



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103513408 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310237723. 9

(22) 申请日 2013. 06. 14

(30) 优先权数据

2012-134773 2012. 06. 14 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 细井正晴

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张晓明

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

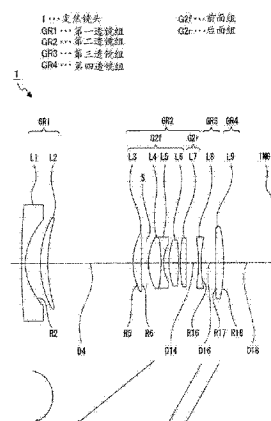
权利要求书2页 说明书35页 附图51页

(54) 发明名称

变焦镜头和成像装置

(57) 摘要

提供了一种变焦镜头和成像装置,变焦镜头包括:具有负折射力的第一透镜组;具有正折射力的第二透镜组;具有负折射力的第三透镜组;以及具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列。第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括正透镜、正透镜、负透镜以及正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列。后面组包括至少一个正透镜。



1. 一种变焦镜头,包括:

具有负折射力的第一透镜组;

具有正折射力的第二透镜组;

具有负折射力的第三透镜组;以及

具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列,

其中第二透镜组包括

具有正折射力的前面组,以及

具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列,

其中前面组包括

正透镜,

正透镜,

负透镜,以及

正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列,并且

其中后面组包括

至少一个正透镜。

2. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中以执行震动校正的方式,后面组在垂直于光轴的方向移动。

3. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

满足以下条件表达式(1):

$$(1) 1.2 < f_{2r}/f_w < 13.0$$

其中 f_{2r} 代表后面组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整个镜头系统的焦距。

4. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中后面组包括一个正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜。

5. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中满足以下条件表达式(2):

$$(2) -10.0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < -0.1$$

其中 R_{2f} 代表后面组中最物方面的曲率半径,并且 R_{2r} 代表后面组中最像方面的曲率半径。

6. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中满足以下条件表达式(3):

$$(3) 0.7 < f_{21}/f_{2f} < 1.4$$

其中 f_{21} 代表第二透镜组中最物方正透镜的焦距,并且 f_{2f} 代表前面组的焦距。

7. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动。

8. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动,并且

其中满足以下条件表达式(4):

$$(4) -2.0 < f_3/f_w < -1.0$$

其中 f_3 代表第三透镜组的焦距, 并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整体透镜系统的焦距。

9. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中第一透镜组包括正透镜和负透镜, 正透镜和负透镜从物方到像方顺序排列。

10. 如权利要求 1 所述的变焦镜头,

其中, 当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时, 第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动, 同时第四透镜组在光轴方向移动或固定。

11. 一种成像装置, 包括:

变焦镜头; 以及

图像传感器, 配置为将由变焦镜头形成的光学图像转换为电信号,

其中变焦镜头包括

具有负折射力的第一透镜组;

具有正折射力的第二透镜组;

具有负折射力的第三透镜组; 以及

具有正折射力的第四透镜组, 各透镜组从物方到像方顺序排列,

其中第二透镜组包括

具有正折射力的前面组, 以及

具有正折射力的后面组, 前面和后面组从物方到像方顺序排列,

其中前面组包括

正透镜,

正透镜,

负透镜, 以及

正透镜, 各透镜从物方到像方顺序排列, 并且

其中后面组包括

至少一个正透镜。

变焦镜头和成像装置

技术领域

[0001] 本技术涉及变焦镜头和成像装置的技术领域。更具体地,本技术涉及如下技术领域:适于作为具有可交换镜头的数字相机系统的成像镜头系统的变焦镜头,以及特别使用该变焦镜头的成像装置。

背景技术

[0002] 近年来,存在例如具有快速普及的可交换镜头的数字相机系统作为成像装置。在这些具有可交换镜头的数字相机系统中,在相机体内部不具有快速复位镜的所谓非反射相机正在特别普及。

[0003] 希望用于非反射相机的可交换镜头小型化,以及具有好的图像形成性能、震动校正机制、以及过去提供在可交换镜头中的对焦机制。

[0004] 适于小型化以便提供在成像装置中的这种变焦镜头的示例包括这种类型的变焦镜头,其中从物方到像方顺序排列具有负折射力的第一透镜组、具有正折射力的第二透镜组、具有负折射力的第三透镜组以及具有正折射力的第四透镜组(参见例如日本专利公开 No. 2006-208889、日本专利公开 No. 2001-343584 以及日本专利公开 No. 2012-27262)。

[0005] 在日本专利公开 No. 2006-208889 中公开的变焦镜头中,第二透镜组包括从物方到像方顺序排列的正透镜、负透镜、负透镜和正透镜。

[0006] 在日本专利公开 No. 2001-343584 中公开的变焦镜头中,第二透镜组包括从物方到像方顺序排列的正透镜、正透镜、负透镜、正透镜和正透镜,或者包括从物方到像方顺序排列的正透镜、正透镜、负透镜和正透镜。

[0007] 在日本专利公开 No. 2012-27262 中公开的变焦镜头中,第二透镜组包括从物方到像方顺序排列的正透镜、负透镜和正透镜,或者包括从物方到像方顺序排列的正透镜、正透镜、负透镜、负透镜和正透镜。

发明内容

[0008] 近年来,高度希望镜筒的小型化。为了实现镜筒的小型化,希望减少变焦镜头变焦时第二透镜组的移动量,并且希望增加第二透镜组的折射力。

[0009] 然而,在日本专利公开 No. 2006-208889、日本专利公开 No. 2001-343584 以及日本专利公开 No. 2012-27262 中公开的变焦镜头中,第二透镜组中正透镜的数目小,并且因此如果为了小型化增加第二透镜组的折射力,则各个透镜的折射力从而增加,这可能使得难以成功地校正球面像差和彗形像差。结果,可能难以确保包括图像形成性能的良好光学性能。

[0010] 因此,鉴于上述情况,希望在根据本技术实施例的变焦镜头和成像装置中,实现小型化并且确保包括图像形成性能的良好光学性能。

[0011] 优选地提供一种变焦镜头,包括:具有负折射力的第一透镜组;具有正折射力的第二透镜组;具有负折射力的第三透镜组;以及具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从

物方到像方顺序排列。第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括正透镜、正透镜、负透镜、以及正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列。后面组包括至少一个正透镜。

[0012] 因此,在变焦镜头中,第二透镜组具有四个正透镜。因此,即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时,也可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦。

[0013] 优选的是以执行震动校正的方式,后面组在垂直于光轴的方向移动。

[0014] 因为后面组在垂直于光轴的方向移动用于震动校正,所以后面组可以具有更小的透镜直径和更轻的重量。结果,可以使得提供用于震动校正的致动器小。

[0015] 优选的是满足以下条件表达式(1): $1.2 < f_{2r}/f_w < 13.0$,其中 f_{2r} 代表后面组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整个镜头系统的焦距。

[0016] 如果满足条件表达式(1),则优化第二透镜组中后面组的折射力。

[0017] 优选的是后面组包括一个正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜。

[0018] 如果后面组包括一个正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜,则减小后面组的重量,使得更小的致动器可以用于实现震动校正。

[0019] 优选的是满足以下条件表达式(2): $-10.0 < (R_{2f}+R_{2r})/(R_{2f}-R_{2r}) < -0.1$,其中 R_{2f} 代表后面组中最物方面的曲率半径,并且 R_{2r} 代表后面组中最像方面的曲率半径。

[0020] 如果满足条件表达式(2),则成功地校正球面像差。

[0021] 优选的是满足以下条件表达式(3): $0.7 < f_{21}/f_{2f} < 1.4$,其中 f_{21} 代表第二透镜组中最物方正透镜的焦距,并且 f_{2f} 代表前面组的焦距。

[0022] 如果满足条件表达式(3),那么优化第二透镜组中最物方的折射力。

[0023] 优选的是以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动。

[0024] 如果第三透镜组在光轴方向移动使得执行对焦,则缩短对焦行程。

[0025] 优选的是其中以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动,并且满足以下条件表达式(4): $-2.0 < f_3/f_w < -1.0$,其中 f_3 代表第三透镜组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整体透镜系统的焦距。

[0026] 如果第三透镜组在光轴方向移动使得执行对焦,使得满足条件表达式(4),则优化第三透镜组的折射力,使得实现对焦时增强的性能和缩短的对焦行程。

[0027] 优选的是第一透镜组包括正透镜和负透镜,正透镜和负透镜从物方到像方顺序排列。

[0028] 如果第一透镜组包括正透镜和负透镜,正透镜和负透镜从物方到像方顺序排列,则确保光轴方向第一透镜组的厚度的减小,并且成功地校正各种像差。

[0029] 优选的是当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动,同时第四透镜组在光轴方向移动或固定。

[0030] 如果当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动,同时第四透镜组在光轴方向移动或固定,则减小变焦时每组的移动量。

[0031] 根据本公开的实施例,提供一种成像装置,包括:变焦镜头;以及图像传感器,配置为将由变焦镜头形成的光学图像转换为电信号。变焦镜头包括具有负折射力的第一透镜

组;具有正折射力的第二透镜组;具有负折射力的第三透镜组;以及具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列。第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括正透镜、正透镜、负透镜、以及正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列。后面组包括至少一个正透镜。

[0032] 因此,在成像装置中,变焦镜头中的第二透镜组具有四个正透镜。因此,即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时,也可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦。

[0033] 根据本公开的第一实施例,提供一种变焦镜头,包括:具有负折射力的第一透镜组;具有正折射力的第二透镜组;具有负折射力的第三透镜组;以及具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列。第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括正透镜、正透镜、负透镜、以及正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列。后面组包括至少一个正透镜。

[0034] 因此,因为第二透镜组具有四个正透镜,所以即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时,也可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦。结果,变得可能实现小型化并且确保包括图像形成性能的良好光学性能。

[0035] 根据本公开的第二实施例,可以以执行震动校正的方式,后面组在垂直于光轴的方向移动。

[0036] 因此,因为第二透镜组中的后面组可以具有更小的透镜直径和更轻的重量,所以可以使得提供用于震动校正的致动器小,这使得可能避免镜头的尺寸增大并且从而实现小型化。

[0037] 根据本公开的第三实施例,可以满足以下条件表达式(1): $(1) 1.2 < f_{2r}/f_w < 13.0$,其中 f_{2r} 代表后面组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整个镜头系统的焦距。

[0038] 因此,优化第二透镜组中后面组的折射力,使得可以实现增强的光学性能和小型化。

[0039] 根据本公开的第四实施例,后面组可以包括一个正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜。

[0040] 因此,减小后面组的重量,更小的致动器可以用于实现震动校正,使得可以实现桶的更小型化。

[0041] 根据本公开的第五实施例,可以满足以下条件表达式(2): $(2) -10.0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < -0.1$,其中 R_{2f} 代表后面组中最物方面的曲率半径,并且 R_{2r} 代表后面组中最像方面的曲率半径。

[0042] 因此,成功地校正球面像差,并且可以实现增强的光学性能。

[0043] 根据本公开的第六实施例,可以满足以下条件表达式(3): $(3) 0.7 < f_{21}/f_{2f} < 1.4$,其中 f_{21} 代表第二透镜组中最物方正透镜的焦距,并且 f_{2f} 代表前面组的焦距。

[0044] 因此,优化第二透镜组中最物方的折射力,确保第二透镜组中像差校正效果的好平衡,并且可以实现增强的光学性能。

[0045] 根据本公开的第七实施例,可以以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动。

[0046] 因此,因为具有负折射力的第三透镜组具有高对焦敏感度,所以缩短对焦行程,并

且从而可以实现更小桶尺寸。

[0047] 根据本公开的第八实施例,可以以执行对焦的方式,第三透镜组在光轴方向移动。可以满足以下条件表达式(4): $(4)-2.0 < f_3/f_w < -1.0$,其中 f_3 代表第三透镜组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整体透镜系统的焦距。

[0048] 因此,优化第三透镜组的折射力,并且实现对焦时增强的性能和缩短的对焦行程,使得可以实现增强的光学性能和小型化。

[0049] 根据本公开的第九实施例,第一透镜组可以包括正透镜和负透镜,正透镜和负透镜从物方到像方顺序排列。

[0050] 因此,可以确保光轴方向第一透镜组的厚度的减小,并且此外成功地校正各种像差包括畸变像差、彗形像差、放大率的色差、以及特别是轴向色差,使得可以实现增强的光学性能。。

[0051] 根据本公开的实施例,当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动,同时第四透镜组在光轴方向移动或固定。

[0052] 因此,变焦时每组的移动量变得更小,使得可以减小桶尺寸。

[0053] 根据本公开的第十实施例,提供一种成像装置,包括:变焦镜头;以及图像传感器,配置为将由变焦镜头形成的光学图像转换为电信号。变焦镜头包括具有负折射力的第一透镜组;具有正折射力的第二透镜组;具有负折射力的第三透镜组;以及具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列。第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括正透镜、正透镜、负透镜、以及正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列。后面组包括至少一个正透镜。

[0054] 因此,在成像装置中,变焦镜头中的第二透镜组具有四个正透镜。因此,即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时,也可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦。结果,变得可能实现小型化,并且确保包括图像形成性能的良好光学性能。

附图说明

[0055] 图1与图2到51一样是图示根据本技术实施例的变焦镜头和成像装置的视图,并且是更具体地图示第一实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图;

[0056] 图2与图3到13一样是图示其中详细数值应用于第一实施例的数值实施例的像差视图,并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0057] 图3是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0058] 图4是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0059] 图5是图示当在广角端状态下不执行震动校正时的横向像差的视图;

[0060] 图6是图示当在广角端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图;

[0061] 图7是图示当在广角端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图;

[0062] 图8是图示当在中间焦距状态下不执行震动校正时的横向像差的视图;

[0063] 图9是图示当在中间焦距状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图;

[0064] 图10是图示当在中间焦距状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图;

- [0065] 图 11 是图示当在远摄端状态下不执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0066] 图 12 是图示当在远摄端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0067] 图 13 是图示当在远摄端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0068] 图 14 是图示第二实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图；
- [0069] 图 15 与图 16 和 26 一样是图示其中详细数值应用于第二实施例的数值实施例的像差视图，并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0070] 图 16 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0071] 图 17 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0072] 图 18 是图示当在广角端状态下不执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0073] 图 19 是图示当在广角端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0074] 图 20 是图示当在广角端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0075] 图 21 是图示当在中间焦距状态下不执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0076] 图 22 是图示当在中间焦距状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0077] 图 23 是图示当在中间焦距状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0078] 图 24 是图示当在远摄端状态下不执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0079] 图 25 是图示当在远摄端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0080] 图 26 是图示当在远摄端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差的视图；
- [0081] 图 27 是图示第三实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图；
- [0082] 图 28 与图 29 和 30 一样是图示其中详细数值应用于第三实施例的数值实施例的像差视图，并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0083] 图 29 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0084] 图 30 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0085] 图 31 是图示第四实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图；
- [0086] 图 32 与图 33 和 34 一样是图示其中详细数值应用于第四实施例的数值实施例的像差视图，并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0087] 图 33 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0088] 图 34 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0089] 图 35 是图示第五实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图；
- [0090] 图 36 与图 37 和 38 一样是图示其中详细数值应用于第五实施例的数值实施例的像差视图，并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0091] 图 37 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0092] 图 38 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图；
- [0093] 图 39 是图示第六实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图；
- [0094] 图 40 与图 41 和 42 一样是图示其中详细数值应用于第六实施例的数值实施例的

像差视图,并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0095] 图 41 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0096] 图 42 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0097] 图 43 是图示第七实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图;

[0098] 图 44 与图 45 和 46 一样是图示其中详细数值应用于第七实施例的数值实施例的像差视图,并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0099] 图 45 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0100] 图 46 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0101] 图 47 是图示第八实施例中的变焦镜头的镜头配置的视图;

[0102] 图 48 与图 49 和 50 一样是图示其中详细数值应用于第八实施例的数值实施例的像差视图,并且是更具体地图示广角端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0103] 图 49 是图示中间焦距状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0104] 图 50 是图示远摄端状态下的球面像差、像散和畸变像差的视图;

[0105] 图 51 是图示成像装置的一个示例的框图。

具体实施方式

[0106] 下文中,将参照附图详细描述本公开的优选实施例。注意,在该说明书和附图中,具有基本相同功能和结构的结构元件用相同的参考标号标示,并且省略这些结构元件的重复描述。

[0107] 下文中,将描述本技术中的变焦镜头和成像装置的实施例。

[0108] [变焦镜头的配置]

[0109] 根据本技术的变焦镜头包括从物方到像方顺序排列的具有负折射力的第一透镜组、具有正折射力的第二透镜组、具有负折射力的第三透镜组、以及具有正折射力的第四透镜组。

[0110] 在根据本技术的变焦镜头中,第二透镜组具有正折射力的前面组、以及具有正折射力的后面组。前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括从物方到像方顺序排列正透镜、正透镜、负透镜和正透镜,并且后面组具有至少一个正透镜。

[0111] 在根据如前述的本技术的实施例的变焦镜头中,第二透镜组具有四个正透镜,并且因此可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦,即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时。结果,可以成功地校正球面像差和彗形像差。

[0112] 更具体地,可以在负透镜的像方面校正在置于第二透镜组中负透镜的物方的两个正透镜中生成的球面像差或彗形像差。此外,从第二透镜组中的负透镜偏离的光通量可以聚焦到置于负透镜的像方的两个正透镜上,同时可以成功地校正彗形像差。

[0113] 因此,在根据本技术实施例的变焦镜头中,可以实现小型化,并且可以确保包括图像形成性能的好的光学性能。

[0114] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,第二透镜组中的后面组优选地在垂直于光轴的方向移动,使得执行震动校正。

[0115] 因为第二透镜组中的后面组可以具有更小的透镜直径和更轻的重量,所以可以提供用于震动校正的致动器小,这使得可能避免透镜的扩大并且从而实现小型化。

[0116] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是满足以下条件表达式(1)。

[0117] (1) $1.2 < f_{2r}/f_w < 13.0$

[0118] 其中 f_{2r} 代表后面组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整个镜头系统的焦距。

[0119] 条件表达式(1)是限定第二透镜组中的后面组的焦距与在广角端状态下无限远对焦时整个镜头系统的焦距的比率的表达式。

[0120] 如果该比率低于条件表达式(1)中的下限,那么后面组(震动校正透镜组)的折射力变得太高,使得震动校正时光学性能更加劣化。

[0121] 相反,如果该比率高于条件表达式(1)中的上限,那么后面组的折射力变得太低,使得为了震动校正后面组在垂直于光轴的方向上的移动宽度加长,这导致径向方向筒的扩大。

[0122] 因此,如果变焦镜头满足条件表达式(1),那么优化第二透镜组中后面组的折射力,使得可以实现增强的光学性能和小型化。

[0123] 注意到,对于变焦镜头更优选的是满足以下条件表达式(1)'

[0124] (1)' $1.5 < f_{2r}/f_w < 9.0$

[0125] 如果变焦镜头满足表达式(1)',那么第二透镜组中的后面组的折射力进一步优化,使得可以实现更加增强的光学性能和更加小型化。

[0126] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,希望后面组优选地包括正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜。

[0127] 在第二透镜组中的后面组具有这种配置的情况下,可以减轻后面组(震动校正透镜组)的重量,并且更小的致动器可以用于震动校正,使得可以实现桶的更加小型化。

[0128] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是满足以下条件表达式(2)。

[0129] (2) $-10.0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < -0.1$

[0130] 其中 R_{2f} 代表后面组中最物方面的曲率半径,并且 R_{2r} 代表后面组中最像方面的曲率半径。

[0131] 条件表达式(2)是限定第二透镜组中后面的的形状因子的表达式。

[0132] 如果比率小于条件表达式(2)中的下限,则后面组中最像方面变为具有大曲率半径并且面向像方的凹面。结果,轴向光通量入射到物方面的入射角变大,这劣化球面像差。

[0133] 相反地,如果比率大于条件表达式(2)中的上限,则后面组中最像方面变为面对像方的凸面。结果,校正后面组内部球面像差的效果变小。

[0134] 因此,当变焦镜头满足条件表达式(2)时,成功地校正球面像差,并且可以实现增强的光学性能。

[0135] 注意到,对于变焦镜头更优选的是满足以下条件表达式(2)'

[0136] (2)' $-8.0 < (R_{2f} + R_{2r}) / (R_{2f} - R_{2r}) < -0.3$

[0137] 如果变焦镜头满足条件表达式(2)',则更成功地校正球面像差,并且可以实现更增强的光学性能。

[0138] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是满足以下条件表达式(3)。

[0139] (3) $0.7 < f_{21}/f_{2f} < 1.4$

[0140] 其中 f_{21} 代表第二透镜组中最物方正透镜的焦距,并且 f_{2f} 代表前面组的焦距。

[0141] 条件表达式(3)是限定第二透镜组中最物方正透镜的焦距与第二透镜组中前面组的焦距的比率的表达式。

[0142] 如果该比率小于条件表达式(3)中的下限,则最物方正透镜的折射力变得太高。结果,该正透镜中产生的球面像差或彗形像差劣化。

[0143] 相反地,如果该比率大于条件表达式(3)中的上限,则最物方正透镜的折射力变得太低,使得前面组中剩余两个正透镜的折射力变高。结果,破坏第二透镜组内部像差校正效果的平衡,从而像差劣化。

[0144] 因此,如果变焦镜头满足条件表达式(3),则优化第二透镜组中最物方正透镜的折射力,确保第二透镜组内部像差校正效果的好平衡,并且可以实现增强的光学性能。

[0145] 注意到,对于变焦镜头更优选的是满足以下条件表达式(3)'

[0146] (3)' $0.8 < f_{21}/f_{2f} < 1.2$

[0147] 如果变焦镜头满足条件表达式(3)',则更优化第二透镜组中最物方正透镜的折射力,确保第二透镜组内部像差校正效果的更好平衡,并且可以实现更增强的光学性能。

[0148] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选地在光轴方向移动第三透镜组,使得执行对焦。

[0149] 具有负折射力的第三透镜组对焦灵敏度高(当在光轴方向移动透镜组时对焦位置的变化大)。因此,通过设置第三透镜组为对焦组,缩短对焦行程,使得桶尺寸可以减小。

[0150] 因此,如果配置第三透镜组在光轴方向移动,使得执行对焦,那么缩短对焦行程,并且可以实现桶尺寸的减小。

[0151] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是第三透镜组在光轴方向移动,使得执行对焦,并且满足以下条件表达式(4)。

[0152] (4) $-2.0 < f_3/f_w < -1.0$

[0153] 其中 f_3 代表第三透镜组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整体透镜系统的焦距。

[0154] 条件表达式(4)是限定在广角端状态下无限远对焦时第三透镜组中的焦距与整个镜头系统的焦距的比率的表达式。

[0155] 如果该比率低于条件表达式(4)中的下限,那么第三透镜组的折射力变得太高,所以在对焦时进一步劣化光学性能。

[0156] 相反地,如果该比率高于条件表达式(4)中的上限,那么第三透镜组的折射力变得太低。结果,降低对焦灵敏度,并且对焦行程加长,这使得桶尺寸增加。

[0157] 因此,如果变焦镜头满足条件表达式(4),那么优化第三透镜组的折射力,并且实现对焦时增强的性能和减小的对焦行程,使得可以实现增强的光学性能和小型化。

[0158] 注意到,对于变焦镜头更优选的是满足以下条件表达式(4)'

[0159] (4)' $-1.6 < f_3/f_w < -1.1$

[0160] 当变焦镜头满足条件表达式(4)'时,更优化第三透镜组的折射力,并且实现对焦时更增强的性能和更减小的对焦行程,使得可以实现更增强的光学性能和更小型化。

[0161] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是第一透镜组包括从物方到像方顺序排列的负透镜和正透镜。

[0162] 在具有上述配置的第一透镜的情况下,确保光轴方向第一透镜组的厚度减小,并

且此外可以成功地校正各种像差,包括畸变像差、彗形像差、放大率的色差、以及特别是轴向色差,使得可以实现增强的光学性能。

[0163] 在根据本技术的一个实施例的变焦镜头中,优选的是在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动,同时第四透镜组在光轴方向移动或固定。

[0164] 当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动,同时第四透镜组在光轴方向移动或固定,使得变焦时每组的移动量减小。这使得可能减小桶尺寸。

[0165] [变焦镜头的数值实施例]

[0166] 下文中,将参照附图和表格描述根据本技术和数值实施例的变焦镜头的详细实施例,其中详细数值应用于实施例。

[0167] 以下表格或描述中标记的含义等如下。

[0168] “面号”代表从物方到像方计数的第 i 面的面号,“R”代表第 i 面的傍轴曲率半径,“D”代表第 i 面和第 $(i+1)$ 面之间的轴向面距离(透镜的中心的厚度或空气间隔),“N”代表从第 i 面开始的透镜等的 d 线($\lambda=587.6\text{nm}$)中的折射系数,并且“ v ”代表从第 i 面开始的透镜等的 d 线中的阿贝数。

[0169] 相对于“面号”,“ASP”代表相应的面是球面。相对于“R”,“Infinity”代表相应的面是平面。相对于“D”,“Di”代表可变距离。

[0170] “ κ ”代表圆锥常数,并且“A4”、“A6”、“A8”和“A10”分别代表第四、第六、第八和第十级非球面系数。

[0171] “Fno”代表 F 数,“f”代表焦距,并且“ ω ”代表半视角。

[0172] 在指示非球面系数的以下表格中,“E-n”代表以 10 为基底的指数标示,即,代表“ 10^{-n} ”。例如,“0.12345E-05”代表“ 0.12345×10^{-5} ”。

[0173] 在每个实施例中使用的变焦镜头中,透镜面可以用非球面形成。如果分别地“ x ”代表距透镜面的顶点的光轴方向的距离(下垂量)、“ y ”代表垂直于光轴方向的方向上的高度(图像高度)、“ c ”代表透镜顶点的傍轴曲率半径(曲率半径的倒数)、“ κ ”代表圆锥常数、并且“ A_i ”代表以下非球面系数,那么由以下等式 1 定义非球形状。

$$[0174] \quad x = \frac{y^2 \cdot c^2}{1 + \{1 - (1 + \kappa) \cdot y^2 \cdot c^2\}^{1/2}} + \sum A_i \cdot y^i$$

[0175] 下面示出的第一到第八实施例中的变焦镜头 1 到 8 分别包括从物方到像方顺序排列的具有负折射力的第一透镜组 GR1、具有正折射力的第二透镜组 GR2、具有负折射力的第三透镜组 GR3、以及具有正折射力的第四透镜组 GR4。

[0176] < 第一实施例 >

[0177] 图 1 图示根据本技术的第一实施例的变焦镜头 1 的镜头配置。

[0178] 变焦镜头 1 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0179] 当变焦镜头 1 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0180] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0181] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0182] 前面组 G2f 包括 :作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0183] 后面组 G2r 包括作为双凸透镜的第七透镜 L7。

[0184] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0185] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0186] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0187] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0188] 表格 1 示出数值实施例 1 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第一实施例的变焦镜头 1。

[0189] 表格 1

[0190]

面号	R	D	N	V
1	172.566	1.080	1.88300	40.80
2 (ASP)	12.058	4.000		
3	19.766	2.018	2.00272	19.32
4	32.048	(D4)		
5 (ASP)	13.010	2.283	1.69350	53.20
6 (ASP)	199.000	1.500		
7	Infinity	0.500		
8	11.062	3.353	1.49700	81.61
9	-31.892	0.700	1.83400	37.34
10	8.850	1.526		
11	15.567	2.500	1.48749	70.44
12	-34.265	0.500		
13	24.398	1.601	1.48749	70.44
14	-351.765	(D14)		

15	-24.720	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	30.038	(D16)		
17(ASP)	93.933	2.190	1.80610	40.73
18(ASP)	-60.132	(D18)		

[0191] 在变焦镜头 1 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成为非球面。数值实施例 1 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 κ 在表格 2 中示出。

[0192] 表格 2

[0193]

面号	κ	A4	A6	A8	A10
2	-0.83257779	-1.2058E-05	-3.9503E-07	3.1552E-09	-2.6164E-11
5	0	-6.3285E-06	-5.1744E-07	1.0598E-08	-2.0601E-10
6	0	2.3738E-06	-2.1246E-07	6.8489E-10	-7.7144E-11
16	-0.8909625	6.1843E-05	-2.7882E-07	-1.0586E-09	1.0602E-11
17	0	-8.8132E-05	7.6707E-07	-8.7771E-09	7.0405E-11
18	0	-9.0000E-05	6.3117E-07	-8.4535E-09	6.5005E-11

[0194] 当在变焦镜头 1 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 1 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{no} 、焦距 f 和半视角 ω 在表格 3 中示出。

[0195] 表格 3

[0196]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{no}	3.61	4.77	5.77
f	16.48	28.20	48.50
ω	46.00	27.66	16.19

D4	23.043	10.230	0.800
D14	3.325	4.565	9.669
D16	3.775	5.594	6.410
D18	13.817	20.784	26.837

[0197] 图 2 到 4 是示出数值实施例 1 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 2 图示广角端状态下的各种视差,图 3 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 4 图示远摄端状态下的各种视差。

[0198] 在图 2 到 4 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0199] 图 5 到 13 是数值实施例 1 中无限远对焦状态下的各种视差视图。在图 5 到 13 中,dec 代表偏心率校正量。在图 5 到图 13 中,实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。

[0200] 图 5 当在广角端状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 6 是当在广角端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 7 是当在广角端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0201] 图 8 当在中间焦距状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 9 是当在中间焦距状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 10 是当在中间焦距状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0202] 图 11 当在远摄端状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 12 是当在远摄端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 13 是当在远摄端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0203] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 1 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0204] < 第二实施例 >

[0205] 图 14 图示根据本技术的第二实施例的变焦镜头 2 的镜头配置。

[0206] 变焦镜头 2 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0207] 当变焦镜头 2 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0208] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0209] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0210] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0211] 后面组 G2r 包括作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第七透镜 L7。

[0212] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0213] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0214] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0215] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0216] 表格 4 示出数值实施例 2 中的透镜数据, 其中详细数值应用于根据第二实施例的变焦镜头 2。

[0217] 表格 4

[0218]

面号	R	D	N	V
1	222.856	1.080	1.88300	40.80
2 (ASP)	13.144	5.129		
3	23.358	2.066	2.00272	19.32
4	40.451	(D4)		
5 (ASP)	13.236	2.254	1.69350	53.20
6 (ASP)	199.000	1.500		
7	Infinity	0.603		
8	11.768	3.346	1.49700	81.61
9	-26.834	0.700	1.83400	37.34
10	9.476	2.302		
11	20.302	2.500	1.48749	70.44
12	-26.661	1.350		
13	28.027	1.550	1.48749	70.44
14	177.704	(D14)		
15	-29.838	0.790	1.69680	55.46
16 (ASP)	41.776	(D16)		
17 (ASP)	106.007	2.103	1.80610	40.73
18 (ASP)	-77.857	(D18)		

[0219] 在变焦镜头 2 中, 第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面 (第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧 (第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像

方面（第十六面）、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧（第十七面和第十八面）形成非球面。数值实施例 2 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 K 在表格 5 中示出。

[0220] 表格 5

[0221]

面号	K	A4	A6	A8	A10
2	-0.028720073	-1.9428E-05	-2.3338E-07	1.2218E-09	-1.2032E-11
5	0	-5.2082E-06	-3.9851E-07	1.1483E-08	-1.880E-10
6	0	6.9720E-06	-2.6694E-07	6.7233E-09	-1.3501E-10
16	0.143949144	2.1880E-05	7.9266E-07	-2.6969E-08	3.0251E-10
17	0	-9.0000E-05	1.3085E-06	-9.2491E-09	5.4608E-11
18	0	-8.0748E-05	8.5592E-07	-4.3070E-09	3.1387E-11

[0222] 当在变焦镜头 2 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时，第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 2 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 Fno、焦距 f 和半视角 ω 在表格 6 中示出。

[0223] 表格 6

[0224]

	广角端	中间焦距	远摄端
Fno	3.61	4.76	5.77
f	16.48	28.20	48.50
ω	39.65	23.62	13.86
D4	25.530	11.003	0.800
D14	4.151	4.959	9.242
D16	3.277	5.199	6.410
D18	13.271	20.955	29.662

[0225] 图 15 到 17 是示出数值实施例 2 中无限远对焦状态下的各种视差的视图，其中图

15 图示广角端状态下的各种视差,图 16 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 17 图示远摄端状态下的各种视差。

[0226] 在图 15 到 17 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0227] 图 18 到 26 是数值实施例 2 中无限远对焦状态下的各种视差视图。在图 18 到 26 中,dec 代表偏心率校正量。在图 18 到图 26 中,实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。

[0228] 图 18 当在广角端状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 19 是当在广角端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 20 是当在广角端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0229] 图 21 当在中间焦距状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 22 是当在中间焦距状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 23 是当在中间焦距状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0230] 图 24 当在远摄端状态下不执行震动校正时的横向像差视图,图 25 是当在远摄端状态下在一个方向执行震动校正时的横向像差视图,以及图 26 是当在远摄端状态下在另一个方向执行震动校正时的横向像差视图。

[0231] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 2 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0232] < 第三实施例 >

[0233] 图 27 图示根据本技术的第三实施例的变焦镜头 3 的镜头配置。

[0234] 变焦镜头 3 具有设为 2.95 倍的放大率。

[0235] 当变焦镜头 3 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0236] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0237] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0238] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0239] 后面组 G2r 包括作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第七透镜 L7。

[0240] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0241] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0242] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0243] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0244] 表格 7 示出数值实施例 3 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第三实施例的变焦镜头 3。

[0245] 表格 7

[0246]

面号	R	D	N	V
1	252.042	0.900	1.88300	40.80
2 (ASP)	13.051	4.982		
3	23.082	2.030	2.00272	19.32
4	39.631	(D4)		
5 (ASP)	13.322	2.289	1.69350	53.20
6 (ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.807		
8	13.379	3.311	1.49700	81.61
9	-22.314	0.700	1.83400	37.34
10	10.047	2.304		
11	19.300	2.834	1.48749	70.44
12	-17.847	0.500		
13	20.527	2.000	1.48749	70.44
14	37.448	(D14)		
15	-23.792	0.790	1.69680	55.46
16 (ASP)	33.341	(D16)		
17 (ASP)	460.205	2.800	1.80610	40.73
18 (ASP)	-44.425	(D18)		

[0247] 在变焦镜头 3 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成非球面。数值实施例 3 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 K 在表格 8 中示出。

[0248] 表格 8

[0249]

面号	κ	A4	A6	A8	A10
2	-0.068595226	-1.6373E-05	-2.2102E-07	1.1605E-09	-1.0927E-11
5	0	-4.2029E-06	-4.7644E-07	1.4891E-08	-1.8091E-10
6	0	1.4546E-05	-3.1972E-07	1.0536E-08	-1.4041E-10
16	0.722868887	2.4690E-05	5.4539E-07	-2.0353E-08	2.6505E-10
17	0	-8.7087E-05	1.5948E-06	-1.8007E-08	1.2184E-10
18	0	-7.5992E-05	1.0346E-06	-1.0379E-08	6.8995E-11

[0250] 当在变焦镜头 3 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 3 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{no} 、焦距 f 和半视角 (1) 在表格 3 中示出。

[0251] 表格 9

[0252]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{no}	3.62	4.75	5.94
f	16.48	28.20	48.55
ω	45.79	27.34	16.17
D4	25.328	10.764	0.800
D14	3.756	4.942	8.200
D16	3.168	5.089	6.410
D18	13.399	20.121	29.819

[0253] 图 28 到 30 是示出数值实施例 3 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 28 图示广角端状态下的各种视差,图 29 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 30 图示远摄端状态下的各种视差。

[0254] 在图 28 到 30 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线 (587.6nm) 中的值、C 线 (656.3nm 的波长) 中的值以及 g 线 (435.8nm 的波长) 中的值。像

散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。
畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0255] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 3 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0256] < 第四实施例 >

[0257] 图 31 图示根据本技术的第四实施例的变焦镜头 4 的镜头配置。

[0258] 变焦镜头 4 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0259] 当变焦镜头 4 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0260] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方川页序排列。

[0261] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0262] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方川页序排列。

[0263] 后面组 G2r 包括作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第七透镜 L7。

[0264] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0265] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0266] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0267] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0268] 表格 10 示出数值实施例 4 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第四实施例的变焦镜头 4。

[0269] 表格 10

[0270]

面号	R	D	N	V
1	207.145	0.900	1.88300	40.80
2 (ASP)	12.897	5.460		
3	23.870	2.008	2.00272	19.32
4	41.783	(D4)		
5 (ASP)	13.282	2.292	1.69350	53.20
6 (ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.735		

8	13.765	3.176	1.49700	81.61
9	-22.381	0.700	1.83400	37.34
10	10.276	2.042		
11	21.088	2.628	1.48749	70.44
12	-17.983	0.500		
13	27.193	1.756	1.48749	70.44
14	43.331	(D14)		
15	-25.957	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	49.562	(D16)		
17(ASP)	105.052	2.192	1.80610	40.73
18(ASP)	-76.458	(D18)		

[0271] 在变焦镜头 4 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成非球面。数值实施例 4 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 κ 在表格 11 中示出。

[0272] 表格 11

[0273]

面号	κ	A4	A5	A8	A10
2	-0.044265615	-2.0512E-05	-2.2485E-07	1.0226E-09	-1.2101E-11
5	0	-5.0324E-06	-4.5168E-07	1.4687E-08	-1.9964E-10
6	0	1.6363E-05	-3.5851E-07	1.1849E-08	-1.7724E-10
16	-1	2.7873E-05	2.9409E-07	-9.5449E-09	8.2000E-11
17	0	-8.9886E-05	1.3122E-06	-1.5327E-08	7.9689E-11
18	0	-8.4462E-05	9.9251E-07	-1.0816E-08	5.2171E-11

[0274] 当在变焦镜头 4 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 4 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{no} 、焦距 f 和半视角 ω 在表格 12 中示出。

[0275] 表格 12

[0276]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{no}	3.61	4.75	5.77
f	16.48	28.20	48.50
ω	45.88	27.54	16.29
D4	25.220	10.814	0.800
D14	4.998	6.068	10.564
D16	3.277	5.072	6.410
D18	13.326	20.698	28.946

[0277] 图 32 到 34 是示出数值实施例 4 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 32 图示广角端状态下的各种视差,图 33 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 34 图示远摄端状态下的各种视差。

[0278] 在图 32 到 34 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0279] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 4 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0280] < 第五实施例 >

[0281] 图 35 图示根据本技术的第五实施例的变焦镜头 5 的镜头配置。

[0282] 变焦镜头 5 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0283] 当变焦镜头 5 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0284] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0285] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0286] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合

透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0287] 后面组 G2r 包括作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第七透镜 L7。

[0288] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0289] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0290] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0291] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0292] 表格 13 示出数值实施例 5 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第五实施例的变焦镜头 5。

[0293] 表格 13

[0294]

面号	R	D	N	V
1	246.600	0.900	1.88300	40.80
2 (ASP)	12.556	5.428		
3	24.320	1.979	2.00272	19.32
4	44.567	(D4)		
5 (ASP)	13.479	2.259	1.69350	53.20
6 (ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.850		
8	15.459	3.125	1.49700	81.61
9	-22.753	0.700	1.83400	37.34
10	10.656	1.423		
11	18.318	2.801	1.48749	70.44
12	-15.980	0.500		
13	22.520	2.000	1.48749	70.44
14	29.430	(D14)		
15	-26.924	0.700	1.69680	55.46
16 (ASP)	37.572	(D16)		

17(ASP)	101.677	2.800	1.80610	40.73
18(ASP)	-75.914	(D18)		

[0295] 在变焦镜头 5 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成非球面。数值实施例 5 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 K 在表格 14 中示出。

[0296] 表格 14

[0297]

面号	κ	A4	A6	A8	A10
2	-0.079655155	-2.1973E-05	-2.2610E-07	8.1072E-10	-1.1921E-11
5	0	-1.6763E-06	-4.0557E-07	1.4582E-08	-1.5234E-10
6	0	2.6285E-05	-3.2059E-07	1.2905E-08	-1.5121E-10
16	-0.398112386	5.1095E-05	-9.5426E-07	3.3746E-08	-5.0130E-10
17	0	-6.5273E-05	1.0194E-06	-1.4505E-08	7.4877E-11
18	0	-6.5560E-05	8.0577E-07	-1.0268E-08	4.5059E-11

[0298] 当在变焦镜头 5 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 5 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{n0} 、焦距 f 和半视角 ω 在表格 15 中示出。

[0299] 表格 15

[0300]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{n0}	3.61	4.75	5.77
f	16.48	28.20	48.50
ω	45.88	27.48	16.28
D4	24.679	10.365	0.800
D14	4.132	5.852	9.839

D16	3.083	5.201	6.500
D18	14.630	20.508	29.397

[0301] 图 36 到 38 是示出数值实施例 5 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 36 图示广角端状态下的各种视差,图 37 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 38 图示远摄端状态下的各种视差。

[0302] 在图 36 到 38 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0303] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 5 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0304] < 第六实施例 >

[0305] 图 39 图示根据本技术的第六实施例的变焦镜头 6 的镜头配置。

[0306] 变焦镜头 6 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0307] 当变焦镜头 6 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0308] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0309] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0310] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0311] 后面组 G2r 包括作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第七透镜 L7。

[0312] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0313] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第九透镜 L9。

[0314] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0315] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0316] 表格 16 示出数值实施例 6 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第五实施例的变焦镜头 6。

[0317] 表格 16

[0318]

面号	R	D	N	v
1	209.621	0.900	1.88300	40.80
2 (ASP)	12.777	4.568		

3	22.308	2.115	2.00272	19.32
4	38.457	(D4)		
5(ASP)	14.009	2.188	1.69350	53.20
6(ASP)	264.212	1.876		
7	Infinity	0.545		
8	11.173	3.414	1.49700	81.61
9	-29.429	0.700	1.83400	37.34
10	9.523	1.696		
11	23.515	2.120	1.48749	70.44
12	-66.701	0.717		
13	20.835	2.000	1.48749	70.44
14	-42.768	(D14)		
15	-28.543	0.700	1.69680	55.46
16(ASP)	26.229	(D16)		
17(ASP)	77.834	2.268	1.80610	40.73
18(ASP)	-70.071	(D18)		

[0319] 在变焦镜头 6 中,第一透镜组 GRI 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成非球面。数值实施例 6 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A₆、A8 和 A10 连同圆锥常数 K 在表格 17 中示出。

[0320] 表格 17

[0321]

面号	κ	A4	A6	A8	A10
2	-0.095321274	-1.5951E-05	-2.5027E-07	1.4406E-09	-1.2807E-11
5	0	2.1160E-07	-4.7133E-07	1.2653E-08	-1.9556E-10

6	0	6.4546E-06	-2.9707E-07	6.1345E-09	-1.1939E-10
16	0.592435986	1.8563E-05	8.9461E-07	-3.4318E-08	4.0878E-10
17	0	-8.8812E-05	1.5677E-06	-8.6394E-09	5.7729E-11
18	0	-7.8489E-05	1.0564E-06	-4.6513E-09	5.3059E-11

[0322] 当在变焦镜头 6 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 6 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{no} 、焦距 f 和半视角 (1) 在表格 18 中示出。

[0323] 表格 18

[0324]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{no}	3.61	4.77	5.77
f	16.48	28.20	48.50
ω	45.43	27.40	16.16
D4	25.823	11.061	0.800
D14	3.342	4.725	8.612
D16	3.501	5.623	6.500
D18	14.987	21.454	30.182

[0325] 图 40 到 42 是示出数值实施例 6 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 40 图示广角端状态下的各种视差,图 41 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 42 图示远摄端状态下的各种视差。

[0326] 在图 40 到 42 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线 (587.6nm) 中的值、C 线 (656.3nm 的波长) 中的值以及 g 线 (435.8nm 的波长) 中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0327] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 6 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0328] < 第七实施例 >

[0329] 图 43 图示根据本技术的第七实施例的变焦镜头 7 的镜头配置。

[0330] 变焦镜头 7 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0331] 当变焦镜头 7 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0332] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方顺序排列。

[0333] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0334] 前面组 G2f 包括:作为双凸透镜的第三透镜 L3、通过将作为位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和作为位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0335] 后面组 G2r 包括作为双凸透镜的第七透镜 L7。

[0336] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第八透镜 L8。

[0337] 第四透镜组 GR4 包括作为其凸面面向像方的正凹凸透镜的第九透镜 L9。

[0338] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0339] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0340] 表格 19 示出数值实施例 7 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第七实施例的变焦镜头 7。

[0341] 表格 19

[0342]

面号	R	D	N	V
1	-106.599	1.000	1.88300	40.80
2 (ASP)	14.121	4.483		
3	28.595	1.953	2.00272	19.32
4	67.578	(D4)		
5 (ASP)	17.978	2.022	1.69350	53.20
6 (ASP)	-154.251	2.243		
7	Infinity	0.500		
8	11.910	3.485	1.49700	81.61
9	-33.602	0.700	1.83400	37.34
10	11.615	1.675		
11	28.531	2.500	1.48749	70.44
12	-22.561	0.500		

13	44.764	1.491	1.48749	70.44
14	-149.915	(D14)		
15	-334.863	0.790	1.69680	55.46
16(ASP)	19.669	(D16)		
17(ASP)	-42.143	1.785	1.80610	40.73
18(ASP)	-24.554	(D18)		

[0343] 在变焦镜头 7 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第八透镜 L8 的像方面(第十六面)、以及第四透镜组 GR4 中第九透镜 L9 的两侧(第十七面和第十八面)形成非球面。数值实施例 7 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 K 在表格 20 中示出。

[0344] 表格 20

[0345]

面号	K	A4	A6	A8	A10
2	-0.287418167	-2.1083E-05	-1.0621E-07	1.1573E-10	-1.7023E-12
5	0	1.5623E-05	-3.4289E-07	1.1067E-08	-1.1128E-10
6	0	3.2944E-05	-3.0633E-07	8.0061E-09	-8.2150E-11
16	0.346531803	4.6386E-05	6.9628E-08	-1.2808E-08	1.9953E-10
17	0	5.3642E-06	9.9004E-07	-1.0689E-08	2.4875E-11
18	0	-3.1116E-07	9.1358E-07	-8.7467E-09	1.4842E-11

[0346] 当在变焦镜头 7 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D16、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D18 改变。数值实施例 7 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 Fno、焦距 f 和半视角 (1) 在表格 21 中示出。

[0347] 表格 21

[0348]

	广角端	中间焦距	远摄端
Fno	3.61	4.85	5.77

f	16.48	28.20	48.50
ω	42.01	26.46	15.88
D4	23.777	10.769	0.800
D14	2.749	5.505	12.951
D16	3.538	11.323	15.211
D18	18.308	18.308	18.308

[0349] 图 44 到 46 是示出数值实施例 7 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 44 图示广角端状态下的各种视差,图 45 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 46 图示远摄端状态下的各种视差。

[0350] 在图 44 到 46 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线 (587.6nm) 中的值、C 线 (656.3nm 的波长) 中的值以及 g 线 (435.8nm 的波长) 中的值。像散视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0351] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 7 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0352] < 第八实施例 >

[0353] 图 47 图示根据本技术的第八实施例的变焦镜头 8 的镜头配置。

[0354] 变焦镜头 8 具有设为 2.94 倍的放大率。

[0355] 当变焦镜头 8 中在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1、第二透镜组 GR2、第三透镜组 GR3、以及第四透镜组 GR4 在光轴方向移动。

[0356] 第一透镜组 GR1 包括作为其凸面面向物方的负凹凸透镜的第一透镜 L1,以及作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第二透镜 L2,透镜从物方到像方川页序排列。

[0357] 第二透镜组 GR2 包括位于物方的前面组 G2f 和位于像方的后面组 G2r。

[0358] 前面组 G2f 包括:作为其凸面面向物方的正凹凸透镜的第三透镜 L3、通过将作为位于物方的双凸透镜的第四透镜 L4 和作为位于像方的双凹透镜的第五透镜 L5 相互接合形成的粘合透镜、以及作为双凸透镜的第六透镜 L6,透镜从物方到像方顺序排列。

[0359] 后面组 G2r 包括通过将作为双凸透镜的第七透镜 L7 和作为其凹侧面向物方的负凹凸透镜的第八透镜 L8 相互接合形成的粘合透镜。

[0360] 第三透镜组 GR3 包括作为双凹透镜的第九透镜 L9。

[0361] 第四透镜组 GR4 包括作为双凸透镜的第十透镜 L10。

[0362] 孔径光阑 S 放置在第二透镜组 OR2 中的第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间。孔径光阑 S 在光轴方向与第二透镜组 GR2 整体移动。

[0363] 未示出的盖片放置在第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间。

[0364] 表格 22 示出数值实施例 8 中的透镜数据,其中详细数值应用于根据第八实施例的变焦镜头 8。

[0365] 表格 22

[0366]

面号	R	D	N	V
1	356.541	0.900	1.88300	40.80
2 (ASP)	13.056	4.318		
3	22.863	2.136	2.00272	19.32
4	40.961	(D4)		
5 (ASP)	13.325	2.296	1.69350	53.20
6 (ASP)	500.000	1.500		
7	Infinity	0.500		
8	11.604	3.329	1.49700	81.61
9	-29.954	0.700	1.83400	37.34
10	9.329	2.942		
11	19.032	2.500	1.48749	70.44
12	-35.185	0.733		
13	28.578	1.887	1.48749	70.44
14	-46.492	0.800	1.59551	39.22
15	-114.818	(D15)		
16	-22.448	0.790	1.69680	55.46
17 (ASP)	34.976	(D17)		
18 (ASP)	158.919	2.280	1.80610	40.73
19 (ASP)	-45.685	(D19)		

[0367] 在变焦镜头 8 中,第一透镜组 GR1 中的第一透镜 L1 的像方面(第二面)、第二透镜组 GR2 中的第三透镜 L3 的两侧(第五面和第六面)、第三透镜组 GR3 中第九透镜 L9 的像方面(第十七面)、以及第四透镜组 GR4 中第十透镜 L10 的两侧(第十八面和第十九面)形成为非球面。数值实施例 8 中非球面的第四、第六、第八和第十级非球面系数 A4、A6、A8 和 A10 连同圆锥常数 κ 在表格 23 中示出。

[0368] 表格 23

[0369]

面号	κ	A4	A6	A8	A10
2	-0.002539326	-2.2051E-05	-2.6568E-07	1.3866E-09	-1.4234E-11
5	0	-7.2617E-06	-4.1153E-07	9.5425E-09	-9.8598E-11
6	0	5.5396E-06	-2.6943E-07	5.7344E-09	-4.7964E-11
17	-0.860812011	1.8967E-05	1.1739E-06	-3.6582E-08	3.9920E-10
18	0	-9.0000E-05	1.6315E-06	-1.0060E-08	7.1076E-11
19	0	-7.7952E-05	1.1424E-06	-6.6939E-09	6.9426E-11

[0370] 当在变焦镜头 8 中的广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的面距离 D4、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的面距离 D14、第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的面距离 D17、以及第四透镜组 GR4 和像平面 IMG 之间的面距离 D19 改变。数值实施例 8 中在广角端状态、中间焦距状态和远摄端状态下每个面距离的可变距离连同 F 数 F_{no} 、焦距 f 和半视角 ω 在表格 24 中示出。

[0371] 表格 24

[0372]

	广角端	中间焦距	远摄端
F_{no}	3.61	4.72	5.76
f	16.48	28.20	48.50
ω	42.33	26.83	16.07
D4	25.826	11.325	0.800
D15	3.422	4.602	9.402
D17	3.114	5.036	6.410
D19	13.527	20.704	27.731

[0373] 图 48 到 50 是示出数值实施例 8 中无限远对焦状态下的各种视差的视图,其中图 48 图示广角端状态下的各种视差,图 49 图示中间焦距状态下的各种视差,并且图 50 图示远摄端状态下的各种视差。

[0374] 在图 48 到 50 中,球面像差视图中的实线、点线以及交替长短虚线分别代表 d 线(587.6nm)中的值、C 线(656.3nm 的波长)中的值以及 g 线(435.8nm 的波长)中的值。像散

视图中的实线和虚线分别代表 d 线的径向像平面上的值以及 d 线的经向像平面上的值。畸变像差视图中的实线代表 d 线中的值。

[0375] 如从每个视差图显而易见的,在数值实施例 8 中,成功地校正了所有像差,并且实现优秀的图像形成性能。

[0376] [变焦镜头的条件表达式的各个值]

[0377] 以下,将描述根据本技术的实施例的变焦镜头的条件表达式的每个值。

[0378] 表格 25 示出根据数值实施例 1 到 8 的变焦镜头 1 到 8 中的条件表达式(1)到(4)中的每个值。

[0379] 表格 25

		示例1	示例2	示例3	示例4
	f2r	46.87	68.03	89.72	144.62
	fw	16.48	16.48	16.48	16.48
条件表达式(1)	f2r/fw	2.84	4.13	5.44	8.78
	R2f	24.398	28.027	20.527	27.193
	R2r	-351.765	177.704	37.448	43.331
条件表达式(2)	$(R2f+R2r)/(R2f-R2r)$	-0.87	-1.37	-3.43	-4.37
	f2l	19.97	20.35	19.70	19.64
	f2f	20.56	22.28	20.60	20.91
条件表达式(3)	f2l/f2f	0.97	0.91	0.96	0.94
	f3	-19.35	-24.87	-19.81	-24.34
条件表达式(4)	f3/fw	-1.17	-1.51	-1.20	-1.48

[0380]

		示例5	示例6	示例7	示例8
	f2r	179.72	29.04	70.89	50.45
	fw	16.48	16.48	16.48	16.48
条件表达式(1)	f2r/fw	10.90	1.76	4.30	3.06
	R2f	22.520	20.835	44.764	28.578
	R2r	29.430	-42.768	-149.915	-114.818
条件表达式(2)	$(R2f+R2r)/(R2f-R2r)$	-7.52	-0.34	-0.54	-0.60
	f2l	19.94	21.26	23.33	19.70
	f2f	20.01	25.62	21.10	22.22
条件表达式(3)	f2l/f2f	1.00	0.83	1.11	0.89
	f3	-22.41	-19.51	-26.64	-19.51
条件表达式(4)	f3/fw	-1.36	-1.18	-1.62	-1.18

[0381] 如从表格 25 可见,变焦镜头 1 到 8 配置为满足条件表达式(1)到(4)。

[0382] [成像装置的配置]

[0383] 根据本技术实施例的成像装置包括变焦镜头以及配置为将由变焦镜头形成的光学图像转换为电信号的图像传感器。变焦镜头包括从物方到像方顺序排列的具有负折射力的第一透镜组、具有正折射力的第二透镜组、具有负折射力的第三透镜组、以及具有正折射力的第四透镜组。

[0384] 在根据本技术实施例的变焦镜头中,第二透镜组包括具有正折射力的前面组,以及具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列。前面组包括从物方到像方顺序排列的正透镜、正透镜、负透镜、以及正透镜,各透镜,并且后面组包括至少一个正透

镜。

[0385] 在根据如上所述的本技术实施例的变焦镜头中,第二透镜组具有四个正透镜,并且因此其可能免除增加第二透镜组中每个透镜的折射力的麻烦,即使当为了小型化使得变焦时第二透镜组的移动量更小时。结果,可以成功地校正球面像差和彗形像差。

[0386] 更具体地,可以在负透镜的像方面校正在置于第二透镜组中负透镜的物方的两个正透镜中生成的球面像差或彗形像差。此外,从第二透镜组中的负透镜偏离的光通量可以聚焦到置于负透镜的像方的两个正透镜上,同时可以成功地校正彗形像差。

[0387] 因此,在根据本技术实施例的变焦镜头中,可以实现小型化,并且可以确保包括图像形成性能的好的光学性能。

[0388] [成像装置的一个实施例]

[0389] 图 51 是示出根据本技术中的成像装置的一个实施例的具有可交换镜头的数字相机的框图。

[0390] 成像装置(数字相机)100 包括具有成像功能的相机块 10、配置为执行诸如拍摄的图像信号的模拟数字转换的信号处理的相机信号处理单元 20、以及配置为图像信号的记录/再现处理的图像处理单元 30。此外,成像装置 100 包括配置为显示拍摄的图像等的显示单元 40 (诸如液晶显示器(LCD))、配置为执行写入图像信号到存储卡 1000 和从存储卡 1000 读取图像信号的读取器/写入器(R/W)50、配置为控制整个成像装置的中央处理单元(CPU)60、具有用于由用户执行预定操作的各种开关等的输入单元 70、以及配置为控制相机块 10 中安排的镜头的驱动的镜头驱动控制单元 80。

[0391] 相机块 10 例如可以安装在可交换镜头中,并且包括具有变焦镜头 11(应用本技术的变焦镜头 1 到变焦镜头 8 的任何)的光学系统、诸如电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)等的图像传感器 12。

[0392] 相机信号处理单元 20 配置用于对于来自图像传感器 12 的输出信号的各种类型的信号处理,诸如到数字信号转换、噪声移除、图像质量校正、或者到亮度色差信号的转换。

[0393] 图像处理单元 30 配置为基于预定图像数据格式,对于图像信号执行压缩编码-扩展解码处理或者包括分辨率等的数字规范的转换处理。

[0394] 显示单元 40 具有显示通过用户的输入单元 70 的操作状态或者诸如拍摄的图像的各条数据的功能。

[0395] R/W50 配置为将由图像处理单元 30 编码的图像数据写到存储卡 1000,或者读取存储卡 1000 上记录的图像数据。

[0396] CPU60 用作用于控制成像装置 100 中提供的每个电路块的控制处理单元,并且配置为基于来自输入单元 70 的指令输入信号等控制每个电路块。

[0397] 输入单元 70 例如包括用于执行快门操作的快门释放按钮、用于选择操作模式的选择开关等,并且配置为输出对应于用户的操作的指令输入信号到 CPU60。

[0398] 镜头驱动控制单元 80 配置为基于来自 CPU60 的控制信号,控制用于驱动变焦镜头 11 的每个透镜的马达(未示出)等。

[0399] 存储卡 1000 例如包括可附接到连接到 R/W50 的槽和从连接到 R/W50 的槽拆开的半导体存储器。

[0400] 下文中,将描述成像装置 100 的操作。

[0401] 在拍摄待命状态下,在相机块 10 中拍摄的图像信号通过相机信号处理单元 20 输出到显示单元 40,并且在 CPU60 的控制下显示为相机的实时取景图像。此外,如果从输入单元 70 输入用于变焦的指令输入,CPU60 输出控制信号到镜头驱动控制单元 80,并且基于镜头驱动控制单元 80 的控制移动变焦镜头 11 的预定透镜。

[0402] 如果通过来自输入单元 70 的指令输入信号操作相机块 10 的快门(未图示),那么拍摄的图像信号从相机信号处理单元 20 输出到图像处理单元 30,经历压缩编码处理,并且转换为具有预定数据格式的数字数据。转换的数据输出到 R/W50 并且写入存储卡 1000。

[0403] 例如,当半按或全按输入单元 70 的快门释放按钮用于记录(拍摄)时,镜头驱动控制单元 80 基于来自 CPU60 的控制信号移动变焦镜头 11 的预定透镜,导致实现对焦。

[0404] 当再现存储卡 1000 上记录的图像数据时,根据输入单元 70 的操作通过 R/W50 从存储卡 1000 读取预定图像数据,并且经历通过图像处理单元 30 的扩展解码处理。然后,再现图像信号输出到显示单元 40,导致再现图像的显示。

[0405] 在根据本技术实施例的变焦镜头和根据本技术实施例的成像装置中,除了第一透镜组到第四透镜组外,可以安排诸如没有折射力的透镜和光圈的其他光学元件。在此情况下,根据本技术实施例的变焦镜头的镜头配置实际包括从第一透镜组到第四透镜组的四个组。

[0406] [本技术]

[0407] 此外,本技术还可以配置如下。

[0408] <1> 一种变焦镜头,包括:

[0409] 具有负折射力的第一透镜组;

[0410] 具有正折射力的第二透镜组;

[0411] 具有负折射力的第三透镜组;以及

[0412] 具有正折射力的第四透镜组,各透镜组从物方到像方顺序排列,

[0413] 其中第二透镜组包括

[0414] 具有正折射力的前面组,以及

[0415] 具有正折射力的后面组,前面和后面组从物方到像方顺序排列,

[0416] 其中前面组包括

[0417] 正透镜,

[0418] 正透镜,

[0419] 负透镜,以及

[0420] 正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列,并且

[0421] 其中后面组包括

[0422] 至少一个正透镜。

[0423] <2> 如 <1> 所述的变焦镜头,

[0424] 其中以执行震动校正的方式,后面组在垂直于光轴的方向移动。

[0425] <3> 如 <1> 或 <2> 所述的变焦镜头,

[0426] 满足以下条件表达式(1):

[0427] (1) $1.2 < f_{2r}/f_w < 13.0$

[0428] 其中 f_{2r} 代表后面组的焦距,并且 f_w 代表在广角端状态下无限远对焦时整个镜头

系统的焦距。

[0429] <4> 如 <1> 到 <3> 的任一所述的变焦镜头，

[0430] 其中后面组包括一个正透镜或由正透镜和负透镜构成的粘合透镜。

[0431] <5> 如 <1> 到 <4> 的任一所述的变焦镜头，

[0432] 其中满足以下条件表达式(2)：

[0433] $(2) -10.0 < (R2f + R2r) / (R2f - R2r) < -0.1$

[0434] 其中 R2f 代表后面组中最物方面的曲率半径，并且 R2r 代表后面组中最像方面的曲率半径。

[0435] <6> 如 <1> 到 <5> 的任一所述的变焦镜头，，

[0436] 其中满足以下条件表达式(3)：

[0437] $(3) 0.7 < f21 / f2f < 1.4$

[0438] 其中 f21 代表第二透镜组中最物方正透镜的焦距，并且 f2f 代表前面组的焦距。

[0439] <7> 如 <1> 到 <6> 的任一所述的变焦镜头，

[0440] 其中以执行对焦的方式，第三透镜组在光轴方向移动。

[0441] <8> 如 <1> 到 <7> 的任一所述的变焦镜头，

[0442] 其中以执行对焦的方式，第三透镜组在光轴方向移动，并且

[0443] 其中满足以下条件表达式(4)：

[0444] $(4) -2.0 < f3 / fw < -1.0$

[0445] 其中 f3 代表第三透镜组的焦距，并且 fw 代表在广角端状态下无限远对焦时整体透镜系统的焦距。

[0446] <9> 如 <1> 到 <8> 的任一所述的变焦镜头，

[0447] 其中第一透镜组包括正透镜和负透镜，正透镜和负透镜从物方到像方顺序排列。

[0448] <10> 如 <1> 到 <9> 的任一所述的变焦镜头，

[0449] 其中，当在广角端状态和远摄端状态之间改变放大率时，第一透镜组、第二透镜组和第三透镜组在光轴方向移动，同时第四透镜组在光轴方向移动或固定。

[0450] <11> 一种成像装置，包括：

[0451] 变焦镜头；以及

[0452] 图像传感器，配置为将由变焦镜头形成的光学图像转换为电信号，

[0453] 其中变焦镜头包括

[0454] 具有负折射力的第一透镜组；

[0455] 具有正折射力的第二透镜组；

[0456] 具有负折射力的第三透镜组；以及

[0457] 具有正折射力的第四透镜组，各透镜组从物方到像方顺序排列，

[0458] 其中第二透镜组包括

[0459] 具有正折射力的前面组，以及

[0460] 具有正折射力的后面组，前面和后面组从物方到像方顺序排列，

[0461] 其中前面组包括

[0462] 正透镜，

[0463] 正透镜，

- [0464] 负透镜,以及
- [0465] 正透镜,各透镜从物方到像方顺序排列,并且
- [0466] 其中后面组包括
- [0467] 至少一个正透镜。
- [0468] <12>如<1>到<10>的任一所述的变焦镜头或者如<11>所述的成像装置,还包括:
- [0469] 包括实质不具有透镜折射力的透镜的光学元件。
- [0470] 在上述实施例中,已经示出其中成像装置应用于可交换数字相机的示例。然而,成像装置的应用性不限于可交换数字相机。本技术可广泛地应用为数字输入/输出装置(诸如数字静态相机、数字视频相机、并入相机的蜂窝电话以及并入相机的个人数字助理和个人计算机)的相机单元等。
- [0471] 本领域的技术人员应该理解,取决于设计要求和因素,可以出现各种修改、组合、字组合和更替,只要它们在所附权利要求或其等价物的范围内。
- [0472] 本申请包含涉及于2012年6月14日向日本专利局提交的日本优先权专利申请JP2012-134773中公开的主题,在此通过引用并入其全部内容。

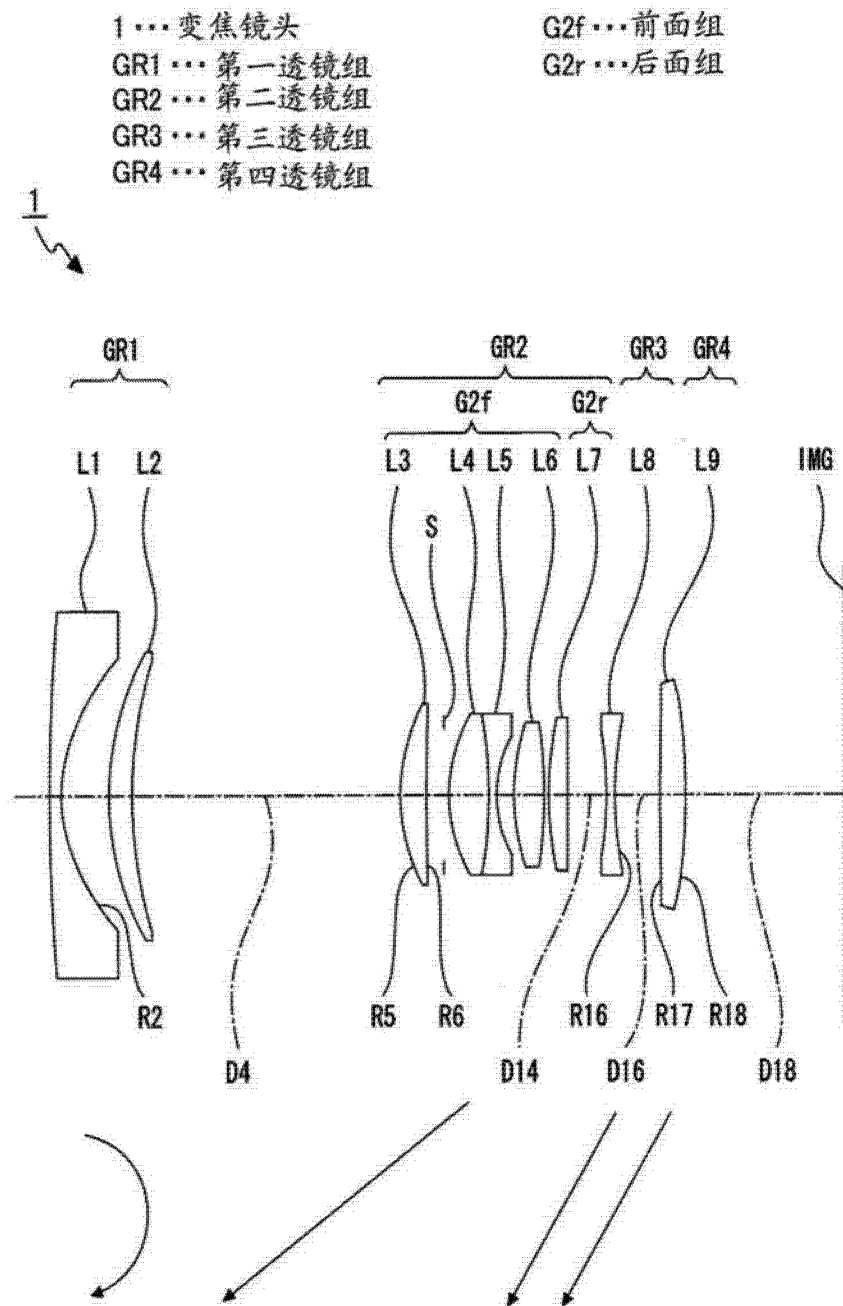


图 1

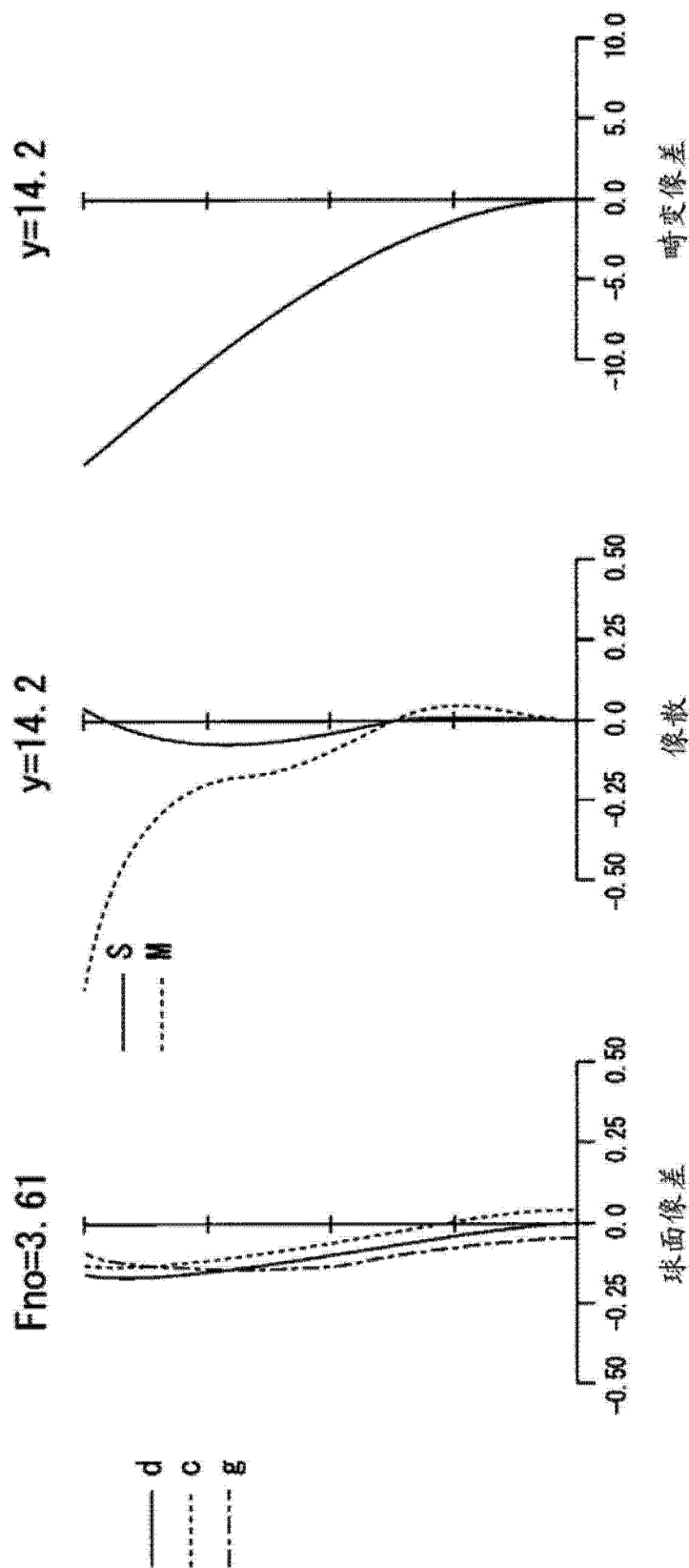


图 2

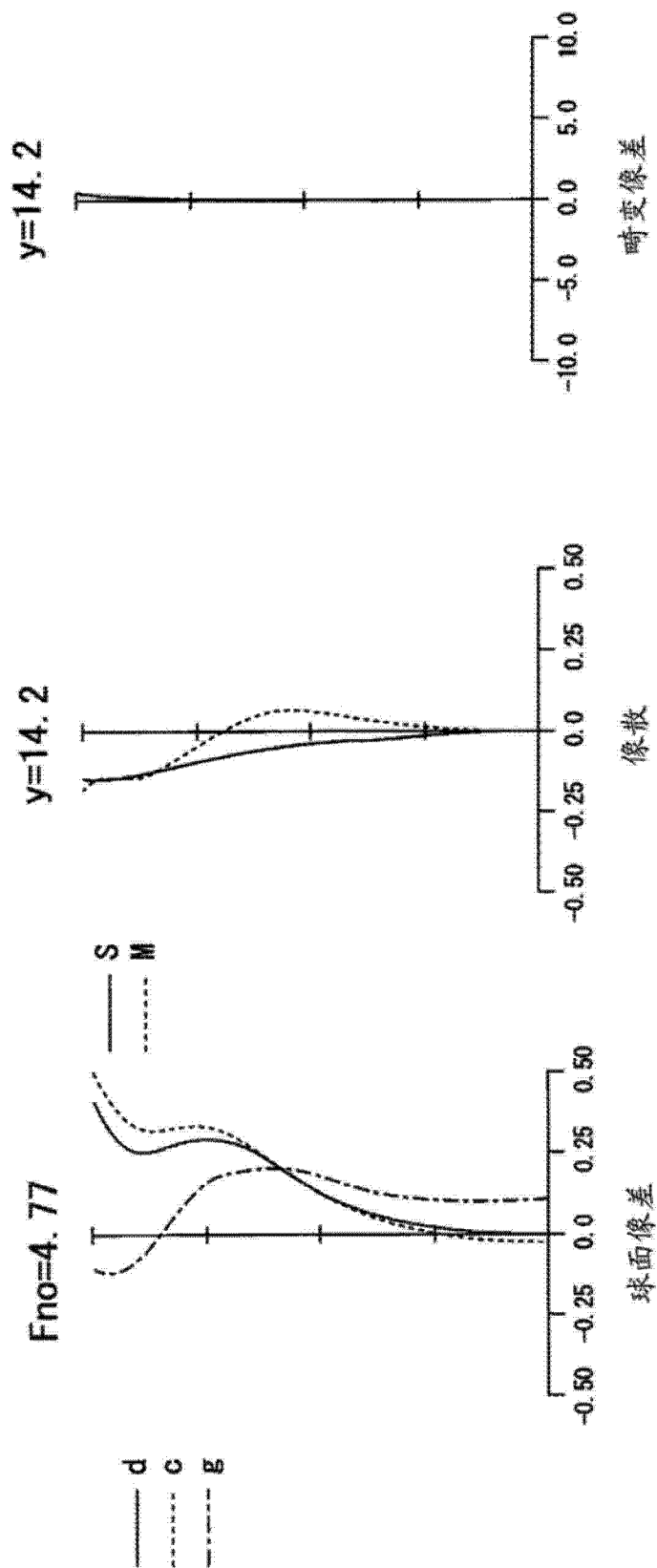


图 3

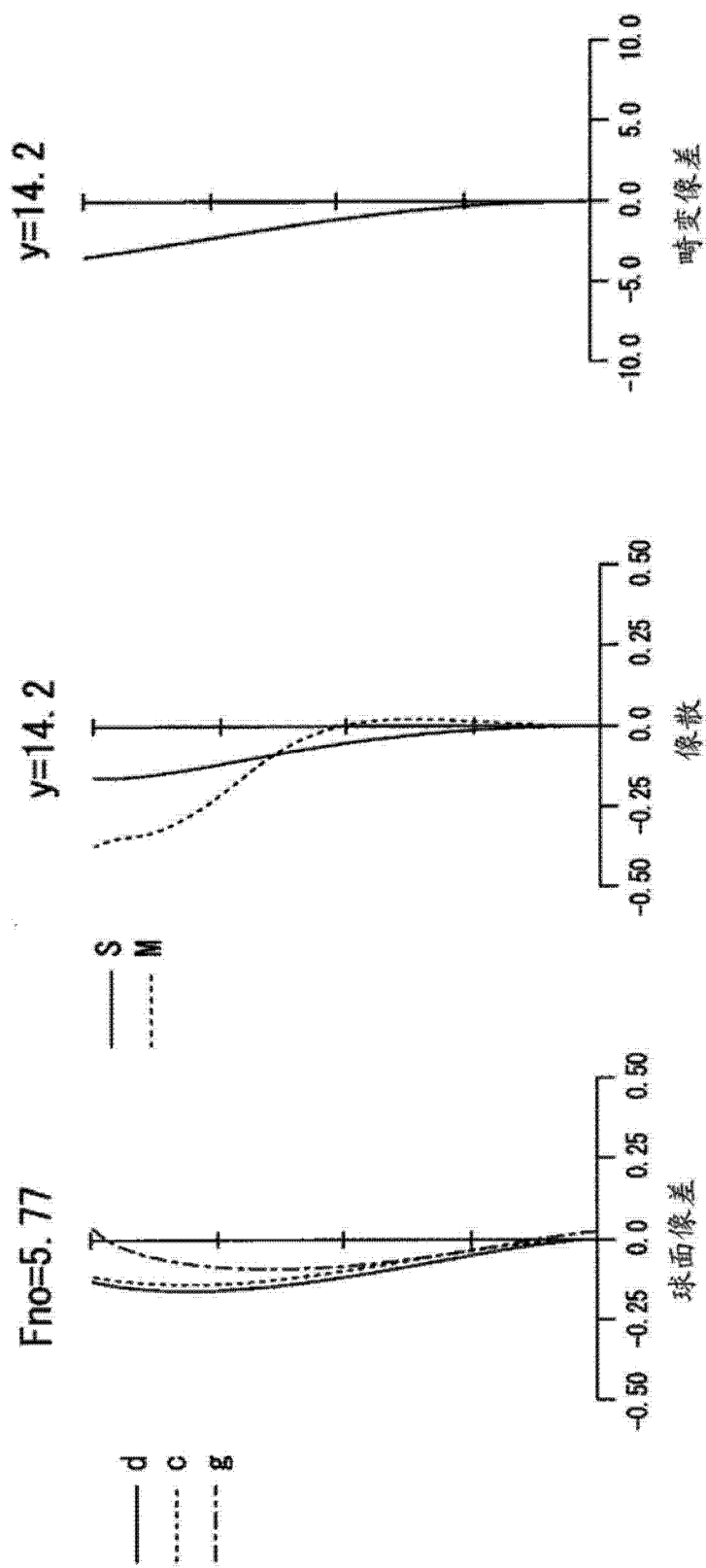


图 4

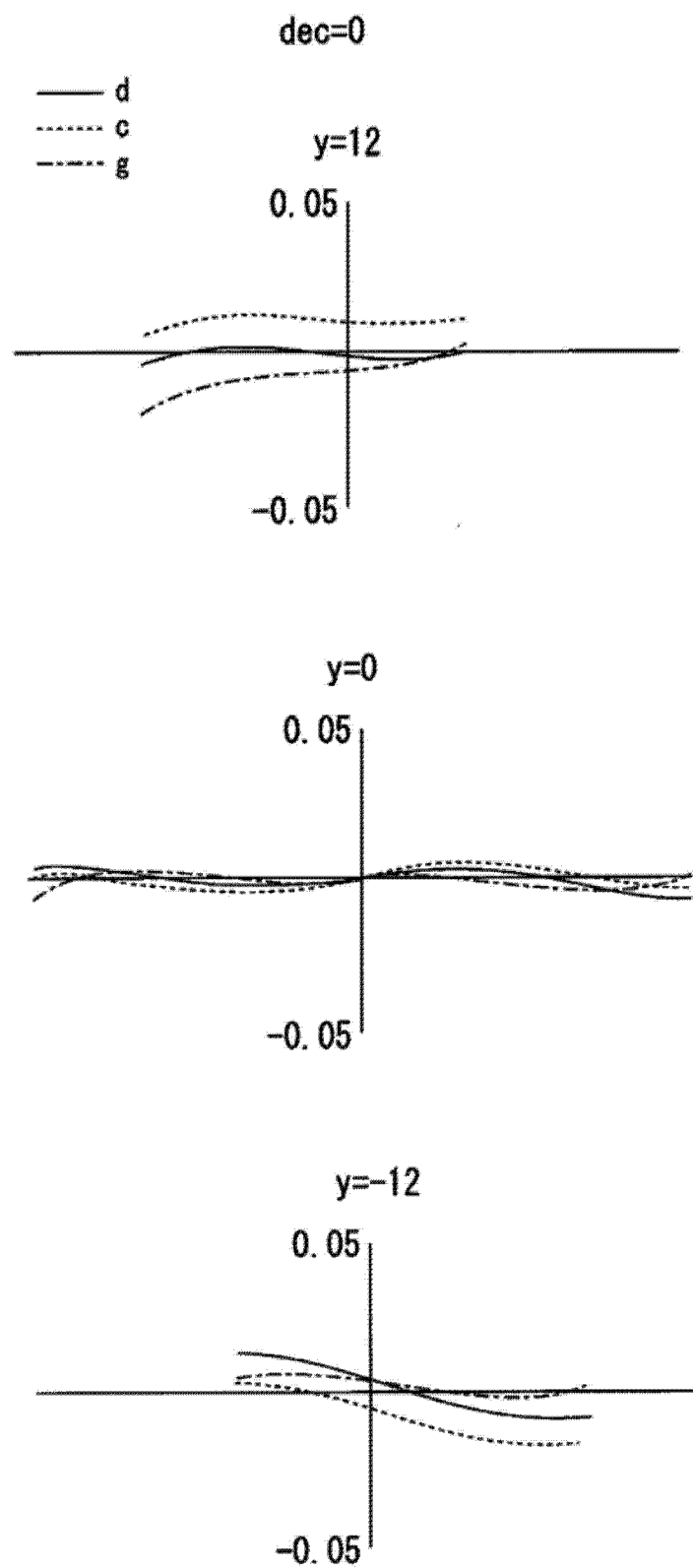


图 5

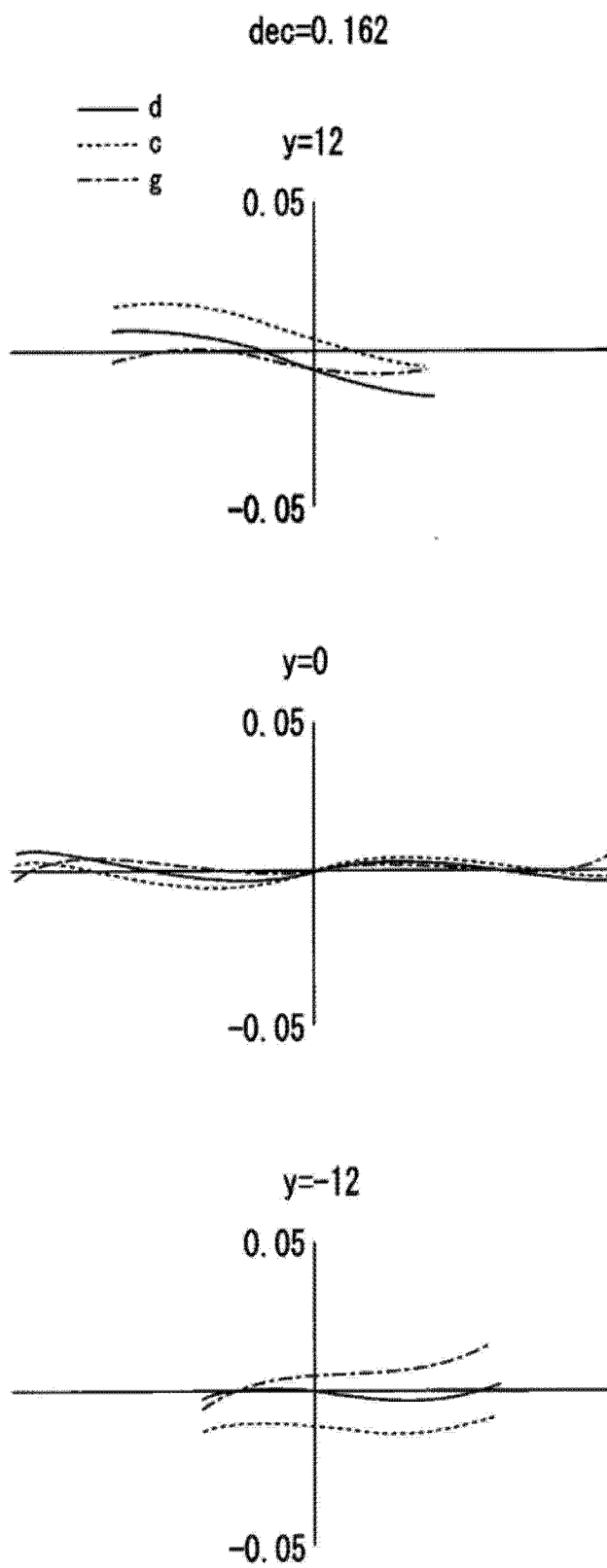


图 6

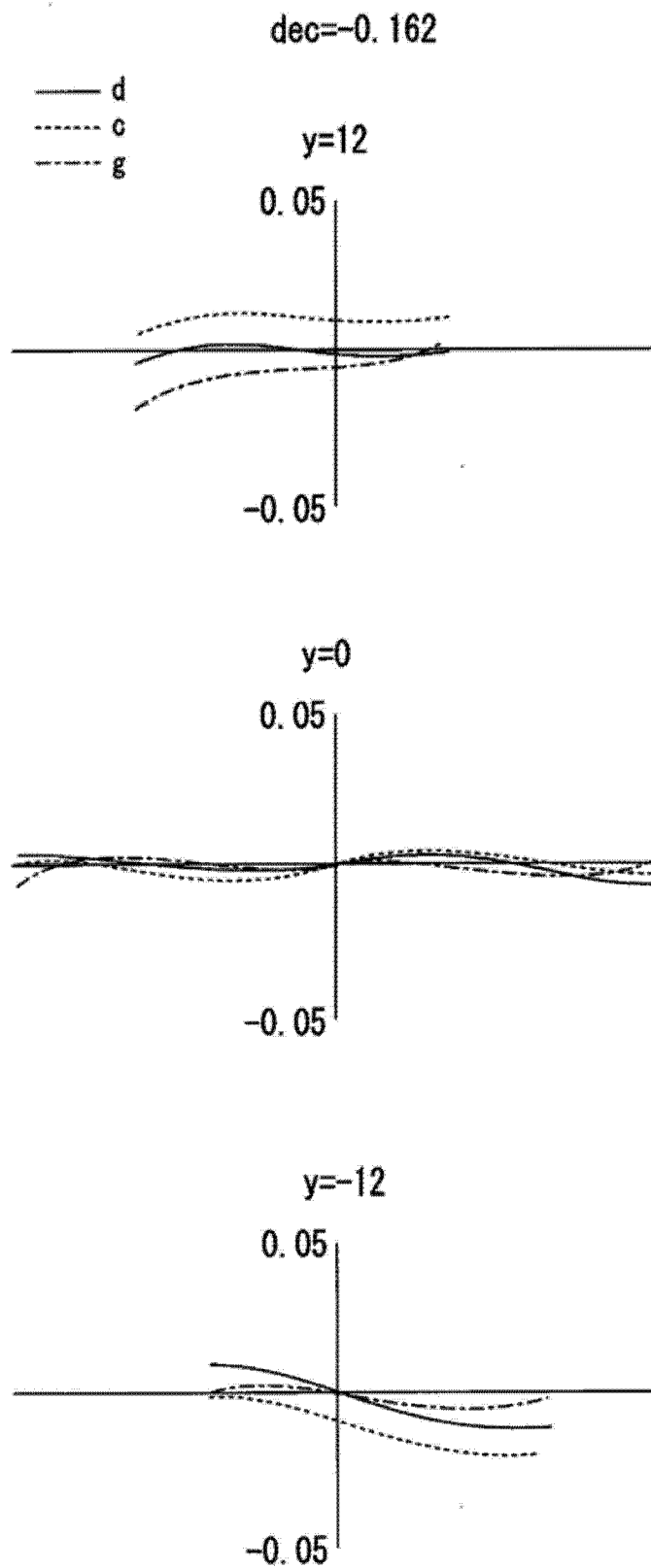


图 7

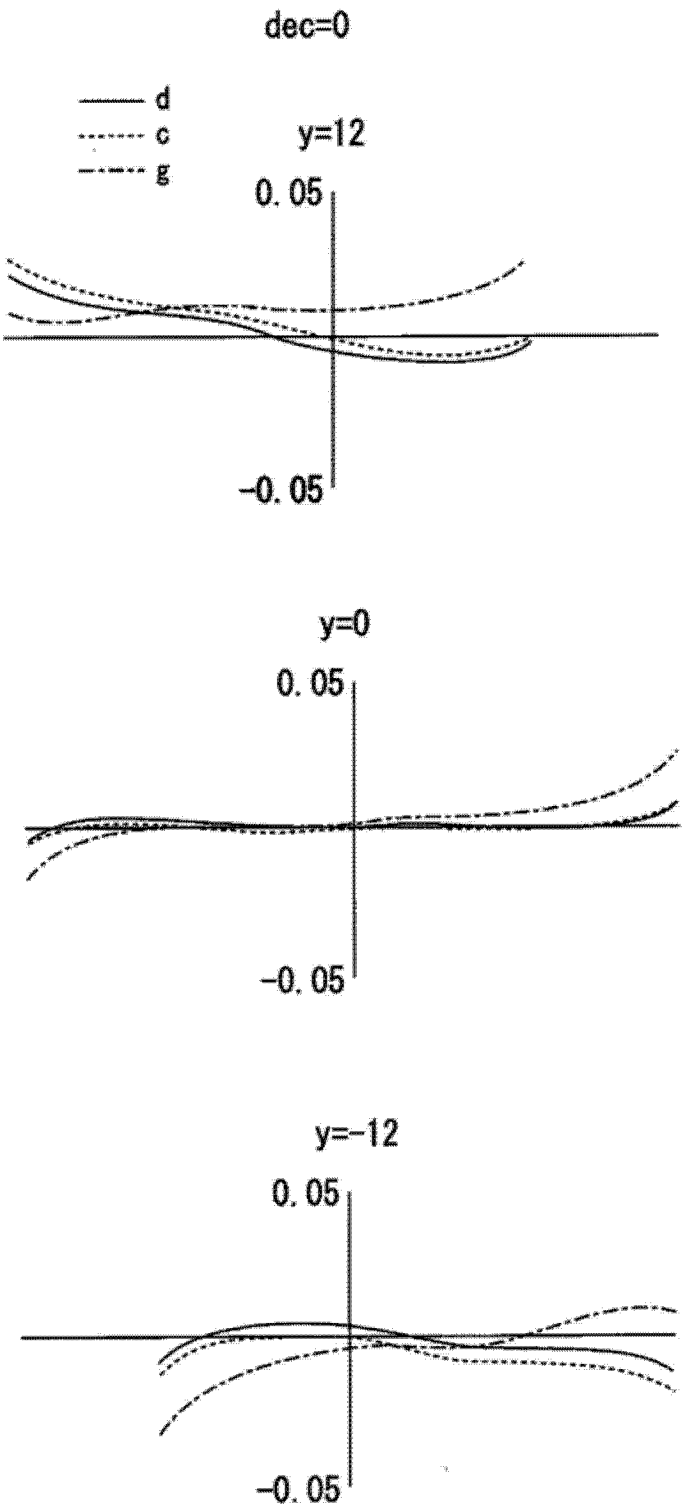


图 8

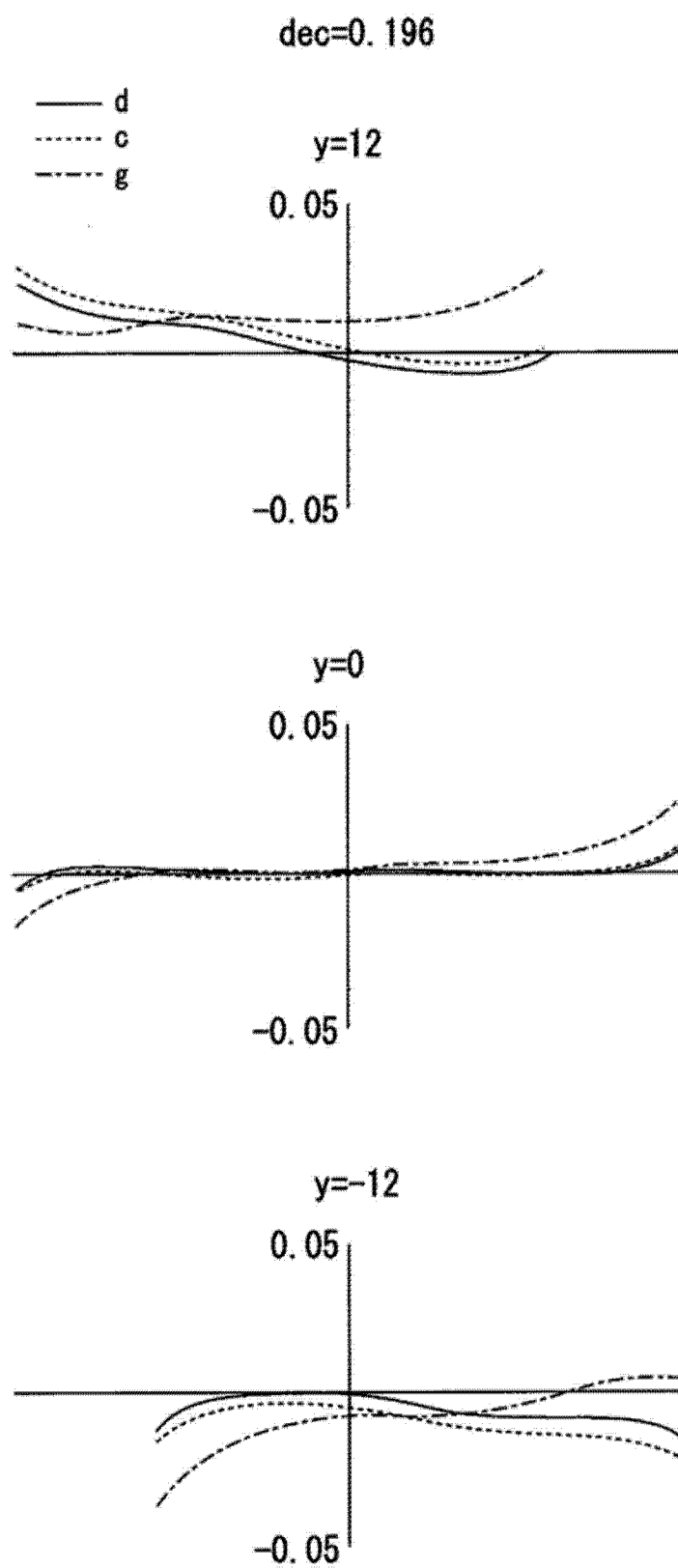


图 9

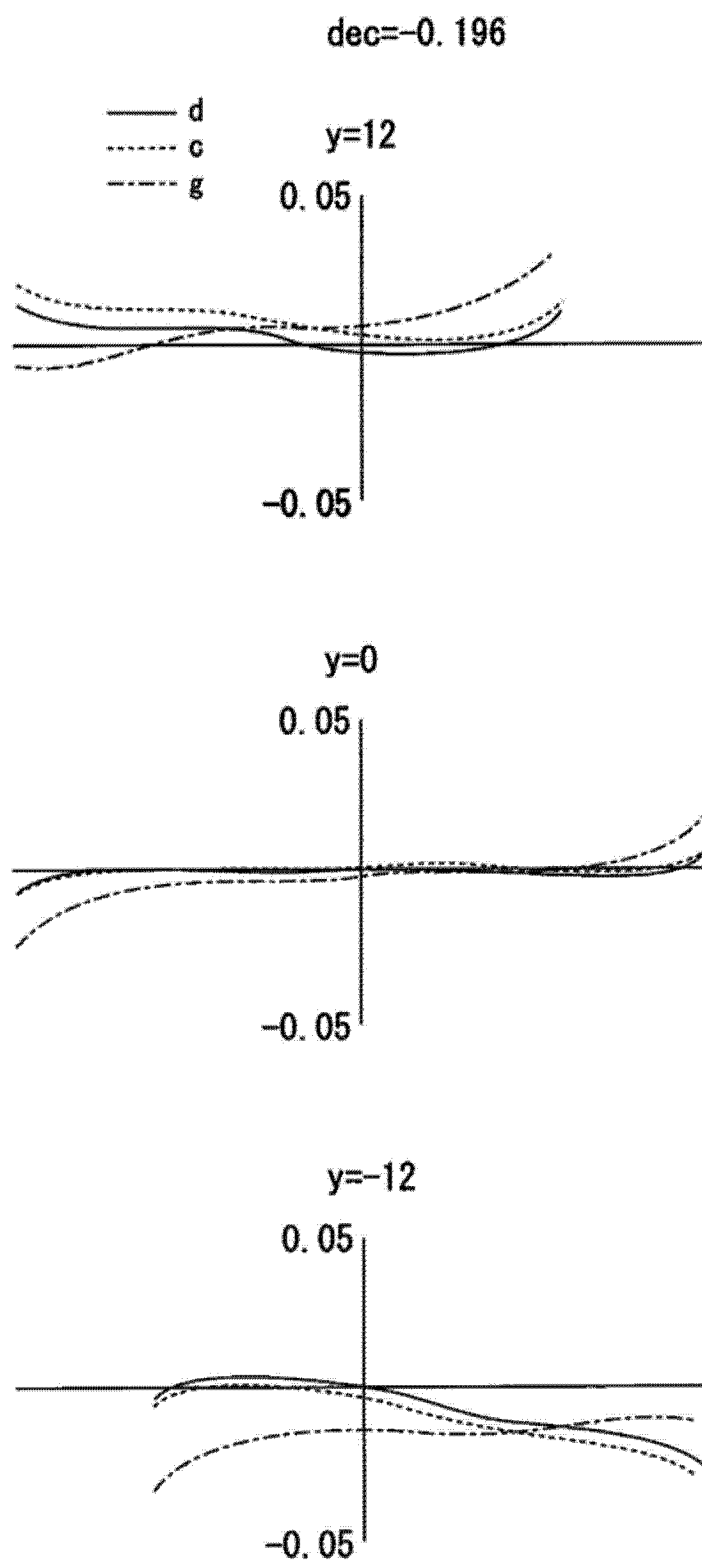


图 10

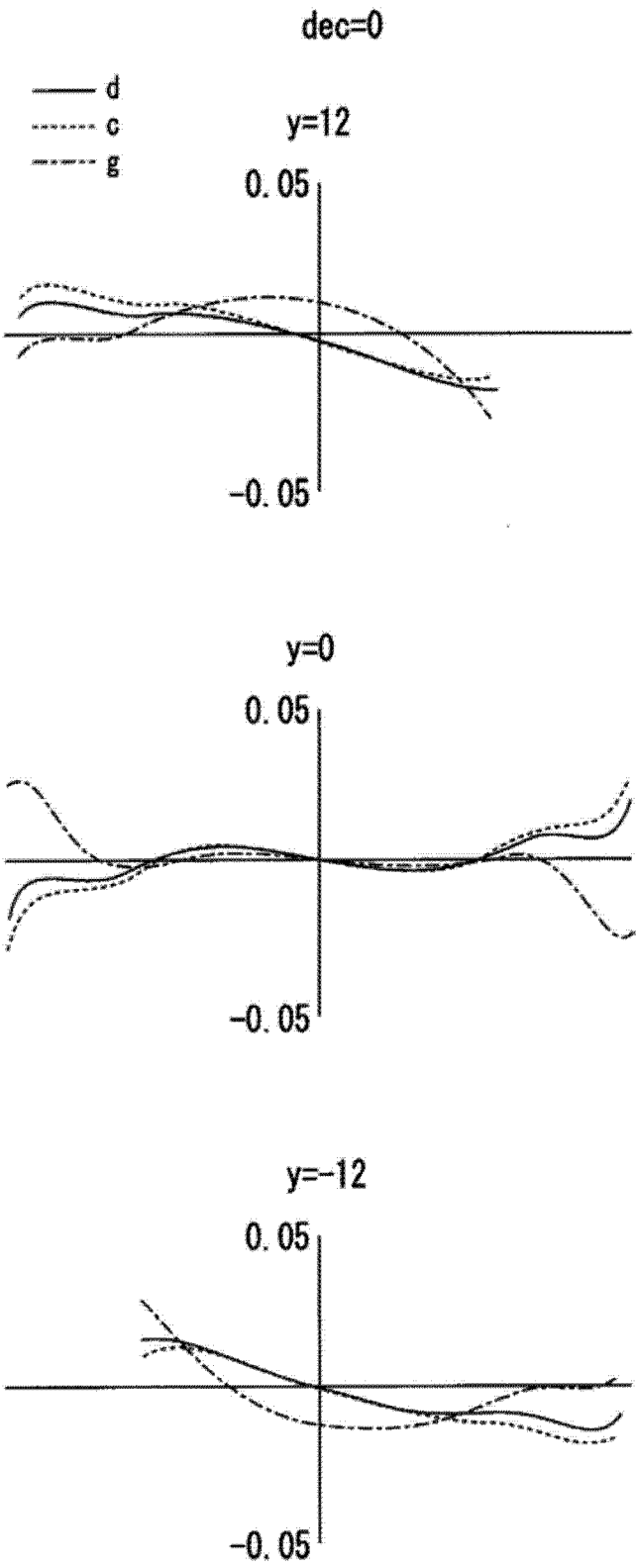


图 11

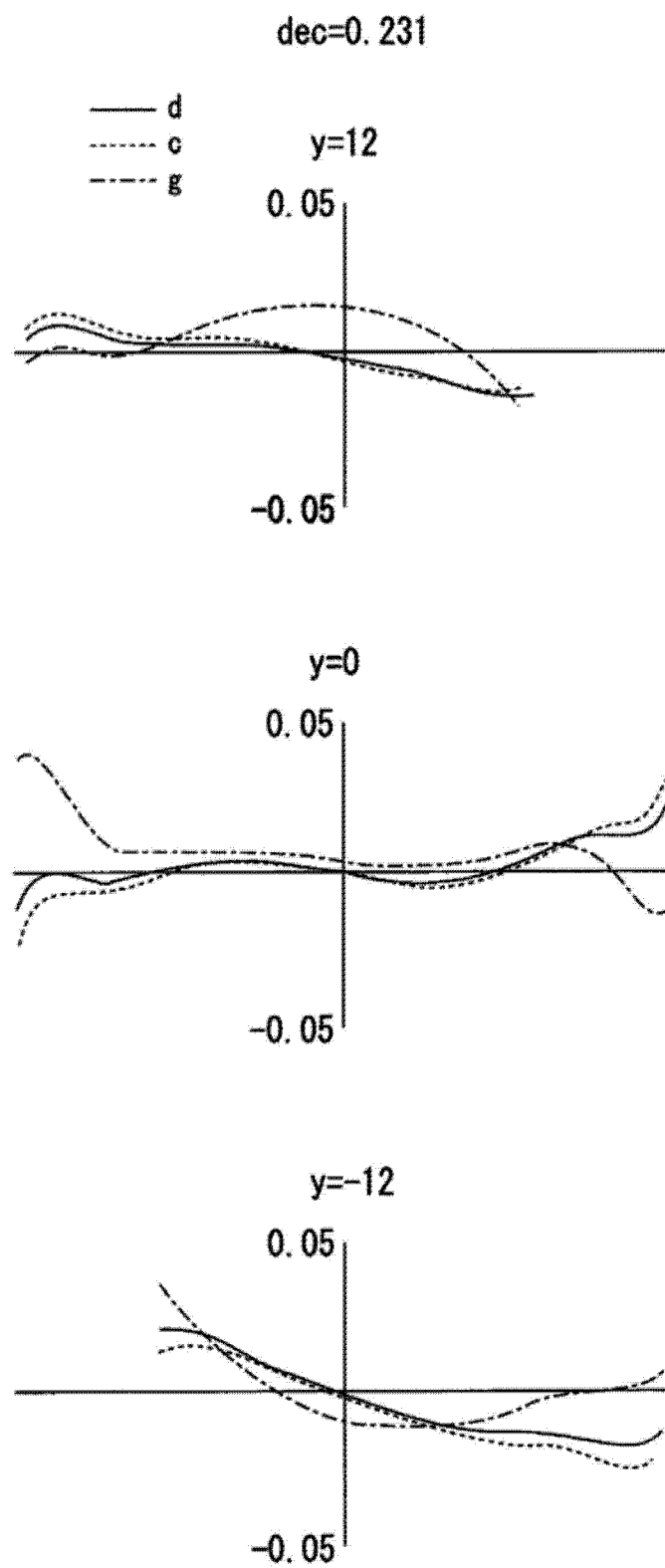


图 12

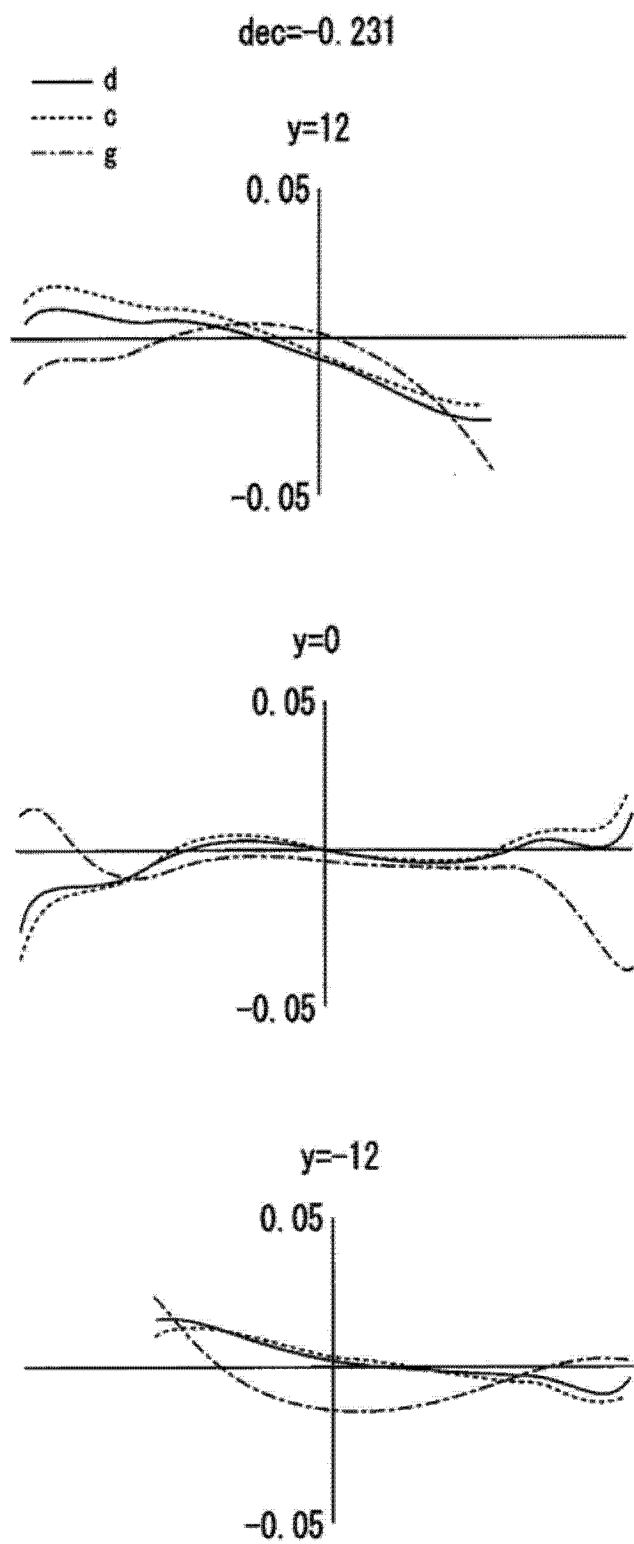


图 13

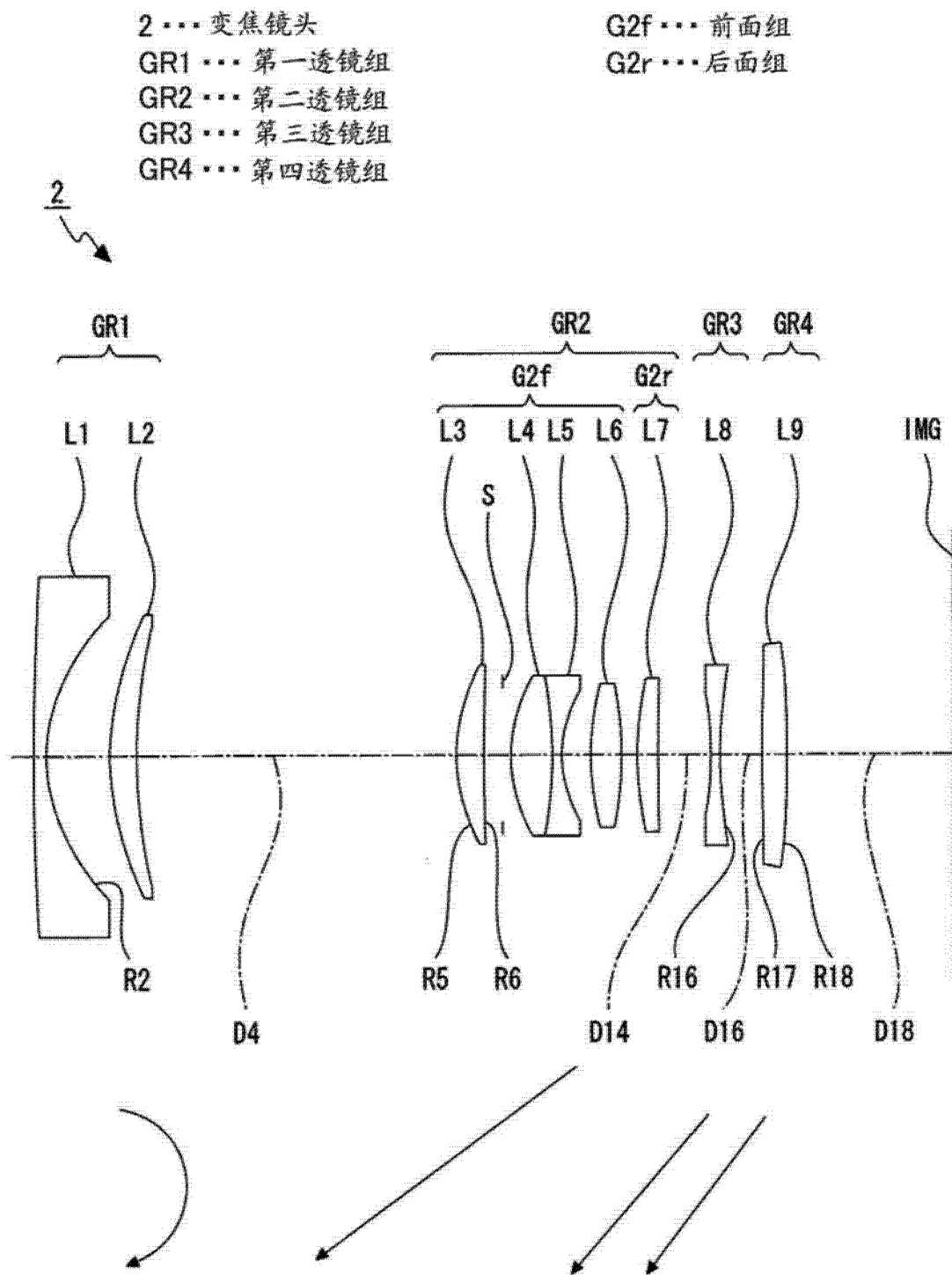


图 14

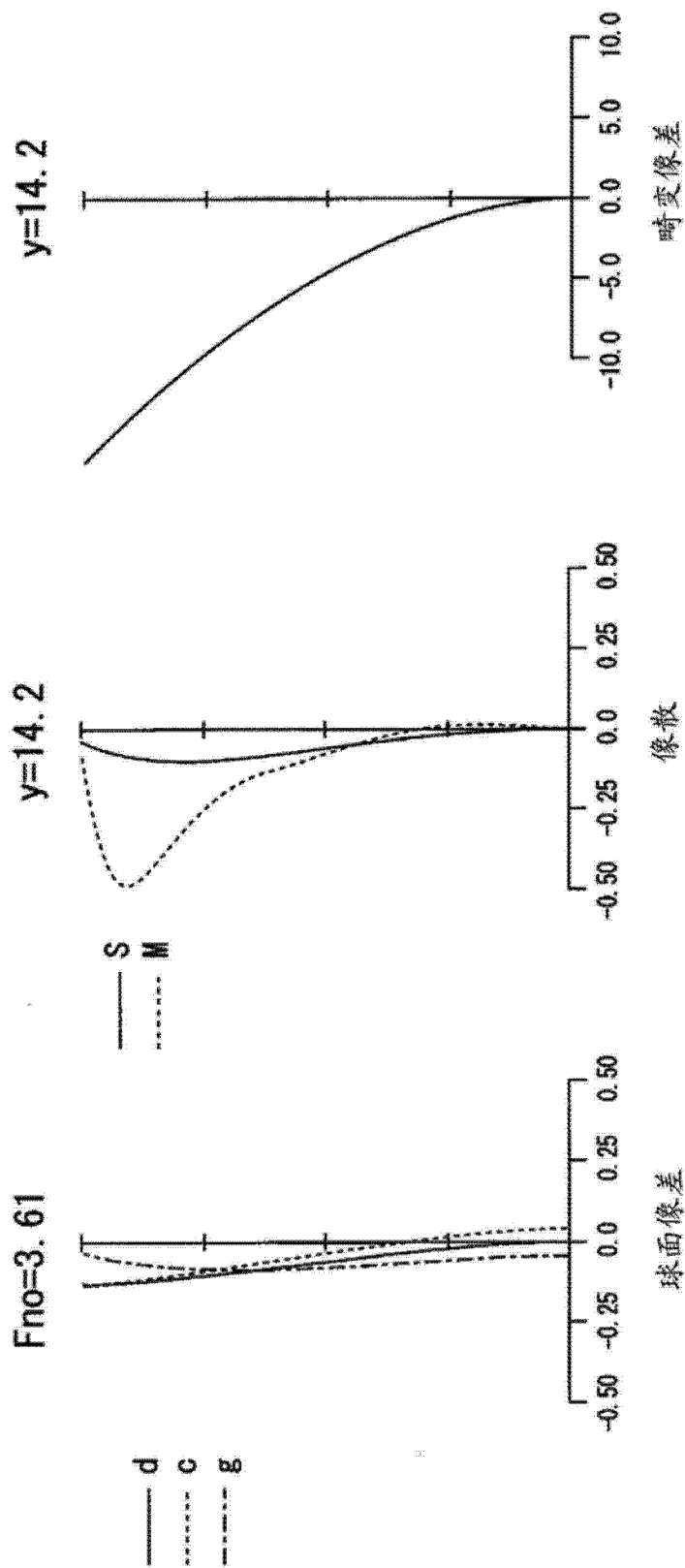


图 15

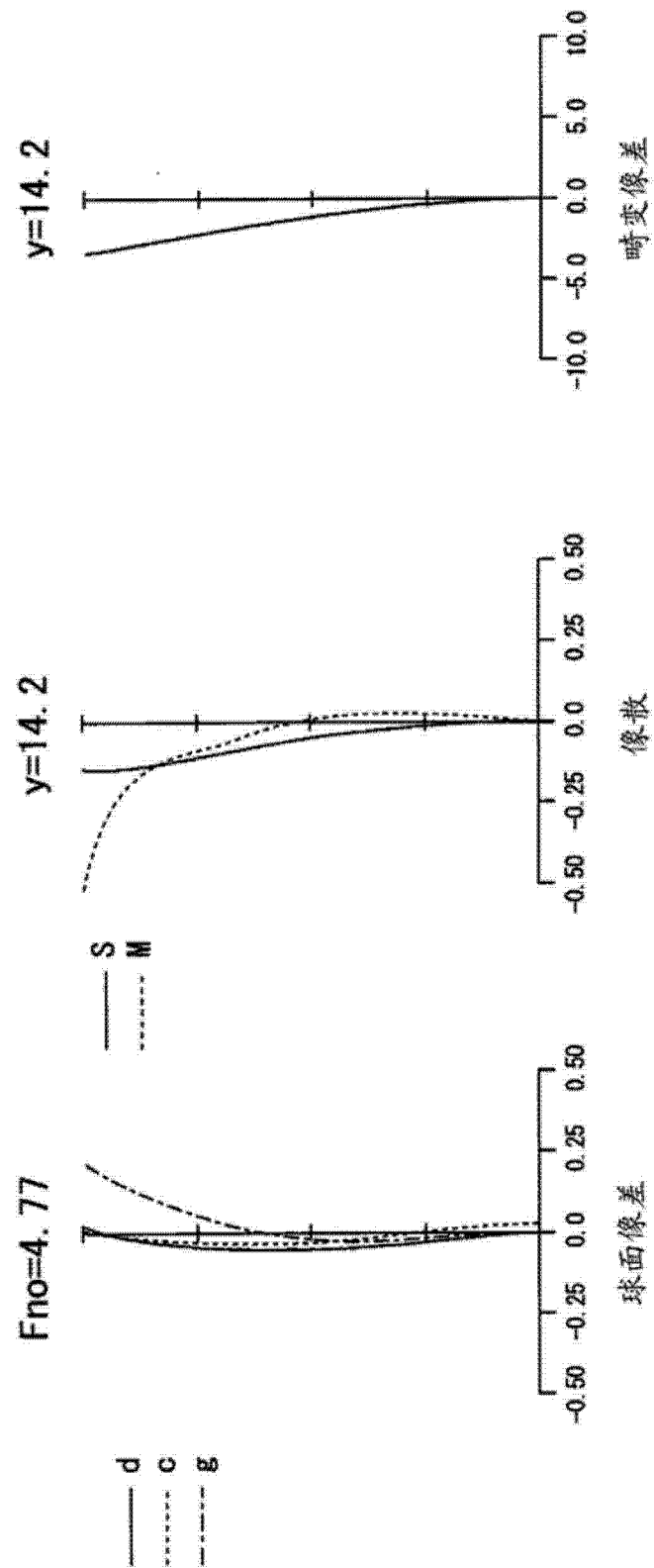


图 16

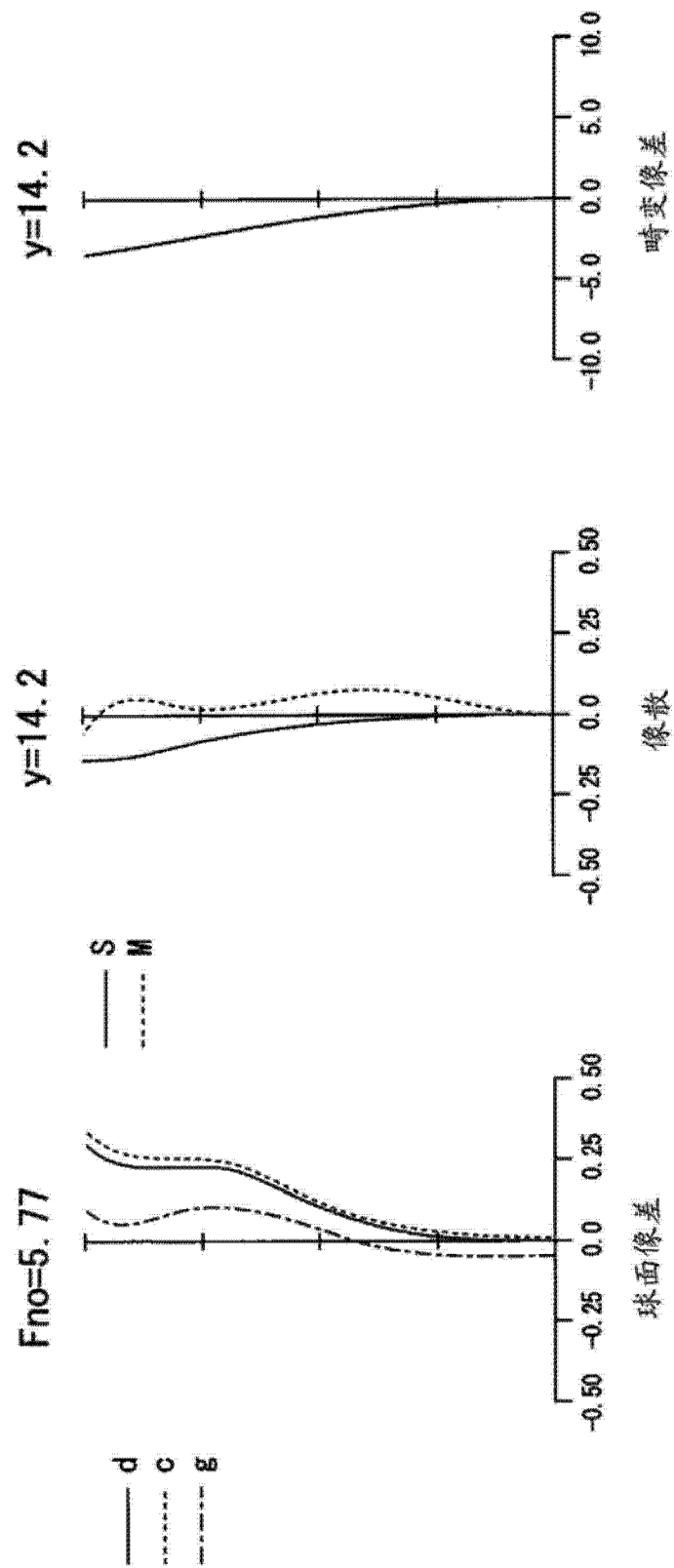


图 17

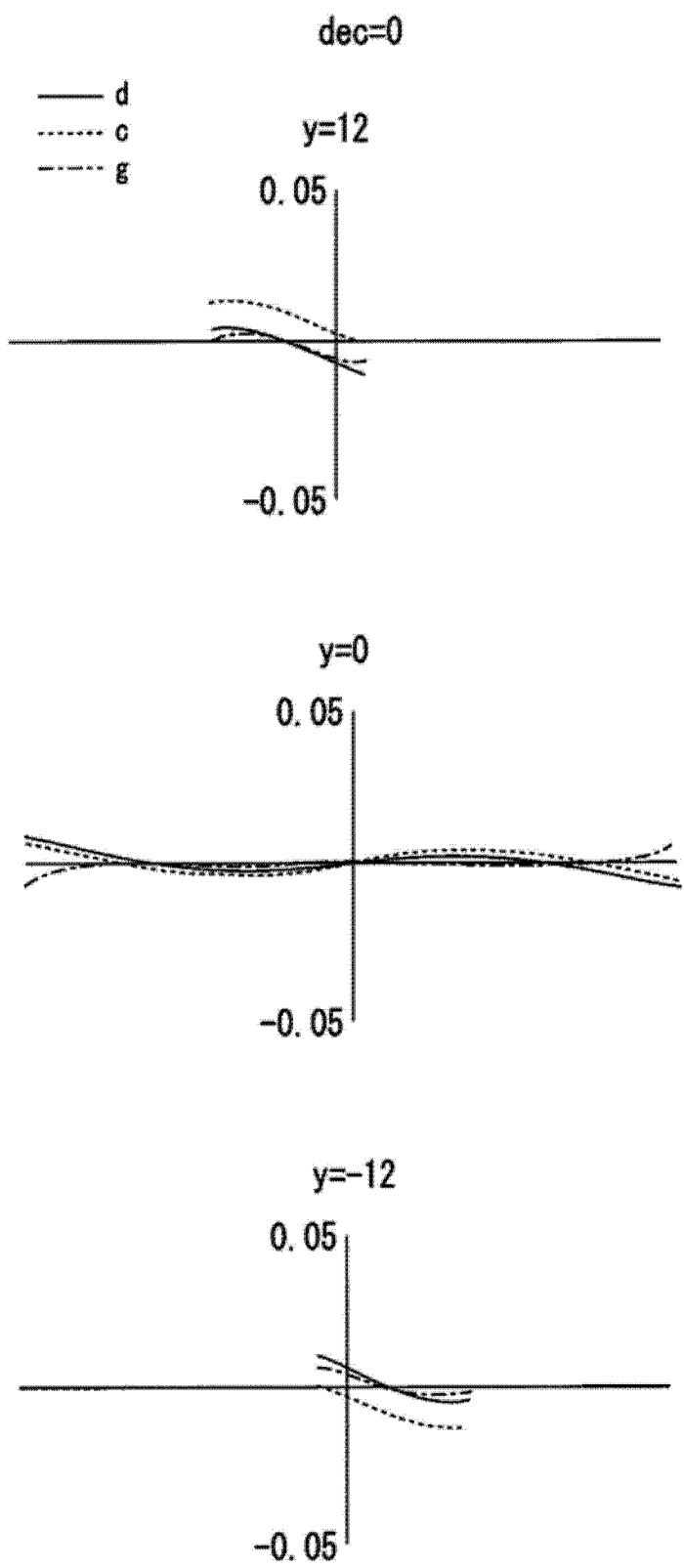


图 18

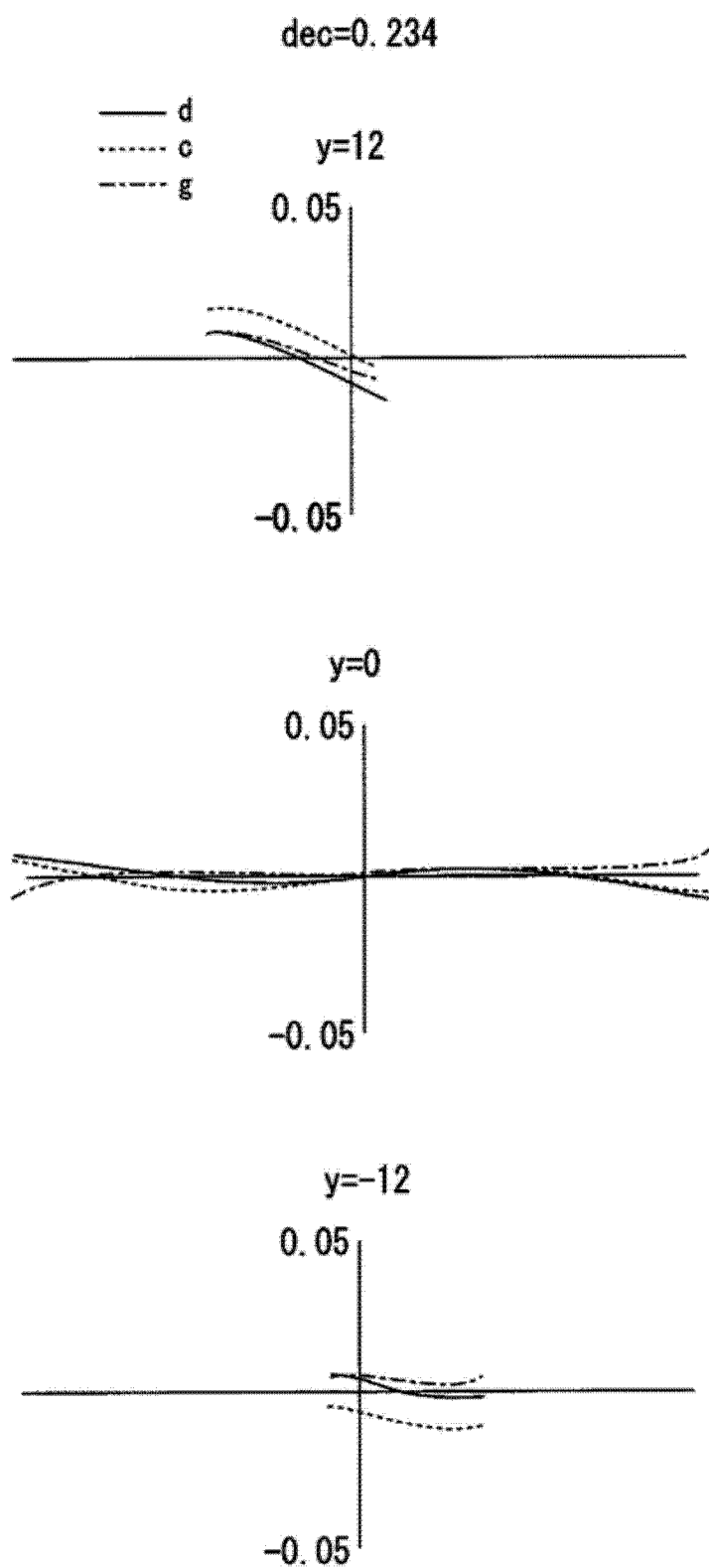


图 19

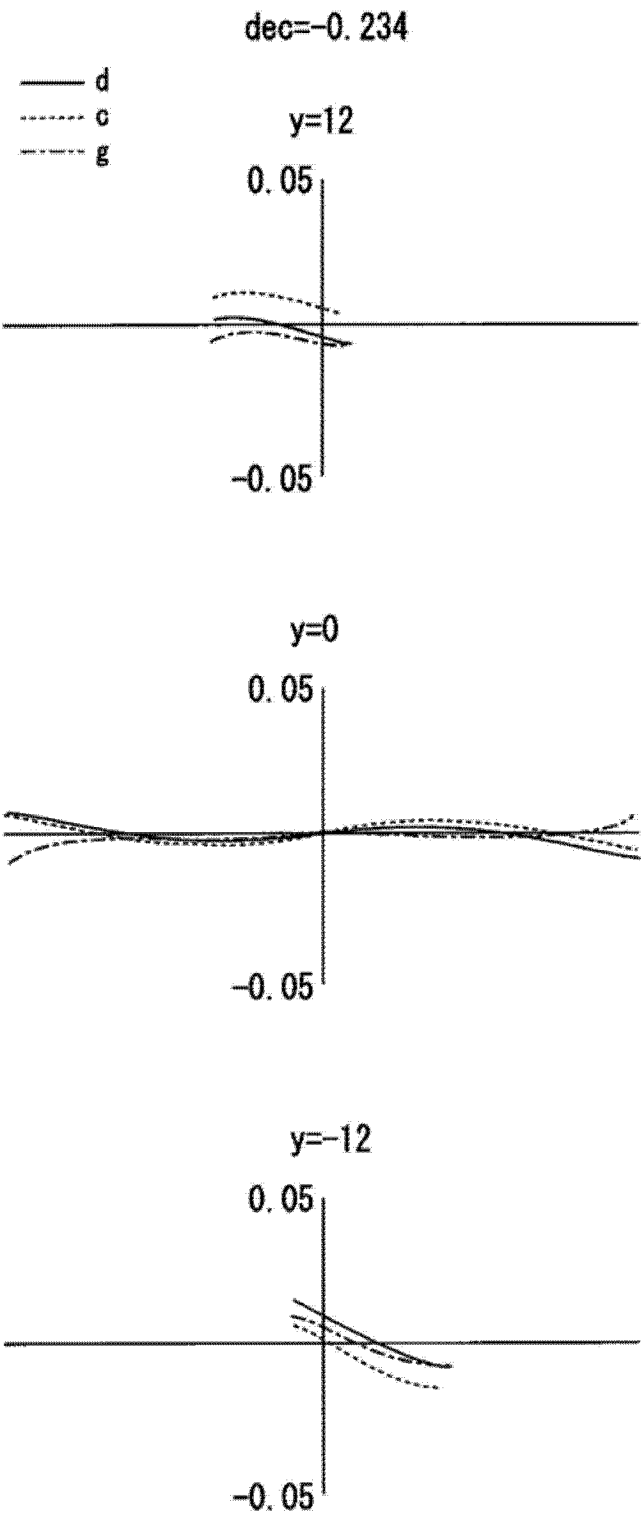


图 20

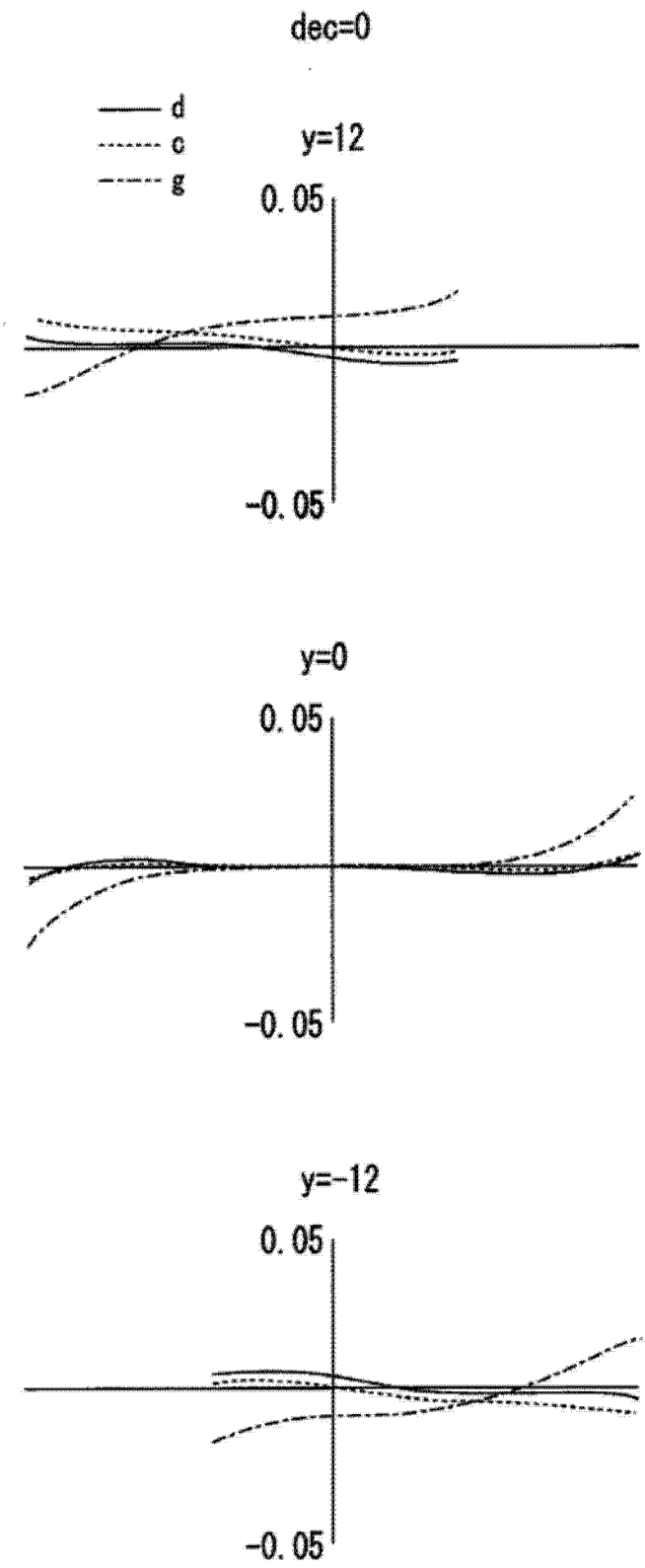


图 21

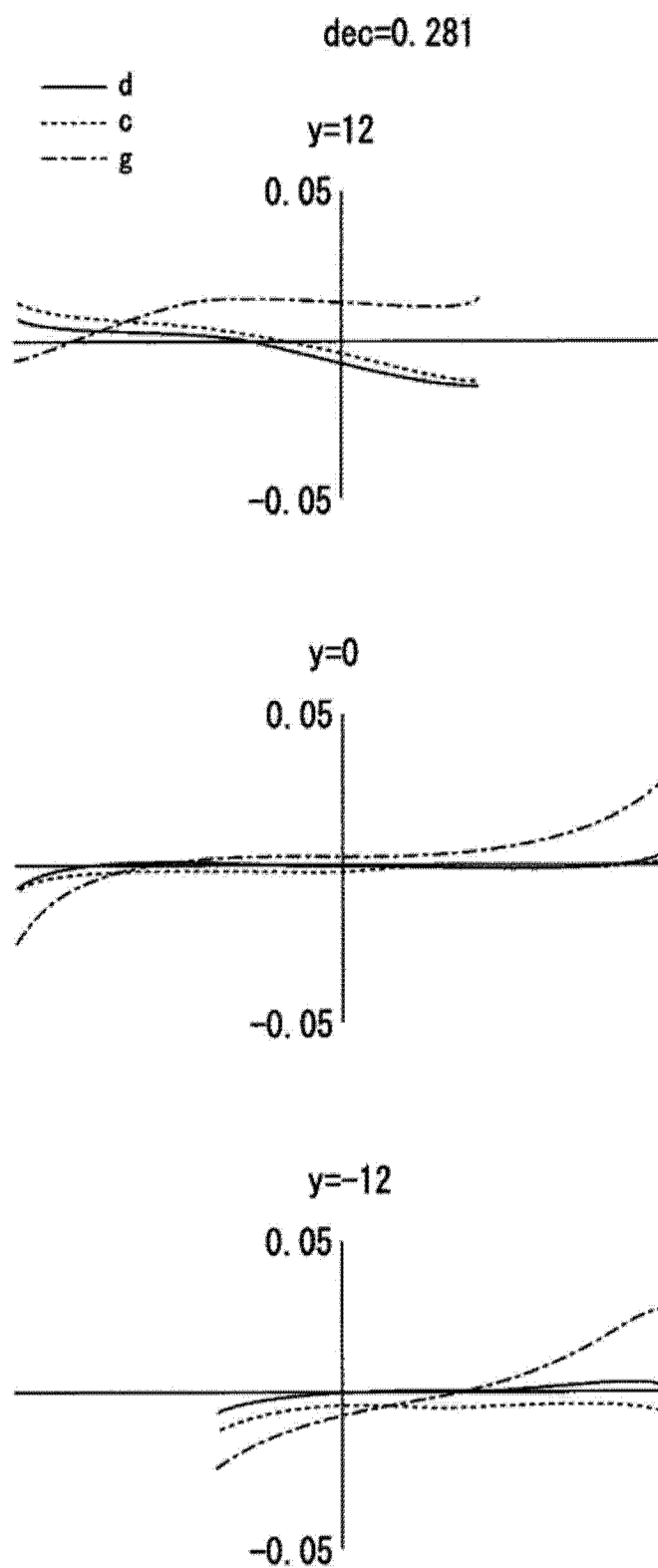


图 22

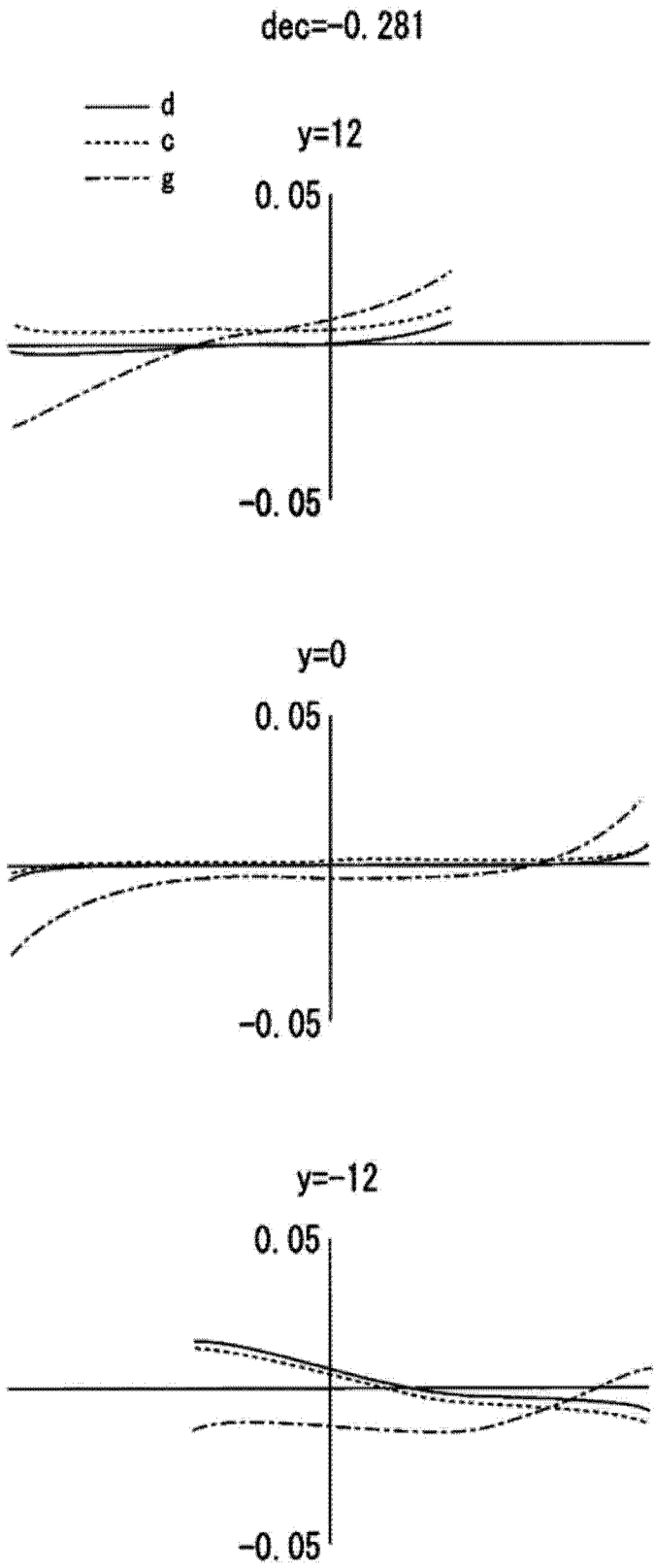


图 23

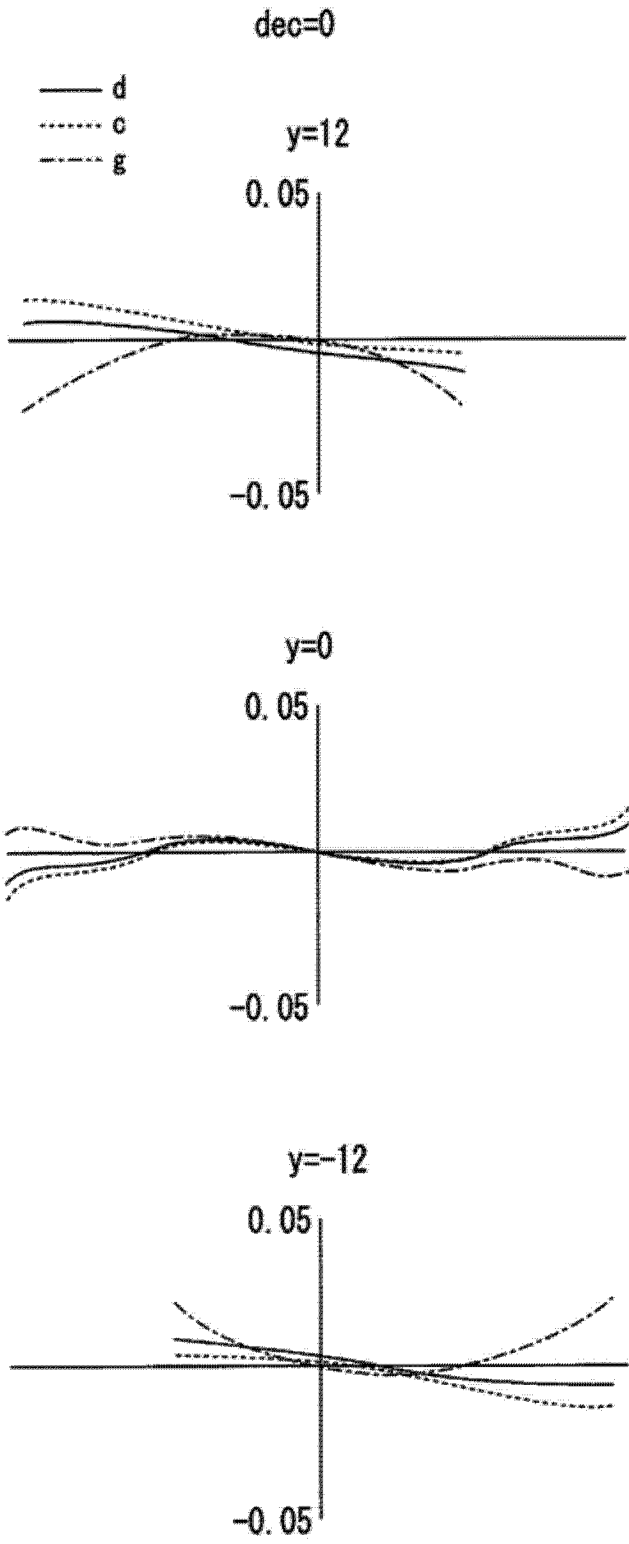


图 24

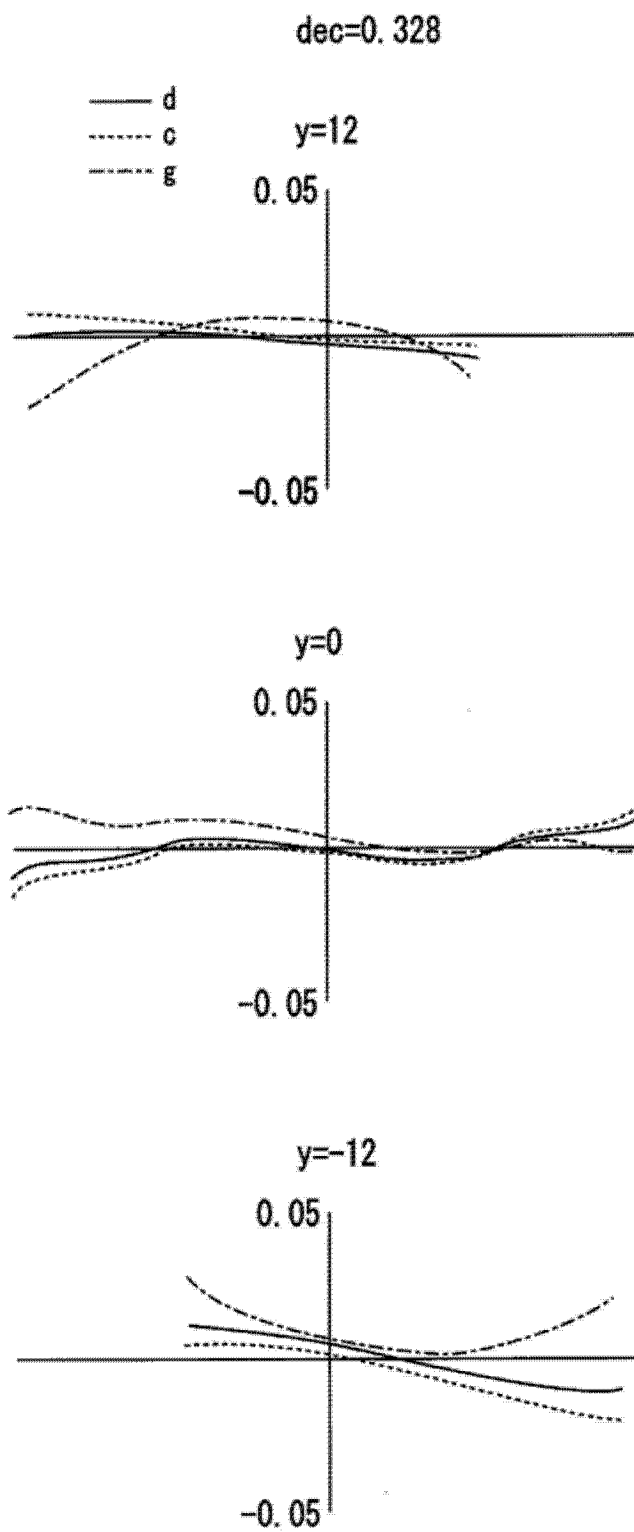


图 25

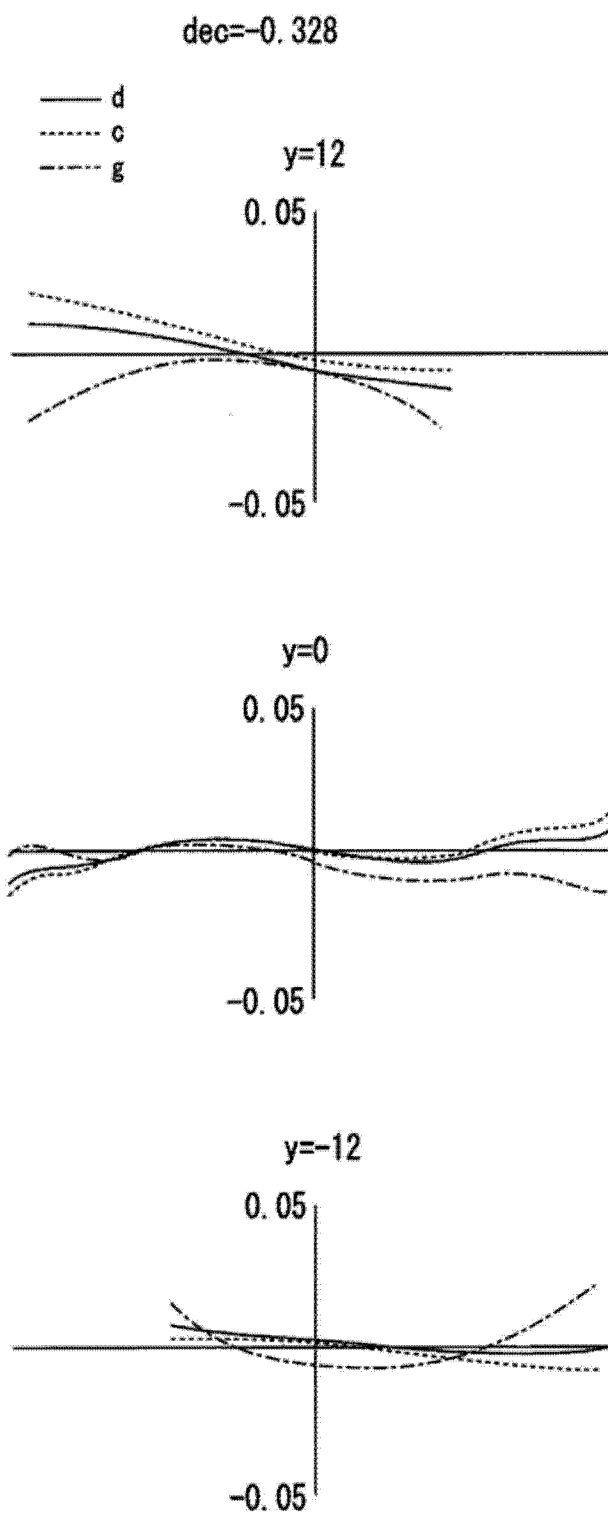


图 26

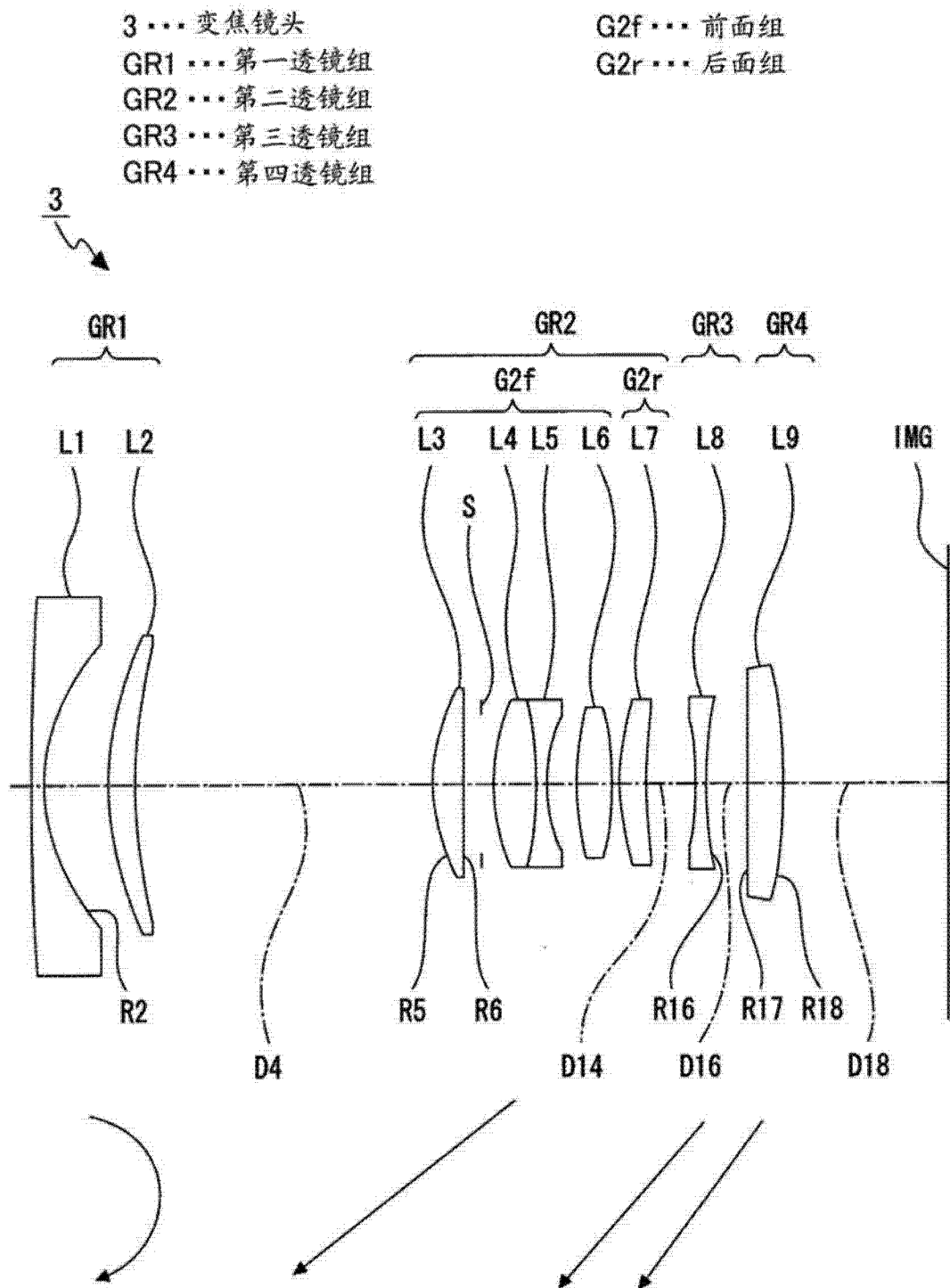


图 27

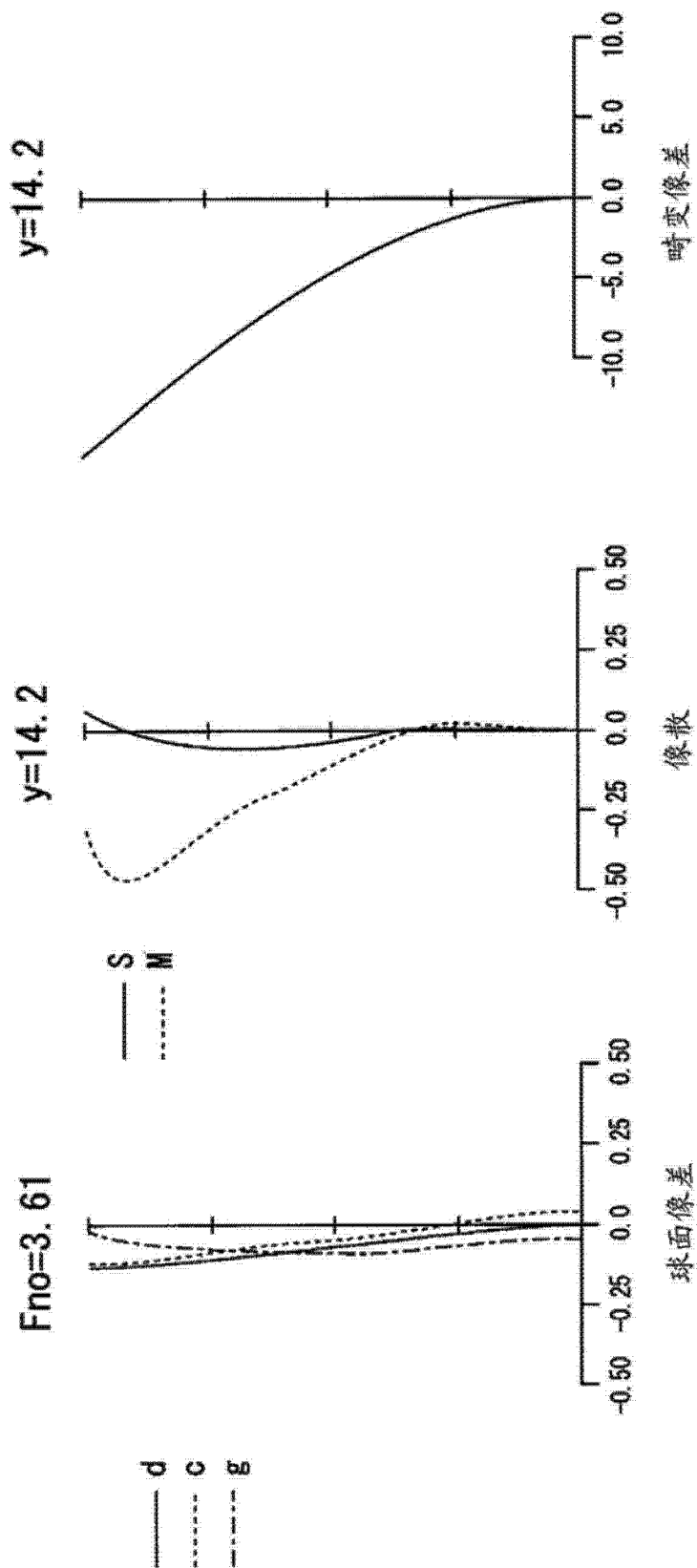


图 28

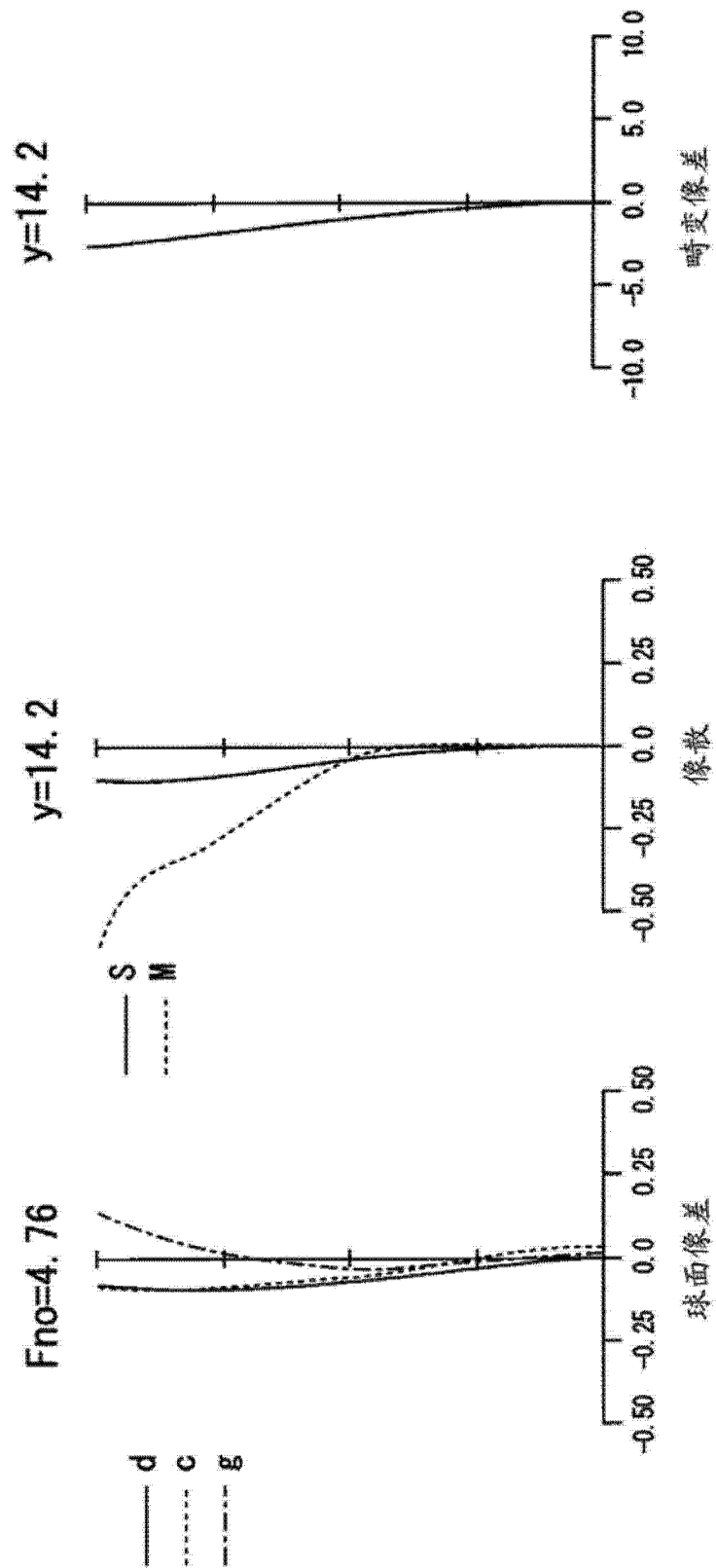


图 29

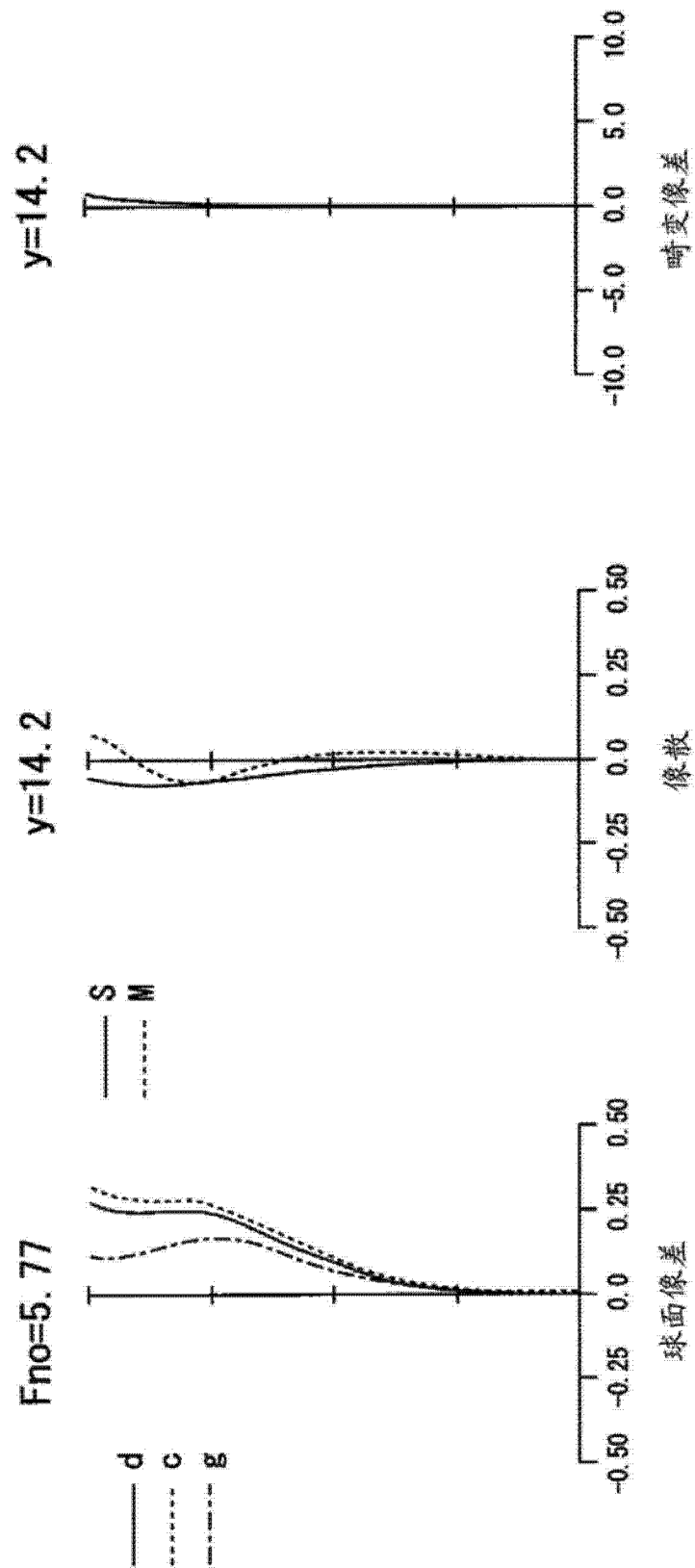


图 30

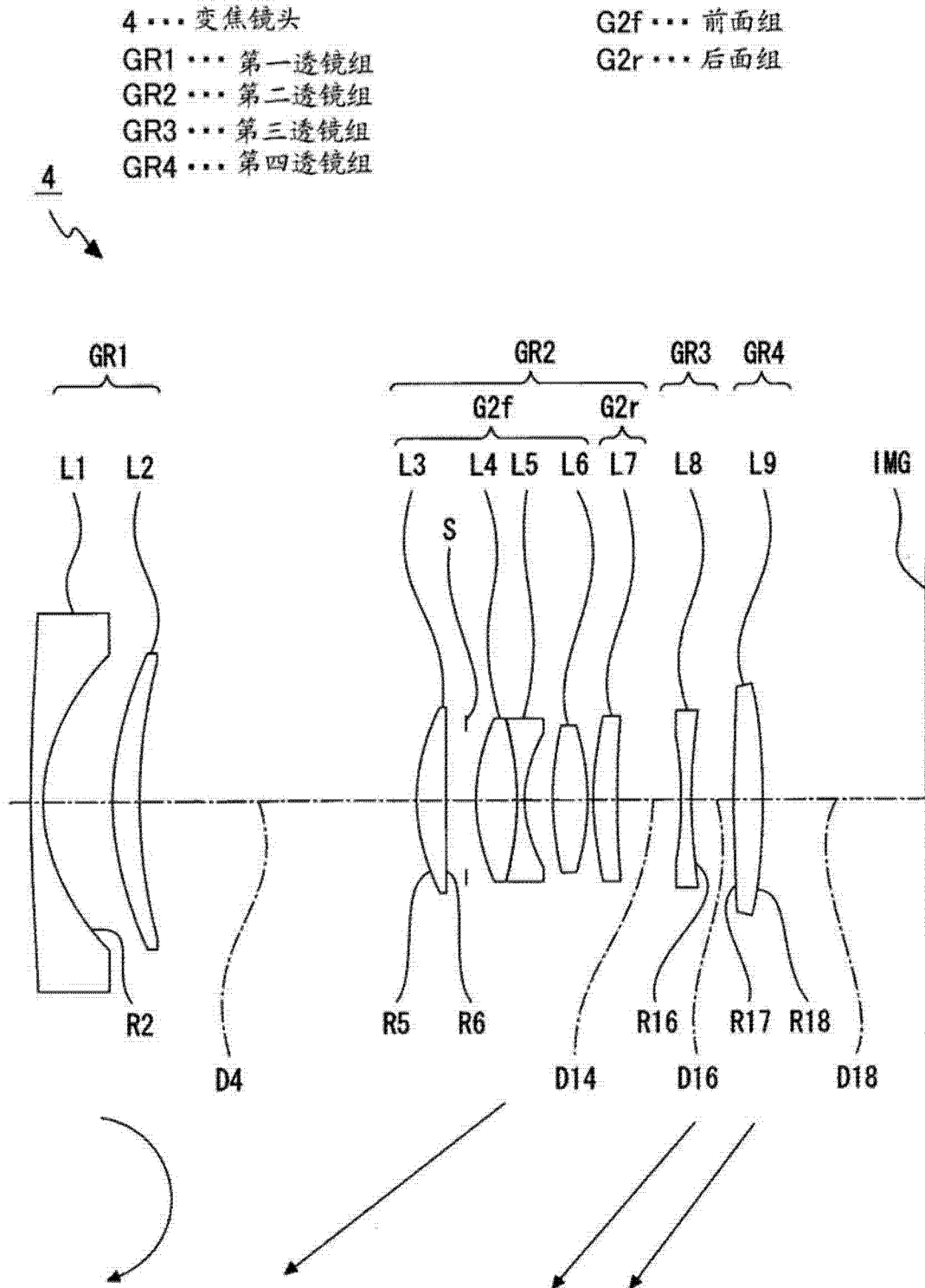


图 31

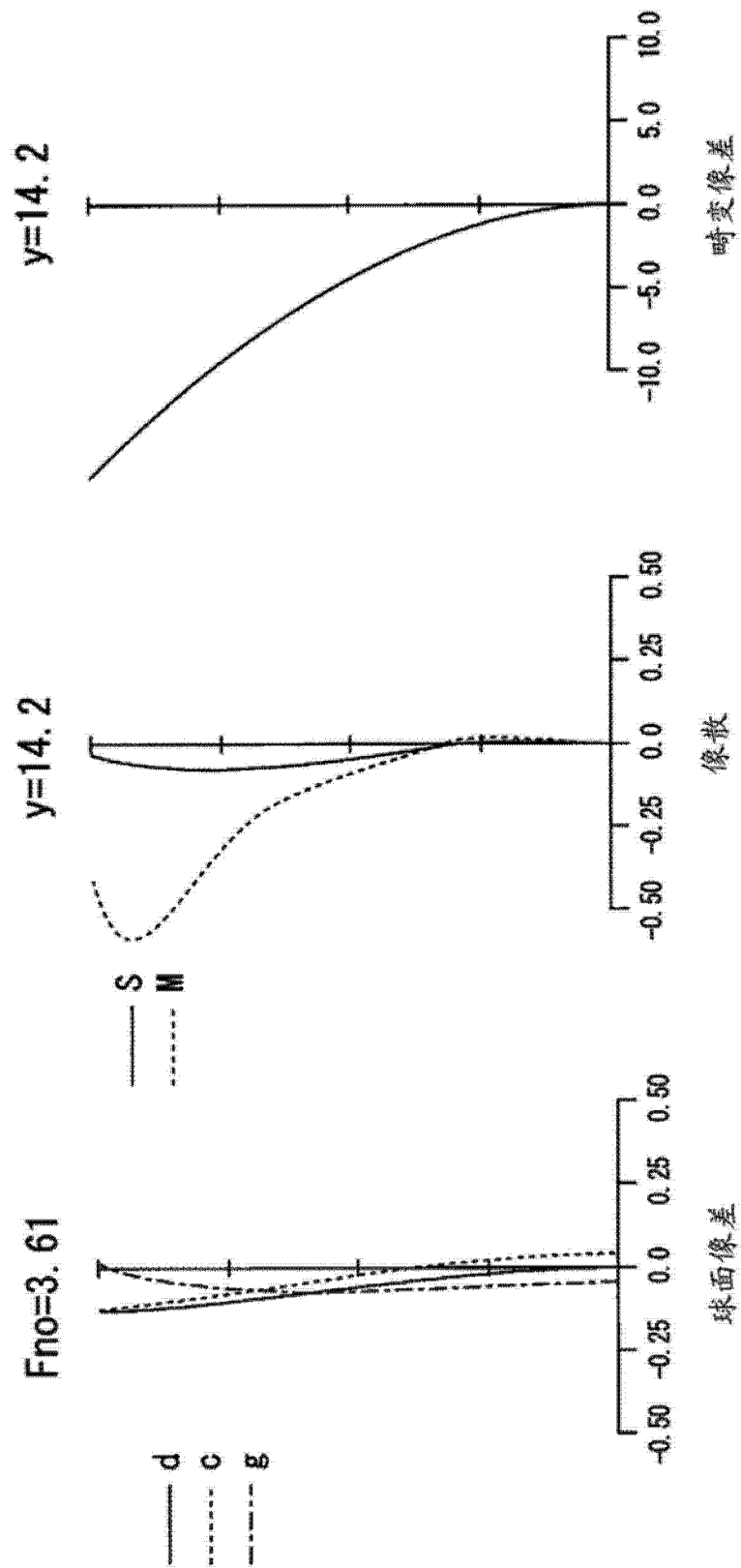


图 32

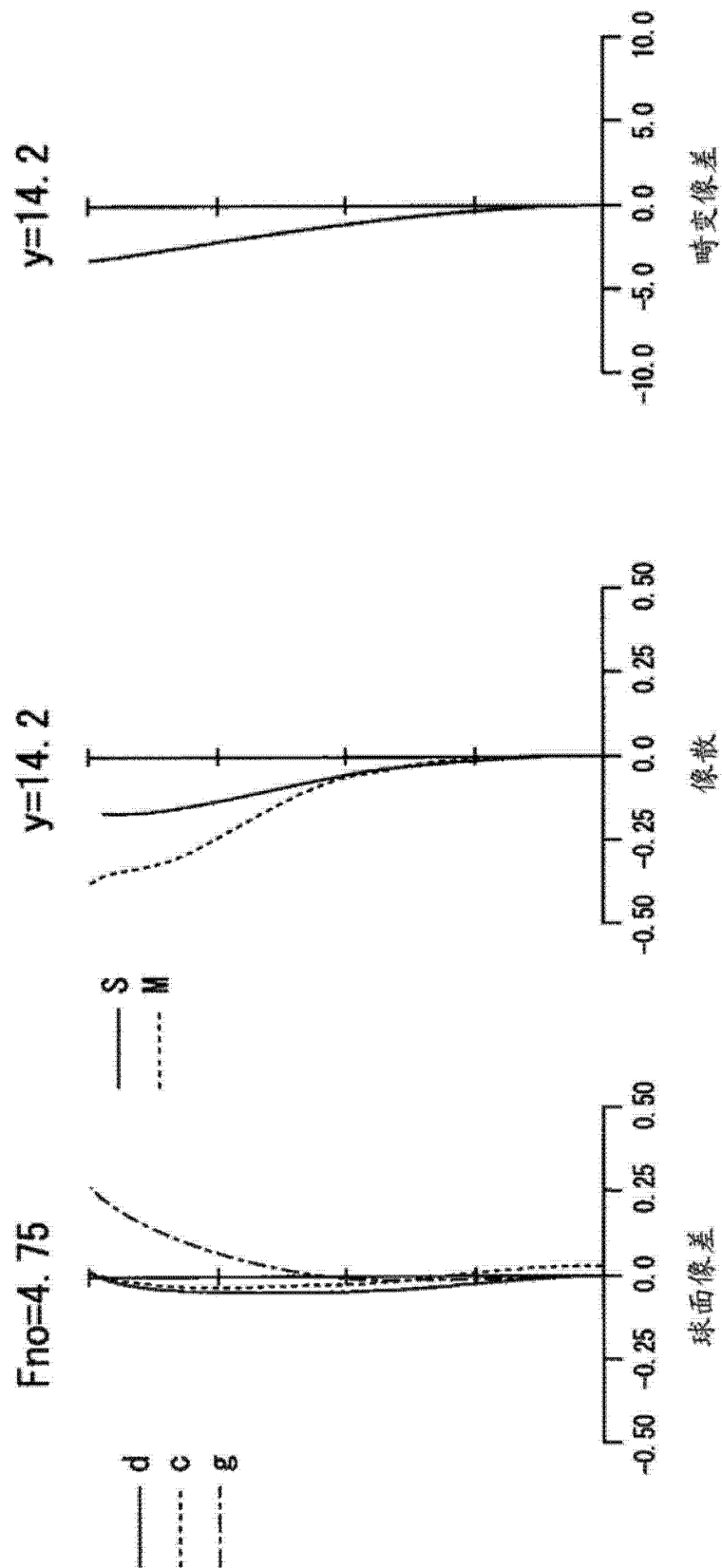


图 33

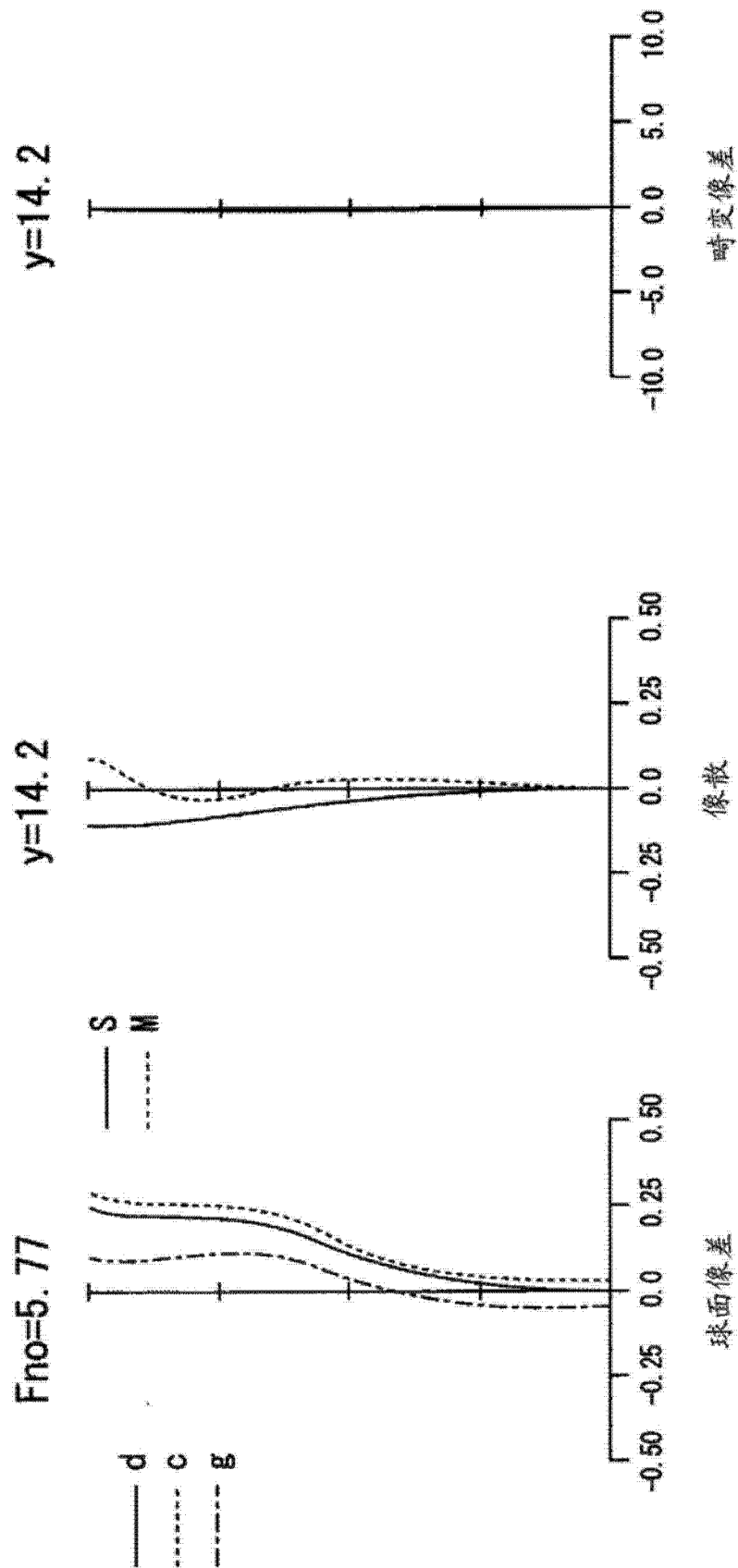


图 34

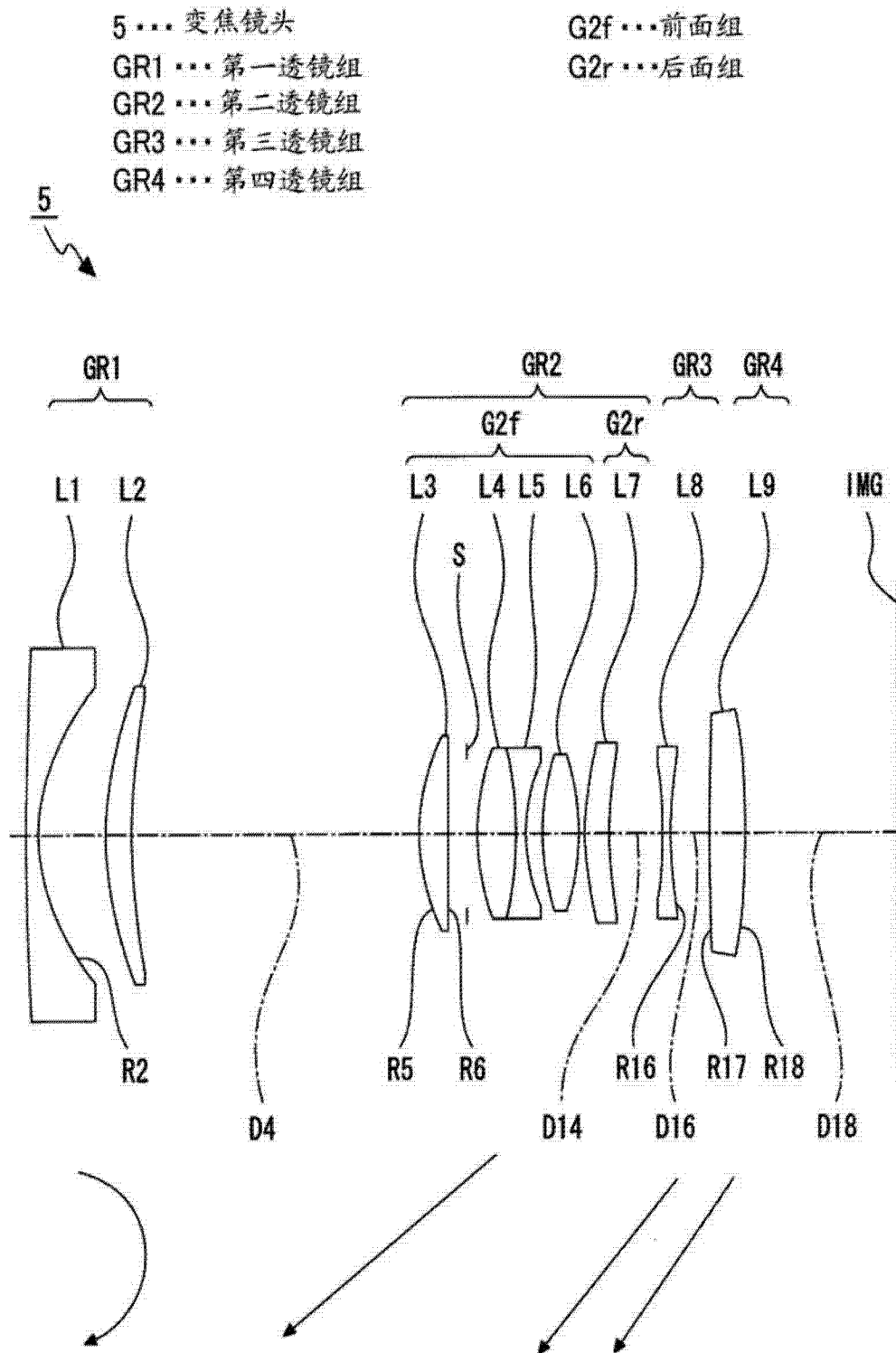


图 35

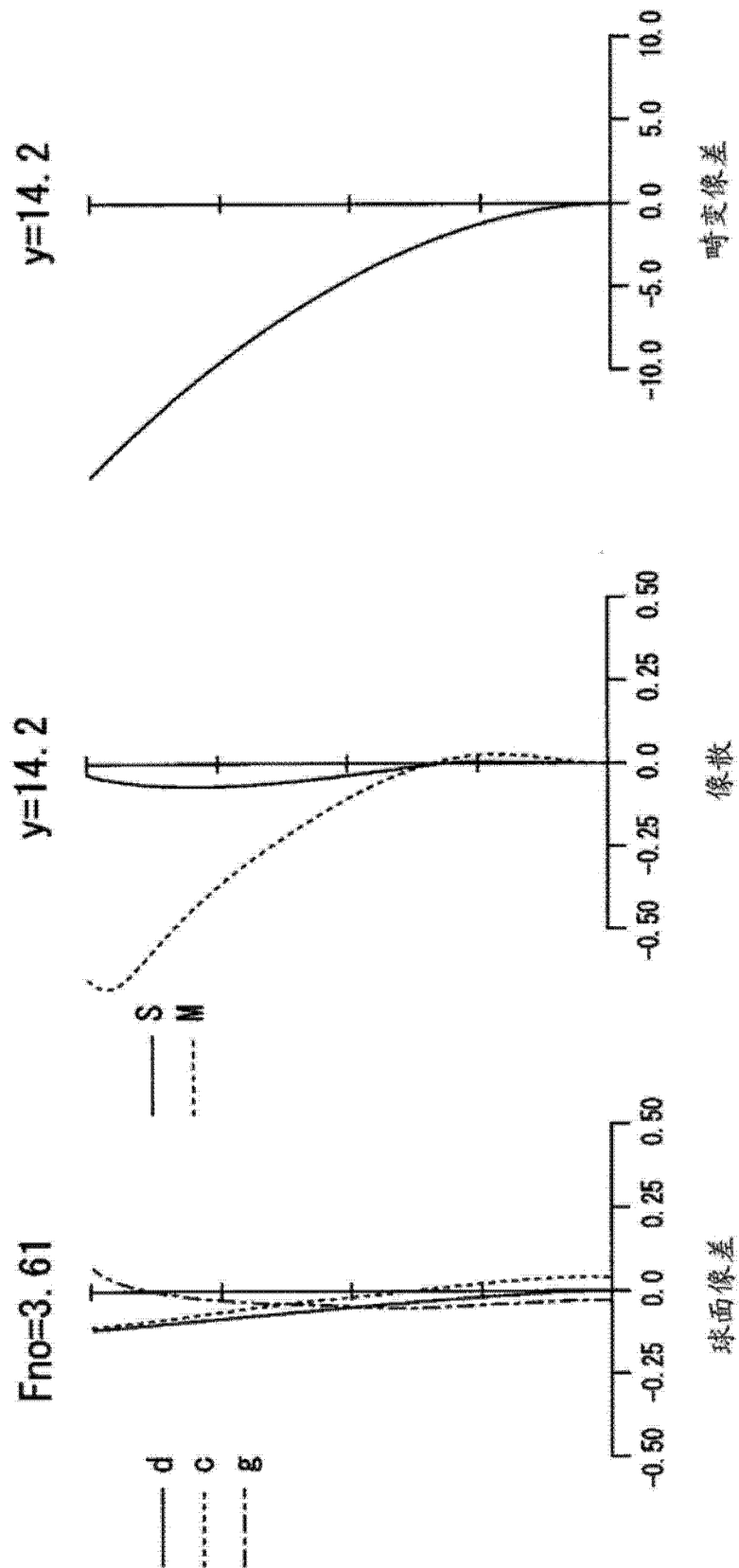


图 36

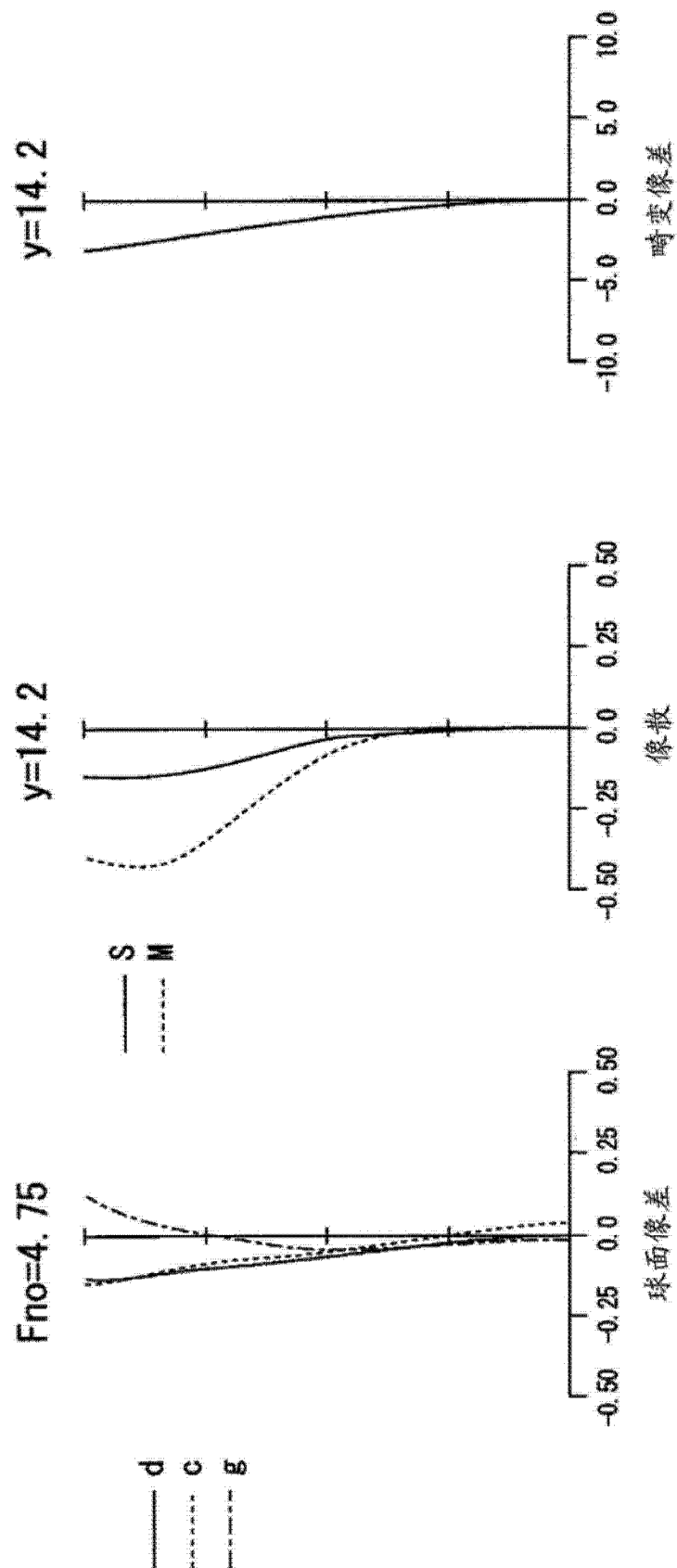


图 37

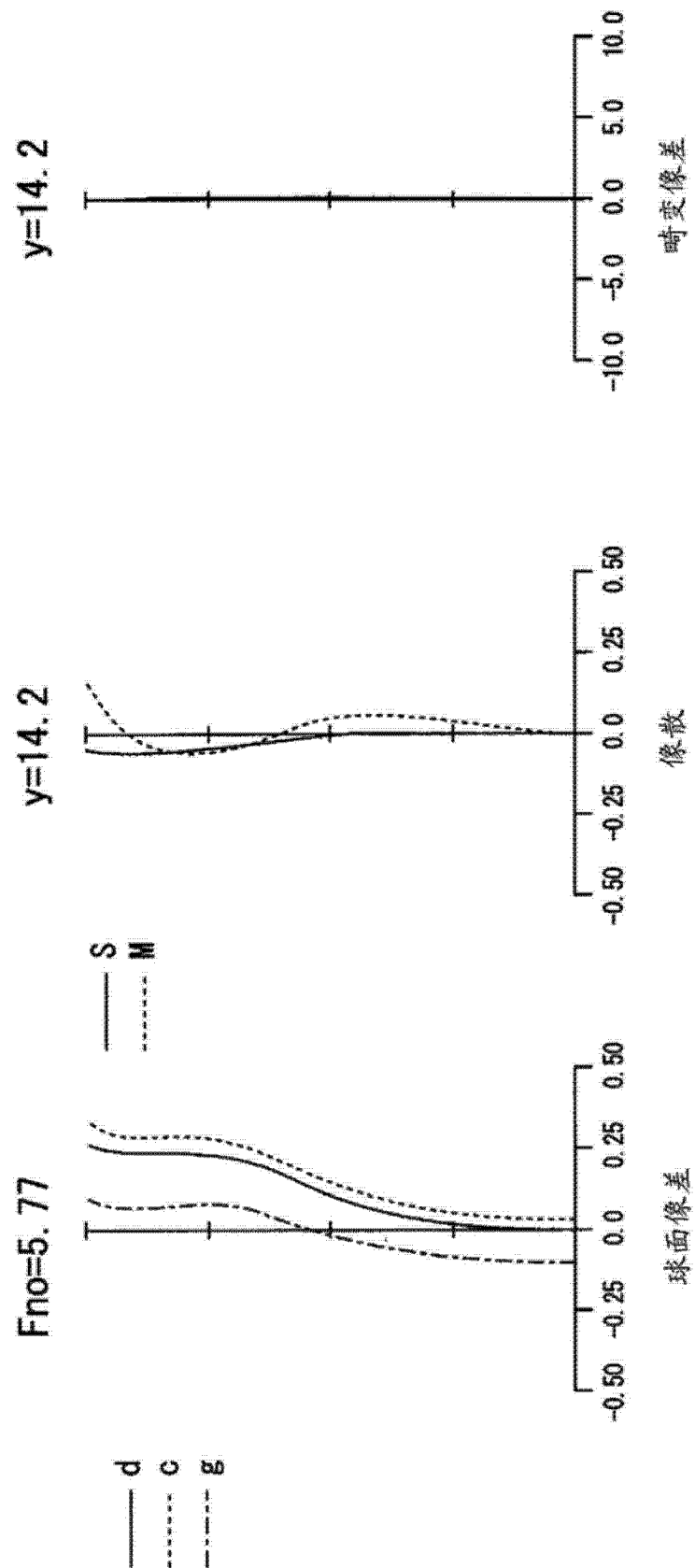


图 38

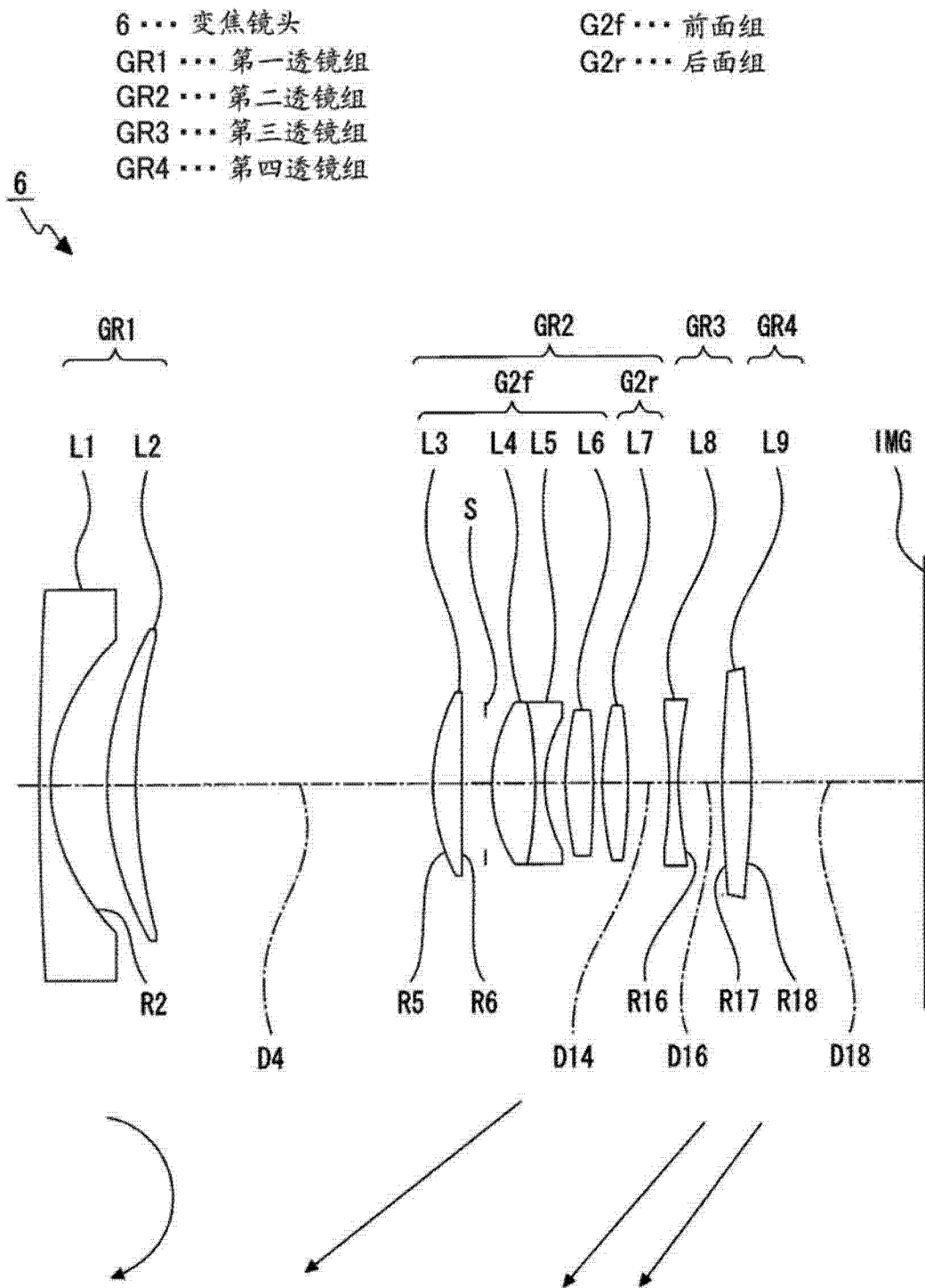


图 39

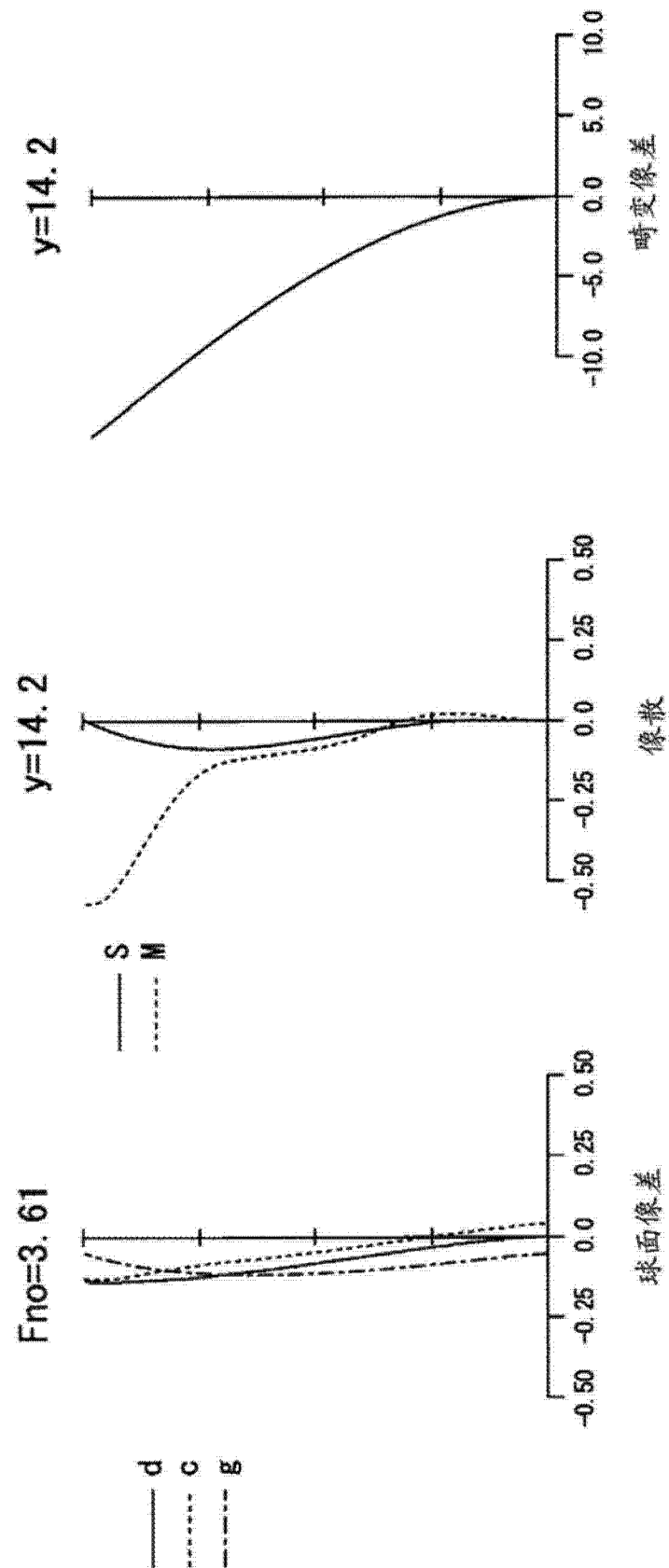


图 40

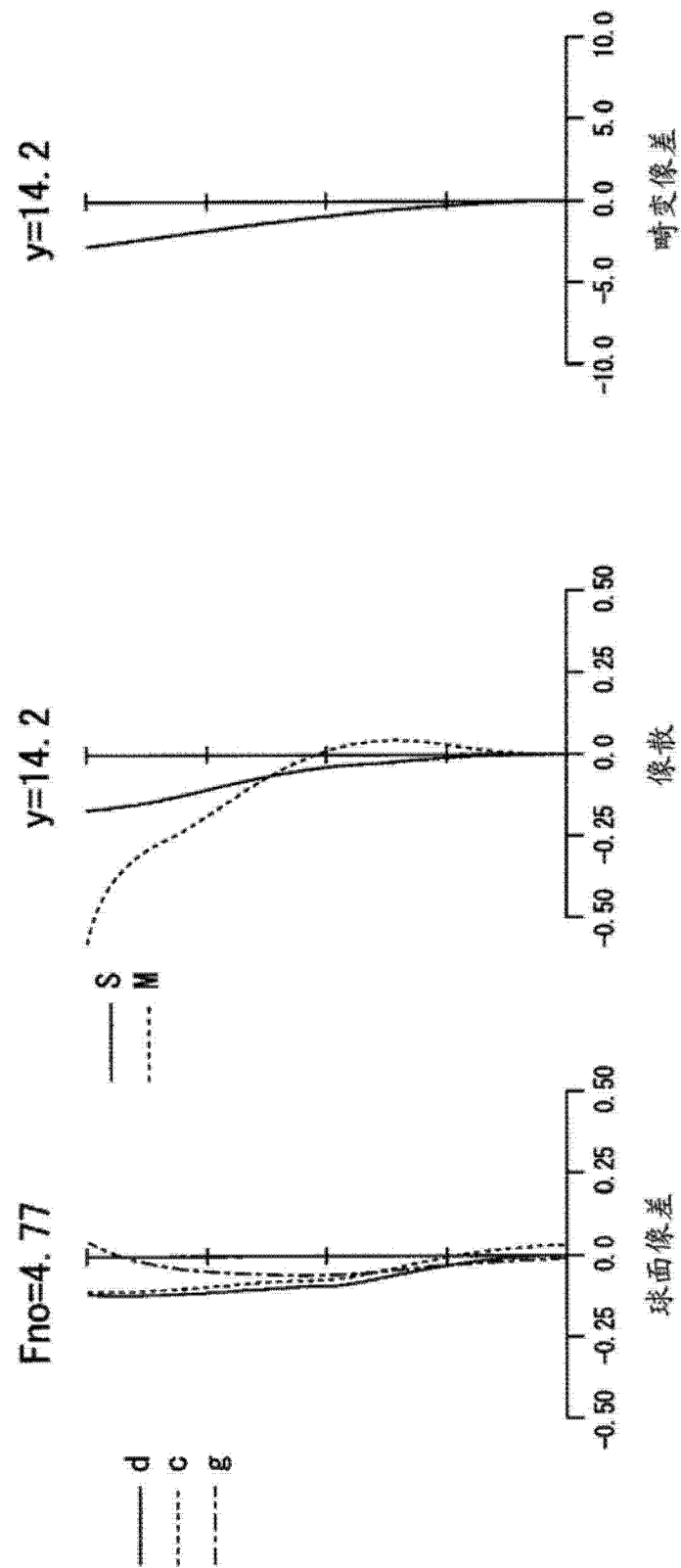


图 41

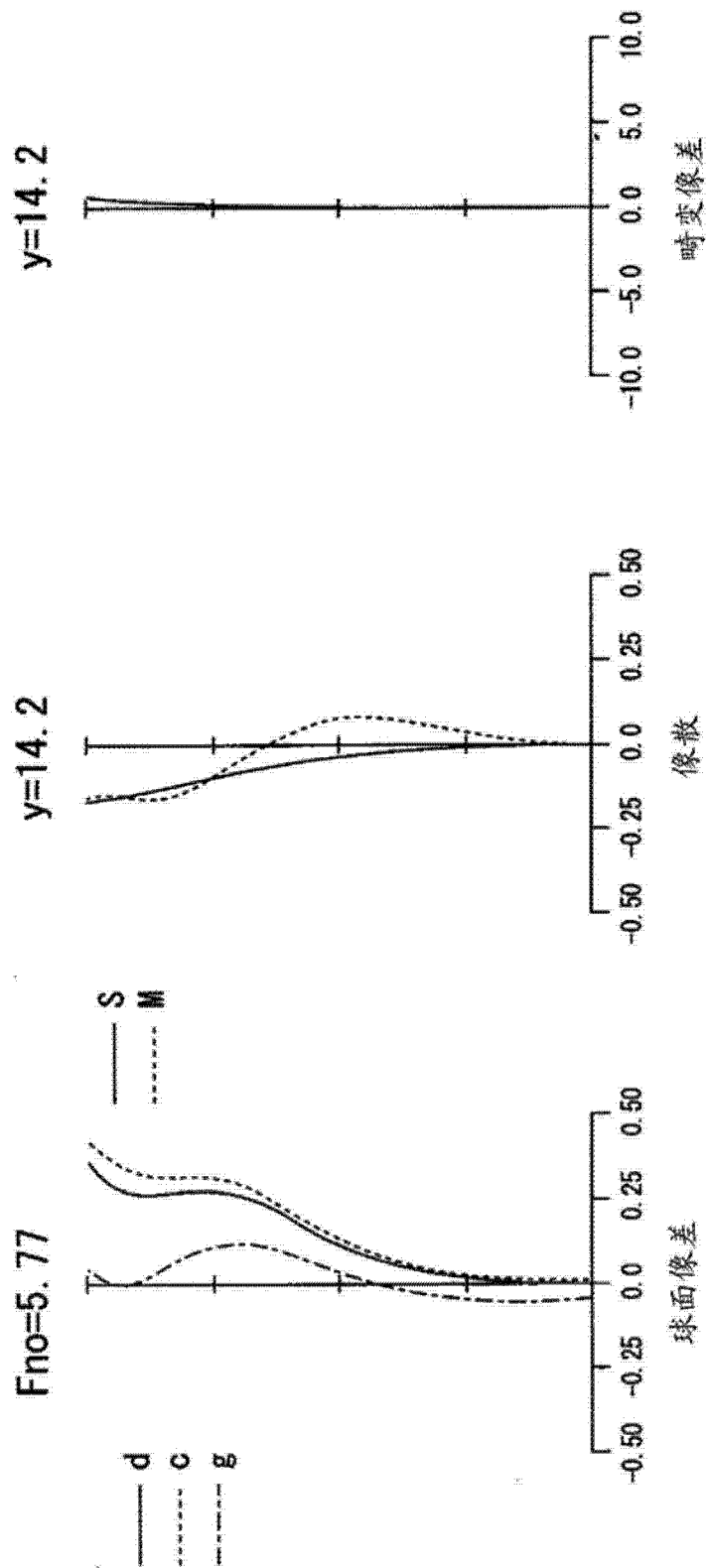


图 42

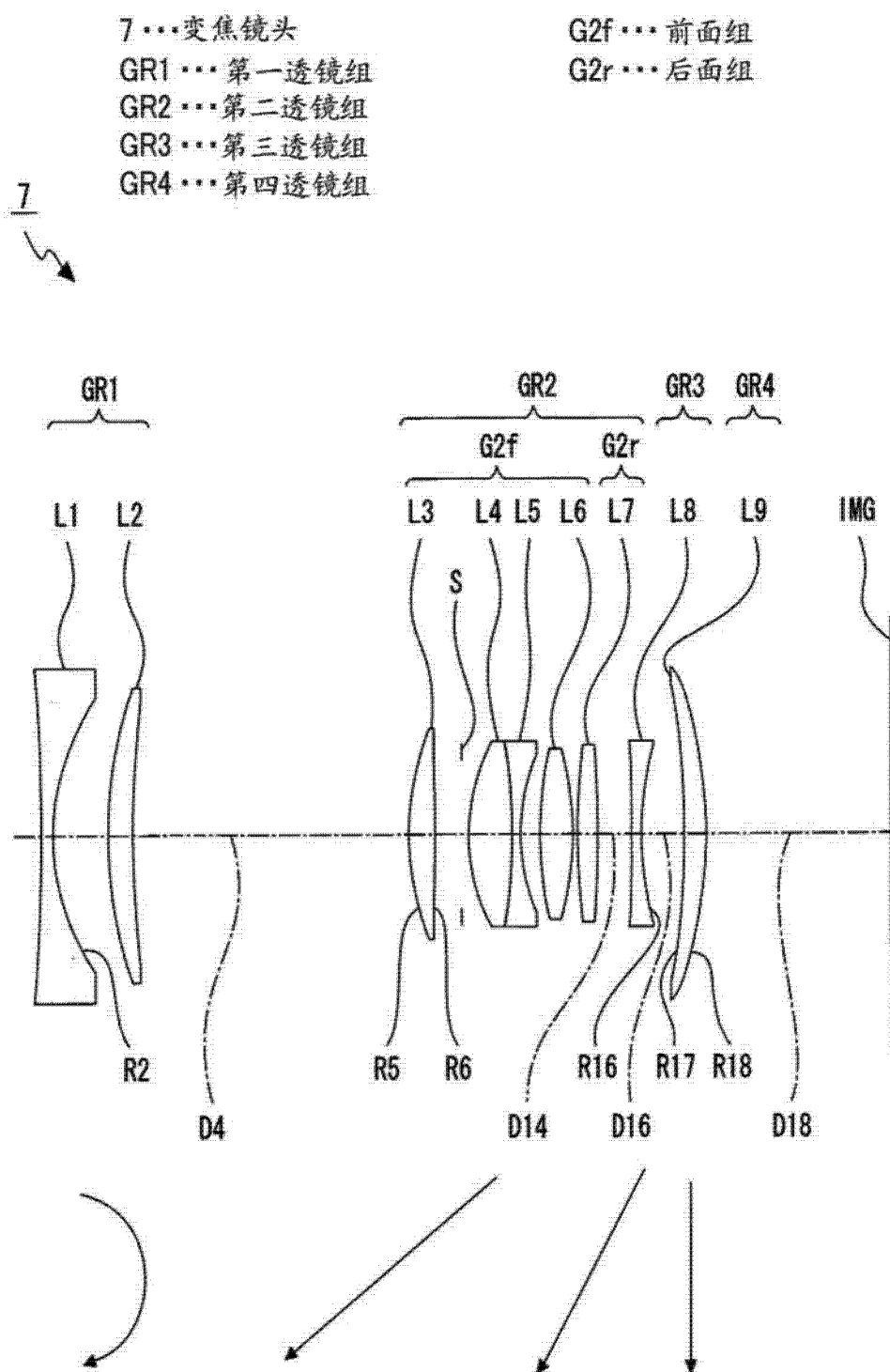


图 43

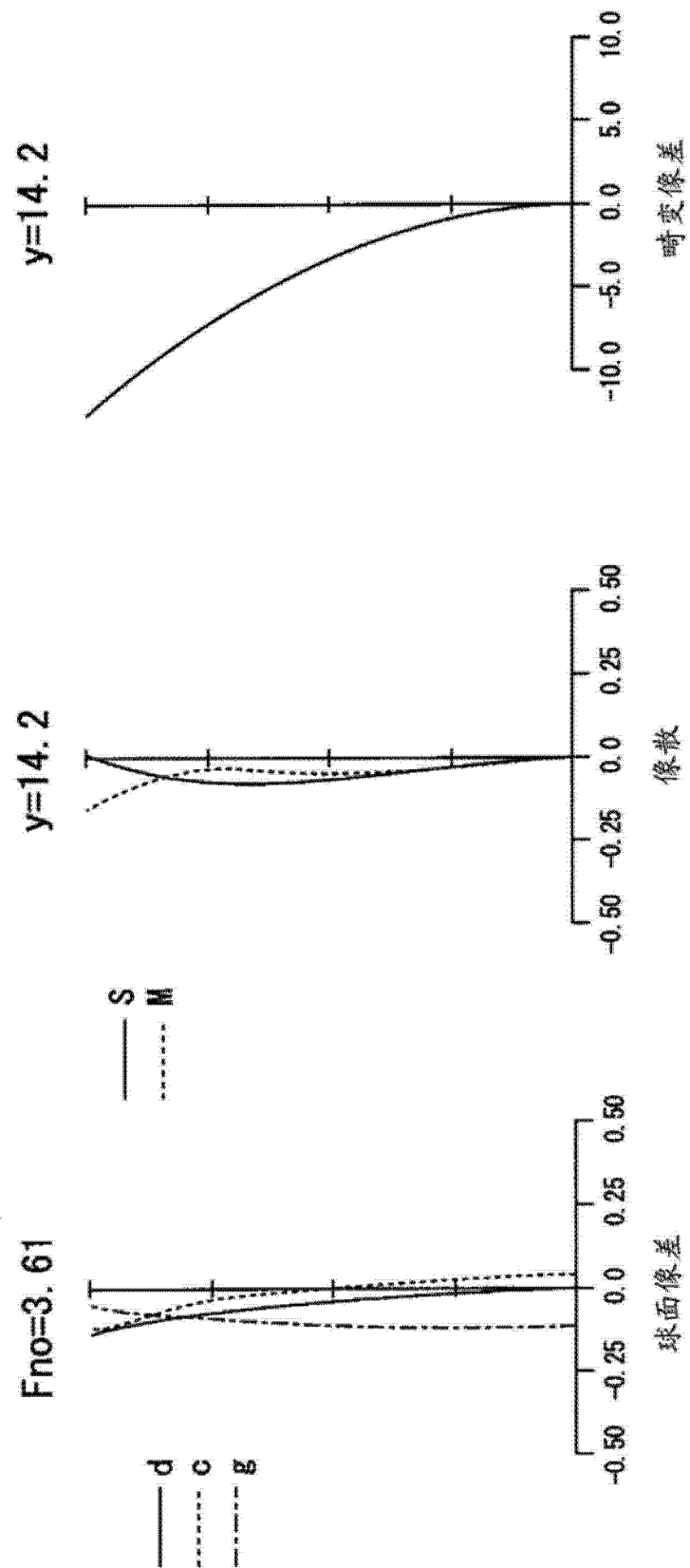


图 44

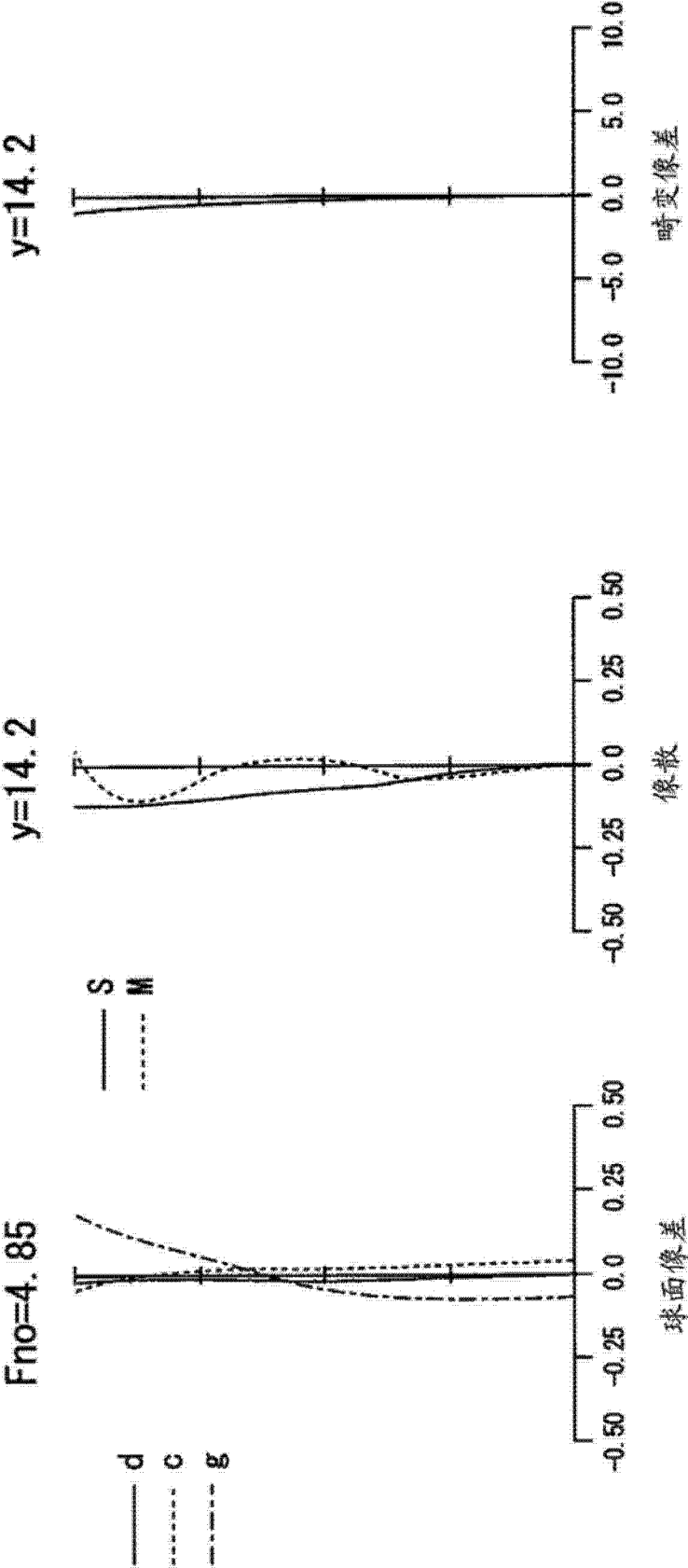


图 45

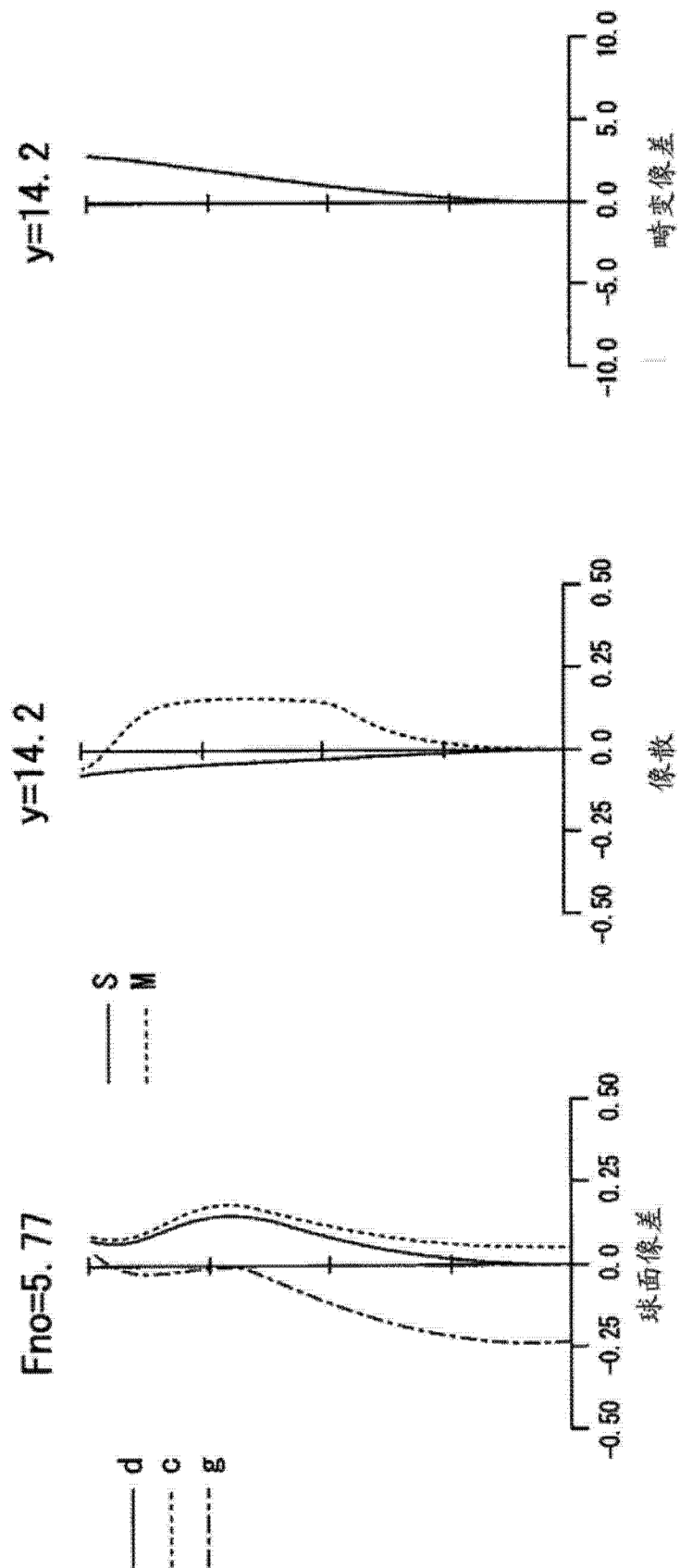


图 46

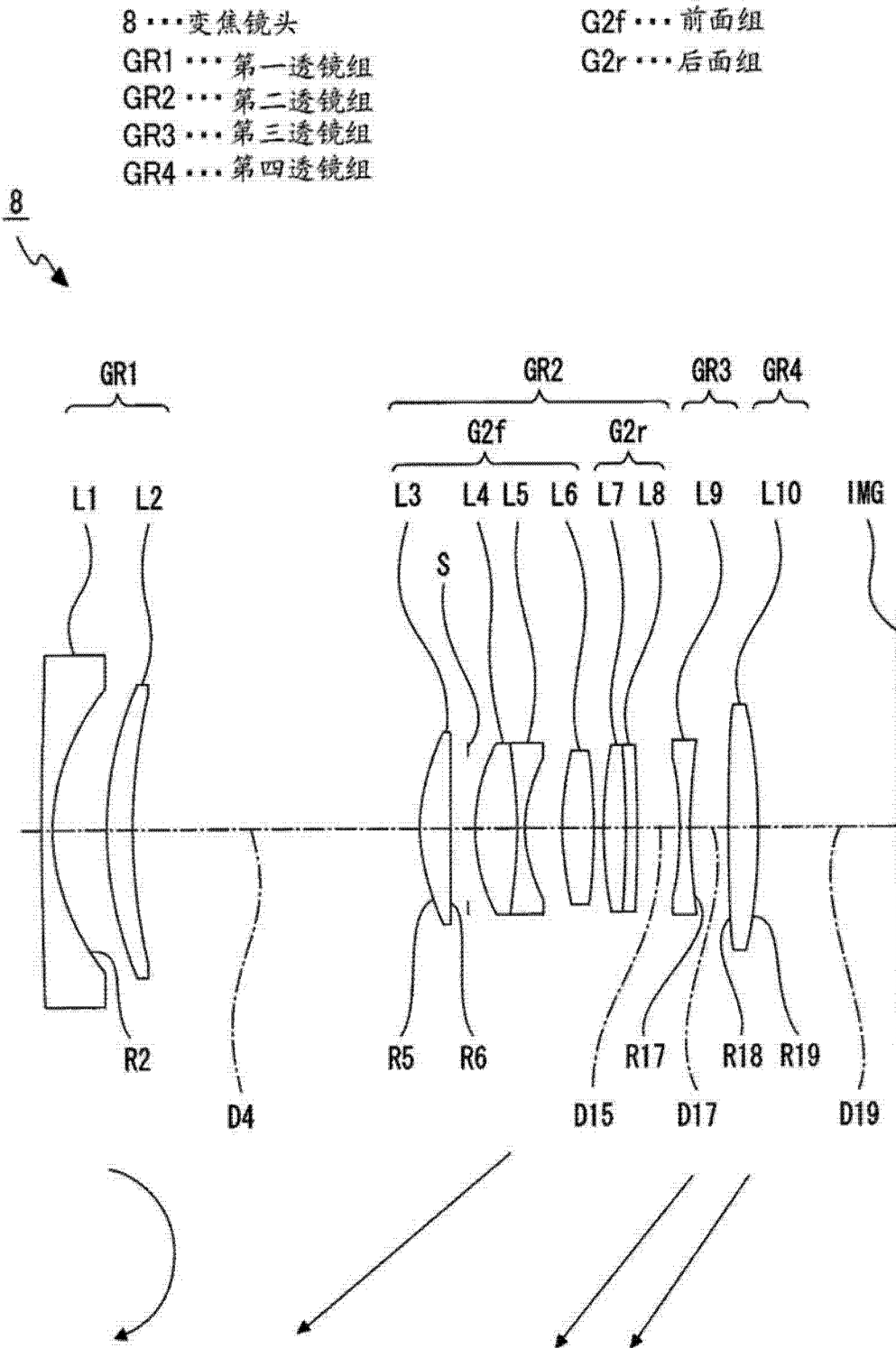


图 47

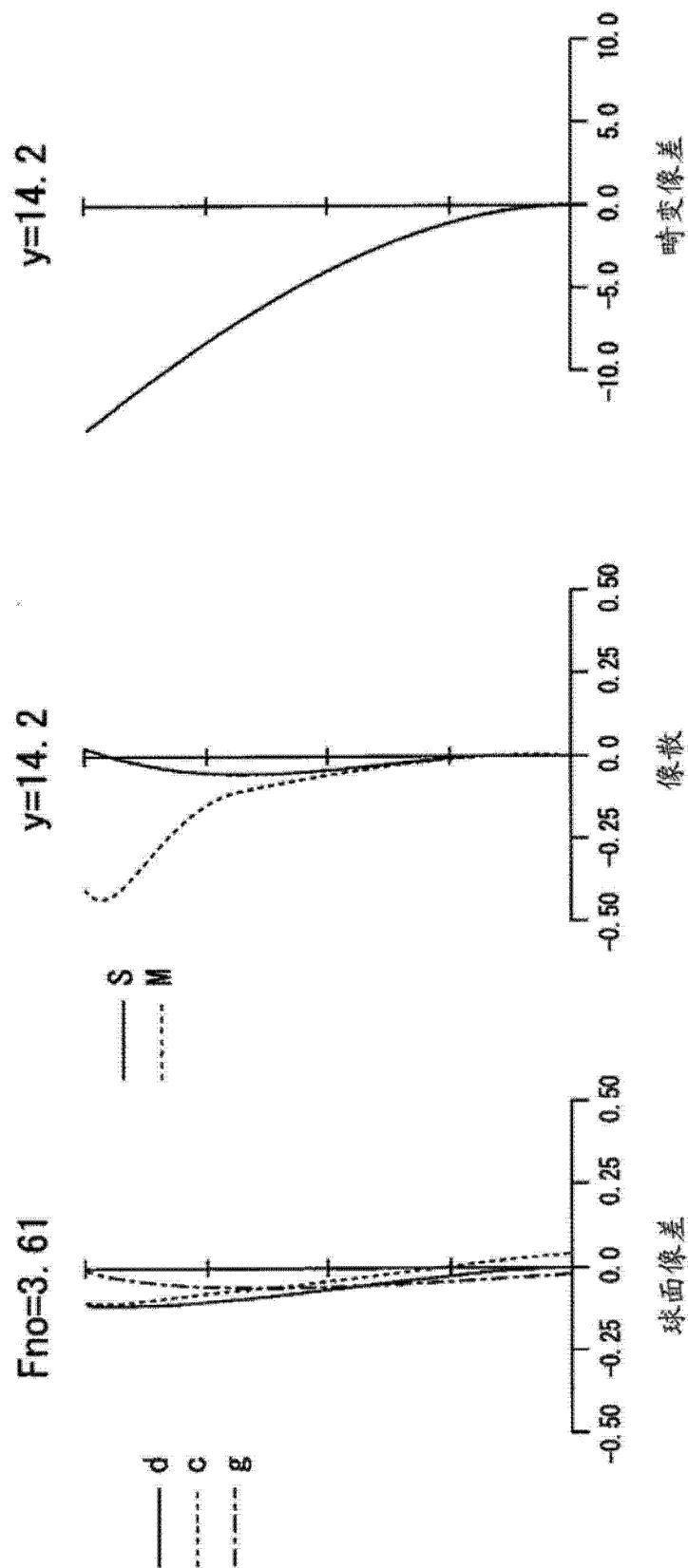


图 48

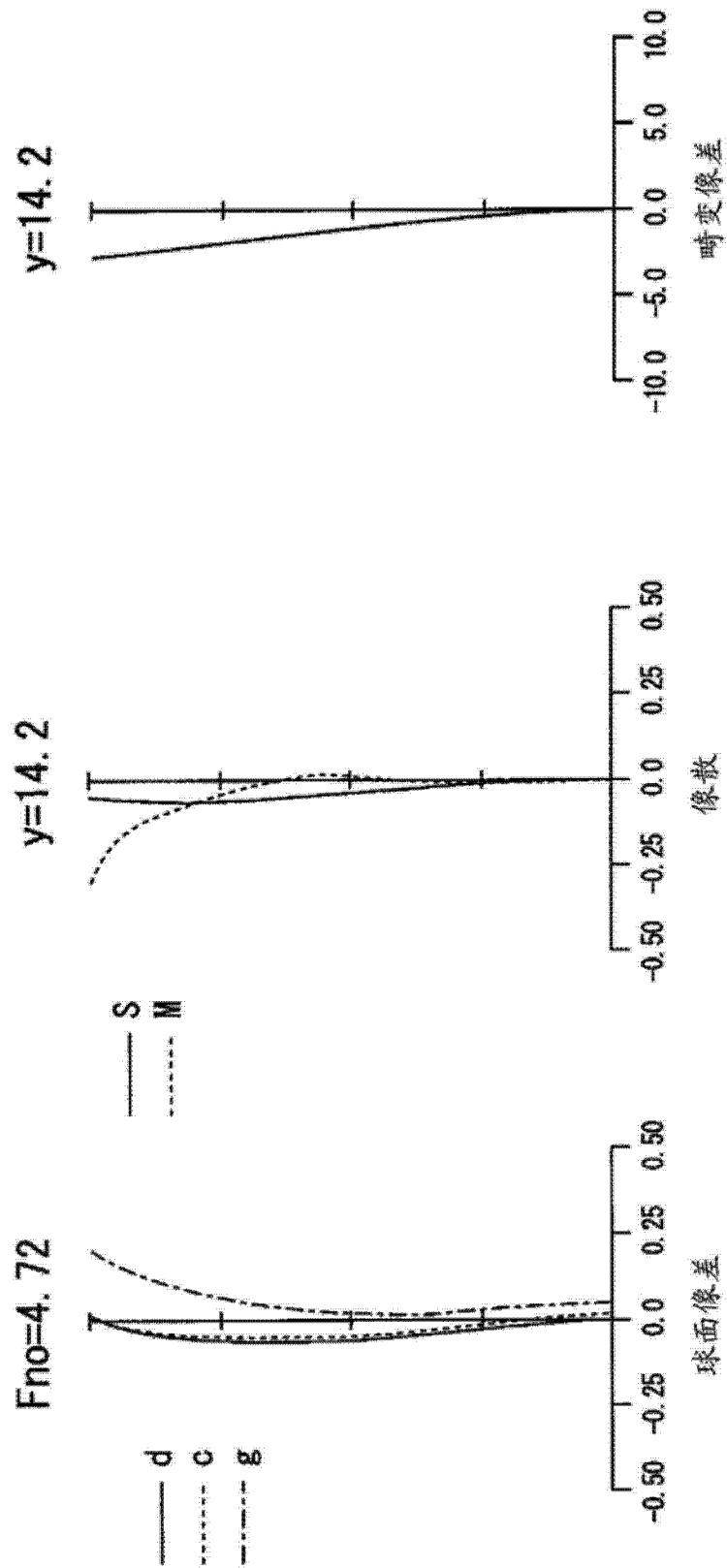


图 49

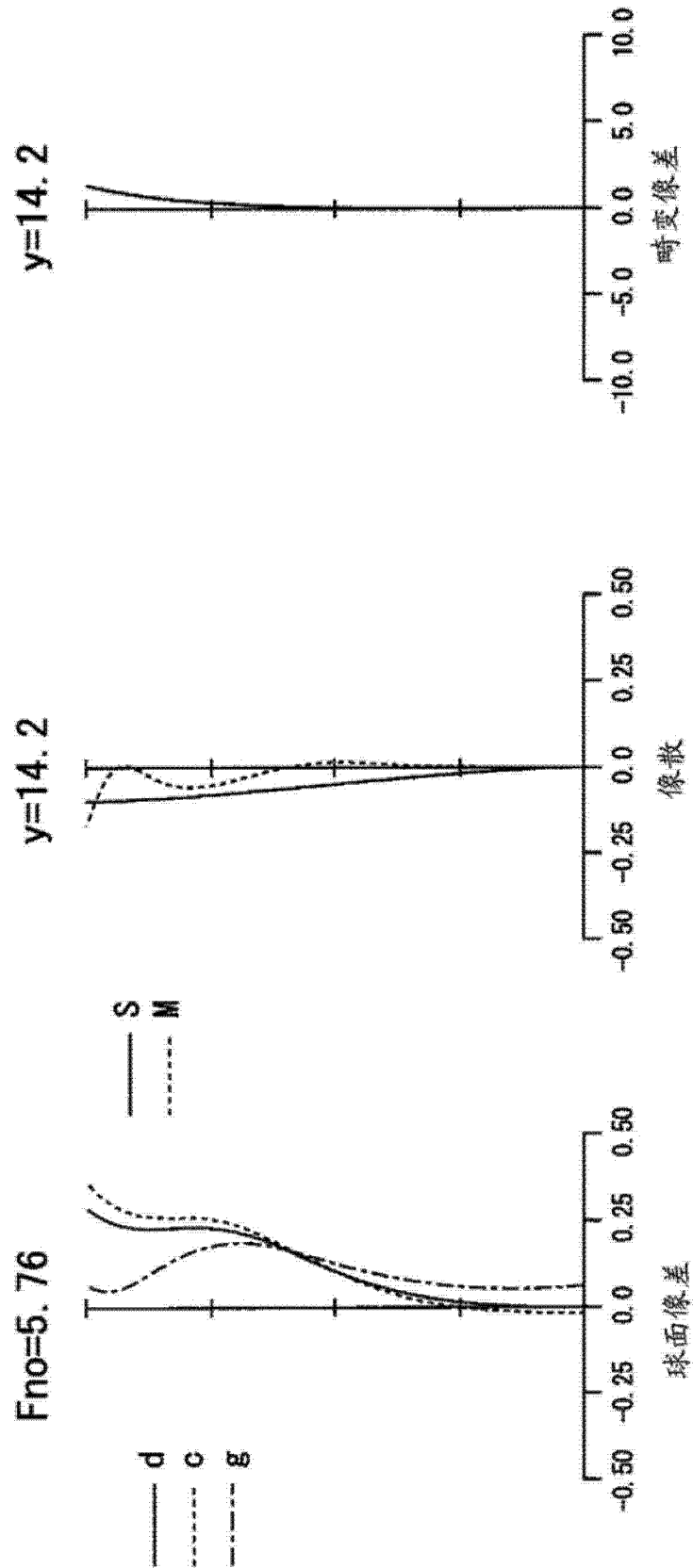


图 50

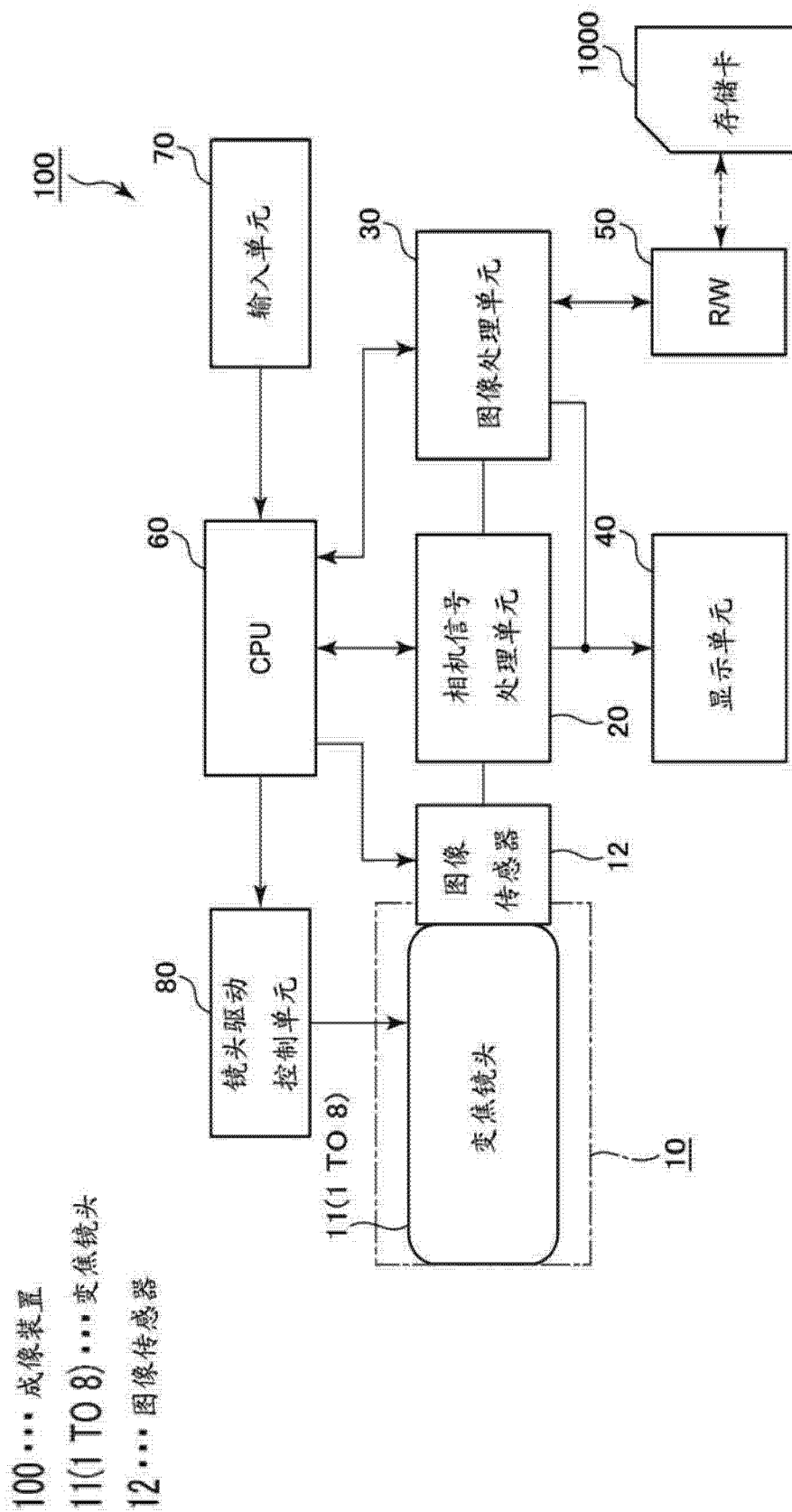


图 51