



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101655600 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 20

(21) 申请号 200910167028. 3

3 段, 图 20A-20C.

(22) 申请日 2009. 08. 14

JP 2007-293051 A, 2007. 11. 08, 说明书第 40-46、104、110 段, 图 1, 表 1.

(30) 优先权数据

2008-210404 2008. 08. 19 JP

US 20050046962 A1, 2005. 03. 03, 说明书第 17、26-27、59 段, 图 1-13.

(73) 专利权人 佳能株式会社

审查员 王娜

地址 日本东京

(72) 发明人 和田健

(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 杨国权

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101153954 A, 2008. 04. 02, 全文.

CN 101021610 A, 2007. 08. 22, 说明书第 14 页最后一段、第 16 页倒数第 3 段、第 18 页倒数第

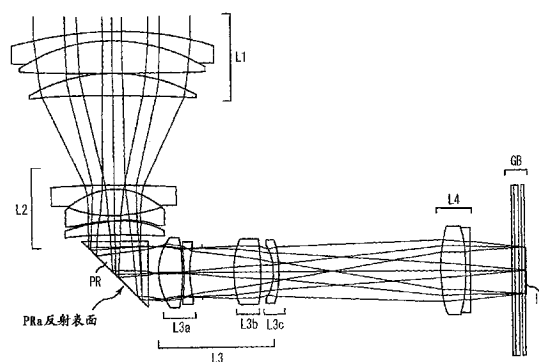
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 17 页

(54) 发明名称

变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备

(57) 摘要

本发明公开了一种变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取设备。变焦透镜包括: 第一透镜单元, 具有正折光力; 第二透镜单元, 具有负折光力; 反射构件, 被配置为使光路弯曲; 第三透镜单元, 具有正折光力; 和第四透镜单元, 具有正折光力。在变焦透镜中, 第一透镜单元至第三透镜单元中的两个或更多个透镜单元在变焦期间移动。另外, 在变焦透镜中, 第三透镜单元包括第一透镜子单元和第二透镜子单元, 第二透镜子单元被配置为在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以使图像形成位置移位。



1. 一种变焦透镜,按从物侧到像侧的顺序包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

第二透镜单元,具有负折光力;

反射构件,被配置为使光路弯曲;

第三透镜单元,具有正折光力;和

第四透镜单元,具有正折光力,

其中,在从广角端到望远端进行变焦期间,第一透镜单元至第三透镜单元中的两个或更多个透镜单元移动,以及第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离减小,以及

其中,第三透镜单元包括第一透镜子单元和第二透镜子单元,第二透镜子单元被配置为在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以使图像形成位置移位;

其中,当在望远端聚焦在无限远的物体上时第二透镜子单元的横向倍率 β_{3b} 、位于比第二透镜子单元更靠近像侧的透镜部分的总横向倍率 β_r 、从第三透镜单元最靠近物侧的透镜表面到第二透镜子单元最靠近物侧的透镜表面的距离 L_{3is} 和第三透镜单元在光轴方向上的厚度 DL_3 满足以下条件:

$$1 < (1 - \beta_{3b}) \beta_r < 3$$

$$0.3 < L_{3is}/DL_3 < 0.99。$$

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,当在望远端聚焦在无限远的物体上时位于比第二透镜子单元更靠近像侧的透镜部分的总焦距 f_r 、整个变焦透镜在广角端的焦距 f_w 和整个变焦透镜在望远端的焦距 f_t 满足以下条件:

$$0.1 < |f_r/\sqrt{f_w \cdot f_t}| < 3.0。$$

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,第二透镜子单元具有正折光力,以及包括一个或多个非球面。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,第三透镜单元 L_3 的焦距 f_3 和整个变焦透镜在广角端的焦距 f_w 满足以下条件:

$$1.5 < f_3/f_w < 3.2。$$

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,第二透镜子单元的焦距 f_{3b} 和第三透镜单元 L_3 的焦距 f_3 满足以下条件:

$$0.5 < f_{3b}/f_3 < 1.5。$$

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,反射构件包括反射表面,该反射表面被配置为将光轴上的光线相对于光线入射方向反射 90 度,以及

其中,第二透镜单元在像侧的透镜表面的有效直径 Φ_{2r} 、反射构件在光轴方向上的厚度 L_p 和在望远端从反射构件的出射表面到第三透镜单元最靠近物侧的透镜表面的距离 L_{p3} 满足以下条件:

$$0.7 < (L_p + L_{p3})/\Phi_{2r} < 1.5。$$

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,还包括在第四透镜单元的像侧的具有正折光力的第五透镜单元。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,第三透镜单元还包括在第二透镜子单元的像侧的第三透镜子单元。

9. 一种图像拾取设备,包括:
根据权利要求 1-8 中的任何一个所述的变焦透镜;和
固态图像传感器,被配置为接收由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设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜,该变焦透镜用作图像拾取设备的照相光学系统,图像拾取设备诸如摄像机、数字静态相机、广播相机或卤化银胶片相机。

背景技术

[0002] 最来,使用固态图像传感器的图像拾取设备(相机)(诸如摄像机或数字静态相机)具有大量功能。而且,整个设备的尺寸同时是小的。另外,市场要求,在这样的图像拾取设备中使用的照相光学系统具有高变焦比,尺寸小,以及是(在拍摄期间变焦透镜系统的前侧和后侧的方向上)具有相对短的总长度的变焦透镜系统。如果使用这样的变焦透镜,则可减小相机的厚度(相机在拍摄期间的总的前至后尺度)。

[0003] 日本专利申请特开 No. 2007-293051 和 2007-292795 每个讨论了一种变焦透镜,该变焦透镜具有用于使照相光学系统的光路弯曲 90 度以减小相机厚度的反射构件(棱镜)。

[0004] 当正执行拍摄物体的操作时,如果振动施加于变焦透镜,则图像抖动可发生。因此,市场期望,变焦透镜包括用于防止或减小图像抖动的图像稳定化功能。作为这样的具有图像稳定化功能的变焦透镜,通过使构成变焦透镜的透镜单元的一部分在与光轴垂直的方向上移动来校正图像抖动(手抖动)的变焦透镜已被使用。以下,“与光轴垂直的方向”也可称为具有与光轴垂直的分量的方向。

[0005] 作为上述变焦透镜的一种类型,第 7,023,624 号美国专利讨论了一种变焦透镜,该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和具有正折光力的第四透镜单元,该变焦透镜被配置为通过使构成第三透镜单元的透镜的一部分在与光轴垂直的方向上振动来校正图像抖动。

[0006] 在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜中,在五单元变焦透镜中,用于使光路弯曲的反射构件位于第二透镜单元的像侧,所述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、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和具有正折光力的第五透镜单元。此外,在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜通过移动透镜单元以使第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离变小来执行从广角端到望远端的变焦。另外,在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜通过在与光轴垂直的方向上移动整个第三透镜单元来校正图像抖动。

[0007] 在日本专利申请特开 No. 2007-292795 中讨论的变焦透镜中,在四单元变焦透镜中,用于使光路弯曲的反射构件位于第一透镜单元和第三透镜单元的每个中,所述四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、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。在日本专利申请特开 No. 2007-292795 中讨论的变焦透镜中,第一透镜单元和第三透镜单元静止不动,而第二透镜单元和第四透镜单元可在变焦期间移动。另外,在日本专利申请特开

No. 2007-292795 中讨论的变焦透镜将第三透镜单元划分为两个部分透镜单元,并通过在光轴垂直的方向上移动物侧上的部分透镜单元来校正图像抖动。

[0008] 在第 7,023,624 号美国专利中讨论的变焦透镜将第三透镜单元划分为具有正折光力的第一透镜子单元和具有正折光力的第二透镜子单元。而且,在第 7,023,624 号美国专利中讨论的变焦透镜通过在与光轴垂直的方向上移动像侧的第二透镜子单元来校正图像抖动。

[0009] 然而,除非用于执行图像稳定化功能的光学构件和用于弯曲光路的反射构件位于光学系统内的合适位置处,否则可能变得难以在被应用于相机时在实现小的相机厚度的同时获得高质量的图像。

[0010] 在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜通过在与光轴垂直的方向上使整个第三透镜单元移位来校正图像抖动。在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜中,第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离在望远端变为最小,在望远端,可能发生大量的图像抖动。因此,在日本专利申请特开 No. 2007-293051 中讨论的变焦透镜中,支撑各个透镜单元的透镜镜筒可能很容易彼此干扰。当变焦透镜具有高变焦比时,透镜镜筒的这种干扰可能变得更严重。

[0011] 在日本专利申请特开 No. 2007-292795 中讨论的变焦透镜通过使位于靠近用于使光轴弯曲 90 度的反射构件的透镜单元在与光轴垂直的方向上移位来校正图像抖动。因此,支撑各个透镜单元的透镜镜筒可能很容易彼此干扰。另外,可能变得难以保证对用于校正图像抖动的校正透镜单元进行驱动的足量。

[0012] 在第 7,023,624 号美国专利中讨论的变焦透镜中,没有用于使光路弯曲的棱镜(反射构件)位于光轴上。因此,变得难以减小相机的厚度。此外,即使棱镜位于光学系统内,也难以用在第 7,023,624 号美国专利中讨论的焦度布置来实现高变焦比。

发明内容

[0013] 根据本发明的一方面,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、被配置为使光路弯曲的反射构件、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。在变焦透镜中,在从广角端到望远端进行变焦期间,第一透镜单元至第三透镜单元中的两个或更多个透镜单元移动,第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离减小。另外,在变焦透镜中,第三透镜单元包括第一透镜子单元和第二透镜子单元,第二透镜子单元被配置为在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以使图像形成位置移位。

[0014] 根据本发明的示例性实施例的变焦透镜可减小相机的厚度,增大在图像抖动校正操作期间对图像抖动校正透镜单元进行驱动的量,以及很容易实现高质量的图像。

[0015] 从以下参考附图对示例性实施例的详细描述,本发明的进一步的特征和方面将变得清楚。

附图说明

[0016] 合并在本说明书中并构成本说明书的一部分的附图示出本发明的各个示例性实施例、特征和方面,并且与描述一起,用于解释本发明的原理。

- [0017] 图 1 示出根据本发明的第一示例性实施例的沿展开光路的透镜截面。
- [0018] 图 2A 和图 2B 是本发明的第一示例性实施例的像差图。
- [0019] 图 3 示出根据本发明的第二示例性实施例的沿展开光路的透镜截面。
- [0020] 图 4A 和图 4B 是本发明的第二示例性实施例的像差图。
- [0021] 图 5 示出根据本发明的第三示例性实施例的沿展开光路的透镜截面。
- [0022] 图 6A 和图 6B 是本发明的第三示例性实施例的像差图。
- [0023] 图 7 示出根据本发明的第四示例性实施例的沿展开光路的透镜截面。
- [0024] 图 8A 和图 8B 是本发明的第四示例性实施例的像差图。
- [0025] 图 9 示出根据本发明的第五示例性实施例的沿展开光路的透镜截面。
- [0026] 图 10A 和图 10B 是本发明的第五示例性实施例的像差图。
- [0027] 图 11 示出本发明的第一示例性实施例的透镜截面。
- [0028] 图 12 示出根据本发明的示例性实施例的图像拾取设备的示例性主要部件。

具体实施方式

[0029] 现在将参考附图详细描述本发明的各种示例性实施例。应该指出,在这些实施例中阐述的部件的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围,除非以其它方式特别说明。

[0030] 下面的至少一个示例性实施例的描述本质上仅仅是说明性的,其意图决不在于限制本发明、本发明的应用或用途。

[0031] 相关领域中的普通技术人员已知的过程、技术、设备和材料可能不被详细地描述,但意图却是适当地将其作为能够实现的描述的一部分,例如,透镜元件的制造和它们的材料。

[0032] 在这里示出和讨论的所有示例中,应该将任何特定值(例如变焦比和 F 数)解释为仅仅是说明性的,而不是限制性的。因而,示例性实施例的其它示例可具有不同的值。

[0033] 注意,在后面的图中,类似的标号和字母表示类似的项,因而,一旦在一幅图中定义了一项,则对于后面的图,可不讨论它。

[0034] 这里,当谈及对误差(比如,像差)进行校正或误差的校正时,意指误差的减小和/或误差的校正。

[0035] 根据本发明的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正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、包括具有用于使光路弯曲的反射表面的棱镜的反射构件、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。具有正折光力的第五透镜单元可设在第四透镜单元的像侧。

[0036] 在从广角端到望远端变焦期间,反射构件静止不动,而第一透镜单元至第三透镜单元中的两个或更多个透镜单元移动。所述两个或更多个透镜单元移动,以使第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离减小。

[0037] 第三透镜单元包括具有正或负折光力的第一透镜子单元和具有正折光力的第二透镜子单元,第二透镜子单元被配置为在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以使图像形成位置移位。如果第三透镜单元在第二透镜子单元的像侧包括具有正或负折光力的第三透镜子单元,则也是有用的。

[0038] 图 1 示出根据本发明的第一示例性实施例的变焦透镜在广角端（短焦距端）沿展开光路的透镜截面。图 2A 是根据第一示例性实施例的变焦透镜在广角端的像差图。图 2B 是根据第一示例性实施例的变焦透镜在望远端的像差图。

[0039] 图 3 示出根据本发明的第二示例性实施例的变焦透镜在广角端沿展开光路的透镜截面。图 4A 是根据第二示例性实施例的变焦透镜在广角端的像差图。图 4B 是根据第二示例性实施例的变焦透镜在望远端的像差图。

[0040] 图 5 示出根据本发明的第三示例性实施例的变焦透镜在广角端沿展开光路的透镜截面。图 6A 是根据第三示例性实施例的变焦透镜在广角端的像差图。图 6B 是根据第三示例性实施例的变焦透镜在望远端的像差图。

[0041] 图 7 示出根据本发明的第四示例性实施例的变焦透镜在广角端沿展开光路的透镜截面。图 8A 是根据第四示例性实施例的变焦透镜在广角端的像差图。图 8B 是根据第四示例性实施例的变焦透镜在望远端的像差图。

[0042] 图 9 示出根据本发明的第五示例性实施例的变焦透镜在广角端沿展开光路的透镜截面。图 10A 是根据第五示例性实施例的变焦透镜在广角端的像差图。图 10B 是根据第五示例性实施例的变焦透镜在望远端的像差图。

[0043] 图 11 是当根据第一示例性实施例的变焦透镜的光路弯曲时并且当变焦透镜安装在相机上时望远端的透镜截面。图 12 示出根据本发明的示例性实施例的数字相机（图像拾取设备）的示例性主要部件。

[0044] 根据每个示例性实施例的变焦透镜为在图像拾取设备中使用的照相透镜。在显示变焦透镜的截面的示图（图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9）的每个中，物侧（前侧）被标示在图的左手部分，像侧（后侧或背侧）被标示在其右手部分。

[0045] 如果根据本发明的每个示例性实施例的变焦透镜被用作投影仪的投影透镜，则在显示变焦透镜的截面的示图（图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9）的每个中，屏幕侧被标示在图的左手部分，将投影的图像侧被标示在其右手部分。

[0046] 在显示变焦透镜的截面的示图（图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9）的每个中，“i”表示从物侧起的透镜单元的顺序，“Li”表示第 i 透镜单元。另外，在显示变焦透镜的截面的示图（图 1、图 3、图 5、图 7 和图 9）的每个中，L1 表示具有正折光力（光焦度＝焦距的倒数）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，L4 表示具有正折光力的第四透镜单元，L5 表示具有正或负折光力的第五透镜单元。

[0047] 反射构件（棱镜构件）PR 包括反射表面 PRa。反射构件 PR 位于第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间。如图 11 所示，反射构件 PR 使光轴上的光线相对于入射方向弯曲 90 度。

[0048] “SP”表示孔径光阑。“GB”表示等同于滤光器或面板的光学（玻璃）块。“IP”表示像平面。当变焦透镜被用作摄像机或数字静态相机的照相光学系统时，像平面 IP 等同于固态图像传感器（光电转换元件）的成像平面，所述固态图像传感器诸如电荷耦合器件（CCD）传感器或互补金属氧化物半导体（CMOS）传感器。当变焦透镜被用作卤化银胶片相机的照相光学系统时，像平面 IP 等同于胶片（感光）表面。箭头指示每个透镜单元在从广角端到望远端进行变焦期间的运动轨迹。

[0049] 根据每个示例性实施例的变焦透镜可通过在变焦期间移动除反射构件 PR 之外的

两个或更多个透镜单元来保证期望的变焦比（倍率比）。

[0050] 在以上示例性实施例的每个中，广角端和望远端的每个是指当用于改变倍率的透镜单元位于下述范围的端部的每个时的变焦位置，在所述范围中，倍率改变透镜单元可沿光轴机械地移动。

[0051] 在根据每个示例性实施例的正引导型 (positive lead-type) 变焦透镜中，其有效直径在第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的光路中相对小。因此，如果用于使光路弯曲的反射构件 PR 位于第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间，则是有用的。反射构件 PR 包括反射表面 PRa，反射表面 PRa 被配置为使光学系统的光路弯曲 90 度或者近似 90 度 (90 加或减 10 度)。

[0052] 图 11 示出具有被反射构件 PR 弯曲的光路的透镜截面。如图 11 所示，本发明的示例性实施例可通过使用包括反射表面 PRa 的棱镜构件 PR 将光路弯曲 90 度来减小包括根据每个示例性实施例的变焦透镜的相机（图像拾取设备）的厚度。

[0053] 第三透镜单元 L3 按从物侧到像侧的顺序包括具有正或负折光力的第一透镜子单元 L3a 和具有正或负折光力的第二透镜子单元 L3b，第一透镜子单元 L3a 在图像抖动校正期间静止不动，第二透镜子单元 L3b 可移动以用于校正图像抖动。如果将具有正或负折光力的第三透镜子单元 L3c 位于第二透镜子单元 L3b 的像侧，则也是有用的。

[0054] 第二透镜子单元 L3b 可在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以校正图像抖动。根据本发明的每个示例性实施例的用于校正图像抖动的透镜单元不限于上述配置，在上述配置中，透镜单元在具有与光轴垂直的分量的方向上移动。更具体地讲，如果用于校正图像抖动的透镜单元在围绕光轴上的特定点的曲面上移动，则也是有用的。在这种情况下，例如，用于校正图像抖动的第二透镜子单元 L3b 可在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以使图像形成位置移位。

[0055] 在根据每个示例性实施例的变焦透镜中，第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离在望远端变为最小。因此，如果通过使整个第三透镜单元 L3 在具有与光轴垂直的分量的方向上移位来校正图像抖动，则如果变焦透镜的振动角度大或者如果第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离大，则第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜镜筒可能彼此干扰。

[0056] 因此，在本发明的示例性实施例中，将第三透镜单元 L3 划分为多个透镜子单元，并且只有位于第三透镜单元 L3 的像侧的第二透镜子单元 L3b 在具有与光轴垂直的分量的方向上移动以校正图像抖动。通过上述配置，即使变焦透镜的振动角度大，本发明的示例性实施例也可校正图像抖动，而不使得第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜镜筒彼此干扰。

[0057] 在每个示例性实施例中，当在望远端聚焦在无限远的物体上时第二透镜子单元 L3b 的横向倍率 (β_{3b})、位于比第二透镜子单元 L3b 更靠近像侧的透镜部分的总横向倍率 (β_r)、从第三透镜单元 L3 最靠近物侧（第一透镜子单元 L3a）的透镜表面到第二透镜子单元 L3b 最靠近物侧的透镜表面的距离 (L3is) 和第三透镜单元 L3 在光轴方向上的厚度 (DL3) 可满足以下条件：

$$[0058] \quad 1 < (1 - \beta_{3b}) \beta_r < 3 \quad (1)$$

$$[0059] \quad 0.3 < L3is/DL3 < 0.99 \quad (2)$$

[0060] 条件 (1) 提供用于计算在与光轴垂直的方向上驱动第二透镜子单元 (校正透镜单元) L3b 以校正特定量的图像抖动时的驱动量 (灵敏度) 的条件。如果超过条件 (1) 的下限, 则驱动量增加, 在图像抖动校正期间发生的像差的变化量可能变大。另一方面, 如果超过条件 (1) 的上限, 则第二透镜子单元 L3b 的折光力变大, 可发生大量的像差变化。

[0061] 另外, 条件 (1) 中的值的范围可变为如下:

$$[0062] \quad 1.2 < (1 - \beta_{3b}) \beta_r < 2.3 \quad (1a)$$

[0063] 条件 (2) 提供从第三透镜单元 L3 最靠近物侧的透镜表面到第二透镜子单元 L3b 的透镜表面的距离相对于第三透镜单元 L3 的厚度的条件, 第二透镜子单元 L3b 为用于校正图像抖动的透镜子单元。

[0064] 如果超过条件 (2) 的下限, 则将图像抖动校正透镜单元位于靠近反射构件 (棱镜构件) 的位置。因此, 如果校正图像抖动的量大, 在第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜筒可能彼此干扰, 尤其是在望远端。另外, 在这种情况下, 变成必须增加图像抖动校正透镜单元和相邻的反射构件 PR 之间的距离, 这可能增加光学系统的尺寸。

[0065] 而且, 条件 (2) 中的值的范围可变为如下:

$$[0066] \quad 0.3 < L_{3is}/L_3 < 0.9 \quad (2a)$$

[0067] 通过上述配置, 即使变焦透镜的振动角度大或者即使由于高变焦比而使得驱动校正透镜单元的量, 本发明的每个示例性实施例也可有效地校正图像抖动, 而不增加光学系统的尺寸。

[0068] 在每个示例性实施例中, 如果当在望远端聚焦在无限远的物体上时比第二透镜子单元 L3b 更靠近像侧的透镜部分的总焦距 (f_r)、整个变焦透镜在广角端的焦距 (f_w)、整个变焦透镜在望远端的焦距 (f_t)、第三透镜单元 L3 的焦距 (f_3)、第二透镜子单元 L3b 的焦距 (f_{3b})、第二透镜单元 L2 在像侧的透镜表面的有效直径 (Φ_{2r})、反射构件 PR 在光轴方向上的厚度 (在光轴上从反射构件 PR 的入射表面到其出射表面的长度) (L_p) 和在望远端处从反射构件 PR 的出射表面到第三透镜单元 L3 最靠近物侧的透镜表面的距离 (L_{p3}) 可满足以下条件中的至少一个以实现与每个条件对应的效果, 则是更加有用的:

$$[0069] \quad 0.1 < |f_r / \sqrt{f_w \cdot f_t}| < 3.0 \quad (3)$$

$$[0070] \quad 1.5 < f_3/f_w < 3.2 \quad (4)$$

$$[0071] \quad 0.5 < f_{3b}/f_3 < 1.5 \quad (5)$$

$$[0072] \quad 0.7 < (L_p + L_{p3}) / \Phi_{2r} < 1.5 \quad (6)$$

[0073] 条件 (3) 提供位于比第二透镜子单元 L3b 更靠近像侧的透镜部分的总焦距的条件。如果超过条件 (3) 的下限, 则用于校正图像抖动的第二透镜子单元 L3b 的驱动量可能增加。另一方面, 如果超过条件 (3) 的上限, 则机械跟随性能可能劣化。

[0074] 在每个示例性实施例中, 如果条件 (3) 中的值的范围可变为如下, 则是更加有用的:

$$[0075] \quad 0.4 < |f_r / \sqrt{f_w \cdot f_t}| < 2.0 \quad (3a)$$

[0076] 条件 (4) 提供第三透镜单元 L3 的焦距的条件。如果超过条件 (4) 的下限, 则第三透镜单元 L3 的折光力变大。在这种情况下, 在变焦期间, 可发生大量的像差变化。另一方面, 如果超过条件 (4) 的上限, 则第三透镜单元 L3 的折光力变小。在这种情况下, 保证期望的变焦比 (倍率比率) 所需的驱动第三透镜单元 L3 的驱动量可增加, 这可导致光学系统的

尺寸的增大。

[0077] 此外,条件(4)中的值的范围可变为如下:

$$[0078] \quad 2.4 < f3/fw < 3.2 \quad (4a)$$

[0079] 条件(5)提供第二透镜子单元 L3b 的焦距与第三透镜单元 L3 的焦距的比率的条件。如果超过条件(5)的下限,则第二透镜子单元 L3b 的折光力可增加。在这种情况下,变得难以减小在图像抖动校正期间可能发生的像差变化。另一方面,如果超过条件(5)的上限,则校正图像抖动所需的驱动第二透镜子单元 L3b 的驱动量可变大。

[0080] 另外,条件(5)中的值的范围可变为如下:

$$[0081] \quad 0.7 < f3b/f3 < 1.2 \quad (5a)$$

[0082] 条件(6)提供从反射构件的入射表面到第三透镜单元 L3 最靠近物侧的透镜表面的距离与第二透镜单元 L2 最靠近像侧的透镜表面的有效直径的比率的条件。如果超过条件(6)的下限,则反射构件 PR 和第三透镜单元 L3 之间的距离变得非常小。在这种情况下,在图像抖动校正期间,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜镜筒可能容易彼此干扰。另一方面,如果超过条件(6)的上限,则反射构件 PR 和第三透镜单元 L3 之间的距离可变得极其大。在这种情况下,变焦透镜的尺寸可变大。

[0083] 而且,条件(6)中的值的范围可变为如下:

$$[0084] \quad 0.7 < (Lp+Lp3)/\Phi 2r < 1.2 \quad (6a)$$

[0085] 现在,以下将详细描述每个示例性实施例的示例性透镜配置。开头,将详细描述图 1 所示的根据第一示例性实施例的变焦透镜。

[0086] 根据第一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、反射构件 PR、具有正折光力的第三透镜单元 L3 和具有正折光力的第四透镜单元 L4。此外,用于使来自物体的光的光路弯曲的反射表面 PRa 位于反射构件 PR 内,反射构件 PR 包括棱镜。

[0087] 在从广角端到望远端变焦期间,反射构件 PR 静止不动(不移动)。为了在保证用于布置反射构件的空间的同时实现高变焦比,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的折光力相对大。在从广角端到望远端变焦期间,第二透镜单元 L2 朝着像侧移动。然而,本发明不限于此。也就是说,第二透镜单元 L2 可以以朝着像侧凸出的轨迹移动。

[0088] 此外,第三透镜单元 L3 朝着物侧移动。因此,本实施例可实现高达约十倍的变焦比。另外,第四透镜单元 L4 以朝着物侧凸出的轨迹移动以校正倍率变化期间可能发生的像平面的位置的变化。在本示例性实施例中,当拍摄距离(物体距离)变化时,第四透镜单元 L4 执行聚焦。

[0089] 第三透镜单元 L3 按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜子单元 L3a、具有正折光力的第二透镜子单元 L3b 和具有负折光力的第三透镜子单元 L3c。

[0090] 本示例性实施例通过在具有与光轴垂直的分量的方向上移动第二透镜子单元 L3b 来改变图像形成位置(校正图像抖动(执行图像稳定化))。

[0091] 因此,本示例性实施例可保证第二透镜子单元 L3b 的足够的驱动量,而不增加在望远端处反射构件 PR 和第三透镜单元 L3 之间的距离,第二透镜子单元 L3b 为用于校正图像抖动的透镜子单元。而且,通过使用具有负折光力的附加透镜子单元 L3c,本示例性实施例可在增加第二透镜子单元 L3b 在像侧的横向倍率的同时增加第二透镜子单元 L3b 的折光

力。

[0092] 因此,可进一步减小在图像抖动校正期间驱动第二透镜子单元 L3b 的量。另外,通过上述配置,本示例性实施例可减小在图像稳定化期间可能发生的像差变化。此外,如果第二透镜子单元 L3b 包括一个或多个非球表面,则也是有用的。通过这种配置,可容易地减小在图像稳定化期间可能发生的慧形像差的变化。

[0093] 现在,以下将详细描述图 3 所示的根据第二示例性实施例的变焦透镜。第二示例性实施例关于第三透镜单元 L3 的透镜配置不同于上述第一示例性实施例。更具体地讲,在本示例性实施例中,第三透镜单元 L3 按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜子单元 L3a 和具有正折光力的第二透镜子单元 L3b。

[0094] 本示例性实施例在具有与光轴垂直的分量的方向上移动第二透镜子单元 L3b 以使图像形成位置移位。本示例性实施例在上述要点中不同于第一示例性实施例,本示例性实施例的其它配置与第一示例性实施例的配置类似。

[0095] 通过使用根据第二示例性实施例的变焦透镜,可实现高达约十倍的倍率比率(变焦比)。

[0096] 现在,以下将详细描述图 5 所示的根据第三示例性实施例的变焦透镜。

[0097] 根据本示例性实施例的变焦透镜不同于第一示例性实施例的要点在于,在本示例性实施例中,第一透镜单元 L1 在变焦期间移动。更具体地讲,在本示例性实施例中,第一透镜单元 L1 在从广角端到望远端变焦期间以朝着像侧凸出的轨迹移动。

[0098] 通过使用根据第三示例性实施例的变焦透镜,可实现高达约二十倍的倍率比率(变焦比)。本示例性实施例的其它配置与第一示例性实施例的配置类似。

[0099] 现在,以下将详细描述图 7 所示的根据第四示例性实施例的变焦透镜。根据第四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、反射构件 PR、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 和具有正折光力的第五透镜单元 L5。

[0100] 在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元 L1 静止不动,而第二透镜单元 L2 朝着像侧移动,第三透镜单元 L3 朝着物侧移动。

[0101] 第四透镜单元 L4 以朝着物侧凸出的轨迹移动以校正在倍率变化期间可能发生的像平面的位置的变化。在变焦期间,第五透镜单元 L5 静止不动。第四透镜单元 L4 执行聚焦。

[0102] 第三透镜单元按从物侧到像侧的顺序包括具有正折光力的第一透镜子单元 L3a 和具有正折光力的第二透镜子单元 L3b。本示例性实施例在具有与光轴垂直的分量的方向上移动第二透镜子单元 L3b 以使图像形成位置移位。

[0103] 根据第四示例性实施例的变焦透镜可实现高达约六倍的倍率比率(变焦比)。本示例性实施例的其它配置与第一示例性实施例的配置类似。

[0104] 现在,以下将详细描述图 9 所示的根据第五示例性实施例的变焦透镜。本示例性实施例关于第三透镜单元 L3 的透镜配置不同于上述第一示例性实施例。

[0105] 第五示例性实施例的第三透镜单元 L3 按从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第一透镜子单元 L3a 和具有正折光力的第二透镜子单元 L3b。本示例性实施例通过在具有与光轴垂直的分量的方向上移动第二透镜子单元 L3b 来使图像形成位置移位。

[0106] 根据本示例性实施例的变焦透镜可实现高达约八倍的倍率比率（变焦比）。本示例性实施例的其它配置与第一示例性实施例的配置类似。

[0107] 在每个示例性实施例中，如果第一透镜单元、第二透镜单元和第四透镜单元在变焦（倍率变化）期间移动，则也是有用的。此外，如果第一透镜单元和第三透镜单元在变焦或者倍率变化期间移动，则也是有用的。另外，如果第一透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元在变焦或者倍率变化期间移动，则也是有用的。

[0108] 在根据第一至第五示例性实施例的每个的变焦透镜中，如果控制孔径光阑 SP 的开口直径以减小变焦或者倍率变化期间的 F 值（F 数），则也是有用的。如果在具有图像传感器的图像拾取设备中使用根据第一至第五示例性实施例的每个的变焦透镜，其中所述图像传感器被配置为将在光接收表面上形成的物体的光学图像转换为电信号，则如果根据在变焦透镜中可能发生的畸变量的幅度执行电校正，这也是有用的。

[0109] 如上所述，在每个示例性实施例中，将具有用于使光路弯曲的反射表面的反射构件（棱镜构件）PR 位于第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间。而且，反射构件 PR 在变焦期间静止不动。另外，在每个示例性实施例中，第一透镜单元至第三透镜单元中的两个或更多个透镜单元在变焦期间移动。

[0110] 通过上述配置，本发明的每个示例性实施例可在实现高变焦比的同时减小当应用于相机中时的相机厚度（相机前至后长度）。

[0111] 此外，通过上述配置，本发明的每个示例性实施例可通过使透镜子单元 L3b 在具有与光轴垂直的分量的方向上移位来校正图像抖动，透镜子单元 L3b 位于第三透镜单元 L3 的像侧。因此，本发明的每个示例性实施例可保证第二透镜子单元 L3b 的足够的驱动量，而不使得支撑第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的透镜镜筒在望远端彼此干扰，第二透镜子单元 L3b 为图像抖动校正透镜单元，在望远端，位置与棱镜构件相邻的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离变为最小。

[0112] 以下参考图 12 描述将根据本发明的每个示例性实施例的变焦透镜用作照相光学系统的数字相机（光学设备；即，图像拾取设备）的示例性实施例。

[0113] 参考图 12，数字相机包括相机体 20 和照相光学系统 21。照相光学系统 21 包括根据上述第一至第五示例性实施例中的任何一个的变焦透镜。照相光学系统 21 还包括棱镜 P。

[0114] 相机体 20 包括被配置为接收由照相光学系统 21 形成的物体图像的固态图像传感器（光电转换元件）22，诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器。相机体 20 还包括记录单元（存储器）23，记录单元 23 被配置为记录在固态图像传感器 22 上形成的物体图像。

[0115] 相机体 20 还包括取景器 24，取景器 24 包括液晶显示（LCD）面板，被配置为允许用户观察在固态图像传感器 22 上形成的物体图像。

[0116] 通过将根据本发明的每个示例性实施例的变焦透镜应用于诸如数字相机的图像拾取设备，可实现具有高光学性能的小尺寸图像拾取设备。

[0117] 以下阐述分别与本发明的第一至第五示例性实施例对应的数字示例 1 至 5。在数字示例 1 至 5 的每个中，“i”表示从物侧起的表面顺序，“ r_i ”表示第 i 透镜表面的曲率半径，“ d_i ”表示第 i 表面和第 (i+1) 表面之间的透镜厚度或轴向间隔，“ n_{di} ”和“ v_{di} ”分别表示第 i 光学材料相对于 d 线光的折射率和阿贝数。

[0118] 从像侧起的五个表面为等效于玻璃块或颜色组合棱镜的平面。另外,“k”表示锥形(conic)系数,以及“A4”、“A6”、“A8”和“A10”的每个表示非球面系数。如下表达非球面形状:

$$[0119] \quad x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$$

[0120] 其中,“x”表示在距光轴高度为“h”的位置处沿光轴距表面顶点的位移,“R”表示旁轴曲率半径。此外,“e-Z”表示“ $\times 10^{-Z}$ ”,“BF”表示空气等效的后焦距。另外,在表1中阐述了上述每个条件和每个数字示例之间的关系。

[0121] 数字示例1

[0122] 单位:mm

[0123] 表面数据

[0124]	表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
[0125]	1	45.491	1.20	1.84666	23.8	24.11
[0126]	2	21.920	4.28	1.59201	67.0	22.04
[0127]	3	-428.082	0.05			21.52
[0128]	4	21.101	2.89	1.77250	49.6	19.85
[0129]	5	94.188	可变			19.24
[0130]	6	106.997	0.70	1.88300	40.8	14.54
[0131]	7	8.765	3.41			11.56
[0132]	8	-17.734	0.55	1.81600	46.6	11.36
[0133]	9	19.900	0.12			11.29
[0134]	10	*15.052	1.90	2.14352	17.8	11.47
[0135]	11	70.000	可变			11.26
[0136]	12	∞	8.50	1.83400	37.2	8.40
[0137]	13	∞	可变			7.32
[0138]	14	*7.353	3.10	1.58913	61.1	8.16
[0139]	15	-31.175	0.24			7.50
[0140]	16	-59.294	0.70	1.74950	35.3	7.21
[0141]	17	11.945	1.67			6.71
[0142]	光阑 18	∞	4.00			6.48
[0143]	19*	10.412	3.58	1.49700	81.6	7.51
[0144]	20	-43.813	1.76			7.19
[0145]	21	-7.050	0.70	1.71300	53.9	6.95
[0146]	22	-14.153	可变			7.32
[0147]	23	*19.732	3.25	1.69350	53.2	10.24
[0148]	24	-30.172	0.60	1.84666	23.8	9.98
[0149]	25	-152.579	可变			9.90
[0150]	26	∞	0.31	1.54427	70.6	20.94
[0151]	27	∞	0.50	1.49400	75.0	20.94
[0152]	28	∞	0.40			20.94

[0153]	29	∞	0.50	1.49831	65.1	20.94
[0154]	30	∞	0.12			20.94
[0155]	像平面	∞				
[0156]	非球面系数					
[0157]	r10K = -5.30134e-001 A4 = -1.20991e-005 A6 = 4.32018e-008					
[0158]	A8 = -1.23062e-008 A10 = 1.61310e-010					
[0159]	r14K = -3.35905e-001 A4 = -4.82963e-005 A6 = -6.54168e-007					
[0160]	A8 = -9.30211e-009					
[0161]	r19K = -3.30880e-001 A4 = -4.79598e-005 A6 = 2.84402e-006					
[0162]	A8 = -1.29374e-007 A10 = 4.96750e-009					
[0163]	r23K = -1.34241e-001 A4 = 1.69409e-006 A6 = 7.75735e-007					
[0164]	A8 = -2.20352e-008 A10 = 3.15210e-010					
[0165]	各种数据					
[0166]	变焦比	9.39				
[0167]		广角端	中间变焦位置	望远端		
[0168]	焦距	7.01	35.82	65.90		
[0169]	F 数	3.10	4.30	5.22		
[0170]	视角	28.9	6.18	3.37		
[0171]	图像高度	3.88	3.88	3.88		
[0172]	透镜总长度	85.60	85.56	85.57		
[0173]	BF	0.12	0.12	0.12		
[0174]	d5	0.60	9.94	12.01		
[0175]	d11	11.73	2.39	0.31		
[0176]	d13	16.87	4.31	1.80		
[0177]	d22	6.21	15.74	23.92		
[0178]	d25	5.17	8.15	2.51		
[0179]	入瞳位置	21.20	71.80	98.57		
[0180]	出瞳位置	-34.78	-140.20	276.17		
[0181]	前主点位置	26.81	98.48	180.20		
[0182]	后主点位置	-6.90	-35.71	-65.77		
[0183]	每个变焦透镜单元的数据					
[0184]	透镜单元	第 1 表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置后	主点位置
[0185]	1	1	27.34	8.41	2.25	-2.82
[0186]	2	6	-7.86	6.68	1.12	-3.72
[0187]	pr	12	∞	8.50	2.32	-2.32
[0188]	3	14	19.01	15.75	-3.05	-13.50
[0189]	4	23	28.14	3.85	0.08	-2.17
[0190]		26	∞	1.71	0.63	-0.63
[0191]	单个透镜数据					

[0192]	透镜	第 1 表面	焦距			
[0193]	1	1	-51.16			
[0194]	2	2	35.35			
[0195]	3	4	34.61			
[0196]	4	6	-10.85			
[0197]	5	8	-11.42			
[0198]	6	10	16.47			
[0199]	7	12	0.00			
[0200]	8	14	10.41			
[0201]	9	16	-13.21			
[0202]	10	19	17.31			
[0203]	11	21	-20.55			
[0204]	12	23	17.67			
[0205]	13	24	-44.52			
[0206]	14	26	0.00			
[0207]	15	27	0.00			
[0208]	16	29	0.00			
[0209]	数字示例 2					
[0210]	单位 :mm					
[0211]	表面数据					
[0212]	表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
[0213]	1	41.884	1.20	1.84666	23.8	26.65
[0214]	2	20.833	5.47	1.59201	67.0	24.30
[0215]	3	-277.257	0.05			23.37
[0216]	4	20.346	3.20	1.77250	49.6	20.38
[0217]	5	100.018	可变	19.74		
[0218]	6	106.955	0.70	1.88300	40.8	14.41
[0219]	7	8.569	3.48			11.25
[0220]	8	-14.591	0.55	1.88300	40.8	11.00
[0221]	9	21.803	0.16			11.00
[0222]	10*	16.325	1.93	2.14352	17.8	11.19
[0223]	11	377.967	可变			11.06
[0224]	12	∞	8.50	1.83400	37.2	8.40
[0225]	13	∞	可变			7.22
[0226]	14*	8.183	2.76	1.69350	53.2	7.97
[0227]	15	-156.084	0.59			7.36
[0228]	16	∞	0.61			6.93
[0229]	17	150.002	0.70	1.80610	33.3	6.50
[0230]	18	7.604	1.56			6.02

[0231]	光阑 19	∞	0.88			6.06
[0232]	20*	17.059	1.93	1.49700	81.6	7.01
[0233]	21	-27.419	可变			7.18
[0234]	22*	17.766	2.71	1.69350	53.2	10.84
[0235]	23	-25.209	0.60	1.84666	23.8	10.61
[0236]	24	-296.530	可变			10.48
[0237]	25	∞	0.31	1.54427	70.6	20.94
[0238]	26	∞	0.50	1.49400	75.0	20.94
[0239]	27	∞	0.40			20.94
[0240]	28	∞	0.50	1.49831	65.1	20.94
[0241]	29	∞	0.74			20.94
[0242]	像平面	∞				
[0243]	非球面系数					
[0244]	r10K = -6.83889e-001 A4 = -1.74588e-005 A6 = 9.12125e-008					
[0245]	A8 = -1.91282e-008 A10 = 2.60759e-010					
[0246]	r14K = -3.25539e-001 A4 = -3.65995e-005 A6 = -4.25045e-007					
[0247]	A8 = 8.37541e-010					
[0248]	r20K = -1.63218e+000 A4 = -3.18974e-005 A6 = 2.69537e-006					
[0249]	A8 = -2.51783e-007 A10 = 8.99540e-009					
[0250]	r22K = 1.87341e-001 A4 = 1.91454e-005 A6 = -3.21895e-008					
[0251]	A8 = 7.84140e-009 A10 = -1.51657e-010					
[0252]	各种数据					
[0253]	变焦比	9.40				
[0254]		广角端	中间变焦位置	望远端		
[0255]	焦距	7.01	21.57	65.96		
[0256]	F 数	3.10	3.89	5.18		
[0257]	视角	28.9	10.2	3.36		
[0258]	图像高度	3.88	3.88	3.88		
[0259]	透镜总长度	87.70	87.65	87.68		
[0260]	BF	0.74	0.74	0.74		
[0261]	d5	0.60	6.72	10.64		
[0262]	d11	10.35	4.22	0.30		
[0263]	d13	17.12	7.30	1.80		
[0264]	d21	13.24	20.99	33.03		
[0265]	d24	6.36	8.39	1.87		
[0266]	入瞳位置	22.97	53.58	104.90		
[0267]	出瞳位置	-44.21	-150.70	126.82		
[0268]	前主点位置	28.89	72.07	205.37		
[0269]	后主点位置	-6.27	-20.83	-65.22		

[0270] 每个变焦透镜单元的数据

[0271]	透镜单元	第 1 表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
[0272]	1	1	25.10	9.92	2.89	-3.16
[0273]	2	6	-7.35	6.82	1.11	-3.91
[0274]	pr	12	∞	8.50	2.32	-2.32
[0275]	3	14	21.00	9.03	0.27	-7.70
[0276]	4	22	27.79	3.31	-0.12	-2.03
[0277]		25	∞	1.71	0.63	-0.63

[0278] 单个透镜数据

[0279]	透镜	第 1 表面	焦距
[0280]	1	1	-50.27
[0281]	2	2	32.96
[0282]	3	4	32.50
[0283]	4	6	-10.59
[0284]	5	8	-9.83
[0285]	6	10	14.88
[0286]	7	12	0.00
[0287]	8	14	11.29
[0288]	9	17	-9.96
[0289]	10	20	21.47
[0290]	11	22	15.43
[0291]	12	23	-32.57
[0292]	13	25	0.00
[0293]	14	26	0.00
[0294]	15	28	0.00

[0295] 数字示例 3

[0296] 单位 :mm

[0297] 表面数据

[0298]	表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
[0299]	1	69.849	1.23	1.84666	23.8	34.96
[0300]	2	35.896	7.12	1.49700	81.5	34.05
[0301]	3	-264.127	0.05			33.82
[0302]	4	31.080	4.18	1.77250	49.6	32.72
[0303]	5	97.197	可变	32.17		
[0304]	6	48.513	0.72	1.88300	40.8	17.12
[0305]	7	10.385	4.13			13.86
[0306]	8	-20.090	0.56	1.77250	49.6	13.62
[0307]	9	19.881	0.01			13.35

[0308]	10	*13.218	2.00	2.14352	17.8	13.58
[0309]	11	30.000	可变			13.23
[0310]	12	∞	8.71	1.83400	37.2	7.62
[0311]	13	∞	可变			6.65
[0312]	14*	7.947	3.29	1.58913	61.1	9.01
[0313]	15	-48.570	0.05			8.39
[0314]	16	71.006	0.72	1.74950	35.3	8.15
[0315]	17	9.442	1.99			7.55
[0316]	光阑 18	∞	3.61			7.41
[0317]	19*	10.385	3.70	1.45650	90.3	8.47
[0318]	20	-67.109	5.94			8.23
[0319]	21	-7.573	0.55	1.58913	61.1	7.50
[0320]	22	-48.018	可变			7.96
[0321]	23*	24.190	4.20	1.69350	53.2	11.17
[0322]	24	-12.383	0.61	1.84666	23.8	11.25
[0323]	25	-20.531	可变			11.40
[0324]	26	∞	0.32	1.54427	70.6	21.46
[0325]	27	∞	0.51	1.49400	75.0	21.46
[0326]	28	∞	0.41			21.46
[0327]	29	∞	0.51	1.49831	65.1	21.46
[0328]	30	∞	0.11			21.46
[0329]	像平面 ∞					
[0330]	非球面系数					
[0331]	r10K = -7.60271e-001 A4 = -2.14965e-005 A6 = -8.27907e-008					
[0332]	A8 = -1.85857e-009 A10 = 2.38955e-011					
[0333]	r14K = -3.81331e-001 A4 = -6.18891e-005 A6 = -6.15089e-007					
[0334]	A8 = -1.05099e-008					
[0335]	r19K = -3.53354e-001 A4 = -4.79216e-005 A6 = 2.24978e-008					
[0336]	A8 = 1.03870e-008 A10 = 7.88194e-011					
[0337]	r23K = -1.63549e+000 A4 = -1.48372e-005 A6 = -3.23057e-008					
[0338]	A8 = 6.95691e-009 A10 = -1.44518e-010					
[0339]	各种数据					
[0340]	变焦比	19.17				
[0341]		广角端	中间变焦位置	望远端		
[0342]	焦距	6.41	16.54	122.84		
[0343]	F 数	3.11	3.86	6.47		
[0344]	视角	31.2	13.2	1.81		
[0345]	图像高度	3.88	3.88	3.88		
[0346]	透镜总长度	105.26	101.11	106.54		

[0347]	BF	0.11	0.11	0.11		
[0348]	d5	0.62	10.95	27.64		
[0349]	d11	26.50	12.02	0.75		
[0350]	d13	15.43	6.19	1.30		
[0351]	d22	4.91	7.55	19.22		
[0352]	d25	2.57	9.16	2.39		
[0353]	入瞳位置	25.41	54.63	268.27		
[0354]	出瞳位置	-65.67	-206.91	45.34		
[0355]	前主点位置	31.19	69.85	724.79		
[0356]	后主点位置	-6.29	-16.42	-122.73		
[0357]	每个变焦透镜单元的数据					
[0358]	透镜单元	第 1 表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
[0359]	1	1	46.71	12.58	3.77	-4.09
[0360]	2	6	-9.59	7.42	1.89	-3.39
[0361]	pr	12	∞	8.71	2.38	-2.38
[0362]	3	14	19.20	19.84	-12.58	-17.01
[0363]	4	23	18.10	4.81	1.55	-1.39
[0364]		26	∞	1.75	0.65	-0.65
[0365]	单个透镜数据					
[0366]	透镜	第 1 表面	焦距			
[0367]	1	1	-88.69			
[0368]	2	2	64.09			
[0369]	3	4	57.56			
[0370]	4	6	-15.10			
[0371]	5	8	-12.86			
[0372]	6	10	19.43			
[0373]	7	12	0.00			
[0374]	8	14	11.85			
[0375]	9	16	-14.60			
[0376]	10	19	20.00			
[0377]	11	21	-15.34			
[0378]	12	23	12.39			
[0379]	13	24	-38.18			
[0380]	14	26	0.00			
[0381]	15	27	0.00			
[0382]	16	29	0.00			
[0383]	数字示例 4					
[0384]	单位 :mm					

[0385]	表面数据					
[0386]	表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
[0387]	1	∞	0.00			200.00
[0388]	2	40.005	1.20	1.84666	23.8	24.41
[0389]	3	21.097	4.57	1.59201	67.0	22.39
[0390]	4	-1426.250	0.05			21.86
[0391]	5	21.443	3.07	1.77250	49.6	20.54
[0392]	6	100.957	可变			19.87
[0393]	7	123.947	0.70	1.88300	40.8	13.46
[0394]	8	8.597	3.15			10.77
[0395]	9	-14.986	0.55	1.88300	40.8	10.55
[0396]	10	28.647	0.67			10.58
[0397]	11*	24.004	2.23	2.14352	17.8	10.88
[0398]	12	-128.210	可变			10.78
[0399]	13	∞	8.50	1.83400	37.2	8.38
[0400]	14	∞	可变			7.82
[0401]	15	∞	0.75			8.00
[0402]	16	∞	-0.75			8.01
[0403]	17*	7.916	2.91	1.69350	53.2	8.01
[0404]	18	-90.395	0.57			7.26
[0405]	19	∞	0.59			6.75
[0406]	20	-237.200	0.70	1.80610	33.3	6.29
[0407]	21	7.398	1.52			5.75
[0408]	光阑 22	∞	2.25			5.76
[0409]	23*	14.747	2.11	1.49700	81.6	7.27
[0410]	24	-24.750	可变			7.52
[0411]	25*	18.800	4.00	1.69350	53.2	10.66
[0412]	26	-18.431	0.60	1.76182	26.5	10.24
[0413]	27	694.626	可变			10.05
[0414]	28	115.000	0.81	1.51633	64.1	8.83
[0415]	29	∞	0.00			8.71
[0416]	30	∞	0.40			20.94
[0417]	31	∞	0.50	1.49831	65.1	20.94
[0418]	32	∞	1.11			20.94
[0419]	像平面					
[0420]	非球面系数					
[0421]	r11 K = 3.75709e-001 A4 = -6.87536e-007 A6 = -2.74594e-007					
[0422]	A8 = -3.34517e-009 A10 = 5.46744e-011					
[0423]	r17 K = -3.19546e-001 A4 = -3.44312e-005 A6 = -5.38007e-007					

[0424]	A8 = 3.09698e-009				
[0425]	r23 K = -1.71905e+000 A4 = -3.34666e-005 A6 = 2.77369e-006				
[0426]	A8 = -2.66243e-007 A10 = 9.10758e-009				
[0427]	r25 K = -9.90052e-002 A4 = 1.19499e-005 A6 = 3.10778e-007				
[0428]	A8 = -6.88274e-009 A10 = 7.59089e-011				
[0429]	各种数据				
[0430]	变焦比	5.99			
[0431]		广角端	中间变焦位置	望远端	
[0432]	焦距	7.01	20.03	42.04	
[0433]	F 数	3.10	3.90	4.31	
[0434]	视角	28.9	11.0	5.27	
[0435]	图像高度	3.88	3.88	3.88	
[0436]	透镜总长度	88.05	88.03	88.05	
[0437]	BF	1.11	1.11	1.11	
[0438]	d1	2.97	2.97	2.96	
[0439]	d6	0.60	6.72	10.65	
[0440]	d12	10.34	4.22	0.30	
[0441]	d14	14.11	4.62	1.80	
[0442]	d24	12.69	20.48	25.17	
[0443]	d27	4.59	6.28	4.41	
[0444]	入瞳位置	23.96	48.86	85.75	
[0445]	出瞳位置	-54.79	-283.95	396.05	
[0446]	前主点位置	30.09	67.49	132.26	
[0447]	后主点位置	-5.90	-18.93	-40.92	
[0448]	每个变焦透镜单元的数据				
[0449]	透镜单元	第 1 表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置 后主点位置
[0450]	1	1	26.69	8.89	2.24 -3.13
[0451]	2	7	-7.83	7.30	0.68 -5.01
[0452]	pr	13	∞	8.50	2.32 -2.32
[0453]	3	15	20.54	10.65	2.64 -8.27
[0454]	4	25	30.75	4.60	-0.36 -3.03
[0455]	5	28	222.73	1.71	0.00 -1.27
[0456]	单个透镜数据				
[0457]	透镜	第 1 表面	焦距		
[0458]	1	2	-54.30		
[0459]	2	3	35.16		
[0460]	3	5	34.66		
[0461]	4	7	-10.49		
[0462]	5	9	-11.08		

[0463]	6	11	17.82			
[0464]	7	13	0.00			
[0465]	8	17	10.62			
[0466]	9	20	-8.89			
[0467]	10	23	18.93			
[0468]	11	25	14.04			
[0469]	12	26	-23.56			
[0470]	13	28	222.73			
[0471]	14	31	0.00			
[0472]	数字示例 5					
[0473]	单位 :mm					
[0474]	表面数据					
[0475]	表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
[0476]	1	47.940	1.20	1.84666	23.8	27.53
[0477]	2	23.137	5.05	1.59240	68.3	26.35
[0478]	3	-259.356	0.05			26.23
[0479]	4	21.007	4.05	1.77250	49.6	24.57
[0480]	5	87.358	可变			23.84
[0481]	6	71.299	0.70	1.88300	40.8	14.62
[0482]	7	8.213	3.67			11.31
[0483]	8	-14.347	0.70	1.88300	40.8	11.07
[0484]	9	23.448	0.05			11.11
[0485]	10*	16.390	1.95	2.14352	17.8	11.27
[0486]	11	723.372	可变			11.14
[0487]	12	∞	8.50	1.83400	37.2	8.27
[0488]	13	∞	可变			7.18
[0489]	14	100.000	1.00	1.83400	37.2	7.49
[0490]	15	39.837	2.93			7.65
[0491]	16*	8.475	2.80	1.65100	56.2	8.07
[0492]	17	-199.396	1.04			7.94
[0493]	18	24.325	0.70	1.80610	33.3	7.73
[0494]	19	8.059	0.62			7.43
[0495]	20*	23.985	1.98	1.49700	81.6	7.43
[0496]	21	-24.828	可变			7.69
[0497]	22*	13.596	2.67	1.51633	64.1	10.01
[0498]	23	-38.595	0.60	1.84666	23.8	9.76
[0499]	24	1059.708	可变			9.66
[0500]	25	∞	0.31	1.54427	70.6	20.94
[0501]	26	∞	0.50	1.49400	75.0	20.94

[0502]	27	∞	0.40			20.94
[0503]	28	∞	0.50	1.4983	165.1	20.94
[0504]	29	∞	0.22			20.94
[0505]	像平面 ∞					
[0506]	非球面系数					
[0507]	r10 K = -8.67091e-001 A4 = -2.07518e-005 A6 = 1.42567e-007					
[0508]	A8 = -2.52900e-008 A10 = 3.48108e-010					
[0509]	r16 K = -4.48898e-001 A4 = -7.59908e-005 A6 = -2.63291e-007					
[0510]	A8 = -8.45311e-009					
[0511]	r20 K = 4.22377e-001 A4 = 3.44407e-006 A6 = 2.43684e-007					
[0512]	A8 = 5.78953e-008					
[0513]	r22 K = 1.22038e-001 A4 = -1.60158e-006 A6 = 2.33052e-006					
[0514]	A8 = -9.37529e-008 A10 = 1.44928e-009					
[0515]	各种数据					
[0516]	变焦比	7.67				
[0517]		广角端	中间变焦位置	望远端		
[0518]	焦距	7.00	20.15	53.74		
[0519]	F 数	3.11	3.71	4.44		
[0520]	视角	29.0	10.9	4.13		
[0521]	图像高度	3.88	3.88	3.88		
[0522]	透镜总长度	88.44	88.38	88.38		
[0523]	BF	0.22	0.22	0.22		
[0524]	d5	0.60	7.26	11.71		
[0525]	d11	11.42	4.73	0.30		
[0526]	d13	13.03	5.45	2.80		
[0527]	d21	13.55	19.47	28.93		
[0528]	d2	47.66	9.28	2.45		
[0529]	入瞳位置	22.83	53.24	107.11		
[0530]	出瞳位置	-50.33	-94.79	-1825.34		
[0531]	前主点位置	28.86	69.12	159.27		
[0532]	后主点位置	-6.79	-19.93	-53.52		
[0533]	每个变焦透镜单元的数据					
[0534]	透镜单元	第 1 表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
[0535]	1	1	27.10	10.35	2.53	-3.66
[0536]	2	6	-7.48	7.07	1.13	-4.04
[0537]	pr	12	∞	8.50	2.32	-2.32
[0538]	3	14	20.58	11.07	3.52	-5.08
[0539]	4	22	34.18	3.27	-0.57	-2.62

[0540]		25	∞	1.71	0.63	-0.63
[0541]	单个透镜数据					
[0542]	透镜	第 1 表面	焦距			
[0543]	1	1	-54.02			
[0544]	2	2	36.10			
[0545]	3	4	34.88			
[0546]	4	6	-10.57			
[0547]	5	8	-9.99			
[0548]	6	10	14.64			
[0549]	7	12	0.00			
[0550]	8	14	-80.00			
[0551]	9	16	12.55			
[0552]	10	18	-15.24			
[0553]	11	20	24.88			
[0554]	12	22	19.82			
[0555]	13	23	-43.97			
[0556]	14	25	0.00			
[0557]	15	26	0.00			
[0558]	16	28	0.00			

[0559] 表 1

[0560]	数字示例	条件					
[0561]		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
[0562]	1	1.87	0.62	1.55	2.71	0.91	0.91
[0563]	2	1.51	0.79	1.79	3.00	1.02	0.93
[0564]	3	1.84	0.49	0.54	3.00	1.04	0.76
[0565]	4	1.43	0.80	1.62	2.93	0.92	0.95
[0566]	5	2.03	0.36	1.76	2.94	0.82	1.02

[0567] 尽管已参考示例性实施例描述了本发明,但是应理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。将给予权利要求的范围以最广泛的解释以包括所有修改、等同结构和功能。

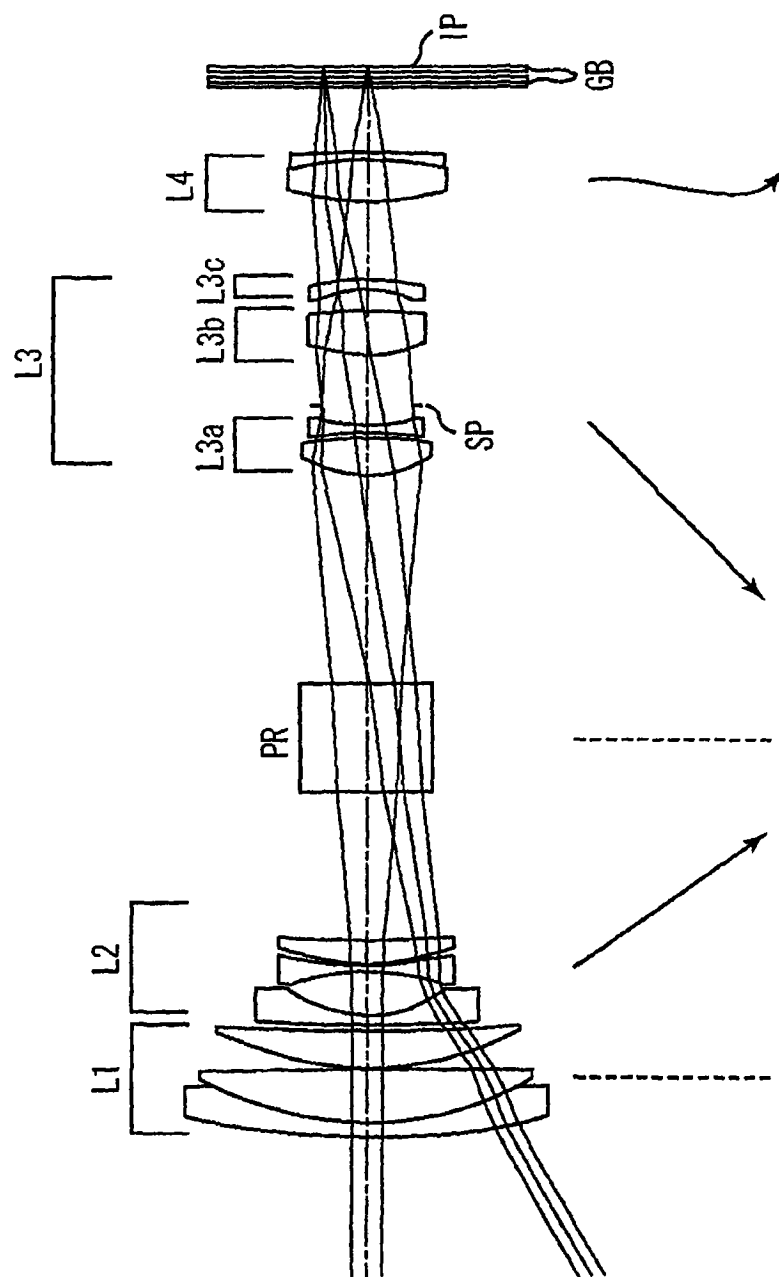


图 1

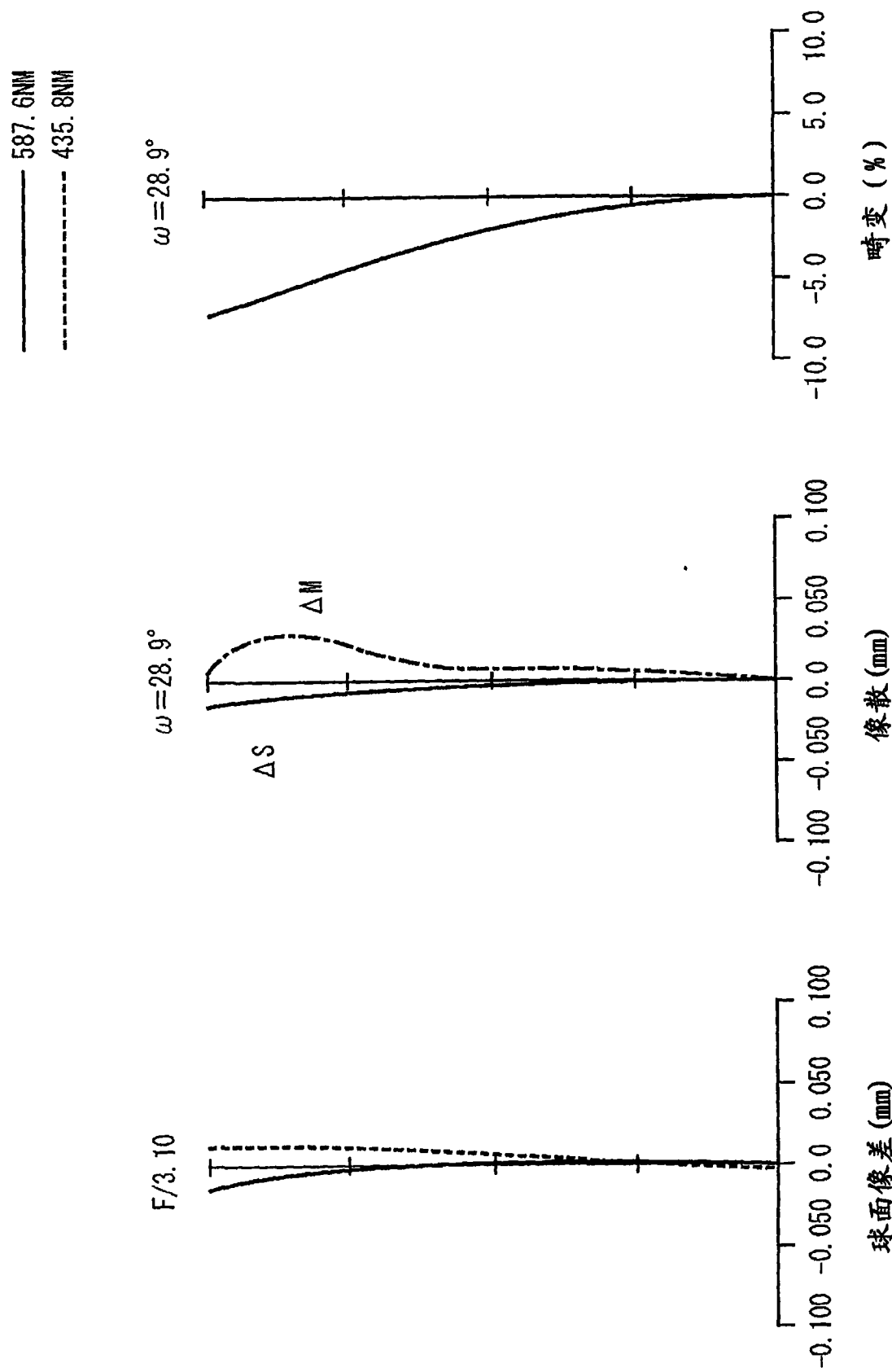


图 2A

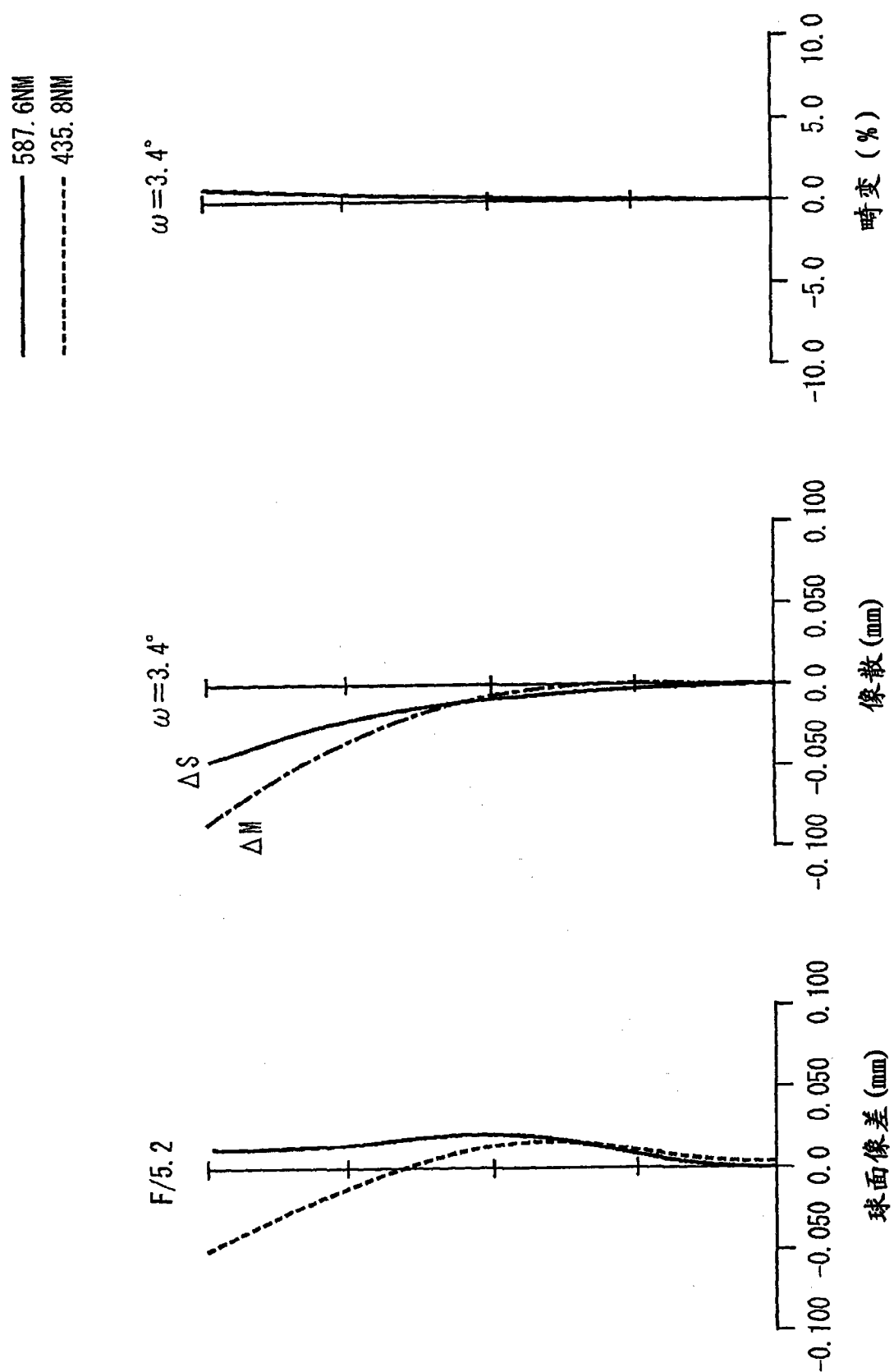


图 2B

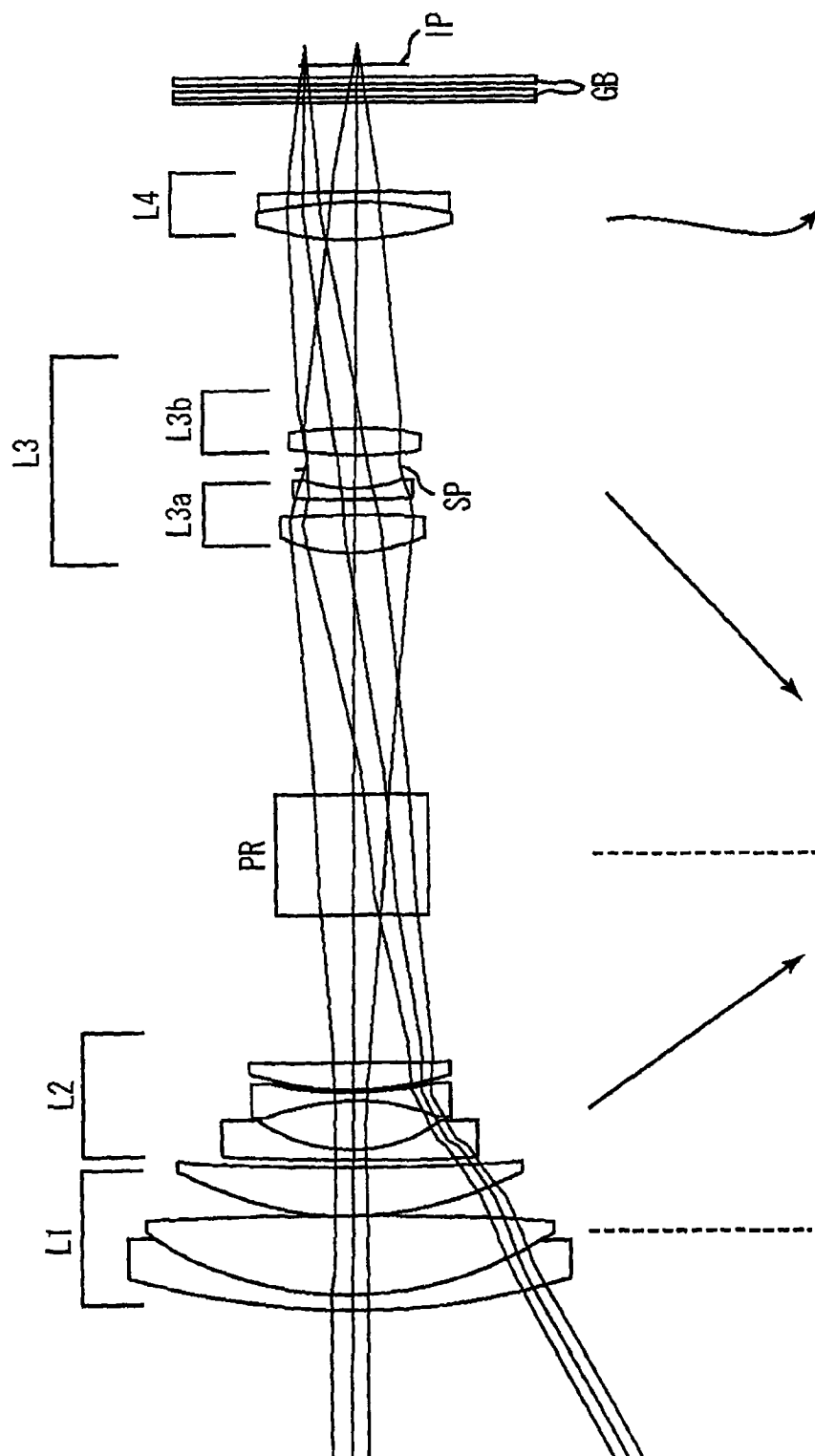


图 3

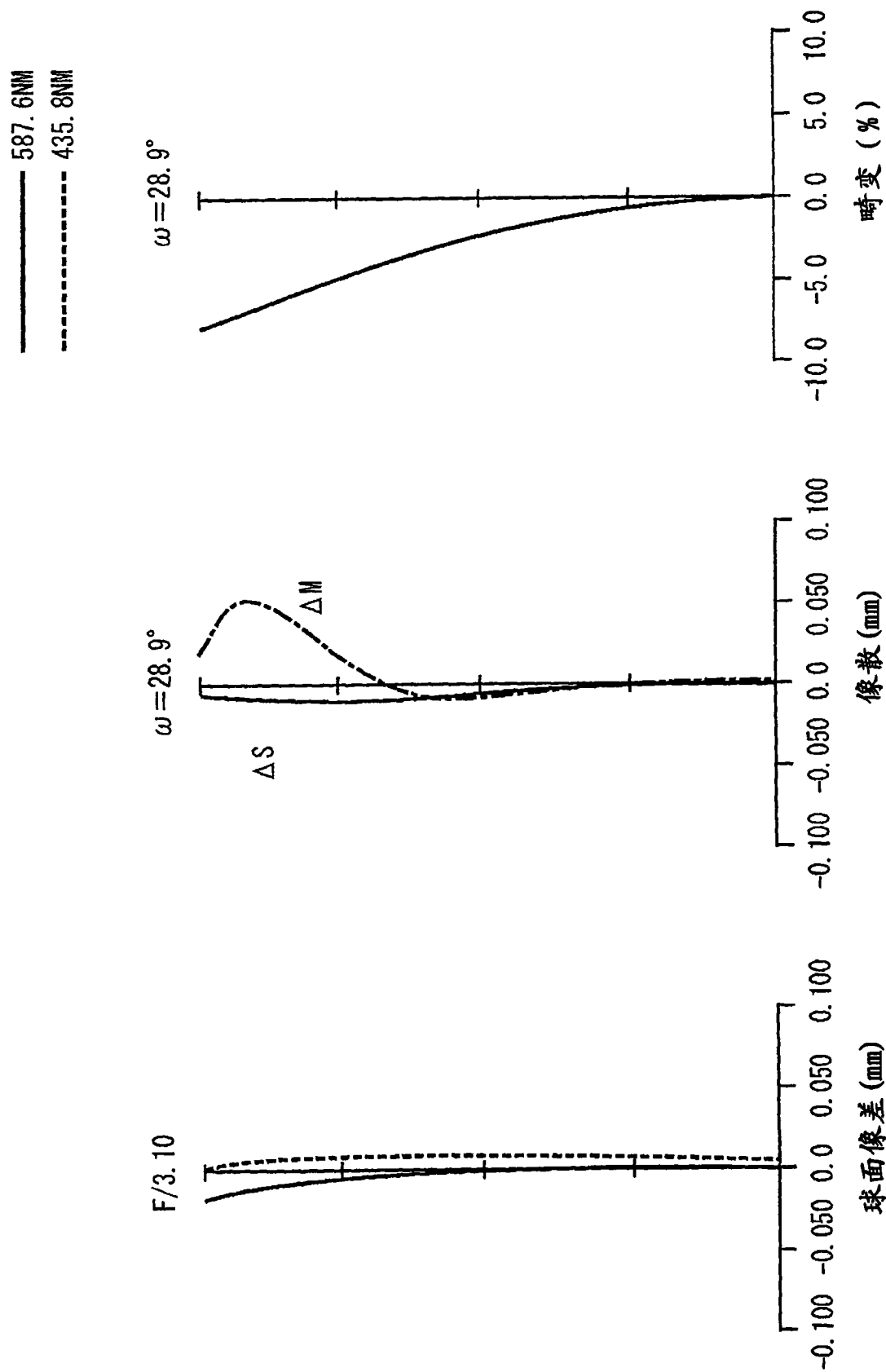


图 4A

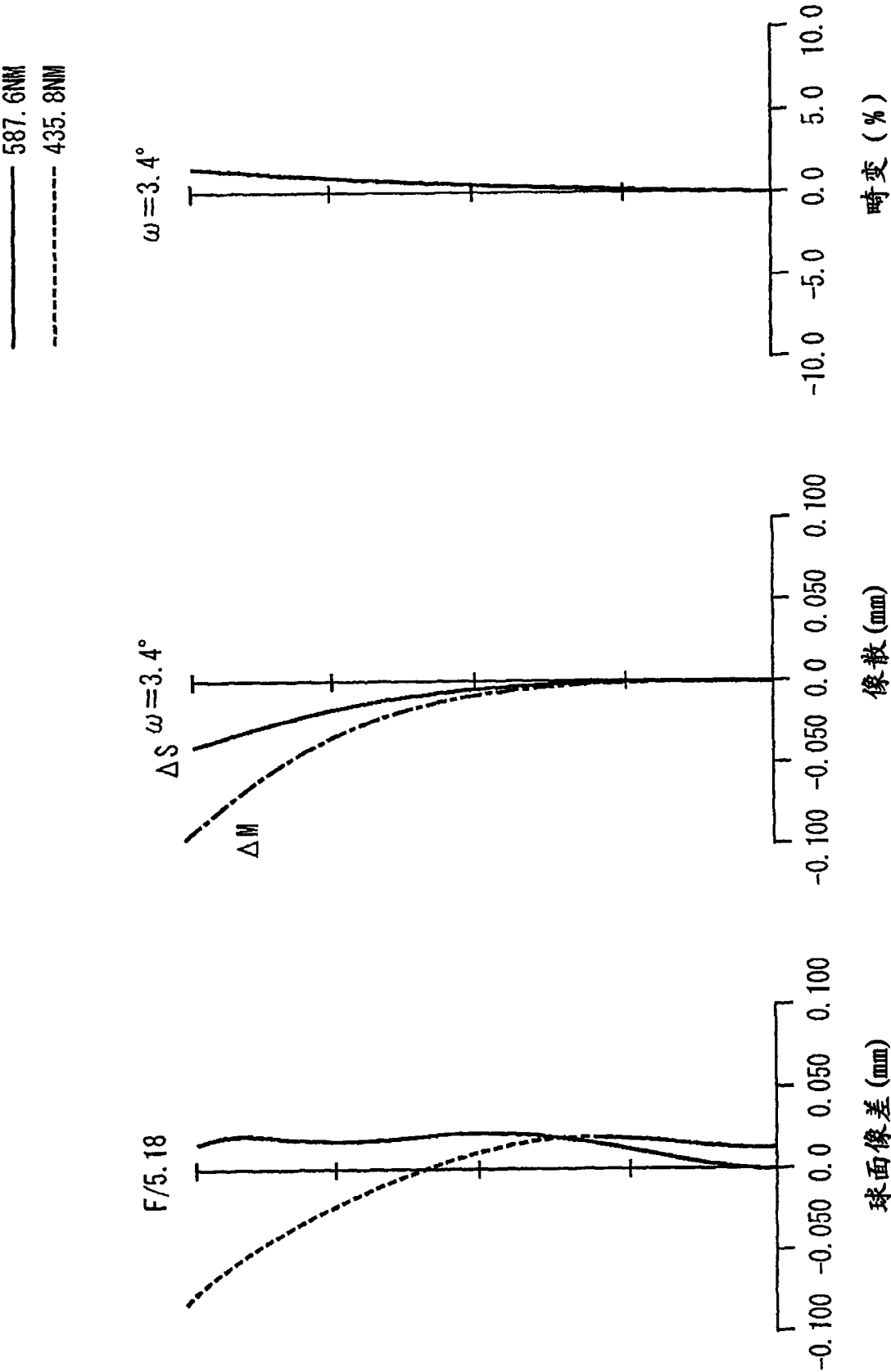


图 4B

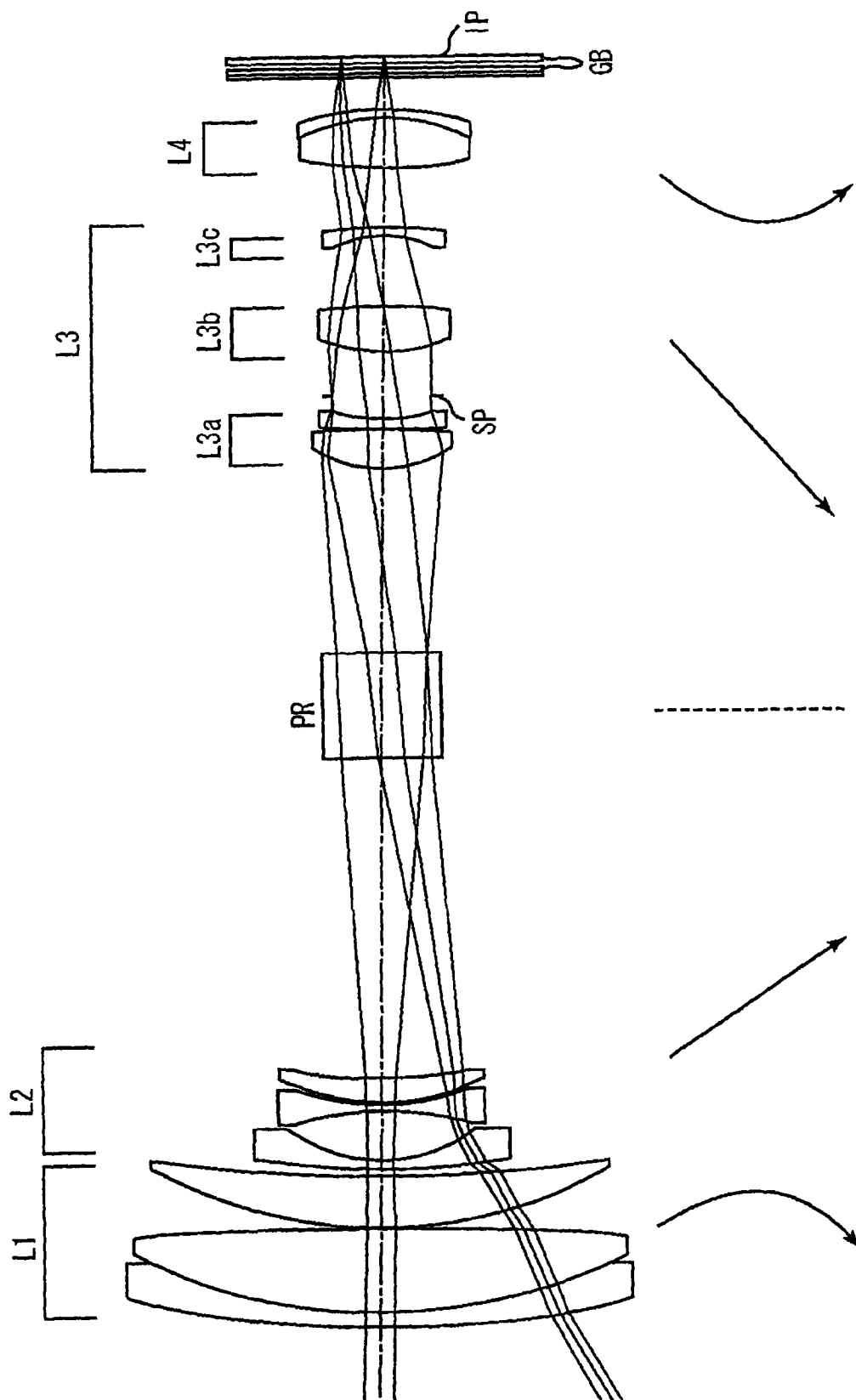


图 5

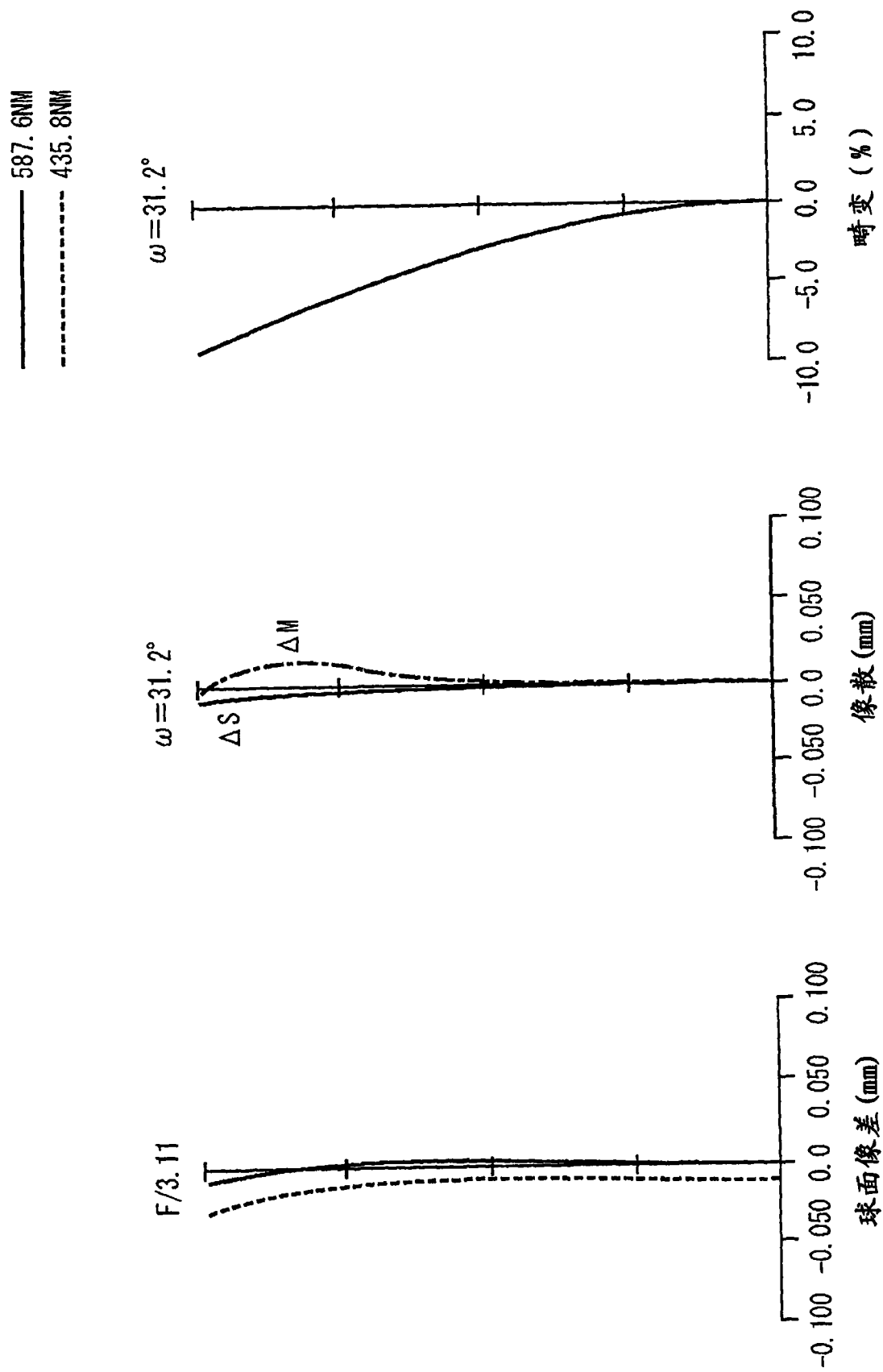


图 6A

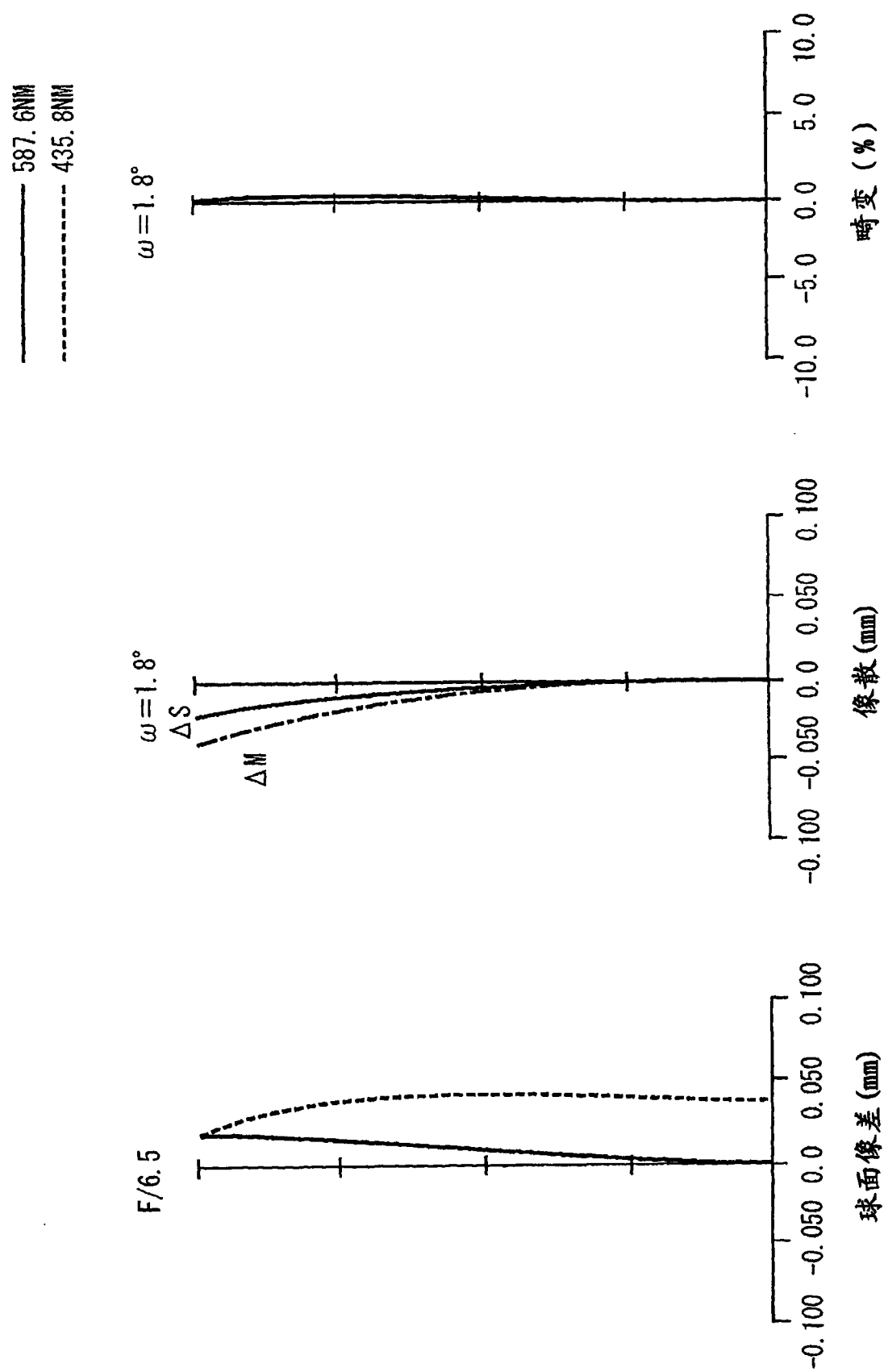


图 6B

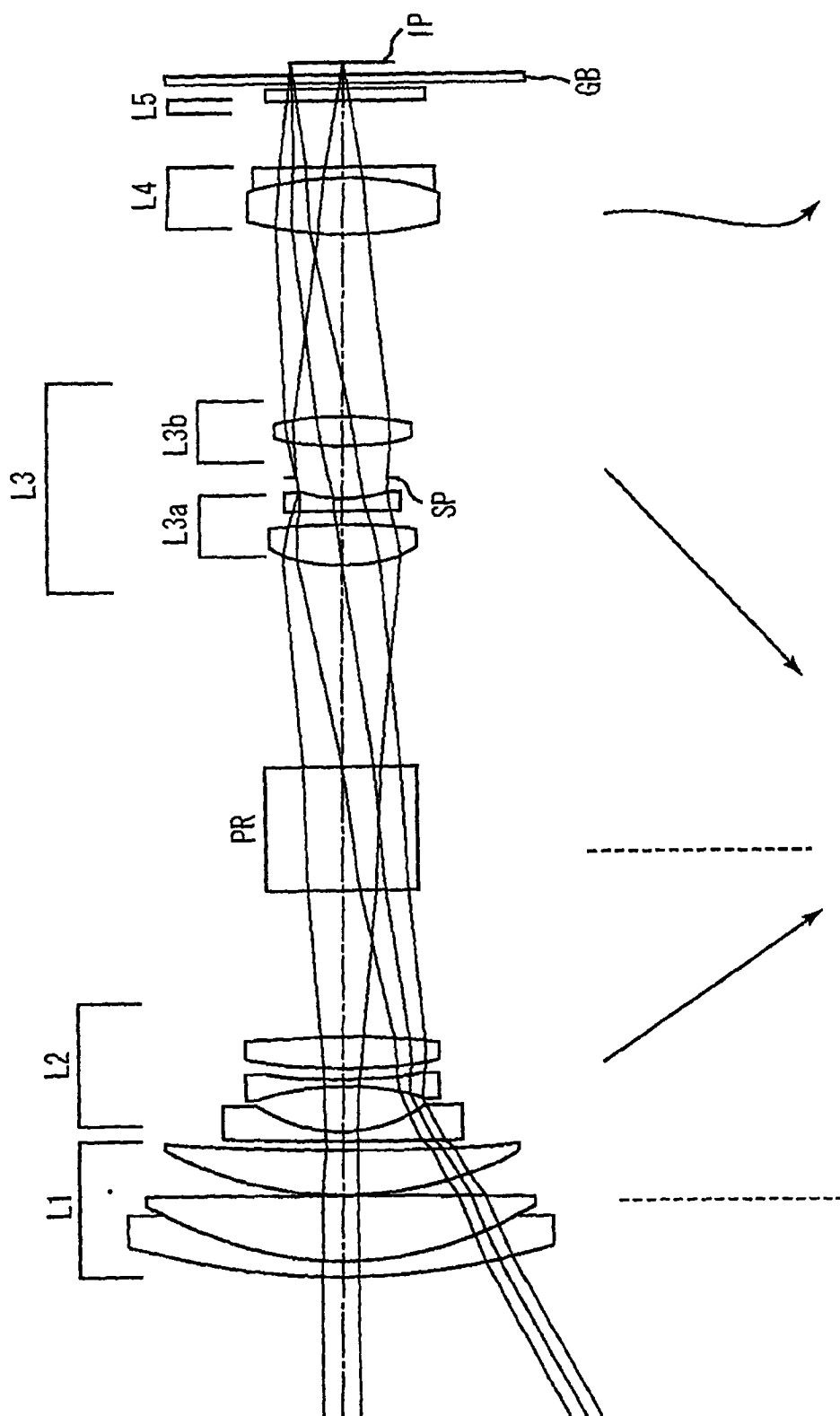


图 7

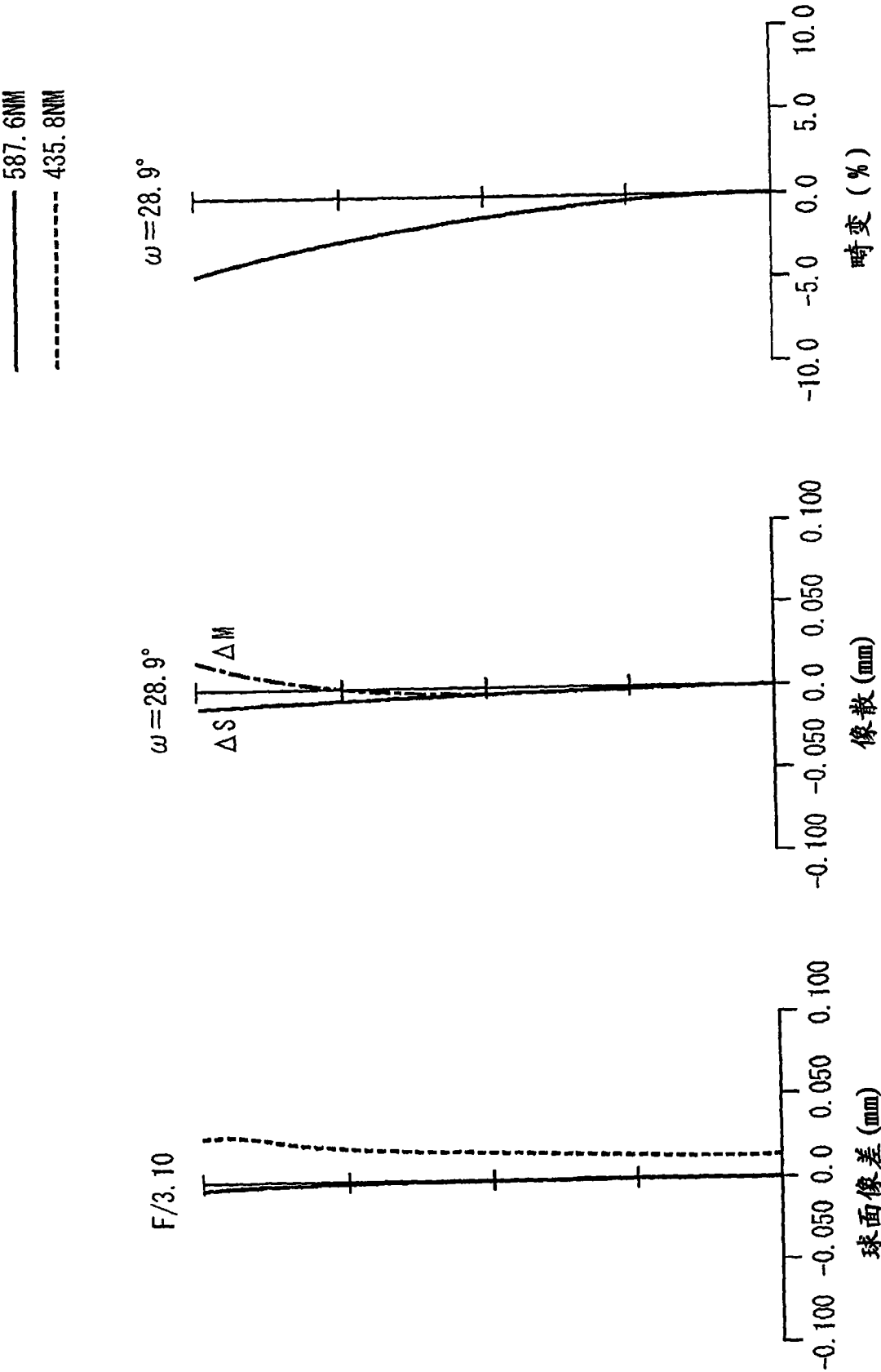


图 8A

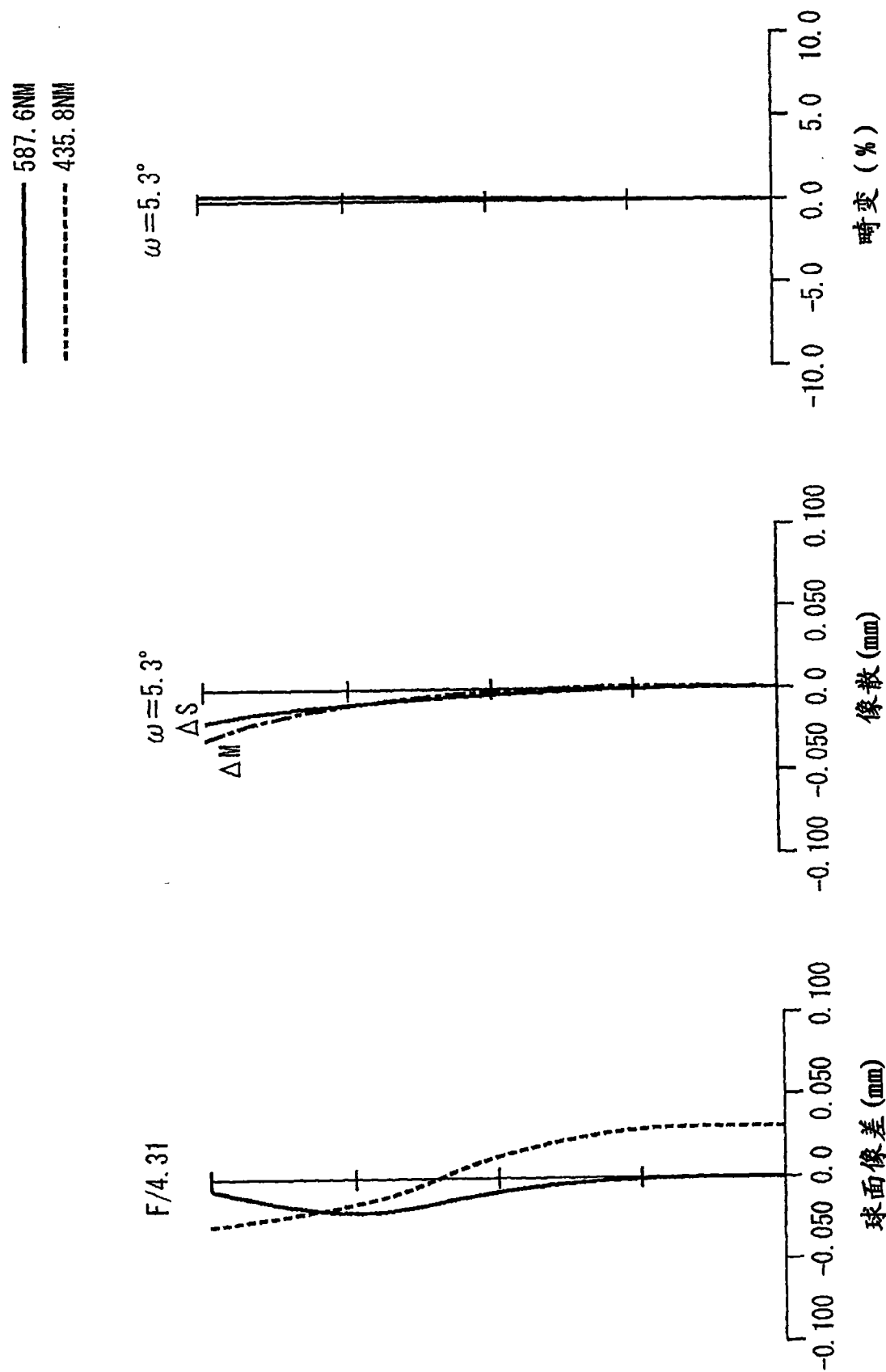


图 8B

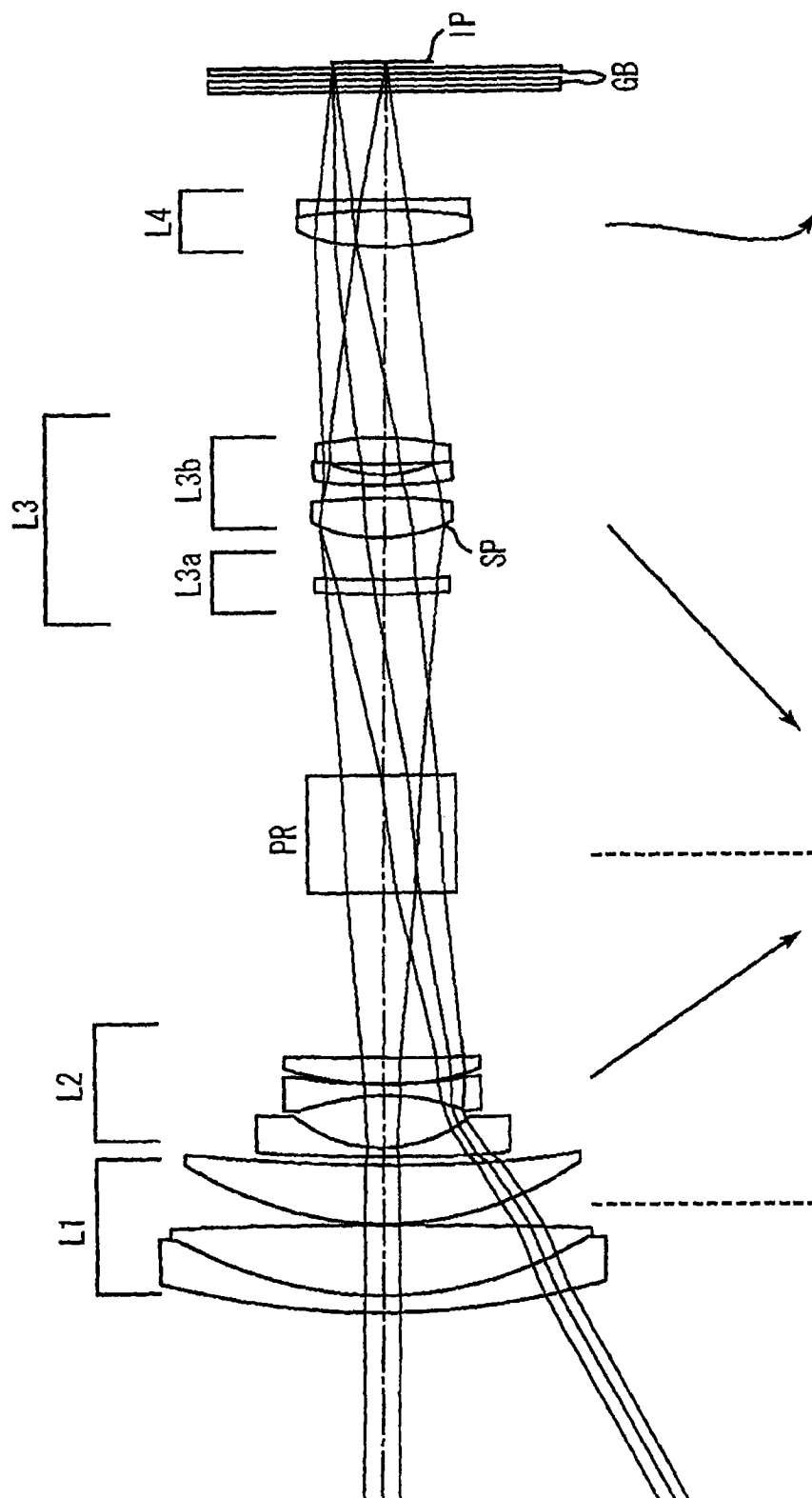


图 9

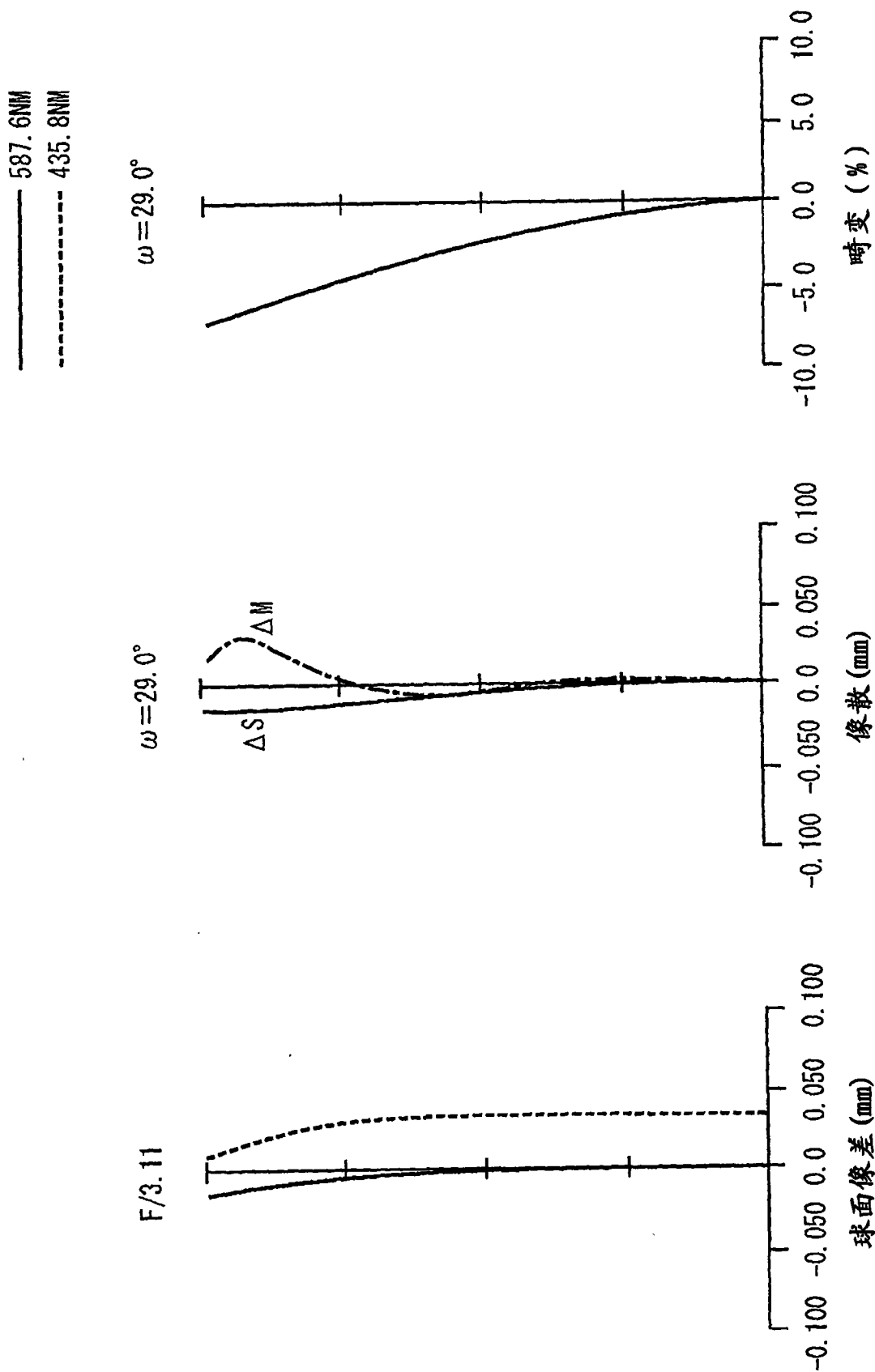


图 10A

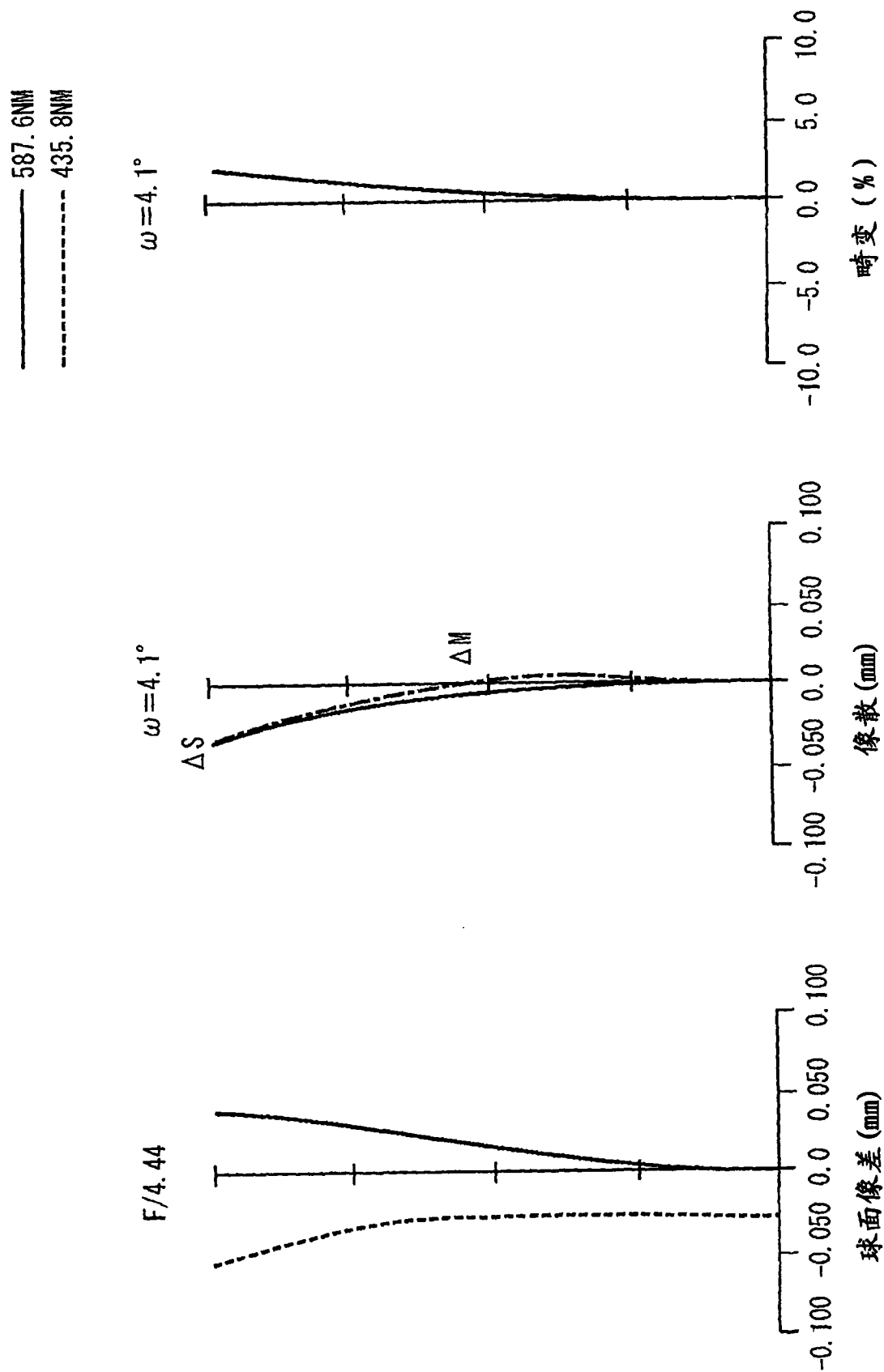


图 10B

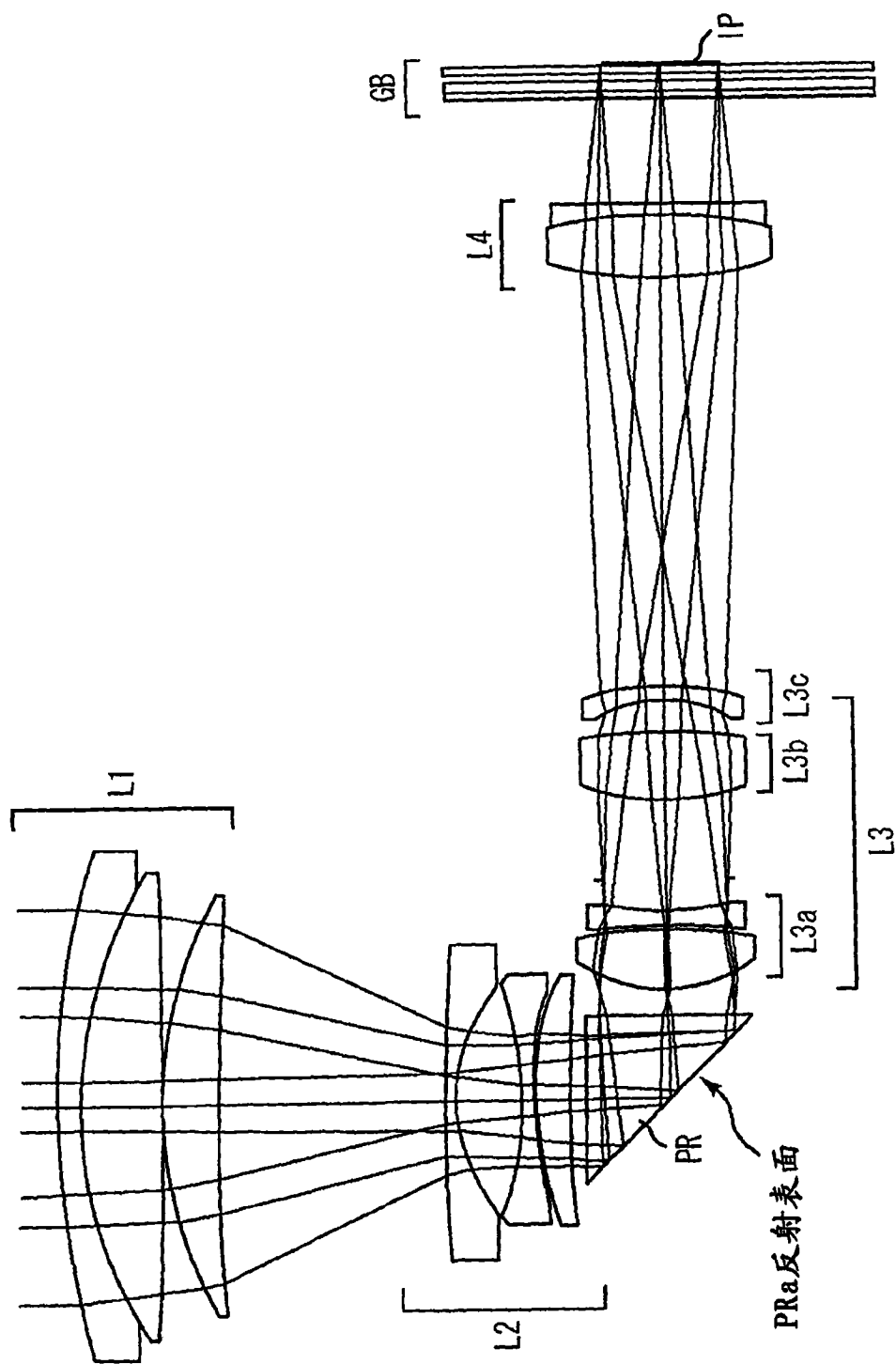


图 11

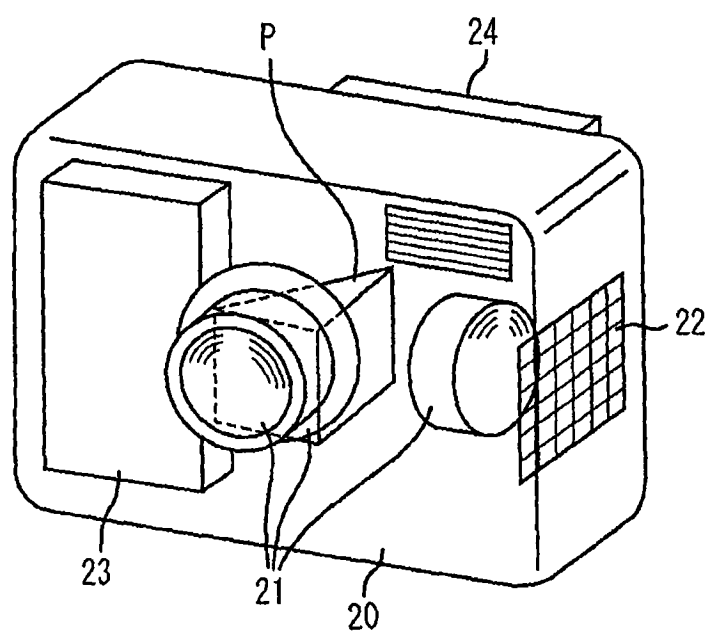


图 12