



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109425976 B

(45) 授权公告日 2022.02.25

(21) 申请号 201810963604.4

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.08.22

G02B 15/177 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109425976 A

(56) 对比文件

CN 101369050 A, 2009.02.18

(43) 申请公布日 2019.03.05

CN 102645735 A, 2012.08.22

(30) 优先权数据

JP 2008145967 A, 2008.06.26

2017-161263 2017.08.24 JP

JP 2011154339 A, 2011.08.11

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

KR 970048884 A, 1997.07.29

地址 日本国东京都

GB 2253281 B, 1994.05.25

审查员 周亚婷

(72) 发明人 永见亮介

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

权利要求书3页 说明书22页 附图16页

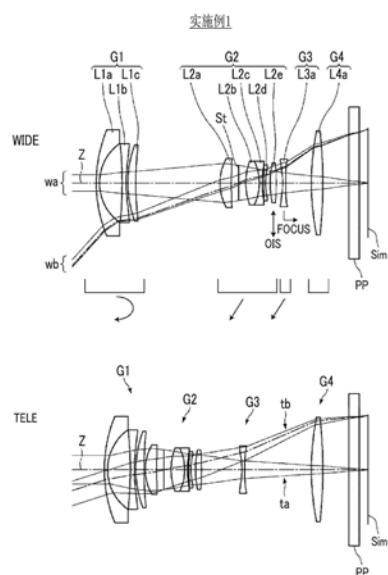
公司 11021

代理人 樊建中

变焦镜头及摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种整体为小型、轻量且能够进行高速的聚焦，并且基于物体距离的像差变动少，且在整个物体距离上可获得高光学性能的变焦镜头及具备该变焦镜头的摄像装置。该变焦镜头设为从物体侧依次由负的第1透镜组(G1)、正的第2透镜组(G2)、负的第3透镜组(G3)及正的第4透镜组(G4)构成，在变倍时各透镜组改变与相邻的组之间的光轴(Z)方向上的间隔，第1透镜组(G1)从物体侧依次由负的第1透镜(L1a)、负的第2透镜(L1b)及正的第3透镜(L1c)构成，第3透镜组(G3)由负透镜(L3a)构成，在对焦时仅第3透镜组(G3)沿着光轴(Z)移动，且满足规定的条件式。



1. 一种变焦镜头, 其从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,

在变倍时, 所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组改变与相邻的组在光轴方向上的间隔,

所述第3透镜组由负透镜构成,

在对焦时, 仅所述第3透镜组沿着光轴移动,

所述第2透镜组具有光圈, 且与该光圈的物体侧及像侧相邻而具有透镜, 所述第2透镜组在所述光圈的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜,

所述第4透镜组在变倍时被固定,

将后焦距设为Bf,

将最大像高设为IH,

将所述第4透镜组的焦距设为f4时,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(4)以及(5-2):

$$0.6 < Bf / IH < 1.2 \quad (4)$$

$$0.21 \leq Bf / f4 < 0.3 \quad (5-2)$$

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头, 其中,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(5-3):

$$0.23 \leq Bf / f4 < 0.3 \quad (5-3)$$

3. 根据权利要求1所述的变焦镜头, 其中,

所述第2透镜组从物体侧依次连续地具有正透镜和所述光圈。

4. 根据权利要求1所述的变焦镜头, 其中,

所述接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成,

将构成所述接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差设为 Δv_{cd} 时, 所述变焦镜头满足如下表示的条件式(8):

$$15 < \Delta v_{cd} < 60 \quad (8)$$

5. 根据权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中,

所述第4透镜组由正透镜构成。

6. 根据权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中,

所述第2透镜组具有通过沿与光轴正交的方向移动而进行防振的防振透镜组,

将长焦端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为ft,

将所述防振透镜组的焦距设为fois时,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(6):

$$0.5 < ft / fois < 2 \quad (6)$$

7. 一种变焦镜头, 其从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,

在变倍时, 所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组改变与相邻的组在光轴方向上的间隔,

所述第3透镜组由负透镜构成,

在对焦时, 仅所述第3透镜组沿着光轴移动,

所述第2透镜组具有光圈,且与该光圈的物体侧及像侧相邻而具有透镜,在所述光圈的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜,所述第2透镜组具有通过沿与光轴正交的方向移动而进行防振的防振透镜组,

所述防振透镜组配置在比所述光圈更靠近像侧,

所述第4透镜组在变倍时被固定,

将后焦距设为Bf,

将最大像高设为IH时,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(4):

$$0.6 < Bf / IH < 1.2 \quad (4)$$

8.根据权利要求7所述的变焦镜头,其中,

将长焦端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为ft,

将所述防振透镜组的焦距设为fois时,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(6):

$$0.5 < ft / fois < 2 \quad (6)$$

9.根据权利要求7或8所述的变焦镜头,其中,

所述第4透镜组由正透镜构成。

10.根据权利要求7或8所述的变焦镜头,其中,

所述接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成,

将构成所述接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差设为 Δv_{cd} 时,所述变焦镜头满足如下表示的条件式(8):

$$15 < \Delta v_{cd} < 60 \quad (8)$$

11.一种变焦镜头,其从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,

在变倍时,所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组改变与相邻的组在光轴方向上的间隔,

所述第3透镜组由负透镜构成,

在对焦时,仅所述第3透镜组沿着光轴移动,

所述第2透镜组具有光圈,且与该光圈的物体侧及像侧相邻而具有透镜,所述第2透镜组在所述光圈的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜,

所述第4透镜组在变倍时被固定,

将后焦距设为Bf,

将最大像高设为IH,

将所述第4透镜组的焦距设为f4时,

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(4)、(5-2)以及(5-3):

$$0.6 < Bf / IH < 1.2 \quad (4)$$

$$0.21 \leq Bf / f4 < 0.3 \quad (5-2)$$

$$0.23 \leq Bf / f4 < 0.3 \quad (5-3),$$

所述第2透镜组从物体侧依次连续地具有正透镜和所述光圈。

12.根据权利要求11所述的变焦镜头,其中,

所述接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成，

将构成所述接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差设为 Δv_{cd} 时，所述变焦镜头满足如下表示的条件式(8)：

$$15 < \Delta v_{cd} < 60 \quad (8)。$$

13.根据权利要求12所述的变焦镜头，其中，

所述第4透镜组由正透镜构成。

14.一种变焦镜头，其从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成，

在变倍时，所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组及所述第4透镜组改变与相邻的组在光轴方向上的间隔，

所述第3透镜组由负透镜构成，

在对焦时，仅所述第3透镜组沿着光轴移动，

所述第2透镜组具有光圈，且与该光圈的物体侧及像侧相邻而具有透镜，在所述光圈的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜，所述第2透镜组具有通过沿与光轴正交的方向移动而进行防振的防振透镜组，

所述防振透镜组配置在比所述光圈更靠近像侧，

所述第4透镜组在变倍时被固定，

将后焦距设为 Bf ，

将最大像高设为 IH 时，

所述变焦镜头满足如下表示的条件式(4)：

$$0.6 < Bf / IH < 1.2 \quad (4)。$$

所述第4透镜组由正透镜构成，

所述接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成，

将构成所述接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差设为 Δv_{cd} 时，所述变焦镜头满足如下表示的条件式(8)：

$$15 < \Delta v_{cd} < 60 \quad (8)。$$

15.一种摄像装置，其具备权利要求1至14中任一项所述的变焦镜头。

变焦镜头及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明尤其涉及一种数码相机、透镜可换式数码相机及电影摄影机等适合于摄像装置的变焦镜头及具备该变焦镜头的摄像装置。

背景技术

[0002] 作为用于数码相机、透镜可换式数码相机、电影摄影机等摄像装置的变焦镜头,已知有专利文献1~3中记载的变焦镜头。

[0003] 专利文献1:日本特开2015-121768号公报

[0004] 专利文献2:日本特开2014-77867号公报

[0005] 专利文献3:日本特开2015-4880号公报

[0006] 为了便于携带,要求用于上述摄像装置的变焦镜头小型、轻量化。并且,要求高速的聚焦及整个摄影距离良好的光学性能、而且要求广角端状态下的广视角化。

[0007] 然而,专利文献1及2中公开的变焦镜头中,虽然实现广视角化和高速的聚焦,但最靠物体侧的透镜组(第1透镜组)大,从而不能说充分实现了小型化。

[0008] 并且,专利文献3中公开的变焦镜头中,虽然能够进行小型化且高速的聚焦,但不能说充分实现了与基于摄影距离的像差变动的抑制的兼顾。

发明内容

[0009] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供一种整体为小型、轻量且能够进行高速的聚焦,并且基于物体距离的像差变动少,且在整个物体距离上可获得高光学性能的变焦镜头及具备该变焦镜头的摄像装置。

[0010] 本发明的第1变焦镜头从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,在变倍时,第1透镜组、第2透镜组、第3透镜组及第4透镜组改变与相邻的组之间的光轴方向上的间隔,第1透镜组从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜、具有负屈光力的第2透镜及具有正屈光力的第3透镜构成,第3透镜组由负透镜构成,在对焦时,仅第3透镜组沿着光轴移动,将第1透镜的折射率设为Nd1,将第1透镜的色散系数设为vd1,将第3透镜的折射率设为Nd3,将第3透镜的色散系数设为vd3,将广角端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为fw,将第3透镜组的焦距设为f3,将后焦距设为Bf,将最大像高设为IH时,满足条件式(1)~(4)。

[0011] $1.7 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1)$

[0012] $1.8 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2)$

[0013] $-0.6 < fw/f3 < -0.15 \dots \dots (3)$

[0014] $0.6 < Bf/IH < 1.2 \dots \dots (4)$

[0015] 本发明的第2变焦镜头从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,在变倍时,第1透镜组、第2透镜组、第3透镜组及第4透镜组改变与相邻的组之间的光轴方向上的间隔,第1

透镜组从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜、具有负屈光力的第2透镜及具有正屈光力的第3透镜构成,第3透镜组由负透镜构成,在对焦时,仅第3透镜组沿着光轴移动,将第1透镜的折射率设为Nd1,将第1透镜的色散系数设为vd1,将第3透镜的折射率设为Nd3,将第3透镜的色散系数设为vd3,将广角端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为fw,将第3透镜组的焦距设为f3,将后焦距设为Bf,将第4透镜组的焦距设为f4时,满足条件式(1)~(3)、(5)。

[0016] $1.7 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1)$

[0017] $1.8 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2)$

[0018] $-0.6 < fw/f3 < -0.15 \dots \dots (3)$

[0019] $0.15 < Bf/f4 < 0.35 \dots \dots (5)$

[0020] 在本发明的第1变焦镜头及第2的变焦镜头中,优选满足条件式(1-1)~(3-1)中的至少1个以上。

[0021] $1.75 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1-1)$

[0022] $1.85 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2-1)$

[0023] $-0.5 < fw/f3 < -0.2 \dots \dots (3-1)$

[0024] 在本发明的第1变焦镜头中,优选满足条件式(4-1)。

[0025] $0.7 < Bf/IH < 1.1 \dots \dots (4-1)$

[0026] 在本发明的第2变焦镜头中,优选满足条件式(5-1)。

[0027] $0.18 < Bf/f4 < 0.3 \dots \dots (5-1)$

[0028] 在本发明的第1变焦镜头及第2变焦镜头中,第2透镜组具有通过沿与光轴正交的方向移动而进行防振的防振透镜组,将长焦端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为ft,将防振透镜组的焦距设为fois时,优选满足条件式(6),更优选满足条件式(6-1)。

[0029] $0.5 < ft/fois < 2 \dots \dots (6)$

[0030] $1 < ft/fois < 1.5 \dots \dots (6-1)$

[0031] 并且,优选第2透镜组具有通过沿与光轴正交的方向移动而进行防振的防振透镜组,防振透镜组由1片透镜构成。

[0032] 该情况下,将构成防振透镜组的透镜的色散系数设为vud时,优选满足条件式(7),更优选满足条件式(7-1)。

[0033] $50 < vud < 100 \dots \dots (7)$

[0034] $55 < vud < 95 \dots \dots (7-1)$

[0035] 并且,优选第2透镜组具有光圈,且与光圈的物体侧及像侧相邻而具有透镜。

[0036] 该情况下,优选第2透镜组从物体侧依次连续具有正透镜和光圈。

[0037] 并且,优选第2透镜组在光圈的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜。

[0038] 该情况下,接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成,将构成接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差(正透镜的色散系数-负透镜的色散系数)设为 Δvcd 时,优选满足条件式(8)。

[0039] $15 < \Delta vcd < 60 \dots \dots (8)$

[0040] 并且,优选第4透镜组由正透镜构成。

- [0041] 并且,第4透镜组可以在变倍时被固定,也可以在变倍时移动。
- [0042] 本发明的摄像装置具备上述记载的本发明的变焦镜头。
- [0043] 另外,上述“由～构成”表示除了包括作为构成要件所举出的构件以外,还可以包括实质上不具有光焦度的透镜、光圈或掩模或盖玻璃或滤光片等透镜以外的光学要件、透镜凸缘、镜筒、成像元件及手抖校正机构等机构部分等。
- [0044] 并且,各条件式中的折射率及色散系数以d线为基准波长。
- [0045] 并且,关于上述的透镜的面形状、屈光力的符号及曲率半径,当包含非球面时,设为在近轴区域中考虑。
- [0046] **发明效果**
- [0047] 本发明的第1变焦镜头及第2变焦镜头从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组、具有正屈光力的第2透镜组、具有负屈光力的第3透镜组及具有正屈光力的第4透镜组构成,在变倍时,第1透镜组、第2透镜组、第3透镜组及第4透镜组改变与相邻的组之间的光轴方向上的间隔,第1透镜组从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜、具有负屈光力的第2透镜及具有正屈光力的第3透镜构成,第3透镜组由负透镜构成,在对焦时,仅第3透镜组沿着光轴移动,满足了规定的条件式,因此能够提供一种整体为小型、轻量且能够进行高速的聚焦,并且基于物体距离的像差变动少,且在整个物体距离上可获得高光学性能的变焦镜头及具备该变焦镜头的摄像装置。

附图说明

- [0048] 图1是表示本发明的第1及第2实施方式所涉及的变焦镜头(与实施例1通用)的透镜结构的剖视图。
- [0049] 图2是表示本发明的实施例2的变焦镜头的透镜结构的剖视图。
- [0050] 图3是表示本发明的实施例3的变焦镜头的透镜结构的剖视图。
- [0051] 图4是表示本发明的实施例4的变焦镜头的透镜结构的剖视图。
- [0052] 图5是表示本发明的实施例5的变焦镜头的透镜结构的剖视图。
- [0053] 图6是本发明的实施例1的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图。
- [0054] 图7是本发明的实施例1的变焦镜头的有限距离物体对焦时的各像差图。
- [0055] 图8是本发明的实施例2的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图。
- [0056] 图9是本发明的实施例2的变焦镜头的有限距离物体对焦时的各像差图。
- [0057] 图10是本发明的实施例3的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图。
- [0058] 图11是本发明的实施例3的变焦镜头的有限距离物体对焦时的各像差图。
- [0059] 图12是本发明的实施例4的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图。
- [0060] 图13是本发明的实施例4的变焦镜头的有限距离物体对焦时的各像差图。
- [0061] 图14是本发明的实施例5的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图。
- [0062] 图15是本发明的实施例5的变焦镜头的有限距离物体对焦时的各像差图。
- [0063] 图16是表示基于本发明的一实施方式的摄像装置的正面侧的立体图。
- [0064] 图17是表示图16的摄像装置的背面侧的立体图。

具体实施方式

[0065] 以下,参考附图对本发明的第1实施方式进行详细说明。图1是表示本发明的第1实施方式所涉及的变焦镜头的透镜结构的剖视图。图1所示的结构例与后述的实施例1的变焦镜头的结构通用。在图1中,左侧为物体侧,右侧为像侧,所图示的孔径光圈St并不一定表示大小及形状,而是表示光轴Z上的位置。

[0066] 并且,在图1中,在标注有WIDE的上段示出广角端的状态,作为光束记有轴上光束wa及最大视角的光束wb,在标注有TELE的下段示出长焦端的状态,作为光束记有轴上光束ta及最大视角的光束tb。这些均表示对焦于无限远物体的状态。并且,还一并记有变倍时的各透镜组的移动轨迹。

[0067] 另外,当变焦镜头搭载于摄像装置时,优选具备与摄像装置的规格相应的各种滤光片和/或保护用盖玻璃,因此,在图1中示出了设想成它们的平行平面板状的光学部件PP配置在透镜系统与像面Sim之间的例子。但是,光学部件PP的位置并不限定于图1所示的位置,且还可以是省略光学部件PP的结构。

[0068] 本实施方式的变焦镜头从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组G1、具有正屈光力的第2透镜组G2、具有负屈光力的第3透镜组G3及具有正屈光力的第4透镜组G4构成,在变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4构成为,改变与相邻的组之间的光轴Z方向上的间隔。如此,通过使最靠物体侧的第1透镜组G1具有负屈光力,由于发散光入射到后续的透镜组中,因此有利于确保周边光量。并且,通过使第3透镜组G3具有负屈光力,能够缩小光束,因此有利于小径化。

[0069] 第1透镜组G1从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜L1a、具有负屈光力的第2透镜L1b及具有正屈光力的第3透镜L1c构成。通过由具有负屈光力的第1透镜L1a使入射光瞳靠近物体侧,从而有助于广角端处的视角确保及小径化。并且,通过连续配置具有负屈光力的第2透镜L1b及具有正屈光力的第3透镜L1c,能够抑制长焦端处的球面像差,且抑制第1透镜组G1整体的变倍时的像差变动。

[0070] 第3透镜组G3由负透镜L3a构成,在对焦时,构成为仅第3透镜组G3沿着光轴Z移动。即,第3透镜组G3可发挥对焦透镜组FOCUS的功能。通过设成这种结构,从而有助于对焦单元(对焦透镜组FOCUS及使该对焦透镜组FOCUS移动的机构)的小型、轻量化及高速自动聚焦。

[0071] 而且,将第1透镜L1a的折射率设为Nd1,将第1透镜L1a的色散系数设为vd1,将第3透镜L1c的折射率设为Nd3,将第3透镜L1c的色散系数设为vd3,将广角端中的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为fw,将第3透镜组G3的焦距设为f3,将后焦距设为Bf,将最大像高设为IH时,构成为满足条件式(1)~(4)。

$$1.7 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1)$$

$$1.8 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2)$$

$$-0.6 < fw/f3 < -0.15 \dots \dots (3)$$

$$0.6 < Bf/IH < 1.2 \dots \dots (4)$$

[0076] 通过设成不成为条件式(1)的上限以上,有利于色差的校正。通过设成不成为条件式(1)的下限以下,有利于小型、轻量化。另外,若设为满足条件式(1-1),则能够具有更良好的特性。

$$1.75 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1-1)$$

[0078] 通过设成不成为条件式(2)的上限以上,有利于色差的校正。通过设成不成为条件式(2)的下限以下,有利于小型、轻量化。另外,若设为满足条件式(2-1),则能够具有更良好的特性。

[0079] $1.85 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2-1)$

[0080] 通过设成不成为条件式(3)的上限以上,能够使第3透镜组G3的屈光力不会变得过弱,因此抑制对焦时的第3透镜组G3的移动量,且有利于小型化。通过设成不成为条件式(3)的下限以下,能够使第3透镜组G3的屈光力不会变得过强,因此有利于对焦时的像差变动量的抑制。另外,若设为满足条件式(3-1),则能够具有更良好的特性。

[0081] $-0.5 < fw/f3 < -0.2 \dots \dots (3-1)$

[0082] 通过设成不成为条件式(4)的上限以上,有利于小型化。并且,有利于抑制轴外光线的主光线在广角侧向像面Sim的入射角。通过设成不成为条件式(4)的下限以下,抑制变焦镜头和像面Sim过于变近的情况,从而有利于透镜的小径化。另外,若设为满足条件式(4-1),则能够具有更良好的特性。

[0083] $0.7 < Bf/IH < 1.1 \dots \dots (4-1)$

[0084] 接着,对本发明的第2实施方式进行说明。第2实施方式所涉及的变焦镜头的透镜结构与图1所示的第1实施方式所涉及的变焦镜头相同。

[0085] 本实施方式的变焦镜头构成为从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜组G1、具有正屈光力的第2透镜组G2、具有负屈光力的第3透镜组G3及具有正屈光力的第4透镜组G4构成,在变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的组之间的光轴Z方向上的间隔。

[0086] 第1透镜组G1从物体侧依次由具有负屈光力的第1透镜L1a、具有负屈光力的第2透镜L1b及具有正屈光力的第3透镜L1c构成。

[0087] 第3透镜组G3由负透镜L3a构成,在对焦时,构成为仅第3透镜组G3沿着光轴Z移动。

[0088] 而且,将第1透镜L1a的折射率设为Nd1,将第1透镜L1a的色散系数设为vd1,将第3透镜L1c的折射率设为Nd3,将第3透镜L1c的色散系数设为vd3,将广角端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为fw,将第3透镜组G3的焦距设为f3,将后焦距设为Bf,将第4透镜组G4的焦距设为f4时,构成为满足条件式(1)~(3)、(5)。

[0089] $1.7 < Nd1 - 0.0037 \times vd1 < 2 \dots \dots (1)$

[0090] $1.8 < Nd3 - 0.0037 \times vd3 < 2 \dots \dots (2)$

[0091] $-0.6 < fw/f3 < -0.15 \dots \dots (3)$

[0092] $0.15 < Bf/f4 < 0.35 \dots \dots (5)$

[0093] 第2实施方式所涉及的变焦镜头构成为,与第1实施方式所涉及的变焦镜头相比,代替条件式(4)而满足条件式(5),关于除此以外的结构是相同的。因此,省略条件式(5)以外的说明。

[0094] 通过设成不成为条件式(5)的上限以上,能够使后焦距不会变得过长,或者能够使第4透镜组G4的屈光力不会变得过强,其结果,能够使相邻的第3透镜组G3的负屈光力不会变得过强,因此有利于对焦时的像差变动的抑制。通过设成不成为条件式(5)的下限以下,能够使后焦距不会变得过短,或者能够使第4透镜组G4的屈光力不会变得过弱,其结果,能够使相邻的第3透镜组G3的负屈光力不会变得过弱,因此有利于对焦时的第3透镜组G3的移

动量,且有利于小型化。另外,若设为满足条件式(5-1),则能够具有更良好的特性。

[0095] $0.18 < Bf/f4 < 0.3 \dots \dots (5-1)$

[0096] 在第1及第2实施方式的变焦镜头中,第2透镜组G2具有通过沿与光轴Z正交的方向移动而进行防振的防振透镜组OIS,将长焦端的无限远物体对焦时的整个系统的焦距设为ft,将防振透镜组OIS的焦距设为fois时,优选满足条件式(6)。通过设成不成为条件式(6)的上限以上,能够使防振透镜组OIS的屈光力不会变得过强,因此能够减小防振时的像差变动。通过设成不成为条件式(6)的下限以下,能够使防振透镜组OIS的移动量不会变得过大,因此能够抑制变焦镜头整体的大小及防振单元(防振透镜组OIS及使该防振透镜组OIS移动的机构)的大小。另外,若设为满足条件式(6-1),则能够具有更良好的特性。

[0097] $0.5 < ft/fois < 2 \dots \dots (6)$

[0098] $1 < ft/fois < 1.5 \dots \dots (6-1)$

[0099] 并且,优选第2透镜组G2具有通过沿与光轴Z正交的方向移动而进行防振的防振透镜组OIS,防振透镜组OIS由1片透构成。通过设成这种结构,有利于防振单元的小型、轻量化。

[0100] 该情况下,将构成防振透镜组OIS的透镜的色散系数设为vud时,优选满足条件式(7)。通过设成不成为条件式(7)的上限以上,能够选择具有充分的折射率的材料。通过设成不成为条件式(7)的下限以下,有利于防振时的色差变动的抑制。另外,若设为满足条件式(7-1),则能够具有更良好的特性。

[0101] $50 < vud < 100 \dots \dots (7)$

[0102] $55 < vud < 95 \dots \dots (7-1)$

[0103] 并且,优选第2透镜组G2具有孔径光圈St,并与孔径光圈St的物体侧及像侧相邻而具有透镜。通过设成这种结构,在变倍时容易确保第2透镜组G2的移动量,并且也有利于小型化。

[0104] 该情况下,优选第2透镜组G2从物体侧依次连续具有正透镜和孔径光圈St。如此,通过在孔径光圈St的物体侧配置正透镜,有利于孔径光圈St的小径化。

[0105] 并且,优选第2透镜组G2在孔径光圈St的像侧具有由至少1片正透镜和至少1片负透镜构成的接合透镜。通过设成这种结构,有利于轴上色差的校正。

[0106] 该情况下,接合透镜由1片正透镜和1片负透镜构成,将构成接合透镜的正透镜和负透镜的色散系数差(正透镜的色散系数-负透镜的色散系数)设为 Δvcd 时,优选满足条件式(8)。通过满足条件式(8),能够充分地校正第2透镜组G2中的色差,有利于实现高光学性能。另外,若设为满足条件式(8-1),则能够具有更良好的特性。

[0107] $15 < \Delta vcd < 60 \dots \dots (8)$

[0108] $20 < \Delta vcd < 50 \dots \dots (8-1)$

[0109] 并且,优选第4透镜组G4由正透镜构成。通过设成这种结构,能够确保第3透镜组G3的对焦时的移动量,并且使由负透镜构成的与第3透镜组G3的对焦时的像差变动的平衡良好。

[0110] 并且,第4透镜组G4可以设为在变倍时被固定,也可以设为在变倍时移动。在将第4透镜组G4设为变倍时固定的情况下,能够防止灰尘侵入变焦镜头内。在将第4透镜组G4设为变倍时移动的情况下,有利于第4透镜组G4的小径化。

[0111] 并且,优选第1透镜组G1的最靠像侧的面为凸面朝向物体侧的形状。通过设成这种结构,容易确保在长焦端与第2透镜组G2的间隔,并且也有利于小型化。

[0112] 并且,在图1所示的例子中,示出了在透镜系统与像面Sim之间配置有光学部件PP的例子,但也可以在各透镜之间配置低通滤光片及如截止特定波长区域的各种滤光片等,或者,也可以在任意透镜的透镜面实施具有与各种滤光片相同的作用的涂布,来代替在透镜系统与像面Sim之间配置这些各种滤光片。

[0113] 接着,对本发明的变焦镜头的数值实施例进行说明。

[0114] 首先,对实施例1的变焦镜头进行说明。将表示实施例1的变焦镜头的透镜结构的剖视图示于图1中。在图1及与后述的实施例2~5对应的图2~图5中,左侧为物体侧,右侧为像侧,所图示的孔径光圈St并不一定表示大小及形状,而是表示光轴Z上的位置。并且,在标注有WIDE的上段示出广角端的状态,作为光束记有轴上光束wa及最大视角的光束wb,在标注有TELE的下段示出长焦端的状态,作为光束记有轴上光束ta及最大视角的光束tb。这些均表示对焦于无限远物体的状态。并且,还一并记有变倍时的各透镜组的移动轨迹。

[0115] 实施例1的变焦镜头从物体侧依次由如下构成:由透镜L1a~透镜L1c这3片透镜构成的第1透镜组G1、由孔径光圈St及透镜L2a~透镜L2e这5片透镜构成的第2透镜组G2、仅由透镜L3a这1片透镜构成的第3透镜组G3及仅由透镜L4a这1片透镜构成的第4透镜组G4。并且,构成为在变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2及第3透镜组G3移动,第4透镜组G4被固定。

[0116] 将实施例1的变焦镜头的基本透镜数据示于表1中,将与规格相关的数据示于表2中,将与发生变化的面间隔相关的数据示于表3中,将与非球面系数相关的数据示于表4中。以下,关于表中的记号的含义,以实施例1为例子进行说明,但关于实施例2~5也基本相同。

[0117] 表1的透镜数据中,在面编号栏中示出将最靠物体侧的构成要件的面设为第1个而随着向像面侧依次增加的面编号,在曲率半径栏中示出各面的曲率半径,在面间隔栏中示出各面与下一面的光轴Z上的间隔。并且,在n栏中示出各光学要件的d线(波长587.6nm(纳米))下的折射率,在v栏中示出各光学要件的d线(波长587.6nm(纳米))下的色散系数。

[0118] 并且,关于曲率半径的符号,将面形状凸向物体侧的情况设为正,将凸向像面侧的情况设为负。基本透镜数据中,还一并示出了孔径光圈St及光学部件PP。在相当于孔径光圈St的面的面编号的栏中与面编号一同记载有(光圈)这一术语。并且,表1的透镜数据中,在变倍时及对焦时间隔发生变化的面间隔栏中分别记载有DD[面编号]。将与该DD[面编号]对应的数值示于表3中。

[0119] 与表2的规格相关的数据中,关于各自无限远物体对焦时及有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时),示出变焦倍率、焦距f'、后焦距Bf'、F值FNo.、全视角2ω(°)的值。

[0120] 表1的透镜数据中,在非球面的面编号上标有*记号,作为非球面的曲率半径示出了近轴曲率半径的数值。表4的与非球面系数相关的数据中,示出非球面的面编号及与这些非球面相关的非球面系数。表4的非球面系数的数值的“E±n”(n:整数)表示“ $\times 10^{\pm n}$ ”。非球面系数为由下述式表示的非球面式中的各系数KA、Am的值。

[0121] $Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum Am \cdot h^m$

[0122] 其中,

[0123] Zd:非球面深度(从高度h的非球面上的点下垂至与非球面顶点相切的光轴垂直的

平面的垂线的长度)；

[0124] h:高度(从光轴的距离)；

[0125] C:近轴曲率半径的倒数；

[0126] KA、Am:非球面系数，

[0127] 非球面深度Zd中的 Σ 表示与m相关的总和。

[0128] 基本透镜数据、与规格相关的数据及与发生变化的面间隔相关的数据中,作为角度的单位使用度,作为长度的单位使用mm(毫米),但光学系统既可以放大比例又可以缩小比例来使用,因此能够使用其他适当的单位。

[0129] [表1]

[0130] 实施例1・透镜数据(n、v为d线)

[0131]

面编号	曲率半径	面间隔	n	v
1	35.567	0.87	1.95375	32.32
2	12.500	6.21		
*3	-166.657	1.13	1.53409	55.89
*4	38.071	0.45		
5	27.460	2.20	1.94595	17.98
6	83.707	DD[6]		
7	12.775	3.12	1.60311	60.64
8	146.879	2.00		
9(光圈)	∞	1.96		
10	15.625	3.76	1.61800	63.33
11	-12.500	0.75	1.67270	32.10
12	22.574	0.37		
*13	46.279	0.62	1.88202	37.22
*14	20.056	1.25		
15	28.405	1.62	1.51633	64.14
16	-62.961	DD[16]		
*17	-19.477	0.83	1.51633	64.06
*18	185.962	DD[18]		
19	68.556	3.12	1.89190	37.13
20	-124.994	7.19		
21	∞	2.85	1.51633	64.14
22	∞	DD[22]		

[0132] [表2]

[0133] 实施例1・规格(d线)

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.8
f'	15.46	26.01	43.76
Bf'	11.48	11.48	11.48
FNo.	3.56	4.22	5.76
2ω [°]	93.2	57.4	34.6

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.8
f'	15.39	25.80	43.12
Bf'			
FNo.	3.57	4.24	5.80
2ω [°]	93.0	57.0	34.2

[0136] [表3]

[0137] 实施例1 • 移动面间隔

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23.03	9.72	0.39
DD[16]	1.78	4.47	10.98
DD[18]	7.09	13.52	18.32
DD[22]	2.41	2.41	2.41

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23.03	9.72	0.39
DD[16]	2.01	4.96	12.14
DD[18]	6.87	13.04	17.16
DD[22]	2.41	2.41	2.41

[0140] [表4]

[0141] 实施例1 • 非球面系数

面编号	3	4	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0819127E-06	-3.3952932E-05	8.5098274E-05
A5	-2.7488812E-05	-1.4238550E-05	-2.1605954E-04
A6	7.4995863E-06	3.0228297E-06	4.8035406E-05
A7	-7.4607015E-07	-2.1440511E-08	3.9492842E-06
A8	4.6610516E-09	-3.8153342E-08	-2.6191475E-06
A9	3.0046511E-09	4.5511579E-10	1.0747465E-07
A10	6.2089220E-11	3.1775888E-10	2.8434370E-08
A11	-6.3379780E-12	1.1477360E-11	8.1291461E-09
A12	-2.4856103E-12	-1.9466172E-12	-2.9346471E-10

A13	7.9952646E-14	-1.9010929E-13	2.3142358E-10
A14	8.8179053E-15	9.6733898E-17	-1.4036485E-10
A15	6.0132523E-16	9.0411570E-16	-4.2763386E-11
A16	-7.0790962E-17	9.8969392E-17	3.2611479E-12
A17	-1.2696757E-18	5.5661862E-18	1.0713169E-12
A18	3.4642064E-20	-6.2944607E-19	3.4062175E-13
A19	2.5015608E-21	-1.3072020E-19	1.0842981E-14
A20	3.0930873E-22	8.4295392E-21	-1.3785869E-14

[0143]

面编号	14	17	18
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.5046514E-04	5.7641026E-04	8.1004504E-04
A5	-1.2516791E-04	-2.7728125E-05	-1.9325677E-04
A6	2.4421887E-05	-3.4579663E-05	1.7703556E-05
A7	-5.9473522E-06	5.3393233E-06	2.1921002E-07
A8	2.2055101E-06	7.5317973E-07	3.8441652E-08
A9	1.4547064E-07	-5.2588119E-08	2.3388266E-09
A10	-6.3015199E-08	-2.8797238E-08	4.4167732E-10
A11	-2.4112190E-08	-4.8567333E-10	-1.5401166E-09
A12	-2.5506144E-11	3.4857371E-10	-1.5864859E-10
A13	4.3154271E-10	5.8918446E-12	1.7299766E-11
A14	2.8773343E-10	8.0798376E-12	9.6678206E-12
A15	8.6474993E-12	-2.8705432E-13	1.4745553E-12
A16	-6.7223012E-12	2.5937199E-13	-2.9769134E-13
A17	-3.4492574E-12	-5.1917695E-14	-3.2894801E-14
A18	1.8172586E-13	-3.6107148E-15	-1.3045407E-15
A19	1.7824842E-13	-6.3184282E-16	1.2657422E-15
A20	-2.0542773E-14	1.6925973E-16	-7.0673211E-17

[0144] 将实施例1的变焦镜头的无限远物体对焦时的各像差图示于图6中,将有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时)的各像差图示于图7中。另外,从图6、7中的上段左侧依次示出广角端(WIDE)的球面像差、像散、畸变像差及倍率色差,从图6、7中的中段左侧依次示出中间位置(MID)的球面像差、像散、畸变像差及倍率色差,从图6、7中的下段左侧依次示出长焦端(TELE)的球面像差、像散、畸变像差及倍率色差。在表示球面像差、像散及畸变像差的各像差图中,示出以d线(波长587.6nm(纳米))为基准波长的像差。在球面像差图中,将关于d线(波长587.6nm(纳米))、C线(波长656.3nm(纳米))、F线(波长486.1nm(纳米))及g线(波长435.8nm(纳米))的像差分别以实线、长虚线、短虚线及灰色实线来表示。在像散图中,将弧矢方向及子午方向的像差分别以实线及短虚线来表示。在倍率色差图中,将关于C线(波长656.3nm(纳米))、F线(波长486.1nm(纳米))及g线(波长435.8nm(纳米))的像差分别以长虚线、短虚线及灰色实线来表示。另外,球面像差图的FNo.表示F值,其他像差图

的 ω 表示半视角。

[0145] 接着,对实施例2的变焦镜头进行说明。将表示实施例2的变焦镜头的透镜结构的剖视图示于图2中。实施例2的变焦镜头的组结构及在变倍时移动的透镜组与实施例1的变焦镜头相同。并且,将实施例2的变焦镜头的基本透镜数据示于表5中,将与规格相关的数据示于表6中,将与发生变化的面间隔相关的数据示于表7中,将与非球面系数相关的数据示于表8中,将无限远物体对焦时的各像差图示于图8中,将有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时)的各像差图示于图9中。

[0146] [表5]

[0147] 实施例2・透镜数据(n、v为d线)

[0148]

面编号	曲率半径	面间隔	n	v
1	41.857	2.03	1.91082	35.25
2	12.500	6.21		
*3	-170.254	1.50	1.51633	64.06
*4	52.263	0.50		
5	31.484	2.21	1.94595	17.98
6	98.598	DD[6]		
7	12.789	2.50	1.60311	60.64
8	279.980	2.00		
9(光圈)	∞	1.83		
10	15.625	3.51	1.61800	63.33
11	-14.666	0.75	1.67270	32.10
12	17.176	0.45		
*13	37.193	0.79	1.88202	37.22
*14	18.961	1.25		
15	34.873	1.62	1.51633	64.14
16	-59.527	DD[16]		
*17	-16.616	0.75	1.51633	64.06
*18	-38.930	DD[18]		
19	89.842	3.12	1.89190	37.13
20	-124.995	7.19		
21	∞	2.85	1.51633	64.14
22	∞	DD[22]		

[0149] [表6]

[0150] 实施例2・规格(d线)

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1. 0	1. 7	2. 8
f'	15. 46	26. 01	43. 76
Bf'	11. 48	11. 48	11. 48
FNo.	3. 56	4. 15	5. 76
2ω [°]	93. 2	58. 0	35. 0

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1. 0	1. 7	2. 8
f'	15. 40	25. 84	43. 27
Bf'			
FNo.	3. 57	4. 17	5. 81
2ω [°]	93. 0	57. 6	34. 8

[0153] [表7]

[0154] 实施例2 • 移动面间隔

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	22. 71	9. 54	0. 60
DD[16]	1. 75	4. 05	11. 11
DD[18]	7. 49	15. 09	21. 08
DD[22]	2. 41	2. 41	2. 41

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	22. 71	9. 54	0. 60
DD[16]	2. 14	4. 86	13. 00
DD[18]	7. 10	14. 28	19. 19
DD[22]	2. 41	2. 41	2. 41

[0157] [表8]

[0158] 实施例2 • 非球面系数

面编号	3	4	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	2.3102402E-05	-1.9872664E-05	4.4258136E-05
A5	-3.0605318E-05	-1.5575712E-05	-2.1804482E-04
A6	7.5843999E-06	2.8877488E-06	4.8891699E-05
A7	-7.4650433E-07	-1.9432425E-08	4.1088326E-06
A8	4.5517244E-09	-3.7588737E-08	-2.6397640E-06
A9	3.0198780E-09	4.8989472E-10	1.1276074E-07
A10	6.4361175E-11	3.1874744E-10	2.8066116E-08
A11	-6.1999295E-12	1.1436966E-11	8.2174220E-09
A12	-2.4847556E-12	-1.9563157E-12	-4.2633115E-10

A13	7.9141628E-14	-1.9124501E-13	2.1648624E-10
A14	8.7287405E-15	9.4384614E-18	-1.4118345E-10
A15	5.9237115E-16	8.9693400E-16	-4.2814363E-11
A16	-7.1495434E-17	9.8425587E-17	3.5861675E-12
A17	-1.2834068E-18	5.5344444E-18	1.0882290E-12
A18	3.5072366E-20	-6.3006156E-19	3.5904977E-13
A19	2.5933437E-21	-1.3047190E-19	1.1031178E-14
A20	3.3001880E-22	8.4934016E-21	-1.4829709E-14

[0160]

面编号	14	17	18
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.0944202E-04	6.4736442E-04	8.5492381E-04
A5	-1.2878047E-04	-1.8223142E-05	-1.8615203E-04
A6	2.4956726E-05	-3.4670275E-05	1.8120470E-05
A7	-5.6244517E-06	5.2443248E-06	1.9097969E-07
A8	2.3172252E-06	7.5375711E-07	2.1447225E-08
A9	1.2812149E-07	-5.5776127E-08	-1.7277950E-09
A10	-6.6704772E-08	-2.8409393E-08	1.7554165E-09
A11	-2.4807429E-08	-4.6872033E-10	-1.6619831E-09
A12	-5.4431427E-11	3.7188422E-10	-1.7204532E-10
A13	4.4891893E-10	1.0993389E-12	1.6563486E-11
A14	2.8921689E-10	7.3895099E-12	9.7918978E-12
A15	1.0335906E-11	-4.5018064E-13	1.5370010E-12
A16	-6.4045677E-12	2.8069880E-13	-2.8438703E-13
A17	-3.4791030E-12	-4.9341085E-14	-3.3897996E-14
A18	1.8259527E-13	-2.3889181E-15	-1.4774817E-15
A19	1.7713453E-13	-6.0215416E-16	1.2373185E-15
A20	-2.0982766E-14	1.3744628E-16	-6.7198913E-17

[0161] 接着,对实施例3的变焦镜头进行说明。将表示实施例3的变焦镜头的透镜结构的剖视图示于图3中。实施例3的变焦镜头的组结构及在变倍时移动的透镜组与实施例1的变焦镜头相同。并且,将实施例3的变焦镜头的基本透镜数据示于表9中,将与规格相关的数据示于表10中,将与发生变化的面间隔相关的数据示于表11中,将与非球面系数相关的数据示于表12中,将无限远物体对焦时的各像差图示于图10中,将有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时)的各像差图示于图11中。

[0162] [表9]

[0163] 实施例3 • 透镜数据 (n、v为d线)

[0164]

面编号	曲率半径	面间隔	n	v
1	33.295	1.50	1.95375	32.32
2	12.545	6.80		

*3	-166.671	1.25	1.53409	55.89
*4	37.868	0.62		
5	28.348	2.42	1.94595	17.98
6	77.488	DD[6]		
7	14.050	3.25	1.62041	60.29
8	220.173	2.00		
9(光圈)	∞	1.41		
10	16.454	3.51	1.53775	74.70
11	-16.454	0.88	1.62588	35.70
12	11.479	0.29		
*13	8.654	0.85	1.58313	59.38
*14	9.675	2.00		
15	25.665	2.14	1.49700	81.61
16	-54.915	DD[16]		
*17	-23.396	0.75	1.58313	59.38
*18	538.989	DD[18]		
19	199.780	3.13	1.80400	46.53
20	-55.566	7.33		
21	∞	2.85	1.51633	64.14
22	∞	DD[22]		

[0165] [表10]

[0166] 实施例3・规格 (d线)

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f'	15.33	25.78	43.72
Bf'	11.62	11.62	11.62
FNo.	3.58	4.22	5.76
2ω [°]	92.4	57.6	34.6

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f'	15.25	25.57	43.04
Bf'			
FNo.	3.58	4.24	5.79
2ω [°]	92.2	57.2	34.4

[0169] [表11]

[0170] 实施例3・移动面间隔

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	24.57	10.26	0.34
DD[16]	2.38	5.33	12.39
DD[18]	7.13	13.30	18.25
DD[22]	2.41	2.41	2.41

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	24.57	10.26	0.34
DD[16]	2.63	5.87	13.68
DD[18]	6.88	12.76	16.96
DD[22]	2.41	2.41	2.41

[0173] [表12]

[0174] 实施例3 • 非球面系数

面编号	3	4	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.9140163E-05	-8.9669372E-05	-5.7885505E-05
A5	-2.0582766E-05	1.2120440E-05	-4.5028218E-05
A6	8.7532733E-06	-1.2563822E-07	3.0080467E-05
A7	-1.2534038E-06	-6.0303929E-08	-5.6206804E-06
A8	4.0773420E-08	-2.5960056E-08	-3.4363745E-06
A9	4.0704728E-09	2.0308435E-09	6.7064995E-07
A10	-9.4877383E-13	3.0865462E-10	1.2992400E-07
A11	-1.3786661E-11	2.5785525E-12	5.4385873E-09
A12	-2.3438579E-12	-2.7120098E-12	-8.1095113E-09
A13	7.0378998E-14	-2.3213883E-13	-1.0069337E-09
A14	4.7956714E-15	5.5221688E-16	-1.5186113E-10
A15	6.5570093E-16	1.5262265E-15	2.7601121E-11
A16	-6.1312681E-17	1.3658555E-16	1.8124262E-11
A17	-3.1119018E-19	6.8029137E-18	6.8738032E-12
A18	4.4360739E-19	-7.0655118E-19	-1.1634526E-12
A19	8.8956009E-21	-1.5783086E-19	-3.5841100E-13
A20	-2.7150711E-21	8.6449700E-21	5.1481080E-14

面编号	14	17	18
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	2.4485462E-04	8.7676592E-04	8.4593296E-04
A5	-1.4110635E-04	-1.2912489E-04	-1.0174404E-04
A6	5.6570853E-05	-1.1057738E-05	-1.0893908E-05

A7	-1.2286182E-05	3.5517914E-06	1.6115318E-06
A8	3.1442298E-07	3.9148966E-07	3.6642342E-07
A9	4.9931822E-08	-5.1672445E-08	-6.6077822E-09
A10	-2.6354143E-08	-2.3030362E-08	1.3845027E-09
A11	-4.8123943E-09	8.0622832E-10	-2.6787740E-09
A12	4.7006529E-09	4.6251920E-10	-2.5830497E-10
A13	7.8000672E-10	-1.0569499E-11	2.4784233E-11
A14	2.4725126E-10	4.2888450E-12	1.4336896E-11
A15	-1.1394066E-10	-1.9088366E-12	2.0857507E-12
A16	-3.3900876E-11	3.0620564E-13	-3.4550528E-13
A17	-3.6498853E-12	-3.4565295E-14	-5.5890953E-14
A18	2.0945668E-12	3.2062861E-15	-2.8207885E-15
A19	7.3243178E-13	-8.4800996E-16	2.0201792E-15
A20	-1.4616295E-13	8.6893598E-17	-1.1386512E-16

[0177] 接着,对实施例4的变焦镜头进行说明。将表示实施例4的变焦镜头的透镜结构的剖视图示于图4中。实施例4的变焦镜头的组结构及在变倍时移动的透镜组与实施例1的变焦镜头相同。并且,将实施例4的变焦镜头的基本透镜数据示于表13中,将与规格相关的数据示于表14中,将与发生变化的面间隔相关的数据示于表15中,将与非球面系数相关的数据示于表16中,将无限远物体对焦时的各像差图示于图12中,将有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时)的各像差图示于图13中。

[0178] [表13]

[0179] 实施例4・透镜数据 (n、v为d线)

[0180]

面编号	曲率半径	面间隔	n	v
1	37.234	0.95	1.95375	32.32
2	12.500	5.92		
*3	-284.651	1.00	1.53409	55.89
*4	39.025	0.50		
5	26.405	2.40	1.94595	17.98
6	71.780	DD[6]		
7	12.931	2.76	1.60311	60.64
8	95.540	2.13		
9(光圈)	∞	2.13		
10	16.604	3.51	1.61800	63.33
11	-14.619	0.69	1.67270	32.10
12	22.534	0.40		
*13	36.231	0.62	1.88202	37.22
*14	20.711	1.25		
15	29.737	1.62	1.51633	64.14
16	-52.105	DD[16]		

*17	-21.414	0.69	1.58313	59.38
*18	162.838	DD[18]		
19	71.162	3.12	1.83481	42.74
20	-124.995	11.69		
21	∞	2.85	1.51633	64.14
22	∞	DD[22]		

[0181] [表14]

[0182] 实施例4 • 规格 (d线)

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.8
f'	15.47	26.02	43.78
Bf'	14.70	14.70	14.70
FNo.	3.56	4.21	5.76
2ω [°]	93.2	58.0	35.0

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	2.8
f'	15.39	25.76	42.98
Bf'			
FNo.	3.57	4.23	5.80
2ω [°]	93.0	57.6	34.6

[0185] [表15]

[0186] 实施例4 • 移动面间隔

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23.87	9.70	0.39
DD[16]	1.83	4.99	10.95
DD[18]	4.84	10.71	16.87
DD[22]	1.13	1.13	1.13

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23.87	9.70	0.39
DD[16]	2.04	5.45	11.98
DD[18]	4.63	10.26	15.83
DD[22]	1.13	1.13	1.13

[0189] [表16]

[0190] 实施例4 • 非球面系数

面编号	3	4	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	7.2543638E-06	-2.6792194E-05	1.0153410E-04

A5	-2.6740525E-05	-1.3809102E-05	-2.1614739E-04
A6	7.4822053E-06	3.0144481E-06	4.7805353E-05
A7	-7.4665485E-07	-2.2060881E-08	3.9186524E-06
A8	4.7229072E-09	-3.8176199E-08	-2.5866656E-06
A9	3.0075226E-09	4.5275216E-10	1.0982577E-07
A10	6.2080009E-11	3.1756049E-10	2.8857763E-08
A11	-6.3243924E-12	1.1465233E-11	8.1427116E-09
A12	-2.4850129E-12	-1.9473382E-12	-2.9736430E-10
A13	8.0419436E-14	-1.9014716E-13	2.3113804E-10
A14	8.8124842E-15	8.1969666E-17	-1.4130071E-10
A15	6.0094430E-16	9.0235118E-16	-4.3001217E-11
A16	-7.0733966E-17	9.8768185E-17	3.1733889E-12
A17	-1.2852645E-18	5.5436632E-18	1.0668616E-12
A18	3.2661649E-20	-6.3178638E-19	3.3926052E-13
A19	2.2420068E-21	-1.3095242E-19	1.1262584E-14
A20	2.6378131E-22	8.4066924E-21	-1.3598628E-14

[0192]

面编号	14	17	18
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.4179500E-04	5.9161845E-04	8.2242216E-04
A5	-1.2397788E-04	-2.5914484E-05	-1.9231298E-04
A6	2.4342531E-05	-3.4438878E-05	1.7878431E-05
A7	-6.0032094E-06	5.3377134E-06	2.4615950E-07
A8	2.2340007E-06	7.5589025E-07	3.4837013E-08
A9	1.4487974E-07	-5.3228108E-08	1.0042287E-09
A10	-6.2753506E-08	-2.9220329E-08	-3.3265004E-10
A11	-2.4291246E-08	-5.8709293E-10	-1.4951082E-09
A12	-5.1651402E-11	3.2437211E-10	-1.5798047E-10
A13	4.2994810E-10	2.7232638E-12	1.7045793E-11
A14	2.8924537E-10	1.0562710E-11	1.0099131E-11
A15	8.8793125E-12	-4.0411353E-13	1.5099117E-12
A16	-6.7432630E-12	3.2482397E-13	-2.9004804E-13
A17	-3.4371478E-12	-5.2122069E-14	-3.6414197E-14
A18	1.8149763E-13	-6.8919262E-15	-1.2249800E-15
A19	1.7801472E-13	-4.2922593E-16	1.2984660E-15
A20	-2.0676419E-14	1.7614142E-16	-7.4672483E-17

[0193] 接着,对实施例5的变焦镜头进行说明。将表示实施例5的变焦镜头的透镜结构的剖视图示于图5中。实施例5的变焦镜头的组结构与实施例1的变焦镜头相同,但在变倍时,构成为第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4的所有的透镜组移动。并

且,将实施例5的变焦镜头的基本透镜数据示于表17中,将与规格相关的数据示于表18中,将与发生变化的面间隔相关的数据示于表19中,将与非球面系数相关的数据示于表20中,将无限远物体对焦时的各像差图示于图14中,将有限距离物体对焦时(对焦于距像面1m的距离的物体时)的各像差图示于图15中。

[0194] [表17]

[0195] 实施例5・透镜数据 (n、v为d线)

[0196]

面编号	曲率半径	面间隔	n	v
1	23.877	2.05	2.00100	29.13
2	11.905	6.75		
*3	-476.708	1.50	1.53586	56.06
*4	27.069	0.50		
5	20.726	2.12	1.95906	17.47
6	37.252	DD[6]		
*7	11.490	3.12	1.76450	49.10
*8	54.267	1.61		
9(光圈)	∞	0.50		
10	16.129	3.51	1.49700	81.61
11	-10.147	0.75	1.80610	33.27
12	29.173	1.12		
*13	-8.633	0.82	1.88385	37.20
*14	-10.047	0.87		
15	26.134	1.57	1.52638	60.20
16	-54.939	DD[16]		
17	-46.132	0.74	1.59551	39.22
18	36.715	DD[18]		
19	47.127	3.12	1.95375	32.32
20	∞	DD[20]		
21	∞	2.85	1.51633	64.14
22	∞	DD[22]		

[0197] [表18]

[0198] 实施例5・规格 (d线)

[0199]

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1.0	1.7	3.0
f'	16.45	27.67	48.53
Bf'	13.32	22.82	39.06
FNo.	3.57	4.62	5.77
2ω [°]	89.8	56.0	32.8

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
变焦倍率	1. 0	1. 7	3. 0
f'	16. 35	27. 38	47. 68
Bf'			
FNo.	3. 58	4. 66	5. 92
2 ω [°]	89. 6	55. 6	32. 0

[0201] [表19]

[0202] 实施例5 • 移动面间隔

	无限远物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23. 99	9. 54	0. 34
DD[16]	3. 25	3. 40	4. 53
DD[18]	4. 92	4. 92	4. 92
DD[20]	9. 06	18. 57	34. 81
DD[22]	2. 38	2. 38	2. 38

	有限距离物体对焦时		
	WIDE	MID	TELE
DD[6]	23. 99	9. 54	0. 34
DD[16]	3. 53	3. 98	5. 90
DD[18]	4. 64	4. 34	3. 55
DD[20]	9. 06	18. 57	34. 81
DD[22]	2. 38	2. 38	2. 38

[0205] [表20]

[0206] 实施例5 • 非球面系数

面编号	3	4	7
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.2479530E-05	-5.1298041E-05	7.7147143E-05
A5	-3.0316220E-05	-1.2965016E-05	-2.6385146E-05
A6	8.1777812E-06	2.6033380E-06	7.7523908E-06
A7	-7.7340575E-07	1.0770292E-07	-4.6734700E-07
A8	5.4625150E-09	-3.8809505E-08	-4.4154284E-08
A9	3.3452881E-09	-3.7835635E-10	6.5528241E-09
A10	3.1971022E-11	2.5368943E-10	1.9027167E-09
A11	-1.1589373E-11	1.2059422E-11	2.2960060E-12
A12	-2.7993715E-12	-1.7620815E-12	8.1500169E-12
A13	9.9664751E-14	-1.2627438E-13	-6.4020028E-12
A14	1.3558699E-14	4.0908393E-15	-7.4285402E-13
A15	1.1168514E-15	9.7401150E-16	2.6483395E-14
A16	-5.8423449E-17	8.2346673E-17	5.4557374E-15
A17	-3.7971760E-18	1.9525918E-18	3.1331559E-15

A18	-4.2047649E-19	-9.9014622E-19	5.8332642E-16
A19	-2.7055286E-20	-1.3344325E-19	1.6786304E-17
A20	4.3481825E-21	1.1644509E-20	-1.6461745E-17
A21			0.0000000E+00

[0208]

面编号	8	13	14
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	1.1037934E-04	1.1444595E-03	1.1919682E-03
A5	-7.1122564E-05	3.5962827E-05	-1.2558675E-04
A6	2.4506177E-05	1.0123736E-05	8.8635425E-05
A7	-1.5338888E-06	5.0340715E-06	-1.1365084E-05
A8	-3.3192903E-07	-6.8463693E-07	-5.5198713E-07
A9	2.6004908E-09	-3.5821916E-08	1.0649835E-07
A10	8.0860435E-09	-2.8368475E-08	3.7195016E-08
A11	1.1450405E-09	5.4375290E-09	-9.9831982E-11
A12	7.1485033E-11	-4.9487739E-10	1.4809940E-09
A13	-2.2322148E-11	5.8968748E-10	-9.5662707E-11
A14	-7.7361700E-12	-1.1217296E-10	-5.6300371E-11
A15	-6.2077819E-13	-3.4163229E-11	-2.1563359E-11
A16	6.6666894E-15	2.7548335E-13	-7.0897114E-12
A17	2.3471469E-14	1.0592286E-12	-1.5829873E-12
A18	5.7497842E-15	2.8216735E-13	6.7727584E-13
A19	7.6310698E-16	6.3675693E-15	2.3045500E-13
A20	-2.2242802E-16	-1.0458495E-14	-4.4001412E-14
A21	0.0000000E+00		

[0209] 将与实施例1~5的变焦镜头的条件式(1)~(8)对应的值示于表21中。另外,所有实施例均以d线为基准波长,下述表21中示出的值为该基准波长时的值。

[0210] [表21]

[0211]

式编号	条件式	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5
(1)	$Nd1 - 0.0037 \times vd1$	1.83	1.78	1.83	1.83	1.89
(2)	$Nd3 - 0.0037 \times vd3$	1.88	1.88	1.88	1.88	1.89
(3)	$fw/f3$	-0.45	-0.27	-0.40	-0.48	-0.48
(4)	Bf/IH	0.74	0.74	0.76	0.95	0.81
(5)	$Bf/f4$	0.23	0.19	0.21	0.27	0.27
(6)	$ft/fois$	1.15	1.02	1.23	1.19	1.43
(7)	vud	64.14	81.61	81.61	64.14	60.20
(8)	Δvcd	31.23	31.23	39.00	31.23	48.34

[0212] 从以上的数据可知,实施例1~5的变焦镜头均满足条件式(1)~(8),是整体为小型、轻量且能够进行高速的聚焦,并且基于物体距离的像差变动少,且在整个物体距离上可

获得高光学性能的变焦镜头。

[0213] 接着,参考图16及图17对本发明所涉及的摄像装置的一实施方式进行说明。在图16、图17中分别表示正面侧、背面侧的立体形状的相机30为装卸自如地安装镜筒内容纳有基于本发明的实施方式的变焦镜头1的可换透镜20的、无反(所谓的无反射镜(mirrorless))式的数码相机。

[0214] 该相机30具备相机主体31,在其上表面设置有快门按钮32及电源按钮33。并且在相机主体31的背面设置有操作部34、35及显示部36。显示部36用于显示所拍摄的图像及拍摄前的视角内存在的图像。

[0215] 在相机主体31的正面中央部设置有来自摄影对象的光入射的拍摄开口,在其拍摄开口对应的位置设置有卡口37,经由该卡口37可换透镜20能够安装在相机主体31上。

[0216] 而且,在相机主体31内,设置有接收通过可换透镜20形成的被摄体像并输出与其相应的摄像信号的CCD(电荷耦合器件(Charge Coupled Device))等成像元件(未图示)、处理由该成像元件输出的摄像信号而生成图像的信号处理电路、以及用于记录该已生成的图像的记录介质等。该相机30中,通过按压快门按钮32能够拍摄静态图像或动态图像,通过该拍摄所得到的图像数据记录在上述记录介质中。

[0217] 以上,举出实施方式及实施例对本发明进行了说明,但本发明并不限定于上述实施方式及实施例,能够进行各种变形。例如,各透镜的曲率半径、面间隔、折射率及色散系数等的值并不限定于上述各实施例中示出的值,能够采用其他值。

[0218] 并且,在摄像装置的实施方式中,以无反式的数码相机为例图示并进行了说明,但本发明的摄像装置并不限定于此,例如,也能够将本发明适用于摄像机、无反式以外的数码相机、电影摄影机及广播用摄像机等摄像装置中。

[0219] 符号说明

[0220] 1-变焦镜头,20-可换透镜,30-相机,31-相机主体,32-快门按钮,33-电源按钮,34、35-操作部,36-显示部,37-卡口,FOCUS-对焦透镜组,G1-第1透镜组,G2-第2透镜组,G3-第3透镜组,G4-第4透镜组,L1a~L4a-透镜,OIS-防振透镜组,PP-光学部件,Sim-像面,St-孔径光圈,ta-长焦端的轴上光束,tb-长焦端的最大视角的光束,wa-广角端的轴上光束,wb-广角端的最大视角的光束,Z-光轴。

实施例1

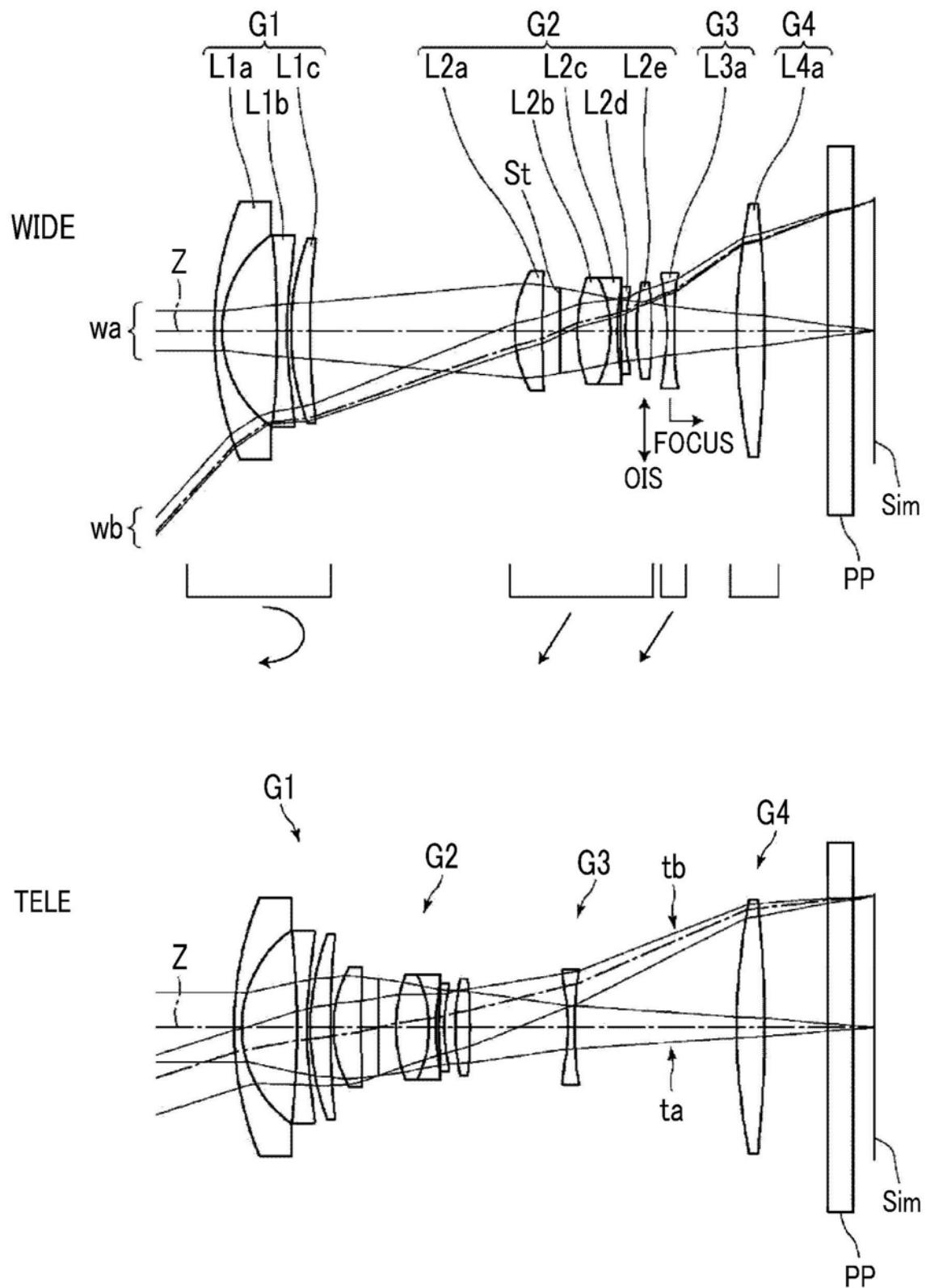


图 1

实施例2

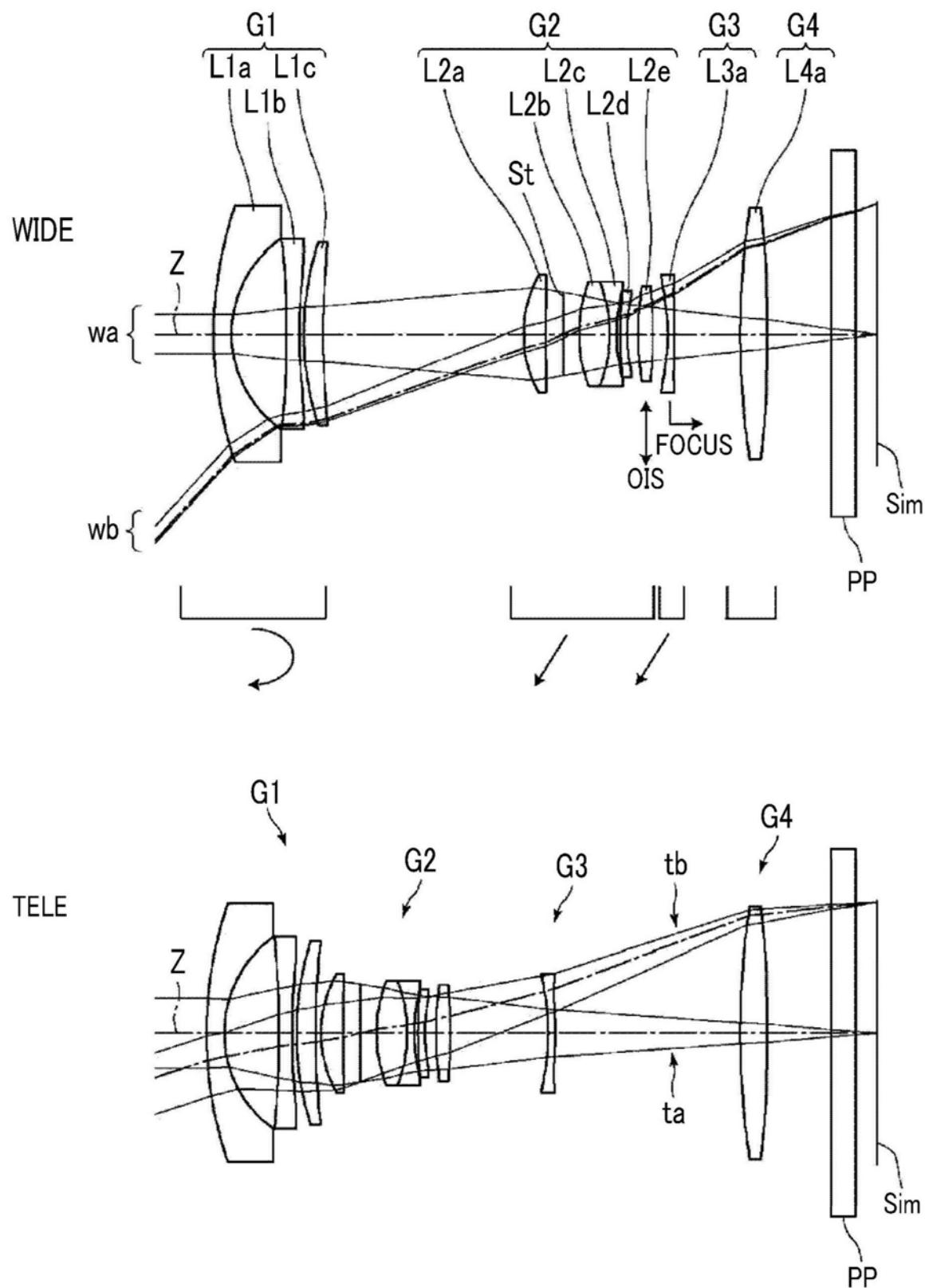


图2

实施例3

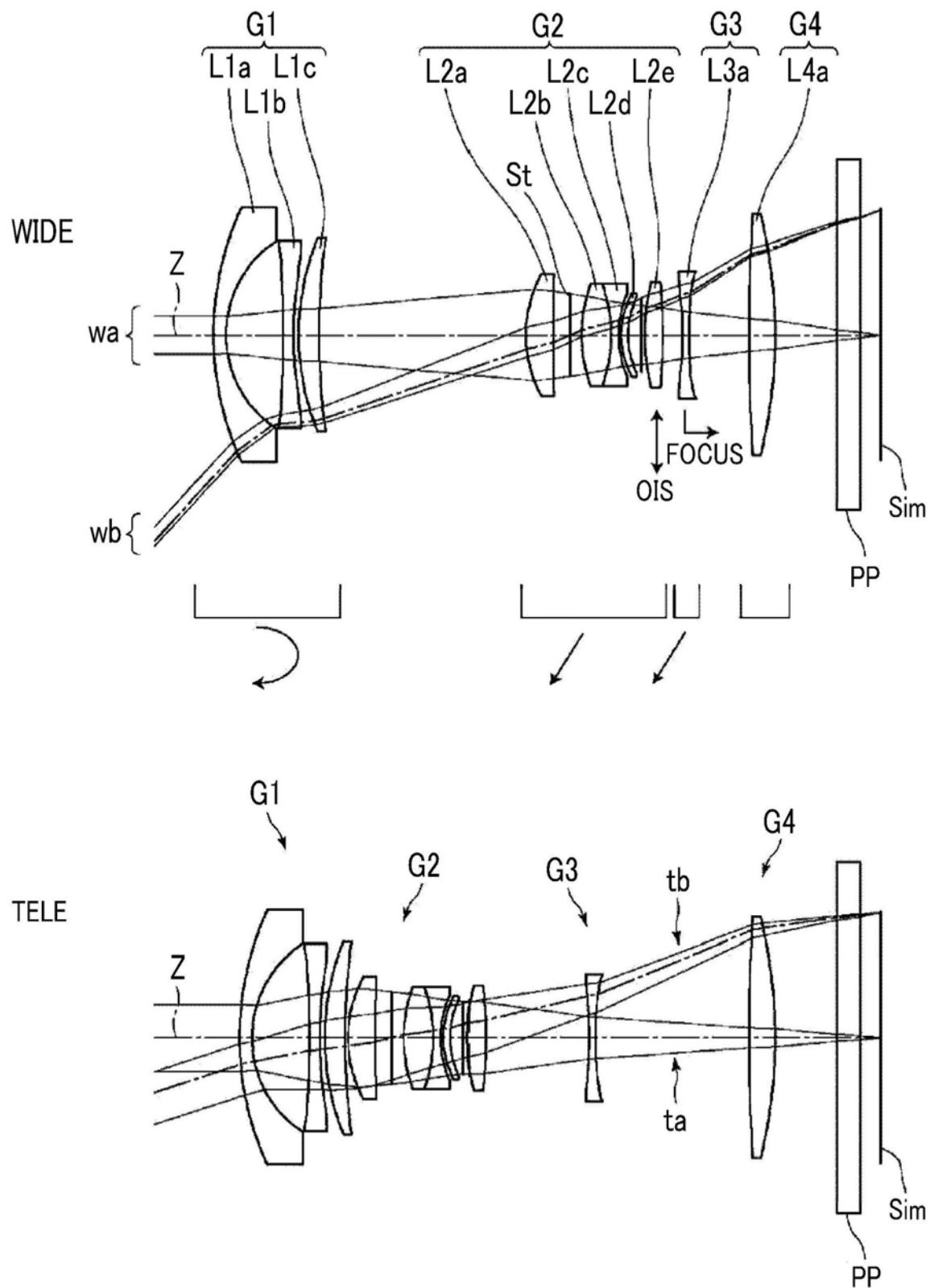


图3

实施例4

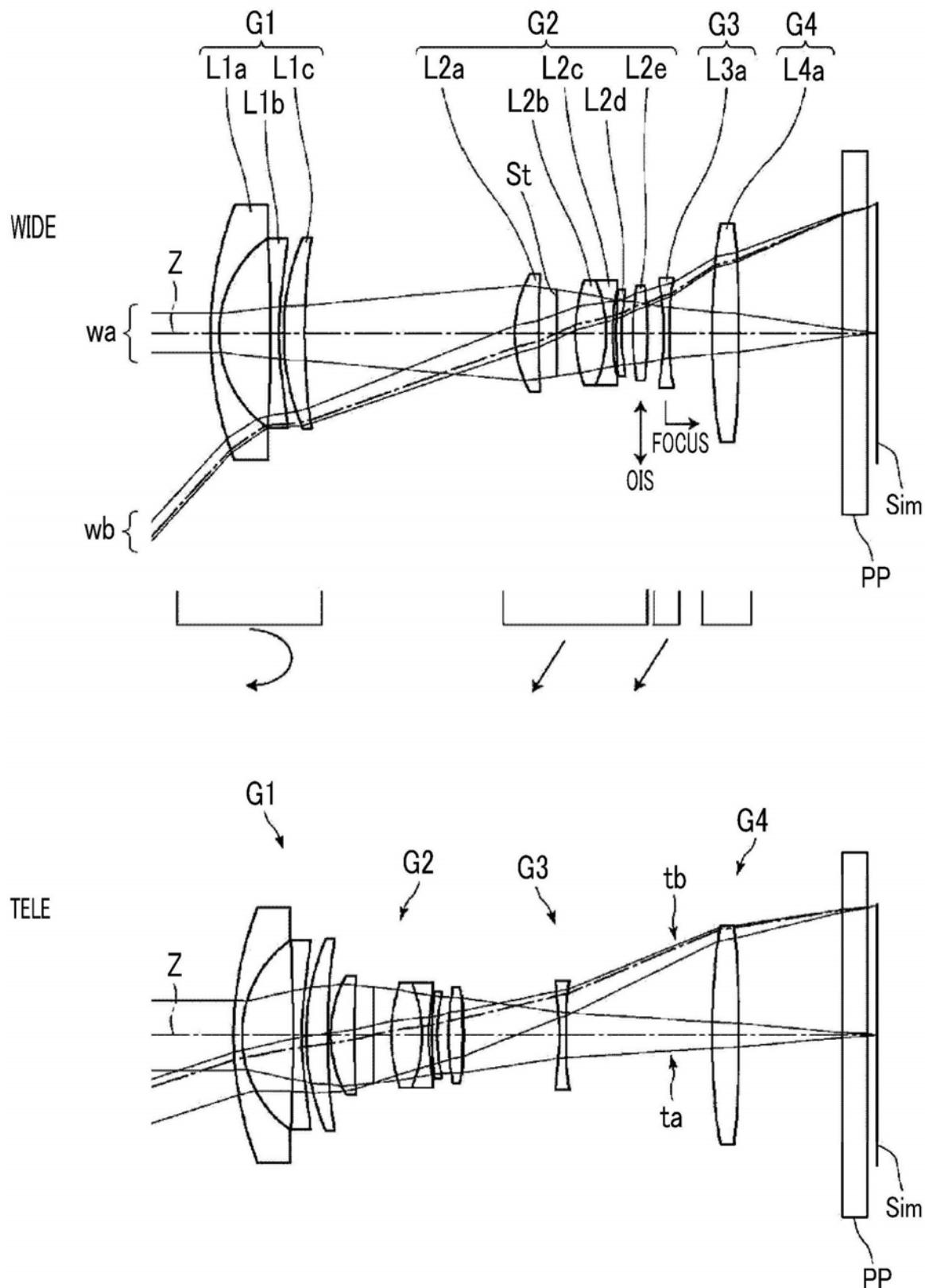


图4

实施例5

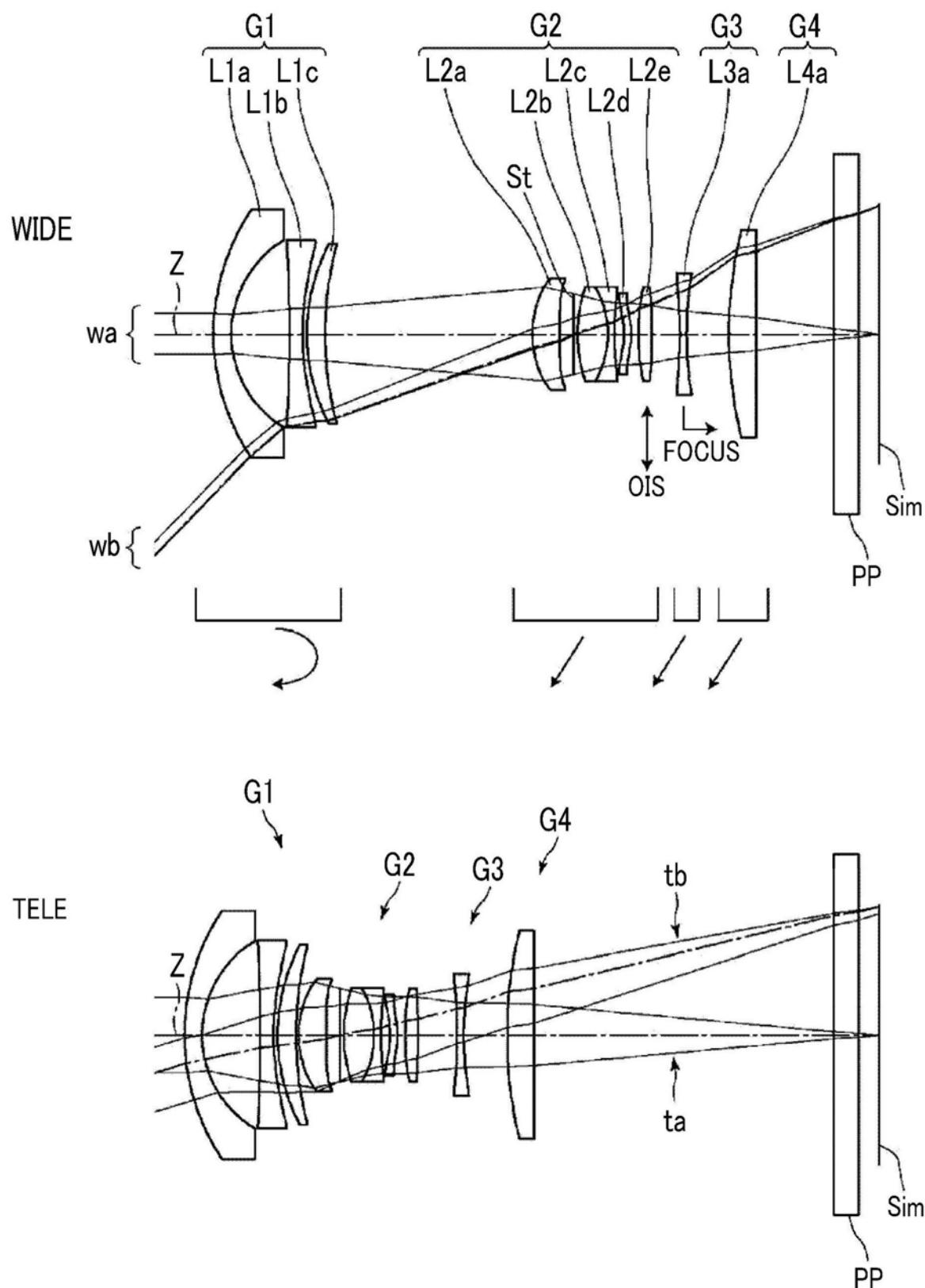


图5

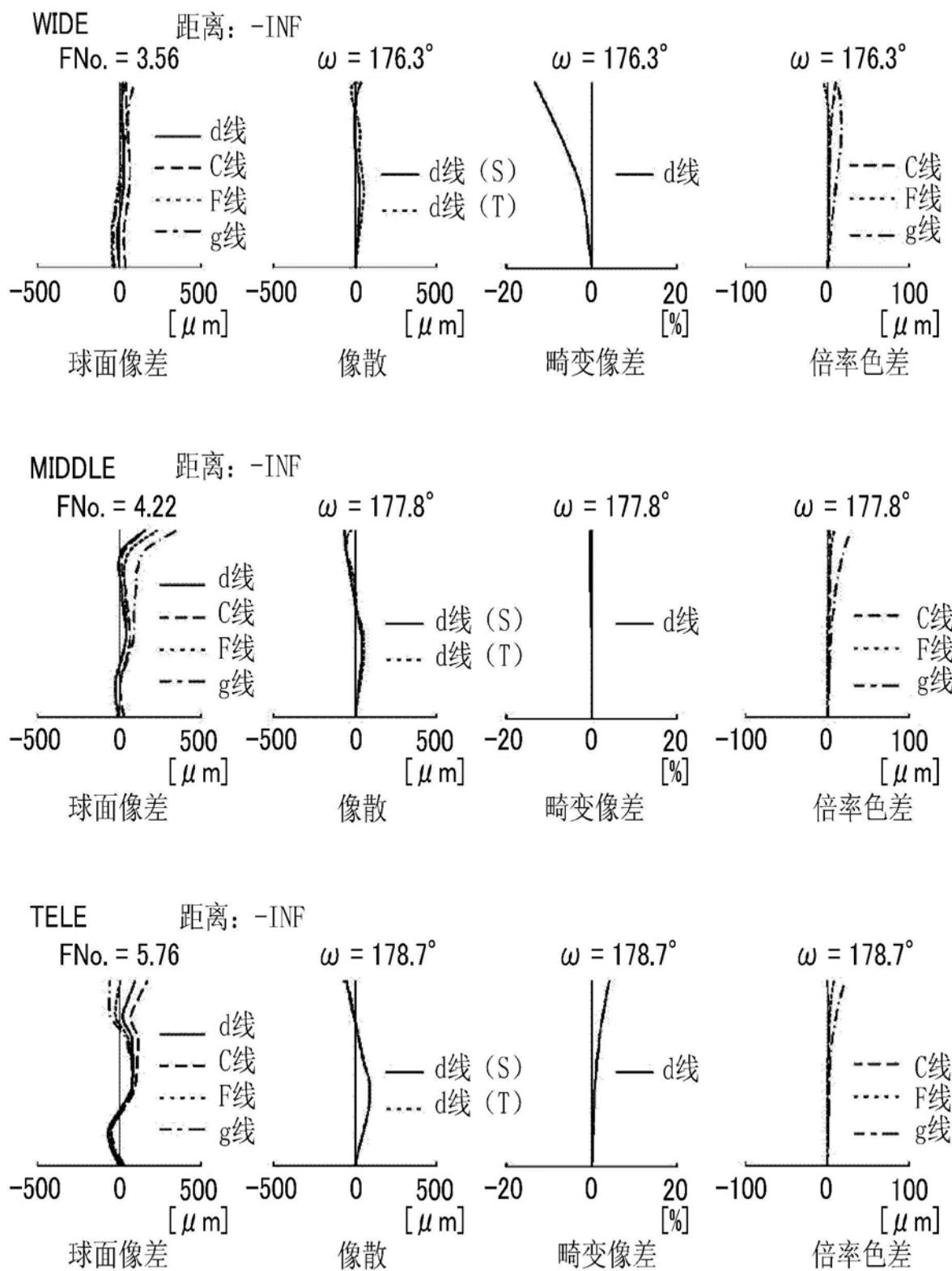
实施例1

图6

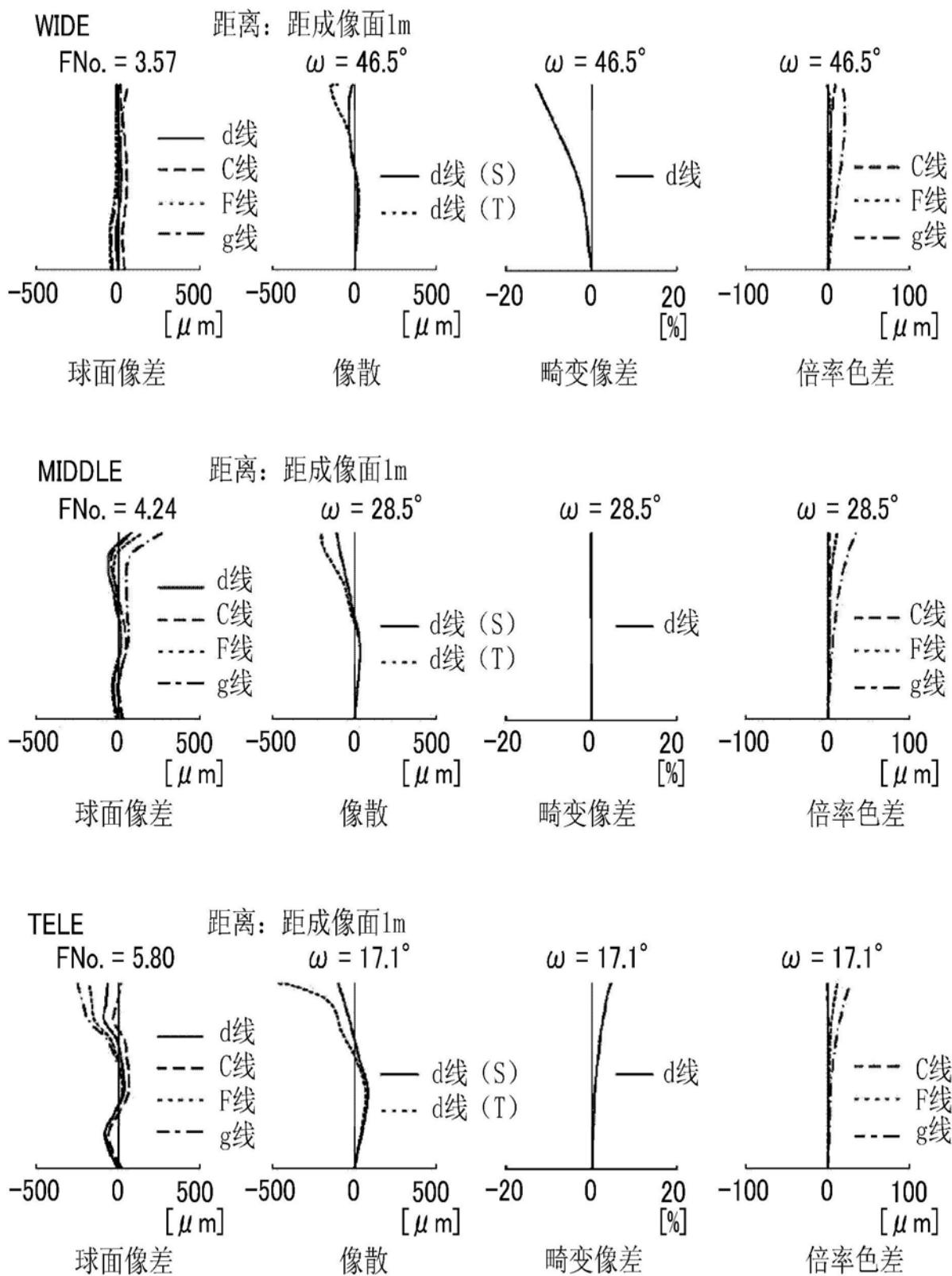
实施例1

图7

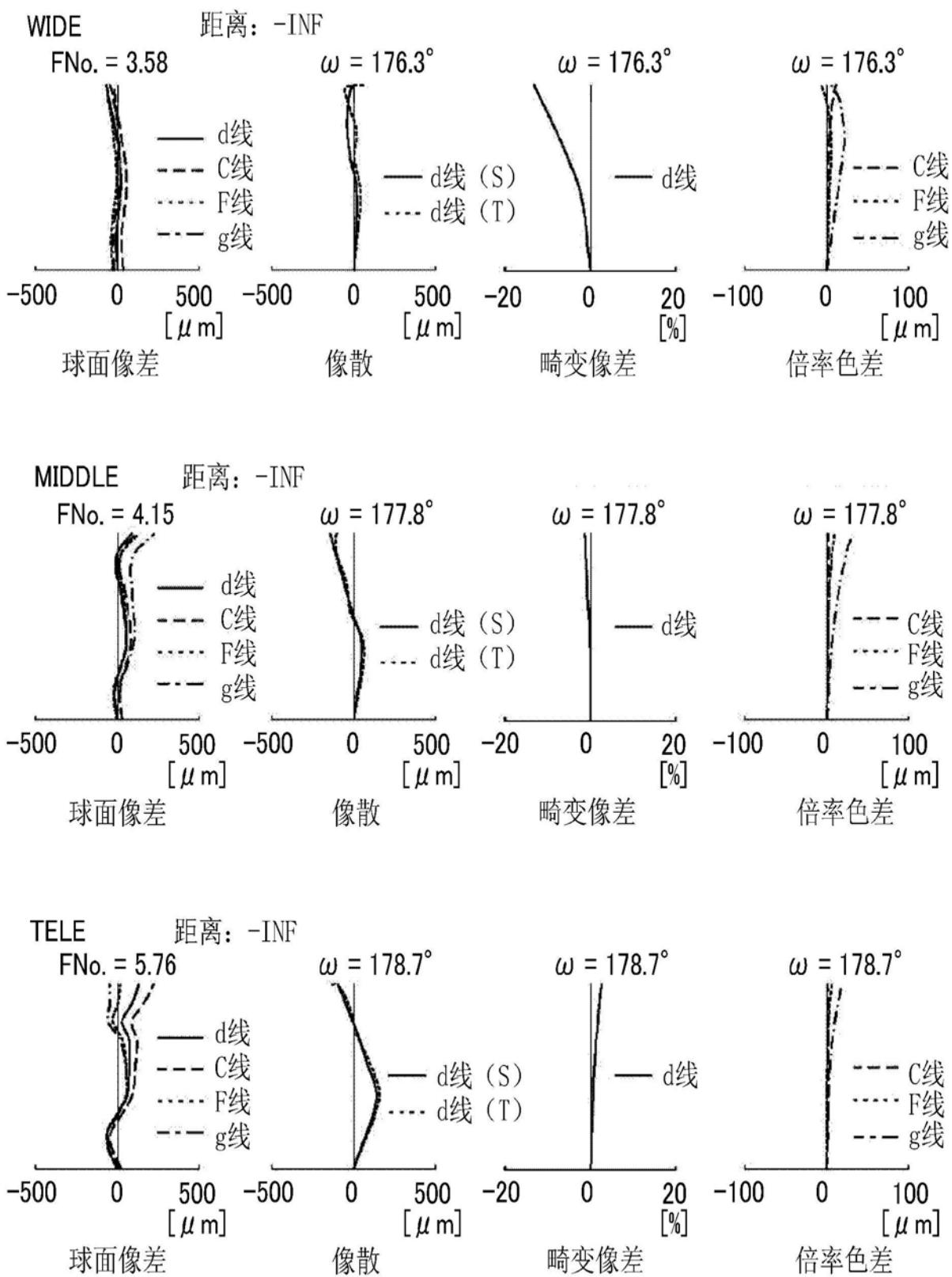
实施例2

图8

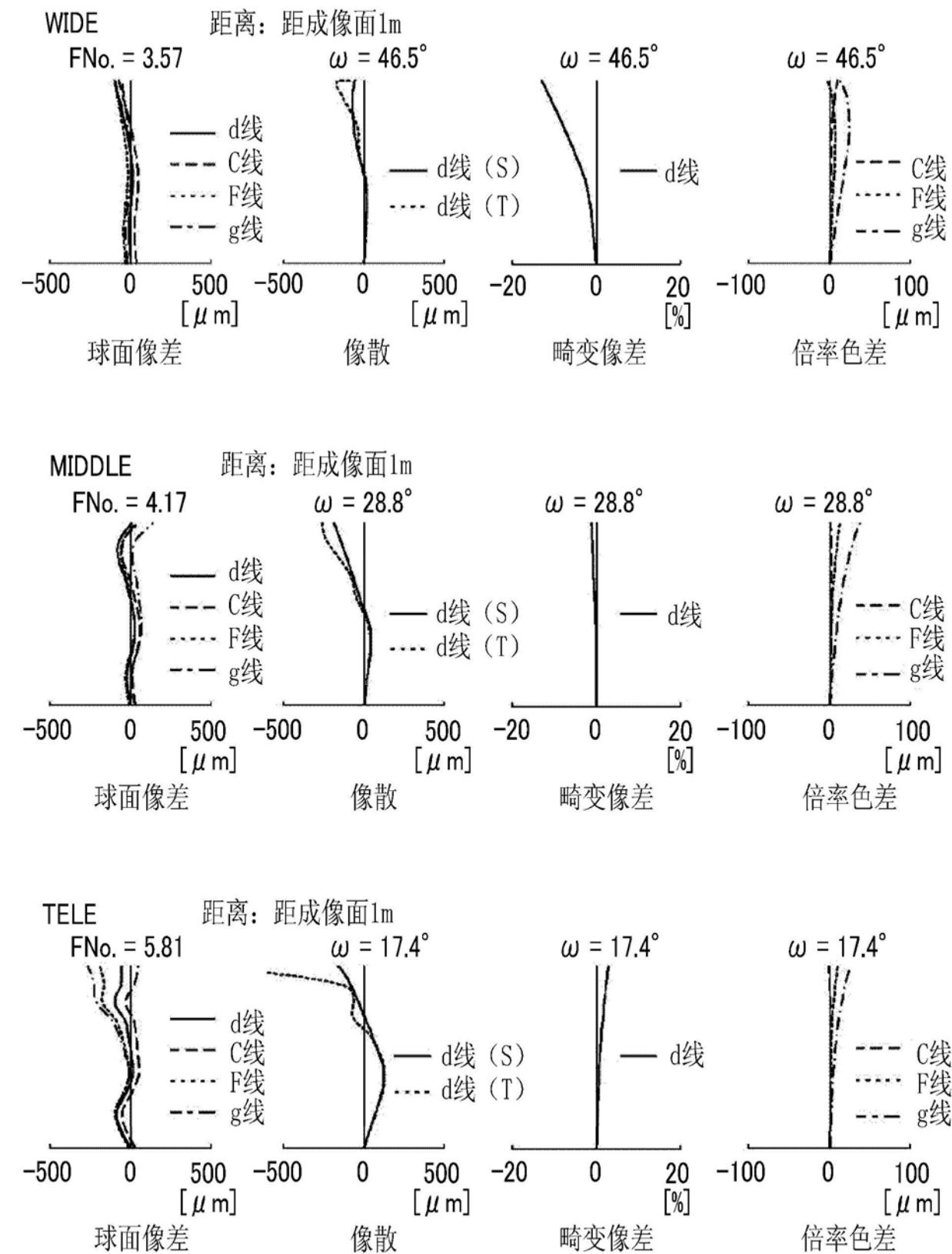
实施例2

图9

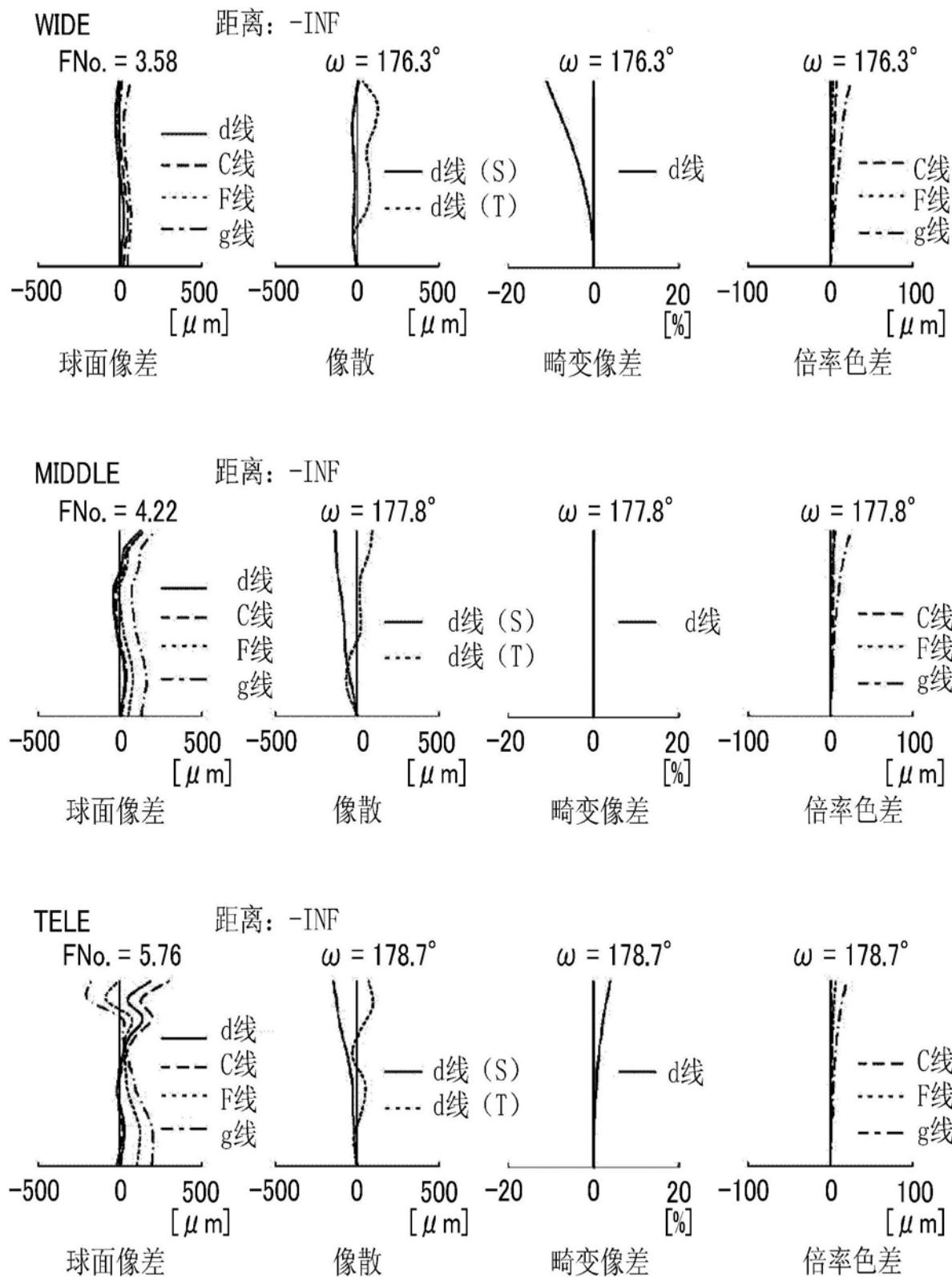
实施例3

图10

实施例3

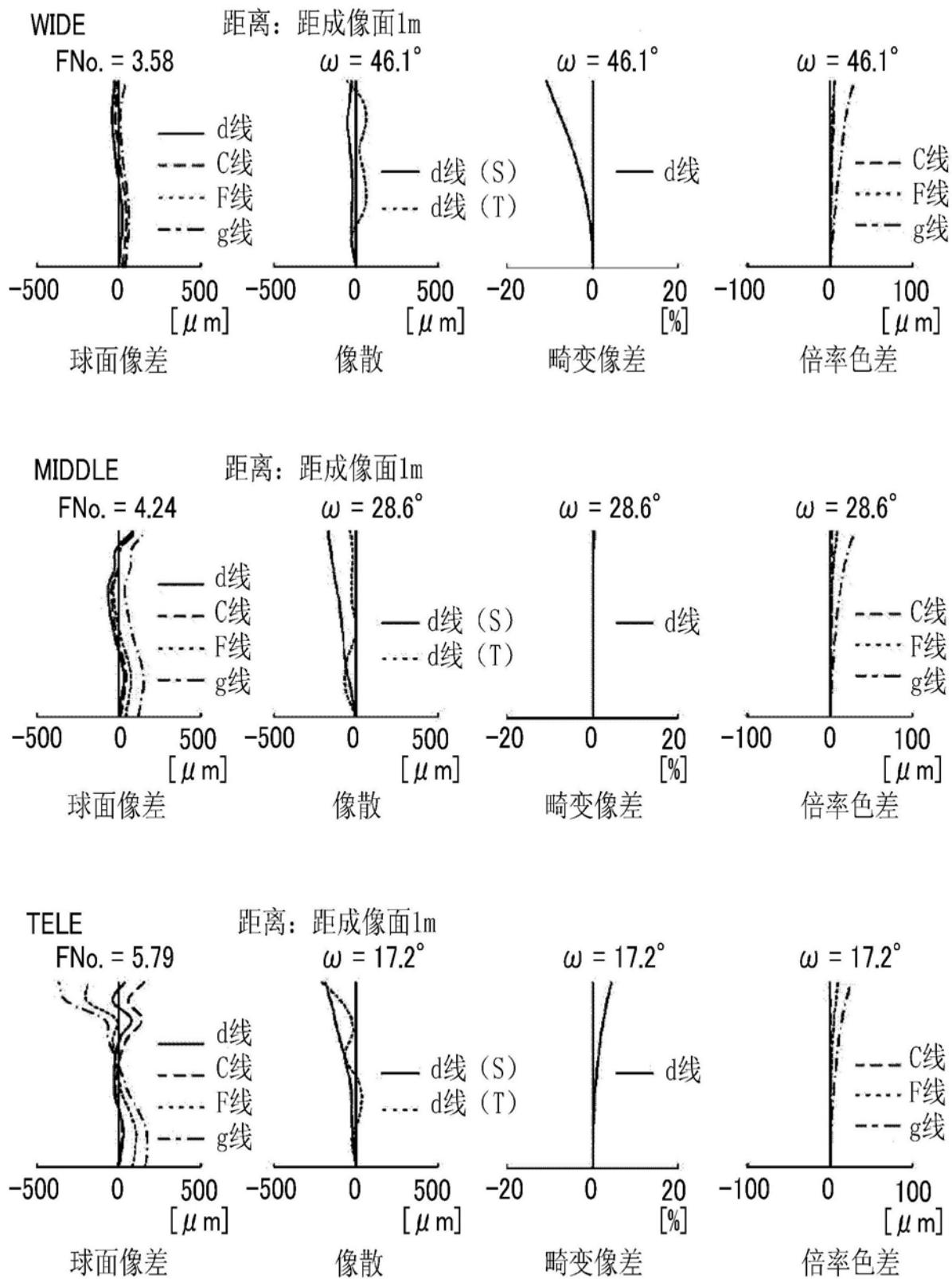


图11

实施例4

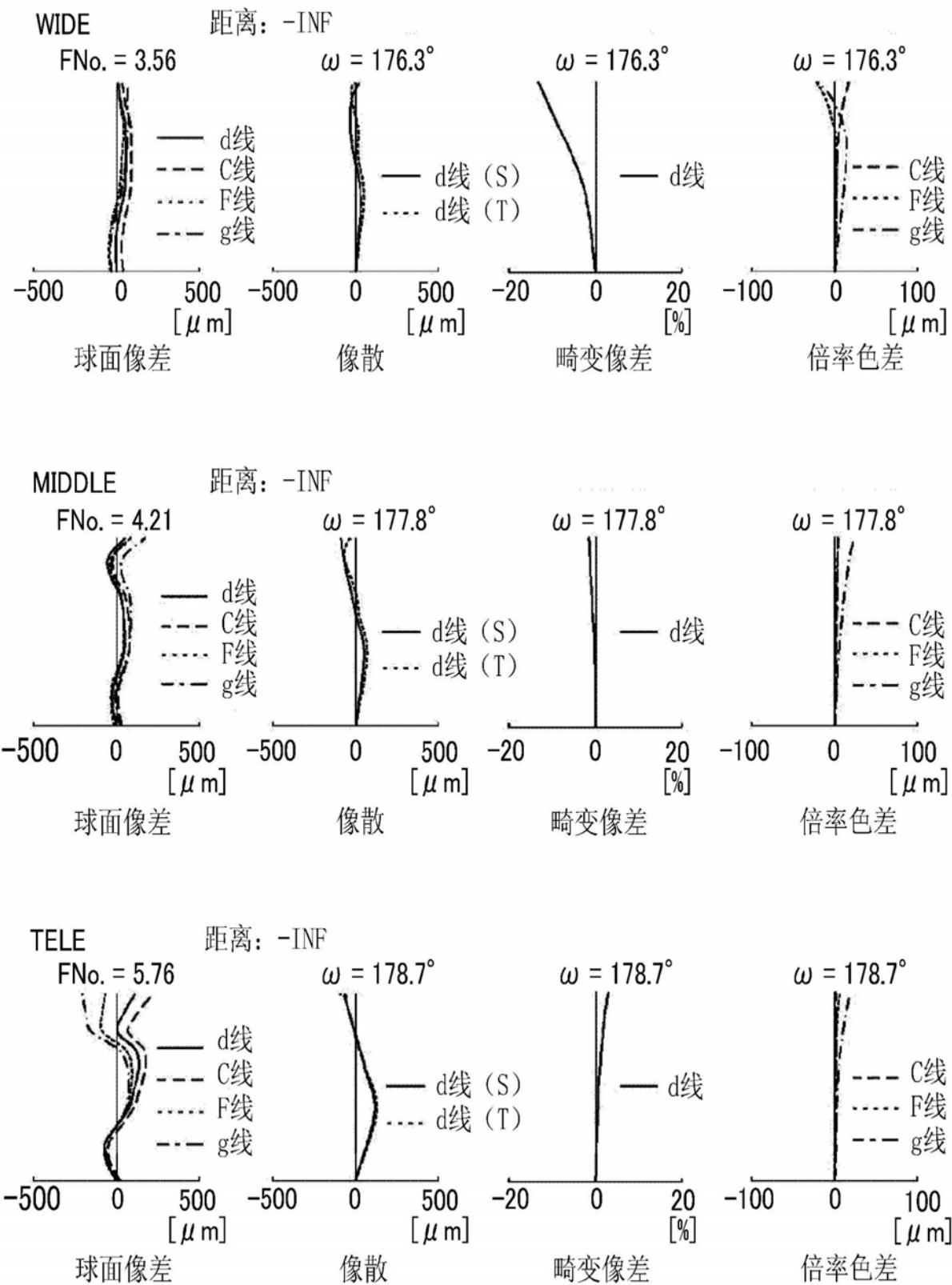


图12

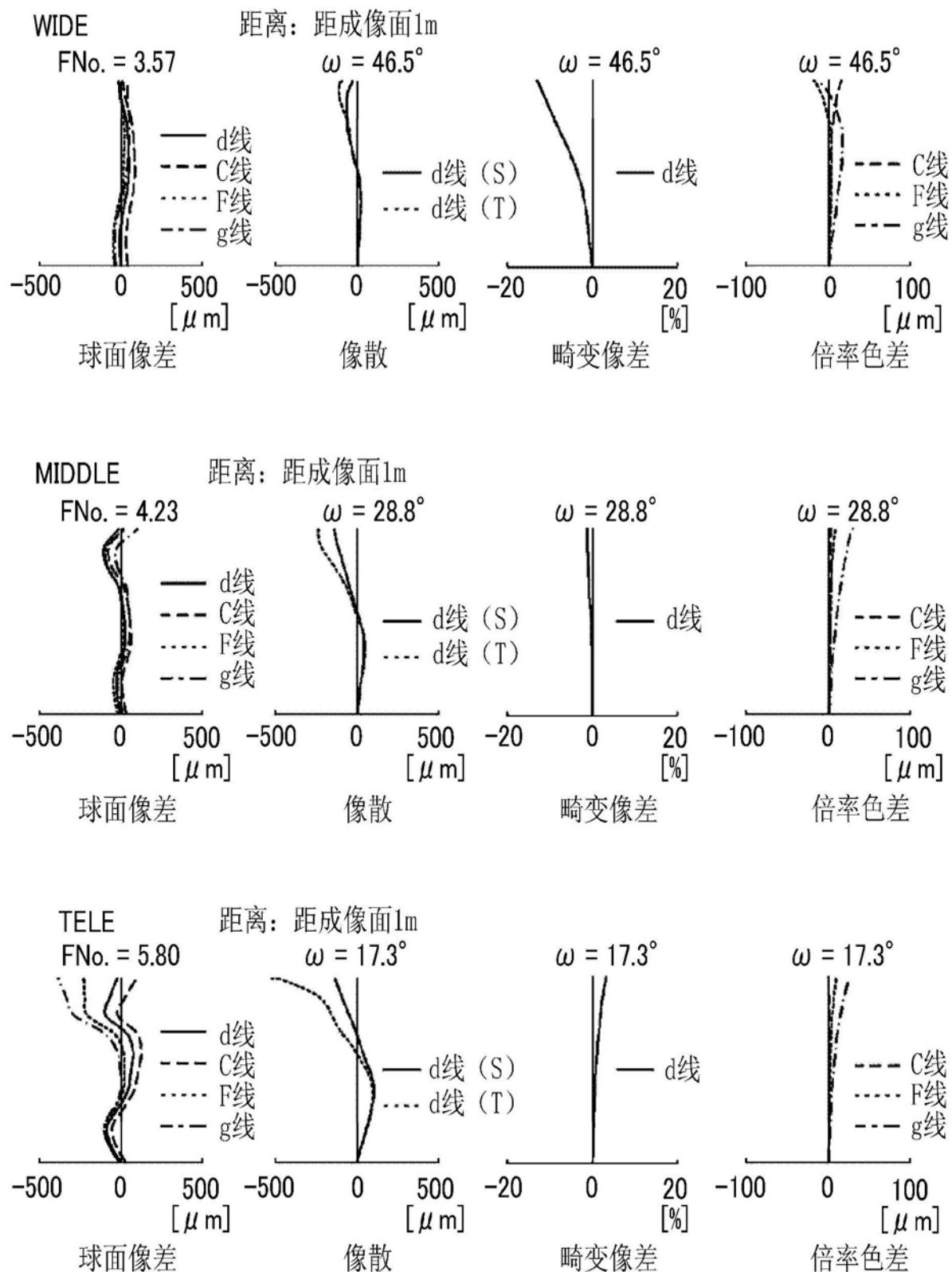
实施例4

图13

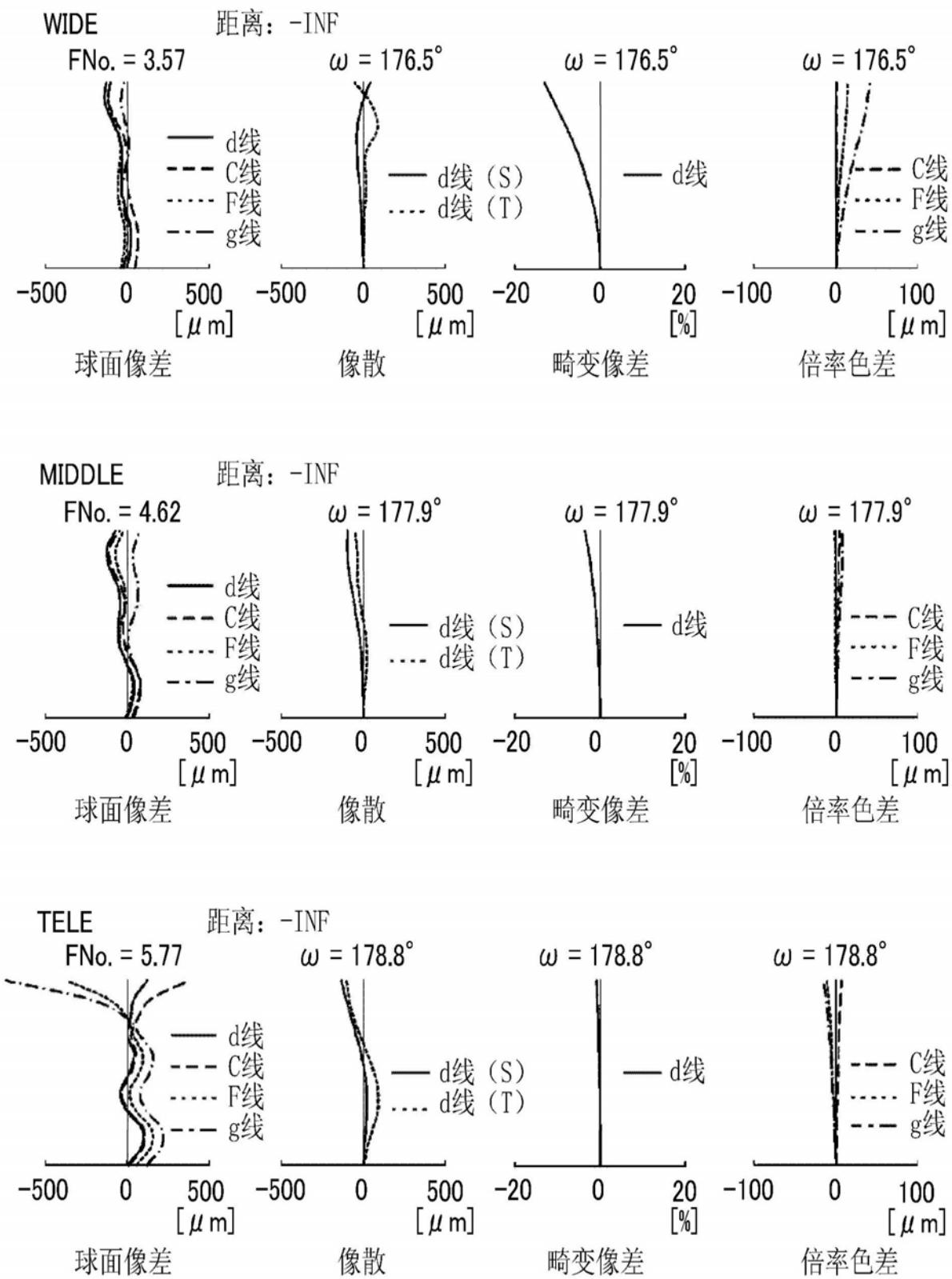
实施例5

图14

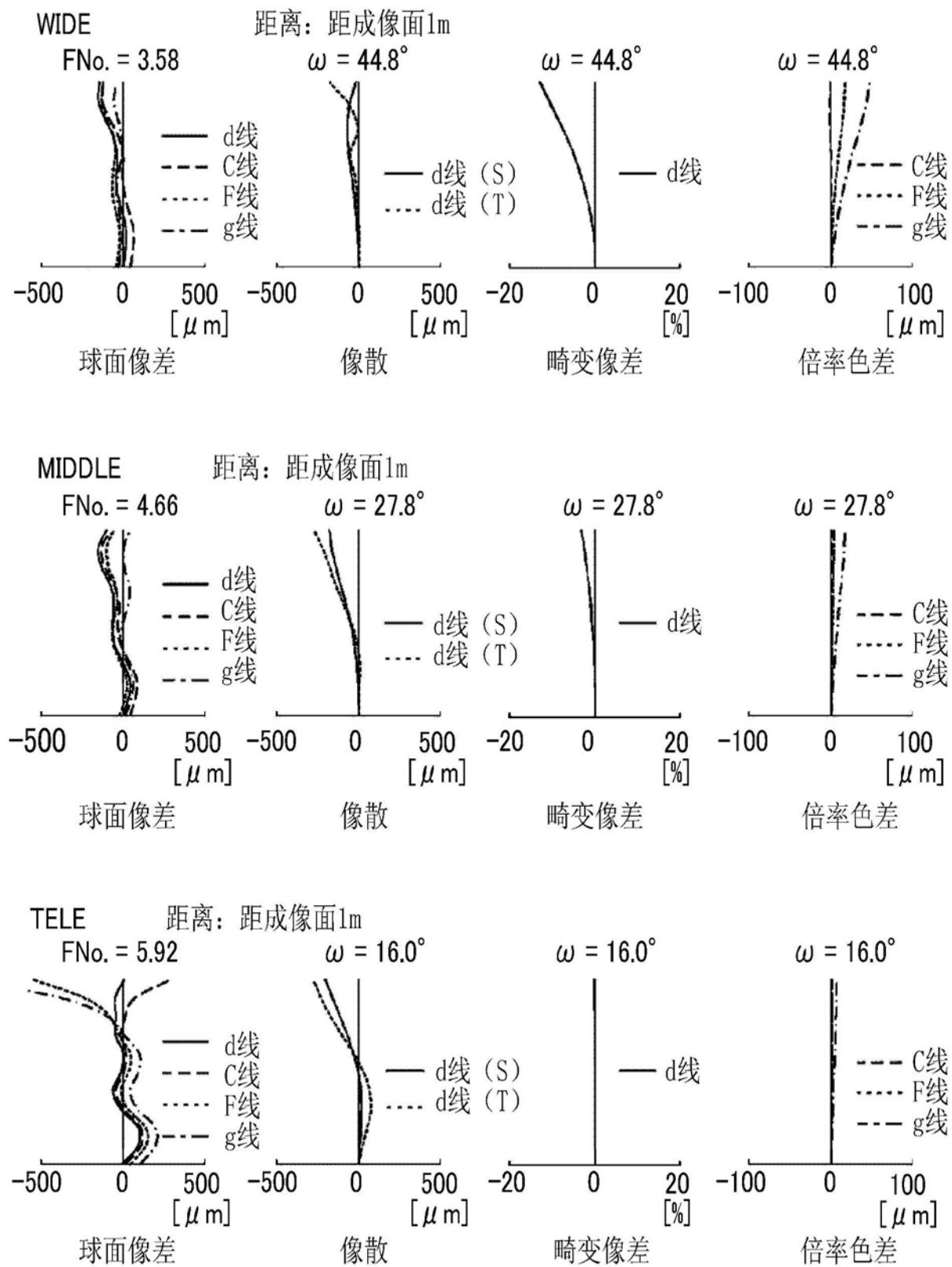
实施例5

图15

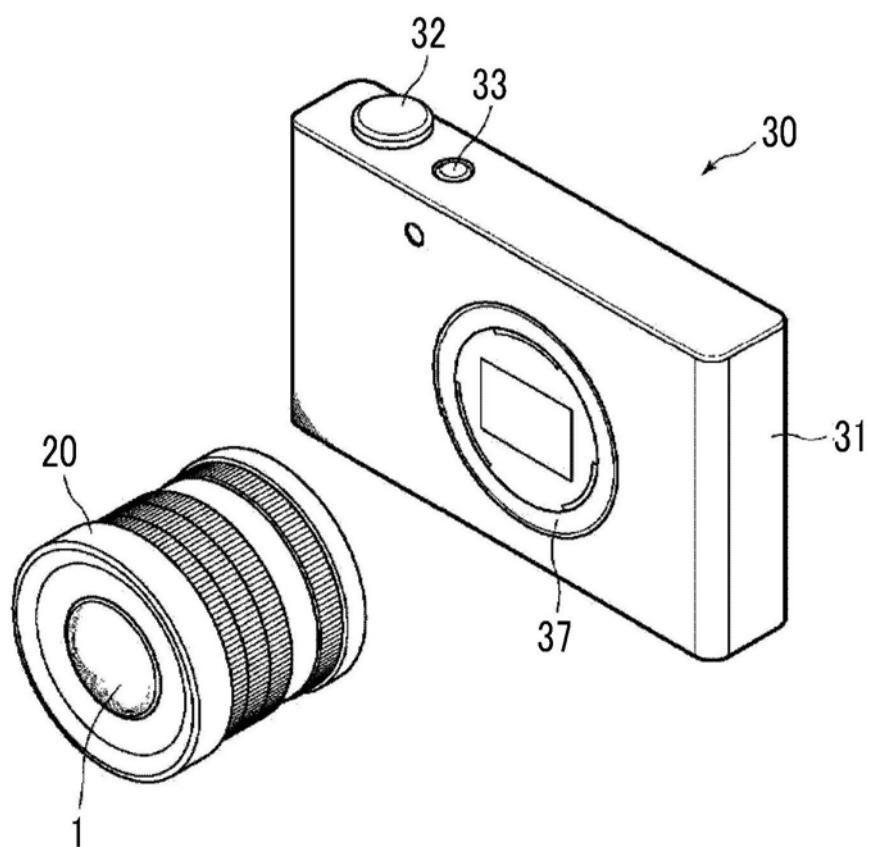


图16

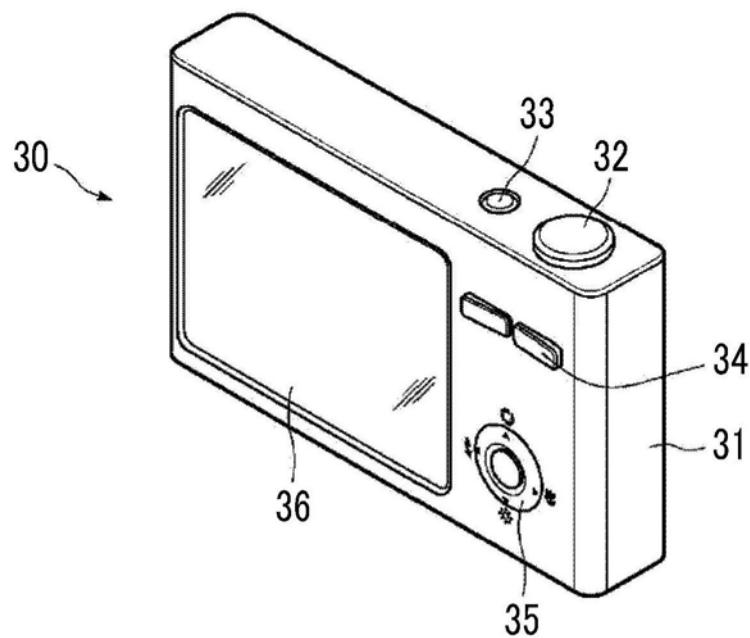


图17