



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103543522 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310285461. 3

审查员 刘丹

(22) 申请日 2013. 07. 09

(30) 优先权数据

2012-153685 2012. 07. 09 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 杉田茂宣

(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 魏小微

(51) Int. Cl.

G02B 15/173(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0268428 A1, 2006. 11. 30,

US 2012/0057234 A1, 2012. 03. 08,

CN 102213823 A, 2011. 10. 12,

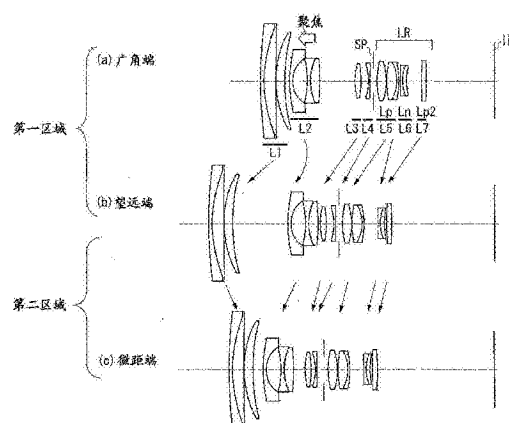
权利要求书2页 说明书35页 附图25页

(54) 发明名称

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

一种变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取装置。该变焦透镜包括具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} 。在第一区域中,能够执行变焦和从无限远距离到预定有限距离的聚焦。在其中从望远端到微距端执行微距驱动的第二区域中,在微距驱动期间移动两个或更多个透镜单元,以使得透镜单元 L_p 位于比在广角端更靠近物侧,透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离在微距端比在广角端大,并且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离在微距端比在广角端小。



1. 一种变焦透镜,所述变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括:

在变焦透镜中包括的所有透镜单元中具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} ,

其中,每个相邻透镜单元之间的距离在变焦期间变化,

其中,在其中能够执行变焦和从无限远距离到预定有限距离的聚焦的第一区域中,在变焦期间移动两个或更多个透镜单元,并且在聚焦期间移动至少一个透镜单元,并且

其中,在其中从望远端到微距端执行微距驱动的第二区域中,在微距驱动期间移动两个或更多个透镜单元,以使得透镜单元 L_p 位于比在广角端更靠近物侧,透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离在微距端比在广角端大,并且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离在微距端比在广角端小,其中在微距端能够对比所述预定有限距离短的物距执行聚焦。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,在第二区域中进行聚焦期间,移动在第一区域中要在聚焦期间移动的透镜单元。

3. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件:

$$0.05 < F_{LP}/F_{LP2} < 0.60,$$

其中,透镜单元 L_p 的焦距为 F_{LP} ,透镜单元 L_{p2} 的焦距为 F_{LP2} 。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件:

$$0.20 < F_{LP}/|F_{Ln}| < 0.90,$$

其中,透镜单元 L_n 的焦距为 F_{Ln} ,透镜单元 L_p 的焦距为 F_{LP} 。

5. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件:

$$-0.30 < o1LP/B1dLP < 0.40,$$

其中,在第二区域中的微距端在光轴上从透镜单元 L_p 在物侧的透镜表面到包括透镜单元 L_p 至透镜单元 L_{p2} 的部分系统的前主点位置的距离为 $o1LP$,并且在第二区域中的微距端在光轴上从透镜单元 L_p 在物侧的透镜表面到透镜单元 L_{p2} 在像侧的透镜表面的距离为 $B1dLP$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件:

$$0.01 < (mLp/TLDw)/\beta_m < 0.40,$$

其中,当透镜单元 L_p 从望远端移动到微距端时透镜单元 L_p 的移动量为 mLp ,广角端的总透镜长度为 $TLDw$,并且当在微距端对最近距离处的物体执行聚焦时的成像倍率为 β_m 。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,除了包括透镜单元 L_p 至透镜单元 L_{p2} 的部分系统之外,按从物侧到像侧的顺序还包括具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元,

其中,第一透镜单元与第二透镜单元之间的距离在望远端比在广角端大。

8. 根据权利要求 7 所述的变焦透镜,其中,在从望远端到微距端的微距驱动期间,朝向像侧移动第一透镜单元。

9. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,还包括被设置为最靠近物侧的、具有负折光力的第一透镜单元。

10. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,在第一区域中要在聚焦期间移动的透镜单元为具有最高负折光力的透镜单元。

11. 根据权利要求 10 所述的变焦透镜,其中,当在望远端对无限远距离物体执行聚焦

时要在聚焦期间移动的透镜单元在光轴方向上的位置、和与该透镜单元的像侧相邻的透镜单元在光轴方向上的位置在第二区域的一部分中彼此重叠。

12. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 在变焦期间整体地移动透镜单元 L_p 和透镜单元 L_{p2} 。

13. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括: 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、具有负折光力的第四透镜单元、具有正折光力的第五透镜单元、具有负折光力的第六透镜单元、和具有正折光力的第七透镜单元,

其中, 在变焦期间移动每个透镜单元, 以使得每个相邻透镜单元之间的距离变化, 并且

其中, 第五透镜单元是透镜单元 L_p , 第六透镜单元是透镜单元 L_n , 以及第七透镜单元是透镜单元 L_{p2} 。

14. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括: 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、具有正折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元、和具有正折光力的第六透镜单元,

其中, 在变焦期间移动每个透镜单元, 以使得每个相邻透镜单元之间的距离变化, 并且

其中, 第三透镜单元是透镜单元 L_p , 第五透镜单元是透镜单元 L_n , 以及第六透镜单元是透镜单元 L_{p2} 。

15. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括: 具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元、和具有正折光力的第六透镜单元,

其中, 在变焦期间移动每个透镜单元, 以使得每个相邻透镜单元之间的距离变化, 并且

其中, 第四透镜单元是透镜单元 L_p , 第五透镜单元是透镜单元 L_n , 以及第六透镜单元是透镜单元 L_{p2} 。

16. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括: 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、具有负折光力的第四透镜单元、和具有正折光力的第五透镜单元,

其中, 在变焦期间移动每个透镜单元, 以使得每个相邻透镜单元之间的距离变化, 并且

其中, 第三透镜单元是透镜单元 L_p , 第四透镜单元是透镜单元 L_n , 以及第五透镜单元是透镜单元 L_{p2} 。

17. 一种图像拾取装置, 包括:

根据权利要求 1 至 16 中任一项所述的变焦透镜; 和

固态图像传感器, 所述固态图像传感器被构造为接收所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适合于数字照相机、摄像机等的变焦透镜。更具体地讲,本发明涉及一种可在整个物距上获得优良的光学性能的包括微距机构 (macro mechanism) 的变焦透镜。

背景技术

[0002] 对于在图像拾取装置中使用的许多摄影光学系统,要求变焦透镜是高变焦比的变焦透镜以及可以以高成像倍率拍摄更近距离处的物体的图像的变焦透镜。作为用于变焦透镜的聚焦方法,内聚焦方法是已知的,在内聚焦方法中,通过在光轴方向上移动至少一个单透镜单元来执行聚焦。透镜单元被设置在最靠近物侧而被设置的第一透镜单元的像侧。

[0003] 美国专利申请公开 No. 2011/0116174 中讨论的变焦透镜是四单元变焦透镜,该四单元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,在该四单元变焦透镜中,通过朝向物侧移动第二透镜单元来从无限远距离到近距离执行聚焦。

[0004] 而且,为了改进聚焦期间的像差变化,浮置方法是已知的,在浮置方法中,在光轴方向上移动多个透镜单元。参见日本专利申请公开 No. 2000-047107。

[0005] 此外,包括微距机构的变焦透镜是已知的。日本专利申请公开 No. 11-352402 中讨论的变焦透镜可通过以第一透镜单元与第二透镜单元之间的距离在望远端增大这样的方式移动第一透镜单元和第二透镜单元来执行微距拍摄 (macro shooting)。

[0006] 为了使变焦透镜在整个变焦范围内并在整个物距(整个聚焦范围)上获得高光学性能,有必要适当地设置形成变焦透镜的每个透镜单元的焦度 (power) 和透镜构造、以及构成变焦透镜的变焦方法和聚焦方法。通常,当期望缩短可摄影的物距并增大成像倍率时,有可能增大聚焦期间的像差变化并且降低光学性能。而且,产生聚焦透镜单元的移动量增大以使变焦透镜的尺寸增大的问题。

[0007] 美国专利申请公开 No. 2011/0116174 中讨论的变焦透镜可在整个变焦范围内在某个近距离处实现聚焦,并且可在望远端在最近距离处实现大约 0.2x 的成像倍率。

[0008] 在美国专利申请公开 No. 2011/0116174 中讨论的变焦透镜中有必要的是,在光轴方向上确保用于聚焦的第二透镜单元的移动量的空间。因此,难以在缩小整个变焦透镜的尺寸的同时获得超过 0.5x 倍率的高成像倍率。此外,因为在聚集期间仅移动第二透镜单元,所以像差变化增大,并且像差变化特别是在望远端有可能增大。

[0009] 日本专利申请公开 No. 2000-047107 讨论了六单元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、具有负折光力的第四透镜单元、具有正折光力的第五透镜单元、和具有负折光力的第六透镜单元。第四透镜单元朝向物侧移动并且第六透镜单元朝向像侧移动,以使得从无限远距离到近距离执行聚焦。这种技术可在整个变焦范围内在某个近距离处实现聚焦,并且可在望远端在最近距离处获得大约 0.2x 的成像倍率。在聚焦期间,通过以第四透镜单元补偿由第六透镜单元

的移动引起的像差这样的方式移动第四透镜单元来减小像差变化。然而,有必要在光轴方向上确保第四透镜单元和第六透镜单元在聚焦期间的移动量的空间。因此,难以在缩小整个变焦透镜的尺寸的同时获得超过 0.5x 倍率的高成像倍率。

[0010] 日本专利申请公开 No. 11-352402 讨论了包括可获得大约 0.5x 倍率的高成像倍率的微距机构的变焦透镜。然而,用于微距拍摄的透镜单元的驱动方法例如与整个变焦透镜的尺寸缩小和高性能的提供不匹配。

发明内容

[0011] 本发明针对一种变焦透镜,并且还针对包括该变焦透镜的图像拾取装置,该变焦透镜整体尺寸小,可在整个物距上获得高光学性能,并且包括可提供高成像倍率的微距驱动机构。

[0012] 根据本发明的一方面,一种变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} ,其中,每个相邻透镜单元之间的距离在变焦期间变化。在其中能够执行变焦和从无限远距离到预定有限距离的聚焦的第一区域中,在变焦期间移动两个或更多个透镜单元,并且在聚焦期间移动一个透镜单元。在其中从望远端到微距端(在微距端,能够对比所述预定有限距离短的物距执行聚焦)执行微距驱动的第二区域中,在微距驱动期间移动两个或更多个透镜单元,以使得透镜单元 L_p 位于比在广角端更靠近物侧,透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离在微距端比在广角端大,并且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离在微距端比在广角端小。

[0013] 从以下参照附图对示例性实施例的详细描述,本发明的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0014] 图 1 是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0015] 图 2A、2B 和 2C 是在根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0016] 图 3 是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0017] 图 4A、4B 和 4C 是在根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0018] 图 5 是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0019] 图 6A、6B 和 6C 是在根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0020] 图 7 是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0021] 图 8A、8B 和 8C 是在根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0022] 图 9 是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0023] 图 10A、10B 和 10C 是在根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0024] 图 11 是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。

[0025] 图 12A、12B 和 12C 是在根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0026] 图 13 是根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置的主要组件的示意图。

具体实施方式

[0027] 以下,将参照附图来描述根据本发明的示例性实施例的变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取装置。根据本发明的每个示例性实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} 。在其中能够从无限远距离到预定有限距离(第一物距)执行聚焦和变焦的第一区域中,以在变焦期间移动两个或更多个透镜单元这样的方式操作变焦驱动机构,并且以在聚焦期间移动一个透镜单元这样的方式操作聚焦驱动机构。而且,在其中从望远端到微距端(在微距端,能够对比预定有限距离(第一物距)更近的距离执行聚焦)执行微距驱动的第二区域中,以在微距驱动期间移动两个或更多个透镜单元这样的方式操作微距驱动机构。

[0028] 在第二区域中,透镜单元 L_p 被定位为比在广角端更靠近物侧。而且,在从望远端到微距端的微距驱动期间,以这样的方式移动每个透镜单元:透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离在微距端比在广角端大,并且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离在微距端比在广角端小。

[0029] 从在望远端对预定有限距离(第一物距)执行聚焦的状态开始微距驱动机构移动两个或更多个透镜单元用于微距驱动,以使得聚焦被连续地执行到在第二区域中在微距端对最近距离执行聚焦的状态。此外,根据本发明的变焦透镜可以停止微距驱动机构在第二区域中的操作,并且可以操作聚焦驱动机构来调整焦点。例如,可通过旋转聚焦环或者通过在自动聚焦操作中操作聚焦透镜单元来调整焦点。

[0030] 图 1 是根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 2A、2B 和 2C 是在根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。图 3 是根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 4A、4B 和 4C 是在根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。图 5 是根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 6A、6B 和 6C 是在根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。

[0031] 图 7 是根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 8A、8B 和 8C 是在根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。图 9 是根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 10A、10B 和 10C 是在根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。图 11 是根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜的透镜截面图。图 12A、12B 和 12C 是在根据本发明的第六示例性实施例的变焦透镜中在对无限远距离进行聚焦期间分别在广角端、望远端和微距端处的像差图。图 13 是根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置的主要组件的示意图。

[0032] 每个透镜截面图示出当 i 从物侧开始计数时的第 i 个透镜单元 L_i 和包括一个或更多个透镜单元的部分系统 LR(复合透镜单元)。部分系统 LR 按从物侧到像侧的顺序包括具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} 。在一些情况下,另一个透镜单元被设置在这些透镜单元之间。SP 是孔径光阑。

[0033] 当变焦透镜用于摄像机和数字静态照相机的摄影光学系统时,像面 IP 对应于固态图像传感器(光电转换元件)(比如,电荷耦合器件(CCD)传感器和互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器)的成像表面,当变焦透镜用于卤化银胶片照相机时,像面 P 对应于胶片表面。在透镜截面图中,第一区域指示变焦区域,第二区域指示微距区域。

[0034] 在第一区域中,箭头指示从广角端到望远端变焦期间透镜单元的移动轨迹。在第二区域中,箭头指示从望远端到在第二区域中的微距端进行微距驱动(微距聚焦)期间透镜单元的移动方向。用于聚焦的箭头指示当从无限远距离到近距离执行聚焦时透镜单元的移动方向。

[0035] 在球面像差图中,实线指示 d 线,双点划线指示 g 线。在像散像差图中,实线指示子午像面,虚线指示 d 线处的矢状(或弧矢, sagittal)像面。倍率色差用 g 线表达。 F_{no} 是 F 数, ω 是半视角。

[0036] 图 1 中的第一示例性实施例的变焦透镜是七单元变焦透镜,该七单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L_1 、具有负折光力的第二透镜单元 L_2 、具有正折光力的第三透镜单元 L_3 、具有负折光力的第四透镜单元 L_4 、具有正折光力的第五透镜单元 L_5 、具有负折光力的第六透镜单元 L_6 、和具有正折光力的第七透镜单元 L_7 。在从广角端到望远端变焦期间,如箭头所指示的,第一透镜单元 L_1 和第三透镜单元 L_3 至第七透镜单元 L_7 全都朝向物侧移动,第二透镜单元 L_2 按朝向像侧凸出的轨迹移动。通过移动第二透镜单元 L_2 来执行聚焦。

[0037] 图 3 中的根据第二示例性实施例的变焦透镜是六单元变焦透镜,该六单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L_1 、具有负折光力的第二透镜单元 L_2 、具有正折光力的第三透镜单元 L_3 、具有正折光力的第四透镜单元 L_4 、具有负折光力的第五透镜单元 L_5 、和具有正折光力的第六透镜单元 L_6 。在从广角端到望远端变焦期间,如箭头所指示的,第一透镜单元 L_1 和第三透镜单元 L_3 至第六透镜单元 L_6 全都朝向物侧移动,第二透镜单元 L_2 按朝向像侧凸出的轨迹移动。通过移动第二透镜单元 L_2 来执行聚焦。

[0038] 图 5 中的第三示例性实施例的透镜构造与图 1 中的第一示例性实施例的透镜构造相同。图 7 中的根据第四示例性实施例的变焦透镜为六单元变焦透镜,该六单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第一透镜单元 L_1 、具有正折光力的第二透镜单元 L_2 、具有负折光力的第三透镜单元 L_3 、具有正折光力的第四透镜单元 L_4 、具有负折光力的第五透镜单元 L_5 、和具有正折光力的第六透镜单元 L_6 。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元 L_1 按朝向像侧凸出的轨迹移动,第二透镜单元 L_2 至第六透镜单元 L_6 全都朝向物侧移动。

[0039] 通过移动第一透镜单元 L_1 来执行聚焦。

[0040] 图 9 中的第五示例性实施例的透镜构造和变焦方法与图 1 中的第一示例性实施例的透镜构造和变焦方法相同。

[0041] 图 11 中的根据第六示例性实施例的变焦透镜是五单元变焦透镜,该五单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、和具有正折光力的第五透镜单元 L5。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 至第五透镜单元 L5 全都朝向物侧移动,第二透镜单元 L2 按朝向像侧凸出的轨迹移动。通过移动第二透镜单元 L2 来执行聚焦。

[0042] 如美国专利申请公开 No. 2011/0116174 和日本专利申请公开 No. 2000-047107 中讨论的变焦透镜那样,一种类型的变焦透镜,在该变焦透镜中,在聚焦期间移动一个或两个透镜单元,在从广角端到望远端的整个范围内容易地从无限远距离到预定有限距离执行聚焦。关于由聚焦引起的像差变化,当提供单个聚焦透镜单元时,难以校正像差变化,并且光学性能特别是在望远端劣化。与这样的变焦透镜相比,在移动两个透镜单元的浮置方法中,易于校正像差变化。

[0043] 然而,在变焦期间不移动用于聚焦的聚焦透镜单元的方法中,除了变焦期间的空间之外,还有必要在光轴方向上确保聚焦透镜单元在聚焦期间移动的量的空间。因此,当需要更高的成像倍率时,整个变焦透镜的尺寸更加增大。例如,当期望在美国专利申请公开 No. 2011/0116174 中讨论的变焦透镜中实现更高的成像倍率时,有必要预先在第一透镜单元与第二透镜单元之间提供用于在聚焦期间朝向物侧大大地移动具有负折光力的第二透镜单元的量的空间。因此,广角端处的焦度配置有可能脱离后聚焦型 (retrofocus type)。

[0044] 日本专利申请公开 No. 11-352402 中讨论的变焦透镜在正常模式下分别执行变焦和聚焦(这对应于根据示例性实施例的第一区域)。通过在从广角端到望远端的整个范围内朝向像侧移动第三透镜单元来从无限远距离到预定有限距离执行聚焦。在望远端第一透镜单元和第二透镜单元再次被设置为用于微距拍摄,以使得实现高成像倍率(这对应于根据示例性实施例的第二区域)。然而,在日本专利申请公开 No. 11-352402 中讨论的变焦透镜中,因为在微距驱动期间不移动第三透镜单元和第三透镜单元后面的透镜单元,所以不可能总是高效地获得高成像倍率。通常,为了增大具有正折光力(光焦度)的成像光学系统中的成像倍率,有必要增大光学系统的后主点位置与像点之间的距离。

[0045] 在根据本发明的示例性实施例的变焦透镜中,在第二区域中移动光学单元之中具有最高正折光力的透镜单元 L_p ,以使得以更小的移动量高效地增大成像倍率。

[0046] 根据本发明的示例性实施例的变焦透镜包括多个透镜单元,这些透镜单元包括按从物侧到像侧的顺序设置的具有最高正折光力的透镜单元 L_p 、具有负折光力的透镜单元 L_n 、和具有正折光力的透镜单元 L_{p2} ,并且在第一区域中移动两个或更多个透镜单元以用于变焦。

[0047] 而且,在第二区域中,通过朝向物侧至少移动正透镜单元 L_p 来执行微距聚焦。此外,以这样的方式执行微距驱动:在第二区域中在微距端处与在第一区域中在广角端处相比,透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离更大,且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离更小。

[0048] 在从望远端到微距端的微距驱动期间,朝向物侧移动包括正透镜单元 L_p 的两个或更多个透镜单元。此外,通过以对近距离执行聚焦这样的方式移动聚焦透镜单元来容易地对近距离执行聚焦。

[0049] 通常,当从在望远端对近距离执行聚焦的状态开始朝向近距离侧进一步移动聚焦透镜单元时,根据旁轴计算来获得高成像倍率。然而,实际上相当大的球面像差发生在过侧(over side)。

[0050] 因此,在第二区域中进行微距驱动期间,朝向物侧移动正透镜单元 L_p ,并且朝向物侧移动整个变焦透镜的主点位置,同时在欠侧(under side)生成球面像差,以使得可对位于比预定有限距离更近的距离处的物体执行聚焦。而且,以这样的方式移动每个透镜单元以使得可将整个变焦透镜的主点位置从像侧移动到物侧:在微距端与在广角端相比,透镜单元 L_p 与透镜单元 L_n 之间的距离更大并且透镜单元 L_n 与透镜单元 L_{p2} 之间的距离更小。

[0051] 因此,可在第一区域中实现更广的视角和高变焦比,而不增大透镜单元 L_p 的移动量,并且可在第二区域中实现高成像倍率。

[0052] 将从另一个方面描述根据本发明的变焦透镜。通常,在变焦透镜中,通过在广角端处或望远端处减小透镜单元之间的距离来缩小整个变焦透镜的尺寸。在尺寸缩小中,在望远端对无限远距离执行聚焦的状态下以及在广角端对近距离执行聚焦的状态下,聚焦透镜单元通常处于聚焦透镜单元与在聚焦透镜单元前侧的透镜单元之间的距离以及聚焦透镜单元与在聚焦透镜单元后侧的透镜单元之间的距离短的状态。

[0053] 因此,当假定在整个变焦范围内从无限远距离物体到近距离物体执行聚焦的前提时,当期望将执行聚焦的范围进一步增大到更近距离侧时,在前侧和后侧的透镜单元的移动量不可避免地增大,以使整个变焦透镜的尺寸变大。

[0054] 因此,换句话讲,在本发明中,在第二区域中,在望远端的无限远距离侧的驱动区域是受限制的。例如,图 1 中的部分 (c) 是在微距端第二透镜单元 L_2 通过聚焦在最短距离上焦点对准的状态的截面图。此时,当朝向无限远距离侧移动第二透镜单元 L_2 时,第二透镜单元 L_2 在对无限远距离执行聚焦之前与第三透镜单元 L_3 干扰。

[0055] 这还涉及距离 d_{12} 例如在数值例子 1 中在第二区域中取负值的事实(为方便起见,数值例子示出当对无限远距离执行聚焦时透镜单元的位置)。换句话讲,用于聚焦的第二透镜单元 L_2 的移动在无限远距离侧是受限制的,并且用于移动的空间被分配给与用于聚焦的第二透镜单元 L_2 相邻的、朝向物侧移动的透镜单元(第三透镜单元 L_3),以使得在将焦点对准位置(焦点位置)移动到更近距离的同时使球面像差变到欠侧。

[0056] 因此,用于聚焦的第二透镜单元 L_2 还可在望远端的正常近距离焦点对准位置处被进一步朝向更近距离侧驱动,并且易于对近距离执行聚焦,而没有相当大的球面像差劣化。

[0057] 接着,将描述用于实现本发明的更理想的条件。每个示例性实施例可满足以下条件中的一个或多个。假设透镜单元 L_p 的焦距为 F_{Lp} ,透镜单元 L_{p2} 的焦距为 F_{Lp2} 。假设透镜单元 L_n 的焦距为 F_{Ln} 。假设在第二区域中的微距端在光轴上从透镜单元 L_p 在物侧的透镜表面到包括透镜单元 L_p 到透镜单元 L_{p2} 的部分系统 LR 的前主点位置的距离为 o_{1LP} (其中,当从物侧到像侧测量时,该距离为正距离)。假设在第二区域中的微距端在光轴上从透镜单元 L_p 在物侧的透镜表面到透镜单元 L_{p2} 在像侧的透镜表面的距离为 B_{1dLP} 。假设透镜单元 L_p 从望远端到微距端的移动量为 m_{Lp} (其中,当从物侧到像侧测量时,该量为正量)。假设广角端的总透镜长度为 TLD_w ,并且当在微距端对最近距离执行聚焦时,成像倍率为 β_m 。此时,可满足以下一个或多个条件。

$$[0058] \quad 0.05 < F_{LP}/F_{LP2} < 0.60 \quad (1)$$

$$[0059] \quad 0.20 < -F_{LP}/|F_{Ln}| < 0.90 \quad (2)$$

$$[0060] \quad -0.30 < \phi_{1LP}/B_{1dLP} < 0.40 \quad (3)$$

$$[0061] \quad 0.01 < m_{LP}/TLDw/\beta_m < 0.40 \quad (4)$$

[0062] 在每个示例性实施例中,通过将透镜单元 L_{p2} 的折光力相对于整个变焦透镜中具有最高正折光力的透镜单元 L_p 的折光力降低到某一程度,包括透镜单元 L_p 和在透镜单元 L_p 后侧的透镜单元的部分系统 LR 的正主点位置被提供为更靠近物侧。因此,高效地实现高成像倍率,而不使透镜单元 L_p 和在透镜单元 L_p 后侧的透镜单元的移动量增大太多。更具体地讲,满足条件 (1)。

[0063] 当超过条件 (1) 的上限时,因为部分系统 LR 的主点位置靠近像侧,所以难以执行高效的微距驱动。当超过条件 (1) 的下限时,因为部分系统 LR 的主点位置朝向物侧移动太多,所以难以在更广的视角采取期望的焦度设置。条件 (1) 可满足条件 (1a)。

$$[0064] \quad 0.10 < F_{LP}/F_{LP2} < 0.40 \quad (1a)$$

[0065] 条件 (2) 是在部分系统 LR 中更有效地实现高成像倍率的条件。当超过条件 (2) 的上限时,因为透镜单元 L_n 的焦度太强,所以难以校正像差。而且,当超过下限时,因为透镜单元 L_n 的焦度太弱,所以难以高效地朝向物侧移动整个变焦透镜的主点位置。条件 (2) 可满足条件 (2a)。

$$[0066] \quad 0.30 < -F_{LP}/|F_{Ln}| < 0.80 \quad (2a)$$

[0067] 条件 (3) 是在部分系统 LR 中更有效地实现高成像倍率的条件。条件 (3) 被满足,以使得部分系统 LR 的主点位置在像侧被设置到某个程度,并且可在不使部分系统 LR 的移动量增大太多的情况下实现高成像倍率。当超过条件 (3) 的上限时,因为包括透镜单元 L_p 和在透镜单元 L_p 后侧的透镜单元的部分系统 LR 的主点位置靠近像面,所以部分系统 LR 的移动量增大以实现高成像倍率。

[0068] 当超过条件 (3) 的下限时,部分系统 LR 的主点位置位于物侧。尽管当在第二区域中对最近距离执行聚焦时可增大成像倍率,但是难以在第一区域中的广角端在像侧提供主点位置,并且在广角端不采取期望的焦度配置。条件 (3) 可满足条件 (3a)。

$$[0069] \quad -0.20 < \phi_{1LP}/B_{1dLP} < 0.25 \quad (3a)$$

[0070] 条件 (4) 涉及在尽可能简单的构造中形成整个变焦透镜的总透镜长度和透镜单元 L_p 的移动量。当超过条件 (4) 的上限时,微距驱动期间移动透镜单元 L_p 的量相对于最短的总透镜长度增大,并且驱动机构变得复杂。当超过条件 (4) 的下限时,透镜单元 L_p 的移动量与微距端的成像倍率相比减小太多,并且光学性能在微距端劣化。条件 (4) 可满足条件 (4a)。

$$[0071] \quad 0.015 < m_{LP}/TLDw/\beta_m < 0.300 \quad (4a)$$

[0072] 接着,将描述每个示例性实施例的期望的透镜构造。

[0073] 每个示例性实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序可包括具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元,其中,第一透镜单元与第二透镜单元之间的距离在第一区域中的望远端比在广角端大。在从望远端到微距端的微距驱动期间,可朝向像侧移动第一透镜单元。

[0074] 为了在第一区域中提供高的可变焦度,变焦透镜可以是正引导型变焦透镜,该正

引导型变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1 和具有负折光力的第二透镜单元 L2。此时,为了在从望远端到微距端的微距驱动期间朝向物侧移动后主点位置,可朝向物侧移动第一透镜单元 L1。然而,这种效果本身在朝向物侧离透镜单元 Lp 非常远的第一透镜单元 L1 上起不到那么好的作用。

[0075] 因此,这样的构造可以是可能的:在该构造中,有目的地朝向像侧移动第一透镜单元 L1,并且减小整个变焦透镜的前主点位置与第一透镜单元之间的距离以确保工作距离(从物体到第一透镜表面的距离)。从缩小整个变焦透镜的尺寸的角度来看,可相对于第一区域中的广角端减小第一透镜单元 L1 的移动量。

[0076] 接着,当旨在第一区域中提供更广的角度时,期望有负引导型变焦透镜,在负引导型变焦透镜中,具有负折光力的第一透镜单元被设置为最靠近物侧。在第一区域中,聚焦透镜单元可以是其中在聚焦期间移动具有最高负折光力的透镜单元这样的聚焦透镜单元。当旨在第一区域中提供更广的视角时,期望地,因为移动量在正引导型变焦透镜和负引导型变焦透镜中都减小,所以第一区域中的聚焦透镜单元是在整个变焦透镜中具有最高负焦度的透镜单元。

[0077] 而且,在每个示例性实施例中,当在望远端对无限远距离执行聚焦时聚焦透镜单元在光轴方向上的位置可与和像侧相邻的透镜单元在光轴方向上的位置在光轴方向上、在第二区域的一部分中重叠。因此,可通过有效地利用空间、而不扩大整个变焦透镜的尺寸来对更近距离执行聚焦。

[0078] 在变焦期间,可使透镜单元 Lp 和透镜单元 Lp2 彼此整体地移动。此外,当透镜单元 Lp 和透镜单元 Lp2 被整体地驱动时,可简化驱动机构。

[0079] 这里,每个示例性实施例的透镜单元在变焦透镜的情况下包括多个表面,即,从光学单元的最前表面或者从其到与前侧相邻的透镜的距离在变焦期间变化的表面到光学单元的最后表面或者从其到与后侧相邻的透镜的距离在变焦期间变化的表面。

[0080] 以下,将描述每个示例性实施例的透镜构造。第一示例性实施例是七单元变焦透镜,该七单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、和具有正折光力的第五透镜单元 L5,并且还包括具有负折光力的第六透镜单元 L6 和具有正折光力的第七透镜单元 L7。

[0081] 第五透镜单元 L5 对应于具有最高正折光力的透镜单元 Lp。第六透镜单元对应于透镜单元 Ln,第七透镜单元 L7 对应于透镜单元 Lp2。第一区域中的变焦比为 2.8,并且在从广角端到望远端变焦期间朝向物侧移动第五透镜单元 L5。

[0082] 在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元:在望远端与在广角端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更大,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离更大,第六透镜单元 L6 与第七透镜单元 L7 之间的距离更小。

[0083] 在从无限远距离到预定有限距离聚焦期间,朝向物侧移动第二透镜单元 L2。因此,朝向物侧移动整个变焦透镜的后主点位置,以获得可变焦度效果。这里,在第一区域中,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离以及第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离在变焦期间可能不一定改变。与第一区域中相比,在第二区域中可对更近距离(近

距离)处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.17x 倍率,而成像倍率在第二区域中的微距端为 0.7x 倍率。

[0084] 在第二区域中的微距端,相对于第一区域中的望远端朝向物侧移动第五透镜单元 L5。而且,这样的设置以下面的方式在要移动的每个透镜单元上进行:第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更大,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更小,并且第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更大。因此,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动,并且获得高成像倍率。

[0085] 这里,在第二区域中,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离以及第六透镜单元 L6 与第七透镜单元 L7 之间的距离在微距驱动期间可能不一定改变。此外,第五透镜单元 L5 和第七透镜单元 L7 满足条件 (1) 和 (3)。包括第五透镜单元 L5 至第七透镜单元 L7 的部分系统 LR 的主点位置在第二区域中被有效地朝向物侧移动,并且获得高成像倍率。

[0086] 而且,第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6 满足条件 (2),并且整个变焦透镜的后主点位置从广角端到微距端朝向物侧移动。此外,第五透镜单元 L5 的移动量在从望远端到微距端的微距驱动期间满足条件 (4),以使得整个变焦透镜的尺寸缩小和整个变焦透镜中的高倍率的提供可被组合。

[0087] 而且,在从望远端到微距端的微距驱动期间朝向像侧移动第一透镜单元 L1,以使得在微距端可有效地确保工作距离。

[0088] 图 1 中的部分 (b) 示出在望远端在第一区域中对预定有限距离执行聚焦的状态。可使用微距驱动机构从图 1 中的部分 (b) 中的第二透镜单元 L2 被定位在物侧的状态到在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(该状态对应于图 1 中的部分 (c))连续地执行聚焦。此外,从在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(图 1 中的部分 (c))到在望远端对在预定有限距离处的物体执行聚焦的状态,使用微距驱动机构的聚焦操作与上述情况相反。

[0089] 另外,以下这样的构造也是可以的:在该构造中,停止微距驱动机构的操作,操作聚焦驱动机构,并移动作为聚焦透镜单元的第二透镜单元 L2 来调整焦点。而且,自动聚焦机构(AF 机构)可用于自动聚焦。这样的操作可类似地应用于第二示例性实施例、第三示例性实施例、第五示例性实施例、和第六示例性实施例。

[0090] 第二示例性实施例是六单元变焦透镜,该六单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有负折光力的第五透镜单元 L5、和具有正折光力的第六透镜单元 L6。第三透镜单元 L3 对应于具有最高正折光力的透镜单元 Lp。第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6 对应于透镜单元 Ln 和 Lp2。

[0091] 第一区域中的变焦比为 2.8,并且与在广角端相比,第三透镜单元 L3 在望远端被朝向物侧移动得更多。在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元:在望远端与在广角端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更大,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小,第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更大,并且第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离更小。朝向物侧移动第二透镜单元 L2,以使得从无限远距离到预定有限距离执行聚焦。因此,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向

物侧移动,并且获得可变焦度效果。

[0092] 在第一区域中,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离可能不一定改变。与第一区域中相比,在第二区域中可对近得多的距离处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.14x 倍率,而在第二区域中的微距端最大成像倍率为 0.6x 倍率。

[0093] 相对于第一区域中的望远端,在第二区域中的微距端,第三透镜单元 L3 朝向物侧移动。而且,与在第一区域中的望远端相比,在第二区域中的微距端,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更大,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更小。

[0094] 在第二区域中,第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离以及第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离可能不一定改变。此外,第三透镜单元 L3 和第六透镜单元 L6 满足条件 (1) 和 (3)。包括第三透镜单元 L3 至第六透镜单元 L6 的组合单元的主点位置在第二区域中朝向物侧移动,并且获得高成像倍率。

[0095] 另外,第三透镜单元 L3 和第五透镜单元 L5 满足条件 (2)。整个变焦透镜的后主点位置在第一区域中的广角端朝向像侧移动,并且整个变焦透镜的后主点位置在第二区域中的微距端朝向物侧移动。而且,从第一区域中的望远端到第二区域中的微距端的微距驱动期间第三透镜单元 L3 的移动量满足条件 (4),以使得实现整个变焦透镜的尺寸缩小和高成像倍率的提供。

[0096] 此外,在第二示例性实施例中,第一透镜单元 L1 在从望远端到微距端的微距驱动期间几乎不移动,并且工作距离减小。然而,代替这些的是,可易于实现高成像倍率。

[0097] 第三示例性实施例是七单元变焦透镜,该七单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、具有正折光力的第五透镜单元 L5、具有负折光力的第六透镜单元 L6、和具有正折光力的第七透镜单元 L7。第五透镜单元 L5 对应于具有最高正折光力的透镜单元 L_p 。第六透镜单元 L6 和第七透镜单元 L7 对应于透镜单元 L_n 和 L_{p2} 。

[0098] 第一区域是变焦比为 3.5 的整个变焦范围,并且在从广角端到望远端变焦期间朝向物侧移动第五透镜单元 L5。在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元:在望远端与在广角端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更大,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离更大,并且第六透镜单元 L6 与第七透镜单元 L7 之间的距离更小。朝向物侧移动第二透镜单元 L2,以使得从无限远距离到近距离执行聚焦。因此,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动,并且获得可变焦度效果。

[0099] 这里,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离以及第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离在第一区域中可能不一定改变。

[0100] 与在第一区域中可执行聚焦的范围相比,在第二区域中可对更近距离处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.17x 倍率,而在第二区域中的微距端,最大成像倍率为 0.6x 倍率。

[0101] 在微距端与在望远端相比,第五透镜单元 L5 朝向物侧移动。而且,在微距端与在望远端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小,第二透镜单元 L2 与第

三透镜单元 L3 之间的距离更大,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更小,并且第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更大。每个透镜单元的操作类似于第一示例性实施例中的操作。

[0102] 第四示例性实施例是六单元变焦透镜,该六单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第一透镜单元 L1、具有正折光力的第二透镜单元 L2、具有负折光力的第三透镜单元 L3、具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有负折光力的第五透镜单元 L5、和具有正折光力的第六透镜单元 L6。第四透镜单元 L4 对应于具有最高正折光力的透镜单元 L_p 。第五透镜单元 L5 对应于透镜单元 L_n ,第六透镜单元 L6 对应于透镜单元 L_{p2} 。

[0103] 第一区域是变焦比为 2.8 的整个变焦范围,并且在从广角端到望远端变焦期间朝向物侧移动第四透镜单元 L4。在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元:在望远端与在广角端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小,第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更大,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离更小。在从无限远距离物体到近距离物体聚焦期间朝向物侧移动第一透镜单元 L1。因此,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动,并且获得可变焦度效果。

[0104] 在第一区域中,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离以及第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离可能不一定改变。

[0105] 与在第一区域中可执行聚焦的范围相比,在第二区域中可对更近距离处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.17x 倍率,而在第二区域中的微距端最大成像倍率为 0.6x 倍率。

[0106] 与在第一区域中的望远端相比,在第二区域中的微距端,第四透镜单元 L4 朝向物侧移动,并且在第二区域中的微距端与在第一区域中的望远端相比,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更大。这里,第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离以及第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离在第二区域中可能不一定改变。

[0107] 而且,第四透镜单元 L4 和第六透镜单元 L6 满足条件 (1) 和 (3)。包括第四透镜单元 L4 至第六透镜单元 L6 的组合单元的主点位置在第二区域中被有效地朝向物侧移动,并且实现高成像倍率。此外,第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 满足条件 (2)。整个变焦透镜的后主点位置在第一区域中的广角端被有效地朝向像侧移动,并且在第二区域中的微距端整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动。

[0108] 另外,在从望远端到微距端的微距驱动期间,第四透镜单元 L4 的移动量满足条件 (4),以使得实现整个变焦透镜的尺寸缩小和高成像倍率的提供。

[0109] 图 7 中的部分 (b) 示出在望远端在第一区域中对预定有限距离执行聚焦的状态。从图 7 中的部分 (b) 中的第二透镜单元 L2 被定位在物侧的状态到在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(该状态对应于图 7 中的部分 (c)),可使用微距驱动机构连续地执行聚焦。而且,从在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(图 7 中的部分 (c))到在望远端对预定有限距离处的物体执行聚焦的状态,使用微距驱动机构的聚焦操作与上述情况相反。

[0110] 此外,以下这样的构造也是可以的:在该构造中,停止微距驱动机构的操作并且操作聚焦驱动机构来移动第一透镜单元(聚焦透镜单元) L1 以用于调整焦点。

[0111] 第五示例性实施例是七单元变焦透镜,该七单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、具有正折光力的第五透镜单元 L5、具有负折光力的第六透镜单元 L6、和具有正折光力的第七透镜单元 L7。第五透镜单元 L5 对应于具有最高正折光力的透镜单元 L_p 。第六透镜单元 L6 对应于透镜单元 L_n ,第七透镜单元 L7 对应于透镜单元 L_{p2} 。

[0112] 第一区域是变焦比为 2.8 的整个变焦范围,并且在从广角端到望远端变焦期间朝向物侧移动第五透镜单元 L5。在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元:在望远端与在广角端相比,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更大,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离更大,第六透镜单元 L6 与第七透镜单元 L7 之间的距离更小。朝向物侧移动第二透镜单元 L2,以使得从无限远距离物体到近距离物体执行聚焦。

[0113] 如上所述,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动,并且获得可变焦度效果。而且,因为用于聚焦的第四透镜单元不是具有最高负焦度的透镜单元,所以用于聚焦的移动量在第五示例性实施例中更大。然而,具有最高负焦度的第二透镜单元 L2 不是聚焦透镜单元,以使得第二透镜单元 L2 与第一透镜单元 L1 之间的距离在广角端可以更小,并且可减小第一透镜单元 L1 的有效直径。这里,在第一区域中,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离以及第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离在变焦期间可能不一定改变。

[0114] 接着,与在第一区域中可执行聚焦的范围相比,在第二区域中可对近得多的距离处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.18x 倍率,而在第二区域中的微距端最大成像倍率为 0.8x 倍率。

[0115] 用以下这样的方式移动每个透镜单元:在第二区域中的微距端与在第一区域中的望远端相比,朝向物侧移动第五透镜单元 L5,第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小,第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更大,第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更小,第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更大。因此,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动,并且实现高成像倍率。

[0116] 在第二区域中,第五透镜单元 L5 与第六透镜单元 L6 之间的距离以及第六透镜单元 L6 与第七透镜单元 L7 之间的距离可能不一定改变。而且,第五透镜单元 L5 和第七透镜单元 L7 满足条件 (1) 和 (3)。包括第五透镜单元 L5 至第七透镜单元 L7 的复合透镜单元的主点位置在第二区域中被有效地朝向物侧移动,并且实现高成像倍率。

[0117] 此外,第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6 满足条件 (2)。整个变焦透镜的后主点位置在第一区域中的广角端被有效地朝向像侧移动,并且在第二区域中的微距端,整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动。另外,第五透镜单元 L5 的移动量在从望远端到微距端的微距驱动期间满足条件 (4),以使得实现整个变焦透镜的尺寸缩小和高成像倍率的提供。

[0118] 而且,在从望远端到微距端的微距驱动期间朝向像侧移动第一透镜单元 L1,并且在微距端有效地确保工作距离。

[0119] 图 9 中的部分 (b) 示出在望远端在第一区域中对预定有限距离执行聚焦的状态。

从图 9 中的部分 (b) 中的第二透镜单元 L2 被定位在物侧的状态到在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(该状态对应于图 9 中的部分 (c)), 可使用微距驱动机构连续地执行聚焦。此外, 从在第二区域中的微距端对最近距离执行聚焦的状态(图 9 中的部分 (c)) 到在望远端对预定有限距离处的物体执行聚焦的状态使用微距驱动机构的聚焦操作与上述情况相反。

[0120] 另外, 以下这样的构造也是可以的: 在该构造中, 停止微距驱动机构的操作并且操作聚焦驱动机构来移动第二透镜单元(聚焦透镜单元) L2 以用于调整焦点。

[0121] 第六示例性实施例是五单元变焦透镜, 该五单元变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3、具有负折光力的第四透镜单元 L4、和具有正折光力的第五透镜单元 L5。第三透镜单元 L3 对应于具有最高正折光力的透镜单元 L_p 。第四透镜单元 L4 对应于透镜单元 L_n , 第五透镜单元 L5 对应于透镜单元 L_{p2} 。

[0122] 第一区域是变焦比为 2.8 的整个变焦范围, 并且在从广角端到望远端变焦期间朝向物侧移动第三透镜单元 L3。在变焦期间以这样的方式移动每个透镜单元: 在望远端与在广角端相比, 第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更大, 第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更小, 第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离更大, 第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离更小。朝向物侧移动第二透镜单元 L2, 以使得从无限远距离到近距离执行聚焦。因此, 整个变焦透镜的后主点位置被有效地朝向物侧移动, 并且获得可变焦度效果。

[0123] 接着, 与在第一区域中可执行聚焦的范围相比, 在第二区域中可对近得多的距离处的物体执行聚焦。第一区域中的最大成像倍率为 0.15x 倍率, 而在第二区域中的微距端最大成像倍率为 0.6x 倍率。在第二区域中的微距端, 与在第一区域中的望远端相比, 第三透镜单元 L3 被朝向物侧移动得更多。而且, 在第二区域中的微距端与在第一区域中的望远端相比, 第一透镜单元 L1 与第二透镜单元 L2 之间的距离更小, 第二透镜单元 L2 与第三透镜单元 L3 之间的距离更大。

[0124] 这里, 在第二区域中, 第三透镜单元 L3 与第四透镜单元 L4 之间的距离以及第四透镜单元 L4 与第五透镜单元 L5 之间的距离可能不一定改变。此外, 第三透镜单元 L3 和第五透镜单元 L5 满足条件 (1) 和 (3)。包括第三透镜单元 L3 至第五透镜单元 L5 的复合透镜单元的主点位置在第二区域中被有效地朝向物侧移动, 并且实现高成像倍率。

[0125] 另外, 第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 满足条件 (2)。整个变焦透镜的后主点位置在第一区域中的广角端被有效地朝向像侧移动, 并且整个变焦透镜的后主点位置在第二区域中的微距端被有效地朝向物侧移动。而且, 第三透镜单元 L3 的移动量在从望远端到微距端的微距驱动期间满足条件 (4), 以使得实现整个变焦透镜的尺寸缩小和高成像倍率的提供。

[0126] 此外, 在从望远端到微距端的微距驱动期间朝向像侧移动第一透镜单元 L1, 并且在微距端有效地确保工作距离。距离 d 的值在第二区域中、在数值例子 1、4 和 5 中的近距离、中间距离和微距最近距离处以及在数值例子 6 中在微距最近距离处为负值的原因是, 为了方便起见, 数值例子表达无限远的焦点对准状态。

[0127] 因此, 这意味着在数值例子 1、4 和 5 的第二区域中对无限远距离执行聚焦在物理

上是不可能的。换句话说讲,这意味着,聚焦透镜单元朝向无限远侧的移动是受限制的,并且后面的正透镜单元被朝向物侧移动。

[0128] 因为后面的正透镜单元朝向物侧移动,所以焦点对准位置移位到近摄侧(close-up side),并且在欠侧引起球面像差。因此,在朝向近摄侧驱动聚焦透镜单元时,过侧的球面像差被抵消,并且不管对更近距离执行聚焦,在第一区域中都获得优良的性能。

[0129] 实际上,聚焦透镜单元不位于无限远距离物体的焦点对准位置上,而是位于朝向物侧移动的位置上。因此,因为在聚焦透镜单元的像侧的透镜单元被定位在聚焦透镜单元从其移动的空间中,所以使透镜单元的位置与聚焦透镜单元将要处在的位置重叠。结果,距离 d 的值为根据重叠量的负值。

[0130] 接着,描述与第一示例性实施例至第六示例性实施例对应的数值例子 1 至 6。在这些数值例子中, i 是从物侧开始的表面的顺序。ri 是第 i 个表面的曲率半径, di 是第 i 个表面与第 (i+1) 个表面之间的距离。ndi 是每个透镜的材料的折射率, v di 是每个透镜的材料在 d 线($\lambda=587.6\text{nm}$) 的阿贝数的值。对于其上有效直径可变的表面 i,有效直径在每个变焦位置被表达为 eai。

[0131] 总透镜长度是从第一透镜表面到像面的长度。BF 是后焦点,并且是从最后表面到像面的长度。而且, K、A4、A6、A8、A10 和 A12 是非球面系数,并且非球面的形状根据光轴方向上的位置 X 和垂直于光轴的方向上的位置 H 用以下等式来表达,其中,透镜表面与光轴之间的交点是原点,并且光的行进方向是正方向。

$$[0132] \quad X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R^2)}} + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8 + A10 \times H^{10} + A12 \times H^{12}$$

[0133] 其中, R 是旁轴曲率半径。此外,“e-0X”意指“ $\times 10^{-X}$ ”。“f”是焦距, Fno 是 F 数, ω 是半视角。此外,其中每个光学表面的距离 d 用“可变”表达的部分在变焦期间在第一区域中改变,或者在第二区域中对近距离处的物体执行聚焦时改变。表面距离被根据焦距在表中列出。另外,表 1 列出了上述条件与数值例子之间的关系。

[0134] (数值例子 1)

[0135] 单位 :mm

[0136] 表面数据

[0137]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	244.270	2.00	1.84666	23.8	64.01
2	77.817	6.51	1.77250	49.6	60.60
3	520.807	0.15			59.92
4	54.708	5.10	1.83481	42.7	54.21
5	102.370	(可变)			52.93
6*	106.449	1.80	1.80400	46.6	34.29
7	14.914	8.77			24.39
8	-37.374	1.30	1.77250	49.6	23.98
9	29.028	0.15			23.30
10	27.566	5.50	1.80518	25.4	23.47
11	-79.270	(可变)			23.25
12	33.816	3.47	1.62588	35.7	18.39
13	-61.868	(可变)			18.48
14	-31.637	1.00	1.84666	23.8	18.08
15	-1969.479	(可变)			18.59
16(光阑)	∞	2.00			(可变)
17	41.800	5.33	1.59282	68.6	20.52
18	-37.861	0.15			20.66

[0138]

19	50.346	5.96	1.49700	81.5	20.00
20	-20.733	1.00	1.90366	31.3	19.21
21	-50.842	(可变)			19.19
22	-616.897	0.90	1.80100	35.0	15.94
23	20.095	2.57	1.84666	23.8	15.87
24	47.987	(可变)			15.88
25	267.996	2.77	1.85400	40.4	20.92
26*	-105.715				21.61

[0139] 非球面数据

[0140] 第六表面

[0141] $K=0.00000e+000$ $A4=7.48366e-006$ $A6=-9.07746e-009$

[0142] $A8=-6.82116e-013$ $A10=1.96862e-014$ $A12=-2.37851e-017$

[0143] 第二十六表面

[0144] $K=0.00000e+000$ $A4=1.23491e-005$ $A6=-4.96603e-009$

[0145] $A8=2.44298e-010$ $A10=-7.85907e-013$

[0146] 各种数据

[0147] 变焦比 2.84

[0148]

第一区域

第二区域

	广角	中间	望远	近	微距
焦距	24.30	35.10	69.00	67.23	60.62
F 数	4.10	4.10	4.10	5.28	5.56
半视角 (度)	41.68	31.65	17.41	17.84	19.64

[0149]

图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	134.65	141.04	164.94	162.09	152.75
BF	39.15	46.02	59.68	64.95	67.73
d5	2.93	11.21	31.69	26.37	14.86
d11	20.10	11.33	1.10	-1.70	-2.31
d13	4.37	4.84	4.85	2.25	1.76
d15	1.95	1.49	1.48	4.07	4.56
d21	1.20	3.79	8.23	7.50	8.23
d24	8.53	5.94	1.50	2.23	1.50
ea16	13.30	15.16	19.19	15.43	15.21

[0150] 变焦透镜单元数据

[0151]

单 元	起始 表面	焦距	透镜构造 长度	前主点位置	后主点 位置
1	1	118.64	13.76	0.67	-6.87
2	6	-18.71	17.52	1.42	-12.76
3	12	35.43	3.47	0.76	-1.40
4	14	-37.99	1.00	-0.01	-0.55
5	16	27.19	14.44	4.27	-5.90
6	22	-60.04	3.47	1.93	0.04
7	25	89.08	2.77	1.07	-0.42

[0152]

[0153] (数值例子 2)

[0154] 单位 :mm

[0155] 表面数据

[0156]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	263.908	2.00	1.84666	23.8	62.38
2	102.984	4.88	1.77250	49.6	59.16
3	432.623	0.15			58.45
4	47.920	5.69	1.77250	49.6	53.04
5	92.060	(可变)			51.75
6*	83.302	1.50	1.88300	40.8	34.03
7	14.660	8.25			24.57
8	-68.041	1.10	1.77250	49.6	24.23
9	32.879	0.15			23.36
10	25.387	7.22	1.74000	28.3	23.57
11	-36.500	0.51			22.80
12	-31.360	1.10	1.77250	49.6	22.53
13	-106.222	(可变)			22.18
14(光阑)	∞	2.00			(可变)
15	25.859	3.44	1.84666	23.8	19.13
16	495.764	(可变)			18.87

[0157]

17	-126.927	1.00	1.84666	23.8	18.52
18	15.691	6.98	1.49700	81.5	18.24
19	-43.057	0.15			19.03
20	24.294	4.53	1.59282	68.6	19.59
21	-69.931	(可变)			19.20
22	-36.334	2.78	1.84666	23.8	17.01
23	-17.718	0.90	1.61340	44.3	17.04
24	57.013	(可变)			17.00
25	1777.902	4.04	1.49700	81.5	18.84
26	-27.300	0.15			19.56
27	-72.953	1.40	1.85400	40.4	19.71
28*	1270.014				20.15

[0158] 非球面数据

[0159] 第六表面

[0160] $K=0.00000e+000$ $A4=5.42530e-006$ $A6=-4.61658e-009$

[0161] $A8=1.31132e-012$ $A10=5.13380e-015$

[0162] 第二十八表面

[0163] $K=0.00000e+000$ $A4=2.06523e-005$ $A6=1.73814e-008$

[0164] $A8=2.94525e-010$ $A10=-5.65490e-013$

[0165] 各种数据

[0166] 变焦比 2.84

[0167]

	第一区域			第二区域	
	广角	中间	望远	近	微距
焦距	24.30	35.00	68.99	64.84	66.22
F 数	4.10	4.10	4.10	5.20	5.83
半视角 (度)	41.68	31.72	17.41	18.45	18.09
图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	133.45	137.89	161.03	159.82	158.68
BF	39.81	46.58	59.81	62.59	68.14
d5	2.92	10.68	32.00	27.57	22.26
d13	21.35	11.50	1.04	1.74	0.33
d16	3.00	2.75	1.81	1.55	1.57
d21	1.86	3.21	4.53	3.66	3.86
d24	4.60	3.25	1.94	2.80	2.60
ea14	13.38	14.79	17.54	14.01	13.28

[0168] 变焦透镜单元数据

[0169]

单 元	起始 表面	焦距	透镜构造 长度	前主点位置	后主点位置
1	1	113.37	12.71	-0.25	-7.25
2	6	-19.45	19.83	0.97	-14.34

[0170]

3	14	32.12	5.44	1.90	-1.96
4	17	46.83	12.66	11.53	5.03
5	22	-47.92	3.68	0.11	-1.94
6	25	162.88	5.59	2.19	-1.41

[0171] (数值例子 3)

[0172] 单位 :mm

[0173] 表面数据

[0174]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	198.785	2.00	1.84666	23.8	56.29
2	69.696	5.45	1.77250	49.6	51.45
3	359.221	0.15			50.06
4	46.783	4.42	1.77250	49.6	42.27
5	107.035	(可变)			41.19
6*	113.860	1.60	1.88300	40.8	31.79
7	14.923	7.35			23.29
8	-50.320	1.20	1.88300	40.8	22.94
9	30.250	0.15			22.23
10	27.615	6.31	1.80518	25.4	22.41
11	-32.652	1.10	1.77250	49.6	22.23
12	-102.403	(可变)			21.86
13	29.398	3.13	1.72047	34.7	16.90

[0175]

14	-82.282	(可变)			16.79
15	-30.261	0.90	1.84666	23.8	15.95
16	917.764	(可变)			16.08
17(光阑)	∞	1.50			16.54
18	52.353	3.48	1.59282	68.6	16.70
19	-30.468	0.15			16.69
20	30.154	4.34	1.49700	81.5	15.85
21	-23.115	0.90	1.90366	31.3	15.00
22	-60.133	(可变)			14.72
23	-299.625	0.80	1.83481	42.7	13.82
24	22.008	1.85	1.84666	23.8	13.30
25	38.425	(可变)			13.16
26	624.093	2.36	1.85400	40.4	17.14
27*	-162.823				17.84

[0176] 非球面数据

[0177] 第六表面

[0178] K=0.00000e+000 A4=4.95365e-006 A6=-7.83369e-009

[0179] A8=1.79042e-012 A10=2.63740e-014 A12=-5.16279e-017

[0180] 第二十七表面

[0181] K=0.00000e+000 A4=1.92991e-005 A6=1.90581e-008

[0182] A8=3.02065e-010 A10=-1.11865e-012

[0183] 各种数据

[0184] 变焦比 3.42

[0185]

	第一区域			第二区域	
	广角	中间	望远	近	微距
焦距	24.30	35.10	82.99	68.22	64.03
F 数	3.58	4.42	5.89	5.92	5.87
半视角 (度)	41.68	31.65	14.61	17.60	18.67
图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	126.64	128.32	155.92	149.57	148.58
BF	39.39	49.31	64.14	65.59	65.96
d5	2.38	3.96	27.87	19.81	17.58
d12	22.06	12.25	1.10	1.37	2.23
d14	3.97	3.98	3.73	1.96	1.93
d16	1.53	1.53	1.78	3.55	3.58
d22	1.20	2.90	6.66	5.89	5.13
d25	6.96	5.26	1.50	2.28	3.04

[0186] 变焦透镜单元数据

[0187]

单	起始	焦距	透镜构造	前主点位置	后主点位置
元	表面		长度		
1	1	94.77	12.01	1.24	-5.48
2	6	-16.73	17.71	1.20	-12.38

[0188]

3	13	30.42	3.13	0.48	-1.36
4	15	-34.59	0.90	0.02	-0.47
5	17	22.76	10.37	3.21	-4.06
6	23	-41.06	2.65	1.29	-0.14
7	26	151.42	2.36	1.01	-0.26

[0189] (数值例子 4)

[0190] 单位 :mm

[0191] 表面数据

[0192]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1*	60.752	1.80	1.48749	70.2	39.59
2	16.615	10.98			29.43
3	-62.412	1.30	1.80400	46.6	29.02
4	33.827	1.46			27.28
5	38.115	5.09	1.75520	27.5	27.47
6	-163.919	(可变)			27.00
7	33.384	2.77	1.58313	59.4	18.13
8	-134.419	(可变)			18.05
9	-41.566	1.00	1.91082	35.3	17.84
10	-10207.879	(可变)			18.06
11(光阑)	∞	2.00			18.92
12	29.694	4.66	1.59282	68.6	20.39

[0193]

13	-50.762	0.15			20.31
14	30.222	4.87	1.49700	81.5	19.44
15	-32.918	1.00	1.90366	31.3	18.61
16	-168.309	(可变)			18.20
17	169.843	0.90	1.80100	35.0	13.84
18	15.404	2.42	1.84666	23.8	13.41
19	31.151	(可变)			13.34
20	242.197	2.20	1.85400	40.4	15.69
21*	-1299.657				16.30

[0194] 非球面数据

[0195] 第一表面

[0196] $K=0.00000e+000$ $A4=7.98108e-006$ $A6=2.06752e-009$

[0197] $A8=-2.22927e-012$ $A10=1.59653e-014$ $A12=-1.90985e-018$

[0198] 第二十一表面

[0199] $K=0.00000e+000$ $A4=2.88036e-005$ $A6=5.42766e-008$

[0200] $A8=4.78099e-010$ $A10=-2.33568e-012$

[0201] 各种数据

[0202] 变焦比 2.84

[0203]

第一区域

第二区域

广角

中间

望远

近

微距

焦距

24.30

35.00

60.00

64.36

69.08

[0204]

F 数	3.60	4.27	5.87	6.26	6.64
半视角 (度)	41.68	31.72	19.83	18.58	17.39
图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	120.53	117.43	127.28	129.34	133.40
BF	39.61	49.44	72.30	77.31	82.31

d6	27.04	14.11	1.10	-1.85	-2.80
d8	3.07	3.79	3.79	1.85	1.86
d10	2.22	1.50	1.50	3.44	3.42
d16	1.20	2.35	4.49	4.27	4.20
d19	4.79	3.64	1.50	1.72	1.79

[0205] 变焦透镜单元数据

[0206]

单	起始	焦距	透镜构造	前主点位置	后主点位置
元	表面		长度		置
1	1	-30.25	20.62	3.59	-13.91
2	7	46.14	2.77	0.35	-1.41
3	9	-45.83	1.00	-0.00	-0.53
4	11	24.52	12.68	3.11	-5.72
5	17	-52.17	3.32	2.49	0.65
6	20	239.21	2.20	0.19	-1.00

[0207] (数值例子 5)

[0208] 单位 :mm

[0209] 表面数据

[0210]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	230.276	2.10	1.84666	23.8	61.89
2	82.258	4.87	1.77250	49.6	56.85
3	241.484	0.15			55.45
4	53.998	5.22	1.77250	49.6	48.76
5	143.749	(可变)			47.66
6*	87.658	1.90	1.77250	49.6	38.48
7	15.373	10.37			26.63
8	-40.409	1.30	1.72000	50.2	26.20
9	31.051	0.15			25.33
10	29.379	5.51	1.80518	25.4	25.48
11	-130.576	(可变)			25.07
12	39.119	2.82	1.69895	30.1	19.06
13	-192.405	(可变)			19.12
14	-40.172	1.00	1.84666	23.8	19.19
15	342.708	(可变)			19.72
16(光阑)	∞	2.00			(可变)
17	33.216	5.57	1.59282	68.6	22.31
18	-38.857	0.15			22.35
19	33.595	6.39	1.49700	81.5	21.16

[0211]

20	-24.200	1.00	1.90366	31.3	20.06
21	-143.460	(可变)			19.68
22	429.899	0.90	1.80100	35.0	17.20
23	17.653	2.58	1.84666	23.8	16.55
24	43.631	(可变)			16.37
25	99.674	2.58	1.85400	40.4	18.65
26*	-429.347				19.19

[0212] 非球面数据

[0213] 第六表面

[0214] K=0.00000e+000 A4=5.56364e-006 A6=-6.07726e-009

[0215] A8=7.28646e-012 A10=-6.28160e-015

[0216] 第二十六表面

[0217] K=0.00000e+000 A4=1.76755e-005 A6=-2.39438e-008

[0218] A8=6.64573e-010 A10=-2.91200e-012

[0219] 各种数据

[0220] 变焦比 2.84

[0221]

焦距	24.30	35.10	69.00	63.64	59.41
F 数	4.10	4.10	4.10	5.32	5.86
半视角 (度)	41.68	31.65	17.41	18.78	20.01
图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	133.55	134.87	162.69	157.85	155.03

[0222]

BF	39.55	49.91	63.96	76.00	76.74
d5	0.90	2.58	26.25	7.44	1.20
d11	21.71	10.99	1.10	3.03	5.70
d13	4.87	5.55	5.55	8.30	10.16
d15	2.18	1.50	1.50	-1.25	-3.11
d21	1.20	3.24	6.07	5.92	5.49
d24	6.58	4.54	1.71	1.86	2.29
ea16	13.67	16.38	20.39	17.82	16.16

[0223] 变焦透镜单元数据

[0224]

单	起始表	焦距	透镜构造长	前主点位置	后主点位置
元	面		度		
1	1	115.44	12.34	0.86	-6.04
2	6	-20.27	19.22	2.08	-13.42
3	12	46.75	2.82	0.28	-1.38
4	14	-42.42	1.00	0.06	-0.48
5	16	26.25	15.10	2.85	-7.37
6	22	-67.48	3.48	2.40	0.48
7	25	94.94	2.58	0.26	-1.13

[0225] (数值例子 6)

[0226] 单位 :mm

[0227] 表面数据

[0228]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	247.963	2.00	1.84666	23.8	62.84
2	94.107	6.23	1.77250	49.6	59.33
3	2535.470	0.15			58.16
4	56.515	4.28	1.77250	49.6	51.55
5	96.425	(可变)			50.36
6*	68.384	1.50	1.83481	42.7	33.02
7	14.938	8.18			24.15
8	-43.297	1.10	1.77250	49.6	23.77
9	29.027	0.15			22.57
10	26.172	6.88	1.74000	28.3	22.68
11	-33.102	0.65			22.01
12	-26.759	1.10	1.77250	49.6	21.70
13	-57.409	(可变)			21.33
14(光阑)	∞	2.00			(可变)
15	21.901	3.31	1.84666	23.8	20.12
16	59.010	2.07			19.73
17	142.689	1.00	1.84666	23.8	19.49
18	15.173	7.18	1.49700	81.5	18.93
19	-53.709	0.15			19.52

[0229]

20	24.378	4.19	1.59282	68.6	19.90
21	-167.436	(可变)			19.44
22	-36.741	2.60	1.84666	23.8	17.01
23	-18.117	0.90	1.61340	44.3	16.96
24	62.501	(可变)			16.58
25*	259.761	6.10	1.58313	59.4	21.63
26	-17.957	1.10	1.91082	35.3	22.51
27	-35.475				24.22

[0230] 非球面数据

[0231] 第六表面

[0232] $K=0.00000e+000$ $A4=5.29974e-006$ $A6=-4.47970e-009$

[0233] $A8=-6.03868e-012$ $A10=1.74504e-014$

[0234] 第二十五表面

[0235] $K=0.00000e+000$ $A4=-1.78262e-005$ $A6=-4.57943e-009$

[0236] $A8=-2.59388e-010$ $A10=4.39480e-013$

[0237] 各种数据

[0238] 变焦比 2.75

[0239]

焦距	24.70	35.00	68.00	52.69	61.07
F 数	4.00	4.10	4.10	5.18	5.80
半视角 (度)	41.22	31.72	17.65	22.32	19.51

[0240]

图像高度	21.64	21.64	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	135.95	142.83	168.21	149.36	156.88
BF	39.00	46.61	61.07	68.32	76.67
d5	2.84	10.83	32.00	5.56	6.84
d13	19.67	10.94	0.70	1.03	-1.08
d21	2.13	3.36	5.71	4.99	5.40
d24	9.49	8.26	5.91	6.63	6.22
ea14	13.92	15.04	18.02	15.05	14.52

[0241] 变焦透镜单元数据

[0242]

单 元	起始 表面	焦距	透镜构造 长度	前主点位置	后主点位置
1	1	121.70	12.66	0.79	-6.26
2	6	-19.05	19.57	1.58	-13.70
3	14	24.80	19.90	8.66	-7.23
4	22	-50.16	3.50	0.05	-1.90
5	25	101.62	7.20	4.51	0.05

[0243] 表 1

[0244]

		数值例子 1	数值例子 2	数值例子 3
条件	透镜类型	正、负、正、负、 正、负和正	正、负、正、 正、负和正	正、负、正、负、 正、负和正

[0245]

	聚焦单元	第二透镜单元	第二透镜单元	第二透镜单元
	fw	24.301	24.302	24.298
	ft	68.999	68.988	82.990
	F_{Lp}	27.188	32.115	22.764
	F_{Ln}	-60.040	-47.918	-41.055
	F_{Ln2}	89.075	162.877	151.419
	o1Lp	0.754	4.502	-2.806
	BLDLp	29.668	33.401	22.041
	mLp	-7.640	-9.351	-1.583
	TLDw	136.012	135.010	128.006
	βm	-0.700	-0.600	-0.597
(1)	F_{Lp}/F_{Lp2}	0.305	0.197	0.150
(2)	-F_{Lp}/F_{Ln}	0.453	0.670	0.554
(3)	o1Lp/ BLDLp	0.025	0.135	-0.127
(4)	mLp/TLD w/βm	0.080	0.115	0.021

[0246] 表 1- 继续

[0247]

		数值例子 4	数值例子 5	数值例子 6
条件	透镜类型	负、正、负、 正、负和正	正、负、正、负、 正、负和正	正、负、正、 负和正
	聚焦单元	第一透镜单元	第四透镜单元	第二透镜单元

[0248]

	fw	24.286	24.300	24.700
	ft	59.945	69.000	67.995
	F_{Lp}	24.768	26.246	24.805
	F_{Ln}	-52.171	-67.482	-50.159
	F_{Ln2}	149.913	94.937	101.623
	o1Lp	-3.812	-0.235	7.537
	BLDLp	21.978	26.953	40.220
	mLp	-4.425	-12.391	-15.330
	TLDw	130.037	135.000	137.518
	βm	-0.574	-0.799	-0.586
(1)	F_{Lp}/F_{Lp2}	0.165	0.276	0.244
(2)	-F_{Lp}/F_{Ln}	0.475	0.389	0.495
(3)	o1Lp/ BLDLp	-0.173	-0.009	0.187
(4)	mLp/TL Dw/βm	0.059	0.115	0.190

[0249] 接着,将参照图 13 来描述第一示例性实施例至第六示例性实施例中描述的变焦透镜应用于图像拾取装置的示例性实施例。根据本发明的示例性实施例的图像拾取装置包括可互换透镜设备和照相机主体,可互换透镜设备包括变焦透镜,照相机主体经由照相机安装单元可拆卸地附连到可互换透镜设备并且包括接收由变焦透镜形成的光学图像并将该光学图像转换为电图像信号的图像传感器。

[0250] 图 13 是单镜头反光照相机的主要组件的示意图。在图 13 中,摄影镜头 10 包括根据第一示例性实施例至第六示例性实施例的变焦透镜 1。变焦透镜 1 被保持在透镜镜筒 2 上,透镜镜筒 2 是保持构件。照相机主体 20 包括急回镜 3 和聚焦屏幕 4,急回镜 3 向上反射来自摄影镜头 10 的光束,聚焦屏幕 4 被设置在摄影镜头 10 的图像形成位置上。照相机主体 20 还包括五角屋脊棱镜 5、目镜透镜 6 和其他组件,五角屋脊棱镜 5 将形成在聚焦屏幕 4

上的反像转换为正像，目镜透镜 6 用于观察该正像。

[0251] 在感光表面 7 上，设置了接收由变焦透镜形成的图像的固态图像传感器（光电转换元件）（比如，CCD 传感器和 CMOS 传感器）或卤化银胶片。在拍摄物体时，急回镜 3 退出光路之外，并且通过摄影镜头 10 在感光表面 7 上形成图像。第一示例性实施例至第六示例性实施例中描述的优点在本示例性实施例中讨论的图像拾取装置上有效地起作用。

[0252] 本示例性实施例可类似地应用于不具有用于图像拾取装置的急回镜 3 的无镜式单镜头反光照相机。

[0253] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明，但是要理解本发明不限于公开的示例性实施例。要给予所附权利要求的范围以最宽泛的解释，以便包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

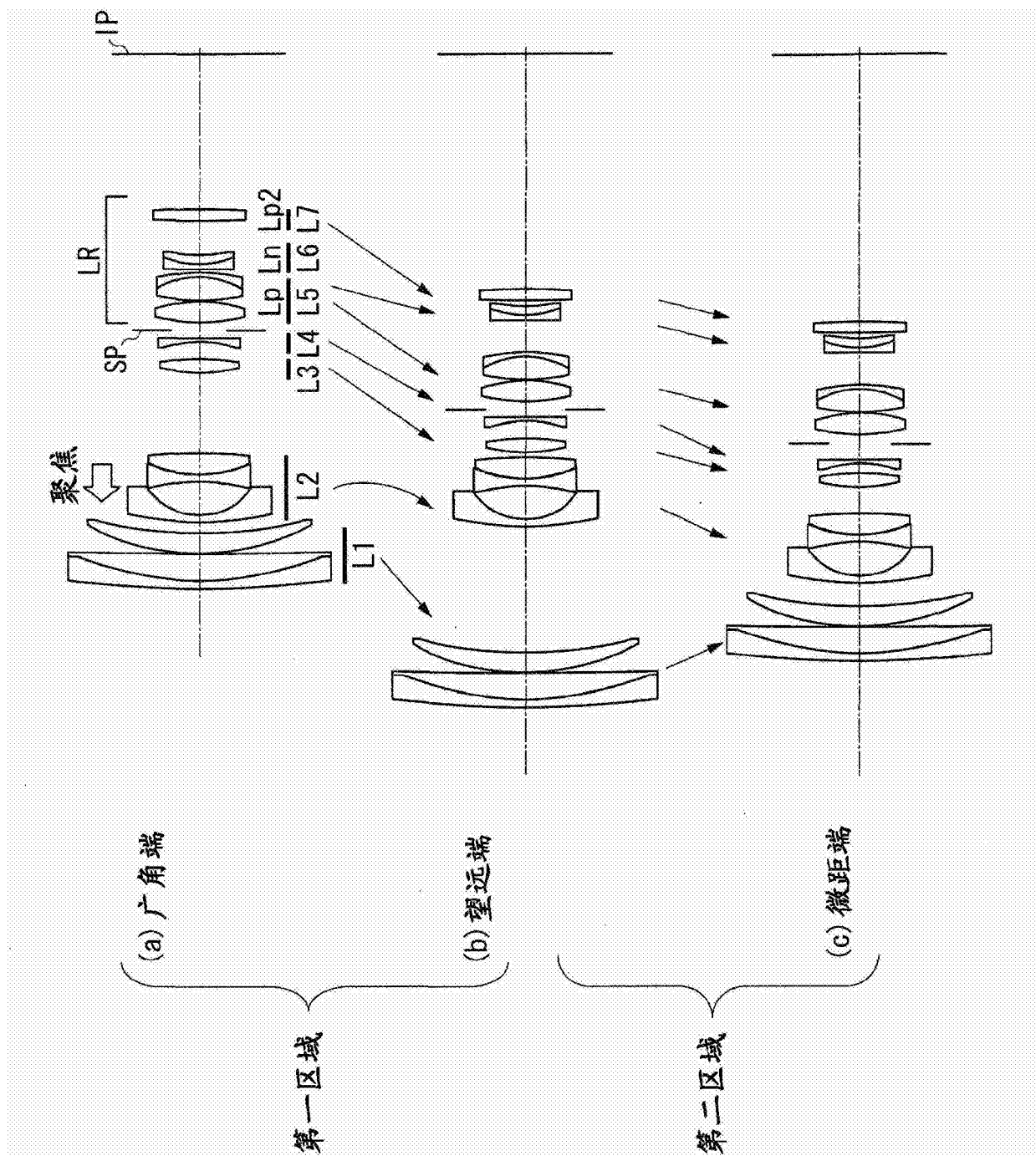


图 1

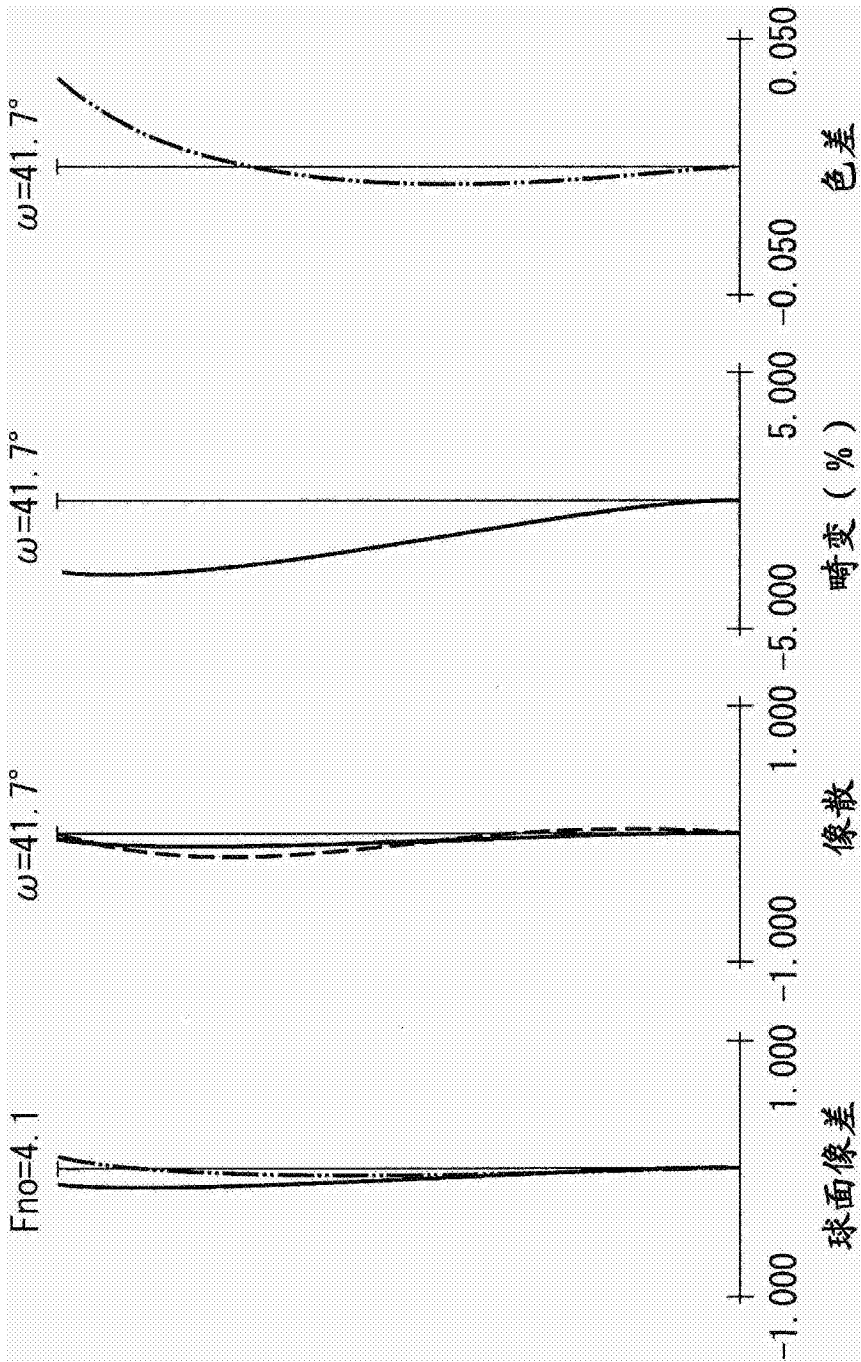


图 2A

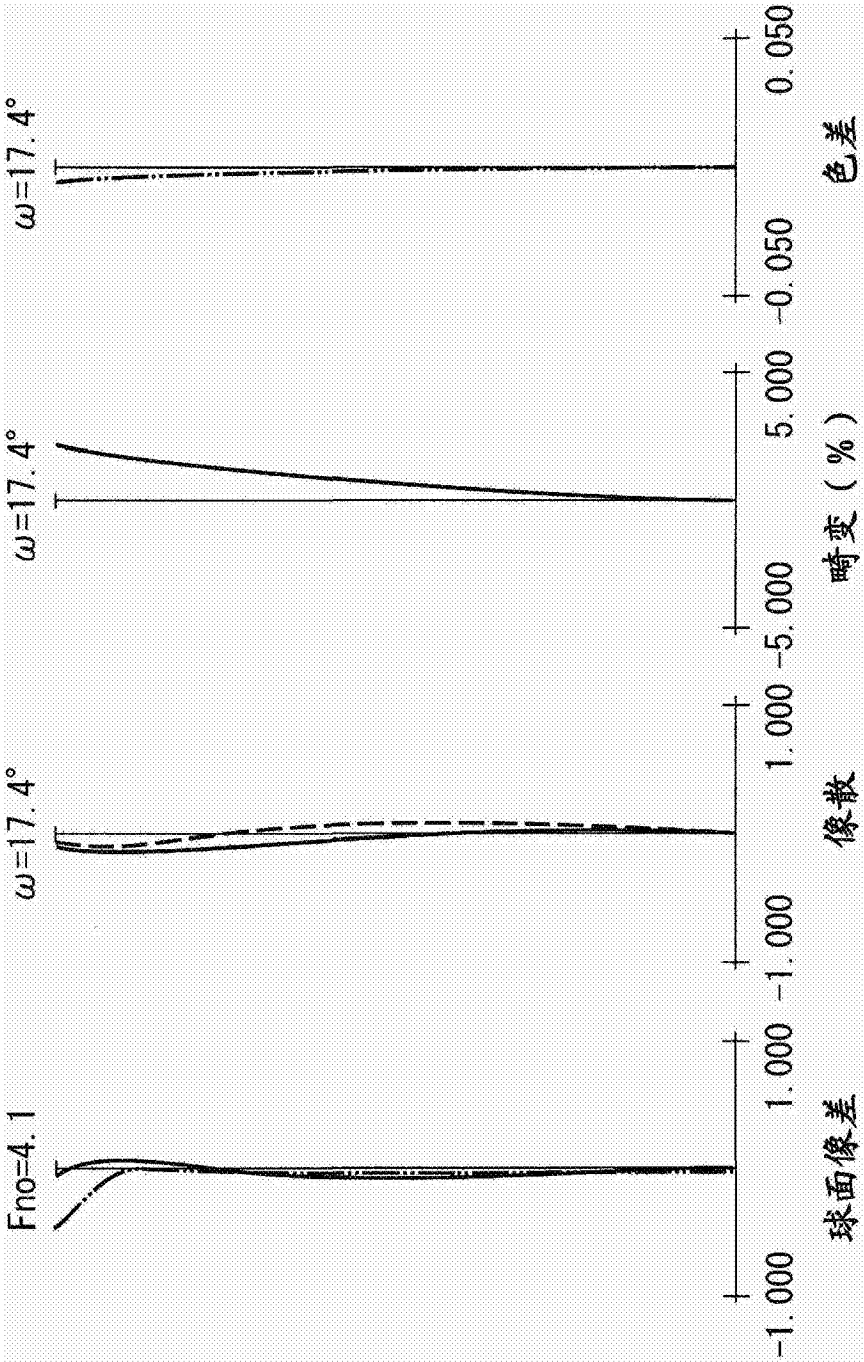


图 2B

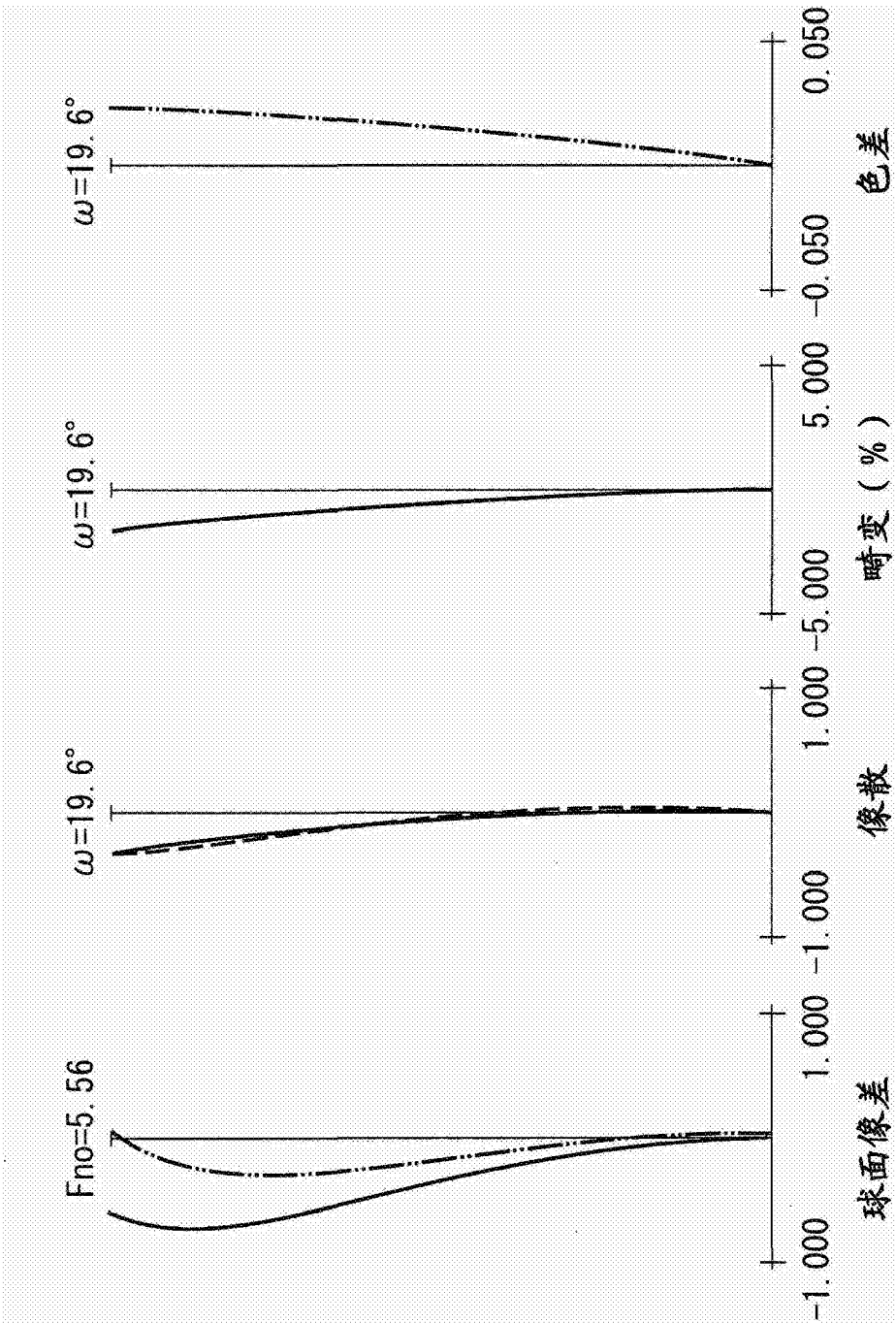


图 2C

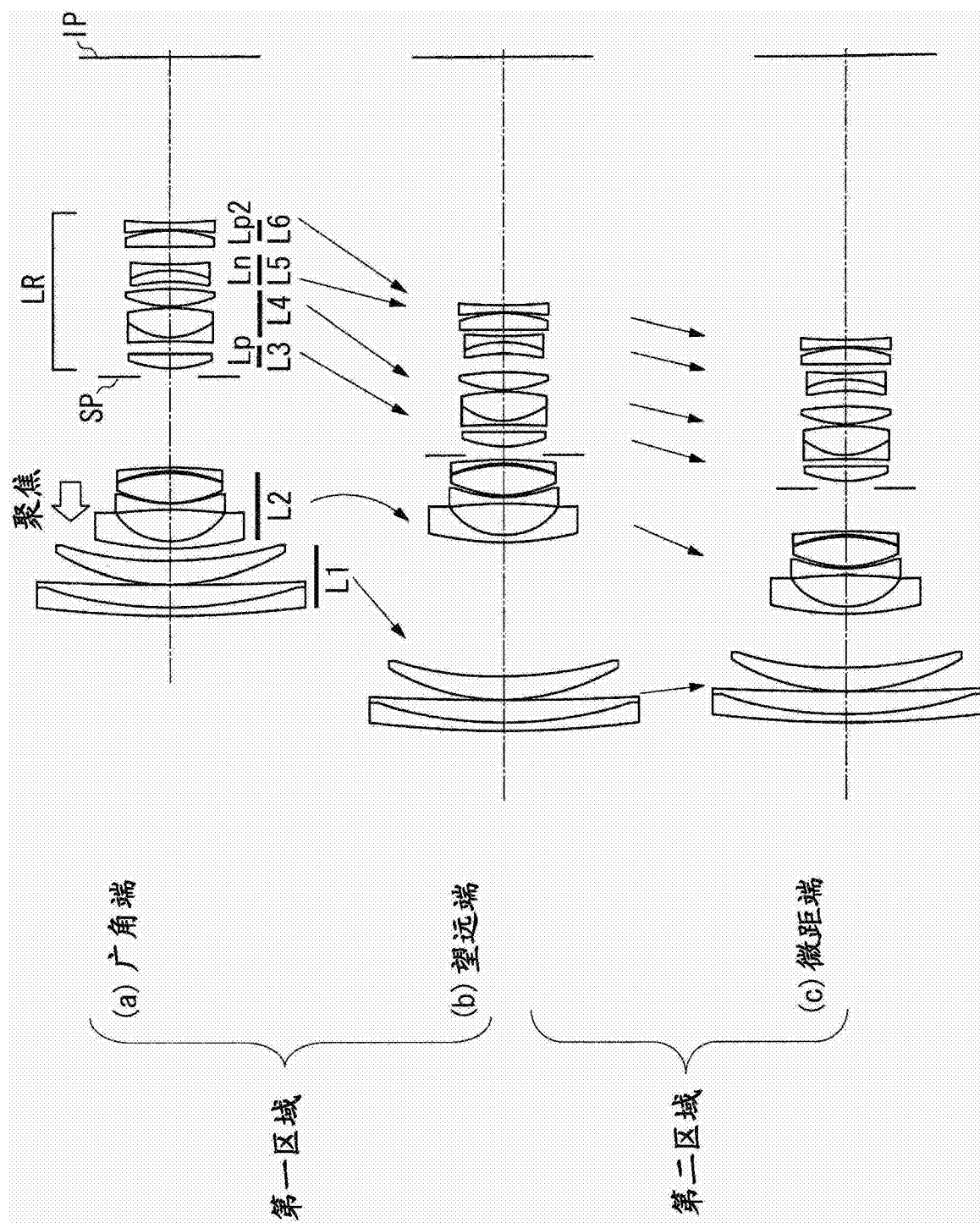


图 3

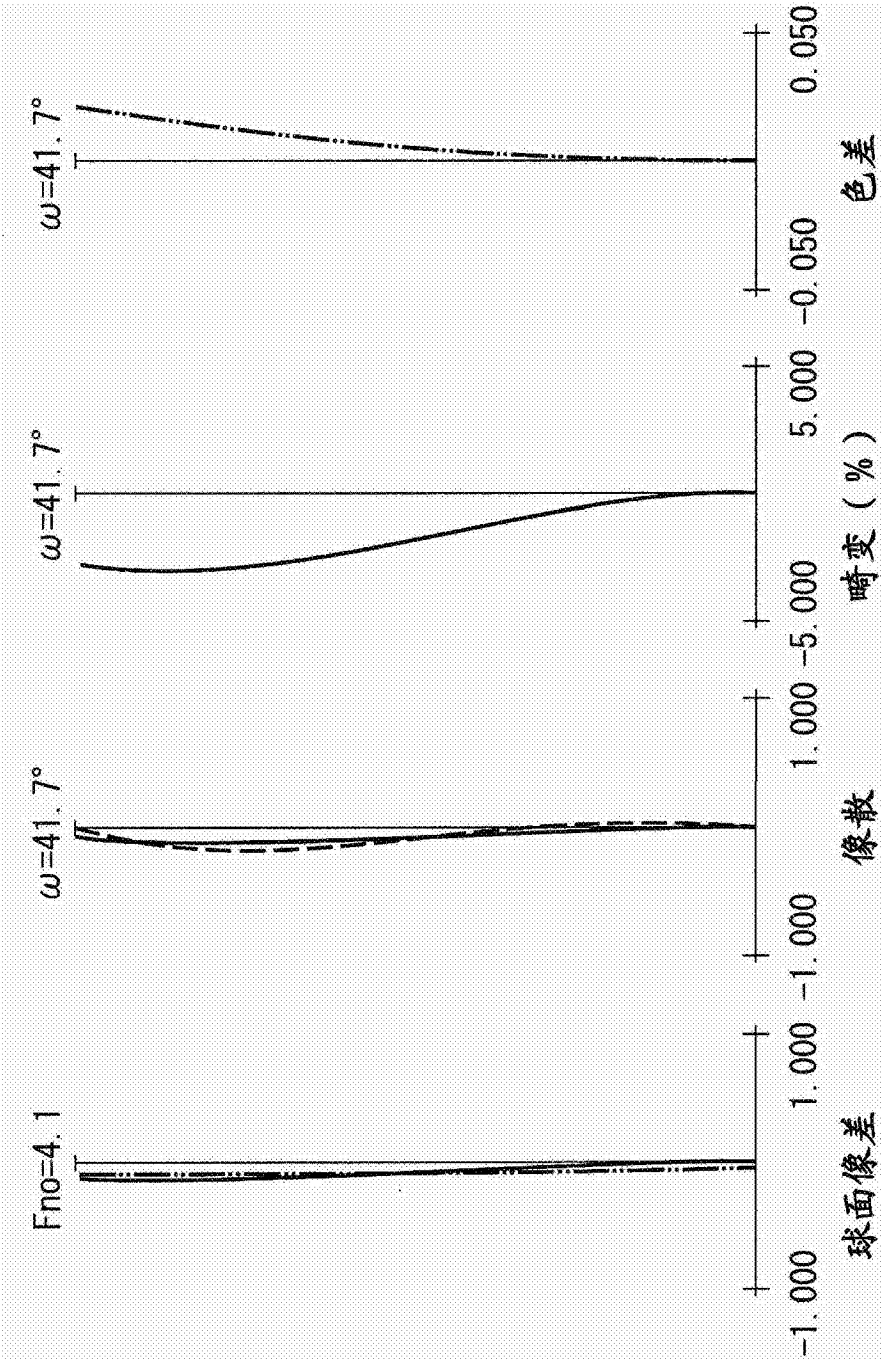


图 4A

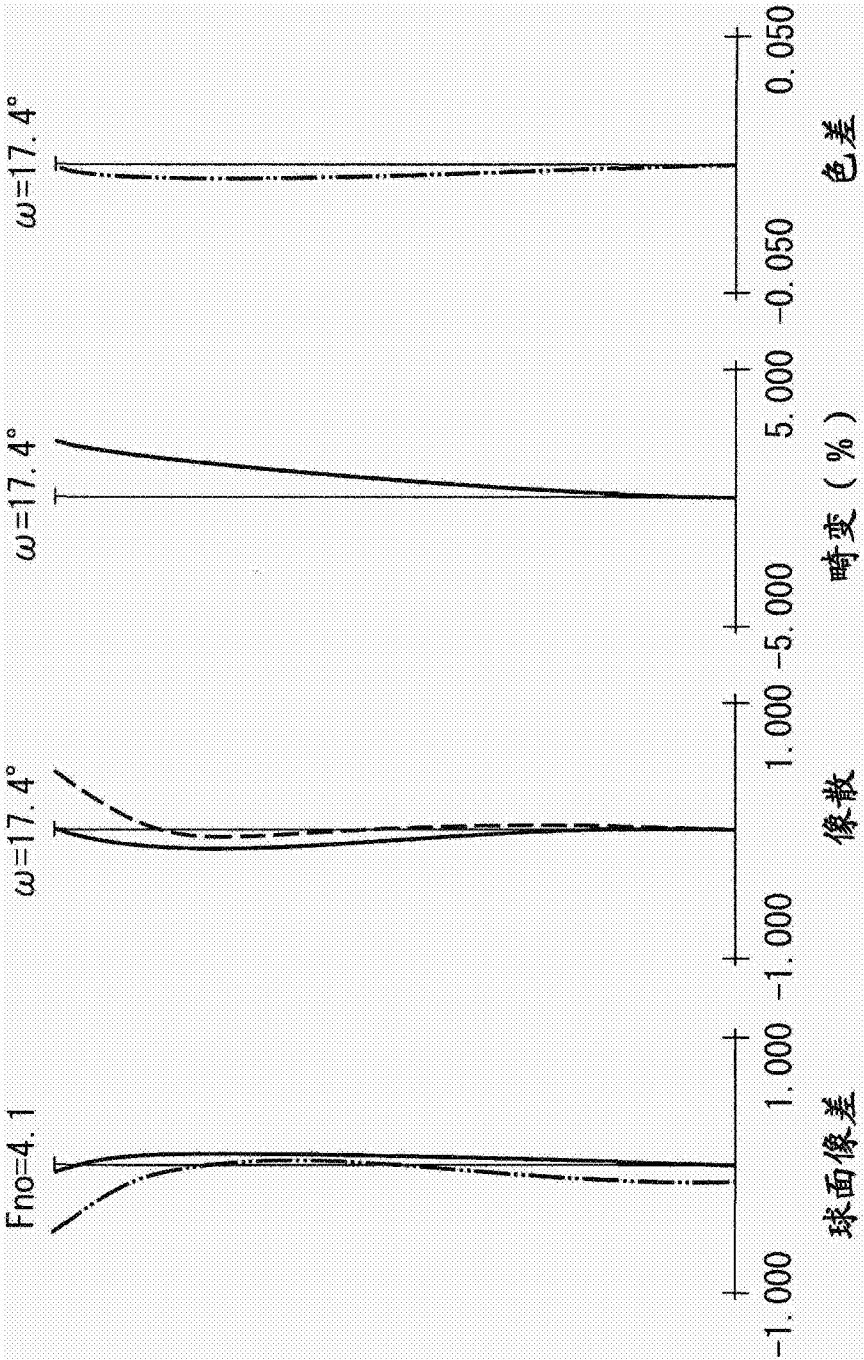


图 4B

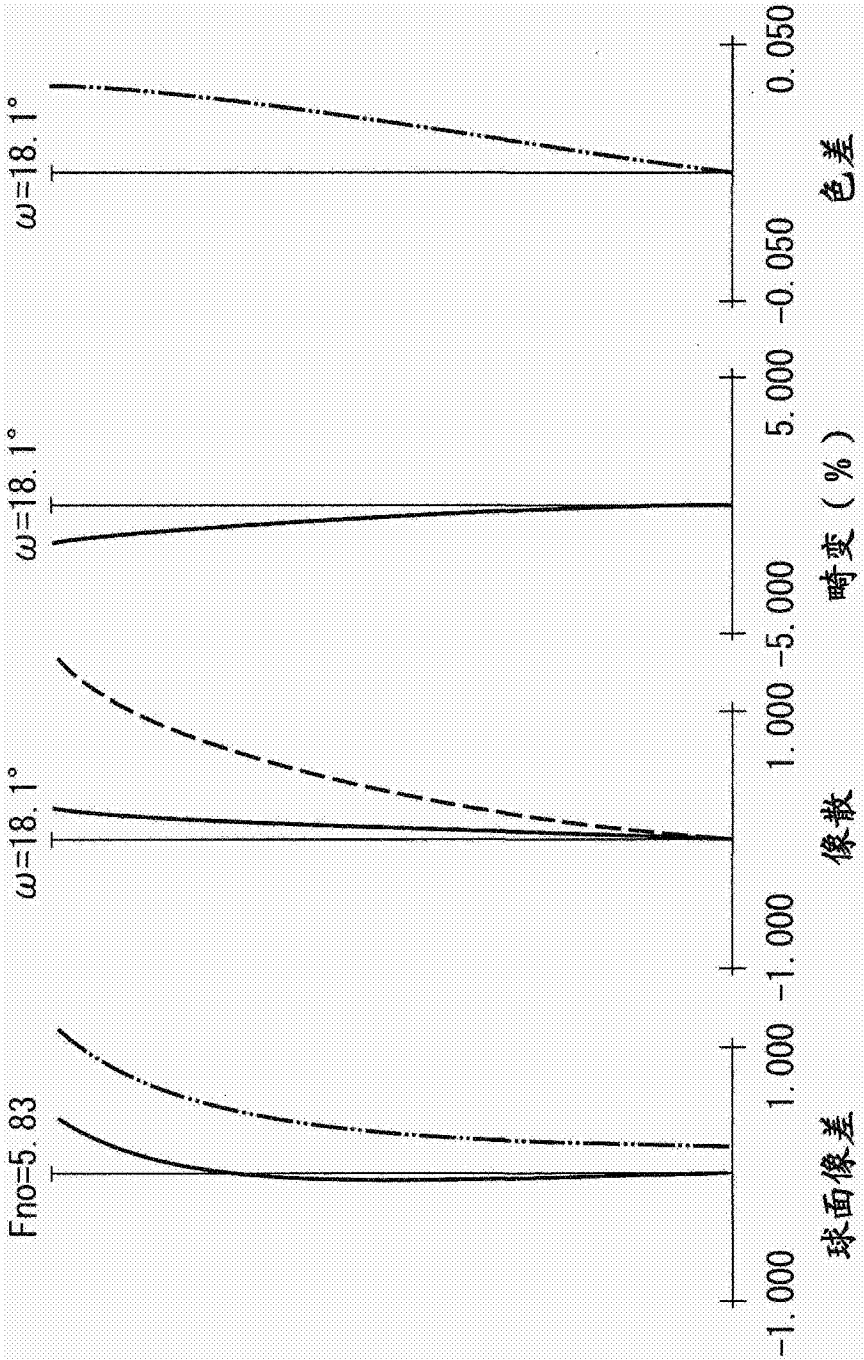


图 4C

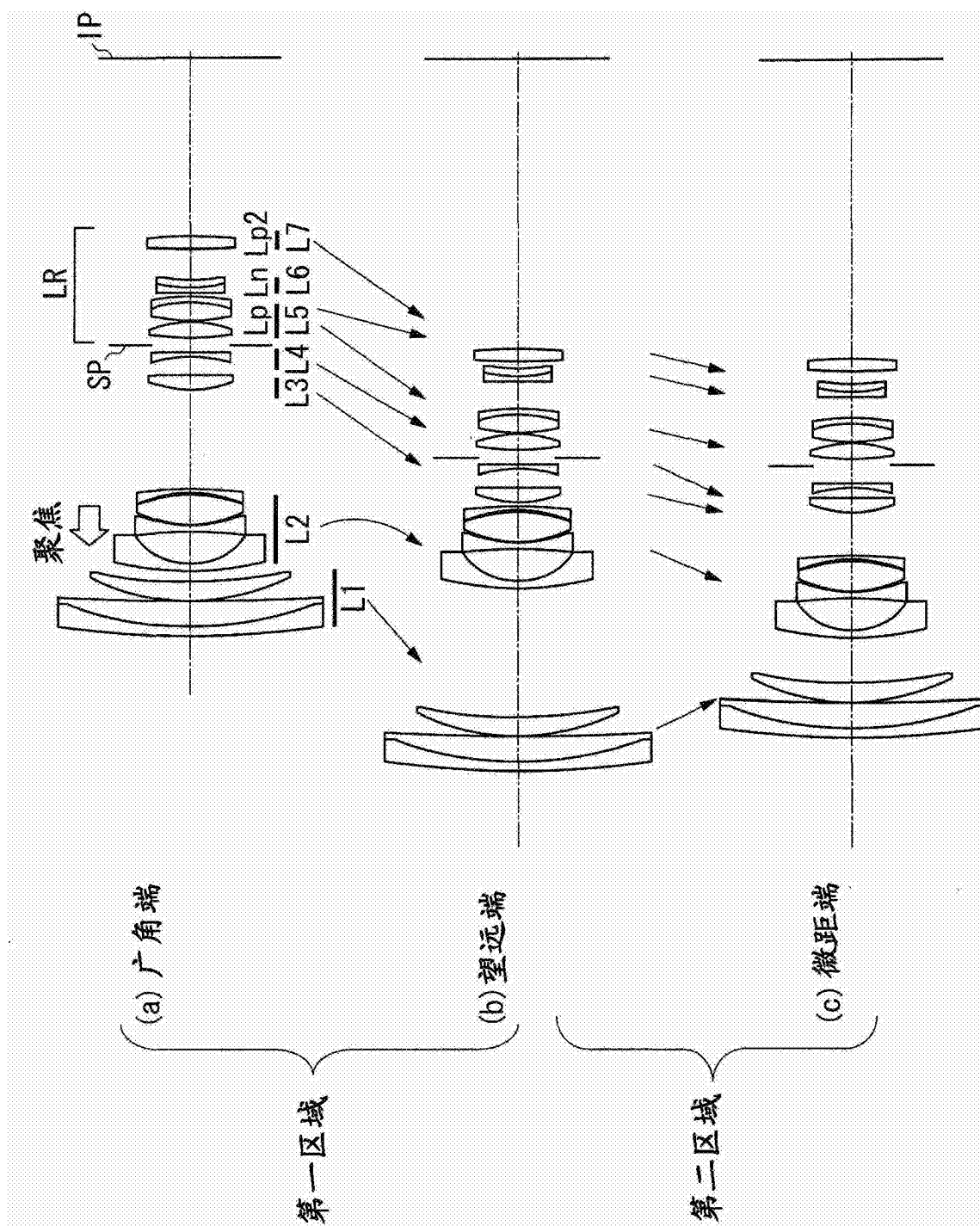


图 5

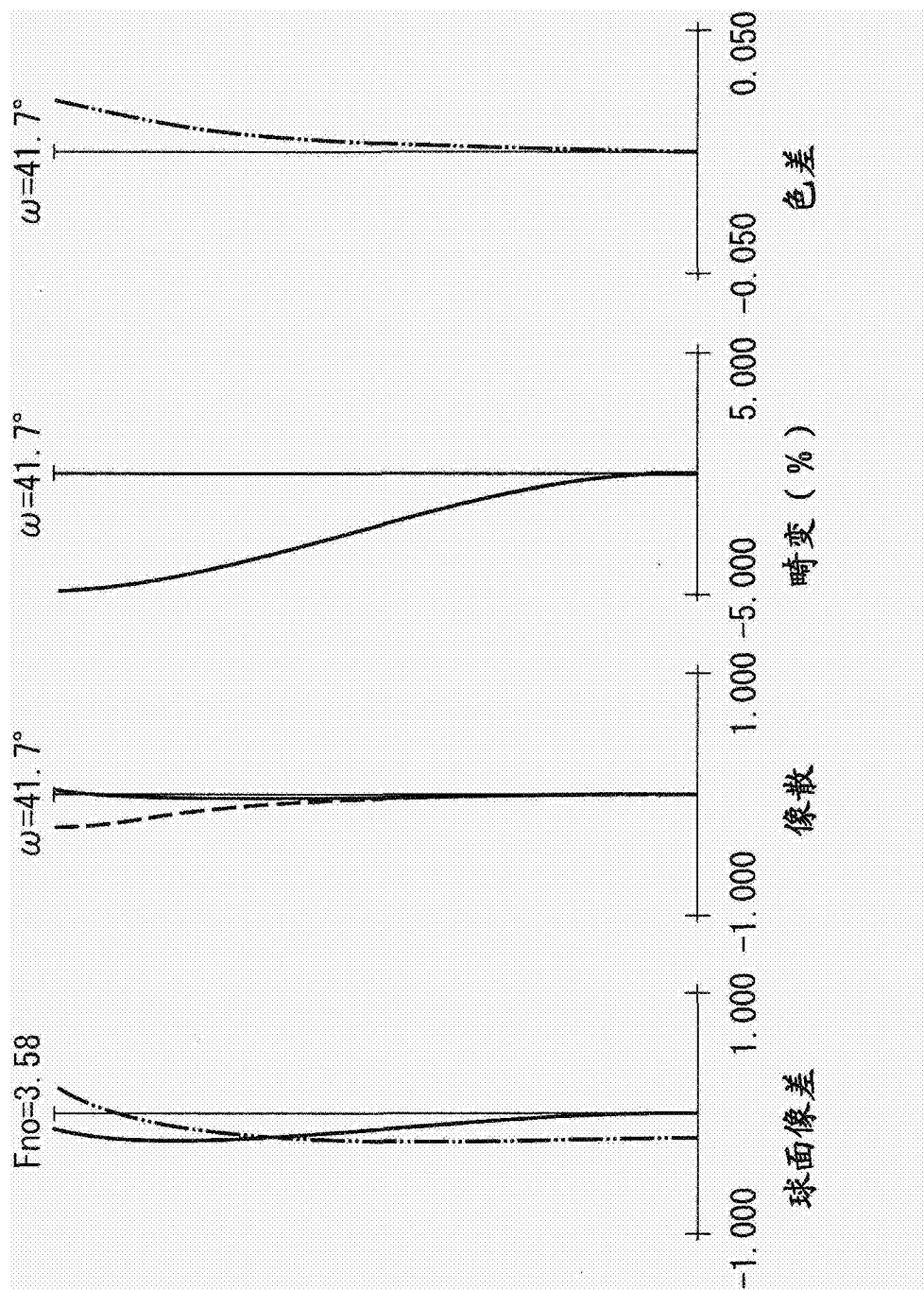


图 6A

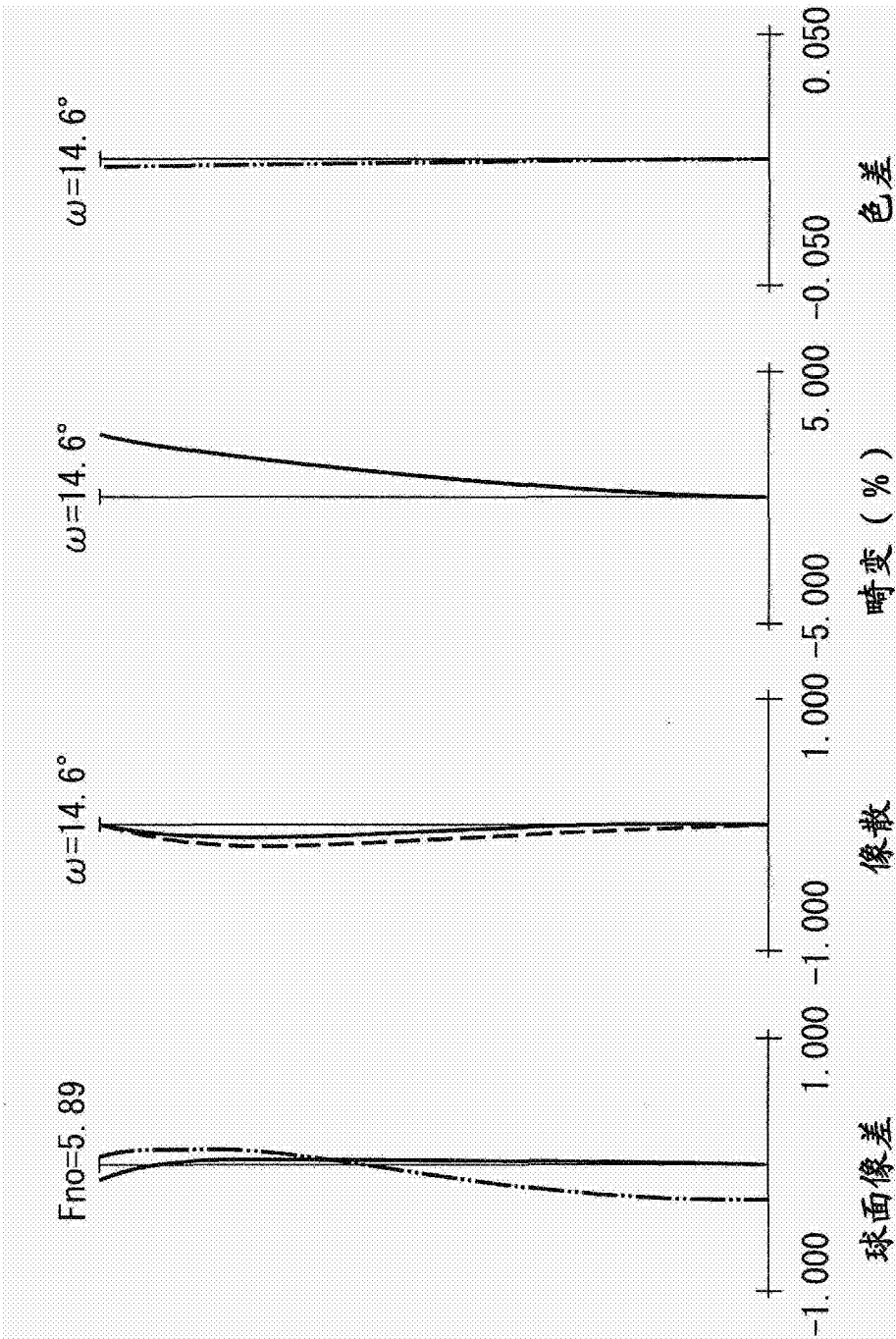


图 6B

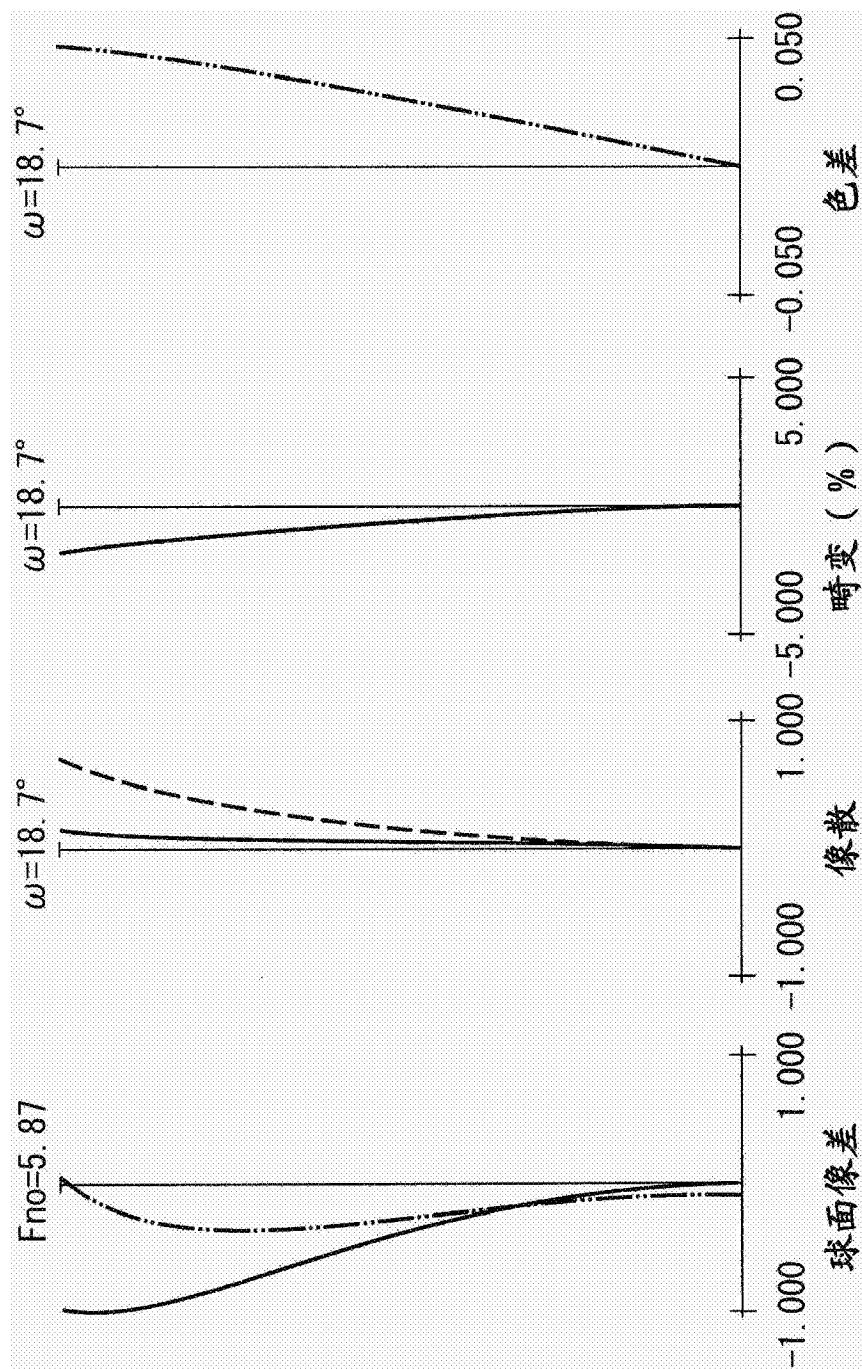


图 6C

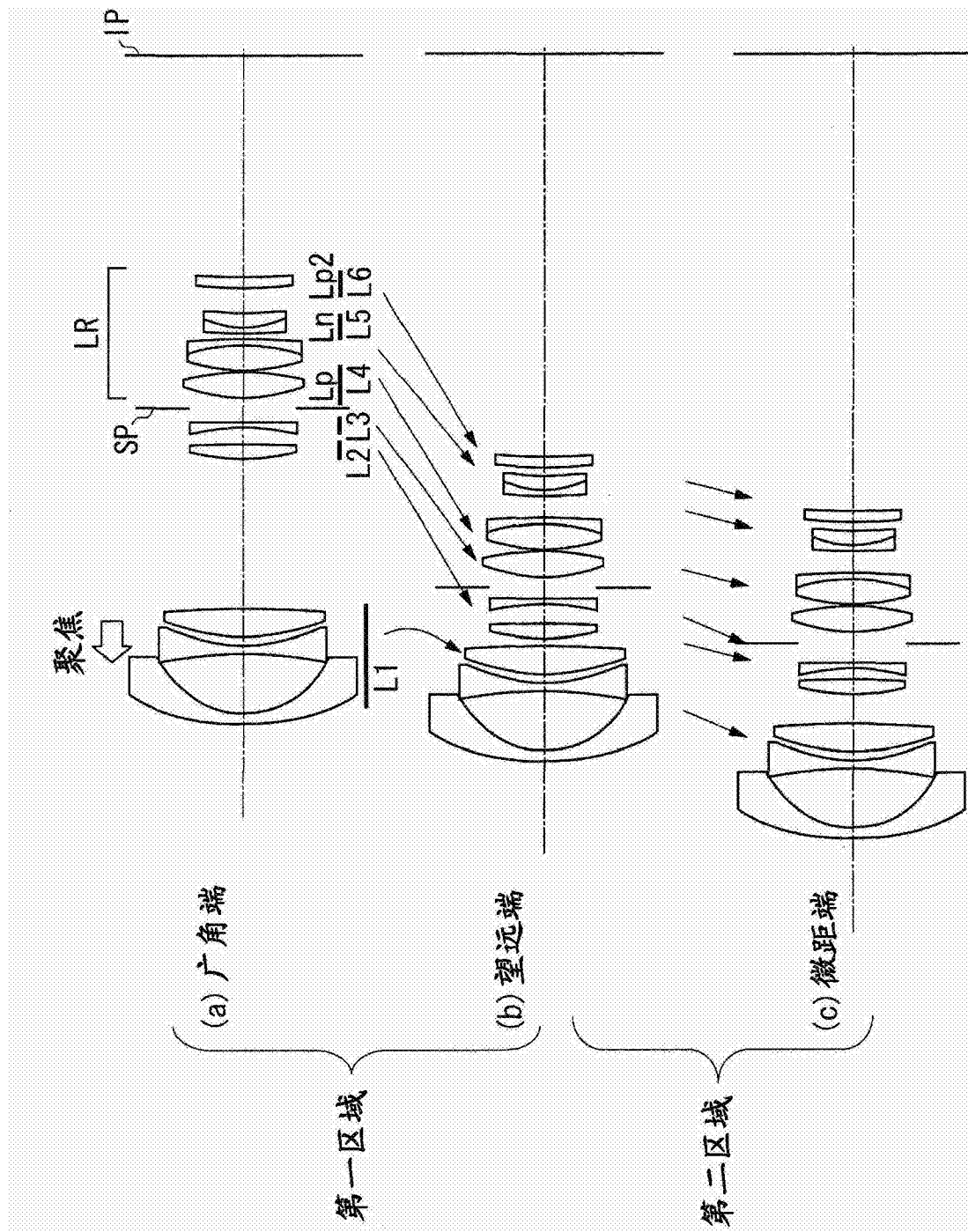


图 7

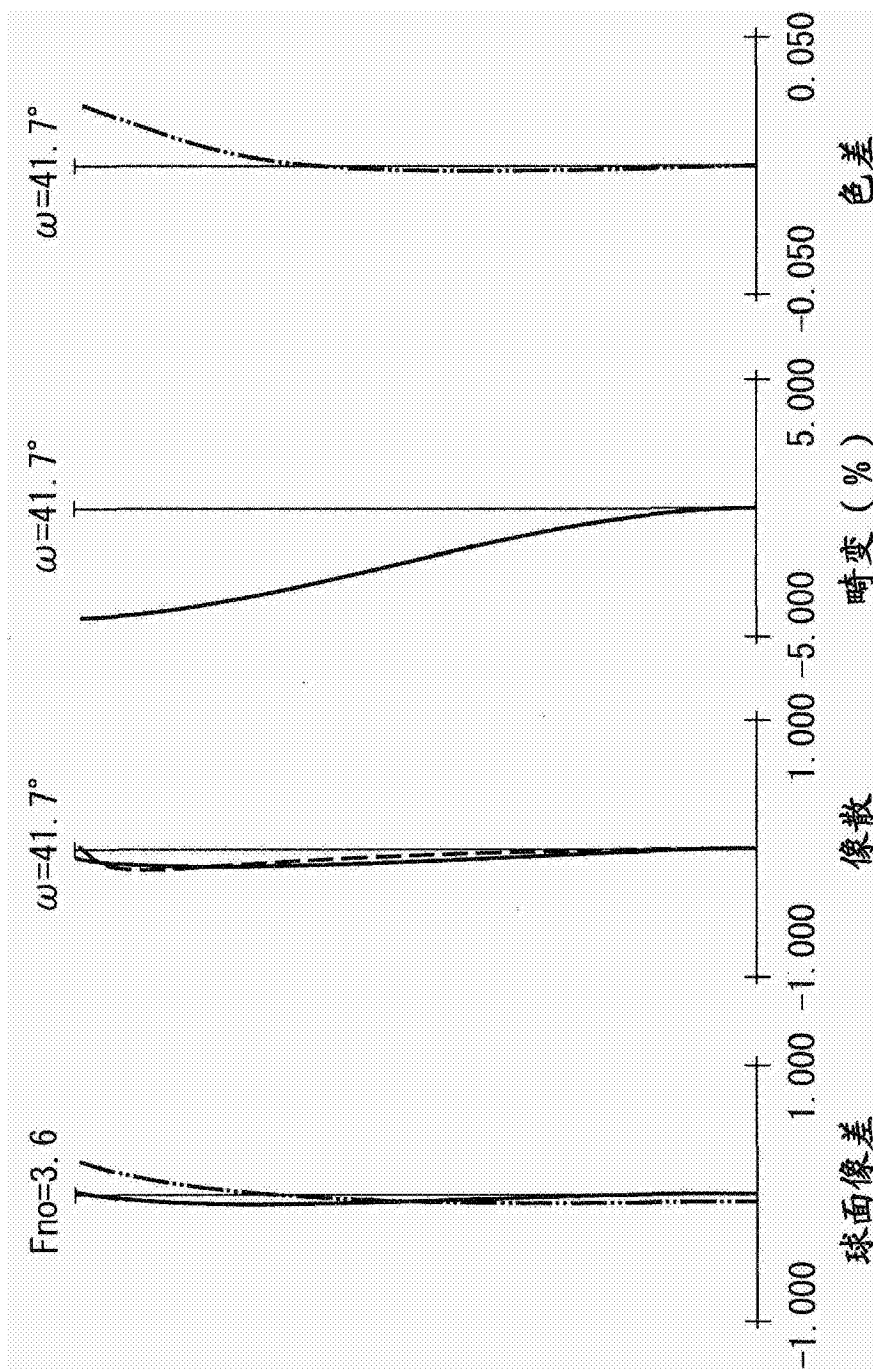


图 8A

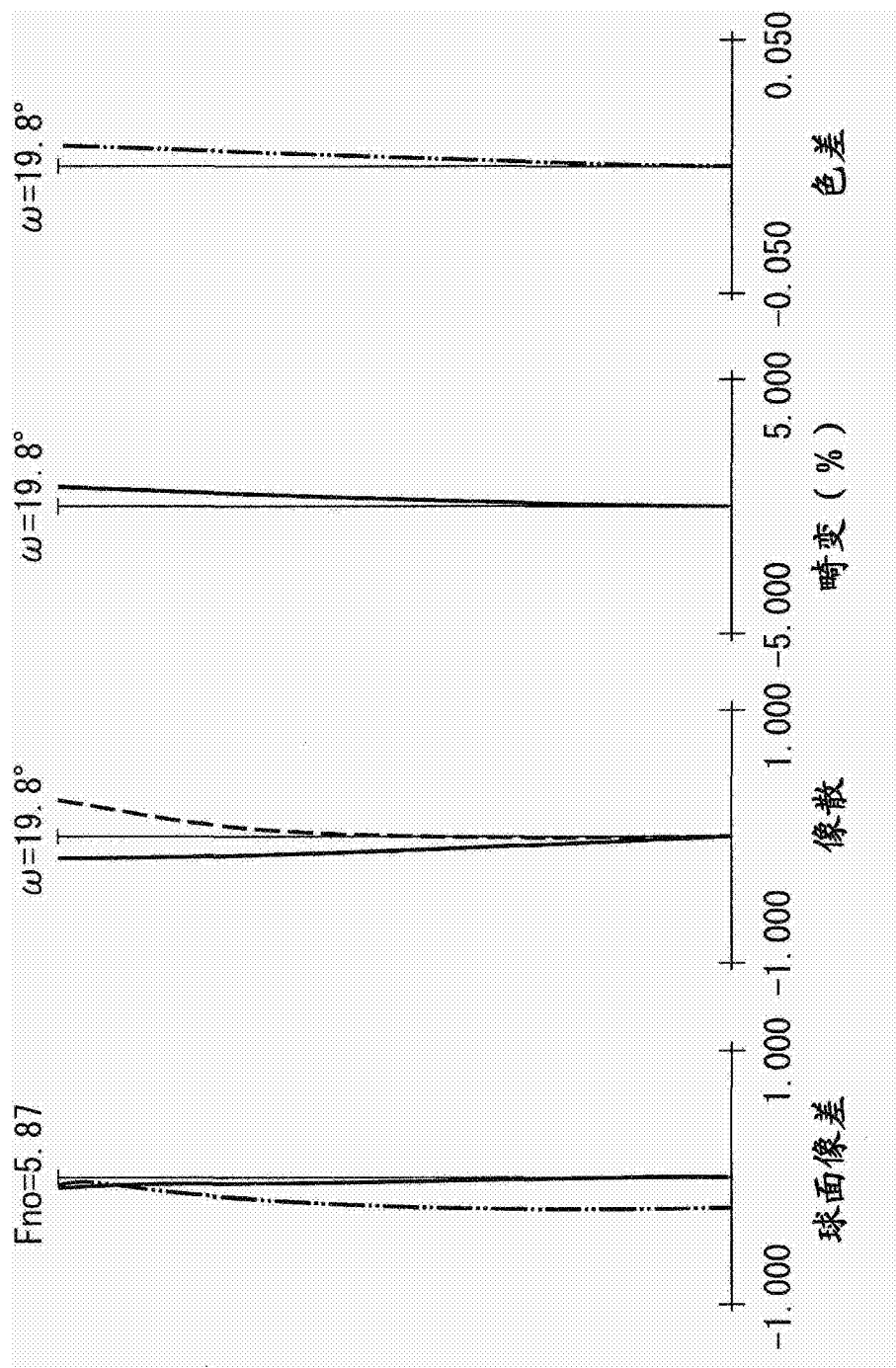


图 8B

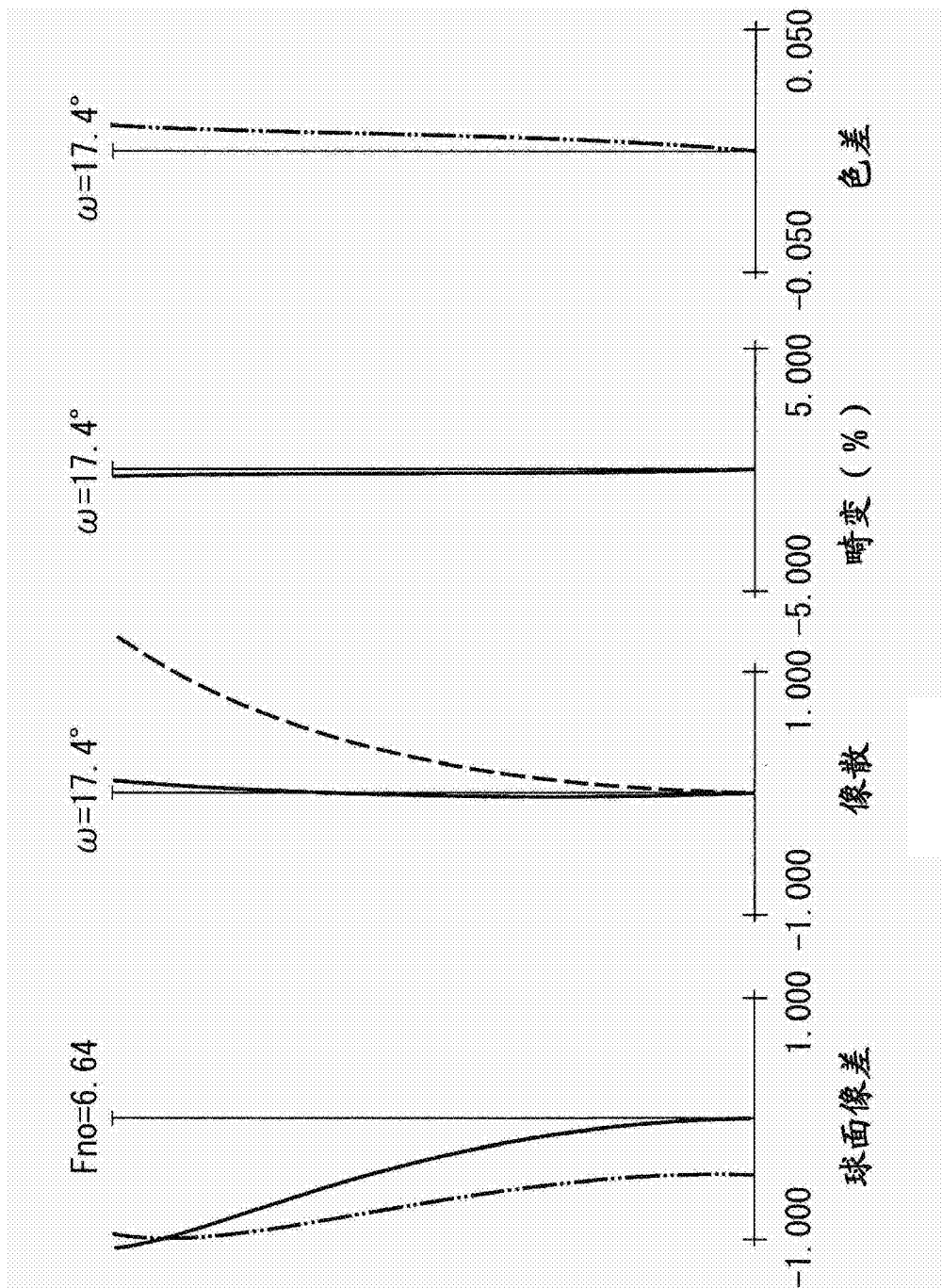


图 8C

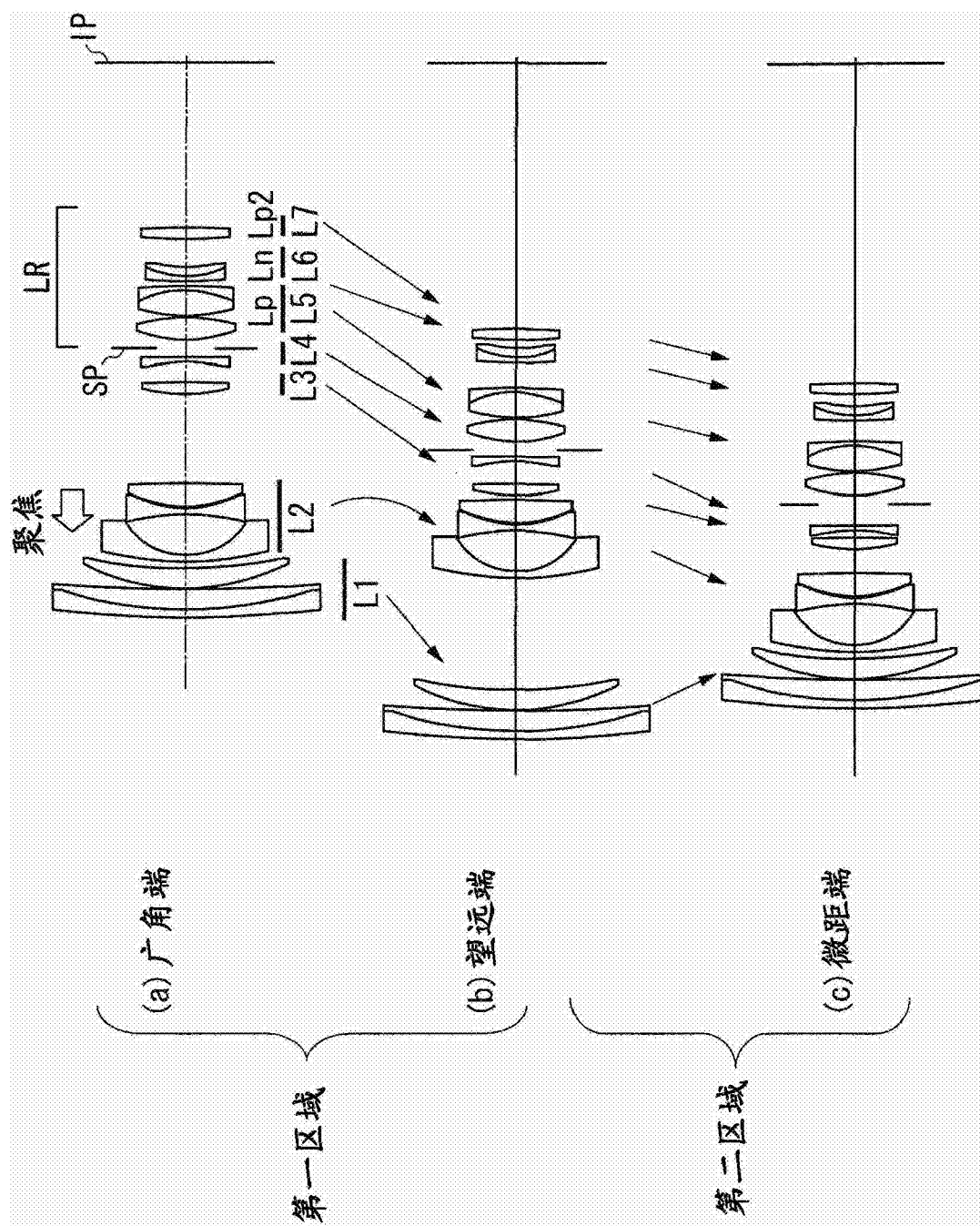


图 9

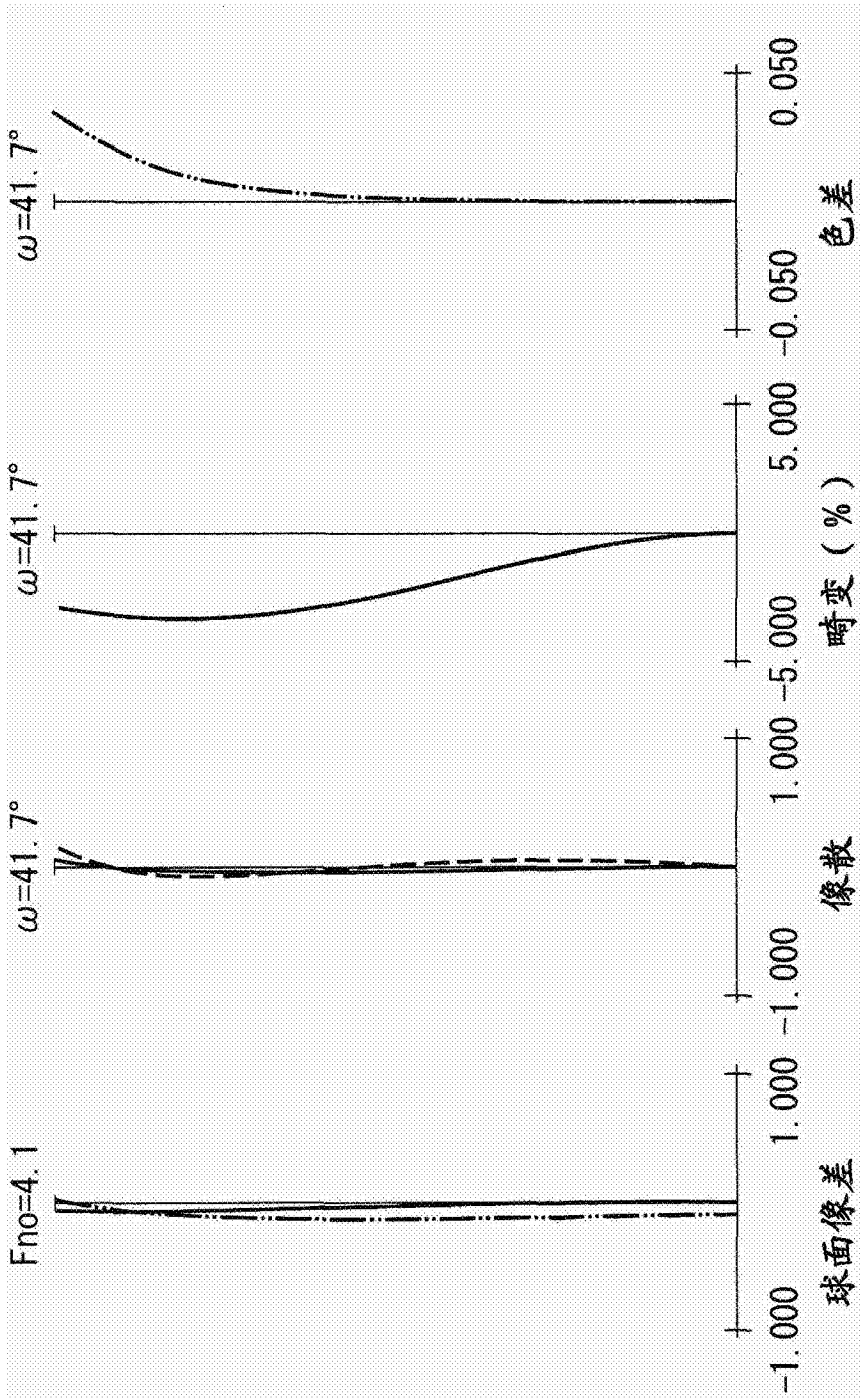


图 10A

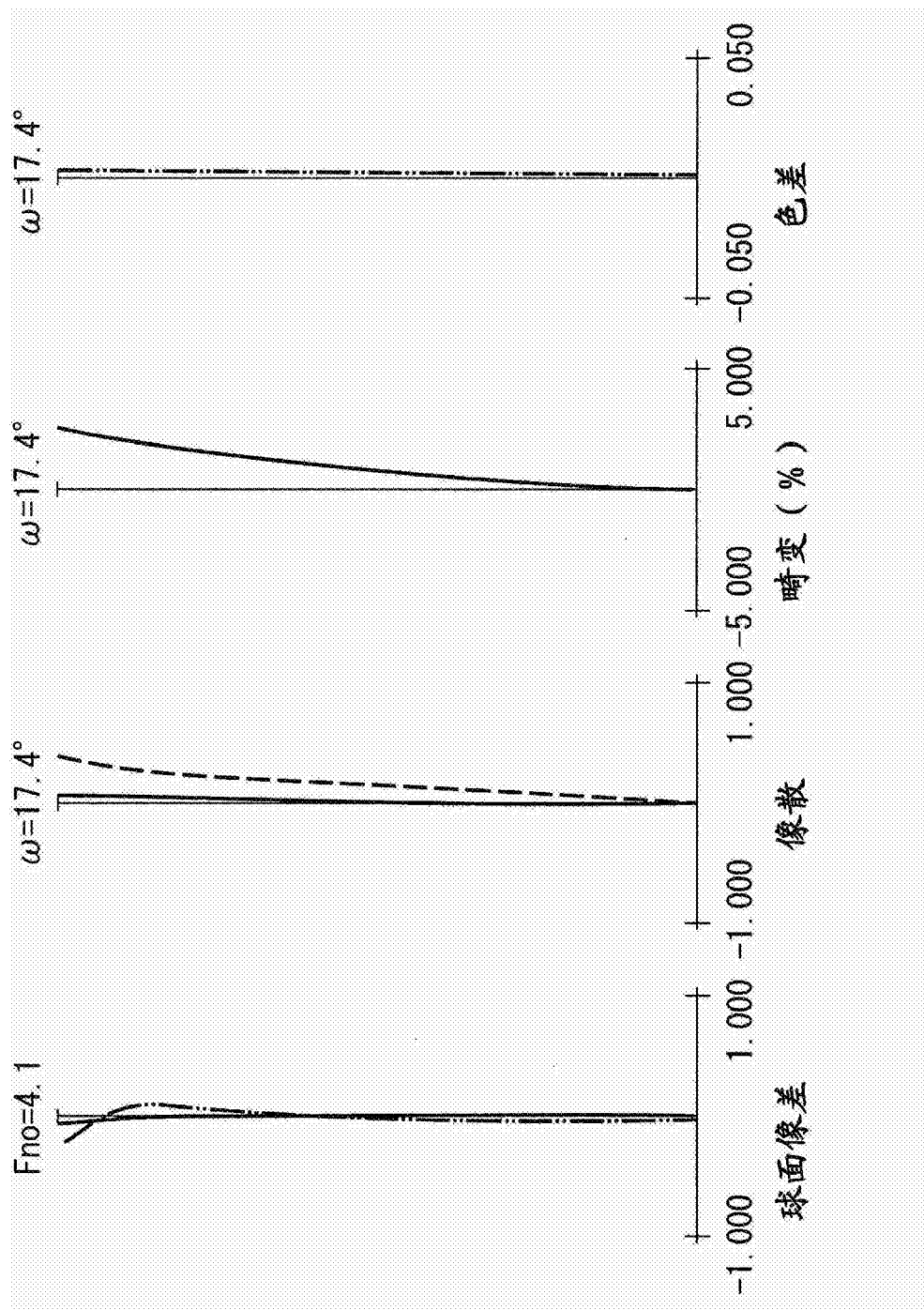


图 10B

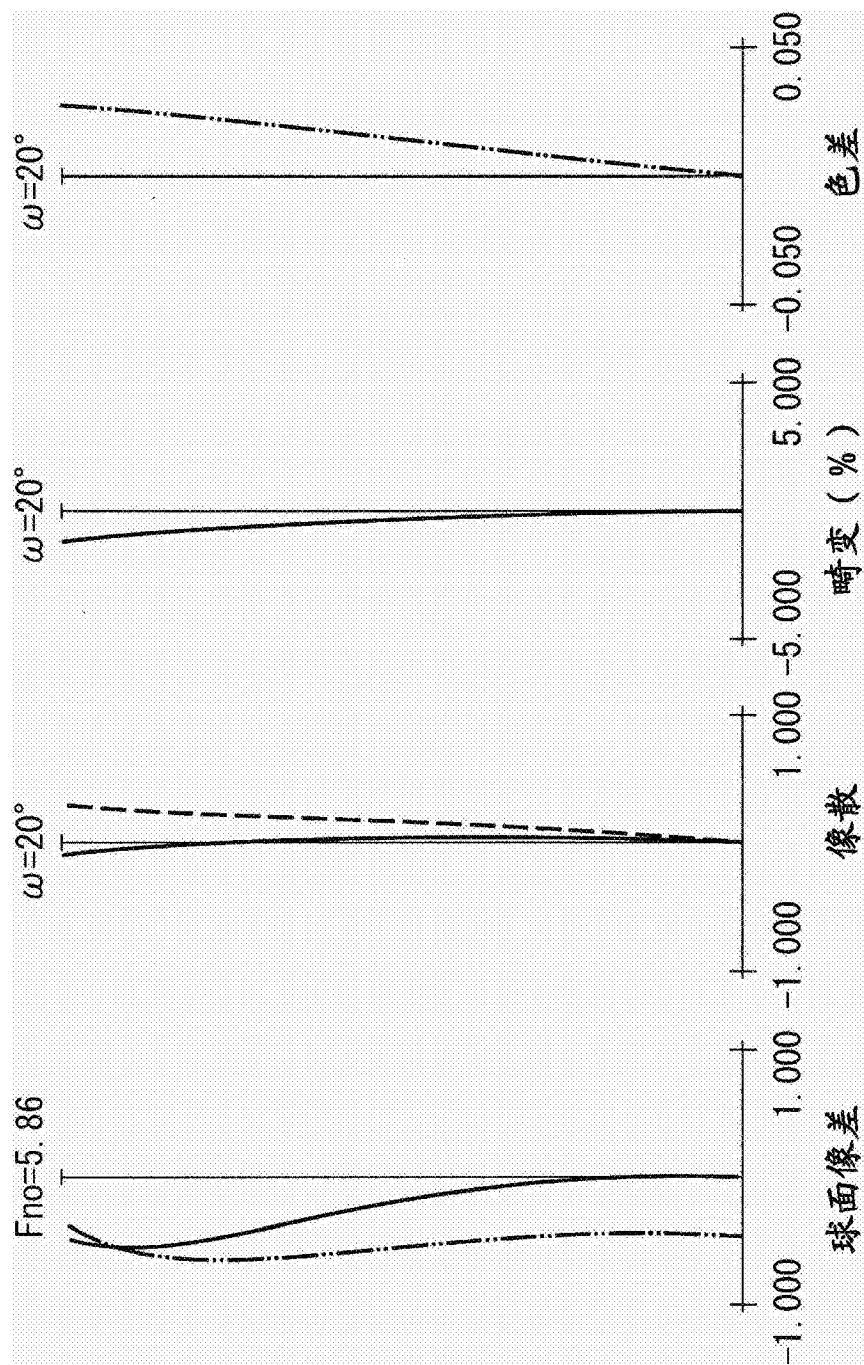


图 10C

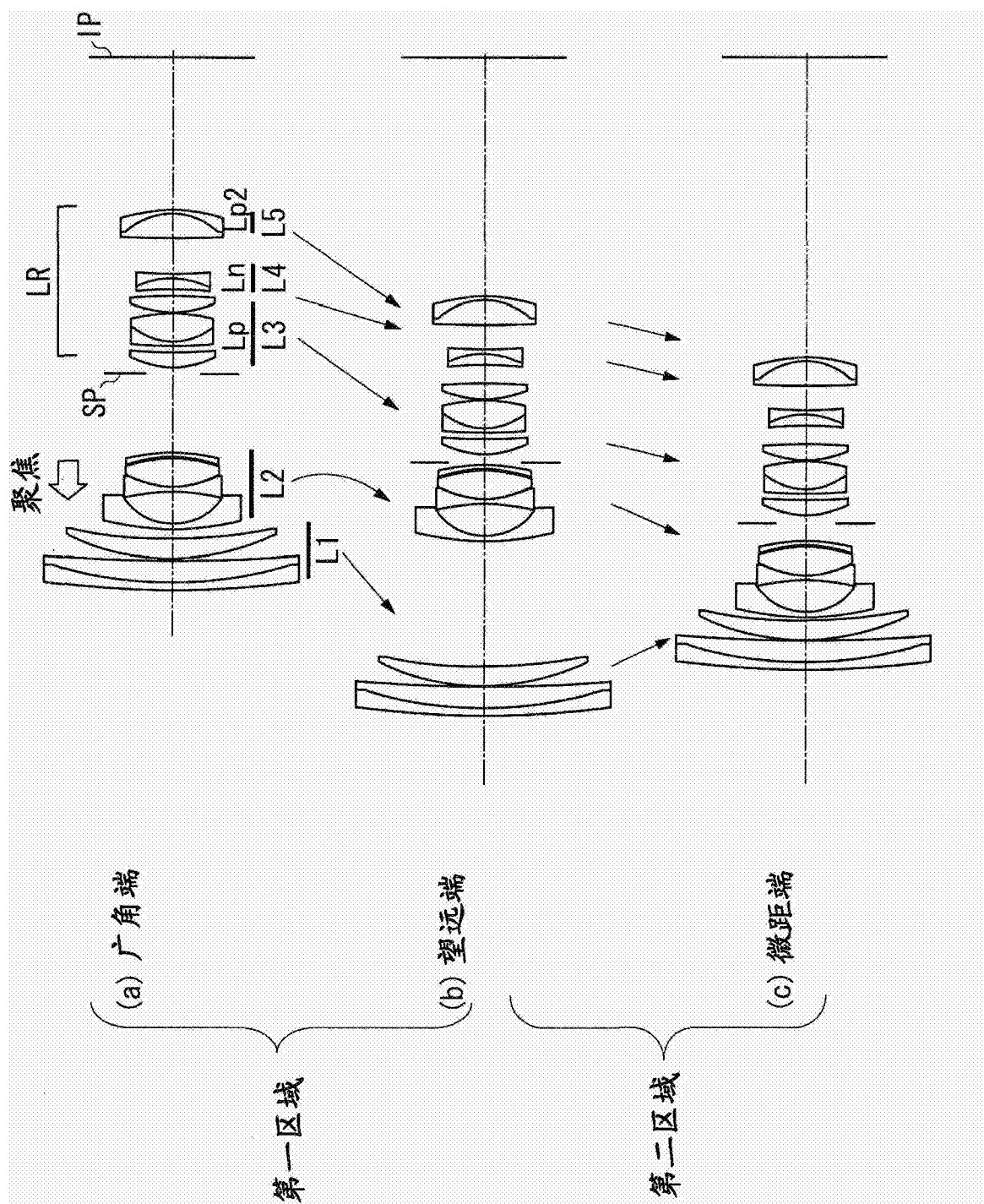


图 11

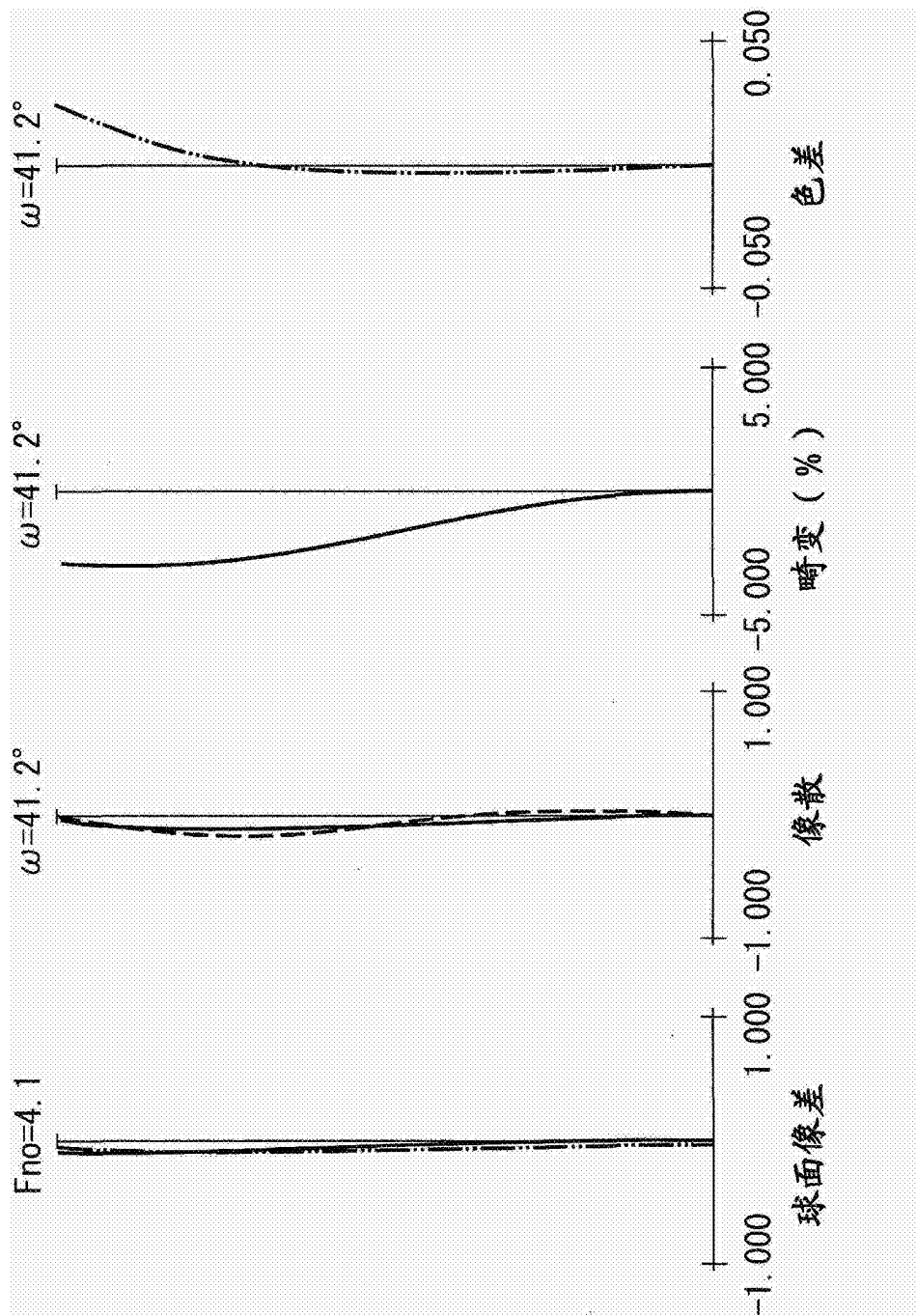


图 12A

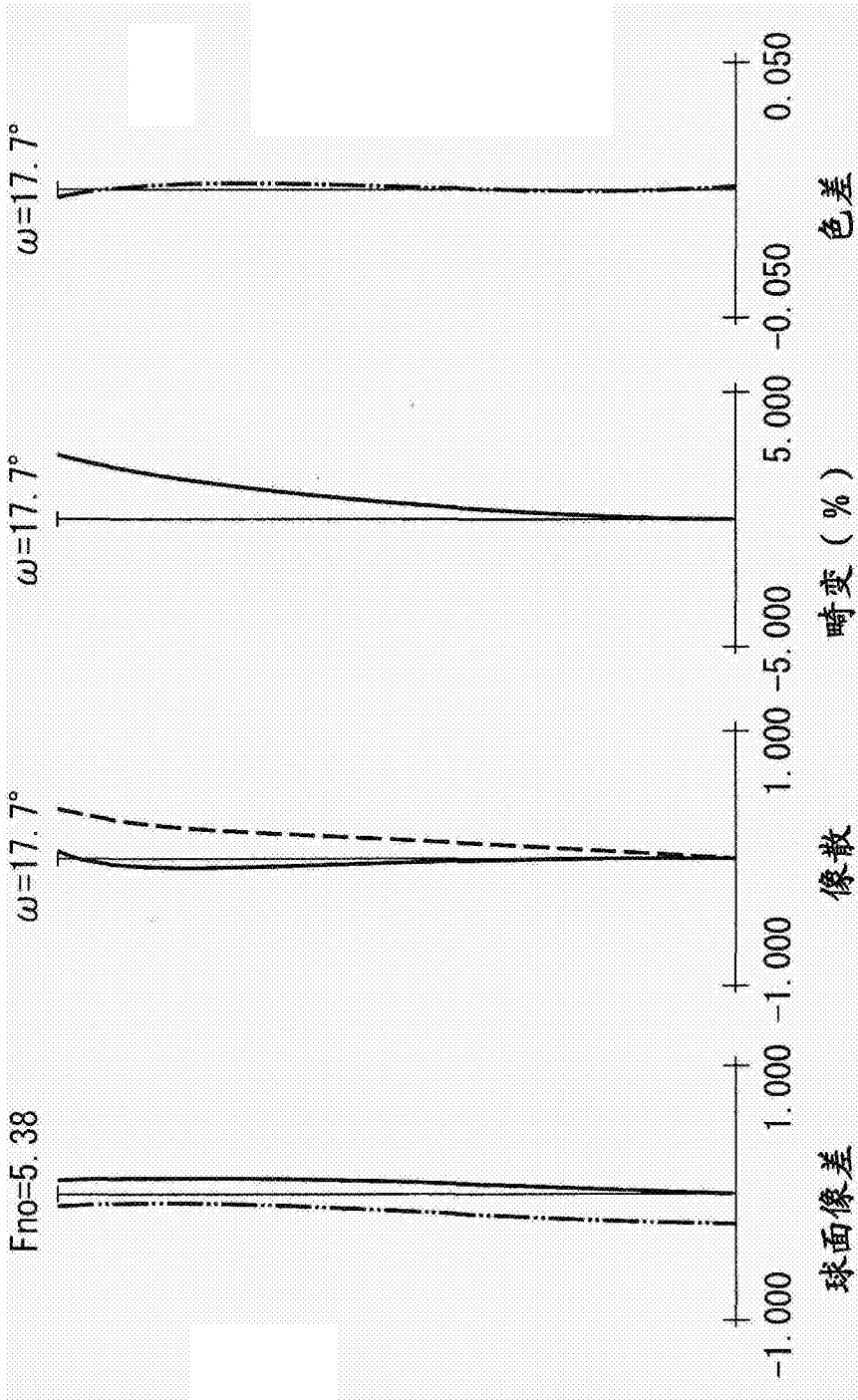


图 12B

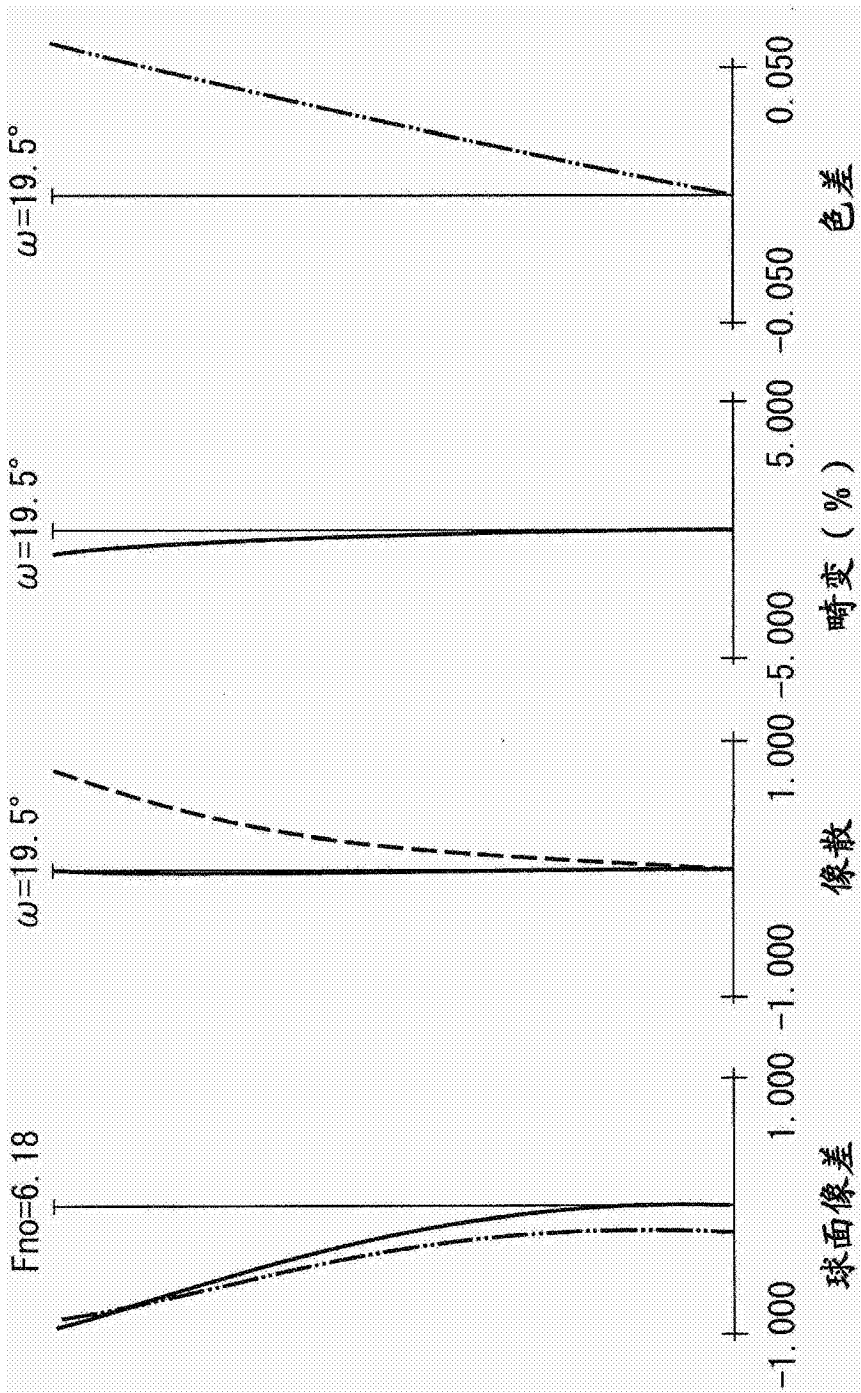


图 12C

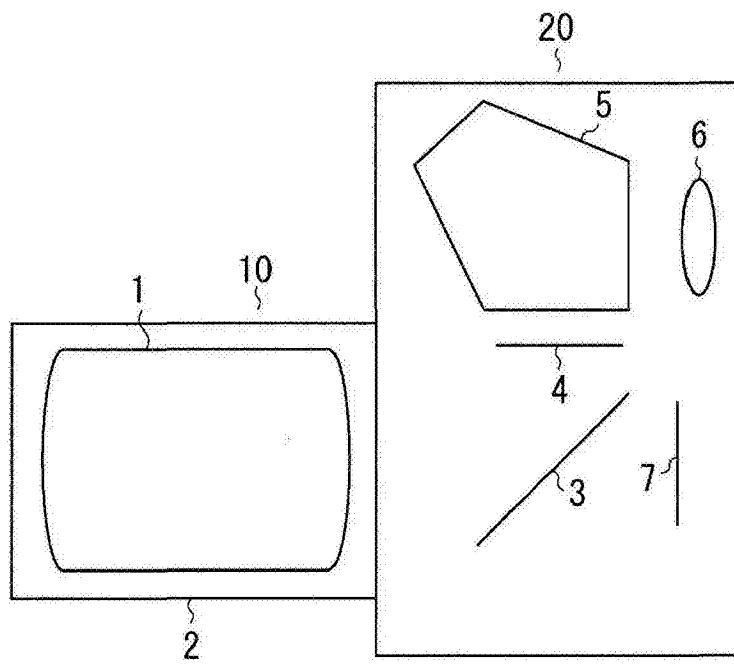


图 13