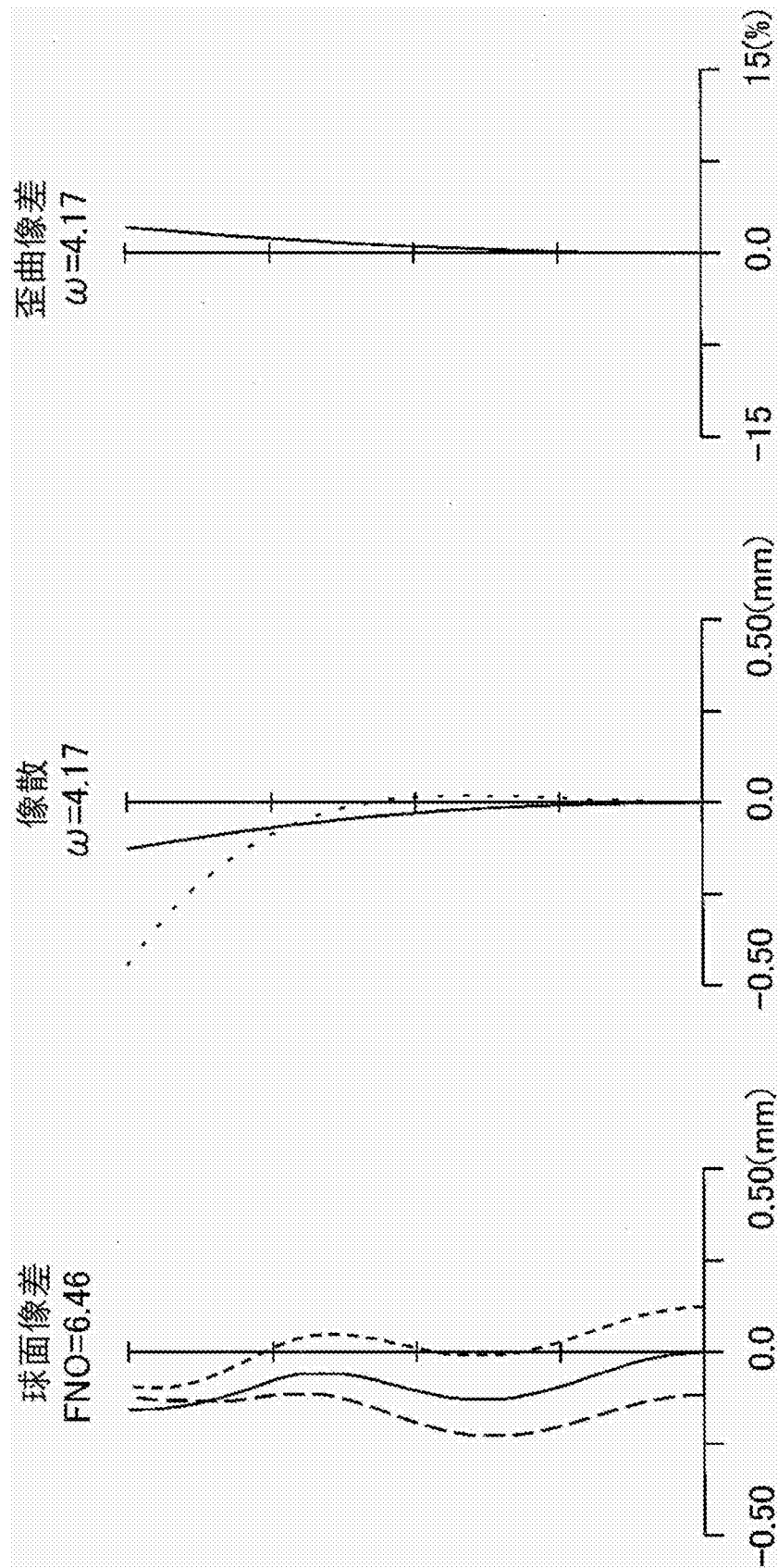


图24

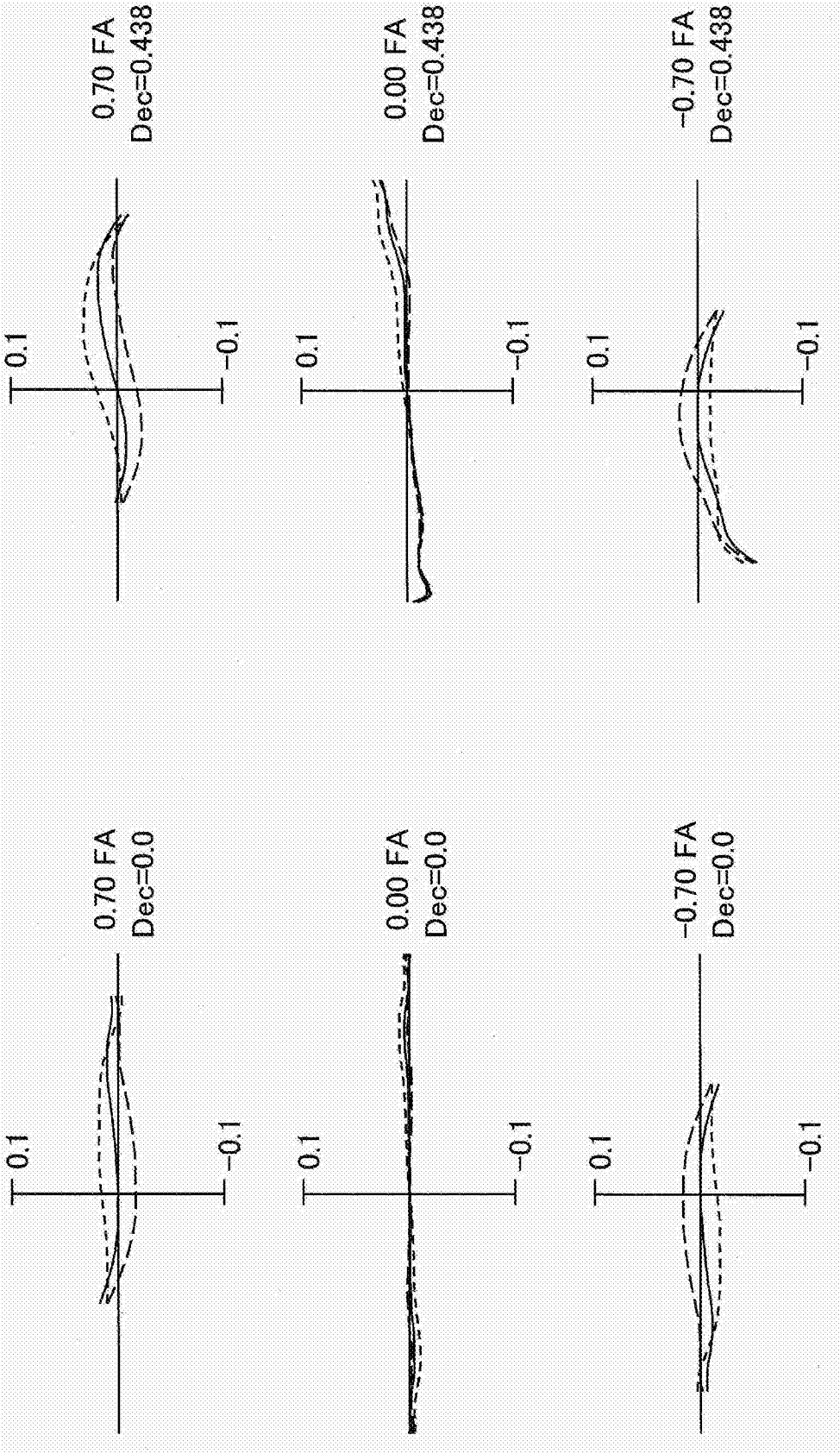


图25

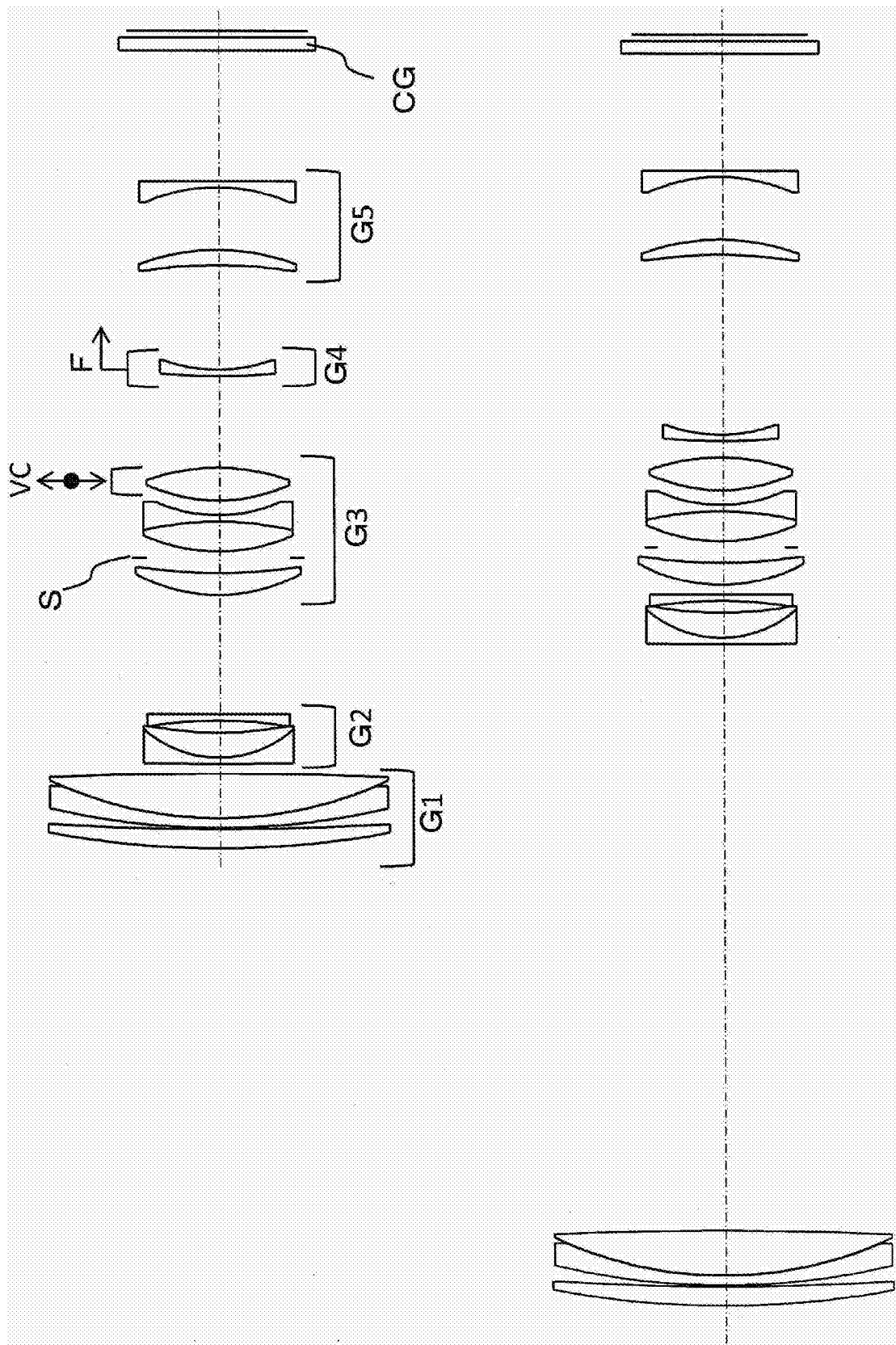


图26

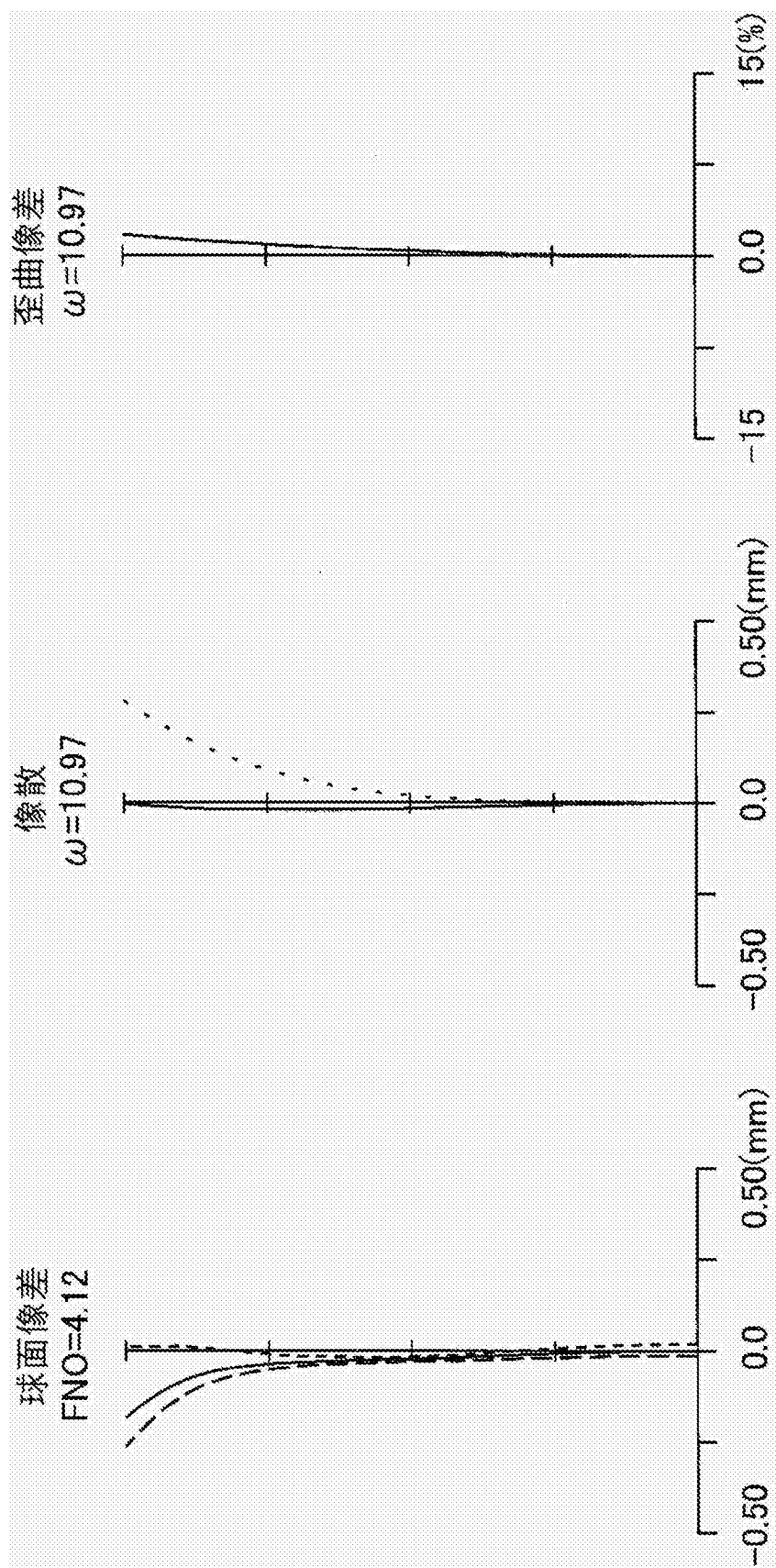


图27

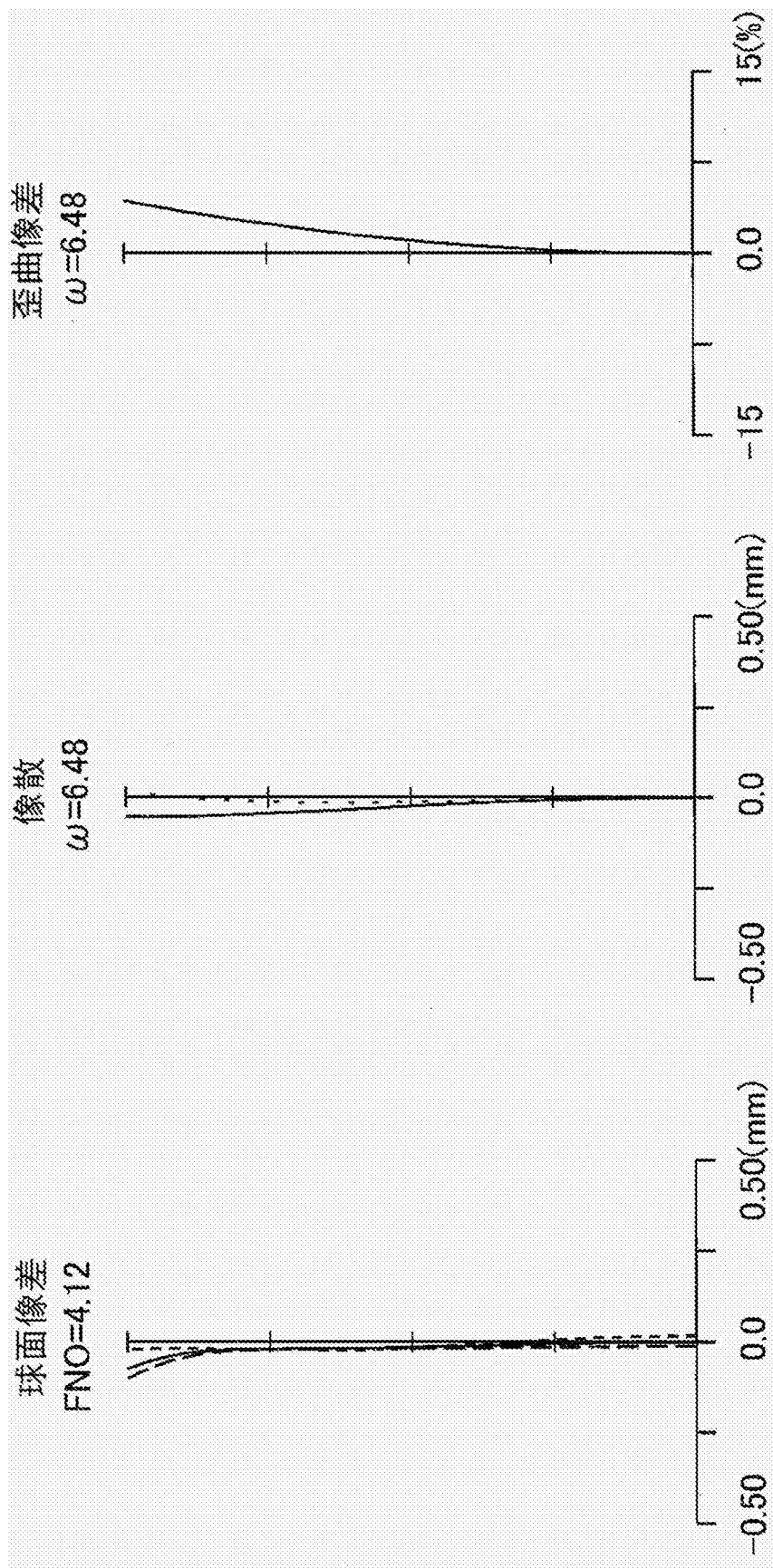


图28

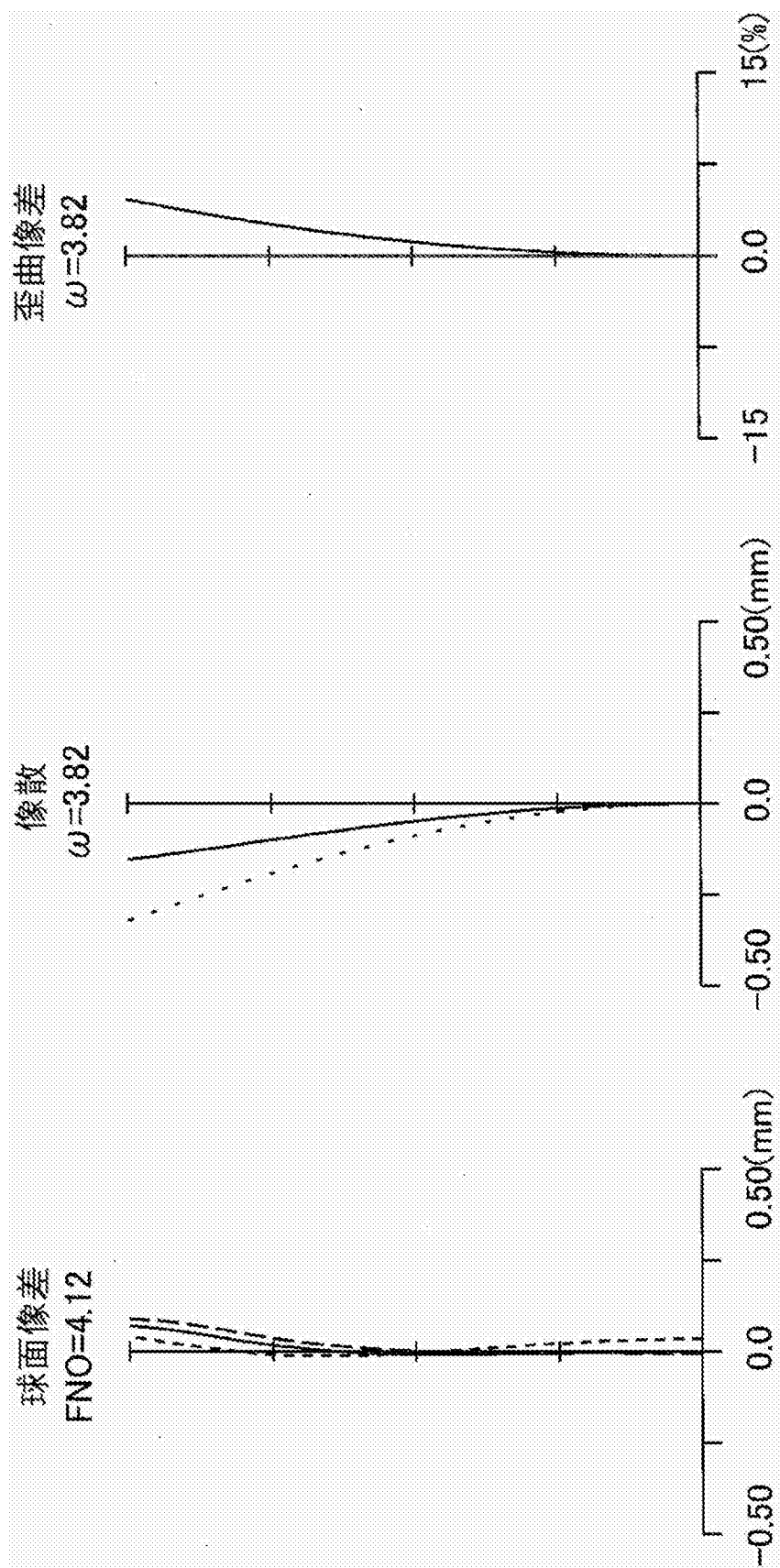


图29

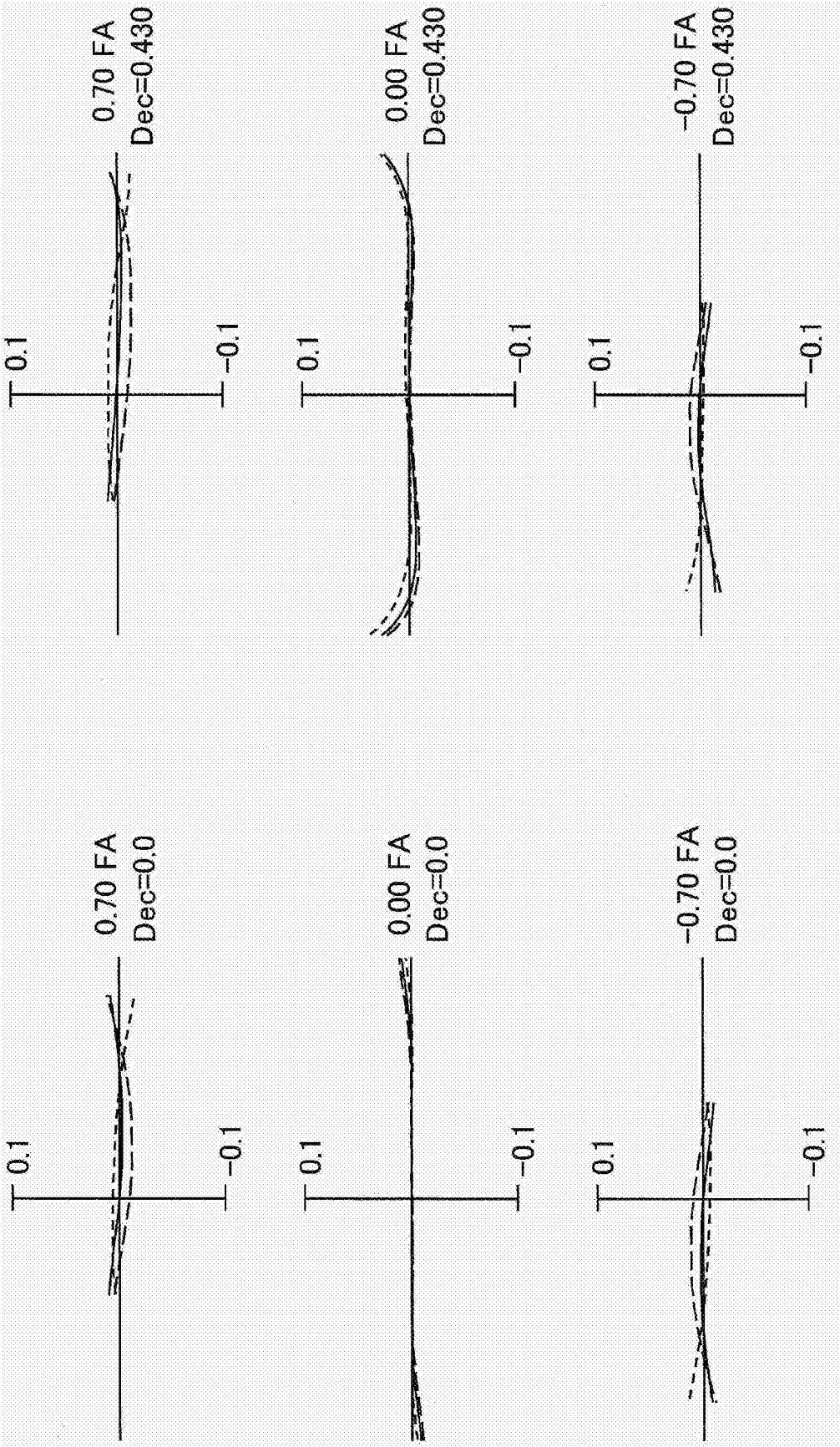


图30

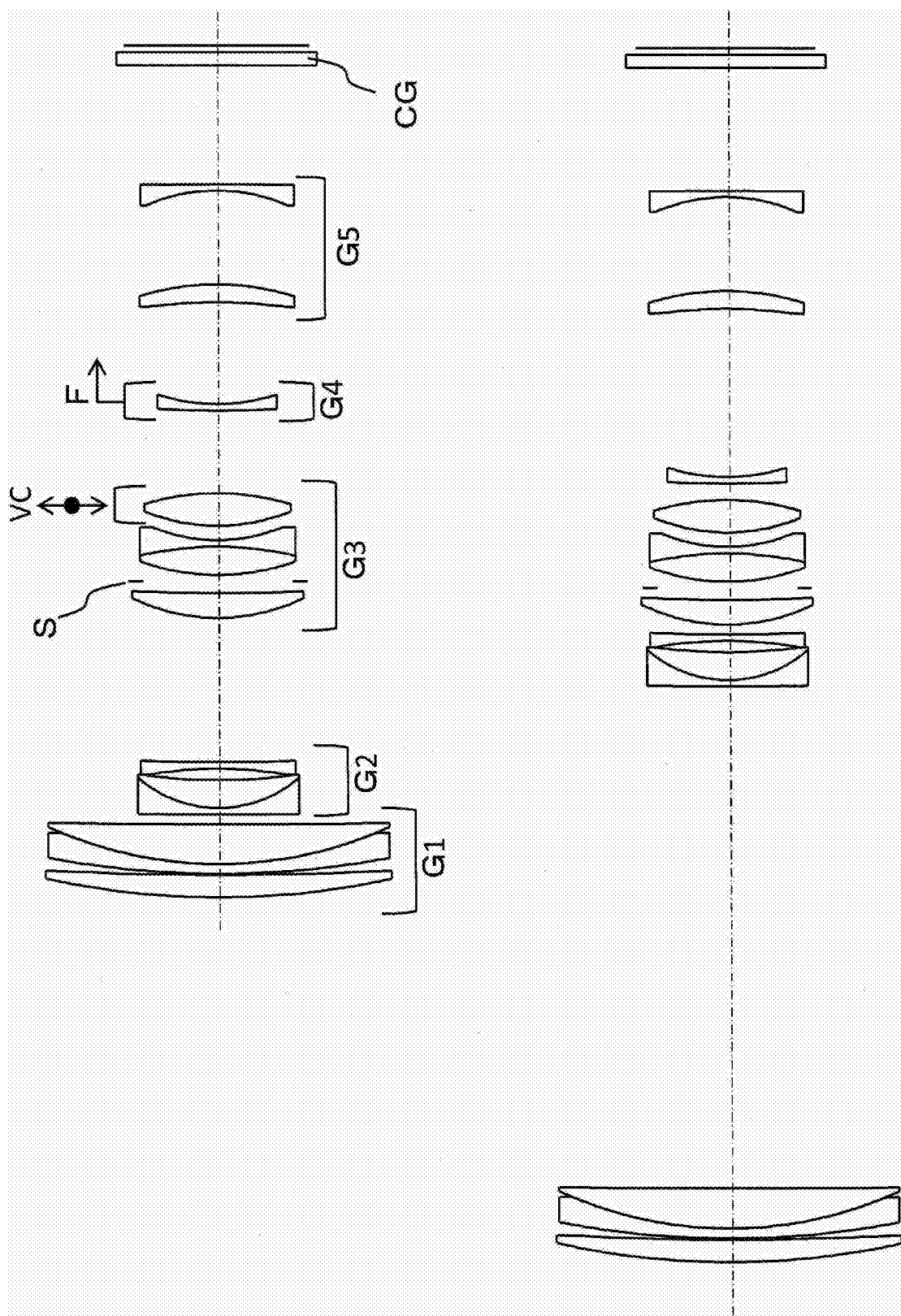


图31

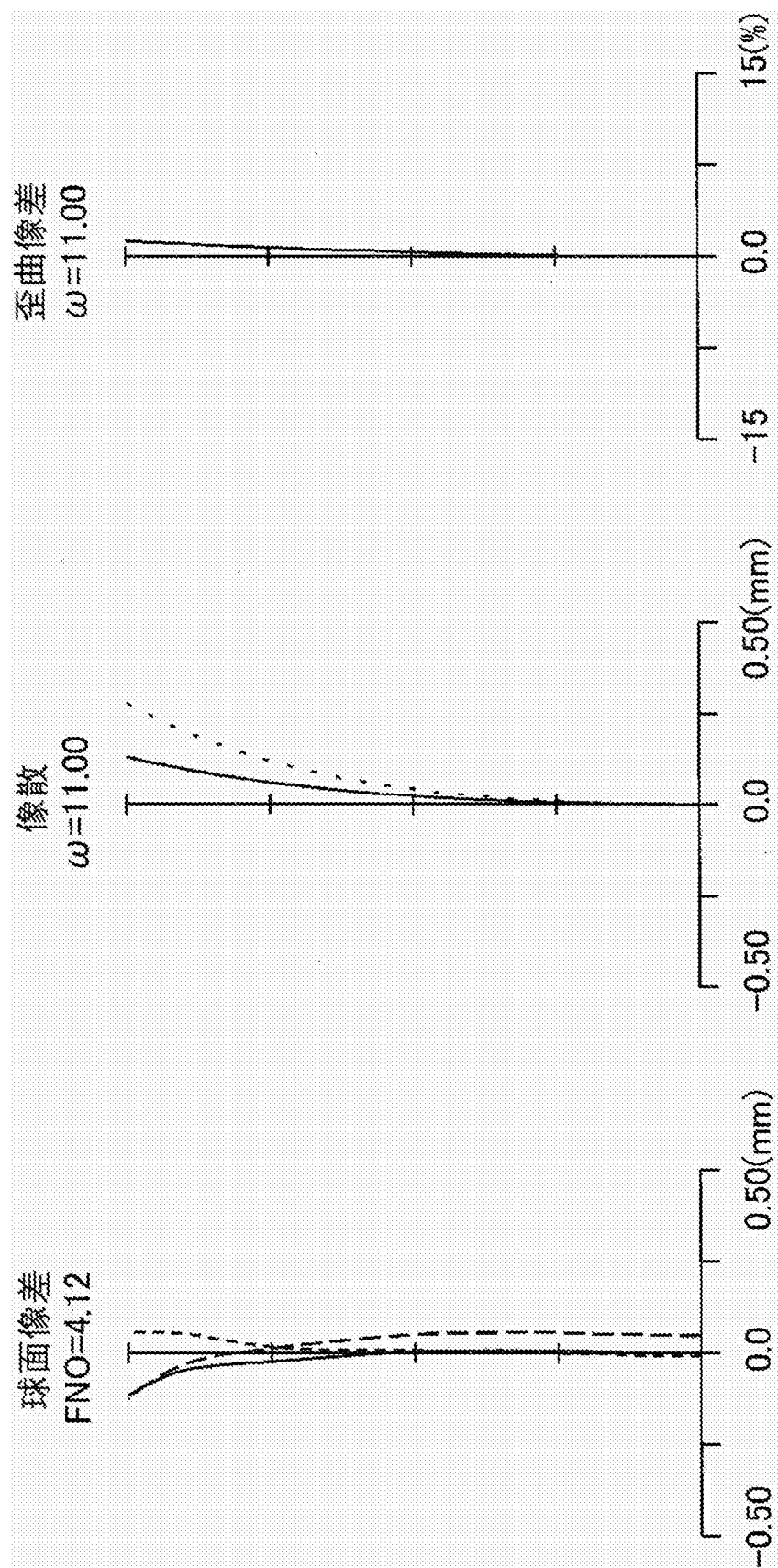


图32

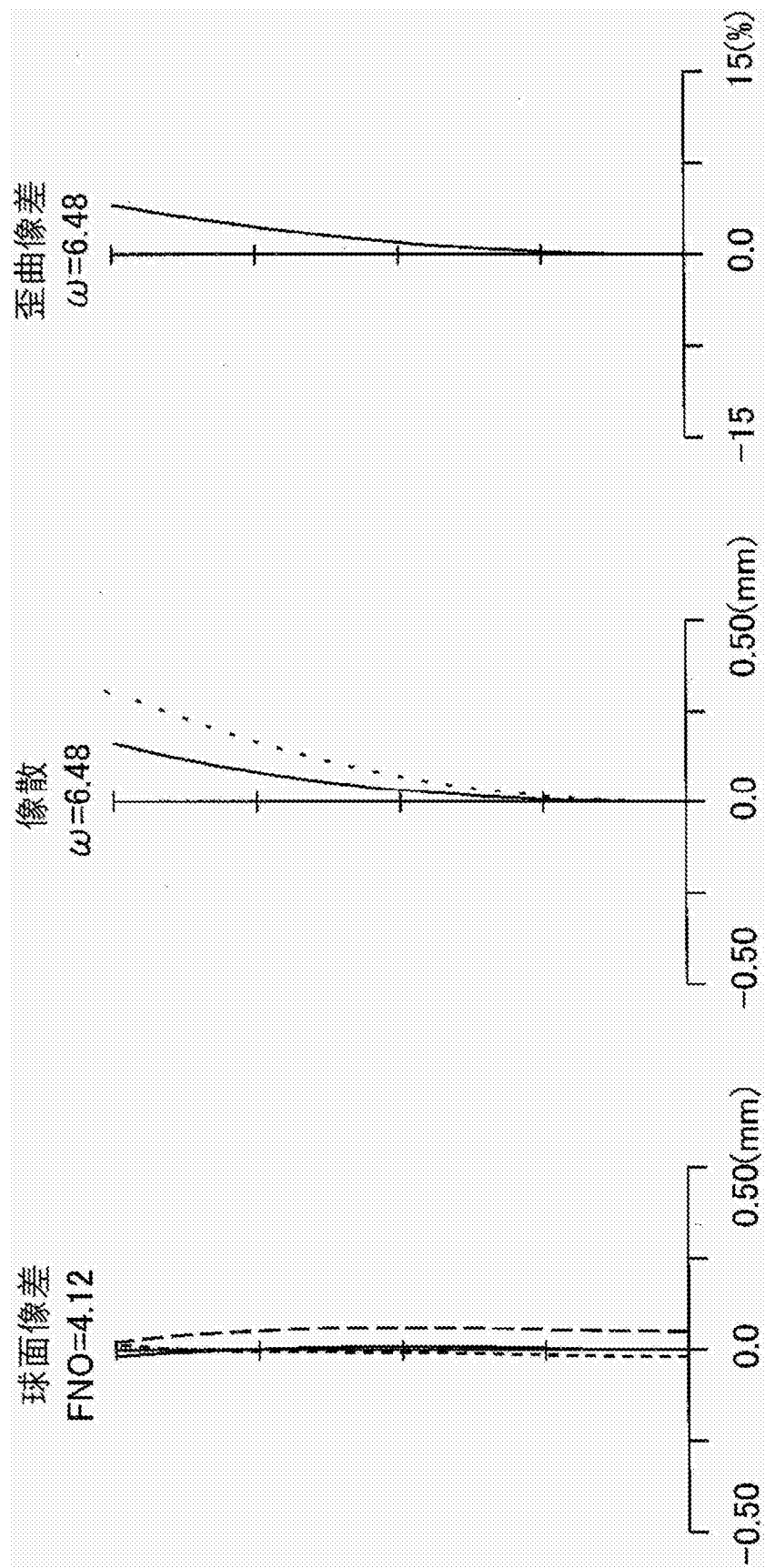


图33

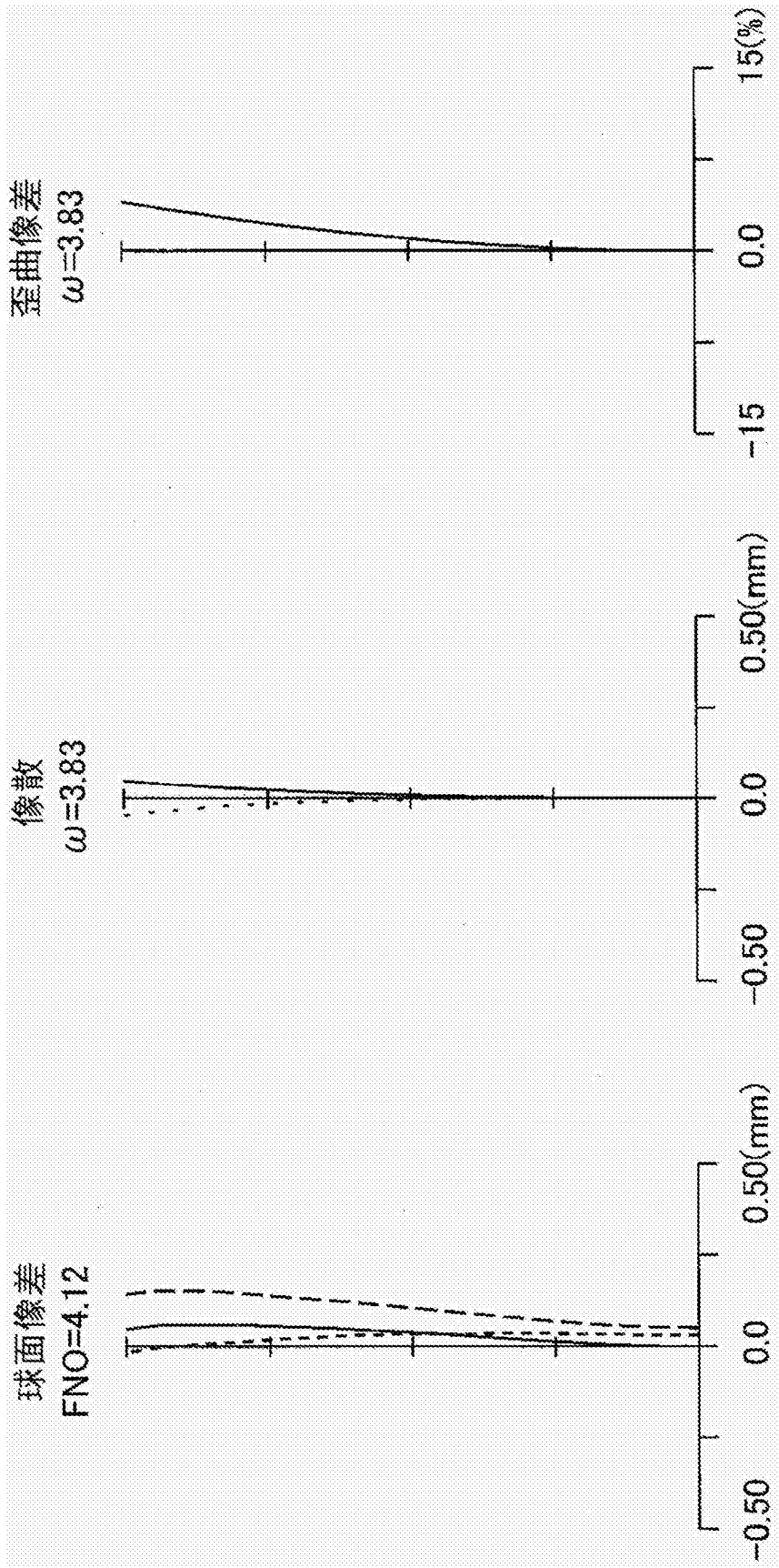


图34

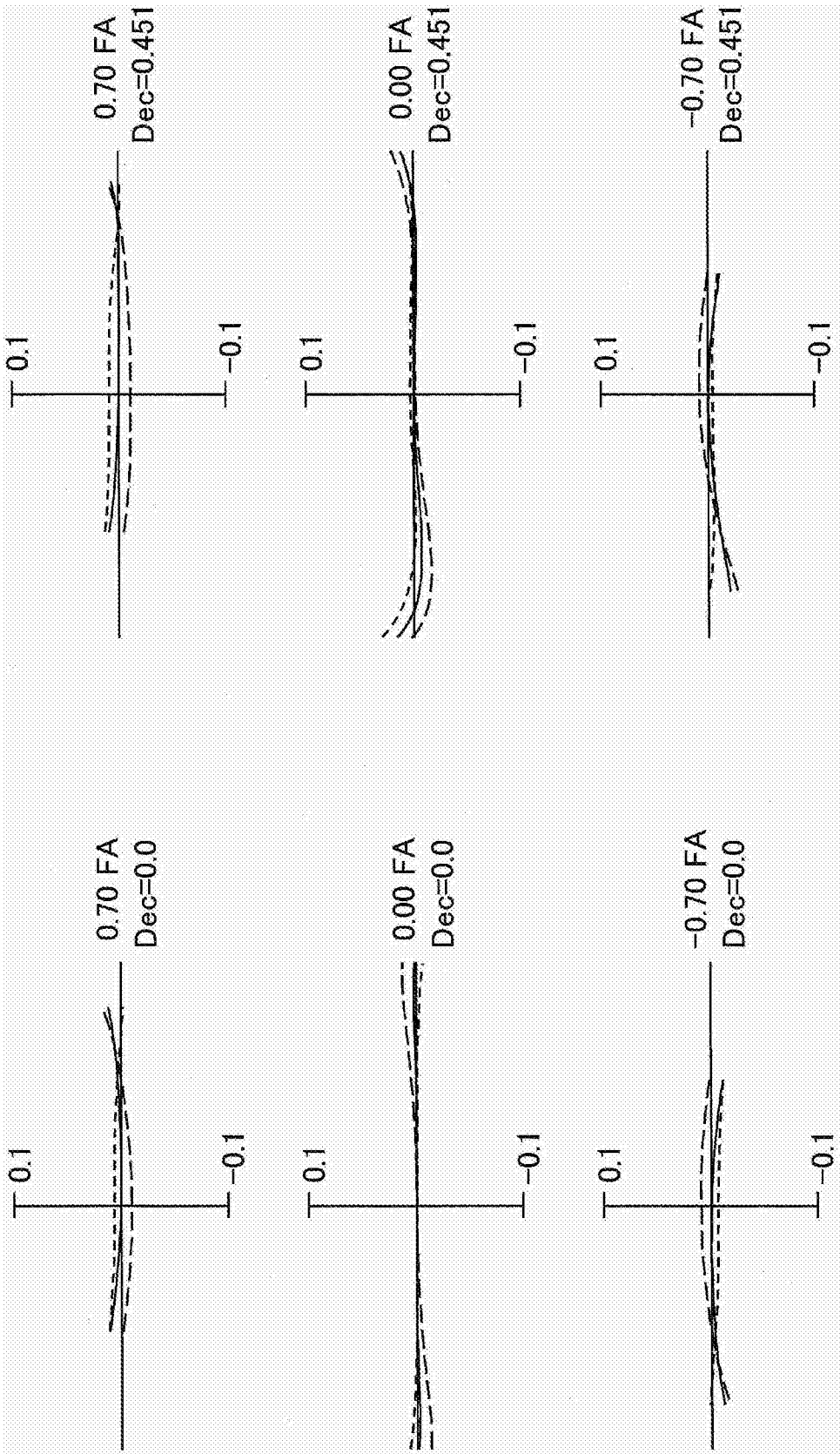


图35

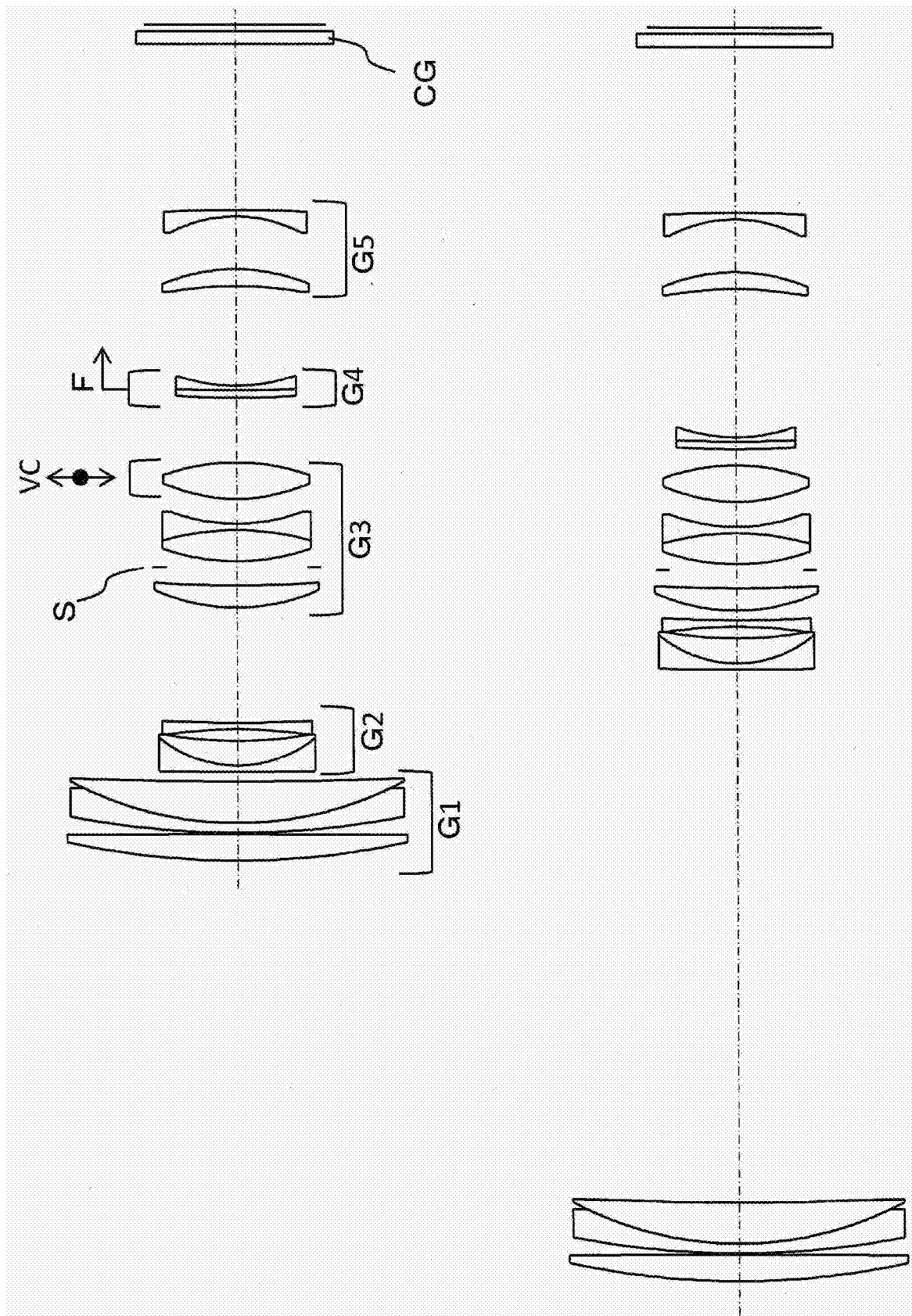


图36

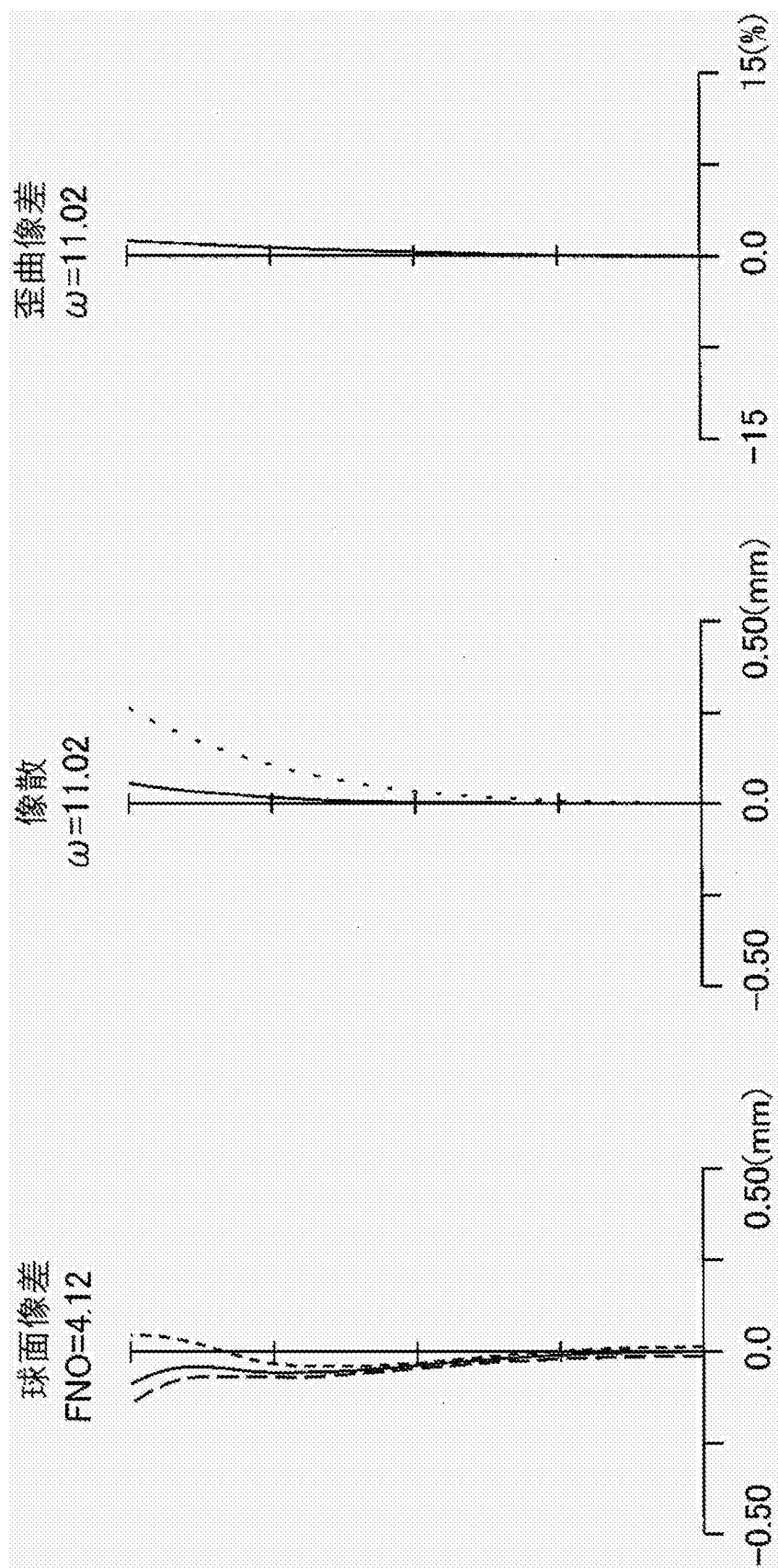


图37

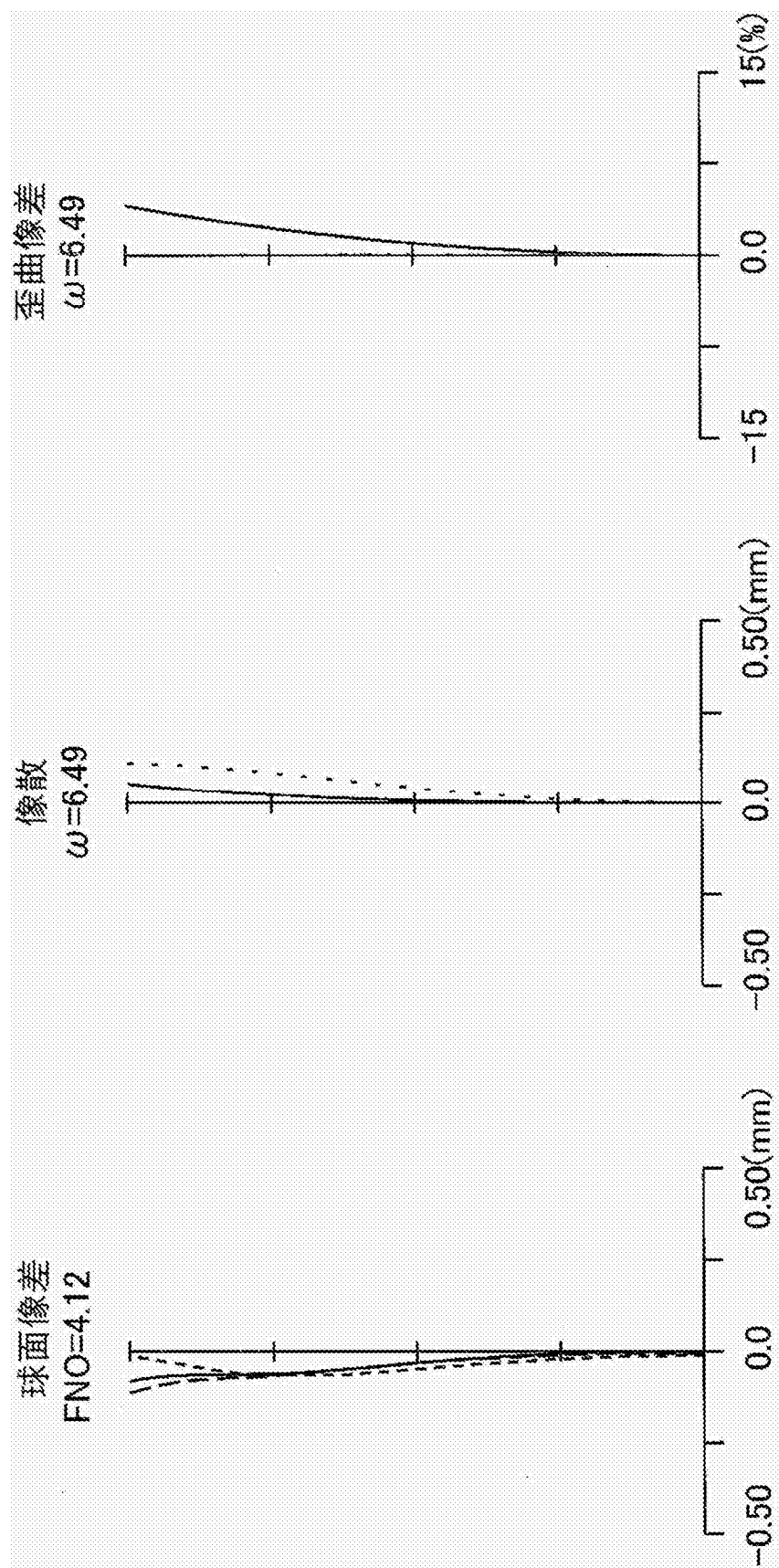


图38

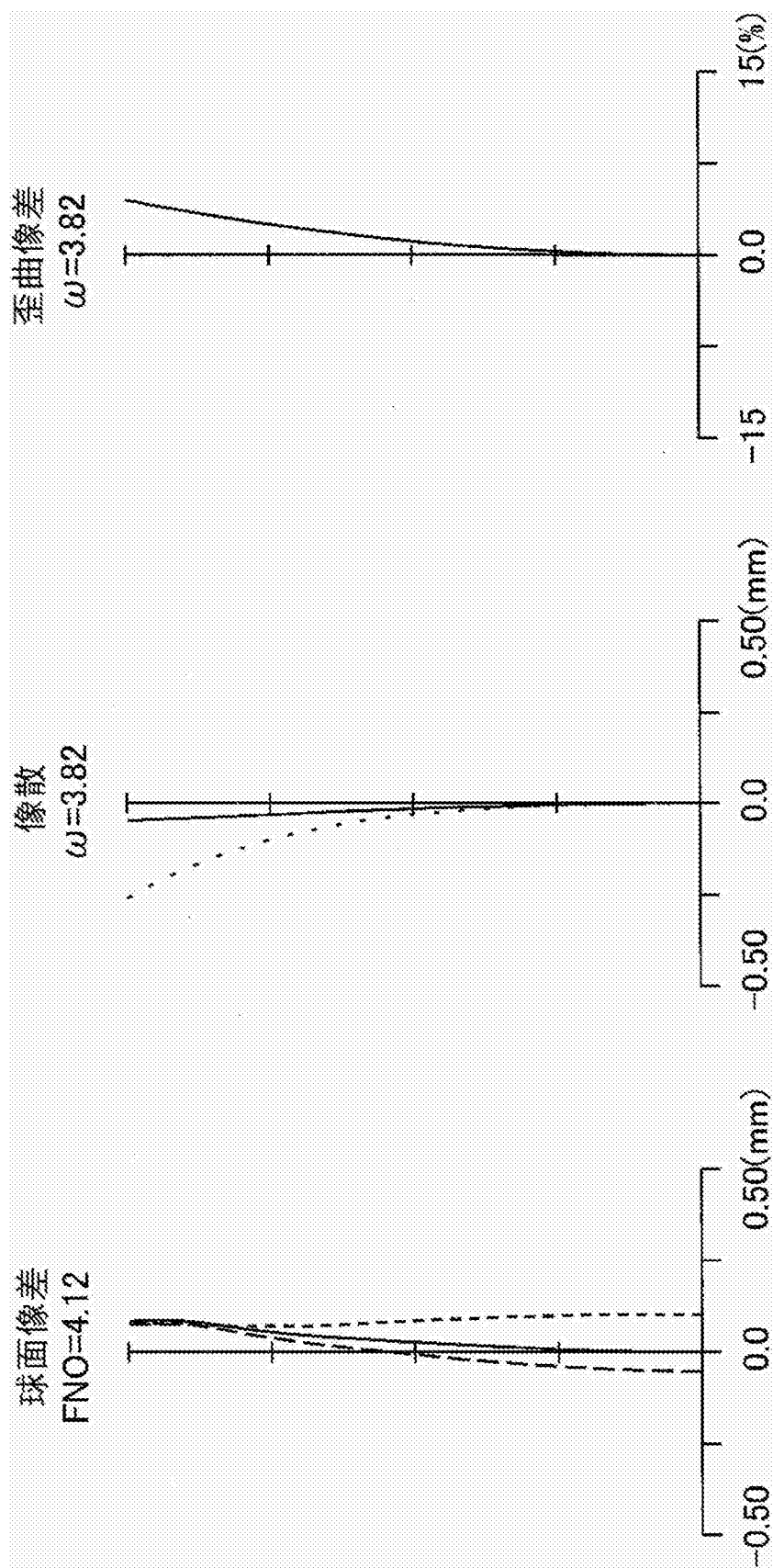


图39

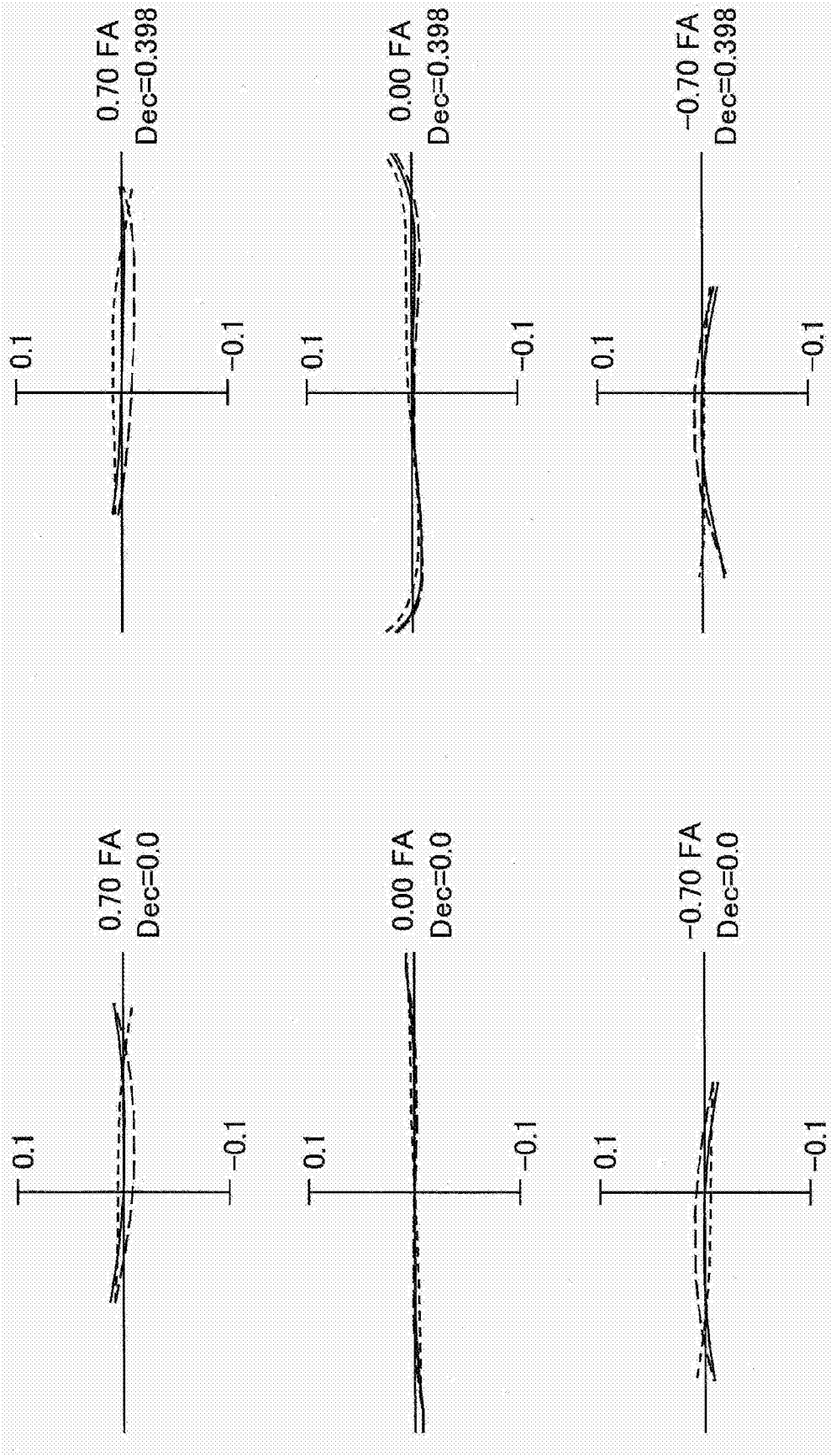


图40

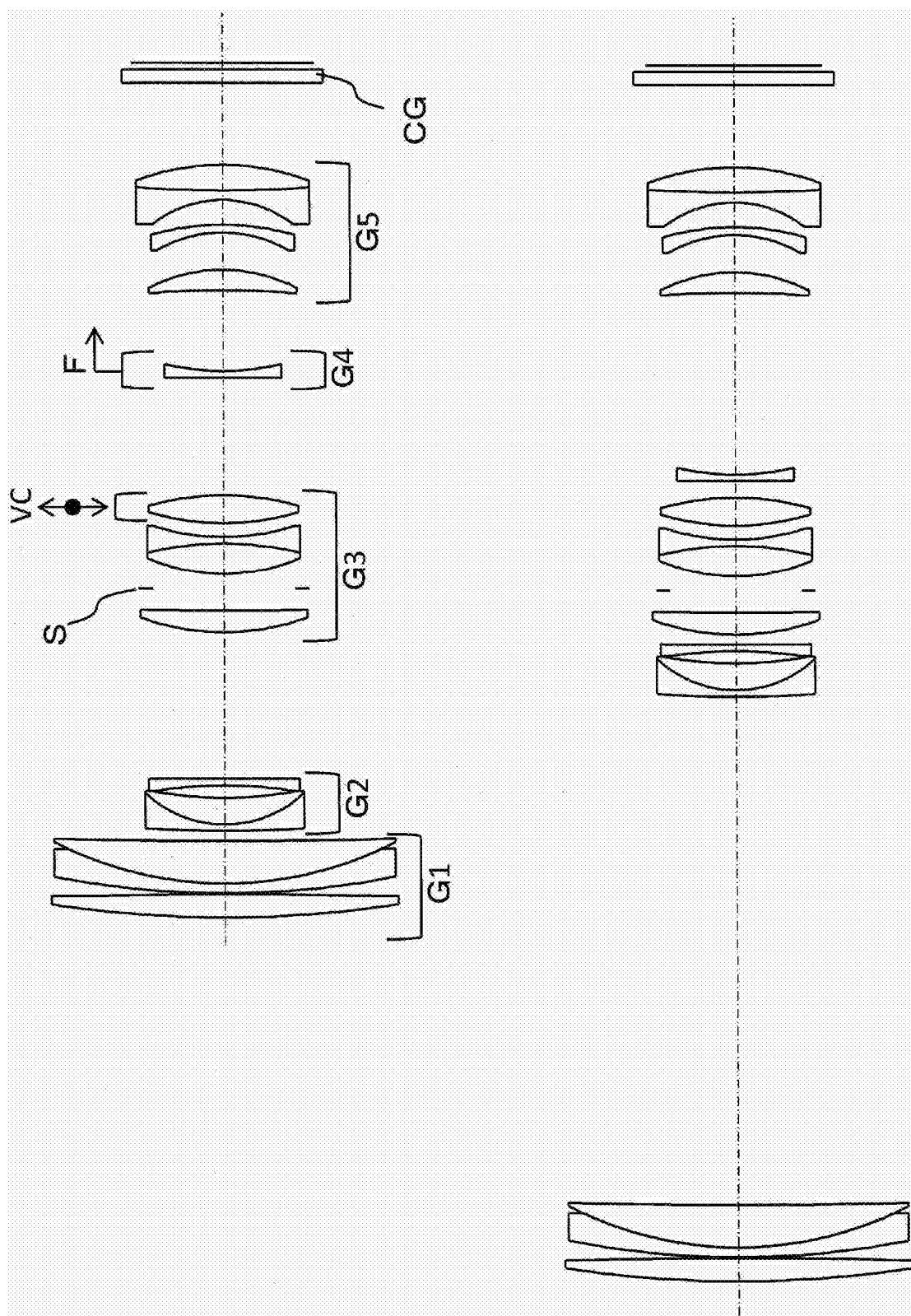


图41

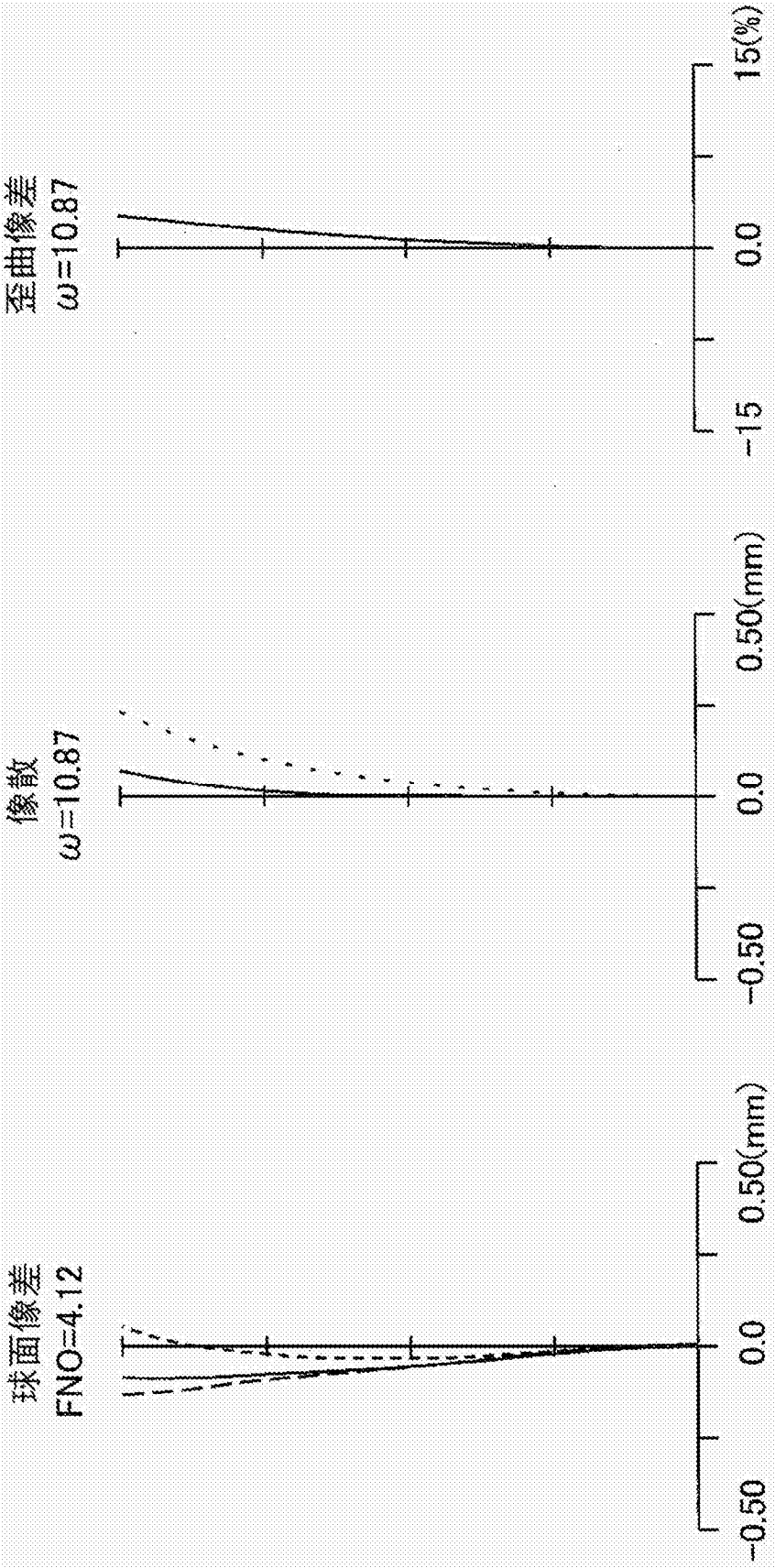


图42

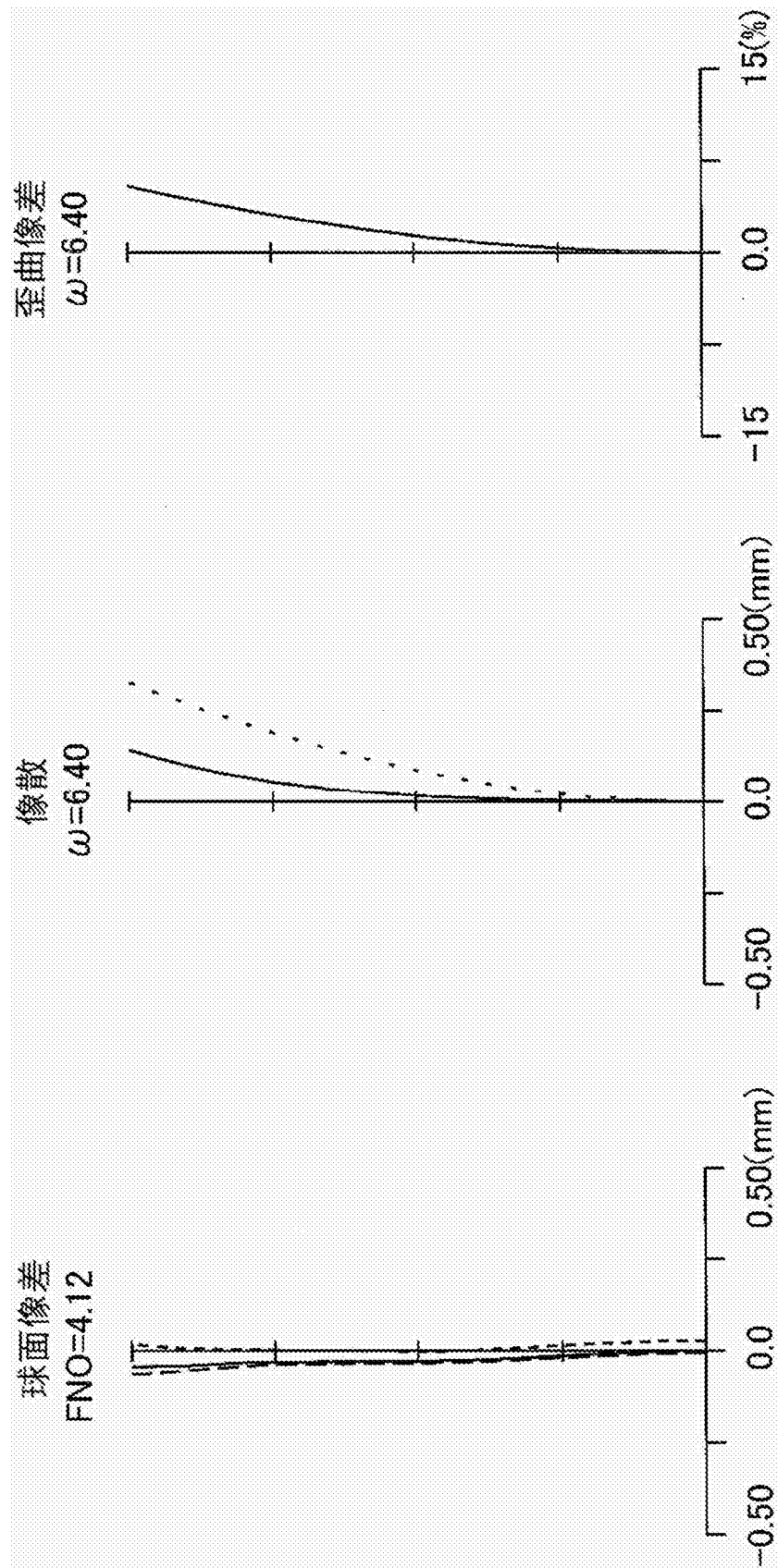


图43

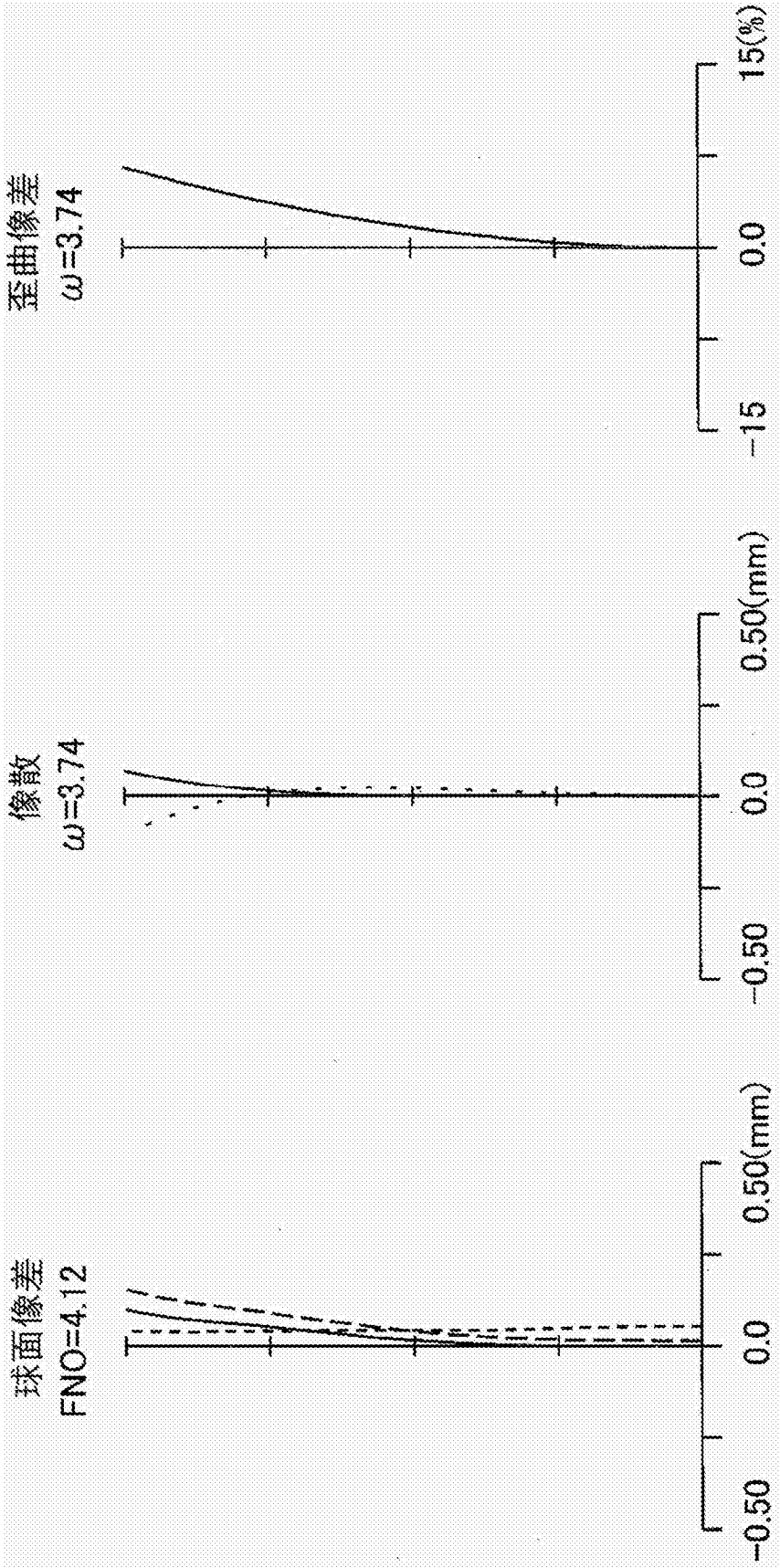


图44

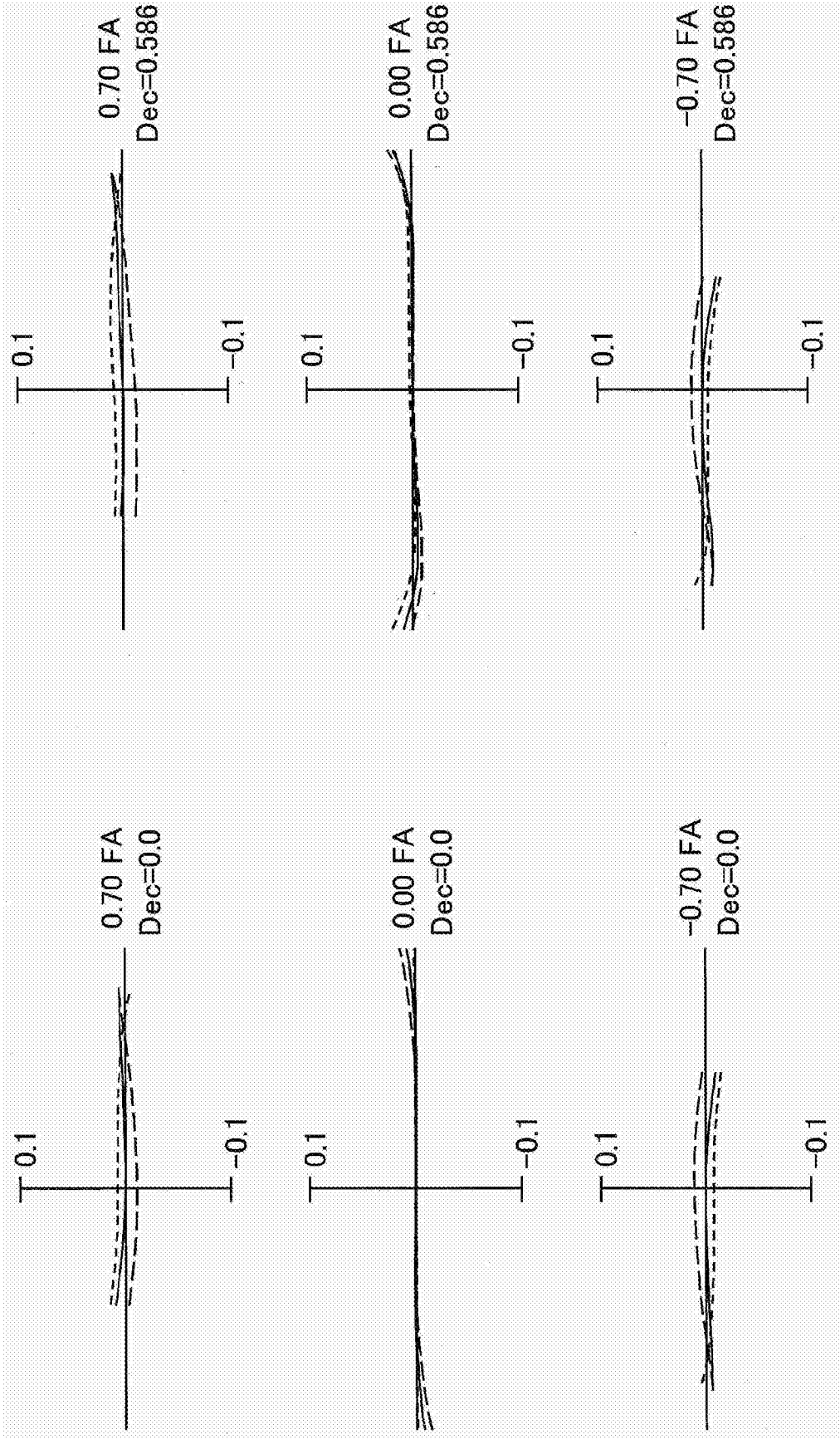


图45