



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102819099 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201210184328. 4

(22) 申请日 2012. 06. 06

(30) 优先权数据

2011-126123 2011. 06. 06 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 堀内昭永

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 杨小明

(51) Int. Cl.

G02B 15/173(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0105165 A1, 2004. 06. 03, 全文.

CN 1825154 A, 2006. 08. 30, 全文.

JP 特开 2007-206544 A, 2007. 08. 16, 全文.

US 2009/0046374 A1, 2009. 02. 19, 全文.

CN 101581826 A, 2009. 11. 18, 全文.

US 2008/0180807 A1, 2008. 07. 31, 全文.

审查员 金伟华

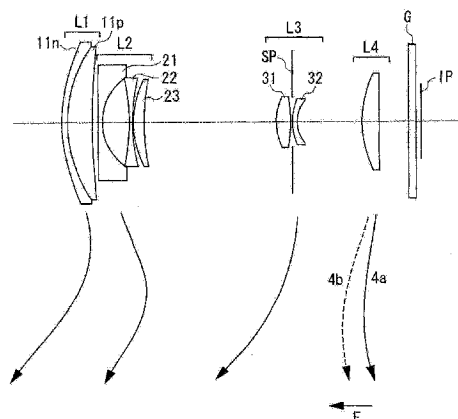
权利要求书2页 说明书21页 附图25页

(54) 发明名称

变焦透镜和配备有变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明涉及一种变焦透镜和配备有变焦透镜的图像拾取装置。变焦透镜包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元。第一到第四透镜单元在变焦期间移动。第一透镜单元包括通过胶合负透镜和正透镜获得的胶合透镜,第二透镜单元包含负透镜、负透镜和正透镜,第三透镜单元包含正透镜和负透镜,并且,第四透镜单元包含正透镜。分别基于预先确定的数学条件合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第一和第三透镜单元的移动量 $M1$ 和 $M3$ 以及第一和第三透镜单元的焦距 $f1$ 和 $f3$ 。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包括沿其光轴布置的:

具有正折光力的第一透镜单元;

具有负折光力的第二透镜单元;

具有正折光力的第三透镜单元;和

具有正折光力的第四透镜单元,

其中,第一透镜单元包括通过胶合从物侧到像侧顺序的负透镜和正透镜获得的胶合透镜,第二透镜单元从物侧到像侧依次包含负透镜、负透镜和正透镜,第三透镜单元从物侧到像侧依次包含正透镜和负透镜,以及,第四透镜单元包含正透镜,

其中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一到第四透镜单元移动,使得第一与第二透镜单元之间的距离增大、第二与第三透镜单元之间的距离减小、以及第三与第四透镜单元之间的距离增大,并且,

其中,满足以下的条件:

1. $0 < M3/M1 < 3.0$; 和

2. $5 < f1/f3 < 8.0$,

其中, $M1$ 和 $M3$ 分别表示在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元和第三透镜单元的移动量, $f1$ 和 $f3$ 分别表示第一透镜单元和第三透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

1. $0 < M3/DA < 4.0$

0. $95 < M1/DA < 6.00$, 和

2. $0 < TDt/DA < 6.0$

其中, DA 表示第一到第四透镜单元的光轴上的厚度的总和,并且, TDt 表示望远端处从第一透镜单元的物侧透镜面到像面的距离。

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $1 < M1/ft < 3.0$;

-0. $5 < (M3-M1)/TDt < 0.2$; 和

-1. $0 < M2/DA < 1.0$,

其中, ft 表示整个变焦透镜在望远端处的焦距, $M2$ 表示在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元的移动量, DA 表示第一到第四透镜单元的光轴上的厚度的总和,以及 TDt 表示望远端处从第一透镜单元的物侧透镜面到像面的距离。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

2. $0 < f1/|f2| < 6.0$;

0. $1 < |f2|/f3 < 2.0$; 和

0. $45 < (\beta 2t/\beta 2w)/(\beta 3t/\beta 3w) < 3.00$,

其中, $\beta 2t$ 和 $\beta 2w$ 分别表示望远端和广角端处第二透镜单元的横向倍率, $\beta 3t$ 和 $\beta 3w$ 分别表示望远端和广角端处第三透镜单元的横向倍率,以及, $f2$ 表示第二透镜单元的焦距。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜,其中,满足以下的条件:

0. $15 < f3/f4 < 1.60$; 和

1. $0 < f4/fw < 15.0$,

其中, $f4$ 表示第四透镜单元的焦距,以及, fw 表示整个变焦透镜在广角端处的焦距。

6. 一种图像拾取装置,包括:
根据权利要求 1 ~ 5 中的任一项的变焦透镜 ;和
被设置在像面处并被配置为接收通过变焦透镜形成的图像的图像传感器。

变焦透镜和配备有变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜,尤其涉及适于在诸如数字静态照相机、视频照相机、监视照相机、广播照相机或卤化银胶片照相机的图像拾取装置中所使用的摄影透镜的变焦透镜。

背景技术

[0002] 近年来,诸如数字静态照相机、视频照相机、使用固态图像传感器的监视照相机或卤化银胶片照相机的图像拾取装置在保持高功能性的同时被小型化。在用于上述的类型的图像拾取装置中的摄影光学系统中,需要小型化、具有短的透镜长度并在整个变焦范围上具有高的分辨率的变焦透镜。另外,为了即使在短的拍摄距离上也获得宽的图像感测范围,要求变焦透镜在广角端处具有宽的视角和短的焦距。

[0003] 在现有技术的当前状态中,已知存在从物侧到像侧依次包括正折光力的第一透镜单元、负折光力的第二透镜单元、正折光力的第三透镜单元和正折光力的第四透镜单元的四单元变焦透镜。美国专利 No. 7760441 和美国专利 No. 7830613 讨论了通过移动各透镜单元执行变焦并在通过移动第四透镜单元校正由变焦导致的像面变化的同时执行聚焦的后焦点型四单元变焦透镜。

[0004] 为了在用于图像拾取装置中的变焦透镜中伴随宽的视角和高的变焦比在整个变焦范围上获得高的光学性能,合适地设定变焦类型、各透镜单元的折光力、各透镜单元的透镜配置和其它类似的参数是重要的。对于上述的四单元变焦透镜,合适地设定各透镜单元的透镜配置、由变焦导致的第一透镜单元和第三透镜单元的移动量、以及第一透镜单元和第三透镜单元的折光力(焦距的倒数)等是重要的。

[0005] 另外,合适地设定由变焦导致的第二透镜单元的移动量、以及第二透镜单元和第四透镜单元的折光力等是重要的。如果这种配置不被合适地设定,那么,在小型化的变焦透镜中,难以在整个变焦范围上获得高的光学性能并保持宽的视角和高的变焦比。

[0006] 美国专利 No. 7760441 和美国专利 No. 7830613 分别讨论了具有数量更少的构成透镜并能够保持高的变焦比的可回缩变焦透镜。在这种类型的变焦透镜中,当其回缩时,其总体尺寸可显著减小。但是,由于在变焦期间第一透镜单元的移动量比第三透镜单元的移动量大,因此,总光学长度趋于保持过大。

[0007] 另外,由于变焦期间第一透镜单元的移动量大,因此,为了在其回缩时获得薄的形状,有必要设置多段透镜镜筒。因此,透镜镜筒的配置变得复杂,并且,其尺寸趋于在径向上增大。如果各透镜面的折光力增大以获得薄的形状,那么轴上色差、倍率色差和彗形像差在广角端处增大,使得这样的各种类型的像差的校正趋于困难。

[0008] 美国专利 No. 7430079 讨论了具有约 $\times 10$ 的高变焦比同时可在回缩时被小型化的变焦透镜。但是,为了实现高的变焦比,第一透镜单元的折光力增大,并且,轴上色差或倍率色差在广角端处增大,使得这样的各种类型的像差的校正趋于困难。

发明内容

[0009] 本发明的各方面针对变焦透镜和配备有变焦透镜的图像拾取装置的实施例,该变焦透镜在使整个变焦透镜小型化的同时以宽的视角和高的变焦比在整个变焦范围上具有高的光学性能。

[0010] 根据本发明的一个方面,一种变焦透镜,从物侧到像侧依次包括沿其光轴布置的具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、和具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元包括通过胶合从物侧到像侧顺序的负透镜和正透镜获得的胶合透镜,第二透镜单元从物侧到像侧依次包含负透镜、负透镜和正透镜,第三透镜单元从物侧到像侧依次包含正透镜和负透镜,以及,第四透镜单元包含正透镜。在从广角端到望远端的变焦期间,第一到第四透镜单元移动,使得第一与第二透镜单元之间的距离增大、第二与第三透镜单元之间的距离减小、并且第三与第四透镜单元之间的距离增大,并且,满足以下的条件:

[0011] $1.0 < M3/M1 < 3.0$; 和

[0012] $2.5 < f1/f3 < 8.0$,

[0013] 其中, $M1$ 和 $M3$ 分别表示在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元和第三透镜单元的移动量, $f1$ 和 $f3$ 分别表示第一透镜单元和第三透镜单元的焦距。

[0014] 从参照附图对示例性实施例的以下的详细描述,本发明的其它特征和方面将变得清晰。

附图说明

[0015] 包含于说明书中并构成其一部分的附图示出本发明的示例性实施例、特征和方面,并与描述一起用于解释本发明的原理。

[0016] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0017] 图 2A、图 2B 和图 2C 分别是根据第一实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0018] 图 3 是根据第二实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0019] 图 4A、图 4B 和图 4C 分别是根据第二实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0020] 图 5 是根据第三实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0021] 图 6A、图 6B 和图 6C 分别是根据第三实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0022] 图 7 是根据第四实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0023] 图 8A、图 8B 和图 8C 分别是根据第四实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0024] 图 9 是根据第五实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。

[0025] 图 10A、图 10B 和图 10C 分别是根据第五实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0026] 图 11A 和图 11B 分别是根据第一实施例的变焦透镜的广角端和望远端处的标准状态中的横向像差图。

[0027] 图 12A 和图 12B 分别是使用根据本发明的第一实施例的变焦透镜的、在广角端处

以 3° 执行图像稳定化操作时和在望远端处以 0.3° 执行图像稳定化操作时的横向像差图。

[0028] 图 13 是示出根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0029] 以下将参照附图详细描述本发明的各种示例性实施例、特征和方面。

[0030] 根据本发明的示例性实施例的变焦透镜从物侧到像侧依次包括正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元。

[0031] 在从广角端到望远端的变焦期间,第一到第四透镜单元移动,使得第一和第二透镜单元之间的距离增大,第二和第三透镜单元之间的距离减小,并且,第三和第四透镜单元之间的距离增大。

[0032] 第一透镜单元包含通过胶合从物侧到像侧顺序的负透镜和正透镜获得的胶合透镜。第二透镜单元从物侧到像侧依次包含负透镜、负透镜和正透镜。第三透镜单元从物侧到像侧依次包含正透镜和负透镜。第四透镜单元包含正透镜。

[0033] 根据本发明的示例性实施例,从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元和第三透镜单元之间的移动量的比、第一透镜单元和第三透镜单元之间的焦距的比被合适地设定。结果,可以获得能够在实现宽的视角和总体尺寸小型化的同时合适地校正各种类型的像差的变焦透镜。

[0034] 图 1 是示出根据本发明的第一实施例的变焦透镜的广角端(短焦距端)处的透镜截面图。图 2A、图 2B 和图 2C 分别是根据第一实施例的变焦透镜的广角端、中间变焦位置和望远端(长焦距端)处的像差图。

[0035] 图 3 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 4A、图 4B 和图 4C 分别是根据第二实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 5 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 6A、图 6B 和图 4C 分别是根据第三实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0036] 图 7 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 8A、图 8B 和图 8C 分别是根据第四实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。图 9 是根据本发明的第五实施例的变焦透镜在广角端处的透镜截面图。图 10A、图 10B 和图 10C 分别是根据第五实施例的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端处的像差图。

[0037] 图 11A 和图 11B 分别是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的广角端和望远端处的不执行图像稳定化操作的标准状态中的横向像差图。图 12A 和图 12B 分别是使用根据本发明的第一实施例的变焦透镜的通过使用第三透镜单元执行图像稳定化操作时的广角端和望远端处的横向像差图。图 13 是示出根据本发明的示例性实施例的具有变焦透镜的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0038] 根据本发明的第一到第五实施例的变焦透镜分别是在图像拾取装置中使用的摄影透镜系统。在透镜截面图中,左侧指的是物侧(前侧),右侧指的是像侧(后侧)。L1 表示具有正折光力的第一透镜单元,L2 表示具有负折光力的第二透镜单元,L3 表示具有正折光力

的第三透镜单元,以及 L4 表示具有正折光力的第四透镜单元。SP 表示确定用于限制全孔径 F 数光束的 F 数的光阑(孔径光阑)。

[0039] 孔径光阑 SP 被布置于第三透镜单元 L3 中。如图 1、图 5、图 7 和图 9 所示,孔径光阑 SP 可被布置于第三透镜单元 L3 的正透镜 31 和负透镜 32 之间。作为替代方案,如图 3 所示,孔径光阑 SP 可被布置于第三透镜单元 L3 中的正透镜 31 的物侧。G 表示与滤光器或相位板等对应的光学块。IP 表示与当使用变焦透镜作为视频照相机或数字照相机的摄影光学系统时的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像传感器(光电转换元件)的成像面对应的像面,或者,IP 与使用它作为卤化银胶片照相机的摄影光学系统时的胶片面对应。

[0040] 在像差图中,d 线和 g 线分别表示关于弗劳恩霍夫(Fraunhofer)光谱 d 线和 g 线的像差,并且,ΔM 线和 ΔS 线分别表示关于子午像面和弧矢像面的像差。Fno 表示 F 数,而 ω 表示摄影视角的半视角(度)。对于球面像差,示出 d 线(实线)和 g (虚线)。对于像散,示出 d 线上的 ΔM 线和 ΔS。对于畸变,示出 d 线。对于倍率色差,示出对于 d 线对 g 线的像差。对于横向像差,示出 d 线。横轴表示光瞳直径。

[0041] 在上述的实施例中的每一个中,广角端和望远端分别指的是最小焦距和最大焦距处的各透镜单元的布置。箭头表示从广角端到望远端的变焦期间各透镜单元的移动轨迹和执行聚焦时的移动方向。

[0042] 在各实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元 L1 以朝物侧凹进的轨迹移动,第二透镜单元 L2 以朝物侧凸起的轨迹移动,并且,第三透镜单元 L3 如箭头表示的那样朝物侧移动。另外,第四透镜单元 L4 以朝物侧凸起的轨迹移动,使得由变焦导致的像面变化被校正。

[0043] 在这种情况下,在从广角端到望远端的变焦期间,各透镜单元移动,使得第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离增大、第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离减小、并且第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离增大。另外,通过采用沿光轴移动第四透镜单元 L4 的后焦点类型执行聚焦。第四透镜单元 L4 的实线曲线 4a 和虚线曲线 4b 分别表示用于校正由对于无限远物体和近距离物体执行聚焦时的变焦导致的像面变化的移动轨迹。

[0044] 另外,在各实施例中,通过如箭头 F 所示的那样向前侧移动第四透镜单元 L4,在望远端处从无限远物体向近距离物体执行聚焦。另外,在成像时,通过移动整个第三透镜单元 L3 以具有与光轴垂直的分量来改变图像位置。即,捕获的图像的抖动被校正。但是,可通过移动第三透镜单元 L3 的一部分以具有与光轴垂直的分量来校正捕获的图像的抖动。

[0045] 在各实施例中,如以上描述的那样提供变焦期间各透镜单元的移动条件和第一到第四透镜单元 L1 ~ L4 的透镜配置。

[0046] 结果,能够在保持高的变焦比的同时合适地校正望远端处的倍率色差和彗形像差。另外,能够在减小广角端处的整个透镜长度的同时减小前透镜有效直径。具体而言,如图 1 所示,由于第一透镜单元 L1 包含通过胶合从物侧到像侧顺序的负透镜 11n 和正透镜 11p 获得的胶合透镜,因此,能够在望远端处合适地校正倍率色差。

[0047] 由于第二透镜单元 L2 从物侧到像侧依次包含负透镜 21、负透镜 22 和正透镜 23,因此,能够在增大第二透镜单元 L2 的负折光力的同时合适地校正整个变焦范围上的像场弯曲。由于第三透镜单元 L3 从物侧到像侧依次包含正透镜 31 和负透镜 32,因此,能够在增

大第三透镜单元 L3 的折光力时合适地校正整个变焦范围上的像场弯曲或彗形像差。

[0048] 由于第四透镜单元 L4 包含单个正透镜,因此,能够在校正像场弯曲的同时减轻用于聚焦的驱动器的驱动负载。另外,在各实施例中,M1 和 M3 分别表示从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的移动量。 f_1 和 f_3 分别表示第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的焦距。

[0049] 在这种情况下,满足以下的条件:

[0050] $1.0 < M3/M1 < 3.0$ (1)

[0051] $2.5 < f_1/f_3 < 8.0$ (2)

[0052] 其中,移动量 M1 和 M3 的符号在从广角端到望远端的变焦期间透镜单元朝物侧移动时被设为正,并且在透镜单元向像侧移动时被设为负。这类似地适用于以下描述中的各透镜单元的移动量。下面描述条件(1)和(2)的技术含义。

[0053] 条件(1)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元 L1 与第三透镜单元 L3 之间的移动量的比。如果超出条件(1)的上限,那么,为了获得第三透镜单元 L3 的移动量,必须增大广角端处的第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离。结果,在广角端处入射到第三透镜单元 L3 的光束直径增大,并且,难以在广角端处抑制彗形像差和倍率色差的产生。另外,第一透镜单元 L1 的移动量过度减小,使得第一透镜单元 L1 的变焦效果降低,并且难以获得预先确定的变焦比。

[0054] 如果超出条件(1)的下限,那么第三透镜单元 L3 的移动量过度减小,并且,必须增大第三透镜单元 L3 的折光力以使得第三透镜单元 L3 能够提供预先确定的变焦效果。从而,难以在整个变焦范围上校正彗形像差和像场弯曲。另外,第一透镜单元 L1 的移动量过度增大,并且,难以在抑制(从第一透镜面到像面的)整个光学长度的同时获得高的变焦比。

[0055] 条件(2)用于合适地设定第一透镜单元 L1 与第三透镜单元 L3 之间的焦距的比。如果超出条件(2)的上限,那么第一透镜单元 L1 的折光力过度减小,并且,第一透镜单元 L1 的变焦效果降低。出于这种原因,难以在抑制整个光学长度的同时获得高的变焦比。另外,第三透镜单元 L3 的折光力过度增大,并且,难以合适地在整个变焦范围上校正彗形像差和像场弯曲。

[0056] 如果超出条件(2)的下限,那么第一透镜单元 L1 的折光力过度增大,并且,难以在整个变焦范围上特别是在望远端处抑制诸如轴上色差、倍率色差、彗形像差和像场弯曲的变化。另外,第三透镜单元 L3 的折光力过度减小,并且,第三透镜单元 L3 的变焦效果降低。出于这种原因,难以在抑制整个光学长度的增大的同时获得高的变焦比。

[0057] 更有用地,条件(1)和(2)的数值范围被设定如下:

[0058] $1.00 < M3/M1 < 1.45$ (1a)

[0059] $2.5 < f_1/f_3 < 4.1$ (2a)

[0060] 如上所述,根据本发明的各实施例,能够获得具有宽的视角并在整个变焦范围上具有高的光学性能的总体具有小的尺寸的变焦透镜。

[0061] 根据本发明的示例性实施例,为了在使整个变焦透镜小型化的同时以高的变焦比获得高的光学性能,满足以下的条件中的至少一个是有用的。

[0062] $1.0 < M3/DA < 4.0$ (3)

[0063] $0.95 < M1/DA < 6.00$ (4)

$$[0064] \quad 2.0 < TDt/DA < 6.0 \quad (5)$$

$$[0065] \quad -1.0 < M2/DA < 1.0 \quad (6)$$

$$[0066] \quad 2.0 < f1/|f2| < 6.0 \quad (7)$$

$$[0067] \quad 0.15 < f3/f4 < 1.60 \quad (8)$$

$$[0068] \quad 1.0 < f4/fw < 15.0 \quad (9)$$

$$[0069] \quad 0.1 < M1/ft < 3.0 \quad (10)$$

$$[0070] \quad 0.1 < |f2|/f3 < 2.0 \quad (11)$$

$$[0071] \quad -0.5 < (M3-M1)/TDt < 0.2 \quad (12)$$

$$[0072] \quad 0.45 < (\beta 2t/\beta 2w)/(\beta 3t/\beta 3w) < 3.00 \quad (13)$$

[0073] 其中, DA 表示第一到第四透镜单元 L1 ~ L4 的光轴上的厚度的总和, 并且, TDt 表示望远端处从第一透镜单元 L1 的物侧的透镜面到像面的距离。fw 和 ft 分别表示广角端和望远端处整个变焦透镜的焦距。M2 表示从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元 L2 的移动量。 $\beta 2t$ 和 $\beta 2w$ 分别表示望远端和广角端处第二透镜单元 L2 的横向倍率, $\beta 3t$ 和 $\beta 3w$ 分别表示望远端和广角端处第三透镜单元 L3 的横向倍率。f2 表示第二透镜单元 L2 的焦距。f2 和 f4 分别表示第二透镜单元 L2 和第四透镜单元 L4 的焦距。

[0074] 其中, 各透镜单元的光轴上的厚度的总和 DA 不包含与低通滤波器对应的光学滤波器和保护玻璃等。

[0075] 通过将诸如低通滤波器的光学滤波器或保护玻璃的厚度设为空气换算值, 获得望远端处从第一透镜面到像面的光轴上的长度 Tdt。

[0076] 下面将描述各条件的技术含义。条件(3)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第三透镜单元 L3 的移动量与各透镜单元的光轴上的厚度的总和之间的比。

[0077] 如果超出条件(3)的上限, 那么, 为了获得第三透镜单元 L3 的移动量, 必须增大广角端处第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离。结果, 在广角端处入射到第三透镜单元 L3 的光束直径增大, 并且, 难以在广角端处抑制彗形像差和倍率色差的产生。另外, 各透镜单元的光轴上的厚度过度减小, 并且, 难以充分地获得边缘厚度或中心厚度。

[0078] 如果超出(3)的下限, 那么第三透镜单元 L3 的折光力过度增大, 并且, 难以在整个变焦范围上合适地校正像场弯曲。另外, 各透镜单元的光轴上的厚度过度增大, 并且, 难以减小回缩时的整个变焦透镜的厚度。

[0079] 条件(4)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元 L1 的移动量与各透镜单元的光轴上的厚度的总和之间的比。如果超出条件(4)的上限, 那么第一透镜单元 L1 的移动量过度增大, 并且, 整个光学长度增大。另外, 各透镜单元的光轴上的厚度过度减小, 并且, 难以充分地获得边缘厚度和中心厚度。

[0080] 另外, 如果超出条件(4)的下限, 那么第一透镜单元 L1 的移动量过度减小, 并且, 为了在获得高的变焦比时使得第一透镜单元 L1 能够具有变焦效果, 必须增大第一透镜单元 L1 的折光力。从而, 难以抑制望远端处的轴上色差和彗形像差以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。另外, 各透镜单元的光轴上的厚度过度增大, 并且, 难以减小回缩时的整个变焦透镜的厚度。

[0081] 条件(5)用于合适地设定望远端的整个光学长度与各透镜单元的光轴上的厚度的总和之间的比。如果超出条件(5)的上限, 那么望远端处的整个光学长度过度增大, 使得,

为了减小回缩时的整个变焦透镜的厚度,必须设置多段透镜镜筒。这使得透镜镜筒的配置复杂化并增大径向的尺寸。另外,各透镜单元的光轴上的厚度过度减小,并且,难以充分地获得边缘厚度和中心厚度。

[0082] 如果超出条件(5)的下限,那么望远端处的整个光学长度过度减小,并且,为了获得高的变焦比,必须增大各透镜单元的折光力。从而,难以抑制望远端处的轴上色差和彗形像差以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。另外,各透镜单元的光轴上的厚度过度增大,并且,难以减小回缩时的整个变焦透镜的厚度。

[0083] 条件(6)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元 L2 的移动量与各透镜单元的光轴上的厚度的总和之间的比。如果超出条件(6)的上限,那么第二透镜单元 L2 的移动量过度增大,并且,难以抑制前透镜有效直径和整个长度的增大。另外,各透镜单元的光轴上的厚度过度减小,并且,难以充分地获得边缘厚度和中心厚度。

[0084] 如果超出条件(6)的下限,那么第二透镜单元 L2 的移动量过度减小,并且,为了在获得期望的变焦比时,必须允许第二透镜单元 L2 具有更大的变焦效果。从而,第二透镜单元 L2 的折光力过度增大,并且,难以在整个变焦范围上抑制彗形像差、倍率色差和像场弯曲的变化。另外,各透镜单元的光轴上的厚度过度增大,并且,难以减小回缩时的整个变焦透镜的厚度。

[0085] 条件(7)用于合适地设定第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的焦距的比。如果超出条件(7)的上限,那么第一透镜单元 L1 的折光力过度减小。出于这种原因,难以抑制前透镜有效直径和整个长度的增大。另外,第二透镜单元 L2 的折光力过度增大,并且,难以在整个变焦范围上抑制彗形像差、倍率色差和像场弯曲的变化。

[0086] 如果超出条件(7)的下限,那么第一透镜单元 L1 的折光力过度增大,并且,难以抑制望远端处的轴上色差或彗形像差、以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。另外,第二透镜单元 L2 的折光力过度减小,并且,为了获得高的变焦比,必须增大第二透镜单元 L2 的移动量。从而,难以抑制前透镜有效直径和整个光学长度的增大。

[0087] 条件(8)用于合适地设定第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的焦距的比。如果超出条件(8)的上限,那么第三透镜单元 L3 的折光力过度减小,并且,为了获得高的变焦比,必须增大第三透镜单元 L3 的移动量。从而,难以在广角端处抑制彗形像差和倍率色差。另外,第四透镜单元 L4 的折光力过度增大,并且,难以抑制广角端处的倍率色差和整个变焦范围上的像场弯曲的变化。

[0088] 如果超出条件(8)的下限,那么第三透镜单元 L3 的折光力过度增大,并且,难以抑制望远端处的轴上色差或彗形像差、以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。另外,第四透镜单元 L4 的折光力过度减小,并且,第四透镜单元 L4 的移动量增大,使得难以抑制望远端处的整个光学长度的增大。

[0089] 条件(9)用于合适地设定第四透镜单元 L4 的焦距与望远端处整个变焦透镜的焦距之间的比。如果超出条件(9)的上限,那么第四透镜单元 L4 的折光力过度减小,并且,为了获得高的变焦比,必须增大第四透镜单元 L4 的移动量。从而,难以在抑制整个光学长度的同时获得高的变焦比。

[0090] 如果超出条件(9)的下限,那么第四透镜单元 L4 的折光力过度增大,并且,难以抑制广角端处的彗形像差和整个变焦范围上的像场弯曲的变化。

[0091] 条件(10)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元 L1 的移动量与望远端处整个变焦透镜的焦距之间的比。如果超出条件(10)的上限,那么第一透镜单元 L1 的移动量过度增大,并且,难以抑制前透镜有效直径和整个光学长度的增大。

[0092] 如果超出条件(10)的下限,那么第一透镜单元 L1 的折光力过度增大,并且,难以抑制望远端处的彗形像差和倍率色差以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。

[0093] 条件(11)用于合适地设定第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 的焦距。如果超出条件(11)的上限,那么第二透镜单元 L2 的折光力过度减小,并且,为了获得高的变焦比,必须增大第二透镜单元 L2 的移动量。从而,前透镜有效直径和整个光学长度不利地增大。

[0094] 另外,第三透镜单元 L3 的折光力过度增大,并且,难以抑制望远端处的轴上色差或彗形像差、以及整个变焦范围上的像场弯曲的变化。如果超出条件(11)的上限,那么第二透镜单元 L2 的折光力过度增大,并且,难以在整个变焦范围上抑制彗形像差、倍率色差和像场弯曲的变化。另外,第三透镜单元 L3 的折光力过度减小,并且,第三透镜单元 L3 的变焦效果降低,使得难以在抑制整个光学长度的同时获得高的变焦比。

[0095] 条件(12)用于合适地设定从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的移动量与望远端处的整个光学长度之间的比。如果超出条件(12)的上限,那么为了获得第三透镜单元 L3 的移动量,必须增大广角端处第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离。

[0096] 结果,在广角端处入射到第三透镜单元 L3 的光束直径增大,并且,难以在广角端处抑制彗形像差和倍率色差。如果超出条件(12)的下限,那么望远端处的整个光学长度增大,并且,为了减小回缩时的整个变焦透镜的厚度,必须设置多段透镜镜筒。结果,透镜镜筒的配置变得复杂。另外,径向的尺寸增大。

[0097] 条件(13)用于合适地设定第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的可变光焦度的贡献的比并以高的变焦比在整个变焦范围上获得高的光学性能。如果超出条件(13)的上限,那么第二透镜单元 L2 的可变光焦度的贡献与第三透镜单元 L3 的可变光焦度的贡献相比过度增大,使得难以在整个变焦范围上抑制像散、彗形像差和像场弯曲的变化。

[0098] 如果超出条件(13)的下限,那么第二透镜单元 L2 的可变光焦度的贡献与第三透镜单元 L3 的可变光焦度的贡献相比过度减小,使得,为了获得高的变焦比,必须增大第二透镜单元 L2 的移动量。从而,难以抑制前透镜有效直径和整个光学长度的增大。

[0099] 在各实施例中,第三透镜单元 L3 包含用于减少图像抖动的图像稳定化操作透镜单元。例如,能够通过沿与光轴垂直的方向移动整个第三透镜单元 L3 来校正捕获的图像的抖动。

[0100] 图 11A 和图 11B 分别是根据第一实施例的变焦透镜的不通过使用第三透镜单元 L3 执行图像稳定化操作的标准状态中的广角端和望远端处的横向像差图。图 12A 和图 12B 分别是根据第一实施例的变焦透镜的通过使用第三透镜单元 L3 执行图像稳定化操作时的广角端(3° 的图像稳定化操作)和望远端(0.3° 的图像稳定化操作)处的横向色差图。从这些图,可以看出,即使当执行图像稳定化操作时,也可保持优异的光学性能。

[0101] 孔径光阑或光阑单元可在从广角端到望远端的变焦期间单独地移动。更有用地,各条件的数值范围可被设定如下:

[0102] $1.34 < M3/DA < 1.91$ (3a)

$$[0103] \quad 0.95 < M1/DA < 1.71 \quad (4a)$$

$$[0104] \quad 4.34 < TDt/DA < 5.10 \quad (5a)$$

$$[0105] \quad 0.00 < M2/DA < 0.75 \quad (6a)$$

$$[0106] \quad 4.00 < f1/|f2| < 4.85 \quad (7a)$$

$$[0107] \quad 0.33 < f3/f4 < 0.71 \quad (8a)$$

$$[0108] \quad 3.83 < f4/fw < 6.35 \quad (9a)$$

$$[0109] \quad 0.25 < M1/ft < 0.55 \quad (10a)$$

$$[0110] \quad 0.60 < |f2|/f3 < 0.85 \quad (11a)$$

$$[0111] \quad 0.000 < (M3-M1)/TDt < 0.085 \quad (12a)$$

$$[0112] \quad 0.45 < (\beta 2t/\beta 2w)/(\beta 3t/\beta 3w) < 2.30 \quad (13a)$$

[0113] 当根据各实施例的变焦透镜被应用于图像拾取装置时,可通过电子图像处理校正各种类型的像差之中的捕获图像的畸变。

[0114] 在各实施例中,具有折光力的一个或更多个透镜单元可被布置在第一透镜单元 L1 的物侧或第四透镜单元 L4 的像侧中的至少一个上。通过上述的配置,能够减小透镜总长度并且获得宽视角和从广角端到望远端的整个变焦范围上的优异的光学性能。具体而言,能够获得具有约 $\times 8$ 到 $\times 10$ 的变焦比的变焦透镜,其中,在减小在回缩时实现的各透镜单元的厚度或移动量的同时,合适地校正从广角端到望远端的整个变焦范围上的色差和像场弯曲等。

[0115] 以下,将描述与第一到第五示例性实施例对应的数值例 1 ~ 5。在各数值例中, i 表示从物侧的表面的次序, r_i 表示第 i 个面的曲率半径。 d_i 表示第 i 面与第 $(i+1)$ 个面之间的距离。 nd_i 和 vdi 分别表示关于 d 线的第 i 个光学部件的材料的折射率和 Abbe 数。另外,在数值例 1 ~ 5 中,最接近像侧的最后两个面是与光学块 G 对应的面。对于非球面形状,距光轴高 H 的位置处沿光轴方向的位移由关于面顶点的 X 表示。光的传播方向被设为正。 R 表示旁轴曲率半径, k 表示圆锥常数。 $A4$ 、 $A6$ 和 $A8$ 表示非球面系数。在这种情况下,满足下式:

$$[0116] \quad X = (H^2/R) / \{1 + [1 - (1+k) (H/R)^2]^{1/2}\} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8$$

[0117] 在以下列出的数值例中,紧接着表面号的星号(*)表示具有非球面形状的面。科学表示法“1E-00Z”等同于归一化指数表示法“ 1×10^{-00Z} ”。BF 表示后焦距。从像侧的最后的透镜面到像面的距离由空气换算量表示。表 1 表示上述的条件中的每一个与数值例的各种数值之间的关系。

[0118] 数值例 1

[0119] 单位 nm

[0120]

表面数据				
表面号	r	d	nd	v d
1	∞	0.00		

2	18.275	0.60	1.92286	18.9
3	14.029	2.75	1.77250	49.6
4	94.141	可变		
5	247.891	0.50	1.85135	40.1
6*	5.824	2.65		
7	-21.004	0.40	1.48749	70.2
8	17.123	0.10		
9	9.825	1.08	1.95906	17.5
10	20.517	可变		

[0121]

11	∞	-0.40		
12*	4.786	1.55	1.76802	49.2
13*	-40.494	0.20		
14(光阑)	∞	0.00		
15	6.204	0.45	1.92286	18.9
16	3.471	1.00		
17	∞	0.00		
18	∞	1.00		
19	∞	可变		
20*	11.620	1.71	1.58313	59.4
21	-3000.000	可变		
22	∞	0.80	1.51633	64.1
像面	∞			

[0122] 非球面数据

[0123] 第6面

[0124] $K=3.62105E-002$ $A4=-3.21235E-005$ $A6=4.34339E-006$ $A8=-1.89145E-007$

[0125] 第 12 面

[0126] $K=-6.68590E-001$ $A4=-1.96155E-004$ $A6=-3.71688E-005$ $A8=-2.24966E-006$

[0127] 第 13 面

[0128] $K=0.00000E+000$ $A4=1.87374E-004$ $A6=-6.47688E-005$

[0129] 第 20 面

[0130] $K=-9.23793E-001$ $A4=2.11181E-005$ $A6=2.71907E-006$ $A8=-5.37025E-008$

[0131]

各种数据			
变焦比	7.54		
	广角	中间	望远
焦距	5.15	10.46	38.82
F 数	3.03	3.49	6.08
半场角	32.91	19.57	5.70
像高	3.33	3.72	3.88
透镜总长度	37.56	37.71	52.13
BF	4.60	7.10	5.04
d4	0.42	5.41	12.22
d10	13.98	6.46	0.68
d19	4.69	4.88	20.33
d21	3.02	5.52	3.46

[0132] 变焦透镜单元数据

[0133]

单元	开始面	焦距
1	1	30.88
2	5	-6.97
3	11	10.11

4	20	19.85
---	----	-------

[0134] 数值例 2

[0135] 单位 mm

[0136]

表面数据				
表面号	r	d	nd	v d
1	∞	0.00		
2	20.269	0.45	1.92286	18.9
3	15.575	2.00	1.77250	49.6
4	109.116	可变		
5	221.120	0.40	1.88300	40.8
6	6.105	2.75		
7	-12.882	0.40	1.88300	40.8
8	-108.916	0.10		
9	17.878	1.20	1.95906	17.5
10	-138.781	可变		
11(光阑)	∞	可变		
12*	4.542	1.75	1.58313	59.4
13*	-38.384	0.20		
14	4.916	0.60	1.95906	17.5
15	3.317	可变		
16	∞	可变		
17	17.996	1.05	1.51633	64.1
18	-266.369	可变		
19	∞	0.80	1.51633	64.1

像面	∞			
----	----------	--	--	--

[0137] 非球面数据

[0138] 第 12 面

[0139] $K=-1.40887E+000$ $A4=9.87130E-004$ $A6=-1.25523E-006$ $A8=1.88112E-008$

[0140] 第 13 面

[0141] $K=-1.29108E+002$ $A4=2.22366E-005$

[0142]

各种数据			
变焦比	7.56		
	广角	中间	望远
焦距	5.16	12.03	39.00
F 数	3.28	4.25	6.08
半场角	32.87	17.85	5.67
像高	3.33	3.88	3.88
透镜总长度	40.54	37.88	54.65
BF	6.66	12.55	12.16
d4	0.40	4.38	14.59
d10	16.84	5.98	0.83
d11	-0.40	-0.40	-0.40
d15	1.40	1.40	1.40
d16	4.47	2.81	14.90
d18	4.67	10.56	10.17

[0143] 变焦透镜单元数据

[0144]

单元	开始面	焦距
1	1	34.17

2	5	-7.41
4	12	11.08
6	17	32.69

[0145] 数值例 3

[0146] 单位 mm

[0147]

表面数据				
表面号	r	d	nd	v d
1	∞	0.00		
2	19.390	0.60	1.92286	18.9
3	14.802	2.75	1.77250	49.6
4	160.996	可变		
5	546.228	0.50	1.85135	40.1
6*	6.131	2.65		
7	-19.955	0.40	1.48749	70.2
8	14.333	0.10		
9	9.714	1.08	1.95906	17.5
10	20.563	可变		
11	∞	-0.40		
12*	4.673	1.60	1.76802	49.2
13*	-59.081	0.20		
14 (光阑)	∞	0.00		
15	6.356	0.45	1.92286	18.9
16	3.482	1.00		
17	∞	0.00		

18	∞	1.00		
19	∞	可变		
20*	11.655	1.72	1.58313	59.4
21	-1538.632	可变		
22	∞	0.80	1.51633	64.1
像面	∞			

- [0148] 非球面数据
- [0149] 第 6 面
- [0150] $K=2.75945E-002$ $A4=5.52482E-005$ $A6=-8.02334E-008A8=5.80968E-008$
- [0151] 第 12 面
- [0152] $K=-6.25371E-001$ $A4=-9.23742E-005$ $A6=-3.73035E-006A8=-7.07523E-007$
- [0153] 第 13 面
- [0154] $K=0.00000E+000$ $A4=3.37050E-004$ $A6=-1.58765E-005$
- [0155] 第 20 面
- [0156] $K=-6.70977E-001$ $A4=1.54497E-005$ $A6=6.72109E-007A8=1.55464E-008$
- [0157]

各种数据			
变焦比	9.42		
	广角	中间	望远
焦距	5.15	10.51	48.50
F 数	2.51	2.94	6.08
半场角	32.91	19.50	4.57
像高	3.33	3.72	3.88
透镜总长度	38.62	38.97	59.17
BF	4.91	7.36	4.93
d4	0.38	5.19	11.96

- [0158]

d10	14.65	7.13	0.69
d19	4.76	5.38	27.67
d21	3.33	5.78	3.35

[0159] 变焦透镜单元数据

[0160]

单元	开始面	焦距
1	1	30.17
2	5	-6.85
3	11	10.43
4	20	19.84

[0161] 数值例 4

[0162] 单位 mm

[0163]

表面数据				
表面号	r	d	nd	v d
1	∞	0.00		
2	26.465	0.60	1.92286	18.9
3	20.266	2.98	1.77250	49.6
4	132.234	可变		
5	-4024.505	0.50	1.85135	40.1
6*	7.215	2.80		
7	198.088	0.40	1.48749	70.2
8	14.871	0.10		
9	9.715	1.31	1.95906	17.5
10	16.121	可变		
11	∞	-0.40		

12*	4.823	1.70	1.76802	49.2
-----	-------	------	---------	------

[0164]

13*	3986.156	0.20		
14(光阑)	∞	0.00		
15	5.787	0.45	1.92286	18.9
16	3.425	1.00		
17	∞	0.00		
18	∞	1.00		
19	∞	可变		
20*	14.022	1.64	1.58313	59.4
21	-63.562	可变		
22	∞	0.50	1.51633	64.1
像面	∞			

[0165] 非球面数据

[0166] 第 6 面

[0167] $K=-1.78247E-001$ $A4=6.06183E-005$ $A6=1.34856E-007$ $A8=5.66110E-008$

[0168] 第 12 面

[0169] $K=-8.45480E-001$ $A4=2.71785E-004$ $A6=2.97341E-006$ $A8=-2.32851E-007$

[0170] 第 13 面

[0171] $K=0.00000E+000$ $A4=1.82999E-004$ $A6=-5.92472E-006$

[0172] 第 20 面

[0173] $K=-2.65149E+001$ $A4=1.00348E-003$ $A6=-2.95398E-005$ $A8=5.05159E-007$

[0174]

各种数据			
变焦比	9.45		
	广角	中间	望远
焦距	5.15	10.46	48.68
F 数	2.74	2.69	6.08

半场角	32.91	19.58	4.55
像高	3.33	3.72	3.88
透镜总长度	48.44	42.78	60.79
BF	1.73	7.29	1.54
d4	0.50	8.52	17.98
d10	23.23	8.32	0.74
d19	8.54	4.20	26.08
d21	0.50	6.06	0.31

[0175] 变焦透镜单元数据

[0176]

单元	开始面	焦距
1	1	45.4
2	5	-9.39
3	11	11.41
4	20	19.86

[0177] 数值例 5

[0178] 单位 mm

[0179]

表面数据				
表面号	r	d	nd	v d

[0180]

1	∞	0.00		
2	22.744	0.60	1.92286	18.9
3	17.837	2.94	1.77250	49.6
4	174.904	可变		
5	222.422	0.50	1.85135	40.1

6*	5.302	2.80		
7	96.286	0.40	1.48749	70.2
8	21.625	0.10		
9	9.622	1.19	1.95906	17.5
10	18.121	可变		
11	∞	-0.40		
12*	5.358	1.53	1.76802	49.2
13*	-1173.342	0.20		
14(光阑)	∞	0.00		
15	6.827	0.45	1.92286	18.9
16	3.876	1.00		
17	∞	0.00		
18	∞	1.00		
19	∞	可变		
20*	7.777	1.99	1.58313	59.4
21	21.526	可变		
22	∞	0.80	1.51633	64.1
像面	∞			

[0181] 非球面数据

[0182] 第 6 面

[0183] $K=-3.58713E-001$ $A4=9.41505E-005$ $A6=5.22965E-006$ $A8=5.92670E-008$

[0184] 第 12 面

[0185] $K=-9.37765E-001$ $A4=1.23083E-004$ $A6=-2.51504E-005$ $A8=-1.80171E-006$

[0186] 第 13 面

[0187] $K=0.00000E+000$ $A4=-1.80904E-004$ $A6=-4.44899E-005$

[0188] 第 20 面

[0189] $K=-2.31052E+000$ $A4=4.76104E-004$ $A6=-2.96333E-006$ $A8=5.57163E-008$

[0190]

各种数据			
变焦比	7.52		
	广角	中间	望远
焦距	5.15	10.49	38.72
F 数	3.34	4.21	6.60
半场角	32.91	19.52	5.72
像高	3.33	3.72	3.88
透镜总长度	40.47	44.82	60.98
BF	8.40	8.79	7.30
d4	0.34	6.36	15.73
d10	17.00	9.65	1.52
d19	0.15	5.44	21.85
d21	6.82	7.21	5.72

[0191] 变焦透镜单元数据

[0192]

单元	开始面	焦距
1	1	35.55
2	5	-8.79
3	11	14.05
4	20	19.82

[0193] 表 1

[0194]

条件		例子				
		1	2	3	4	5
(1)	M3/M1	1.104	1.129	1.116	1.406	1.004
(2)	f1/f3	3.055	3.084	2.892	3.980	2.530
(3)	M3/DA	1.341	1.462	1.903	1.369	1.621
(4)	M1/DA	1.215	1.295	1.705	0.974	1.614
(5)	TDt/DA	4.347	5.014	4.911	4.796	4.800
(6)	M2/DA	0.232	0.007	0.744	0.405	0.402
(7)	f1/f2	4.432	4.612	4.403	4.834	4.045
(8)	f3/f4	0.509	0.339	0.526	0.575	0.709
(9)	f4/fw	3.855	6.339	3.853	3.855	3.849
(10)	M1/ft	0.375	0.362	0.424	0.254	0.530
(11)	f2/f3	0.689	0.669	0.657	0.823	0.626
(12)	(M3-M1)/TDt	0.029	0.033	0.040	0.082	0.001
(13)	(β_{2t}/β_{2w})/(β_{3t}/β_{3w})	2.201	0.577	0.577	0.495	1.089

[0195] 下面,将参照图 13 描述使用根据第一到第五实施例的变焦透镜作为摄影光学系统的数字静态照相机(图像拾取装置)。

[0196] 在图 13 中,附图标记 10 表示图像拾取装置的主体。附图标记 11 表示配备有根据本发明的示例性实施例的变焦透镜的摄影光学系统。附图标记 12 表示接收通过摄影光学系统 11 形成的被摄体图像的诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的图像传感器(光电转换元件)。附图标记 13 表示记录通过图像传感器 12 捕获的被摄体图像的记录单元。附图标记 14 表示用于观察在显示装置(未示出)上显示的被摄体图像的取景器。显示装置包括显示在图像传感器 12 上形成的被摄体图像的液晶面板等。

[0197] 虽然已参照示例性实施例说明了本发明,但应理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释以包含所有修改以及等同的结构和功能。

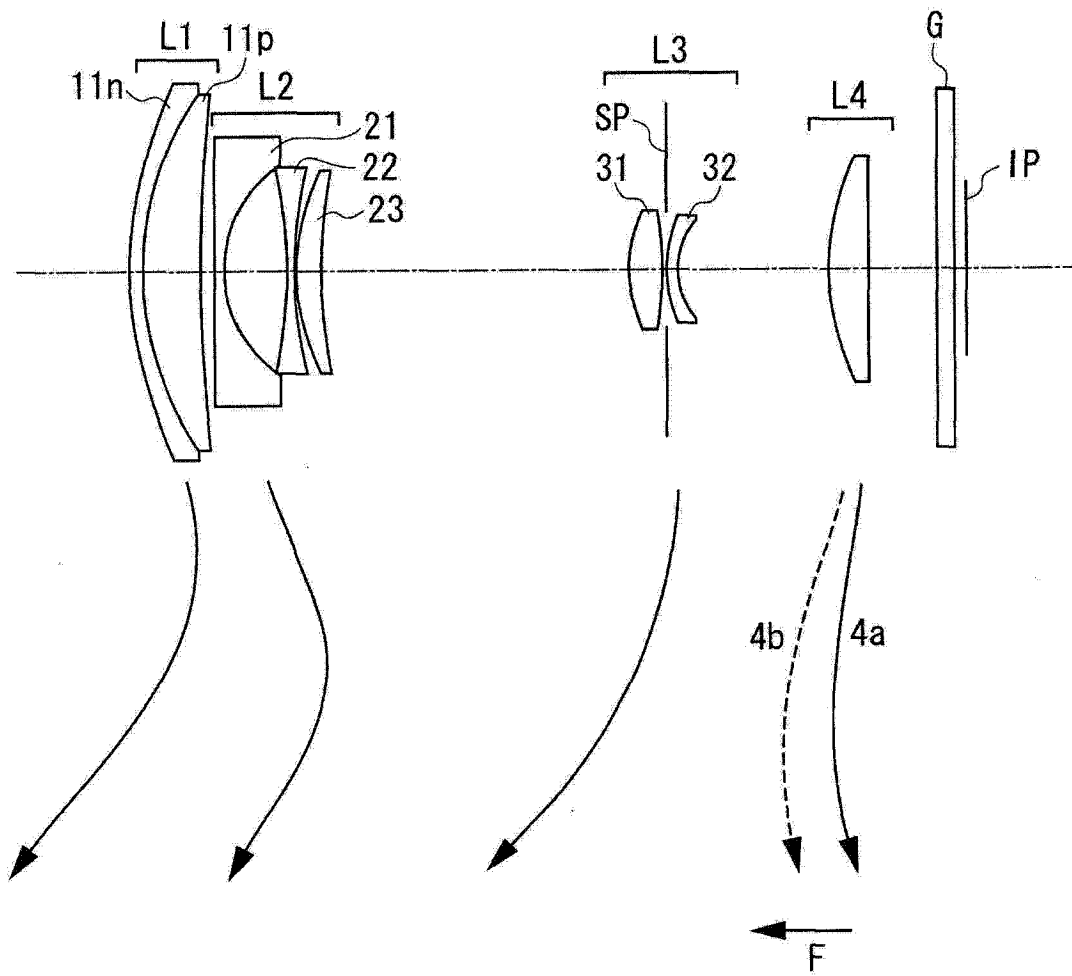


图 1

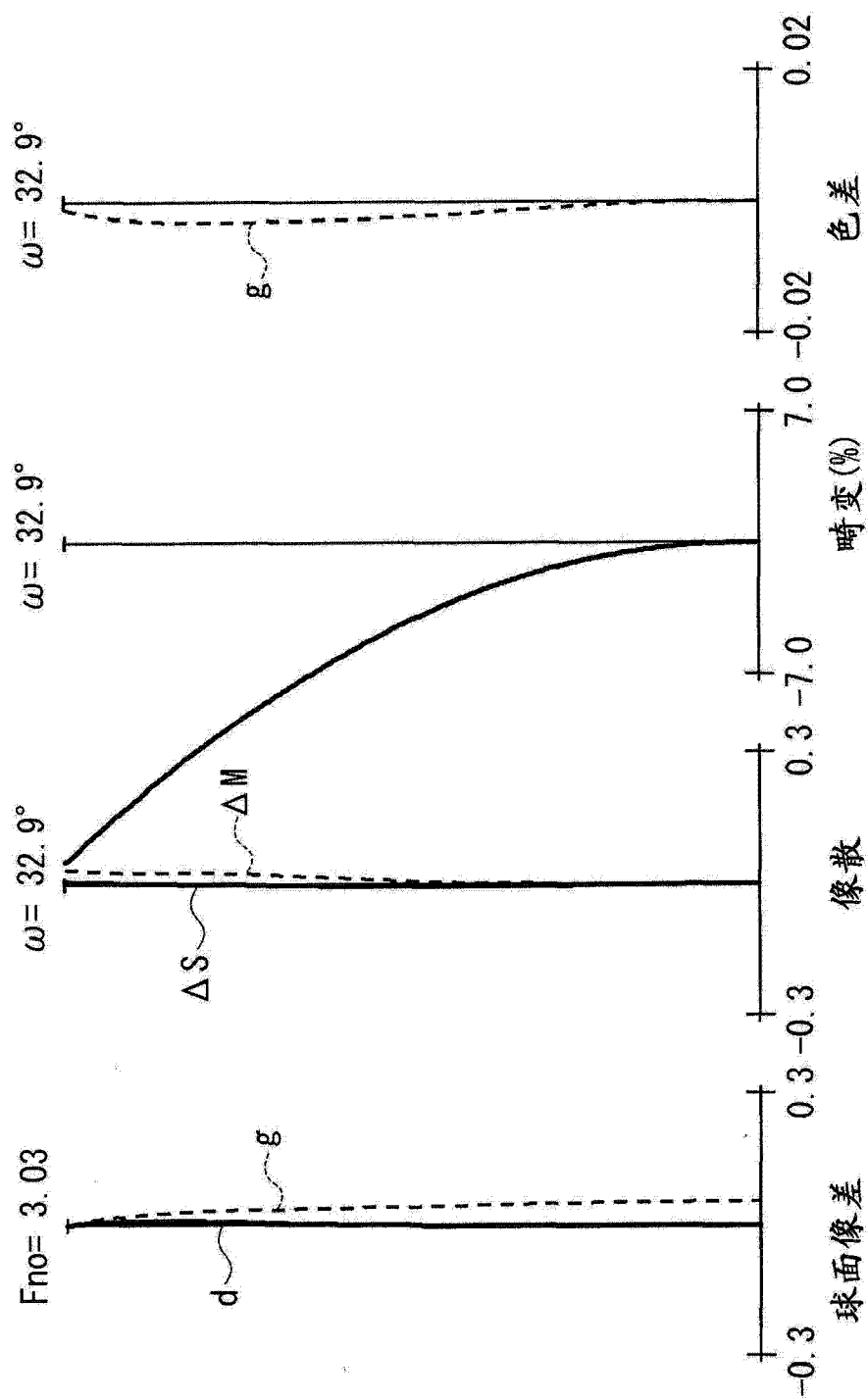


图 2 A

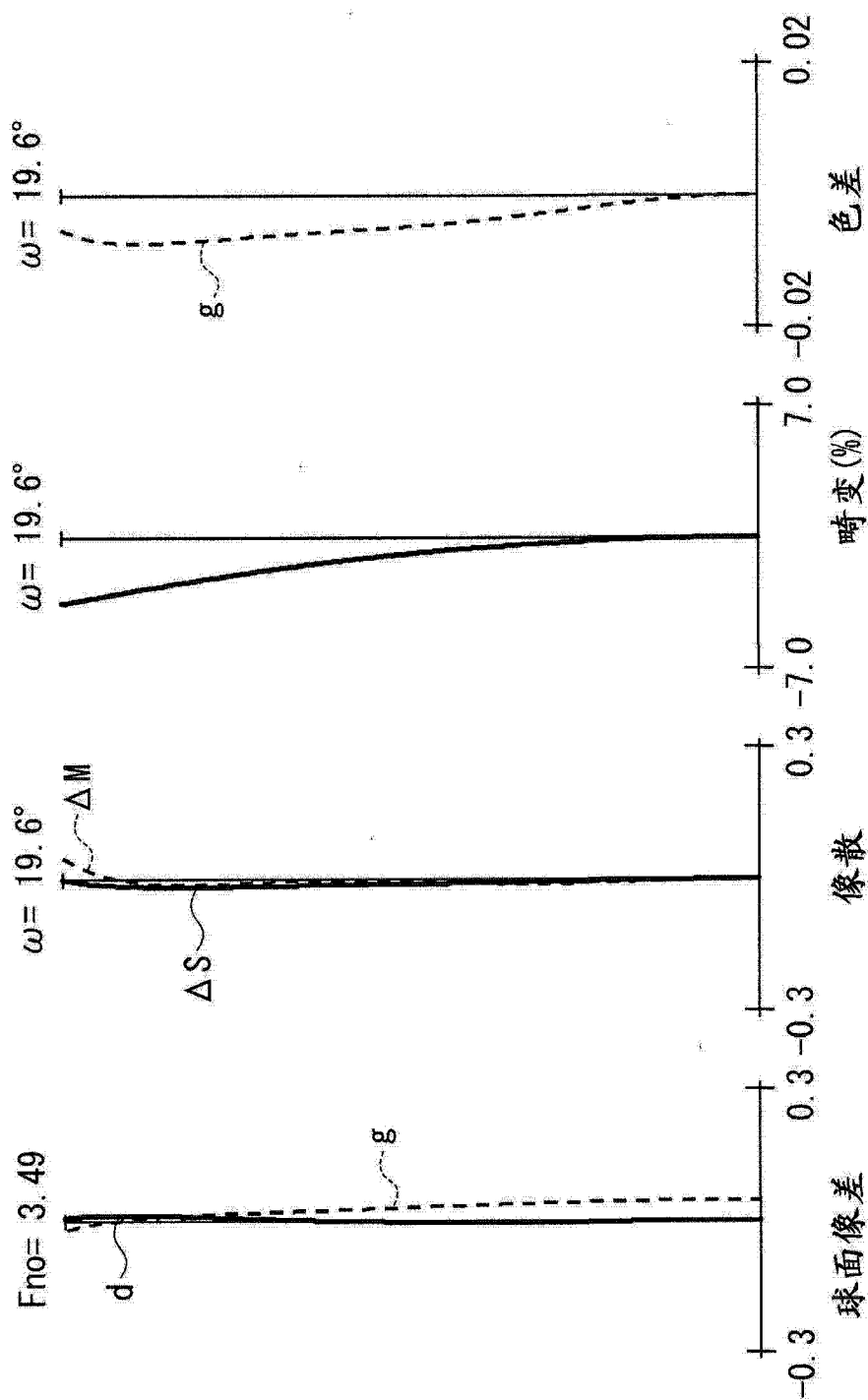


图 2 B

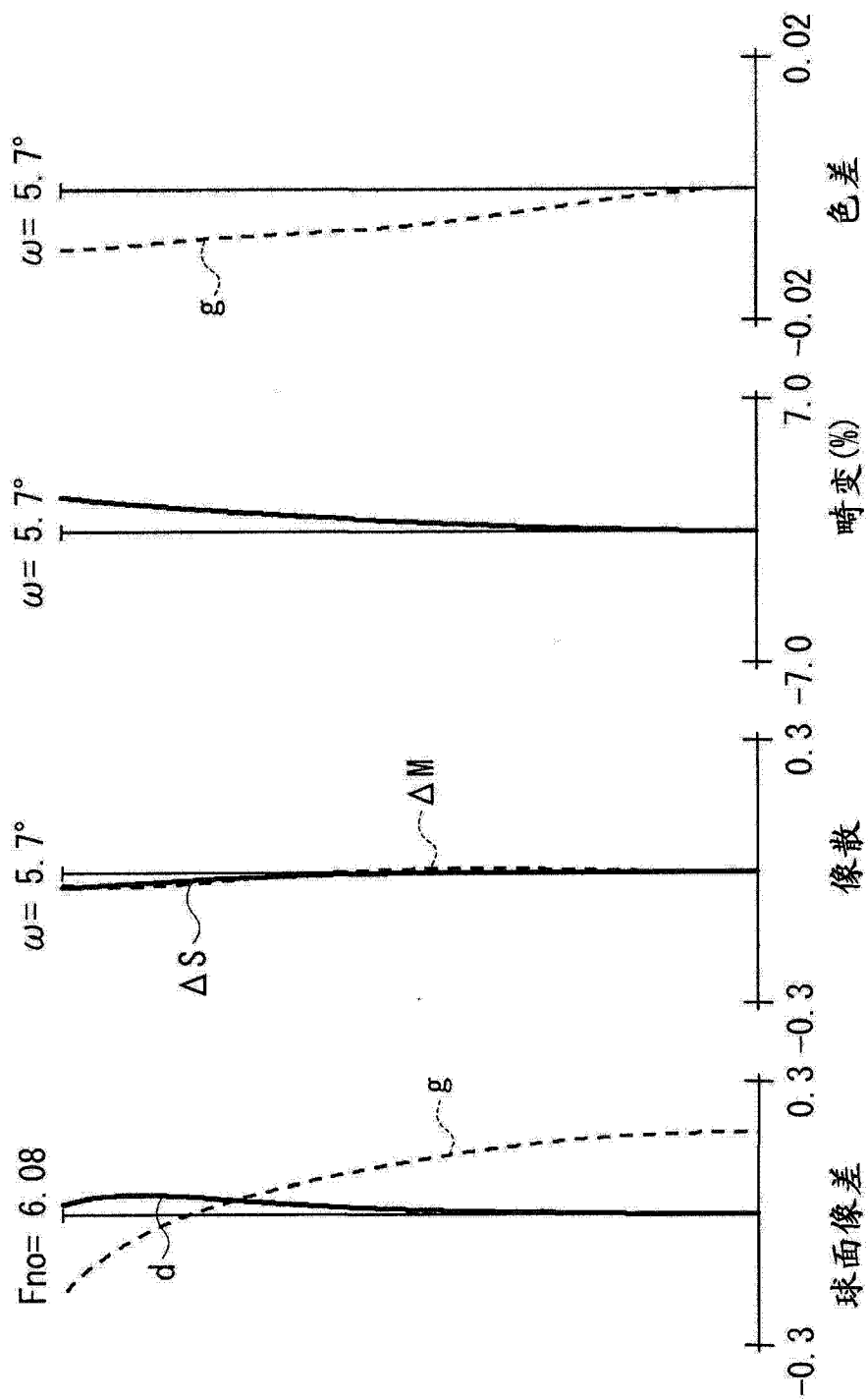


图 2 C

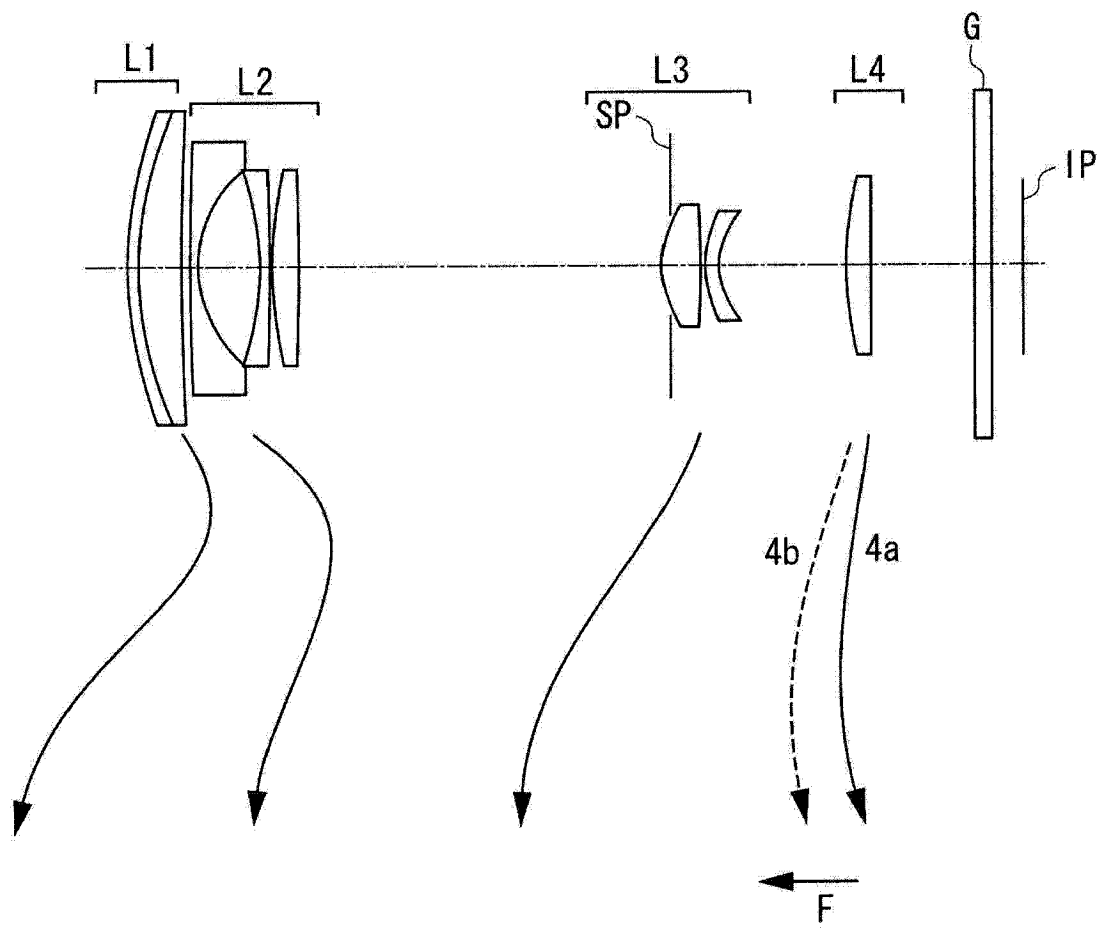


图 3

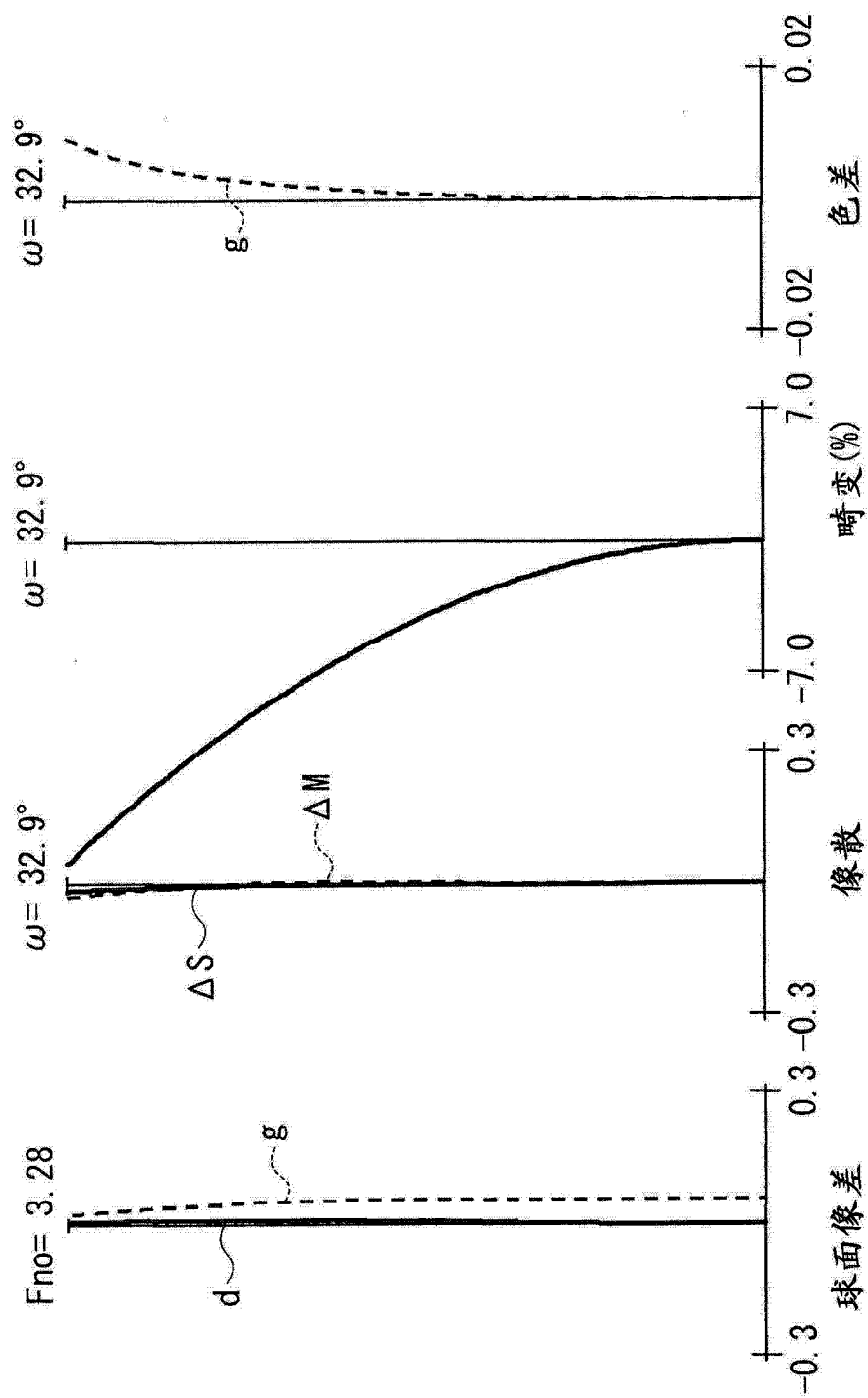


图 4A

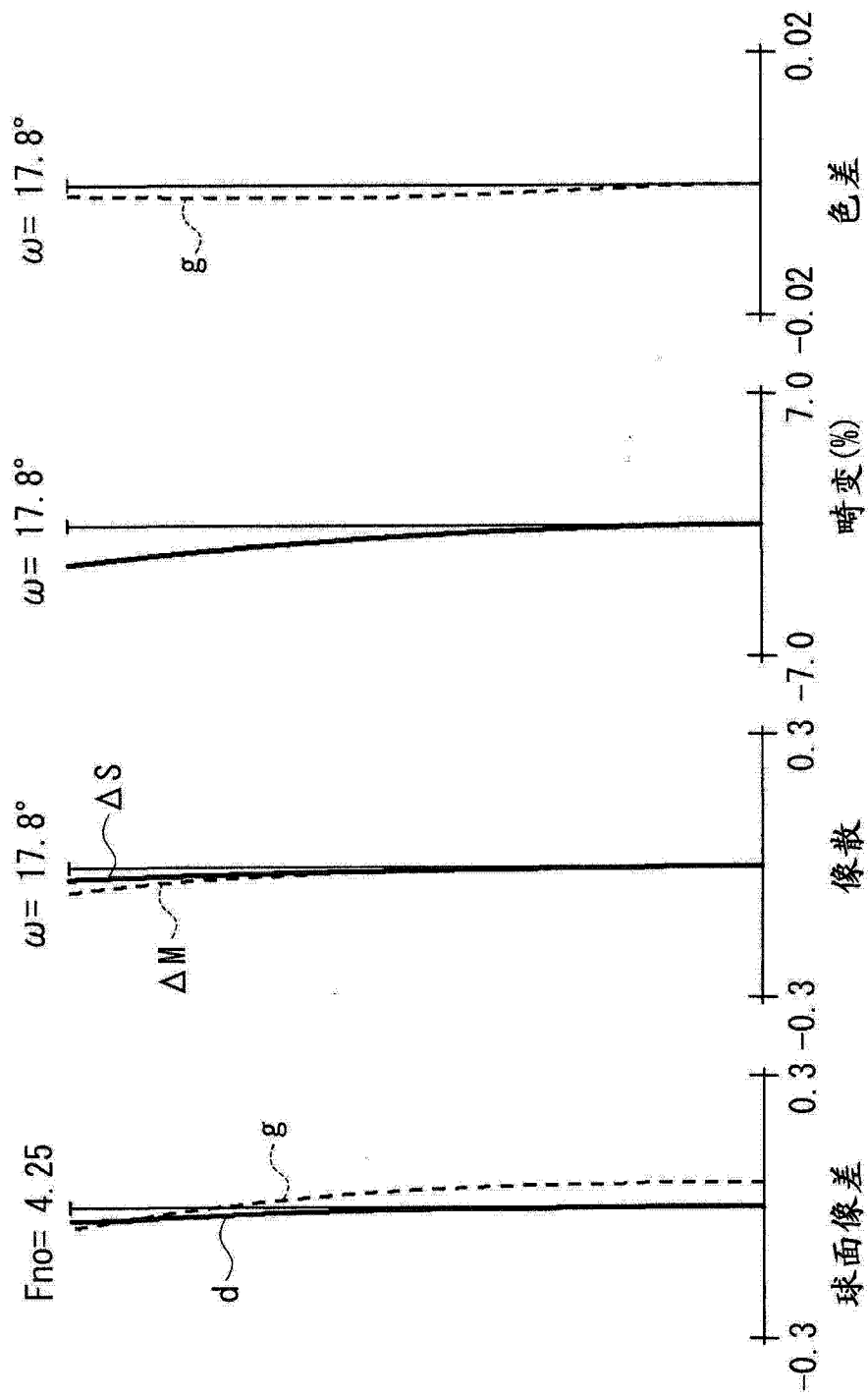


图 4B

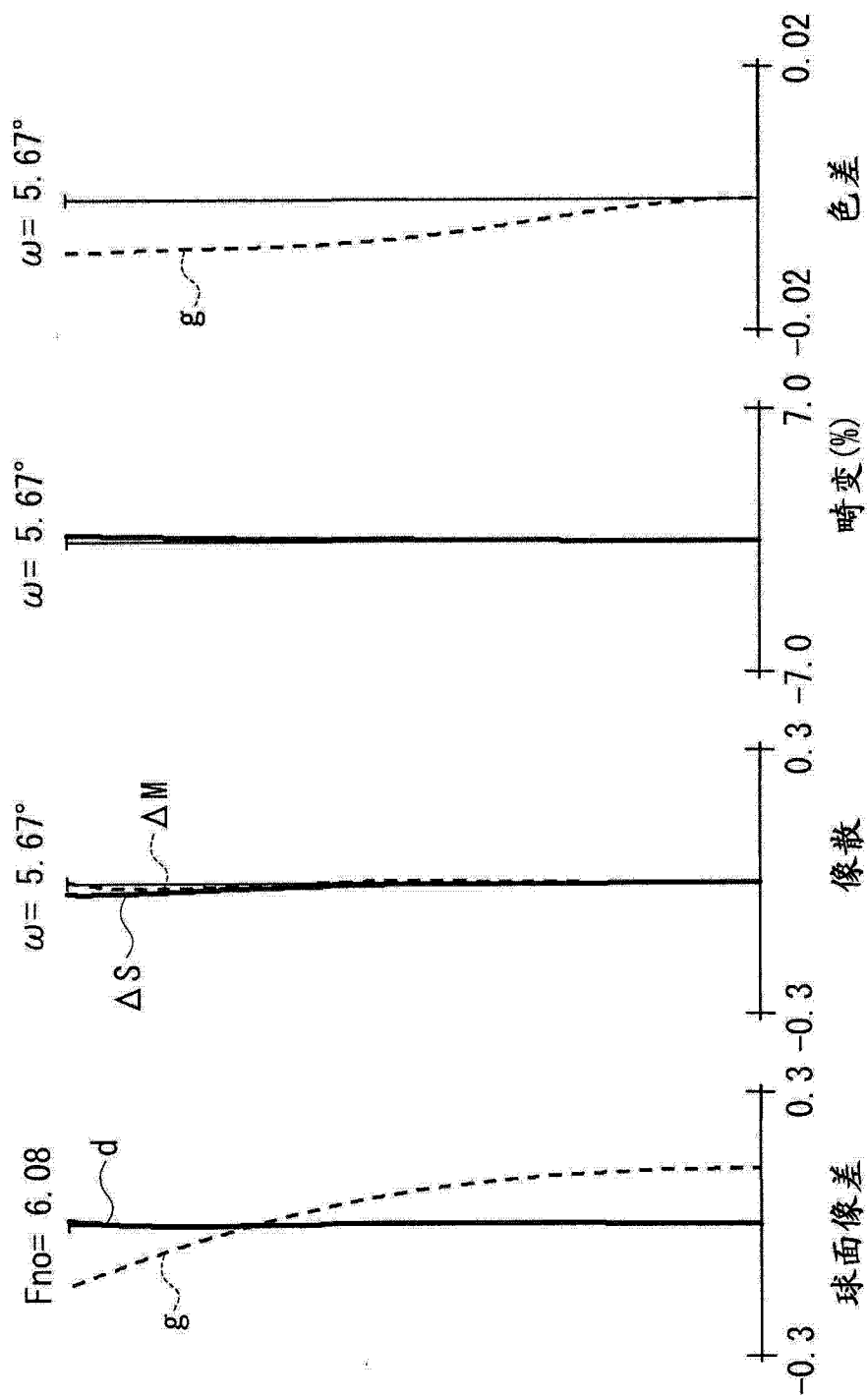


图 4C

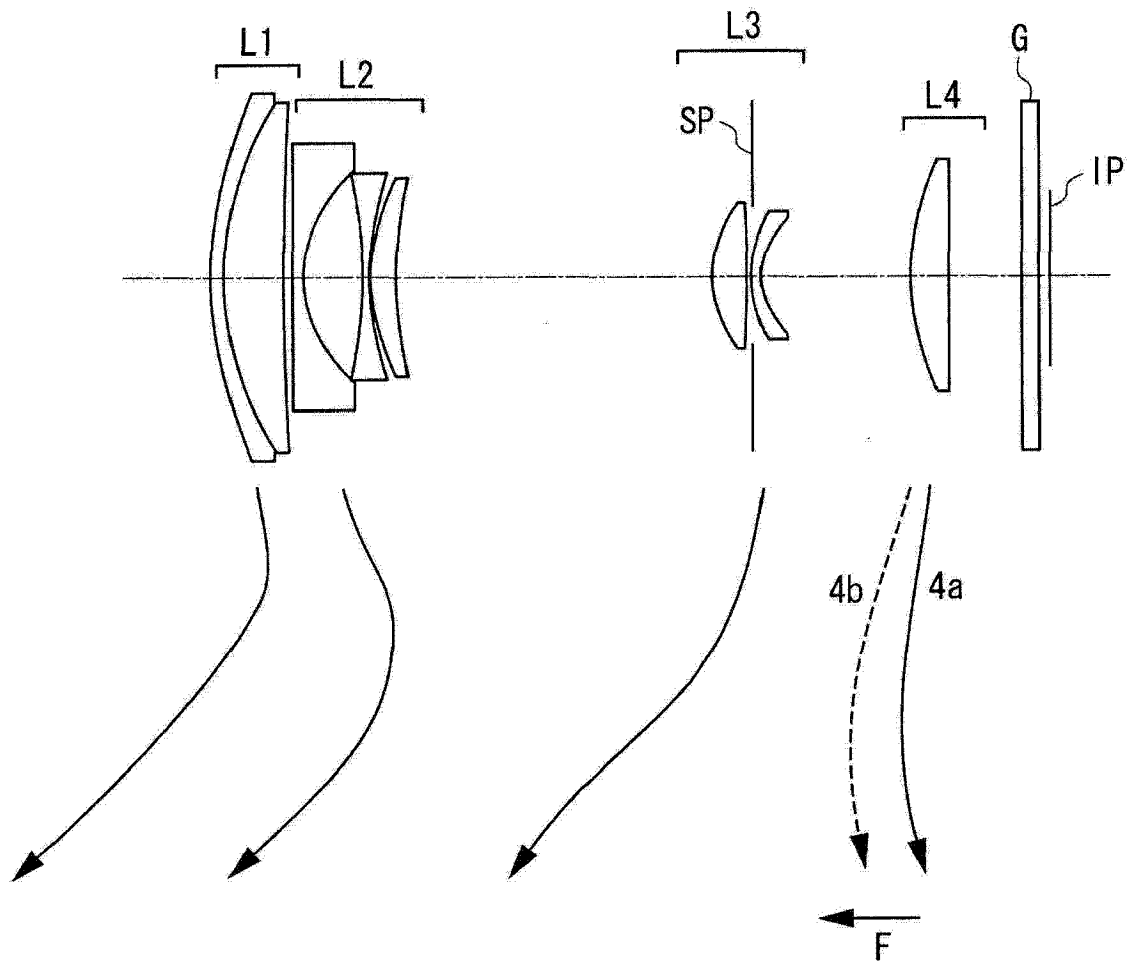


图 5

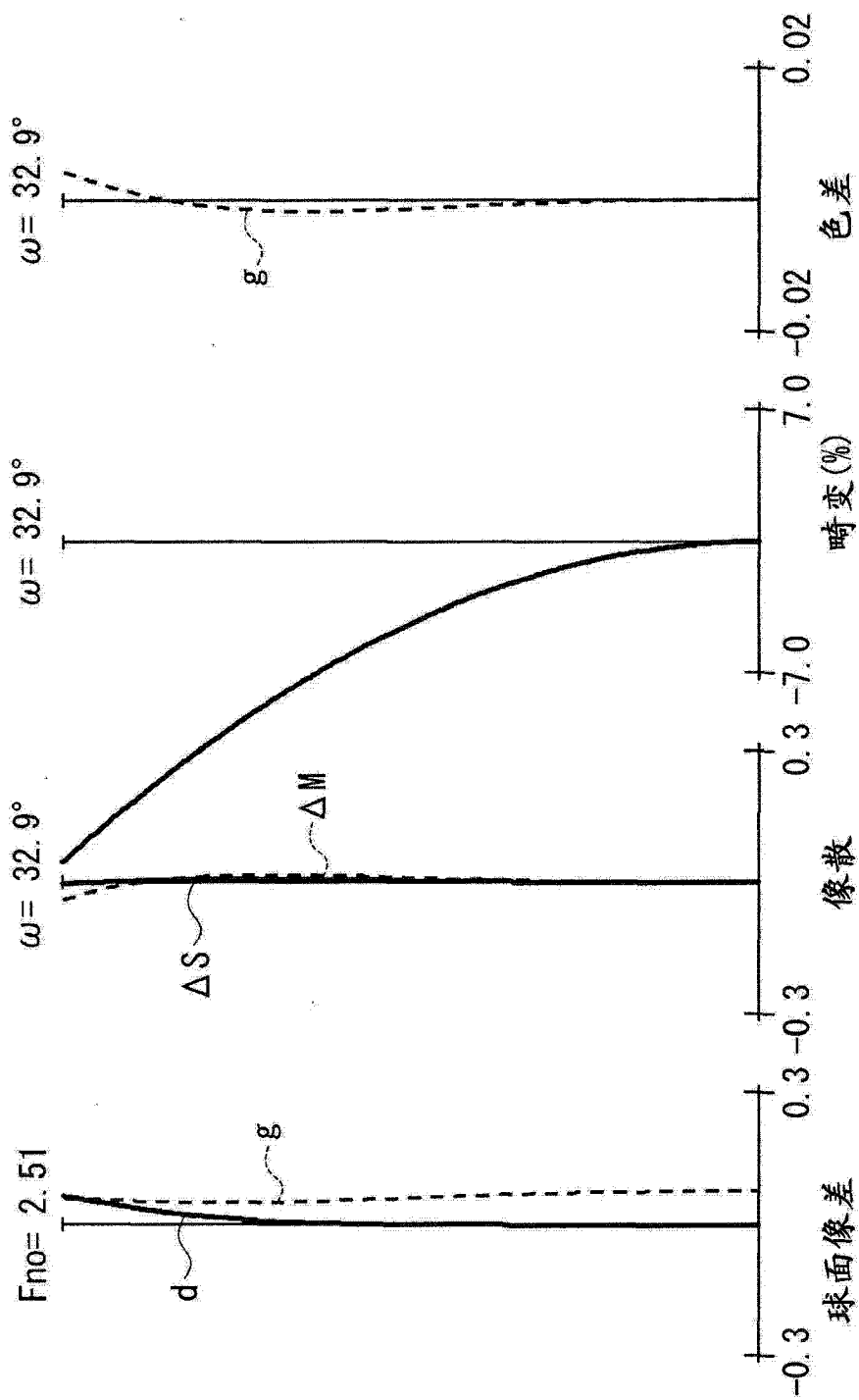


图 6A

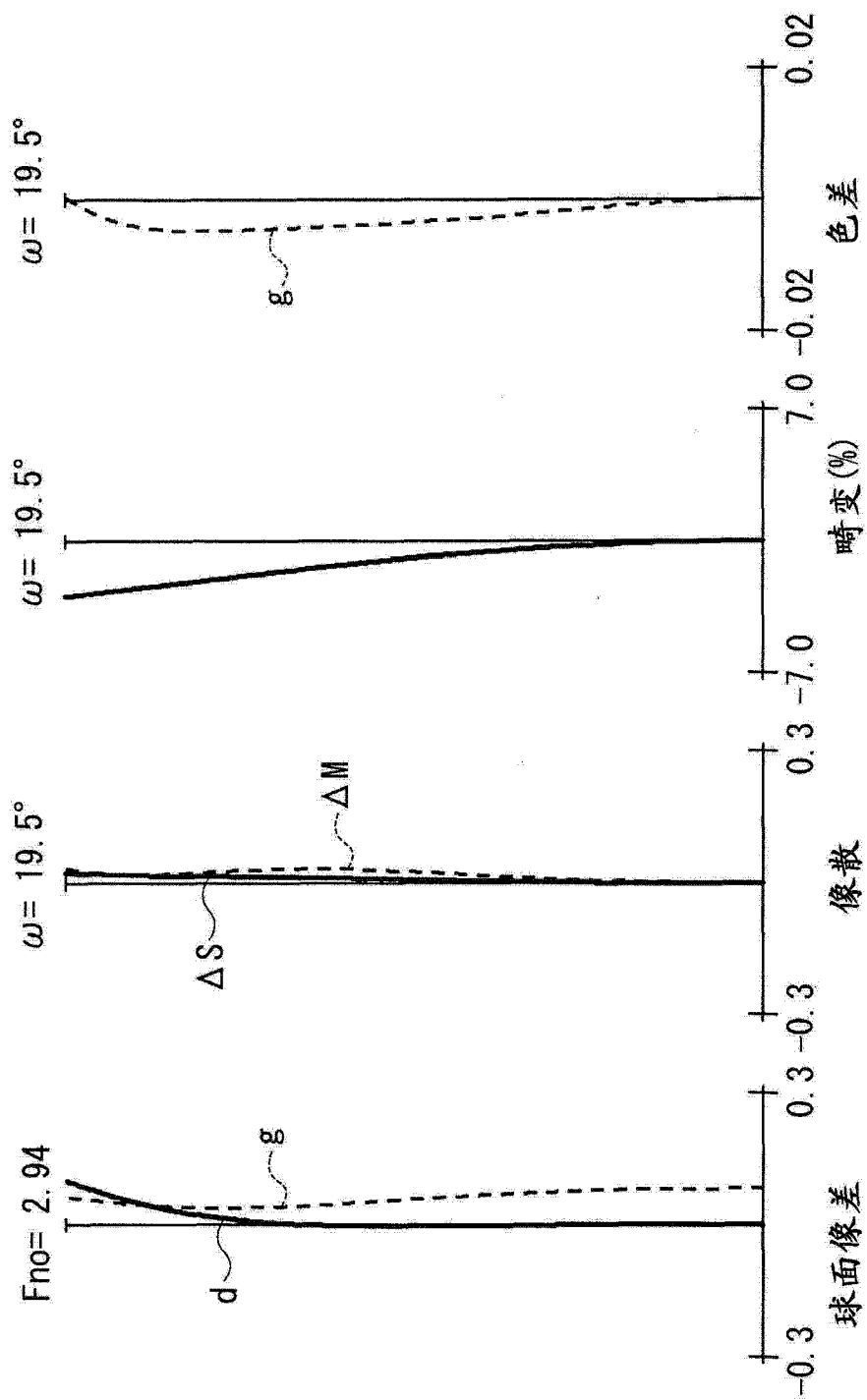


图 6B

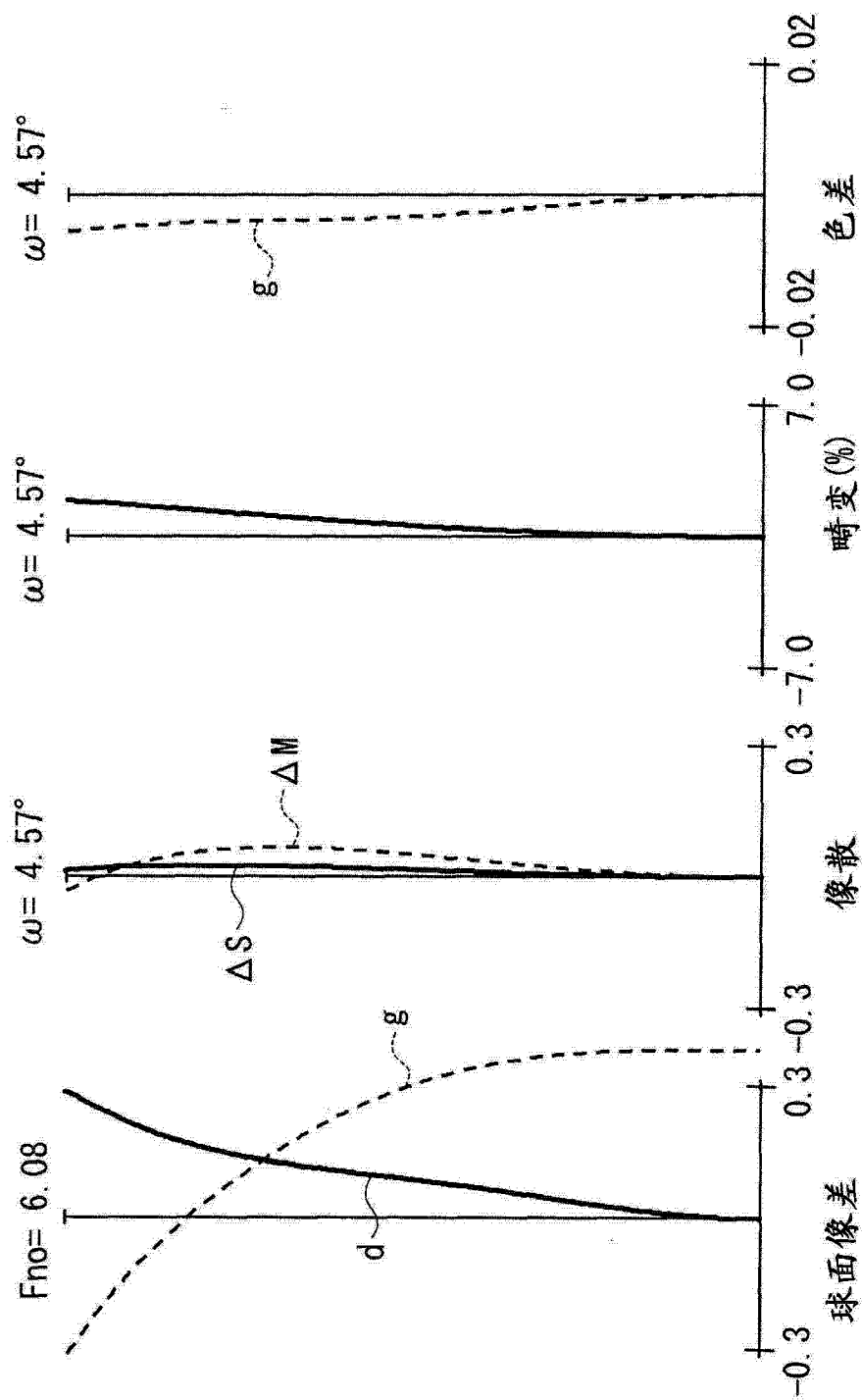


图 6C

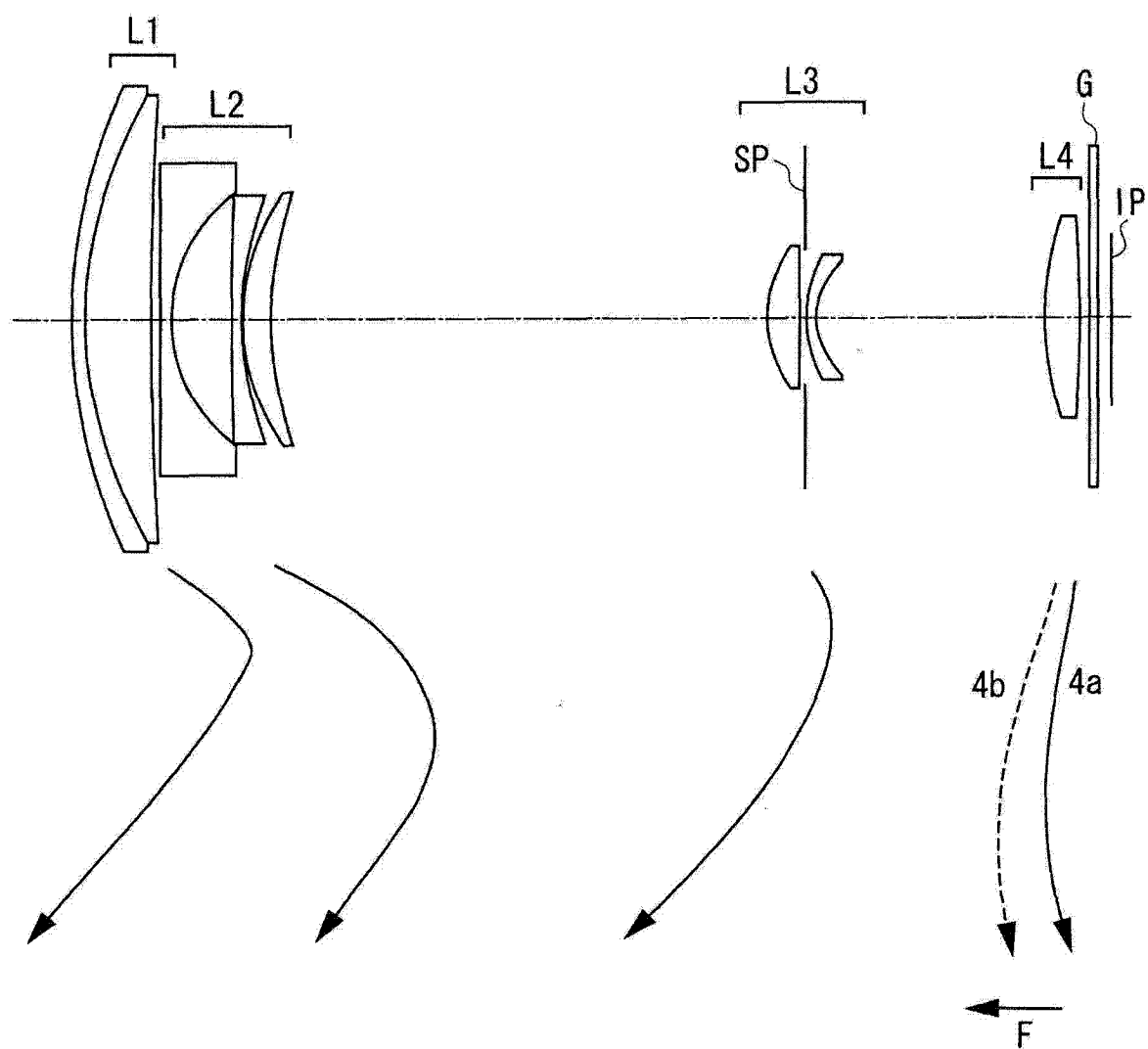


图 7

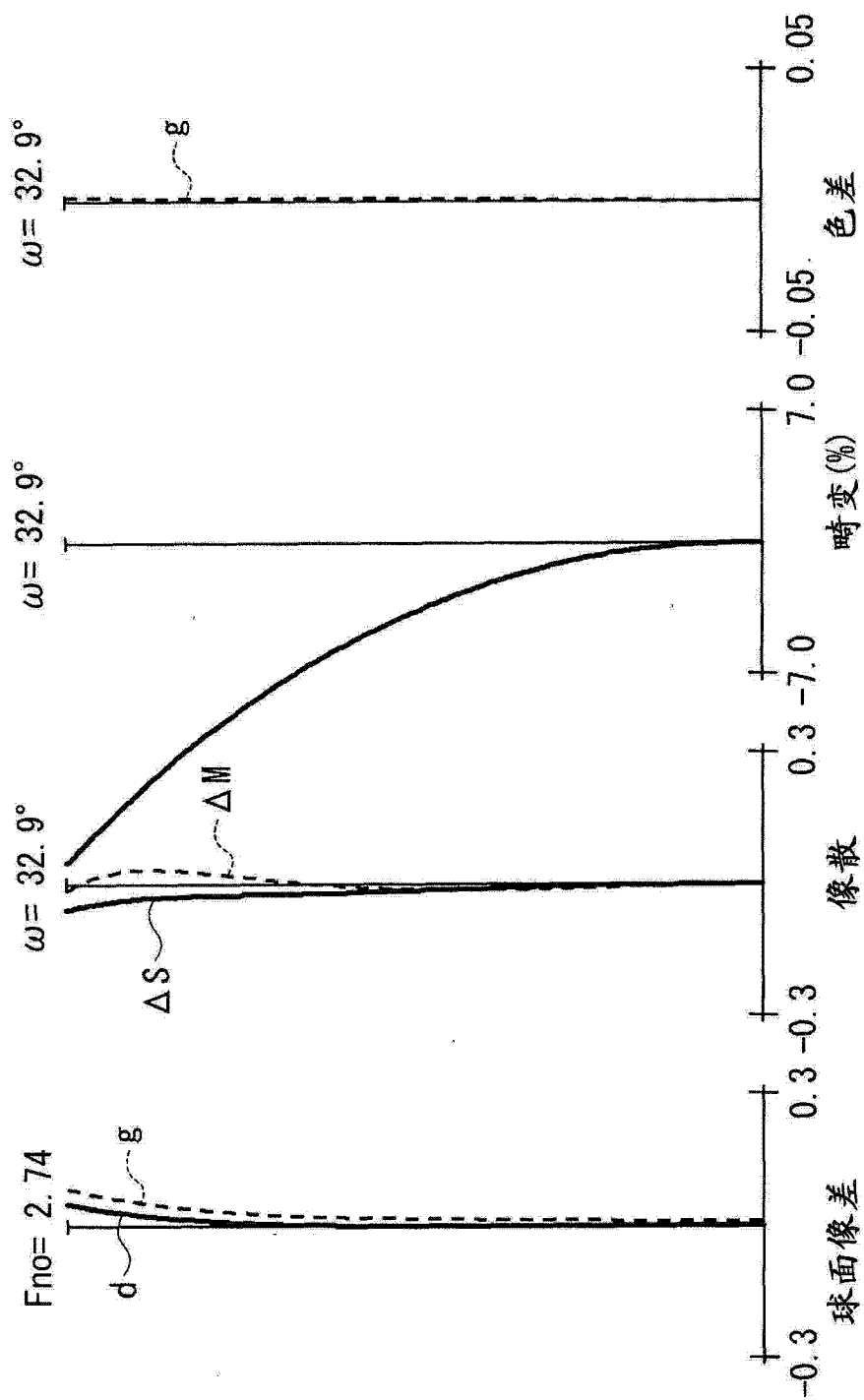


图 8A

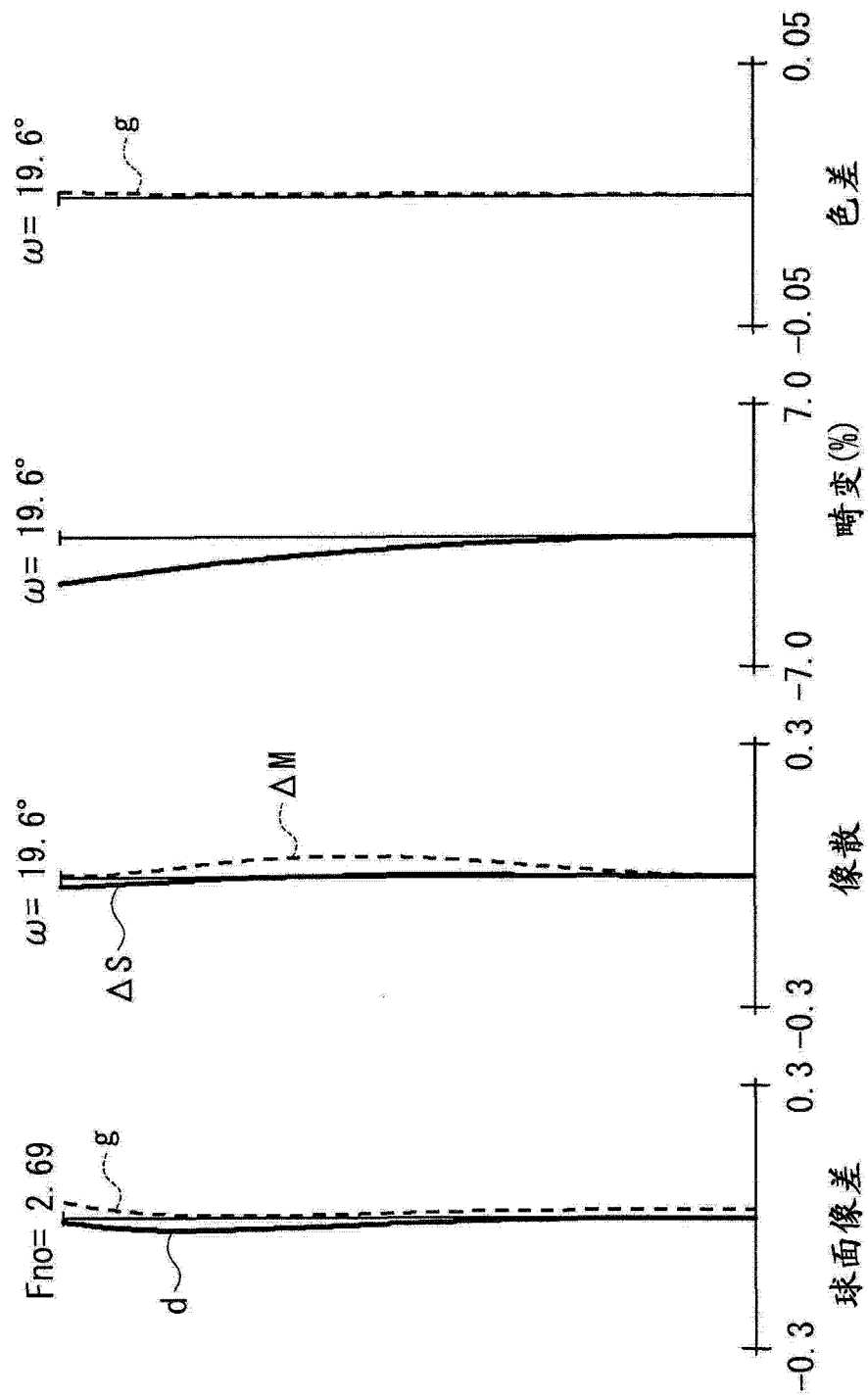


图 8B

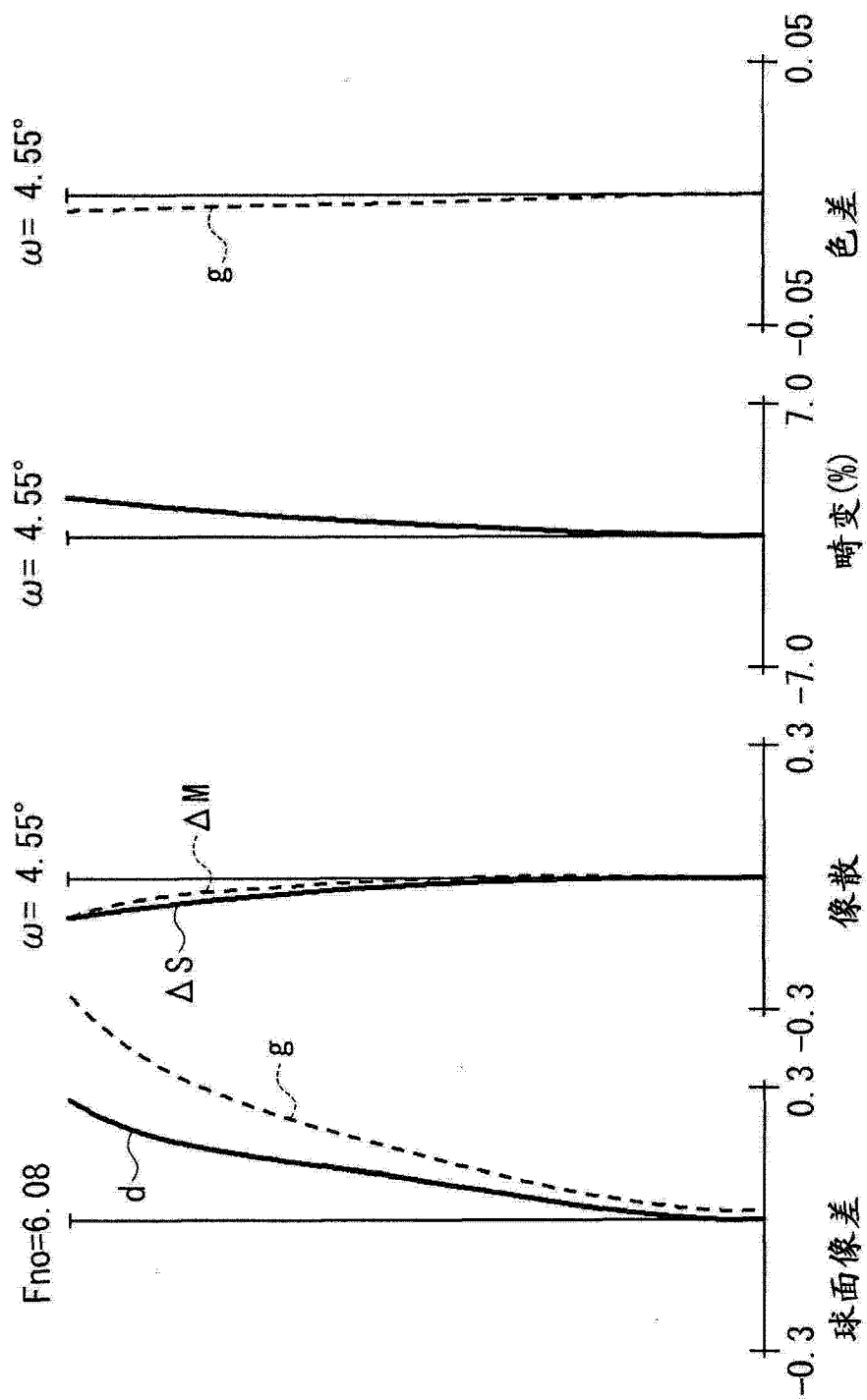


图 8C

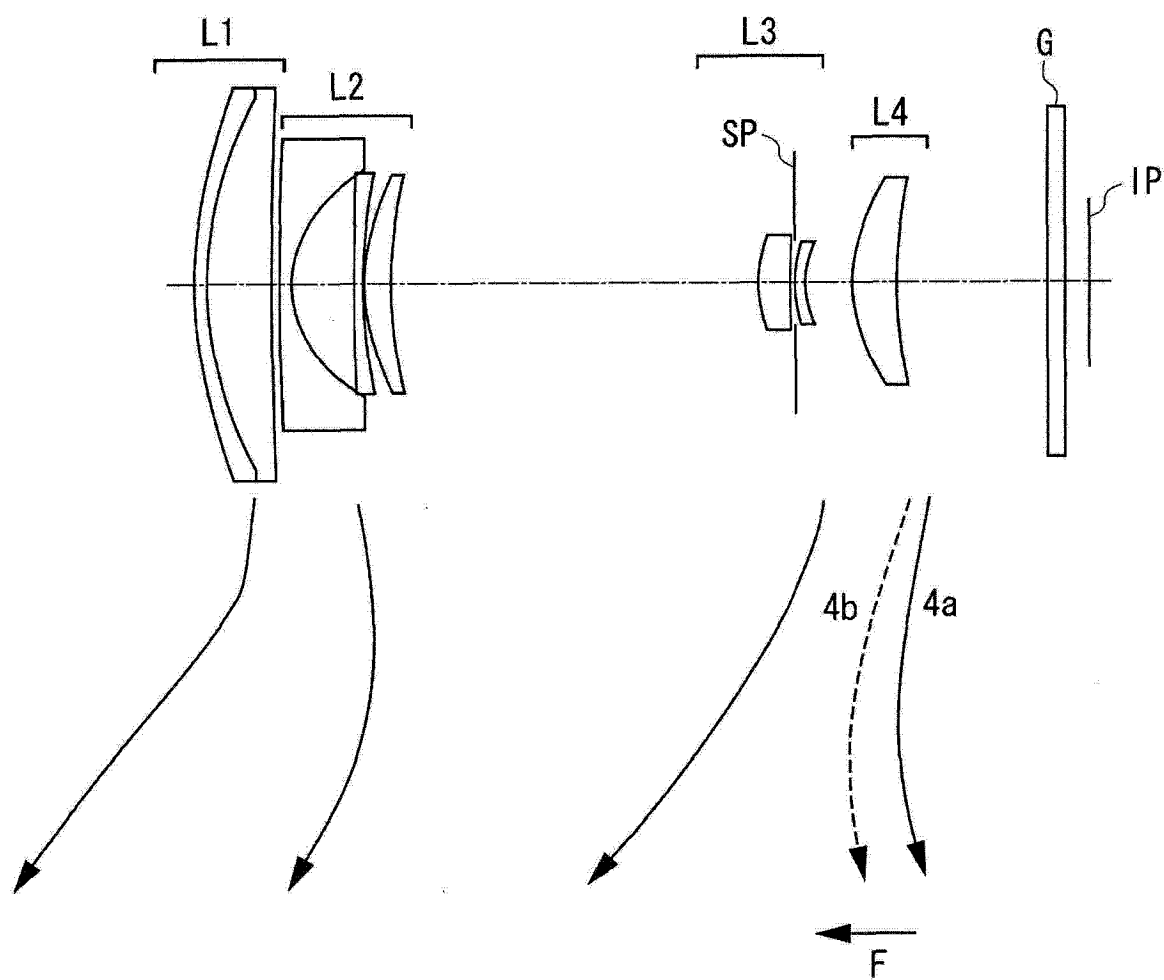


图 9

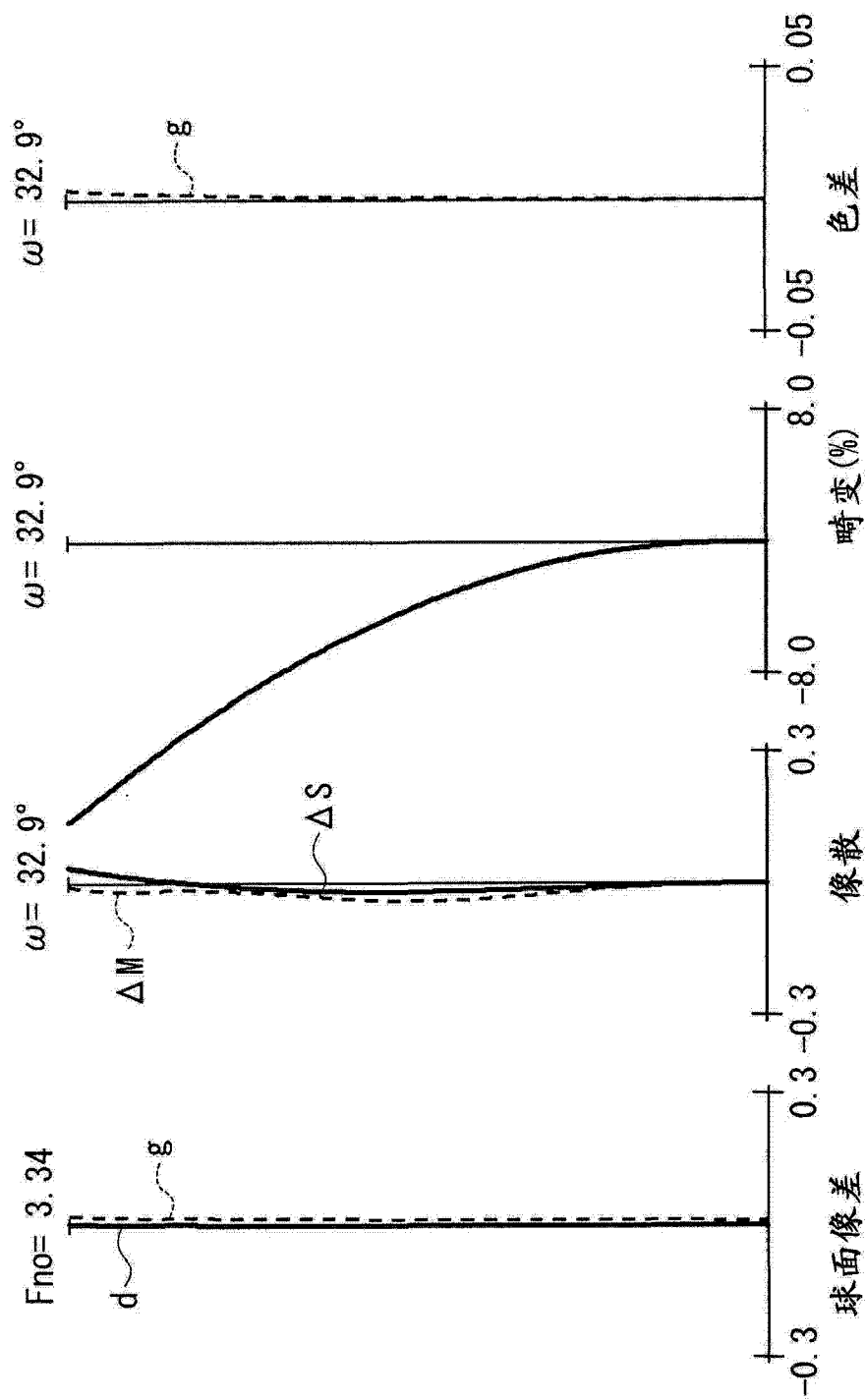


图 10A

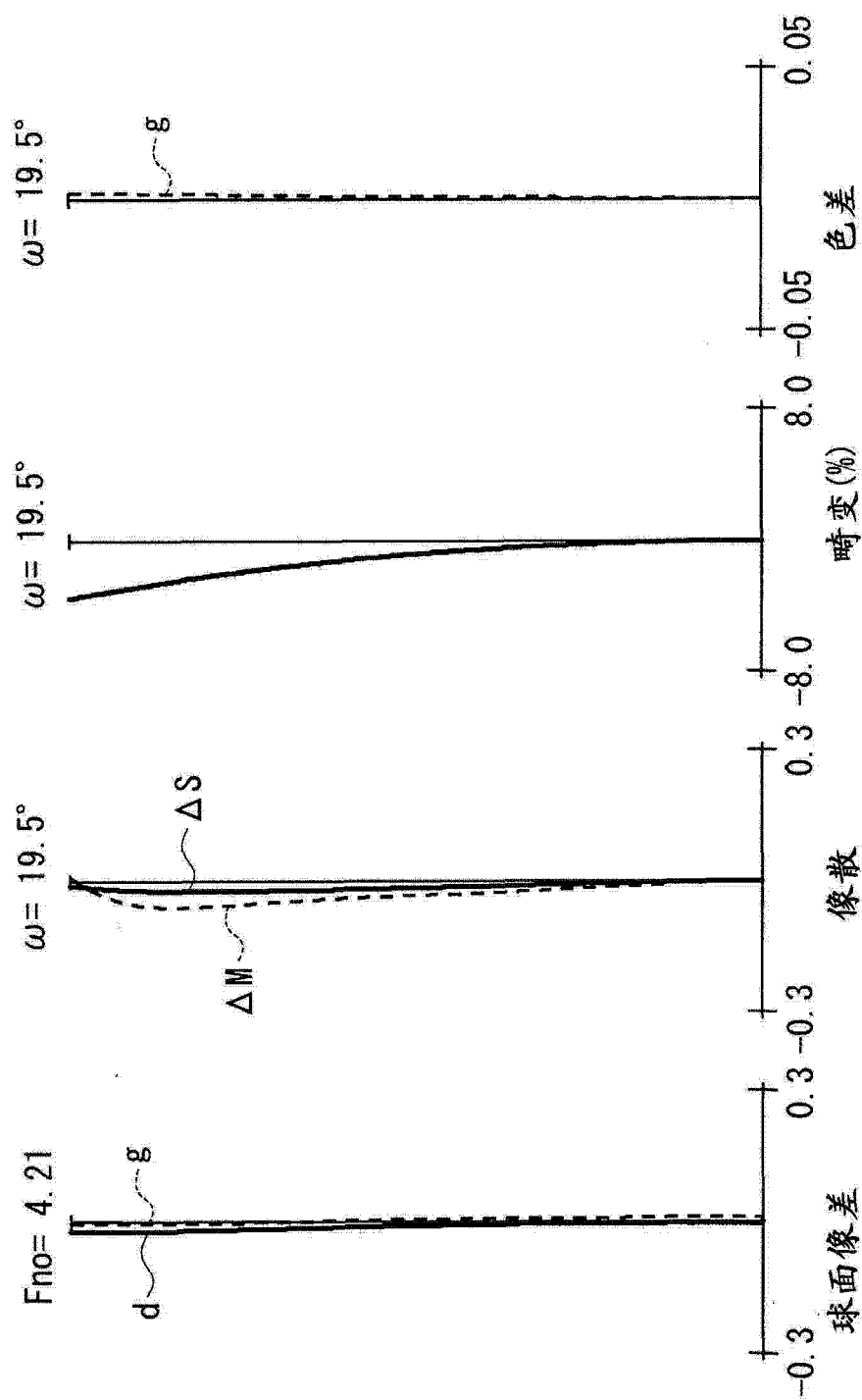


图 10B

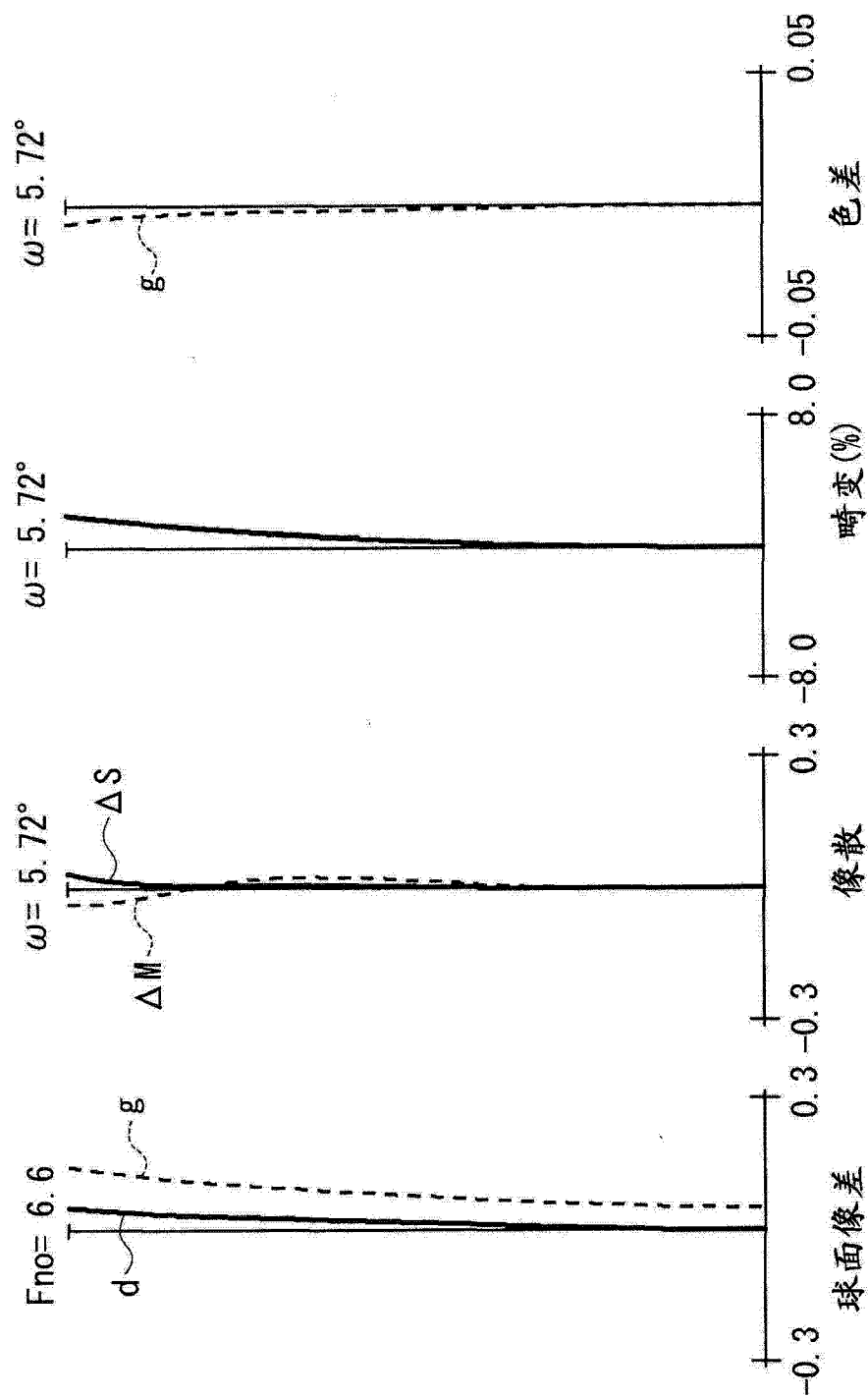


图 10C

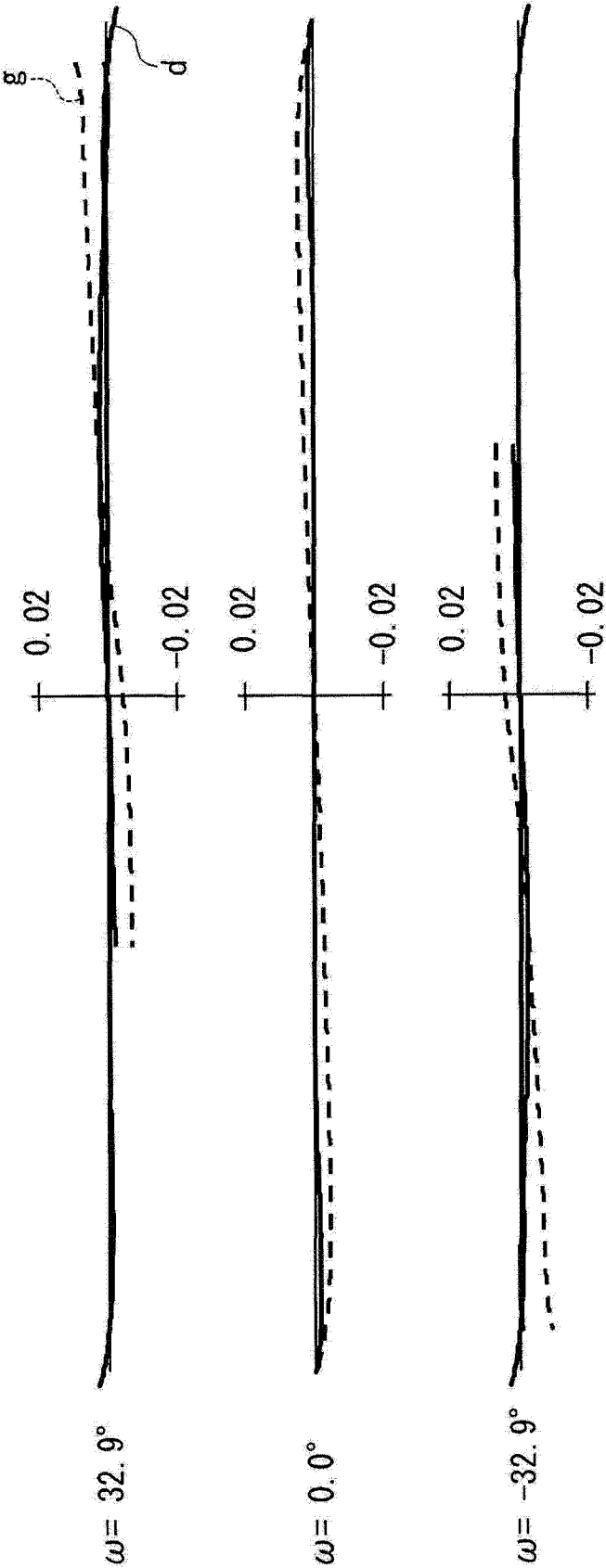


图 11A

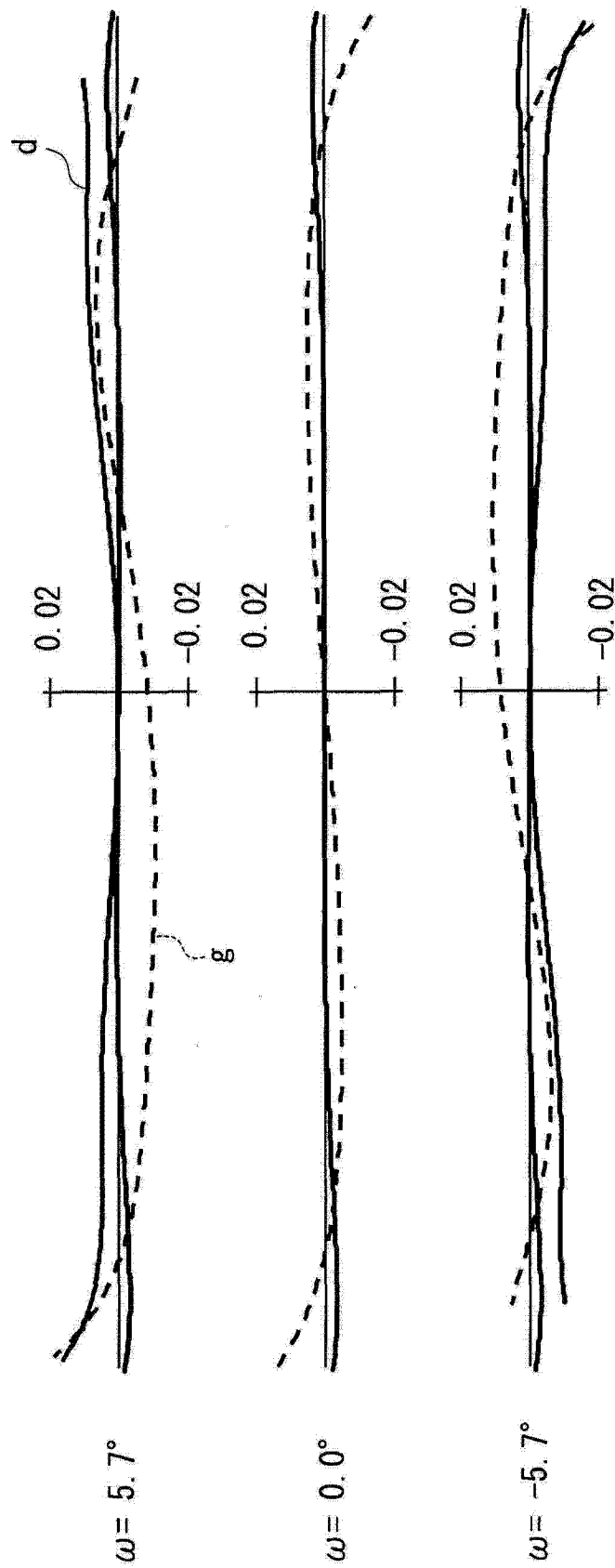


图 11B

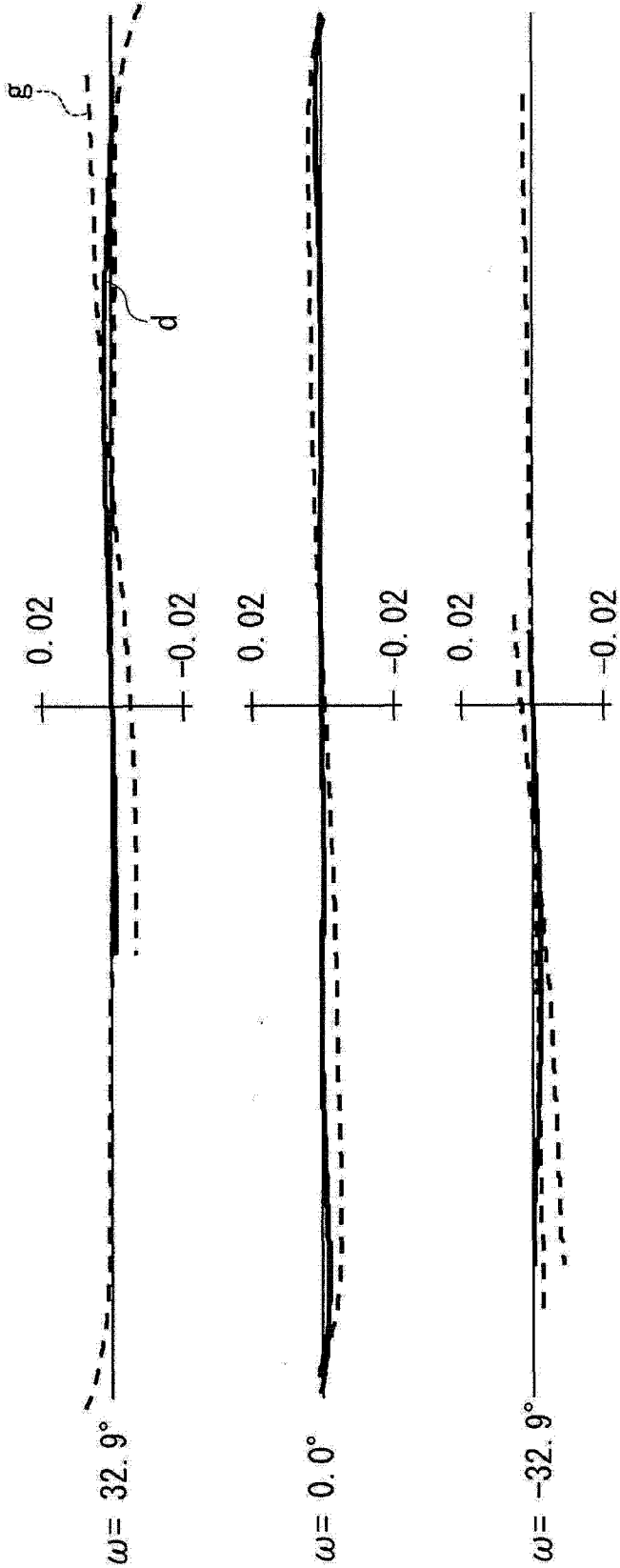


图 12A

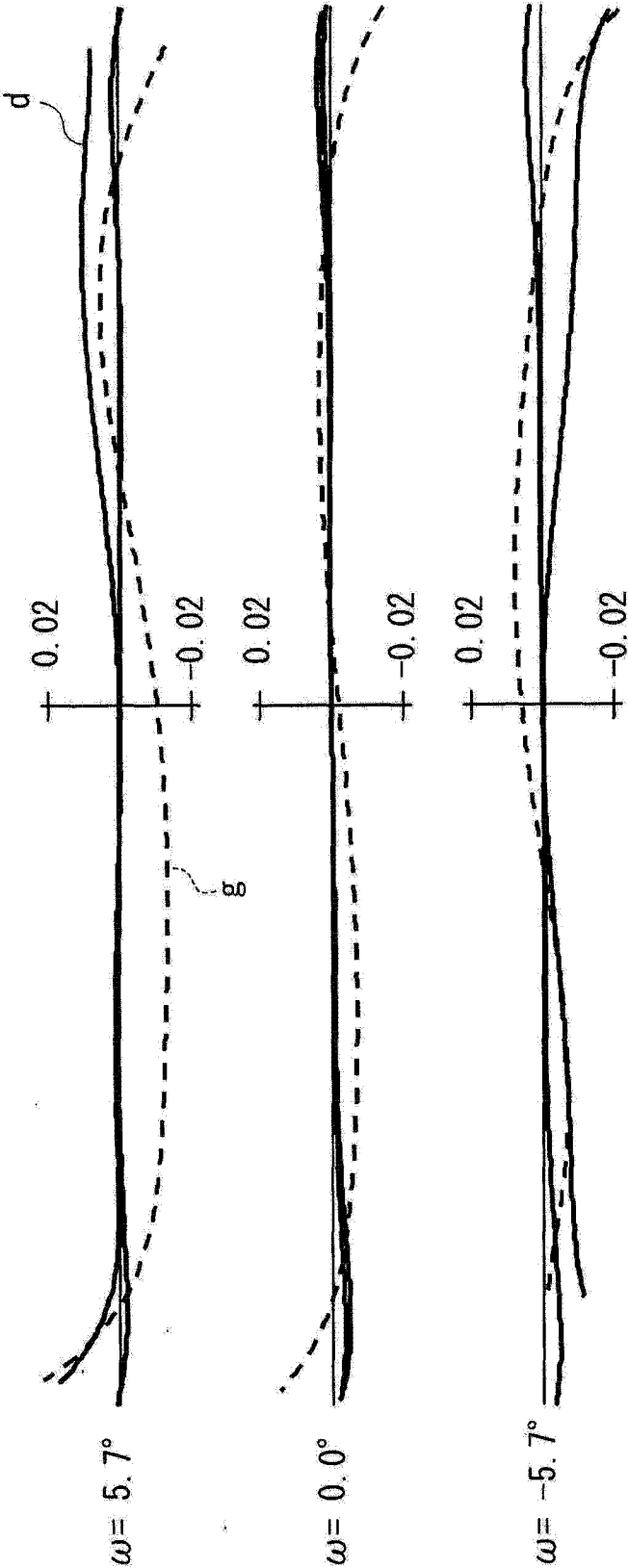


图 12B

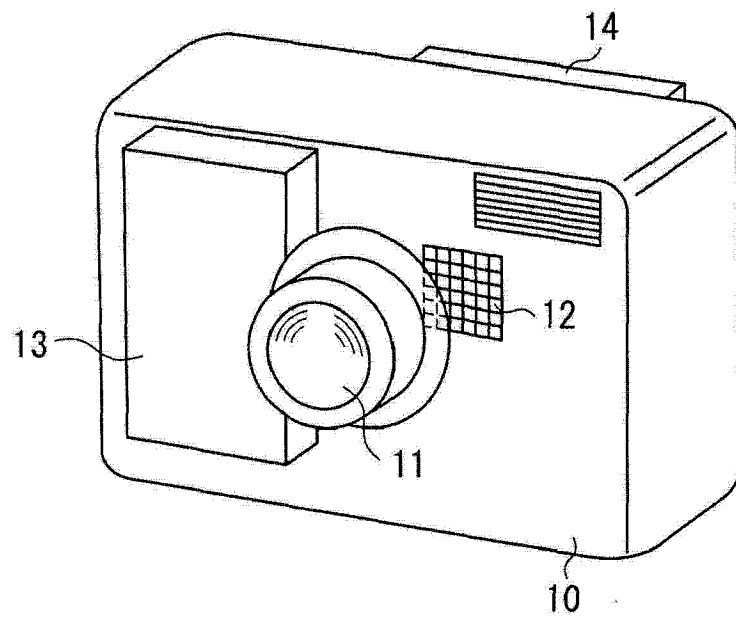


图 13