

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610105742.6

[45] 授权公告日 2008 年 10 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 100429548C

[22] 申请日 2006.7.21

[21] 申请号 200610105742.6

[30] 优先权

[32] 2005.7.22 [33] JP [31] 2005-213051

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 浜野博之 宫泽伸幸

[56] 参考文献

US6606194B 2003.8.12

US6049431A 2000.4.11

US6473231B 2002.10.29

审查员 崔尚科

[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

代理人 张 浩

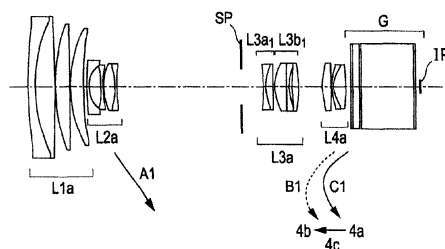
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称

变焦透镜系统以及含有变焦透镜系统的图像
拾取装置

[57] 摘要

至少一个示意性实施例关于一种四组变焦透镜系统，该变焦透镜系统包括：按照从物侧到像侧的顺序的具有正折射能力的第一透镜单元、具有负折射能力的第二透镜单元、具有正折射能力的第三透镜单元和具有正折射能力的第四透镜单元；其中第三透镜单元包括按照从物侧到像侧的顺序的负的第一透镜子单元和正的第二透镜子单元。在变焦期间，第二和第四透镜单元能够沿着光轴移动，第二透镜子单元能够在基本上垂直于光轴的方向上移动。当 f_1 表示第一透镜单元的焦距， f_{3a} 和 f_{3b} 分别表示第一和第二透镜子单元的焦距时，满足 $0.4 < f_{3b}/f_1 < 0.70$ 和 $0.5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 0.8$ 。



1. 一种变焦透镜系统，包括：

具有正折射能力的第一透镜单元；

具有负折射能力的第二透镜单元；

具有正折射能力的第三透镜单元；和

具有正折射能力的第四透镜单元；

其中按照从物侧到像侧的顺序提供第一至第四透镜单元，

其中第三透镜单元包括具有负折射能力的第一透镜子单元和具有正折射能力的第二透镜子单元，按照从物侧到像侧的顺序提供第一和第二透镜子单元，

其中，在变焦期间，第二透镜单元和第四透镜单元沿着光轴移动，第二透镜子单元在基本上垂直于光轴的方向上移动，以便在垂直于光轴的方向上使图像偏移，以及

其中，

$$0.4 < f_{3b}/f_1 < 0.70 \text{ 和}$$

$$0.5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 0.8$$

此处 f_1 表示第一透镜单元的焦距， f_{3a} 表示第一透镜子单元的焦距， f_{3b} 表示第二透镜子单元的焦距。

2. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其中

$$2.2 < |f_{3b}/f_2| < 4.1$$

此处 f_2 表示第二透镜单元的焦距。

3. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其中

$$0.45 < |f_2| / \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.58$$

此处 f_w 表示整个光学系统在广角端的焦距， f_t 表示整个光学系统在远摄端的焦距， f_2 表示第二透镜单元的焦距。

4. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其中

当所述变焦透镜系统在远摄端聚焦在无限远的物体上时，

$$0.6 < TS < 1.0$$

此处 TS 表示当第二透镜子单元在基本上垂直于光轴的方向上移动时图像偏移的偏心灵敏度。

5. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其中第二透镜子单元包括具有非球面表面的正透镜, 还包括负透镜。

6. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其中第一透镜子单元包括至少一个正透镜。

7. 按照权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其中图像形成在固态图像拾取器件上。

8. 一种图像拾取装置, 包括:

按照权利要求 1 至 7 中的一个所述的变焦透镜系统; 和

固态图像拾取器件, 被配置成接收由所述变焦透镜系统形成的图像。

变焦透镜系统以及含有 变焦透镜系统的图像拾取装置

技术领域

本发明涉及一种变焦透镜系统，更具体地但非排它地，本发明涉及一种能够用作图像拾取装置中的图像拾取光学系统的变焦透镜系统。

背景技术

当捕捉物体的图像时，如果在图像拾取系统中产生振动，则捕捉的图像可能是模糊不清的。为了防止所捕捉图像的这种模糊，已经讨论了各种已知的振动控制光学系统。

许多已知的用作摄影系统的变焦透镜系统通过偏移某些透镜组来补偿图像的模糊。

有一种已知的变焦透镜系统，包括四组透镜，即，按照从透镜系统的物侧到像侧的顺序提供的具有正折射能力（折光力）的第一透镜组、具有负折射能力的第二透镜组、具有正折射能力的第三透镜组、和具有正折射能力的第四透镜组。此变焦透镜系统通过在垂直于光轴的方向上振动整个第三透镜组来促使获得静态图像（见日本专利公开 No.10-260356）。

本发明的受让人已经提出一种具有振动控制功能的四组的变焦透镜系统。该变焦透镜系统的透镜组包括具有正折射能力的第一透镜组、具有负折射能力的第二透镜组、具有正折射能力的第三透镜组、和具有正折射能力的第四透镜组。在第二透镜组与第三透镜组之间提供孔径光阑。将第三透镜组分成具有负折射能力的负透镜子组和具有正折射能力的正透镜子组。正透镜子组在垂直于光轴的方向上振动，以获得静态图像（例如，见日本专利公开 No.7-128619、

11-237550 和 2002-244037)。

该受让人还提出一种变焦透镜系统,除了将第三透镜组分成两个具有正折射能力的正透镜子组以及其中一个正透镜子组在垂直于光轴的方向上振动以获得静态图像之外,该变焦透镜系统可具有与上述的四组的变焦透镜系统相同的结构(例如,见日本专利公开 No.2001-66500)。

通常,因为不需要专门额外的光学系统来控制振动,所以其中通过在垂直和平行于光轴的方向上偏心(偏轴)某些透镜组来控制振动的图像拾取系统是有用的。

但是,存在的问题是,在光路中需要用于移动透镜组的空间,并且在控制振动的同时可能产生偏心像差。

近来,一些市场上可获得的相机已经采用了三个电荷耦合器件(3CCD)来提高被捕捉图像的质量。

强烈地期望支持 3CCD 系统的变焦透镜系统具有高的变焦比和用于控制由变焦透镜系统振动(倾斜)导致的被捕捉图像的模糊的振动控制功能。

特别地,对于变焦透镜系统强烈地期望其具有包括高灵敏的偏心透镜组的小光学系统,该透镜组是被放置成用于控制振动的透镜组。

但是,在通过在垂直于光轴的方向上偏心(偏轴)透镜组来控制振动的光学系统中,增加振动控制灵敏度以及增加变焦比使得偏心像差增加、光学性能下降。

特别地,很难补偿当透镜单元在远摄侧偏心(偏轴)时所产生的像差。

因此,对于具有振动控制机构的变焦透镜系统,使其在修正模糊或减小误差时具有不劣化的光学性能和适当的振动控制灵敏度是有益的。

发明内容

本发明涉及一种变焦透镜系统,其能够用作图像拾取装置(例如,

摄像机、用于卤化银拍摄的相机、数码相机或本领域普通技术人员已知的其它的图像拾取装置和等同物)中的图像拾取光学系统。

至少一个示意性实施例涉及一种变焦透镜系统,其能够具有小的光学系统和用于在执行振动控制的同时保持极好的图像质量的振动控制机构。

至少一个示意性实施例关于一种变焦透镜系统,包括:具有正折射能力的第一透镜单元;具有负折射能力的第二透镜单元;具有正折射能力的第三透镜单元;和具有正折射能力的第四透镜单元。按照从物侧到像侧的顺序提供第一至第四透镜单元。第三透镜单元包括具有负折射能力的第一透镜子单元和具有正折射能力的第二透镜子单元,并且按照从物侧到像侧的顺序提供第一和第二透镜子单元。在变焦期间,第二透镜单元和第四透镜单元沿着光轴移动,第二透镜子单元在基本上垂直于光轴的方向上移动,以便在垂直于光轴的方向上使图像偏移。能够满足下面的条件:

$$0.4 < f_{3b}/f_1 < 0.70 \quad \text{和}$$

$$0.5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 0.8$$

此处 f_1 表示第一透镜单元的焦距, f_{3a} 表示第一透镜子单元的焦距, f_{3b} 表示第二透镜子单元的焦距。

根据下面示意性实施例的说明(参照附图),本发明的其它特点将变得显而易见。

附图说明

图 1 显示了按照本发明第一示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图;

图 2 显示了按照本发明第一示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差;

图 3 显示了按照本发明第一示意性实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像差;

图 4 显示了按照本发明第一示意性实施例的在变焦透镜系统的

远摄端的像差；

图 5 显示了按照本发明第二示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图；

图 6 显示了按照本发明第二示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差；

图 7 显示了按照本发明第二示意性实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像差；

图 8 显示了按照本发明第二示意性实施例的在变焦透镜系统的远摄端的像差；

图 9 显示了按照本发明第三示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图；

图 10 显示了按照本发明第三示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差；

图 11 显示了按照本发明第三示意性实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像差；

图 12 显示了按照本发明第三示意性实施例的在变焦透镜系统的远摄端的像差；

图 13 显示了按照本发明示意性实施例的图像拾取装置的主部件的示意图。

具体实施方式

下面至少一个示意性实施例的说明仅仅在本质上示出了本发明、本发明的应用或使用，而不倾向于限制它们。

相关领域的普通技术人员已知的过程、技术、装置和材料可以不详细说明，而是倾向于作为可实施性说明书适当的一部分，例如透镜元件的制造和它们的材料。

在此处所示和讨论的所有示例中，任何具体的值，例如变焦比和曲率半径，应当解释为仅仅是示意性而非限制性的。因此，示意性实施例的其它示例能够具有不同的值。

注意，在下面的附图中，类似的参考标记和字符表示类似的项，因此一旦在一个附图中定义了一项，则在下面的附图中可以不再讨论该项。

注意，此处当提及误差（例如，振动）的校正或修正时，意思是误差的减小或误差的修正。

示意性实施例

下面参照附图说明按照本发明示意性实施例的变焦透镜系统和含有该变焦透镜系统的图像拾取装置。

图 1 显示了按照本发明第一示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图。图 2、3 和 4 分别显示了按照本发明第一示意性实施例的当变焦透镜系统聚焦在无限远的物体时，在变焦透镜系统的广角端、中间变焦位置和远摄端的像差。

图 5 显示了按照本发明第二示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图。图 6、7 和 8 分别显示了按照本发明第二示意性实施例的当变焦透镜系统聚焦在无限远的物体时，在变焦透镜系统的广角端、中间变焦位置和远摄端的像差。

图 9 显示了按照本发明第三示意性实施例的在变焦透镜系统的广角端的透镜的剖面图。图 10、11 和 12 分别显示了按照本发明第三示意性实施例的当变焦透镜系统聚焦在无限远的物体时，在变焦透镜系统的广角端、中间变焦位置和远摄端的像差。

图 13 显示了含有按照本发明示意性实施例的变焦透镜系统的摄像机（图像拾取装置）的主部件的示意图。

图 1、5 和 9 的剖面图每个都显示了具有正折射能力（光焦度 = 焦距的倒数）的第一透镜单元 L1a - c、具有负折射能力的第二透镜单元 L2a - c、具有正折射能力的第三透镜单元 L3a - c 和具有正折射能力的第四透镜单元 L4a - c。

第三透镜单元 L3a - c 包括具有负折射能力的第一透镜子单元 L3a1 - 3 和具有正折射能力的第二透镜子单元 L3b1 - 3。第二透镜子

单元 L3b1 - 3 能够在垂直（即，基本上垂直）于光轴的方向上移动，以便控制和/或减小振动（即，控制被捕捉图像的偏移）。为了控制振动，透镜子单元 L3b 能够更换为围绕光轴上的点枢转（旋转）。如果用于振动控制的透镜子单元 L3b1 - 3 在含有垂直于光轴的矢量分量的方向上移动，则透镜单元能够在像平面上移动。

变焦透镜系统包括相当于滤光器或面板的光学模块 G。当变焦透镜系统用作图像拾取装置中的图像拾取光学系统时，像平面 IP 相当于诸如 CCD 传感器或互补金属氧化物半导体（CMOS）传感器的固态图像拾取器件（光电变换器）的图像拾取平面（例如摄像机或数码静态相机），或者当变焦透镜系统用作卤化银相机中的图像拾取光学系统时相当于胶片表面。孔径光阑 SP 设置在透镜子单元 L3a1 - 3 的物侧。

示出像差的附图显示了 d - 线 d、g - 线 g、子午像面 M 和弧矢像面 S。横向色像差由 g - 线表示。附图还显示了 F 数（视场数）Fno 和半视场角 ω 。球面像差图中的 Y 轴是入瞳半径，像散图中的、畸变图中的和倍率色像差（横向色像差）图中的 Y 轴是图像高度。

按照示意性实施例，在广角端和远摄端的变焦位置对应于当放大透镜单元（即，按照示意性实施例的第二透镜单元 L2a - c）在该透镜单元的可移动范围内位于该机构之光轴的两端之一的变焦位置。

按照示意性实施例，当执行从广角端的位置到远摄端的变焦位置的变焦时，第二透镜单元 L2a - c 朝着放大图像的方向移动（例如，A1 - A3）。同时，通过沿着局部凸起轨迹朝着物体的方向移动（例如，B1 - B3）第四透镜单元 L4a - c，能够补偿由放大引起的像平面中的波动。

变焦透镜系统采用了后聚焦系统，在后聚焦系统中通过沿着光轴移动第四透镜单元 L4 来执行聚焦。变焦透镜系统的附图中的第四透镜单元 L4a 的实曲线 4a 和虚曲线 4b 分别表示当聚焦在无限远的物体和靠近的物体时，在执行从广角端到远摄端的变焦的同时，移动

第四透镜单元 L4a - c 用以补偿像平面中的波动的轨迹。

通过沿着朝向物体的凸起轨迹移动（例如，B1 - B3）第四透镜单元 L4a - c，能够有效地使用第三透镜单元 L3a - c 与第四透镜单元 L4a - c 之间的空间。因此，能够有效地缩短变焦透镜系统的整体长度。在变焦和聚焦操作期间第一透镜单元 L1a - c 和第三透镜单元 L3a - c 不移动。

按照示意性实施例，例如，当在远摄端的变焦位置执行从无限远的物体到靠近的物体的聚焦时，第四透镜单元 L4a 朝向附图中箭头 4c 所示的方向移动。

按照示意性实施例，通过在垂直于光轴的方向上移动透镜单元（振动控制透镜单元）L3b1 - 3 来修正由整个光学系统的振动引起的图像的模糊或减少误差。

换句话说，就是控制振动。以此方式，能够控制振动，而不需要额外的光学元件，例如可变顶角棱镜或振动控制透镜单元。因此，避免了光学系统整体尺寸的变大。

接下来将说明按照示意性实施例通过透镜子单元 L3b1 - 3 执行振动控制。

通常，能够通过用户的手的摆动来倾斜变焦透镜系统的光轴。

此时，为了补偿光轴的倾角 θ° ，振动控制透镜单元（相当于按照示意性实施例的透镜子单元 L3b1 - 3）将在垂直于光轴的方向上移动一段距离 Δ 。振动控制透镜单元的距离 Δ （即，位移量）由下面的表达式表示

$$\Delta = f \cdot \tan(\theta) / TS$$

此处 f 表示整个变焦透镜系统的焦距， TS 表示振动控制透镜单元的偏心灵敏度。

此处，偏心灵敏度被如下表示：

$$TS = \Delta I / \Delta L$$

此处 ΔL 表示振动控制透镜单元在垂直于光轴的方向上移动的距离， ΔI 表示图像在像平面上同时移动的距离。

如果振动控制透镜单元的偏心灵敏度 TS 太小, 则振动控制透镜单元移动的距离变大, 以获得预定的距离 ΔI 。因此, 振动控制透镜单元的有效透镜直径增加。

与正常的单板型变焦透镜系统相比, 支持 3CCD 的摄像机中的变焦透镜系统要求更大的后焦距, 因为能够在像平面一侧使用更大的空间, 用于设置颜色分离的棱镜。因此, 对于按照至少一个示意性实施例的变焦透镜系统, 第三透镜单元 $L3a - c$ 的折射能力比第四透镜单元 $L4a - c$ 的要弱, 并且第三透镜单元 $L3a - c$ 在垂直于光轴的方向上的灵敏度很小。

因此, 如果通过在垂直于光轴的方向上移动整个第三透镜单元 $L3a - c$ 来执行振动控制, 则第三透镜单元 $L3a - c$ 移动的距离变得很大。

按照与至少一个示意性实施例的变焦透镜系统相同的方式, 摄像机的变焦透镜系统经常包括具有正、负、正、正折射能力的透镜单元的四组变焦透镜系统。

对于这样的变焦透镜系统, 当第三透镜单元 $L3a - c$ 的偏心灵敏度增加时, 第三透镜单元 $L3a - c$ 的折射能力也能够增加。因此, 很难维持大的后焦距。因此, 该变焦透镜系统可能不适于例如支持 3CCD 的摄像机。

按照示意性实施例, 将第三透镜单元 $L3a - c$ 分成具有负折射能力的透镜子单元 $L3a1 - 3$ 和具有正折射能力的透镜子单元 $L3b1 - 3$ 。选择透镜子单元 $L3b1 - 3$ 作为振动控制透镜单元, 因此其折射能力和偏心灵敏度 TS 增加。以此方式, 尽管该变焦透镜系统能够用于支持 3CCD 的摄像机, 但是其具有小的尺寸并促进了振动控制。

按照示意性实施例, 通过适当地设置针对振动控制而偏心(偏轴)的透镜子单元 $L3b1 - 3$ 的焦距, 变焦透镜系统能够获得高的变焦比, 例如 20 倍的变焦比。而且, 能够满意地补偿由透镜子单元 $L3b1 - 3$ 的移动和/或偏心(偏轴)而产生的各种偏心像差, 例如偏心彗形像差和偏心像平面畸变。

按照示意性实施例的变焦透镜系统满足下面条件表达式中的至少一个。

在下面的表达式中, f_1 和 f_2 分别表示第一透镜单元 L1a - c 和第二透镜单元 L2a - c 的焦距, f_{3a} 和 f_{3b} 分别表示透镜子单元 L3a1 - 3 和透镜子单元 L3b1 - 3 的焦距。

整个光学系统在广角端和远摄端的焦距分别由 f_w 和 f_t 表示。

当变焦透镜系统在远摄端聚焦在无限远的物体上时以及当透镜子单元 L3b1 - 3 在垂直于光轴的方向上移动时, 图像偏移的偏灵敏度由 TS 表示。

因此, 示意性实施例满足下面的条件表达式中的至少一个:

$$0.4 < f_{3b}/f_1 < 0.70 \quad (1)$$

$$0.5 < |f_{3b}/f_{3a}| < 0.8 \quad (2)$$

$$2.2 < |f_{3b}/f_2| < 4.1 \quad (3)$$

$$0.45 < |f_2| / \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.58 \quad (4)$$

$$0.6 < TS < 1.0 \quad (5)$$

接下来, 将说明上面条件表达式的技术意义。

条件表达式 1 和 2 用于在减小变焦透镜系统的整体尺寸的同时减少振动控制期间内各种像差的改变。

如果透镜子单元 L3b 的折射能力变大, 从而超过条件表达式 1 的下限, 则很难补偿由透镜单元的偏心 (偏轴) 而产生的各种偏像差, 例如偏心彗形像差和偏心像平面畸变。如果超过条件表达式 1 的上限, 则透镜子单元 L3b1 - 3 必须移动较大的距离用于振动控制, 并且必须增加透镜管的直径。

如果超过条件表达式 2 的下限, 则很难维持用于在透镜系统的像侧设置颜色分离光学系统的长的后焦距。如果超过上限, 则透镜子单元 L3b1 - 3 必须移动较大的距离用于振动控制。

条件表达式 3 用于设置第二透镜单元 L2a - c 和透镜子单元 L3b1 - 3 的折射能力, 以便减小整个变焦透镜系统的整体尺寸, 并且在偏心 (偏轴) 期间保持极好的光学性能。

如果超过条件表达式 3 的下限,则很难限制在振动控制期间产生偏心像差。

如果超过上限,因为 Petzval (匹兹万) 和数在负方向增加,则很难补偿像平面畸变。

在至少一个示意性实施例中,如下设置条件表达式 1 至 3 的范围,在控制振动的同时促进良好的光学性能,所述振动能够容易地被保持并且能容易地由透镜子单元 L3b1-3 的移动所补偿:

$$0.44 < f_{3b}/f_1 < 0.6 \quad (1a)$$

$$0.55 < |f_{3b}/f_{3a}| < 0.75 \quad (2a)$$

$$2.5 < |f_{3b}/f_2| < 3.7 \quad (3a)$$

条件表达式 4 用于缩短透镜单元的整体长度,同时适当地设置第二透镜单元 L2a-c 在变焦过程中的移动距离,并且在整个变焦范围内,即从广角端到远摄端保持极好的光学性能。

如果第二透镜单元 L2a-c 的折射能力变大,从而超过条件表达式 4 的下限,则第二透镜单元 L2a-c 在变焦过程中移动的距离变小。因此,由于 Petzval 和数在负方向增加,所以它是无益的,使得很难补偿像平面畸变。

如果超过条件表达式 4 的上限,则第二透镜单元 L2a-c 在变焦过程中移动的距离增加,使得很难减小透镜系统的整体尺寸。

在至少一个示意性实施例中,能够如下的设置条件表达式 4 的范围:

$$0.5 < |f_2| / \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.56 \quad \dots \quad (4a)$$

由用于摄像机或数码静态相机的固态图像拾取器件(例如 CCD)所捕捉的图像的尺寸小于卤化银相机所捕捉的图像的尺寸。

而且,用于这种器件的图像拾取透镜相对于相同的摄影视角具有短的焦距。因此,振动控制透镜单元用于补偿相同振动控制角所移动的距离 Δ 减小。

因此,如果机构的精度大致相同,则屏幕的欠补偿程度变得同等大。

对于按照下面示意性实施例的变焦透镜系统,当作为振动控制透镜单元的透镜子单元 L3b1-3 在透镜子单元 L3b1-3 在远摄端聚焦在无限远物体上的同时在垂直于光轴的方向上移动时,振动控制灵敏度 TS 满足条件表达式 5。

如果振动控制灵敏度 TS 小于下限,则用于控制的透镜子单元 L3b1-3 能够移动较大的距离。这是无益的,因为将需要增加用于驱动透镜子单元 L3b1-3 的驱动单元(例如致动器)的尺寸。

相反,如果振动控制灵敏度 TS 大于条件表达式 5 的上限,则为振动控制而要求的透镜子单元 L3b1-3 的移动距离 Δ 变小。但是,在此情况下,满足振动控制变得很难,导致欠补偿。

通过如下设置条件表达式 5 的范围能够获得极好的振动控制性能:

$$0.7 < TS < 0.9 \quad (5a)$$

至少一个示意性实施例在透镜子单元 L3b1-3 中包括至少一个具有非球面表面的正透镜。

因此,按照至少一个示意性实施例,能够减少振动控制期间产生的偏心像差,例如偏心彗形像差。

为了补偿偏心横向色像差,在透镜子单元 L3b1-3 中包括至少一个负透镜也是有用的。

此时,为了维持对整个第三透镜单元 L3a-c 的色像差补偿的平衡,可在透镜子单元 L3a1-3 中包括至少一个正透镜。

例如,透镜子单元 L3b1-3 包括一个正透镜和一个组合透镜(例如,由粘结正透镜和负透镜而构成)。以此方式,用于补偿模糊而提供的振动控制透镜单元的结构能够被最小化,减小了振动控制透镜单元的尺寸和重量。

以此方式,能够减小用于驱动振动控制透镜单元的致动器的尺寸,减小整个单元的尺寸并降低驱动操作期间的电功耗。

按照示意性实施例,第一透镜单元 L1a-c 包括一个负透镜和两个或三个正透镜。

因此,可对正透镜使用具有低色散值和低折射率的玻璃材料,促使对远摄端有效地补偿色像差。

第二透镜单元 L2a - c 从物侧到像侧包括其像侧的表面为凹的负弯月透镜、负透镜、其两个表面都为凸的正透镜、和其物侧的表面为凹的负透镜。

通过在第二透镜单元 L2a - c 中正透镜的像侧上提供负透镜来减少变焦期间色像差的变化。

按照示意性实施例,能够在第一透镜单元 L1a - c 的物侧和/或第四透镜单元 L4a - c 的像侧提供具有小折射能力的透镜单元。

能够在物侧和/或像侧提供远摄变换透镜和/或广角变换透镜。

如上所述,按照示意性实施例,适当地设置透镜单元的折射能力和透镜结构,并且提供作为光学系统一部分所包括的同等小且轻的透镜子单元 L3b1 - 3 作为振动控制透镜单元。通过在垂直于光轴的方向上移动透镜子单元 L3b1 - 3 来补偿由变焦透镜系统振动(倾斜)所产生的图像模糊。因此,获得了易于补偿在透镜单元偏心(偏轴)时所产生的偏心像差的变焦透镜系统。同时,能够减小整个光学系统的尺寸,简化了机构并降低了应用到驱动单元的负载。

例如,按照示意性实施例,能够获得一种变焦透镜系统,其能够具有同等长的后焦距,适于包括与 R、G、B 通道对应的三个图像拾取器件和颜色分离光学系统的相机。

而且,按照示意性实施例,能够获得具有极好的振动控制性能和高变焦比(例如 20 倍的变焦比)的变焦透镜系统。这样的变焦透镜系统能够用于图像拾取装置,例如摄像机或数码静态相机。

下面分别说明对应于第一、第二、第三示意性实施例的第一、第二、第三数字示例。在每个示例中, i 表示从物侧计数的透镜表面的编号, R_i 表示第 i 表面的曲率半径, D_i 表示第 i 表面与第 $i+1$ 表面之间的距离, N_i 表示构成从物侧计数的第 i 透镜或光学模块的材料 d 线折射率, v_i 表示 d 线阿贝 (Abbe) 数。

在第一至第三示例中,最靠近图像的六个表面是相当于光学模块

的平面。由下面的表达式来表示非球面形状：

$$X = \frac{(1/R)h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/R)^2}} + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10}$$

此处 X 表示在距离光轴的高度 h 处相对于表面顶点在光轴方向上的偏移，R 是旁轴曲率半径，k 是锥形系数，B、C、D 和 E 是非球面系数。

在示例中，“e-x”表示“ $\times 10^{-x}$ ”，f 表示焦距，Fno 表示 F 数， ω 表示半视场角。

在表 1 中显示了上述条件表达式与下面示例之间的关系。

[表 1]

条件表达式		数字示例		
		1	2	3
(1)	f3b/f1	0.467	0.550	0.490
(2)	f3b/f3a	0.630	0.574	0.734
(3)	f3b/f2	2.780	3.404	3.033
(4)	f2/ $\sqrt{fw \cdot ft}$	0.546	0.514	0.519
(5)	TS	0.848	0.737	0.791

接下来，将参照图 13 说明包含按照本发明示意性实施例的变焦透镜系统作为摄影光学系统的摄像机。

图 13 显示了摄像机主体 10、含有按照本发明示意性实施例的变焦透镜系统的摄影光学系统 11、用于通过摄影光学系统 11 接收物体的图像的固态图像拾取器件（光电变换器）12（例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器）、用于存储与通过图像拾取器件 12 拍摄和转换的物体图像对应的信息的存储器 13、以及用于观察在显示器件上显示的物体图像的取景器（图中没有显示）。

显示器件由例如液晶显示器构成，并且能够用于显示形成在图像拾取器件 12 上的物体图像。

能够获得按照示意性实施例的变焦透镜系统，其用于图像拾取装置中，例如摄像机、具有极好的光学特性的小的图像拾取装置。

按照本发明示意性实施例的变焦透镜系统能够以相同的方式用

于数码静态相机。

第一数字示例

$$f = 3.93 \sim 78.14 \quad Fno = 1.66 \sim 2.88 \quad 2\omega = 59.8^\circ \sim 3.3^\circ$$

R 1 = 204.858	D 1 = 2.10	N 1 = 1.806100	ν 1 = 33.3
R 2 = 49.068	D 2 = 6.60	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -498.623	D 3 = 0.20		
R 4 = 58.411	D 4 = 4.70	N 3 = 1.487490	ν 3 = 70.2
R 5 = -2287.930	D 5 = 0.20		
R 6 = 40.272	D 6 = 4.40	N 4 = 1.603112	ν 4 = 60.6
R 7 = 126.522	D 7 = 可变的		
R 8 = 71.967	D 8 = 0.85	N 5 = 1.834000	ν 5 = 37.2
R 9 = 7.997	D 9 = 3.88		
R 10 = -28.089	D 10 = 0.75	N 6 = 1.834000	ν 6 = 37.2
R 11 = 40.915	D 11 = 0.18		
R 12 = 16.774	D 12 = 3.70	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R 13 = -19.434	D 13 = 0.70	N 8 = 1.785896	ν 8 = 44.2
R 14 = 61.253	D 14 = 可变的		
R 15 = 孔径光阑	D 15 = 7.20		
R 16 = -46.628	D 16 = 0.65	N 9 = 1.882997	ν 9 = 40.8
R 17 = 14.447	D 17 = 2.69	N 10 = 1.805181	ν 10 = 25.4
R 18 = -1297.079	D 18 = 0.50		
R 19 = 13.235(非球面 I)	D 19 = 3.80	N 11 = 1.583126	ν 11 = 59.4
R 20 = -120.701	D 20 = 0.75	N 12 = 1.672700	ν 12 = 32.1
R 21 = 16.656	D 21 = 1.14		
R 22 = 53.297	D 22 = 2.20	N 13 = 1.696797	ν 13 = 55.5
R 23 = -32.110	D 23 = 可变的		
R 24 = 32.618(非球面)	D 24 = 2.50	N 14 = 1.583126	ν 14 = 59.4
R 25 = -181.206	D 25 = 0.20		
R 26 = 17.379	D 26 = 0.80	N 15 = 1.846660	ν 15 = 23.8
R 27 = 10.521	D 27 = 4.00	N 16 = 1.487490	ν 16 = 70.2
R 28 = -66.998	D 28 = 2.00		
R 29 = ∞	D 29 = 0.43	N 17 = 1.516800	ν 17 = 64.2
R 30 = ∞	D 30 = 2.05	N 18 = 1.552320	ν 18 = 63.4
R 31 = ∞	D 31 = 0.83		
R 32 = ∞	D 32 = 17.50	N 19 = 1.516330	ν 19 = 64.1
R 33 = ∞	D 33 = 0.50	N 20 = 1.556710	ν 20 = 58.6
R 34 = ∞			

可变距离	焦距	3.93	25.19	78.14
D 7		0.90	31.49	40.12
D 14		41.72	11.13	2.50
D 23		7.99	4.55	8.69

非球面系数

$$R19 \quad k = -5.91516e-01 \quad B = -2.24758e-05 \quad C = 9.13602e-08 \quad D = -1.54277e-09 \quad E = 3.15191e-11 \\ F = -1.86656e-13$$

$$R24 \quad k = 3.70505e+00 \quad B = -1.05794e-05 \quad C = 7.17210e-09$$

第二数字示例

$$f = 4.00 \sim 79.83 \quad F \# = 1.66 \sim 2.88 \quad 2\omega = 59.0^\circ \sim 3.2^\circ$$

R 1 = 218.665	D 1 = 2.10	N 1 = 1.806100	ν 1 = 33.3
R 2 = 51.750	D 2 = 7.19	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -238.257	D 3 = 0.20		
R 4 = 49.649	D 4 = 5.36	N 3 = 1.487490	ν 3 = 70.2
R 5 = 1735.093	D 5 = 0.20		
R 6 = 39.329	D 6 = 3.68	N 4 = 1.603112	ν 4 = 60.6
R 7 = 82.119	D 7 = 可变的		
R 8 = 53.938	D 8 = 0.85	N 5 = 1.834000	ν 5 = 37.2
R 9 = 7.604	D 9 = 4.00		
R10 = -33.829	D10 = 0.75	N 6 = 1.834000	ν 6 = 37.2
R11 = 28.446	D11 = 0.38		
R12 = 15.201	D12 = 4.11	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R13 = -17.513	D13 = 0.70	N 8 = 1.834000	ν 8 = 37.2
R14 = 59.344	D14 = 可变的		
R15 = 孔径光阑	D15 = 7.20		
R16 = -87.147	D16 = 0.65	N 9 = 1.882997	ν 9 = 40.8
R17 = 14.785	D17 = 2.78	N10 = 1.761821	ν 10 = 26.5
R18 = -662366.462	D18 = 0.5		
R19 = 13.005 (非球面的)	D19 = 3.70	N11 = 1.583126	ν 11 = 59.4
R20 = 75.297	D20 = 0.80	N12 = 1.698947	ν 12 = 30.1
R21 = 16.037	D21 = 1.62		
R22 = 82.352	D22 = 2.01	N13 = 1.712995	ν 13 = 53.9
R23 = -36.622	D23 = 可变的		
R24 = 27.666	D24 = 2.22	N14 = 1.603112	ν 14 = 60.6
R25 = -100.169	D25 = 0.20		
R26 = 22.681	D26 = 0.80	N15 = 1.846660	ν 15 = 23.9
R27 = 12.326	D27 = 3.59	N16 = 1.487490	ν 16 = 70.2
R28 = -65.795	D28 = 可变的		
R29 = ∞	D29 = 0.43	N17 = 1.516800	ν 17 = 64.2
R30 = ∞	D30 = 2.05	N18 = 1.552320	ν 18 = 63.4
R31 = ∞	D31 = 0.83		
R32 = ∞	D32 = 17.50	N19 = 1.516330	ν 19 = 64.1
R33 = ∞	D33 = 0.50	N20 = 1.556710	ν 20 = 58.6
R34 = ∞			

	焦距	4.00	25.79	79.83
可变距离				
D 7		0.90	31.15	39.69
D14		41.20	10.95	2.42
D23		8.94	5.00	9.06
D28		3.07	7.01	2.95

非球面系数

$$R19 \quad k = -1.00377e+00 \quad B = 9.32334e-06 \quad C = 9.77943e-08 \quad D = 1.68502e-10$$

第三数字示例

$$f = 4.10 \sim 88.73 \quad Fno = 1.65 \sim 2.85 \quad 2\omega = 57.7^\circ \sim 2.9^\circ$$

R 1 = 65.066	D 1 = 1.90	N 1 = 1.846660	ν 1 = 23.8
R 2 = 42.431	D 2 = 7.10	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -310.327	D 3 = 0.20		
R 4 = 40.157	D 4 = 3.80	N 3 = 1.696797	ν 3 = 55.5
R 5 = 93.377	D 5 = 可变的		
R 6 = 58.396	D 6 = 0.90	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8
R 7 = 8.741	D 7 = 4.23		
R 8 = -21.541	D 8 = 0.75	N 5 = 1.761821	ν 5 = 26.5
R 9 = 187.301	D 9 = 0.35		
R10 = 18.974	D10 = 4.20	N 6 = 1.922860	ν 6 = 18.9
R11 = -20.176	D11 = 0.31		
R12 = -18.672	D12 = 0.71	N 7 = 1.805181	ν 7 = 25.4
R13 = 35.012	D13 = 可变的		
R14 = 孔径光阑	D14 = 7.50		
R15 = -21.054	D15 = 0.70	N 8 = 1.603112	ν 8 = 60.6
R16 = 24.933	D16 = 2.50	N 9 = 1.688931	ν 9 = 31.1
R17 = -1012.116 (非球面的 I)	D17 = 0.71		
R18 = 36.316 (非球面的 I)	D18 = 2.00	N10 = 1.589130	ν 10 = 61.3
R19 = -953.633	D19 = 0.20		
R20 = 43.271	D20 = 0.70	N11 = 1.805181	ν 11 = 25.4
R21 = 23.114	D21 = 4.00	N12 = 1.487490	ν 12 = 70.2
R22 = -38.169 (非球面的)	D22 = 可变的		
R23 = 52.162	D23 = 2.90	N13 = 1.583126	ν 13 = 59.4
R24 = -33.928	D24 = 0.20		
R25 = 23.423	D25 = 0.75	N14 = 1.761821	ν 14 = 26.5
R26 = 12.789	D26 = 3.80	N15 = 1.487490	ν 15 = 70.2
R27 = -256.958	D27 = 1.80		
R28 = ∞	D28 = 0.43	N16 = 1.516800	ν 16 = 64.2
R29 = ∞	D29 = 2.05	N17 = 1.552320	ν 17 = 63.4
R30 = ∞	D30 = 0.83		
R31 = ∞	D31 = 17.00	N18 = 1.589130	ν 18 = 61.2
R32 = ∞	D32 = 0.50	N19 = 1.556710	ν 19 = 58.6
R33 = ∞			

可变距离	焦距	4.10	27.89	88.73
D 5		0.95	33.64	42.86
D13		44.41	11.72	2.50
D22		7.77	3.98	8.95

非球面系数

$$R17 \quad k=9.07320e+03 \quad B=1.74727e-05 \quad C=-7.10628e-08 \quad D=1.47506e-09$$

$$R18 \quad k=-2.12928e+00 \quad B=-1.05149e-05 \quad C=-1.03948e-07 \quad D=1.42193e-09$$

$$R23 \quad k=2.16614e+01 \quad B=-2.95426e-05 \quad C=2.18245e-08 \quad D=-1.59265e-09$$

尽管已经参照示意性实施例说明了本发明，但是应当理解，本发

明不限于公开的示意性实施例。下面权利要求的范围应当符合最宽的解释，以便包括所有修改、等价的结构和功能。

图 1

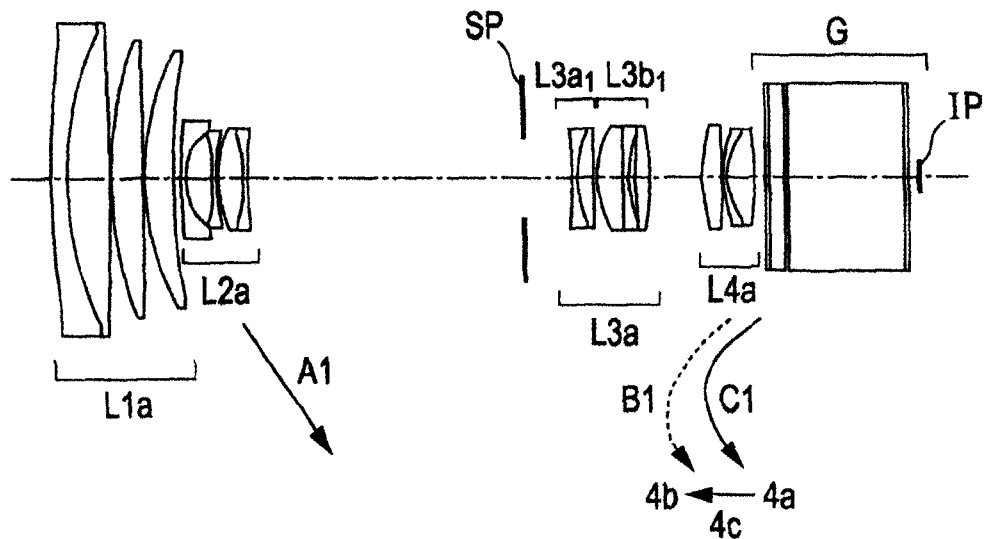


图 2

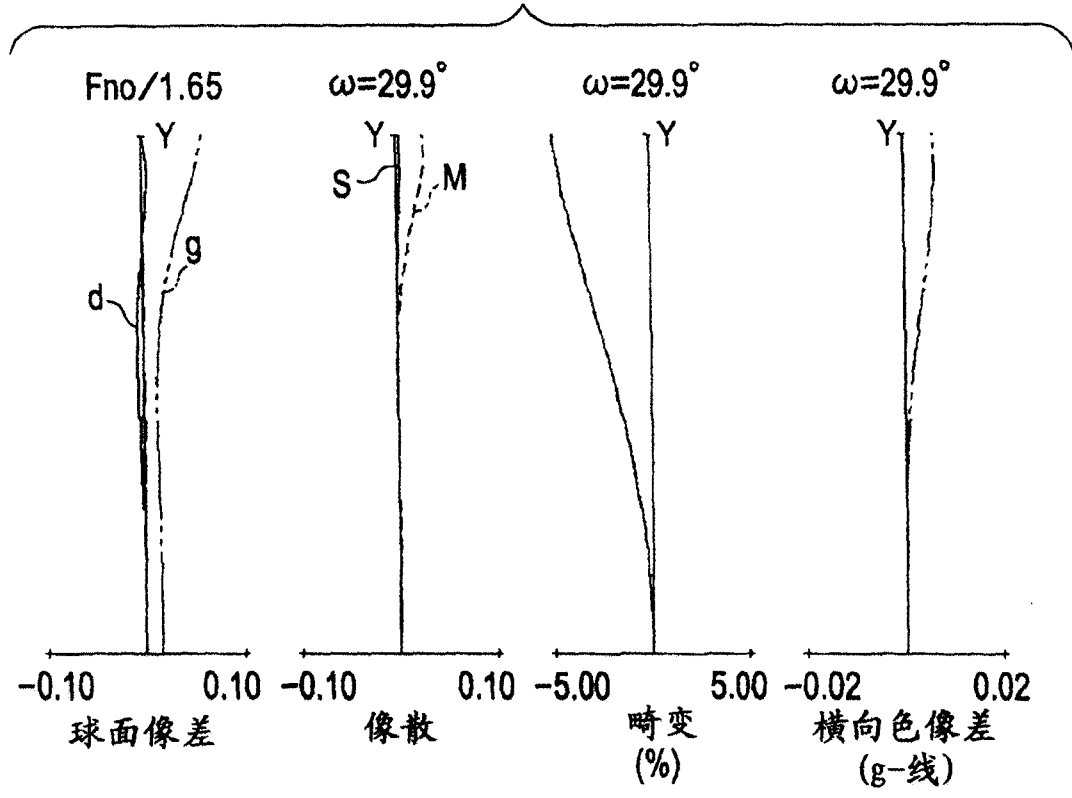


图 3

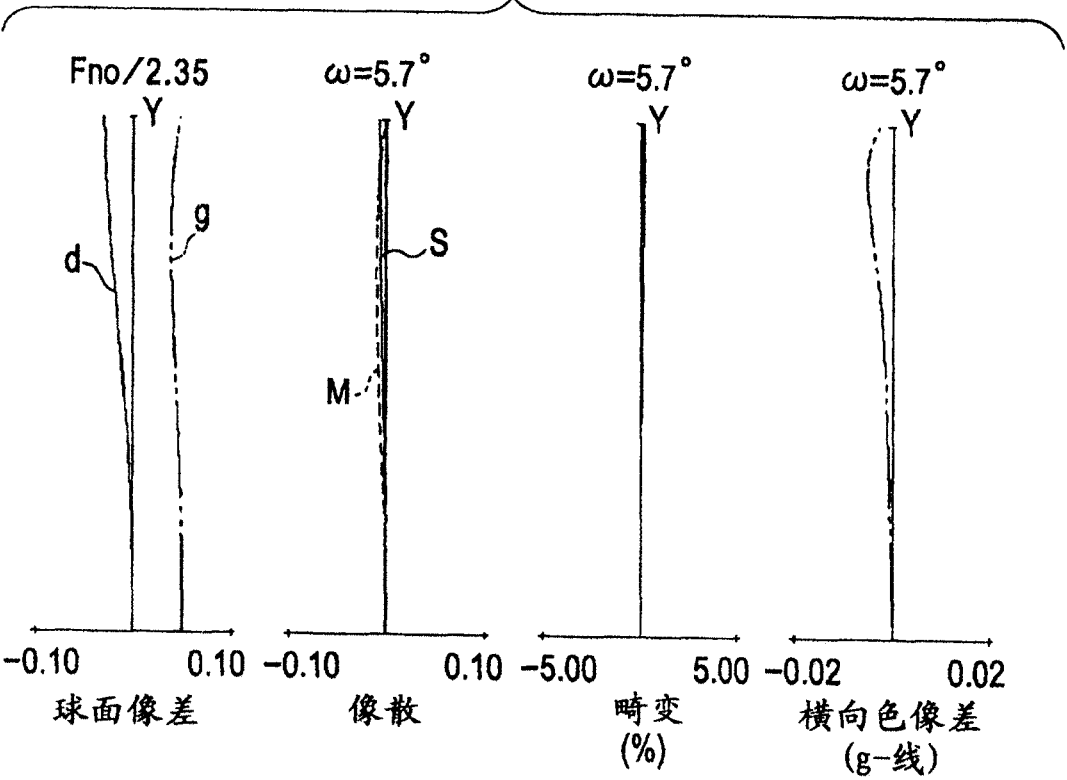


图 4

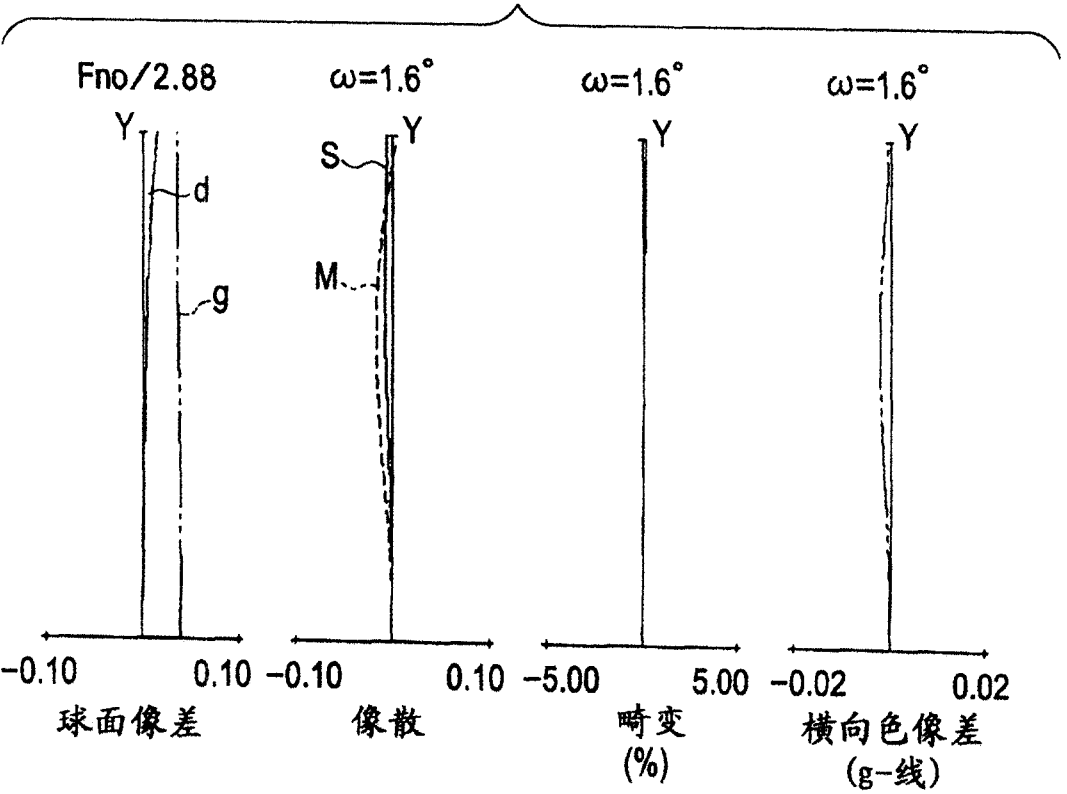


图 5

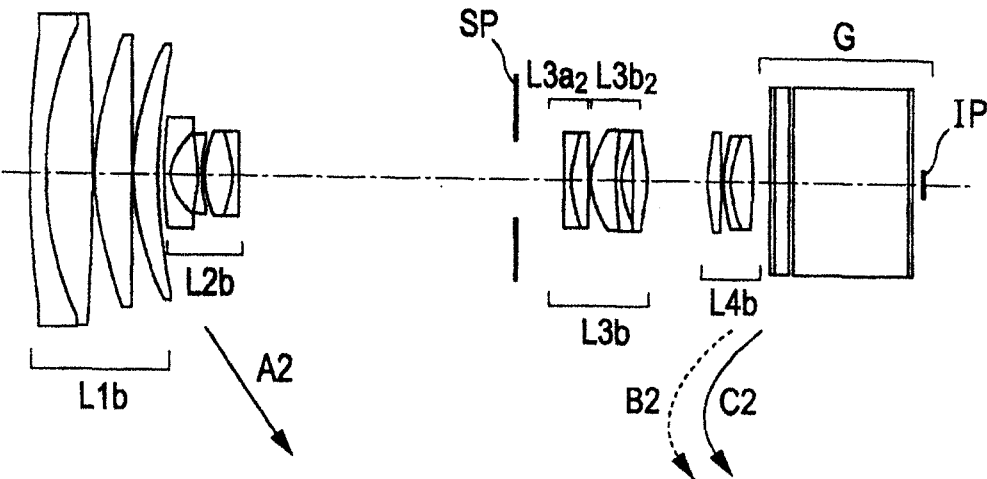


图 6

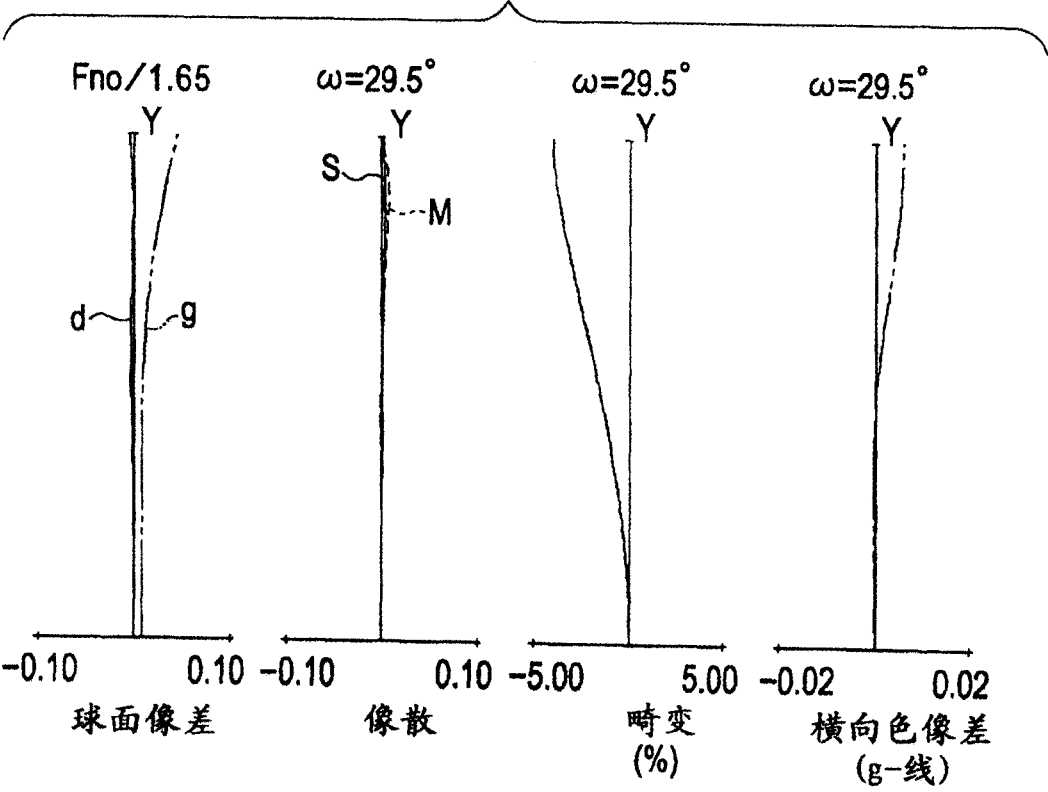


图 7

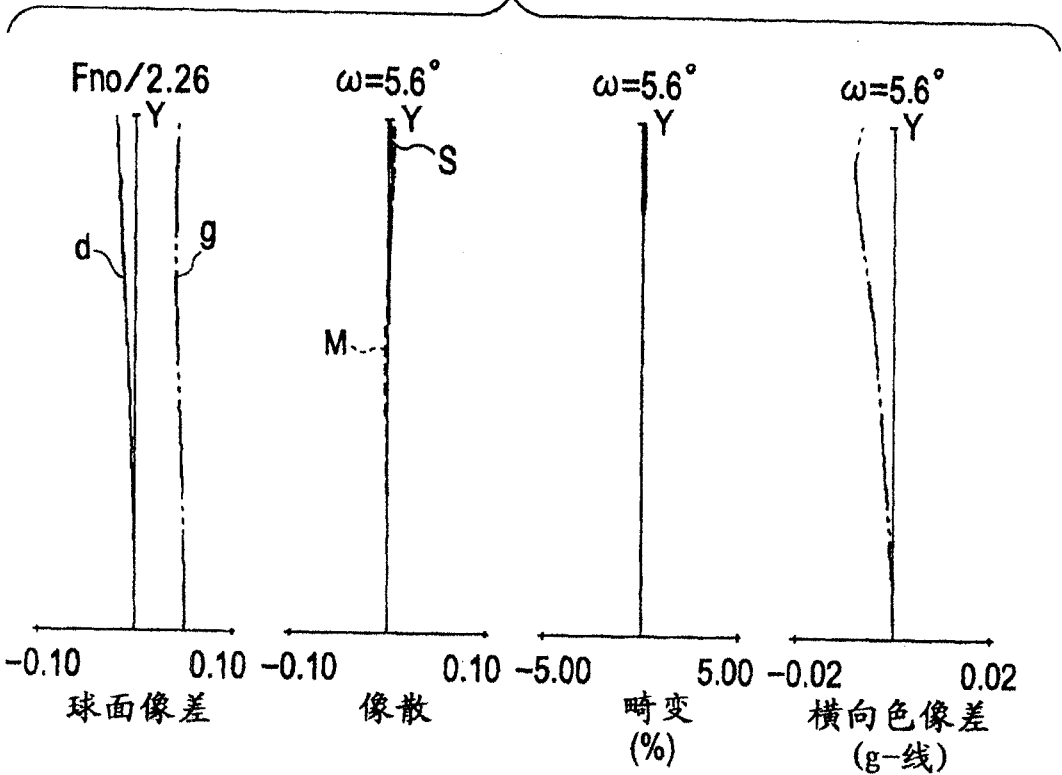


图 8

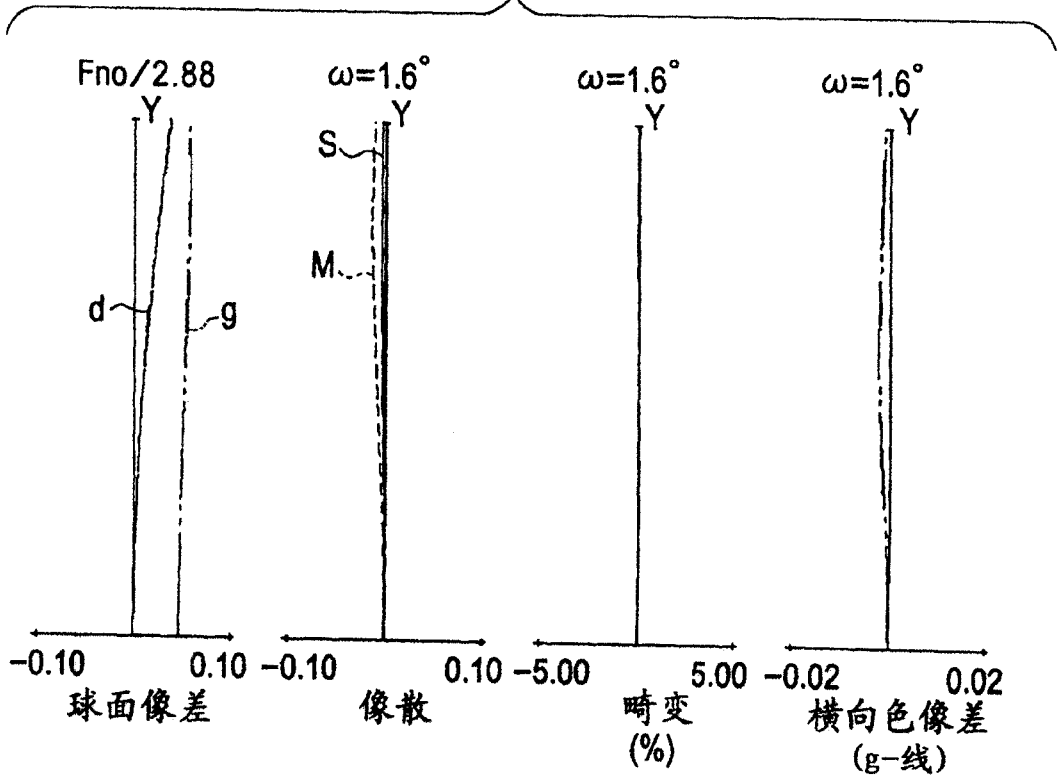


图 9

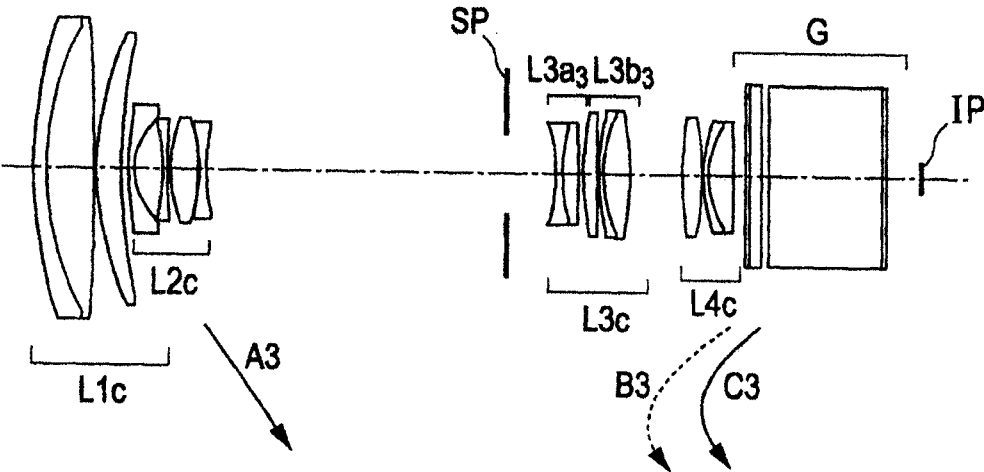


图 10

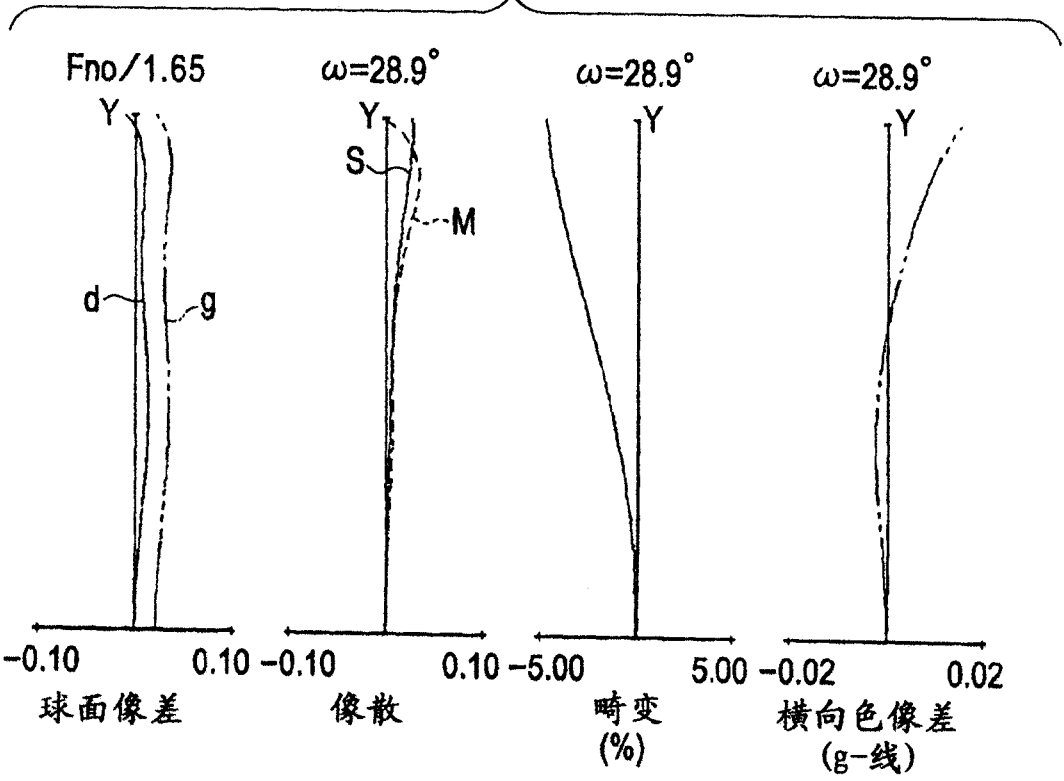


图 11

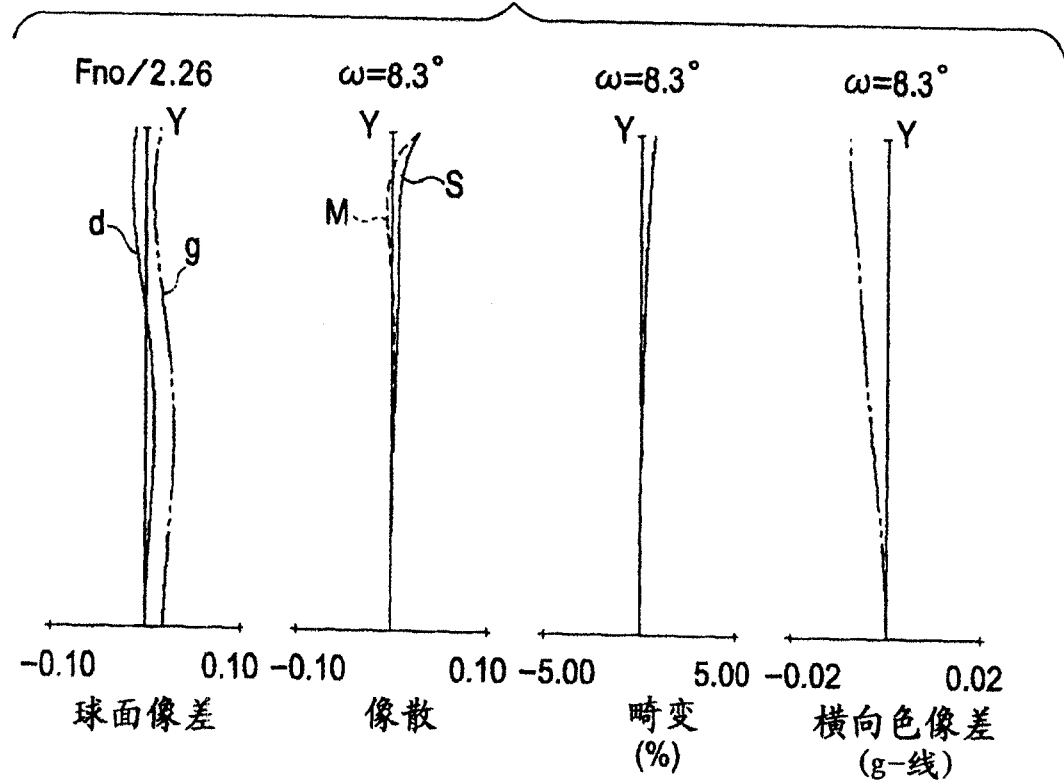


图 12

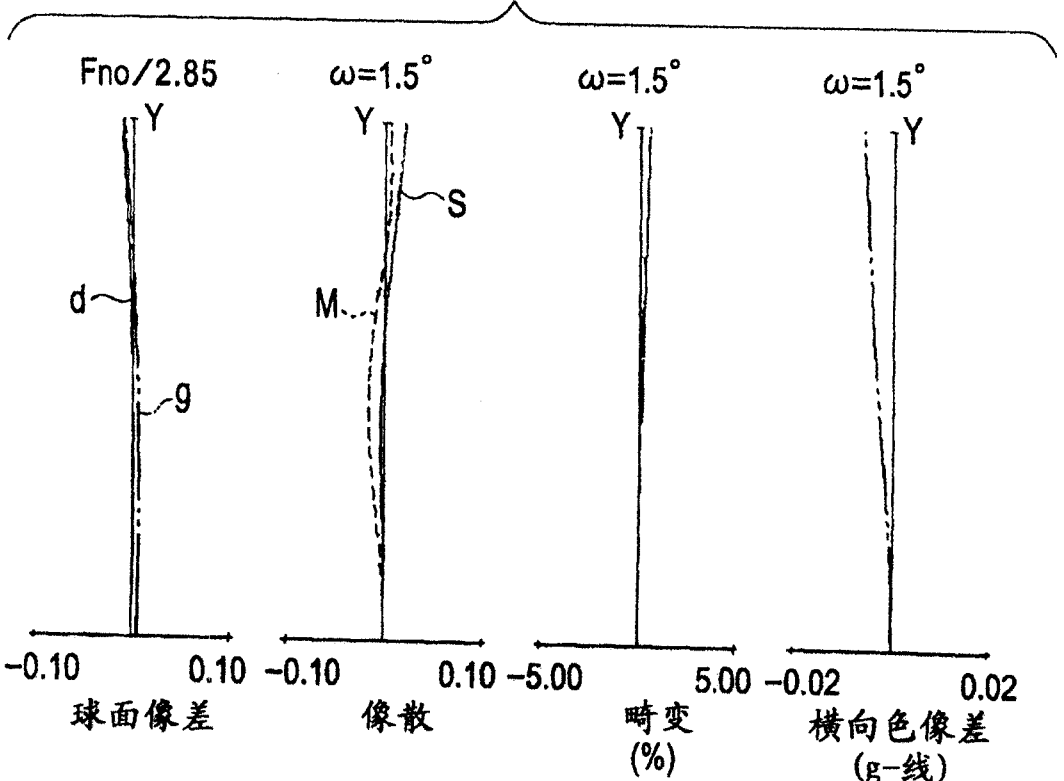


图 13

