



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101750724 B

(45) 授权公告日 2011.08.24

(21) 申请号 200910253818.3

CN 1591074 A, 2005.03.09, 全文.

(22) 申请日 2009.12.08

审查员 孙寒

(30) 优先权数据

2008-316039 2008.12.11 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

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 魏小薇

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1977205 A, 2007.06.06, 全文.

CN 101008701 A, 2007.08.01, 全文.

EP 1873569 A1, 2007.06.28, 全文.

US 2007/0053069 A1, 2007.03.08, 全文.

JP 特开 2005-106878 A, 2005.04.21, 全文.

CN 1869760 A, 2006.11.29, 全文.

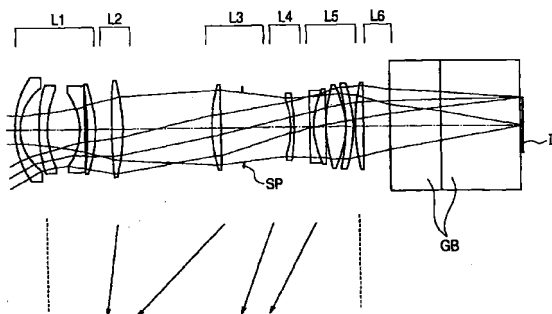
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 10 页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的光学设备

(57) 摘要

本发明涉及变焦透镜和包括变焦透镜的光学设备。提供一种在后聚焦型光学系统中畸变和横向色差的高次分量均被校正的变焦透镜。所述变焦透镜从放大侧依次包括负的第一透镜单元、正的第二透镜单元和正的后透镜组。具有高色散和高异常色散的固体材料被用于包含于第一透镜单元中的负透镜,以提供适当的形状和折光力。



1. 一种变焦透镜,该变焦透镜从放大侧依次包括:

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);以及

后透镜组,其包含多个透镜单元,并且整体上具有正折光力,

其中,至少两个透镜单元为了变倍而移动,

其中,第一透镜单元 (L1) 包含具有负折光力的第一透镜,并且

其中,满足以下的条件:

$$0.79 < \theta_{gF_{NL}} - (1.0E-4 \times vd_{NL}^2 - 9.1E-3 \times vd_{NL}) < 1.00,$$

$$1.5 < (R1+R2)/(R1-R2) < 10.0,$$

$$0.0005 < |(\Delta \theta_{gF_{NL}} \cdot fw)/(vd_{NL} \cdot f_{NL})| < 0.0020,$$

其中, R1 和 R2 表示第一透镜的放大侧曲率半径和缩小侧曲率半径, $\theta_{gF_{NL}}$ 表示第一透镜关于 g 线和 F 线的部分色散比, vd_{NL} 表示第一透镜的阿贝数, N_{NL} 表示第一透镜的折射率, fw 表示整个系统在广角端的焦距, 并且 f_{NL} 表示第一透镜的焦距, 以及其中, $\Delta \theta_{gF_{NL}} = \theta_{gF_{NL}} - (-0.001682 \times vd_{NL} + 0.6438)$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 第一透镜的阿贝数 vd_{NL} 满足以下的条件:

$$10.0 < vd_{NL} < 23.5。$$

3. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 满足以下的条件:

$$10.0 < vp < 38.0$$

其中, vp 表示位置最接近第一透镜的正透镜的阿贝数。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 第一透镜的折射率 N_{NL} 满足以下的条件:

$$1.70 < N_{NL} < 2.30$$

5. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 在构成所述变焦透镜的多个透镜当中, 第一透镜的位置最接近放大侧。

6. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 所述后透镜组从放大侧依次包含具有正折光力的第三透镜单元 (L3) 和具有负折光力的第四透镜单元 (L4)。

7. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 后透镜组从放大侧依次包含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) 和具有正折光力的第六透镜单元 (L6)。

8. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 在图像拾取元件的光入射表面上形成对象的图像。

9. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 投影表面和图像显示元件被配置为具有共轭关系, 使得在图像显示元件上显示的图像被投影到投影表面上。

10. 一种光学设备, 包括根据权利要求 1 ~ 9 中的任一项所述的变焦透镜。

变焦透镜和包括变焦透镜的光学设备

技术领域

[0001] 本发明涉及包括位于放大侧的负透镜单元的后聚焦型 (retrofocus) 变焦透镜。

背景技术

[0002] 在诸如液晶投影仪之类的图像投影设备中, 需要具有宽场角的光学系统, 以便在短距离处投影大的图像。与此相对, 需要具有相对较长的后焦距的光学系统, 以在投影光学系统的最后表面与诸如液晶板之类的图像显示元件之间提供颜色组合光学系统 (诸如棱镜)。

[0003] 用于单镜头反射式照相机的可互换镜头需要该可互换镜头的后侧 (图像拾取元件侧或胶片表面侧) 的用于设置镜箱的空间, 因而需要所述可互换镜头具有比焦距长的后焦距。

[0004] 因此, 作为这种光学系统, 使用在放大侧布置负折光力并且在缩小侧布置正折光力的后聚焦型光学系统。但是, 折光力被非对称地布置, 因此难以校正畸变或横向色差。

[0005] 近年来, 在图像投影设备中使用的图像显示元件的像素数量和单镜头反射式照相机中使用的图像拾取元件的像素数量迅速增加。出于这种原因, 需要在整个变倍范围 (magnification range) 上具有高光学性能的光学系统。特别地, 在较高的程度上校正与图像畸变对应的畸变或影响白色光源的情况下的图像的颜色模糊或锐度的色差是重要的。

[0006] 美国专利 No. 7292398 和美国专利 No. 7480102 各公开了一种结构, 在所述结构中, 设置具有大的异常色散 (extraordinary dispersion) 的光学元件作为后聚焦型光学系统的第一透镜单元 (负透镜单元) 的凹透镜, 其中, 所述负透镜单元被设置在放大侧, 以由此减少横向色差。

[0007] 在上述的结构中, 具有大的异常色散的材料受到小的负折光力影响, 以校正广角区域附近的 g 线的横向色差。但是, 当通过数字图像拾取设备获得的图像要被大大地放大时, 或者当该图像要被图像投影设备放大并投影到屏幕上时, 必需进一步减小色差。但是, 为了校正色差, 当由异常色散材料制成的元件的折光力增大以强烈校正色差时, 该元件需要具有双凹形状, 因此难以在较高的标准上校正畸变。

[0008] 日本专利申请公开 No. 2007-178894 公开了一种结构, 在该结构中, 为后聚焦型光学系统的第一透镜单元 (负透镜单元) 设置具有比基准线 ($\theta = -0.001682 * v d + 0.6438$) 大的部分色散特性的凹透镜, 在所述后聚焦型光学系统中, 所述负透镜单元被设置在放大侧。

[0009] 在上述的日本专利申请公开 No. 2007-178894 中, 所述负透镜的异常色散特性和折光力是不足够的, 因此没有充分地获得二次色差校正效果。因此, 难以在广角端充分地校正图像附近的 g 线的横向色差。

发明内容

[0010] 根据本发明, 提供一种变焦透镜, 该变焦透镜从放大侧依次包括: 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；以及后透镜组，所述后透镜组包括多个透镜单元，并且整体上具有正折光力，其中，至少两个透镜单元为了变倍而移动，所述第一透镜单元包括具有负折光力的第一透镜，并且，满足以下的条件：

[0011] $0.79 < \theta_{gF_{NL}} - (1.0E-4 \times v_{d_{NL}}^2 - 9.1E-3 \times v_{d_{NL}}) < 1.00,$

[0012] $1.5 < (R1+R2)/(R1-R2) < 10.0,$

[0013] $0.0005 < |\Delta \theta_{gF_{NL}} \cdot fw| / (v_{d_{NL}} \cdot f_{NL}) < 0.0020,$

[0014] 其中，R1 和 R2 表示第一透镜的放大侧曲率半径和缩小侧曲率半径， $\theta_{gF_{NL}}$ 表示第一透镜关于 g 线和 F 线的部分色散比， $v_{d_{NL}}$ 表示第一透镜的阿贝数， N_{NL} 表示第一透镜的折射率， f_{NL} 表示第一透镜的焦距，并且其中， $\Delta \theta_{gF_{NL}} = \theta_{gF_{NL}} - (-0.001682 \times v_{d_{NL}} + 0.6438)$ 。

[0015] 根据本发明，即使当设置后聚焦型光学系统作为变焦透镜时，也可极好地减小畸变和横向色差两者。

[0016] 通过参照附图阅读示例性实施例的以下描述，本发明的其它特征变得清晰。

附图说明

[0017] 图 1 是示出本发明的实施例 1 的透镜截面图；

[0018] 图 2 是示出本发明的实施例 2 的透镜截面图；

[0019] 图 3 是示出本发明的实施例 3 的透镜截面图；

[0020] 图 4A 和图 4B 是本发明的实施例 1 中的像差图；

[0021] 图 5A 和图 5B 是本发明的实施例 2 中的像差图；

[0022] 图 6A 和图 6B 是本发明的实施例 3 中的像差图；

[0023] 图 7 示出根据本发明的图像投影设备。

具体实施方式

[0024] 以下，参照附图详细描述根据本发明的每一个示例性实施例的变焦透镜和包含所述变焦透镜的光学设备（诸如图像拾取设备或图像投影设备）。

[0025] 注意，图像拾取设备包括：诸如电荷耦合器件（CCD）之类的图像拾取元件，其用于将对象的图像（光）光电转换成电信号；以及变焦透镜，其用于在图像拾取元件（CCD）上形成对象的图像。图像投影设备包括：诸如液晶板或具有多个微反射镜的微反射镜器件之类的图像显示元件；以及变焦透镜，其用于将来自图像显示元件的光投影到诸如屏幕之类的投影表面上。换句话说，根据变焦透镜，使图像显示元件和投影表面具有共轭关系（用于在投影表面上形成来自图像显示元件的图像的关系）。

[0026] 在上述的图像拾取设备中，缩小侧（缩小共轭侧或共轭长度短的侧）与图像拾取元件侧（CCD 侧）对应，并且，放大侧与对象侧（放大共轭侧、共轭长度长的侧、或物侧）对应。在图像投影设备中，缩小侧与图像显示元件侧（液晶板侧或 LCD（液晶显示器）侧）对应，并且，放大侧与诸如屏幕侧之类的投影表面侧（光行进方向）对应。

[0027] 在根据本发明的实施例 1 ~ 3 的每一个变焦透镜中，至少两个透镜单元在变倍过程中移动，由此确保希望的变倍比。广角端和望远端与用于变焦的透镜单元在机械结构上位于所述透镜单元在光轴上可移动的范围的两端中的每一个时的变焦位置对应。

[0028] 下面，描述根据本发明的示例性实施例的变焦透镜。

[0029] 根据本发明的每一个变焦透镜从放大侧依次包括：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、以及包含多个透镜单元并且整体上具有正折光力的后透镜组。所述后透镜组在后面描述的实施例 1 中包含第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元和第六透镜单元，并且，在后面描述的实施例 2 和 3 中的每一个中包含第三透镜单元和第四透镜单元。多个透镜单元在变倍过程中（在变焦过程中）在光轴方向上移动。位置最接近放大侧并具有负折光力的第一透镜单元在变倍过程中不移动，但是在聚焦过程中移动。

[0030] 根据上述的变焦透镜的特征，第一透镜单元包括具有负折光力的第一透镜，并且该第一透镜满足以下的条件式 (1)、(2) 和 (3)。

$$[0031] \quad 0.79 < \theta_{gF_{NL}} - (1.0E-4 \times v_{d_{NL}}^2 - 9.1E-3 \times v_{d_{NL}}) < 1.00 \quad (1)$$

$$[0032] \quad 1.5 < (R1+R2)/(R1-R2) < 10.0 \quad (2)$$

$$[0033] \quad 0.0005 < |\Delta \theta_{gF_{NL}} \cdot fw| / (v_{d_{NL}} \cdot f_{NL}) < 0.0020 \quad (3)$$

[0034] 这里， $\theta_{gF_{NL}}$ 表示第一透镜关于 g 线和 F 线的部分色散比， $v_{d_{NL}}$ 表示第一透镜的阿贝数， N_{NL} 表示第一透镜的折射率， f_{NL} 表示第一透镜的焦距。另外，假定 $\Delta \theta_{gF_{NL}}$ 由下式定义：

$$[0035] \quad \Delta \theta_{gF_{NL}} = \theta_{gF_{NL}} - (-0.001682 \times v_{d_{NL}} + 0.6438),$$

[0036] 并且，R1 和 R2 表示第一透镜的放大侧曲率半径和缩小侧曲率半径。

[0037] 一般使用如上面描述的那样定义的第一透镜的阿贝数 v_d （在这种情况下为 $v_{d_{NL}}$ ）和 θ_{gF} （在这种情况下为 $\theta_{gF_{NL}}$ ）。当关于 g 线、F 线、d 线和 C 线的折射率由 N_g 、 N_F 、 N_d 和 N_C 表示时， v_d 和 θ_{gF} 由下式表达：

$$[0038] \quad v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$[0039] \quad \theta_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

[0040] 在本发明中，固体材料指的是在使用光学系统的情况下为固体的材料，因此不提及诸如制造状态之类的光学系统被使用之前的状态。例如，通过使在制造过程中为液体的材料固化获得的固体材料与本发明中的固体材料对应。

[0041] 条件式 (1) 规定第一透镜的阿贝数和部分色散比之间的关系。当条件式 (1) 的条件超出其上限和下限中的任一个时，第一透镜的异常色散变得过大或不足，因此难以校正二次色差。

[0042] 更希望满足以下的条件式 (1a)，由此可实现极好地减小短波长区域中的横向色差的变焦透镜。

$$[0043] \quad 0.79 < \theta_{gF_{NL}} - (1.0E-4 \times v_{d_{NL}}^2 - 9.1E-3 \times v_{d_{NL}}) < 0.95 \quad (1a)$$

[0044] 条件式 (2) 规定第一透镜的形状。当条件式 (2) 的条件超出其下限时，放大侧曲率半径变小，因此难以校正畸变。与此相反，当条件式 (2) 的条件超出其上限时，对于固体材料提供的折光力变小，因此，二次色差校正性能降低。

[0045] 更希望满足以下的条件式 (2a)，由此可实现极好地减小畸变和二次色差的变焦透镜。

$$[0046] \quad 2.6 < (R1+R2)/(R1-R2) < 7.0 \quad (2a)$$

[0047] 条件式 (3) 规定第一透镜的二次色差减小性能。该条件式不仅规定关于异常色散的关系，而且规定关于高色散和第一透镜的折光力的关系。当 $|(\Delta \theta_{gF_{NL}} \cdot fw)| /$

$(v d_{NL} \cdot f_{NL})$ 小于或等于条件式 (3) 的下限时, 使用第一透镜对二次色差的校正是不足的, 因此在广角区域的附近残存颜色模糊。与此相反, 当 $|(\Delta \theta g F_{NL} \cdot fw) / (v d_{NL} \cdot f_{NL})|$ 大于或等于条件式 (3) 的上限时, 色差被过度校正。这是不希望的。

[0048] 更希望满足以下的条件式 (3a), 并由此可获得极好地校正二次色差的变焦透镜。

$$[0049] \quad 0.0005 < | \Delta \theta g F_{NL} \cdot fw / (v d_{NL} \cdot f_{NL}) | < 0.0015 \quad (3a)$$

[0050] 在根据本发明的变焦透镜中, 希望第一透镜的阿贝数 $v d_{NL}$ 满足以下的条件式。

$$[0051] \quad 10.0 < v d_{NL} < 23.5 \quad (4)$$

[0052] 当 $v d_{NL}$ 小于或等于条件式 (4) 的下限时, 难以通过第一透镜单元执行一次消色差。与此相反, 当 $v d_{NL}$ 大于或等于条件式 (4) 的上限时, 难以校正接近广角区域的短波长区域中的横向色差。

[0053] 当第一透镜的阿贝数 $v d_{NL}$ 如更加希望的那样满足以下的条件式 (4a) 时, 可更好地校正一次色差。

$$[0054] \quad 14.0 < v d_{NL} < 23.5 \quad (4a)$$

[0055] 在根据本发明的变焦透镜中, 当位置最接近第一透镜的正透镜的阿贝数由 $v p$ 表示时, 更优选地满足以下的条件。

$$[0056] \quad 10.0 < v p < 38.0 \quad (5)$$

[0057] 条件式 (5) 用于极好地减少由高色散固体材料引起的一次色差。当不满足条件式 (5) 时, 色差被过度校正或被校正不足。这是不希望的。

[0058] 当正透镜的阿贝数 $v p$ 如更加希望的那样满足以下的条件式时, 获得更优异的效果。

$$[0059] \quad 18.5 < v p < 38.0 \quad (5a)$$

[0060] 进一步地, 更加希望第一透镜的折射率 N_{NL} 满足以下的条件式。

$$[0061] \quad 1.70 < N_{NL} < 2.30 \quad (6)$$

[0062] 条件式 (6) 规定第一透镜的折射率。当 N_{NL} 小于或等于条件式 (6) 的下限时, 不仅由具有强折光力的第一透镜引起的畸变变大, 而且横向色差也变大。与此相反, 当 N_{NL} 大于或等于条件式 (6) 的上限时, Petzval 和变大, 由此难以减小像场弯曲。

[0063] 当第一透镜的折射率 N_{NL} 如更加希望的那样满足以下的条件式时, 可以实现极好地减少包含畸变的各种像差的变焦透镜。

$$[0064] \quad 1.75 < N_{NL} < 2.00 \quad (6a),$$

[0065] 实施例 1

[0066] 图 1 是示出根据本发明的实施例 1 的变焦透镜的透镜截面图。后面在数值实施例 1 中描述详细的光学数据。根据本发明的实施例 1 的变焦透镜被应用于用于图像投影设备的投影光学系统。该变焦透镜可被应用于图像拾取光学系统。

[0067] 根据实施例 1 的变焦透镜从放大侧依次包括: 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 和具有正折光力的第六透镜单元 L6。第一到第六透镜单元中的每一个包含至少一个透镜 (或衍射光栅或具有曲率的反射镜)。

[0068] 在从广角端到望远端的变倍过程中, 第二、第三、第四和第五透镜单元即第一和第六透镜单元以外的透镜单元向放大侧移动, 以确保约 1.7 倍的变倍比。当投影距离改变时,

通过移动第一透镜单元执行聚焦操作（聚焦）。

[0069] 在本实施例中，在具有负折光力的第一透镜单元中，对于位置最接近放大侧的负透镜（第一透镜）使用高色散材料。因此，对于第一透镜单元的正透镜使用高色散材料，并且对于正透镜提供适当的折光力，以由此减少通过由高色散材料构成负透镜导致的一次色差。

[0070] 第一透镜单元的负透镜一般由低色散材料制成。在本实施例中，负透镜由高色散材料（ $v_d = 23.0$ ）制成。当后聚焦型光学系统具有上述的结构时，获得用于使广角区域的短波长侧的横向色差返回到下侧（under side）的功能。

[0071] 当采用高异常色散的材料（ $\theta_{gF} = 0.6454$ ）作为具有负折光力的第一透镜的材料并且为第一透镜提供强的折光力时，广角区域附近的二次横向色差、特别是 g 线的弯曲程度可被校正。可为具有负折光力的第一透镜提供强的折光力，并可由此增大第一透镜的材料折射率（ $N_d = 1.77$ ）。因此，可以减少畸变的发生量。第一透镜被设置为具有面向放大侧的凸面的负弯月透镜，以主要防止显著发生畸变。

[0072] 希望在远离光阑的放大侧位置设置第一透镜。在这种情况下，第一透镜可被设置在轴上光束高度低并且轴外光束高度高的位置上，由此可在几乎不影响轴上色差的情况下显著地校正横向色差。

[0073] 实施例 2

[0074] 以下，参照图 2 描述根据本发明的实施例 2 的变焦透镜。根据本实施例的变焦透镜被应用于图像投影设备的投影光学系统。后面在数值实施例 2 中描述根据实施例 2 的变焦透镜的详细光学数据。

[0075] 根据实施例 2 的变焦透镜从放大侧依次包括：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。

[0076] 在从广角端到望远端的变倍过程中，第一和第四透镜单元不移动，第二透镜单元向缩小侧移动，并且，第三透镜单元向放大侧移动，以由此确保约 1.5 倍的变倍比。通过移动第一透镜单元执行聚焦操作（聚焦）。

[0077] 在本实施例中，在第一透镜单元中，对于位置最接近放大侧的具有负折光力的第一透镜采用异常色散比实施例 1 中的高（ $\theta_{gF} = 0.7200$ ）的材料，并且，为第一透镜提供比实施例 1 中的折光力强的折光力。因此，可以抑制（减少）广角区域附近的横向色差、特别是 g 线的弯曲程度。其它结构与实施例 1 中的相同，因此省略详细描述。

[0078] 实施例 3

[0079] 以下，参照图 3 描述根据本发明的实施例 3 的变焦透镜。根据本实施例的变焦透镜被应用于单镜头反射式照相机的光学系统。后面在数值实施例 3 中描述根据实施例 3 的变焦透镜的详细光学数据。

[0080] 根据实施例 3 的变焦透镜从放大侧（对象侧）依次包括：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。

[0081] 在从广角端到望远端的变倍过程中，第一透镜单元不移动，并且，第二、第三和第四透镜单元向放大侧移动。

[0082] 在实施例 3 中,在第一透镜单元中,使用色散比实施例 1 中的色散高 ($v_d = 17.4$) 的材料作为位置最接近放大侧的负透镜 (第一透镜) 的材料。因此,可以极好地减少在后聚焦型光学系统中引起的广角区域的短波长侧的横向色差。当采用高异常色散 ($\theta_{gF} = 0.6780$) 的材料作为具有负折光力的第一透镜的材料并且为第一透镜提供强的折光力时,可以降低 (减小) 广角区域附近的横向色差、特别是 g 线的弯曲程度。

[0083] 第一透镜如实施例 2 中那样具有强的折光力,因此可以使用具有高折射率 ($N_d = 1.94$) 的材料作为第一透镜的材料,以由此容易地减少畸变的发生。第一透镜被设置为具有面向放大侧的凸面的凹形弯月透镜,以主要防止显著发生畸变。

[0084] 没有被特别描述的其它各点与实施例 1 中的相同。

[0085] 以下,描述根据本发明的实施例 1、2 和 3 的变焦透镜的详细光学数据。表面号“i”是从物侧计数的。另外, R_i 表示第 i 个透镜表面的曲率半径, D_i 总地表示透镜厚度以及第 i 个表面和第 (i+1) 个表面之间的空气间隔。此外, N_{di} 、 v_{di} 和 θ_{gFi} 表示关于 d 线的折射率、关于 d 线的阿贝数、以及 g 线与 F 线之间的部分色散比。

[0086] 位置最接近像侧的玻璃块 GB 与颜色组合棱镜对应。

[0087] 假定 k、A、B、C、D 和 E 表示非球面系数。

[0088] 当在对应于从光轴算起高度 h 的位置处在光轴方向上从表面顶点的位移量由 x 表示时,非球面形状使用下式表示:

$$[0089] \quad x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k) (h/R)^2\}^{1/2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

[0090] 其中,R 表示曲率半径。

[0091] 数值实施例 1

[0092] 单位 :mm

[0093]

表面数据 表面号	r	d	nd	vd	有效 直径	$\theta_g F$
1	36.488	2.20	1.77071	23.0	39.95	0.6454
2	20.469	8.00			33.77	
3*	115.181	3.15	1.52996	55.8	33.45	
4*	34.800	13.50			31.52	
5	-25.476	2.00	1.61800	63.3	30.21	
6	562.594	1.06			33.03	
7	-206.077	3.45	1.83400	37.2	33.13	
8	-51.759	(可变)			33.71	
9	182.413	4.50	1.83400	37.2	36.58	
10	-78.126	(可变)			36.68	
11	59.217	3.34	1.74400	44.8	32.67	
12	551.067	10.01			32.29	
13 (光阑)	∞	(可变)			28.21	
14	-38.926	1.40	1.78472	25.7	24.48	
15	-96.081	(可变)			25.25	
16	2335.057	1.50	1.83400	37.2	26.96	
17	32.535	5.15	1.48749	70.2	27.77	
18	-718.589	0.15			28.75	
19	55.936	7.67	1.49700	81.5	30.77	
20	-40.604	0.15			31.67	
21*	-107.080	3.30	1.52996	55.8	31.98	
22*	-65.137	(可变)			32.66	
23	63.791	3.89	1.48749	70.2	33.49	
24	-396.361	10.39			33.33	
25	∞	21.00	1.80518	25.4	50.00	
26	∞	0.00			50.00	
27	∞	32.76	1.51633	64.1	50.00	
28	∞	0.69			50.00	
像面						

[0094] 非球面数据

[0095] 第三表面

[0096] $K = -8.65288e-001$ $A4 = 1.28924e-005$ $A6 = -3.94860e-009$ $A8 = -7.22686e-011$

[0097] $A10 = 3.69112e-013$ $A12 = -4.71641e-016$

[0098] 第四表面

[0099] $K = -4.32910e+000$ $A4 = 1.43210e-005$ $A6 = -1.68708e-008$ $A8 = -1.95022e-010$

[0100] $A10 = 9.25691e-013$ $A12 = -1.57298e-015$

[0101] 第二十一表面

[0102] $K = -6.58661e+001$ $A4 = -1.24322e-005$ $A6 = 5.55313e-009$ $A8 = 4.47719e-011$

[0103] $A10 = -1.98987e-013$ $A12 = 4.07545e-016$

[0104] 第二十二表面

[0105] $K = -7.91329e+000$ $A4 = -6.99790e-006$ $A6 = -8.35022e-009$ $A8 = 7.83919e-011$

[0106] $A10 = -2.47077e-013$ $A12 = 4.10172e-016$

各种数据

变焦比

1.66

焦距

广角

中间

望远

21.74

29.72

36.01

F数

1.85

2.25

2.45

半场角

29.30

22.32

18.72

像高

12.20

12.20

12.20

透镜总长

209.70

209.69

209.69

BF

0.69

0.69

0.69

[0107]

d 8

6.79

2.23

1.49

d10

37.19

17.77

0.90

d13

19.40

28.74

31.61

d15

6.41

2.16

2.95

d22

0.65

19.54

33.48

入射光瞳位置

31.22

28.17

24.83

出射光瞳位置

-318.06

-1895.70

649.15

前侧主点位置

51.48

57.42

62.84

后侧主点位置

-21.05

-29.03

-35.32

[0108]

变焦透镜单元数据

单元	第一表面	焦距	透镜结构 长度	前侧主点 位置	后侧主点 位置
1	1	-23.00	33.37	10.06	-17.84
2	9	66.11	4.50	1.73	-0.74
3	11	88.92	13.34	-0.23	-12.14
4	14	-84.30	1.40	-0.54	-1.33
5	16	64.45	17.92	12.58	1.37
6	23	113.03	68.04	0.36	-45.89

单个透镜数据

透镜	第一表面	焦距
1	1	-64.34
2	3	-95.39
3	5	-39.39
4	7	82.04
5	9	66.11
6	11	88.92
[0109] 7	14	-84.30
8	16	-39.57
9	17	63.99
10	19	48.62
11	21	305.46
12	23	113.03
13	25	0.00
14	27	0.00

[0110] 数值实施例 2

[0111] 单位 :mm

表面数据

表面号	r	d	nd	vd	有效直径	$\theta_g F$
1	26.106	1.60	1.77071	23.0	32.29	0.7200
2	18.657	2.36			28.31	
3*	22.504	1.50	1.52996	55.8	27.39	
4*	13.337	9.35			23.92	
5	-36.875	1.15	1.69680	55.5	23.09	
6	44.474	(可变)			22.69	
7	54.145	3.38	1.67270	32.2	23.14	
8	-65.330	(可变)			23.08	
[0112] 9	30.655	3.32	1.80610	40.9	21.59	
10	-244.196	18.13			21.40	
11	-15.663	1.10	1.84666	23.9	15.20	
12	189.518	0.46			17.35	
13	50.081	7.22	1.48749	70.4	19.27	
14	-16.560	0.75			21.08	
15*	-259.291	3.22	1.52996	55.8	22.43	
16*	-49.189	(可变)			23.31	
17	38.631	3.57	1.69680	55.5	25.12	
18	-465.014	4.05			25.04	
19	∞	29.20	1.51633	64.1	50.00	
20	∞	3.25			50.00	

像面

[0113] 非球面数据

[0114] 第三表面

[0115] $K = 7.99282e-001$ $A4 = -2.12019e-005$ $A6 = 6.81666e-008$ $A8 = 1.22725e-010$

[0116] $A10 = 4.36044e-013$ $A12 = -4.56313e-015$

[0117] 第四表面

[0118] $K = -2.82404e-001$ $A4 = -2.94353e-005$ $A6 = 8.47590e-008$ $A8 = -5.65294e-010$ [0119] $A10 = 1.30095e-011$ $A12 = -4.53884e-014$

[0120] 第十五表面

[0121] $K = 4.34185e+002$ $A4 = -3.92966e-006$ $A6 = -1.66777e-008$ $A8 = -1.33969e-010$ [0122] $A10 = -1.56911e-013$

[0123] 第十六表面

[0124] $K = -1.62848e-001$ $A4 = 1.11034e-005$ $A6 = 1.48498e-008$ $A8 = -1.94007e-010$ [0125] $A10 = 1.68346e-012$ $A12 = -8.58317e-015$ **各种数据****变焦比**

1.48

广角**中间****望远****焦距**

14.07

17.14

20.89

F数

1.74

1.90

2.09

半场角

36.74

31.49

26.69

像高

10.50

10.50

10.50

透镜总长

124.88

124.87

124.88

[0126]

BF

3.25

3.25

3.25

d 6

2.17

3.20

4.52

d 8

28.51

19.07

9.13

d16

0.60

9.01

17.62

入射光瞳位置

22.26

20.73

18.73

出射光瞳位置

-442.42

971.93

257.30

前侧主点位置

35.88

38.18

41.34

后侧主点位置

-10.82

-13.90

-17.64

[0127]

变焦透镜单元数据

单元	第一表面	焦距	透镜结构 长度	前侧主点 位置	后侧主点 位置
1	1	-14.39	15.96	9.46	-3.83
2	7	44.52	3.38	0.93	-1.12
3	9	44.48	34.20	12.80	-30.57
4	17	51.34	36.82	0.16	-25.25

单个透镜数据

	透镜	第一表面	焦距
	1	1	-93.59
	2	3	-65.49
	3	5	-28.77
[0128]	4	7	44.52
	5	9	33.97
	6	11	-17.05
	7	13	26.47
	8	15	113.94
	9	17	51.34
	10	19	0.00

[0129] 数值实施例 3

[0130] 单位 :mm

[0131]

表面数据

表面号	r	d	nd	vd	有效 直径	θgF
1	48.323	3.20	1.94087	17.4	61.96	0.6780
2	30.415	7.48			50.21	
3	55.054	3.50	1.58313	59.4	49.85	
4*	17.571	8.79			38.34	
5	72.184	5.78	1.69895	30.1	37.29	
6	-138.453	1.80	1.49700	81.5	35.34	
7	19.237	(可变)			26.39	
8	133.204	2.86	1.78472	25.7	22.41	
9	-66.568	1.64			21.67	
10	-30.338	1.20	1.60311	60.6	20.64	
11	40.136	0.20			19.04	
12	24.159	4.37	1.56732	42.8	18.83	
13	-44.037	9.14			18.35	
14 (光阑)	∞	(可变)			12.06	
15	-16.186	1.00	1.83481	42.7	12.40	
16	-24.701	0.20			13.13	
17	21.486	3.42	1.59270	35.3	15.93	
18	-80.316	0.20			16.35	
19	89.520	1.00	1.83400	37.2	16.68	
20	14.391	8.01	1.49700	81.5	17.21	
21	-20.310	(可变)			19.00	
22	-16.472	1.20	1.83400	37.2	19.51	
23	-188.001	0.15			22.95	
24	99.654	8.11	1.49700	81.5	25.35	
25	-23.654	0.15			27.77	
26	-143.782	5.00	1.58313	59.4	30.12	
27*	-36.236	(可变)			31.58	
像面	∞					

[0132] 非球面数据

[0133] 第四表面

[0134] $K = -5.97928e-001$ $A4 = -9.56083e-006$ $A6 = -5.27977e-009$ $A8$

= -5.43339e-012

[0135] A10 = -2.31023e-014

[0136] 第二十七表面

[0137] K = 0.00000e+000 A4 = 1.29830e-005 A6 = 9.98410e-009 A8 = 2.65587e-011

[0138] A10 = -3.51774e-014

各种数据				
变焦比				
	1.20			
广角				
中间				
望远				
焦距	20.00	22.00	24.00	
F数	4.03	4.21	4.39	
半场角	47.3	44.5	42.0	
像高	30.50	30.50	30.50	
透镜总长	150.12	150.12	150.12	
BF	52.82	56.39	59.56	
d 7	9.90	7.01	4.86	
d14	7.17	6.12	4.66	
d21	1.82	2.18	2.62	
d27	52.82	56.39	59.56	
入射光瞳位置		26.40	26.08	25.82
出射光瞳位置		-69.55	-63.95	-57.09
前侧主点位置		43.13	44.06	44.88
后侧主点位置		32.82	34.39	35.57

[0140]

变焦透镜单元数据				透镜结构		前侧主点	后侧主点
单元	第一表面	焦距	长度	位置	位置	位置	位置
1	1	-17.81	30.55	14.32	-7.81		
2	8	52.98	19.41	4.47	-11.93		
3	15	34.79	13.84	7.70	-1.43		
4	22	542.03	14.61	139.89	176.26		

单个透镜数据

	透镜	第一表面	焦距
[0141]	1	1	-95.50
	2	3	-45.83
	3	5	68.66
	4	6	-33.86
	5	8	56.92
	6	10	-28.47
	7	12	28.15
	8	15	-59.42
	9	17	28.96
	10	19	-20.69
	11	20	18.35
	12	22	-21.72
	13	24	39.32
	14	26	81.68

[0142] 在下面的表 1 中示出对于根据实施例 1、2 和 3 的变焦透镜使用条件式 (1) ~ (6) 进行计算获得的结果。

[0143] 表 1

[0144]

条件式	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
数值实施例 1	0.802	3.56	0.00060	23.0	37.1	1.7707
数值实施例 2	0.876	6.01	0.00076	23.0	32.1	1.7707
数值实施例 3	0.806	4.40	0.00076	17.4	30.1	1.9410

[0145] 已详细描述了实施例 1、2 和 3，但是，本发明不限于这些实施例，并且，在不背离本发明的范围的条件下，可以进行各种变更方式和改变。例如，如在实施例 1 中描述的第四透镜单元和第五透镜单元可以作为单个透镜单元移动。即，变焦透镜可以从放大侧依次包括具有负折光力、正折光力、正折光力、正折光力和正折光力的五个透镜单元。

[0146] 根据上述的实施例 1、2 和 3 的变焦透镜中的每一个可被应用于诸如图像拾取设备或图像投影设备之类的光学设备。

[0147] 图 7 示出使用根据本发明的变焦透镜作为投影透镜的三板型彩色液晶投影仪，该彩色液晶投影仪是通过颜色组合单元组合来自多个液晶显示元件的多个彩色光束并且通过投影透镜将所述多个彩色光束放大和投影到屏幕上的图像投影设备。在图 7 所示的彩色液晶投影仪 100 中，来自用于 R（红光）、G（绿光）和 B（蓝光）的三个板 5R、5G 和 5B 的各光束通过用作颜色组合单元的棱镜 200 组合，以由此形成单条光路。在图 7 中，示出单个棱镜 200 作为颜色组合单元。但是，本发明不限于这种棱镜。可以使用多个棱镜（二向色棱镜或偏振光束分离器）。通过颜色组合单元获得的组合的彩色光束通过变焦透镜 300 被投

影到屏幕 400 上。

[0148] 希望根据本发明的图像拾取设备包括：诸如 CCD 之类的图像拾取元件（光电换能器）；以及用于在图像拾取元件的光入射表面上形成对象图像的变焦透镜（可以是根据实施例 1、2 和 3 的变焦透镜中的任何变焦透镜）。

[0149] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明，但应理解，本发明不限于公开的示例性实施例。

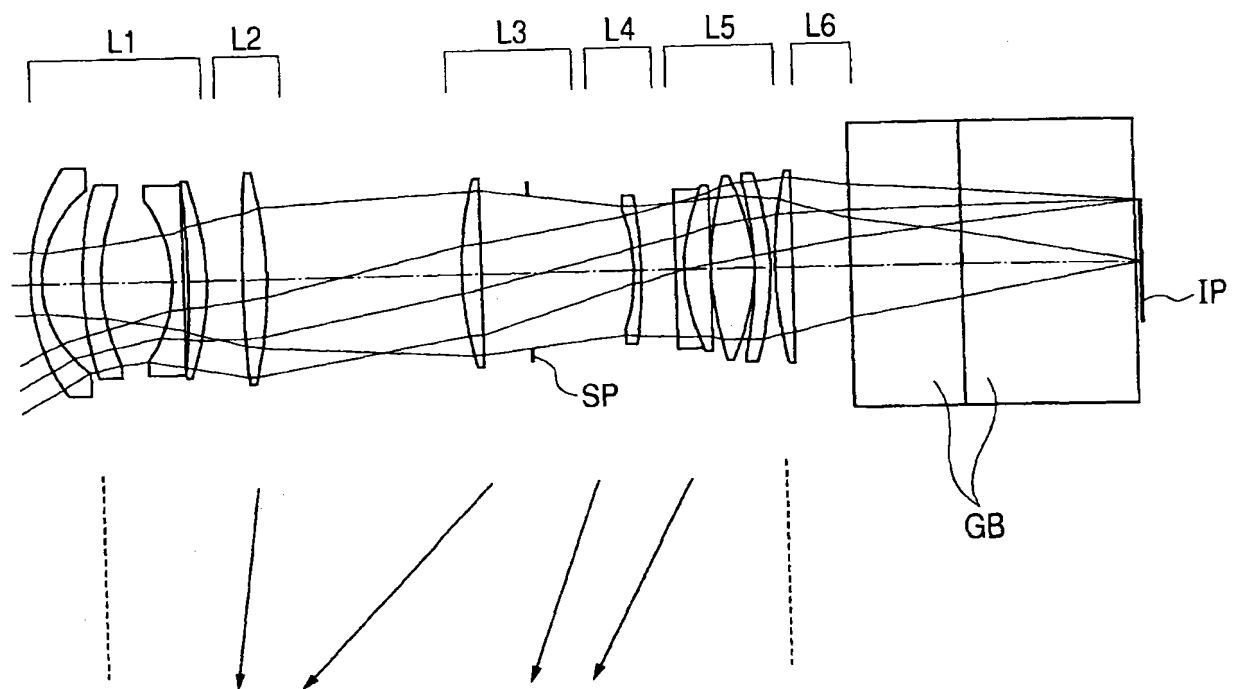


图 1

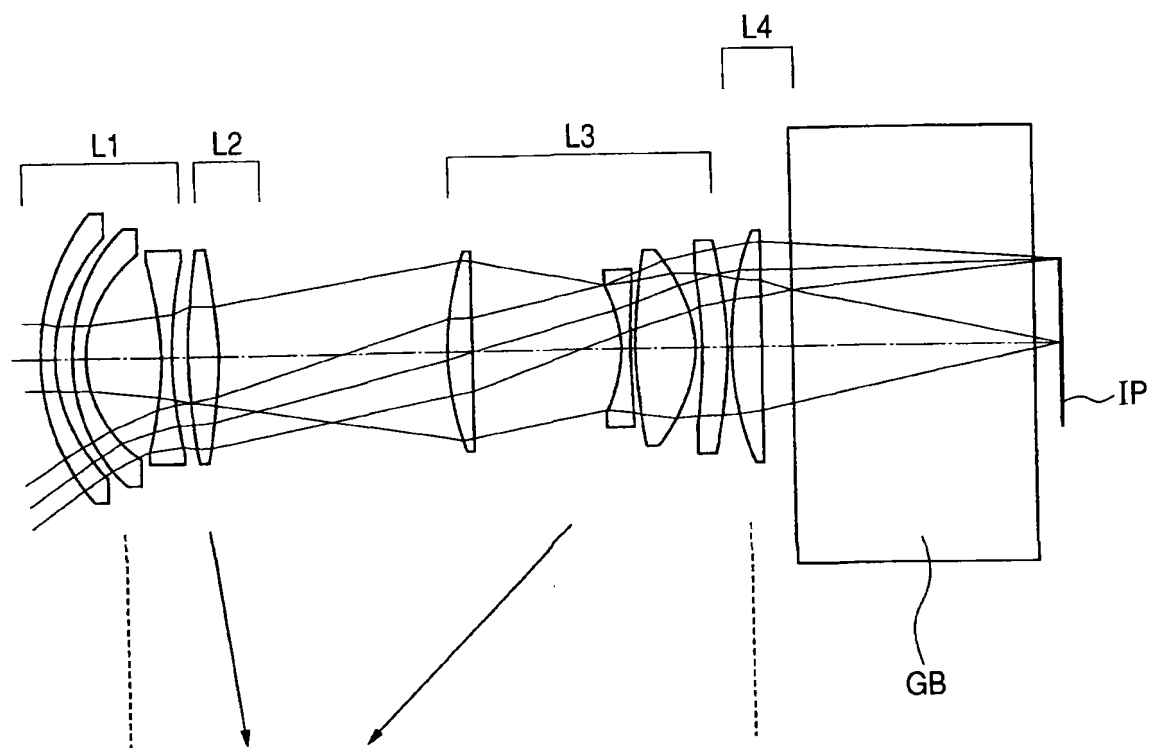


图 2

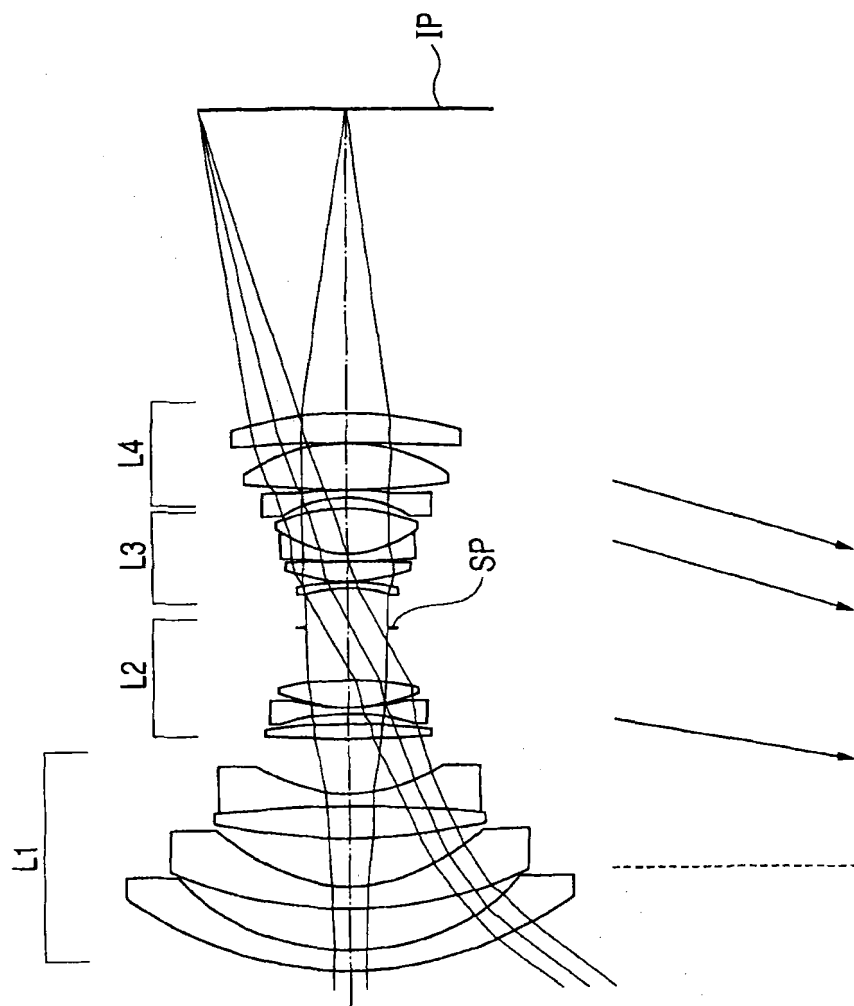


图 3

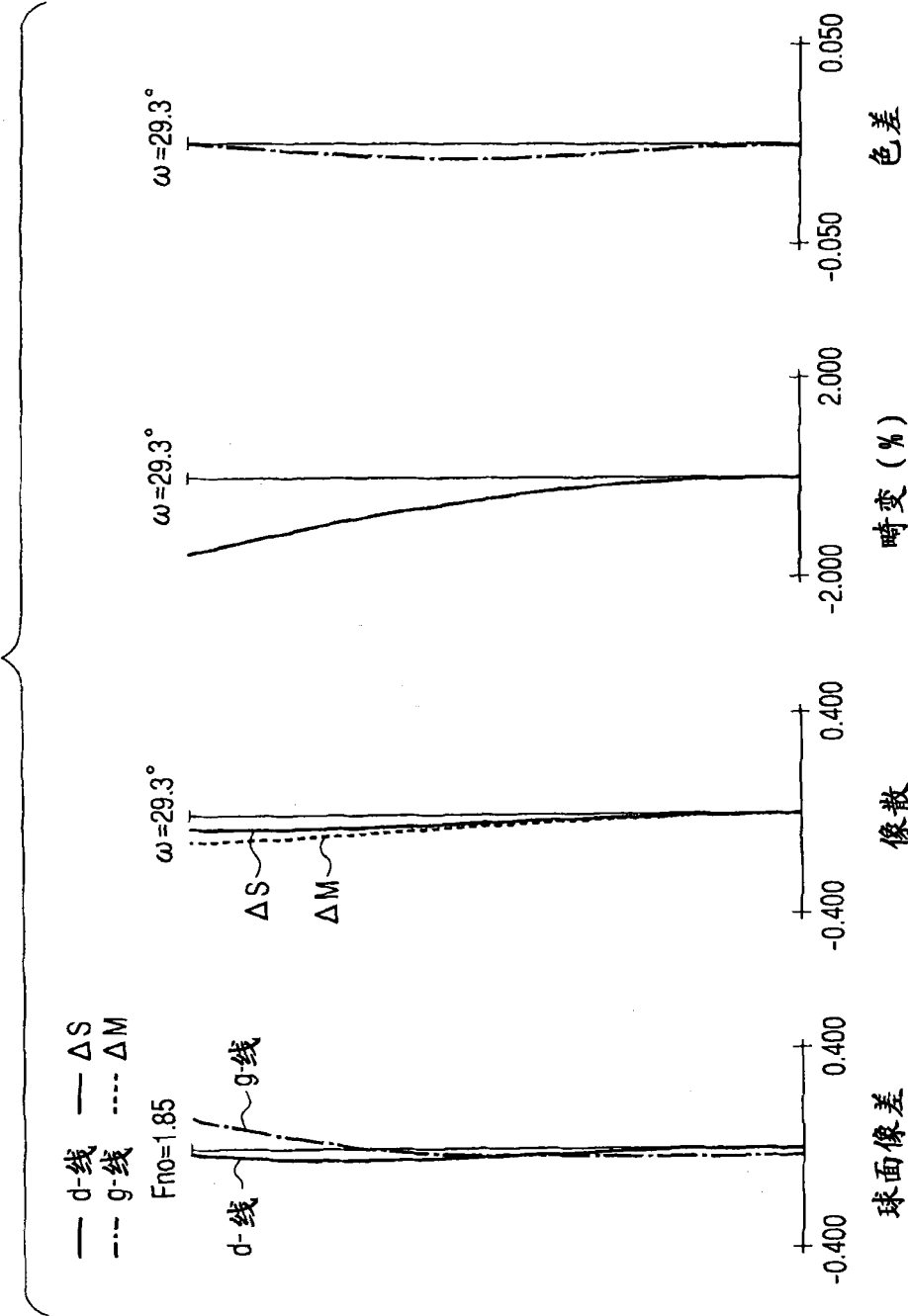


图 4A

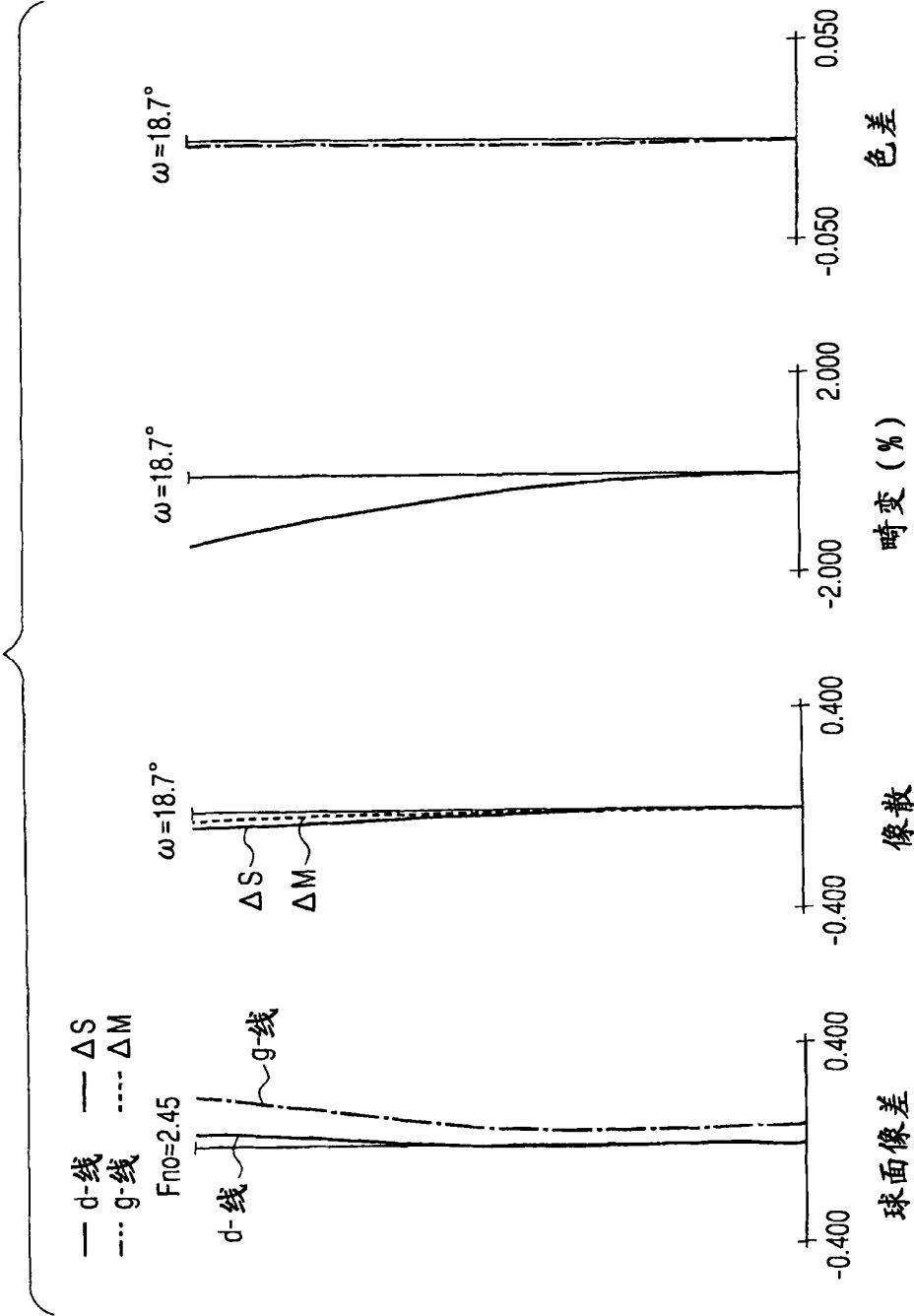


图 4B

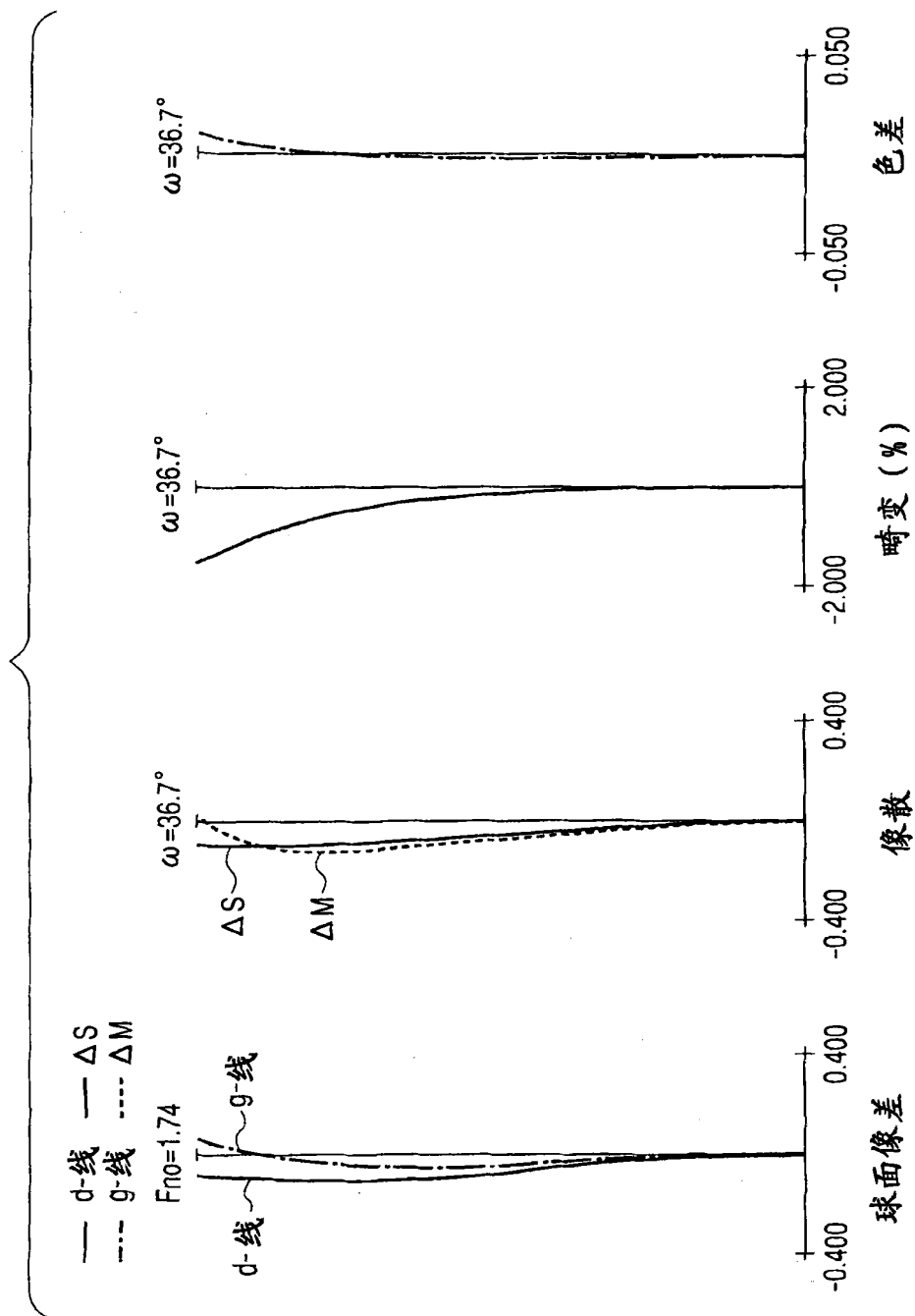


图 5A

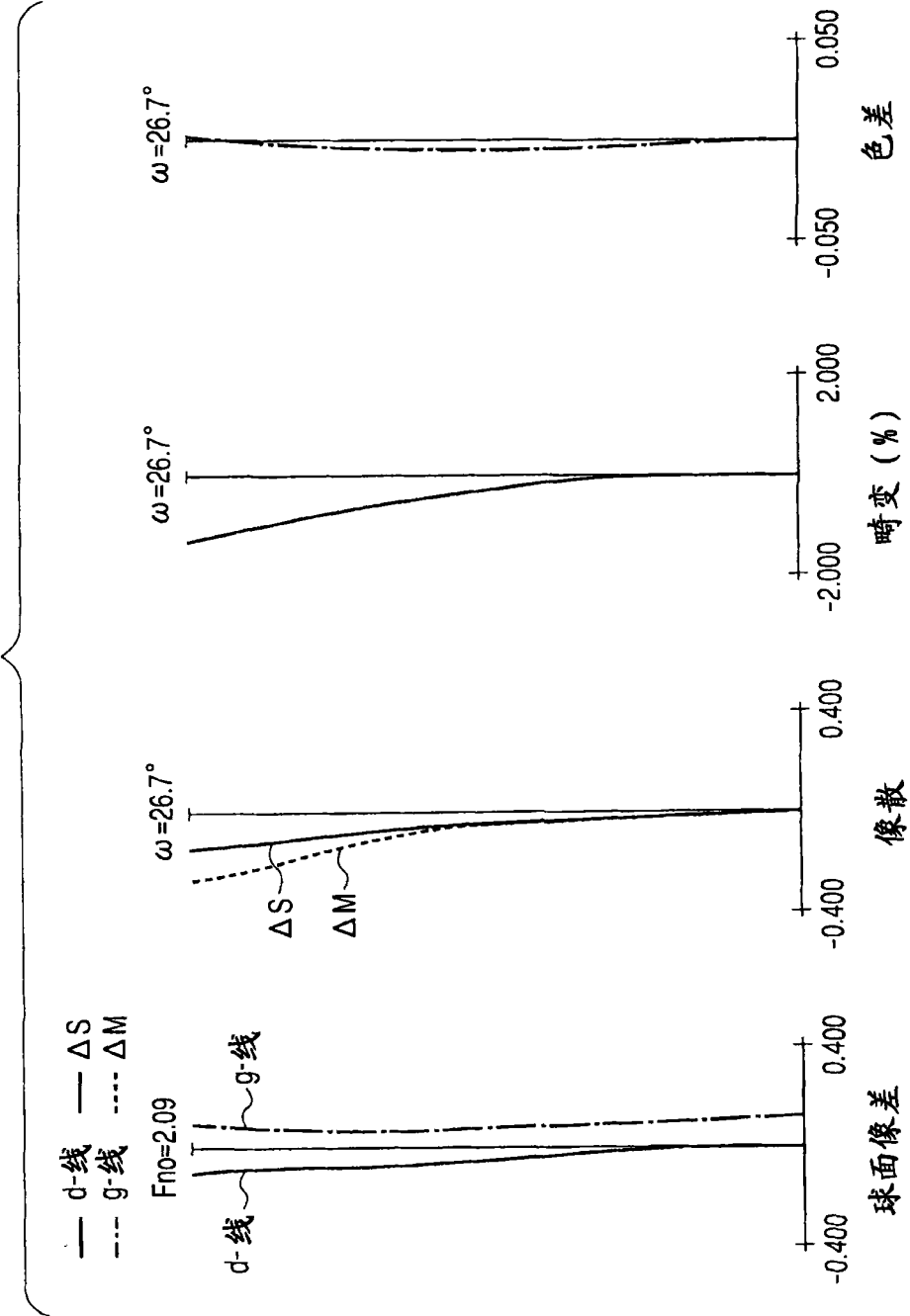


图 5B

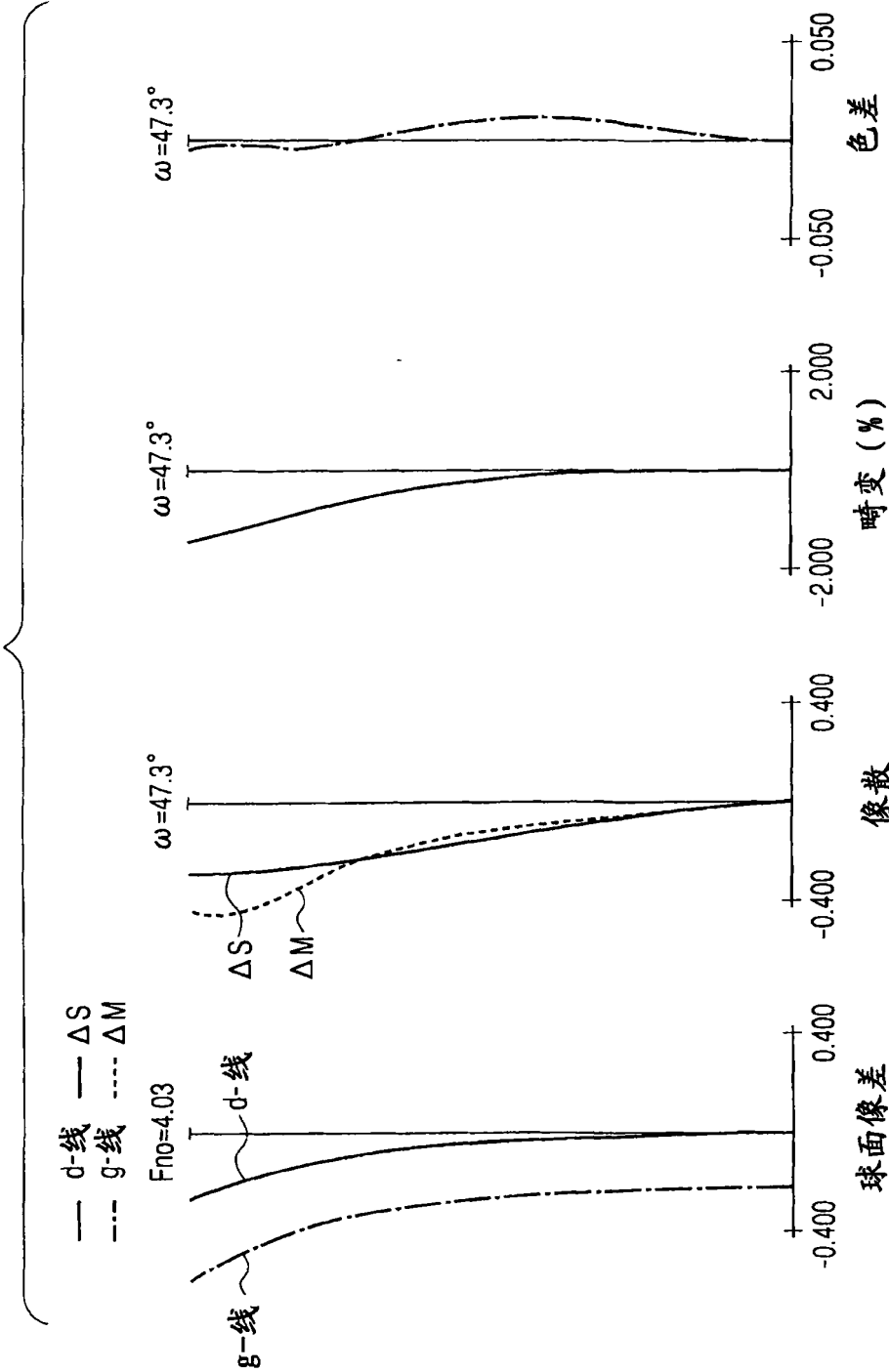


图 6A

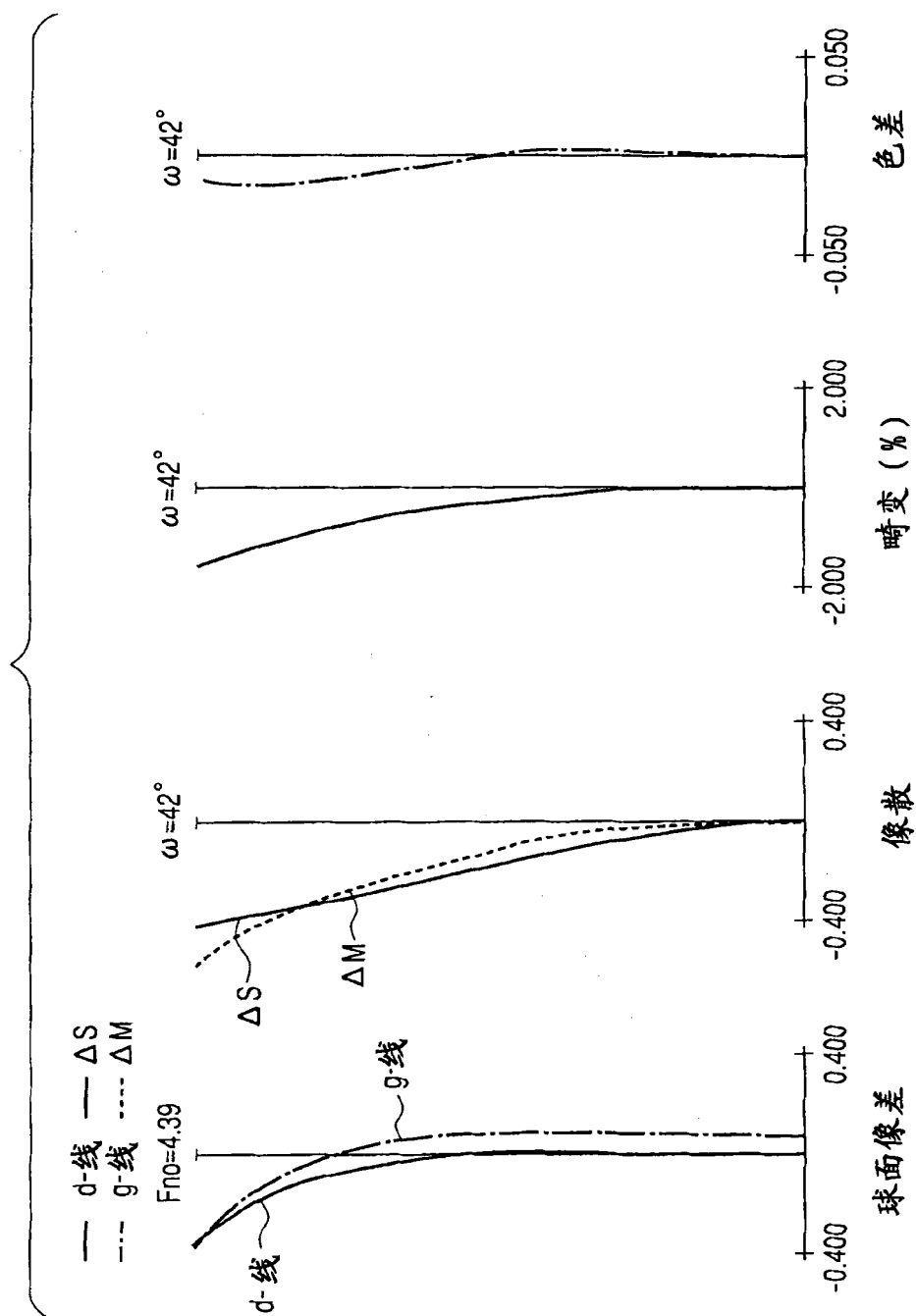


图 6B

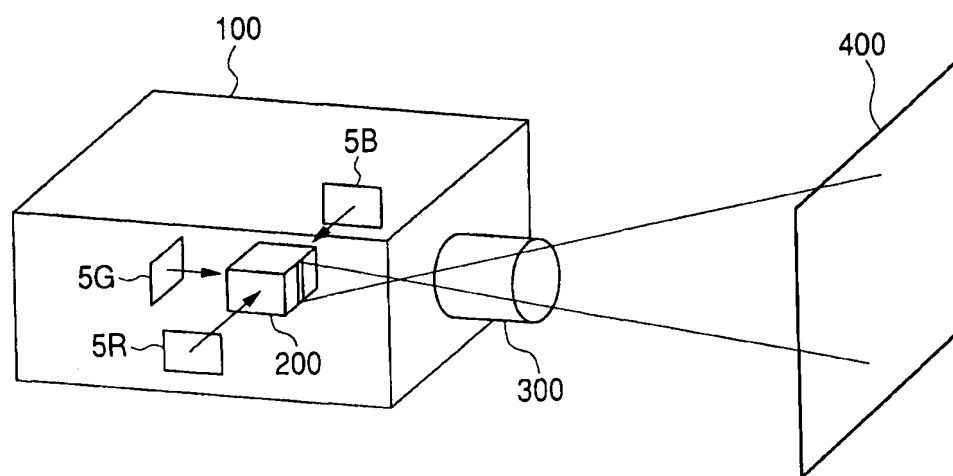


图 7