

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 15/14

G02B 9/12

H04N 5/225



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510072766.1

[43] 公开日 2005年11月23日

[11] 公开号 CN 1700050A

[22] 申请日 2005.5.19

[21] 申请号 200510072766.1

[30] 优先权

[32] 2004.5.19 [33] JP [31] 2004-148893

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 关田诚

[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

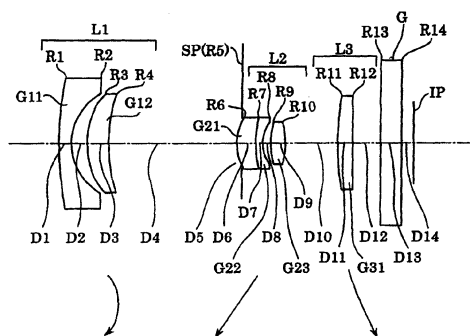
代理人 康建忠

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称 变焦透镜系统和包括变焦透镜系统的图像拾取装置

[57] 摘要

提供一种具有良好光学性能的紧凑型变焦透镜系统。该变焦透镜系统包括：负光焦度的第一透镜单元、正光焦度的第二透镜单元、正光焦度的第三透镜单元和 F 数限定部件。第二透镜单元设置于第一透镜单元的像侧并包含最接近物侧设置的透镜元件。该透镜元件具有外周部分、在物侧并具有顶点的表面、和由表面和外周部分相交限定的交点。在第二透镜单元的像侧设置第三透镜单元。沿光轴在顶点和交点之间设置 F 数限定部件。在变焦过程中，第一、第二和第三透镜单元之间的空间变化。



ISSN 1008-4274

1. 一种变焦透镜系统，具有光轴和物侧和像侧，该变焦透镜系统包括：

5 负光焦度的第一透镜单元；

正光焦度的第二透镜单元，在第一透镜单元的像侧设置该第二透镜单元，

其中，第二透镜单元包含最接近物侧设置的透镜元件，该透镜元件包含：

10 外周部分；

在物侧并具有顶点的表面；和

由表面和外周部分之间的相交限定的交点；

正光焦度的第三透镜单元，在第二透镜单元的像侧设置该第三透镜单元；和

15 限定开放 F 数光束的 F 数限定部件，沿光轴在顶点和交点之间设置该 F 数限定部件，

其中，第一、第二和第三透镜单元之间的空间在变焦过程中发生变化。

20 2. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第二透镜单元包含其它透镜元件，其中，透镜元件包含在物侧具有凸面的正透镜元件；并且，其中，透镜元件的凸面的曲率半径的绝对值比其它透镜元件的小。

25 3. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第一透镜单元从物侧到像侧依次包含：在物侧具有凸面的负弯月透镜和在像侧具有凹面的正弯月透镜。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第二透镜单元从物侧到像侧依次包含：由正透镜和负透镜构成的接合透镜和在物侧和像侧具有凸面的透镜。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，在从广角端到望远

端的变焦过程中，第一透镜单元沿凸面的曲线向像侧移动，第二透镜单元向物侧移动，并且第三透镜单元向像侧移动。

6. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，沿光轴在面向物体的顶点和 F 数限定部件之间的距离 (D2S)、和沿光轴在面向物体的顶点和交点之间的距离 (D2R) 满足以下条件：

$$0.2 < D2S/D2R < 0.9。$$

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，在望远端最接近像侧的第一透镜单元的透镜元件的像侧的顶点和最接近物侧的第二透镜单元的透镜元件的物侧的顶点之间的距离 (L1T)、沿光轴在第二透镜单元的透镜元件的物侧的顶点和 F 数限定部件之间的距离 (D2S)、和整个变焦透镜系统的望远端的焦距 (ft) 满足以下条件：

$$0.02 < (D2S+L1T)/ft < 0.08。$$

8. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第一透镜单元的焦距 (f1)、和整个变焦透镜系统的广角端的焦距 (fw) 满足以下条件：

$$-2.6 < f1/fw < -1.6。$$

9. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第二透镜单元的焦距 (f2)、和整个变焦透镜系统的广角端的焦距 (fw) 满足以下条件：

$$1.2 < f2/fw < 2.0。$$

10. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，最接近物侧的第一透镜单元的透镜元件的物侧的顶点和最接近像侧的第一透镜单元的透镜元件的像侧的顶点之间的距离 (DL1)、最接近物侧的第二透镜单元的透镜元件的物侧的顶点与最接近像侧的第二透镜单元的透镜元件的像侧的顶点之间的距离 (DL2)、最接近物侧的第三透镜单元的透镜元件的物侧的顶点与最接近像侧的第三透镜单元的透镜元件的像侧的顶点之间的距离 (DL3)、和整个变焦透镜系统的广角端的焦距 (fw) 满足以下条件：

$$1.3 < (DL1+DL2+DL3)/fw < 2.0。$$

11. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统，其中，第三透镜单元向物侧移动，以将焦点从无限远的物体向附近的物体移动。

12. 根据权利要求1的变焦透镜系统，其中，最接近物侧的第一透镜单元的透镜元件的焦距（ f_{11} ）、和最接近物侧的第二透镜单元的透镜元件的焦距（ f_{21} ）满足以下条件：

$$-1.6 < f_{11}/f_{21} < -0.8.$$

5 13. 根据权利要求1的变焦透镜系统，其中，变焦透镜系统在固态图像传感器上形成图像。

14. 一种图像拾取装置，包括：

根据权利要求1的变焦透镜系统；和

接收来自自由变焦透镜系统形成的图像的光线的固态图像传感器。

变焦透镜系统和包括变焦透镜系统的图像拾取装置

5 技术领域

本发明涉及适用于诸如数字静物照相机(still camera)和摄像机的图像获取光学系统的变焦透镜系统。

背景技术

10 随着诸如具有固态图像传感器的摄像机和数字静物照相机的复杂图像拾取装置(照相机)的最新发展,这些照相机中使用的光学系统需要包含宽视角的大孔径比的变焦透镜系统。

 在这类照相机中,在透镜组的端部和图像拾取器件之间配置诸如色彩校正滤波器(filter)和低通滤波器的各种光学部件。因此,这种照相机中使用的光学系统需要具有相对较长的后焦距的透镜系统。

15 对于具有用于彩色图像的图像拾取器件的照相机,需要在像侧具有良好远心特性(telecentricity)的光学系统,以避免色彩发暗。

 在常规方法中,已提出所谓的短变焦型的各种二单元变焦透镜系统。这种二单元变焦透镜系统包括负折光力(refractive power)的第一透镜单元和正折光力的第二透镜单元,以通过改变其间的距离进行
20 变焦。在这种短变焦型的光学系统中,通过移动正折光力的第二透镜单元,改变放大倍数,同时,由负折光力的第一透镜单元,对与放大倍数的变化相关的图像点的位置变化进行补偿。这种二单元变焦透镜系统的变焦比约为2。

 为了进一步实现变焦比为2或更高的紧凑型透镜系统,已提出了
25 所谓的三单元变焦透镜系统(例如,参见与美国专利 No.4810072 对应的日本专利公开 No.7-3507 和与美国专利 No.4647160 对应的日本专利公开 No.6-40170)。在三单元变焦透镜系统中,将负折光力或正折光力的第三透镜单元配置在二单元变焦透镜系统的像侧。

 有一种公知的三单元变焦透镜系统,它具有较长的后焦距、良好

的远心特性和较宽的视角（例如，参见与美国专利 No.4838666 对应的日本专利公开 No.63-135913 和日本专利公开 No.7-261083）。

还有一种公知的三单元变焦透镜系统，其中，通过移动正折光力的第二透镜单元和正折光力的第三透镜单元进行变焦，同时，固定负折光力的第一透镜单元（例如，参见与美国专利 No.5270863 对应的日本专利公开 No.3-288113）。

还有一种公知的具有相对较少数量的组成透镜的三单元变焦透镜系统，其中，移动所有透镜单元，以进行变焦，并且在第二透镜单元中有效地包含接合透镜，以校正色差（例如，参见与美国专利 No.6498687 对应的日本专利公开 No.2001-272602、与美国专利申请公开 No.2002008920 对应的日本专利公开 No.2002-48975、日本专利公开 No.2003-5072、日本专利公开 No.2003-149555、日本专利公开 No.2003-149556）。

还有一种公知的三单元变焦透镜系统，其中，第一透镜单元中的负折光力的透镜在物侧和像侧具有非球形表面，以进一步减少组成透镜的数量（例如，参见与美国专利 No.5357374 对应的日本专利公开 No.5-323190、日本专利公开 No.7-174971、与美国专利申请公开 No.2003058549 对应的日本专利公开 No.2002-55278、和与美国专利申请公开 No.2003103157 对应的日本专利公开 No.2002-365545）。

为 35mm 胶片照片 (film photo) 设计的三单元变焦透镜系统不容易应用于具有固态图像传感器的图像拾取装置，这是因为其后焦距太长，且其远心特性不足以用于具有固态图像传感器的图像拾取装置。

为了实现具有高变焦比的变焦透镜系统的紧凑型照相机，目前已广泛使用所谓的镜筒可回缩变焦透镜系统。在这种镜筒可回缩变焦透镜系统中，在非使用的过程中减少相邻的透镜单元之间的距离，以减少透镜从照相机机体的突出量。

一般地，各透镜单元沿光轴的长度随各透镜单元中的透镜的数量的增加而增加。并且，透镜总长随用于变焦和聚焦的各透镜单元的移动量的增加而增加。如果各透镜单元中的透镜的数量很多，或者，如

果各透镜单元中的移动量很大，那么，当回缩时，光学系统会使透镜长度增加，并由此不能被用于镜筒可回缩变焦透镜系统中。

发明内容

5 本发明针对具有优良的光学性能的紧凑型变焦透镜系统和使用该紧凑型变焦透镜系统的图像拾取装置。

在本发明的一个方面中，变焦透镜系统包括：负光焦度（焦距的倒数）的第一透镜单元、正光焦度的第二透镜单元、正光焦度的第三透镜单元和 F 数限定部件。第二透镜单元设置于第一透镜单元的像侧，并包含最邻近物侧设置的透镜元件。透镜元件包含外周部分、在物侧
10 并具有顶点的表面和表面和外周部分之间相交形成的交点。第三透镜单元设置于第二透镜单元的像侧。沿光轴在顶点和交点之间设置 F 数限定部件。

通过参照附图说明以下示例性实施例，本发明的其它特征和优点将变得更加明显。

15 附图说明

图 1 表示根据第一实施例的变焦透镜系统的光截面。

图 2 表示根据第一实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差曲线。

图 3 表示根据第一实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像
20 差曲线。

图 4 表示根据第一实施例的在变焦透镜系统的望远端（telephoto end）的像差曲线。

图 5 表示根据第二实施例的变焦透镜系统的光截面。

图 6 表示根据第二实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差曲
25 线。

图 7 表示根据第二实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像差曲线。

图 8 表示根据第二实施例的在变焦透镜系统的望远端的像差曲线。

图 9 表示根据第三实施例的变焦透镜系统的光截面。

图 10 表示根据第三实施例的在变焦透镜系统的广角端的像差曲线。

图 11 表示根据第三实施例的在变焦透镜系统的中间变焦位置的像差曲线。

图 12 表示根据第三实施例的在变焦透镜系统的望远端的像差曲线。

图 13 表示本发明的图像拾取装置。

图 14 表示本发明的 F 数确定部件。

10 具体实施方式

下面将说明本发明的变焦透镜系统的实施例和包括该变焦透镜系统的图像拾取装置。

图 1 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜系统的广角端（短焦距端）的断面图。图 2、图 3 和图 4 分别表示在第一实施例的变焦透镜系统中，在广角端、中间变焦位置和望远端（长焦距端）的像差曲线。第一实施例的变焦透镜系统具有约 2.9 的变焦比和约 2.6~4.8 的孔径比（aperture ratio）。

图 5 是根据本发明的第二实施例的在变焦透镜系统的广角端的断面图。图 6、图 7 和图 8 分别表示在第二实施例的变焦透镜系统中，在广角端、中间变焦位置和望远端的像差曲线。第二实施例的变焦透镜系统具有约 3.0 的变焦比和约 2.8~5.1 的孔径比。

图 9 是根据本发明的第三实施例的在变焦透镜系统的广角端的断面图。图 10、图 11 和图 12 分别表示在第三实施例的变焦透镜系统中，在广角端、中间变焦位置和望远端的像差曲线。第三实施例的变焦透镜系统具有约 3.0 的变焦比和约 2.7~5.1 的孔径比。

图 13 表示具有本发明的变焦透镜系统的数字静物照相机。

各实施例中的变焦透镜系统是用于图像拾取装置的图像获取透镜系统。在图 1、图 5 和图 9 的各个断面图中，物体（前）侧在左边，图像（后）侧在右边。

图 1、图 5 和图 9 中的各断面图表示负折光力（光焦度 = 焦距的倒数）的第一透镜单元 L1、正折光力的第二透镜单元 L2、正折光力的第三透镜单元 L3 和作为限定（限制）开放 F 数（number）光束的孔径光阑(aperture stop)的 F 数限定部件 SP（以下也称为“孔径光阑”）。

光学块(optical block)G 相当于滤光器（optical filter）、面板、晶体低通滤波器、红外截止滤波器等。如果变焦透镜系统被用作摄像机或数字静物照相机的图像获取系统，那么像面 IP 是诸如电荷耦合器件（CCD）传感器和互补金属氧化物半导体（CMOS）传感器的固态图像传感器（光电转换器）的成像表面。如果变焦透镜系统被用作银盐胶片照相机(silver salt film camera)的图像获取系统，那么像面 IP 是相当于胶片表面的光敏表面。

在像差曲线中，d 和 g 分别表示 d 线和 g 线；M 和 S 分别表示纵向像面(meridional image plane)和径向(sagittal)像面。放大倍数的色差由 g 线表示。

在各实施例中，当用于改变放大倍数的透镜单元沿光轴方向位于机械可动范围的两端时，广角端和望远端是变焦位置。

在各实施例的变焦透镜系统中，在从广角端到望远端的变焦过程中，第一透镜单元 L1 沿凸面的曲线向像侧作往复移动，第二透镜单元 L2 向物侧移动，第三透镜单元 L3 向像侧移动。

在各实施例的变焦透镜系统中，主要通过第二透镜单元 L2 的移动改变放大倍数，同时，通过第一透镜单元 L1 的往复运动和第三透镜单元 L3 向像侧的移动，对与放大倍数相关的图像点的移动进行补偿。

第三透镜单元 L3 负责增加与图像拾取器件的小型化有关的图像获取系统的折光力。使用提供的第三透镜单元 L3，各实施例的变焦透镜系统减小由第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 构成的短变焦系统的折光力，并特别地防止在构成第一透镜单元 L1 的透镜中出现像差，由此实现优良的光学性能。

并且，通过将第三透镜单元 L3 用作场透镜，在像侧形成具有固态图像传感器等的图像拾取装置所需要的远心图像（telecentric image）。

下面，参照图 14 说明本发明的 F 数限定部件 SP 的位置。在图示的第二透镜单元 L2 中，沿光轴在顶点 G21a 和交点 G21b 之间设置 F 数限定部件 SP。顶点 G21a 位于在第二透镜单元 L2 中最接近物体的透镜 G21 的物侧。交点 G21b 是透镜 G21 的物侧的表面 S6 和外周部分（rim）（边缘）P6 之间的交点。

由于 F 数限定部件 SP 位于第二透镜单元 L2 中，并且在变焦过程中与其一起运动，因此减少了入射光瞳（与 F 数限定部件 SP 的配置有关）与宽角侧的第一透镜单元 L1 之间的距离。这防止构成第一透镜单元 L1 的透镜的外径（有效直径）增加。并且，第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 以及在其间插入的 F 数限定部件 SP，消除各种轴外像差(off-axis aberration)，由此在不增加组成透镜的数量

的情况下实现优良的光学性能。

在各实施例中，第一透镜单元 L1 包括负折光力的弯月透镜 G11 和正折光力的弯月透镜 G12，其中，各透镜在物侧具有凸面。第二透镜单元 L2 从物侧到像侧依次包含接合透镜和透镜 G23。通过将正折光力的弯月透镜 G21 结合到负折光力的弯月透镜 G22，形成接合透镜。透镜 G21 在物侧具有凸面，透镜 G22 在像侧具有凹面。正折光力的透镜 G23 在物侧和像侧都具有凸面。第三透镜单元 L3 包含正折光力的透镜 G31。

第一透镜单元 L1 可以包含两个或更多个透镜，第二透镜单元 L2 可以包含三个或更多个透镜，第三透镜单元 L3 可以包含一个或更多个透镜。

在各实施例中，如上所述配置 F 数限定部件 SP，以缩短回缩时的透镜长度。

在公知的短变焦型的三单元变焦透镜系统中，在第一透镜单元和第二透镜单元之间设置用于限定开放 F 数的透镜光阑（光阑部件）。

在第二透镜单元中的与最接近物体的透镜的顶点的物侧设置透镜光阑。

一般地，在短变焦型的第一透镜单元中，在最接近像侧的一侧设置在像侧具有凹面的正弯月透镜。因此，在使透镜回缩时的第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离小于图像获取操作过程中的该距离的情况下，第一透镜单元的最接近像侧的透镜的外周部分干涉透镜光阑。因此，由于在透镜的物侧的顶点和透镜的外周部分之间产生的间隙，不能再进行透镜回缩。

并且，当在第一透镜单元和第二透镜单元之间设置透镜光阑(lens stop)时，必须在透镜光阑和在第二透镜单元中最接近物体的透镜的物侧的顶点之间保持一定的距离。这是缩短回缩时的透镜长度的另一个障碍。

因此，在各实施例中，如图 14 所示，在顶点 G21a 和交点 G21b 之间设置用作限定开放 F 数的透镜光阑的 F 数限定部件 SP。由于在第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间没有设置会干涉透镜回缩的部件，因此这种配置使其间的距离最小化。

如上所述，在各实施例中，设计透镜结构和 F 数限定部件（孔径光阑）SP 的配置，使得同时实现所需的折光力配置和像差的校正。由此，可以实现在回缩时具有短透镜长度的紧凑型透镜系统，同时保持优良的光学性能。

下面详细说明各透镜单元的透镜结构。

第一透镜单元 L1 允许主光线为孔径成像会聚到 F 数限定部件 SP 的中心。由于主光线的大量折光力，因此特别是在宽角侧的变焦区域中容易出现诸如像散和畸变的各种轴外像差。

因此，在各实施例中，与一般的宽角透镜类似，第一透镜单元 L1 包含负折光力的透镜 G11 和正折光力的透镜 G12，使得可以防止最接近物体的透镜的直径（有效直径）的增加。

并且，弯月透镜 G11 具有可以在透镜的周长周围增加正折光力的物侧的非球形表面、和可以在透镜的周长周围减少负折光力的像侧

的非球形表面。这不仅使得能以均衡的方式校正像散和畸变，而且有助于减少总的透镜尺寸，使构成第一透镜单元 L1 的透镜的数量减少到两个。

并且，为了限制由于主光线的折射而产生的轴外像差的发生，构成第一透镜单元 L1 的透镜 G11 和透镜 G12 基本为球形，并且同心，中心位于光轴与孔径光阑 SP 相交的点上。

然后，在第二透镜单元 L2 中，正折光力的弯月透镜 G21 在物侧具有凸面。这种形状减小来自第一透镜单元 L1 的主光线的折射角，并限制各种轴外像差的发生。

并且，透镜 G21 提供轴上光线(on-axis ray)通过的最高路径，并主要与球面像差和慧形像差的校正有关。

因此，在各实施例中，透镜 G21 在物侧具有可以在透镜的周长周围减小正折光力的球形表面，使得可以适当地校正球面像差和慧形像差。

与透镜 G21 结合的透镜 G22 在像侧具有凹面，使得可以消除透镜 G21 的物侧的像差。

第三透镜单元 L3 由在物侧和像侧都具有凸面的透镜 G31 构成。第三透镜单元 L3 还用作场透镜(filed lens)，以在像侧实现远心特性。

如果后焦距是 sk' ，那么第三透镜单元 L3 的焦距是 f_3 ，且第三透镜单元 L3 的成像倍数是 β_3 ，假设

$$0 < \beta_3 < 1.0$$

那么它们的关系可以表示为

$$sk' = f_3(1 - \beta_3)$$

这里，当在从广角端到望远端的变焦过程中将第三透镜单元 L3 向像侧移动时，在远摄侧的变焦区中，后焦距 sk' 减少，且第三透镜单元 L3 的成像倍数 β_3 增加。

结果，第三透镜单元 L3 协同第二透镜单元 L2 改变放大倍数。这样减少了第二透镜单元 L2 的移动量、并节省这种移动所需的空间，并由此有助于透镜系统减小尺寸。

当用根据各实施例的变焦透镜系统获取附近的物体的图像时，通过将第一透镜单元 L1 向物侧移动，或者，通过将第三透镜单元 L3 向物侧移动，可以得到优良的性能。

这不仅防止由最接近物侧的第一透镜单元 L1 的聚焦产生的前透镜的直径增加，而且还防止由于移动就透镜重量而言最重的第一透镜单元 L1 而产生的作用在致动器上的载荷增加。并且，在变焦过程中，通过使用凸轮(cam)等，可以以简单的方式与第二透镜单元 L2 同步移动第一透镜单元 L1。由此可以实现简易的机械结构和较高的精度。

仅通过第三透镜单元 L3 可以进行聚焦。

为了用第三透镜单元 L3 进行聚焦，如果在从广角端向望远端的变焦过程中将第三透镜单元 L3 向像侧移动，那么可以在广角端在像面侧放置第三透镜单元 L3，这里，用于聚焦的透镜单元的移动量较大。这样使在变焦和聚焦过程中第三透镜单元 L3 所需的移动的总量最小化，并有助于减小整个透镜系统的尺寸。

在根据各实施例的变焦透镜系统中，满足以下条件中的至少一个，以实现优良的光学性能并减小整个透镜系统的尺寸。得到与各个条件对应的效果。

满足以下条件，以缩短回缩时的透镜长度：

$$0.2 < D2S/D2R < 0.9 \dots (1)$$

这里，D2S 是沿光轴在透镜 G21 的物侧的顶点 G21a 和 F 数限定部件 SP 之间的距离（正值）；并且 D2R 是沿光轴在顶点 G21a 和交点 G21b 之间的距离。

如果超出条件（1）的下限，那么正透镜 G12 的像侧的透镜表面与正透镜 G21 的物侧的透镜表面干涉，使得难以充分地缩短回缩时的透镜长度。

不要超出条件（1）的上限，这是因为 F 数限定部件 SP 和第一透镜单元 L1 之间的增加的距离导致第一透镜单元 L1 的透镜直径增加。

条件（1）的范围如下：

$$0.3 < D2S/D2R < 0.8 \dots (1a)$$

满足以下条件，以缩短透镜总长和回缩时的透镜长度：

$$0.02 < (D2S+L1T)/ft < 0.08 \dots (2)$$

5 这里，D2S 是沿光轴在透镜 G21 的物侧的顶点 G21a 和 F 数限定部件 SP 之间的距离；L1T 是在望远端、透镜 G12 的像侧的顶点和透镜 G21 的物侧的顶点 G21a 之间的距离；ft 是在望远端整个透镜系统的焦距。

与条件 (1) 类似，如果超出条件 (2) 的下限，那么正透镜 G12 的像侧的透镜表面与透镜 G21 的物侧的透镜表面干涉，使得难以充分
10 地缩短回缩时的透镜长度。

不要超出条件 (2) 的上限，这是因为 F 数限定部件 SP 和第一透镜单元 L1 之间的增加的距离导致第一透镜单元 L1 的透镜直径增加。

条件 (2) 的范围如下：

$$15 \quad 0.03 < (D2S+L1T)/ft < 0.07 \dots (2a)$$

满足以下条件，以缩短变焦透镜系统（光学系统）的总长：

$$-2.6 < f1/fw < -1.6 \dots (3)$$

这里，ft 是第一透镜单元 L1 的焦距，并且 fw 是整个光学系统在广角端的焦距。

20 如果超出条件 (3) 的上限，则缩短光学系统的总长。但是，由于第一透镜单元 L1 的焦距缩短，因此，像散的校正，特别是对于整个变焦区的畸变的校正变得困难。

不要超出条件 (3) 的下限，这是因为在变焦过程中第一透镜单元 L1 的移动量增加，这会导致光学系统的总长增加。

25 条件 (3) 的范围如下：

$$-2.4 < f1/fw < -1.8 \dots (3a)$$

满足以下条件，以缩短光学系统的透镜总长：

$$1.2 < f2/fw < 2.0 \dots (4)$$

这里，ft 是第一透镜单元 L2 的焦距，并且 fw 是整个光学系统在

广角端的焦距。

不要超出条件(4)的上限,这是因为在变焦过程中第二透镜单元 L2 的移动量增加,这会导致光学系统的总长增加。

如果超出条件(4)的下限,则缩短光学系统的总长。但是,由于第二透镜单元 L2 的焦距缩短,因此,对于整个变焦区的像散的校正变得困难。

条件(4)的范围如下:

$$1.3 < f_2/f_w < 1.8 \dots (4a)$$

满足以下条件,以缩短光学系统的总长和回缩时的透镜总长:

$$1.3 < (DL_1 + DL_2 + DL_3)/f_w < 2.0 \dots (5)$$

这里, DL1 是透镜 G11 的物侧的顶点和透镜 G12 的像侧的顶点之间的距离; DL2 是透镜 G21 的物侧的顶点和透镜 G23 的像侧的顶点之间的距离; DL3 是透镜 G31 的物侧的顶点和透镜 G31 的像侧的顶点之间的距离; 并且 f_w 是整个光学系统在广角端的焦距。

不要超出条件(5)的上限,这是因为,由于各透镜的厚度增加,因此不容易缩短回缩时的透镜总长。

如果超出条件(5)的下限,各透镜变薄的厚度可以缩短回缩时的透镜总长。但是,必须减小各透镜的曲率,以使各透镜变薄,使得各透镜单元的焦距增加。这种各透镜单元的焦距的增加导致在变焦过程中各透镜单元的移动量增加。这导致允许各透镜单元的移动的凸轮筒(cam tube)的长度增加。结果,即使各透镜的厚度变薄,也会在增加透镜总长。

条件(5)的范围如下:

$$1.5 < (DL_1 + DL_2 + DL_3)/f_w < 1.9 \dots (5a)$$

满足以下条件:

$$-1.6 < f_{11}/f_{21} < -0.8 \dots (6)$$

这里, f_{11} 是透镜 G11 的焦距; f_{21} 是透镜 G21 的焦距。

在条件(6)中,焦距 f_{11} 和焦距 f_{21} 的绝对值基本相等,并且对于透镜 G11 和透镜 G21 使用相同的材料,以使匹兹万和(Petzval sum)

最小化。

条件(6)的范围如下:

$$-1.5 < f_{11}/f_{21} < -0.9 \dots (6a)$$

这里,满足以下条件:

5 $1.65 < n_{1n}$

$$1.65 < n_{2p}$$

这里, n_{1n} 和 n_{2p} 分别是透镜 G11 和透镜 G21 的材料的折射率, 并且满足以下条件:

$$1.75 < n_{1n}$$

10 $1.75 < n_{2p}$

通过如上所述设置各部件, 各实施例实现这样一种变焦透镜系统, 即, 该变焦透镜系统特别适于具有固态图像传感器的图像获取系统, 具有组成透镜数量少的紧凑尺寸, 特别适于镜筒可回缩变焦透镜系统, 并具有变焦比为 2~3 的优良的光学性能。

15 并且, 各实施例将非球形表面加入到各透镜单元中, 以适当地限定特别是第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的折光力, 由此, 当孔径比增加时, 可以有效地校正各种轴外像差, 更具体地, 有效地校正像散、畸变和球面像差。

20 上述各实施例中可用于这样一类变焦透镜系统, 即, 在该变焦透镜系统中, 在变焦过程中, 移动两个透镜单元(诸如第一和第二透镜单元、第一和第三透镜单元、第二和第三透镜单元)而不是三个透镜单元, 以改变相邻的透镜单元之间的距离。

并且, 可以将具有较小的折光力的透镜单元添加到第一透镜单元 L1 的物侧或/和第三透镜单元 L3 的像侧。

25 虽然可以在保持构成第二透镜单元 L2 的透镜的透镜保持部件(透镜支持器)以外单独设置 F 数限定部件 SP, 但也可以使透镜保持部件具有 F 数限定部件 SP 的作用。

下面, 将说明本发明的数值例。在各实施例中, i 表示从物侧算起的各透镜表面的配置次序, R_i 表示第 i 个透镜表面(第 i 个表面)

的曲率半径， D_i 表示第*i*个表面和第(*i*+1)个表面之间的透镜厚度或气隙， N_i 和 v_i 分别表示关于*d*线的折射率和阿贝(Abbe)数。

最接近像侧的两个透镜表面是诸如面板的玻璃部件。非球面形状可以表示如下：

$$5 \quad x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8$$

这里， x 是相对于从光轴算起的高度*h*上的表面顶点的沿光轴的位移； k 是圆锥常数； B 、 C 和 D 是非球面系数； R 是曲率的旁轴(paraxial)半径。

另外，“e-0X”表示“ $\times 10^{-X}$ ”， f 表示焦距， FNo 表示F数， ω 表示半视角。上述各条件表达式和数值例之间的关系如表1所示。

在数值例1~3中， D_5 的值是负值，这是因为透镜表面是从物侧以F数限定部件SP和第二透镜单元L2的透镜G21的次序计算的。在结构中，如图14所示，F数限定部件(孔径光阑)SP位于顶点G21a的像侧相距绝对值 D_5 的距离。

15

数值例 1

$f=5.95\sim 17.06$	$FNo=2.84\sim 5.05$	$2\omega=61.6^\circ\sim 23.5^\circ$	
$R_1=27.620$	$D_1=1.20$	$N_1=1.882997$	$v_1=40.8$
$R_2=4.710$	$D_2=1.30$		
$R_3=6.882$	$D_3=1.95$	$N_2=1.846660$	$v_2=23.9$
$R_4=15.357$	$D_4=$ 可变		
$R_5=$ 光阑	$D_5=-0.50$		
$R_6=4.031$	$D_6=1.70$	$N_3=1.882997$	$v_3=40.8$
$R_7=14.306$	$D_7=0.60$	$N_4=1.808095$	$v_4=22.8$
$R_8=3.293$	$D_8=0.63$		
$R_9=12.095$	$D_9=1.30$	$N_5=1.696797$	$v_5=55.5$
$R_{10}=-16.863$	$D_{10}=$ 可变		
$R_{11}=20.170$	$D_{11}=1.30$	$N_6=1.696797$	$v_6=55.5$
$R_{12}=-73.163$	$D_{12}=$ 可变		

R13=∞ D13=1.90 N7=1.516330 v7=64.1
R14=∞

D/f	5.95	14.51	17.06
D4	11.70	2.04	0.91
D10	4.57	13.54	15.74
D12	2.50	1.19	1.15

非球面系数

R1 k=0.00000e+00 B=1.61680e-04 C=-2.27651e-06 D=2.40573e-08
R2 k=-1.59793e+00 B=1.58635e-03 C=9.56045e-07 D=2.10463e-07
R6 k=-2.87748e-01 B=-7.69444e-05 C=-1.29351e-06

数值例 2

f=5.80~17.41 FNo=2.75~5.05 2ω=62.9°~23.1°

R1=25.230 D1=1.30 N1=1.860000 v1=41.0
R2=4.416 D2=1.20
R3=6.152 D3=2.00 N2=1.846660 v2=23.9
R4=11.714 D4=可变
R5=光阑 D5=-0.45
R6=4.045 D6=1.70 N3=1.860000 v3=41.0
R7=195.838 D7=0.60 N4=1.805181 v4=25.4
R8=3.379 D8=0.64
R9=12.030 D9=1.30 N5=1.696797 v5=55.5
R10=-14.496 D10=可变
R11=18.026 D11=1.25 N6=1.603112 v6=60.6
R12=-108.204 D12=可变
R13=∞ D13=1.90 N7=1.516330 v7=64.1
R14=∞

D/f	5.80	14.74	17.41
D4	10.79	1.80	0.84
D10	4.12	13.54	15.94
D12	2.63	1.35	1.25

非球面系数

R1 k=0.00000e+00 B=2.80275e-04 C=-2.88598e-06 D=1.46272e-08

R2 k=-1.39250e+00 B=1.85779e-03 C=1.54737e-05 D=4.32845e-07

R6 k=-3.31345e-01 B=-3.39723e-05 C=-6.42158e-06

数值例 3

f=6.00~17.82 FNo=2.65~5.05 2 ω =61.2°~22.5°

R1=12.441 D1=1.20 N1=1.882997 v1=40.8

R2=3.777 D2=1.30

R3=5.769 D3=1.80 N2=1.846660 v2=23.9

R4=9.500 D4=可变

R5=光阑 D5=-0.45

R6=3.917 D6=1.80 N3=1.882997 v3=40.8

R7=102.584 D7=0.60 N4=1.805181 v4=25.4

R8=3.188 D8=0.60

R9=11.097 D9=1.20 N5=1.696797 v5=55.5

R10=-15.021 D10=可变

R11=19.734 D11=1.30 N6=1.696797 v6=55.5

R12=-56.534 D12=可变

R13= ∞ D13=1.90 N7=1.516330 v7=64.1

R14= ∞

D/f	6.00	15.07	17.82
D4	8.72	1.54	0.72
D10	3.91	13.71	16.19
D12	2.38	0.94	0.82

非球面系数

R1 k=0.00000e+00 B=-4.72130e-04 C=1.36909e-05 D=-1.60809e-07

R2 k=-1.30721e+00 B=1.37255e-03 C=1.84274e-05 D=1.09018e-06

R6 k=-3.29927e+-01 B=-3.17633e-05 C=-1.88218e-05

表 1

条件		下限	上限	数值例 1	数值例 2	数值例 3
(1)	D2S			0.500	0.450	0.450
	D2R			0.947	0.976	1.010
	D2S/D2R	0.2	0.9	0.528	0.461	0.446
(2)	D2S			0.500	0.450	0.450
	L1T			0.415	0.385	0.268
	ft	0.02	0.08	17.065	17.410	17.824
	(D2S+L1T)/ft			0.054	0.048	0.040
(3)	f1			-13.857	-12.547	-11.856
	fw			5.951	5.802	6.005
	f1/fw	-2.6	-1.6	-2.328	-2.162	-1.974
(4)	f2			9.689	9.113	8.531
	Fw			5.951	5.802	6.005
	f2/fw	1.2	2.0	1.628	1.571	1.421
(5)	DL1			4.450	4.500	4.300
	DL2			4.229	4.237	4.197
	DL3			1.300	1.250	1.300
	fw			5.951	5.802	6.005
	(DL1+DL2+DL3)/fw	1.3	2.0	1.677	1.721	1.632
(6)	f11			-6.593	-6.409	-6.568
	f21			5.898	4.783	4.573
	f11/f21	-1.6	-0.8	-1.118	-1.340	-1.436

下面，将参照图 13，说明其中本发明的变焦透镜系统作为图像获取光学系统的数字静物照相机（图像拾取装置）的例子。

参照图 13，数字静物照相机包括：照相机机体 20；由本发明的变焦透镜系统构成的图像获取光学系统 21；接收来自通过图像获取系统
5 21 形成的拍摄对象图像的光线的固态图像传感器（光电转换器）22，如 CCD 传感器和 CMOS 传感器；用于记录与通过固态图像传感器 22 以光电的方式转换的拍摄对象对应的信息的存储器 23；和用于观察由液晶显示面板等产生并在固态图像传感器 22 上形成的拍摄对象的取景器 24。

10 通过将本发明的变焦透镜系统应用于诸如数字静物照相机的图像拾取装置，可以实现紧凑且提供较高的光学性能的图像拾取装置。

参照示例性实施例说明了本发明，但应理解本发明不限于公开的实施例。相反，本发明意在覆盖在所附的权利要求书的精神和范围内包含的各种修改和等同配置。应按照最宽的范围解释以下权利要求书，
15 以使其包含所有的这种修改、等同结构和功能。

图 1

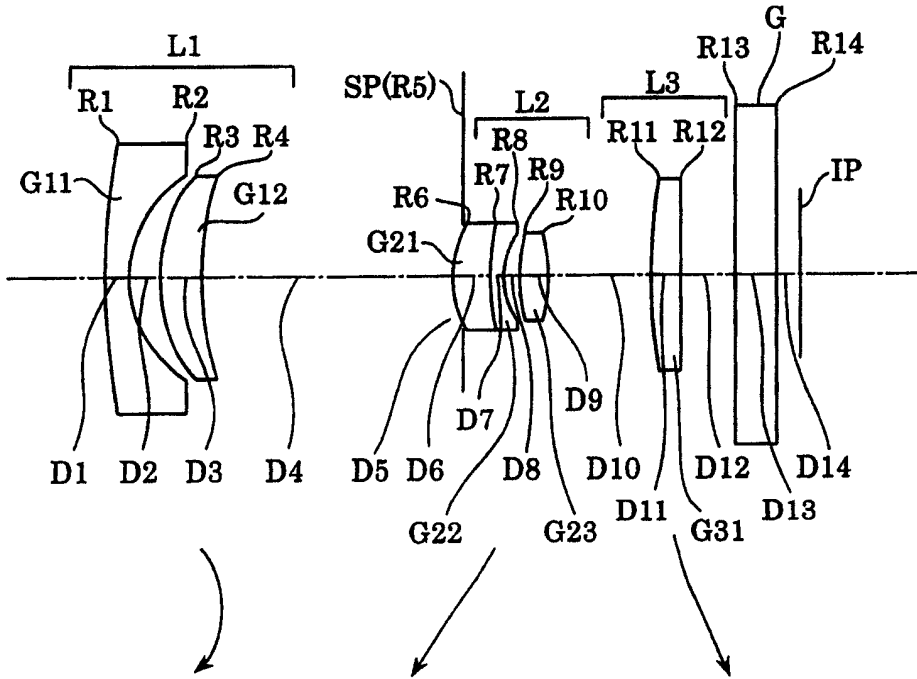


图 2

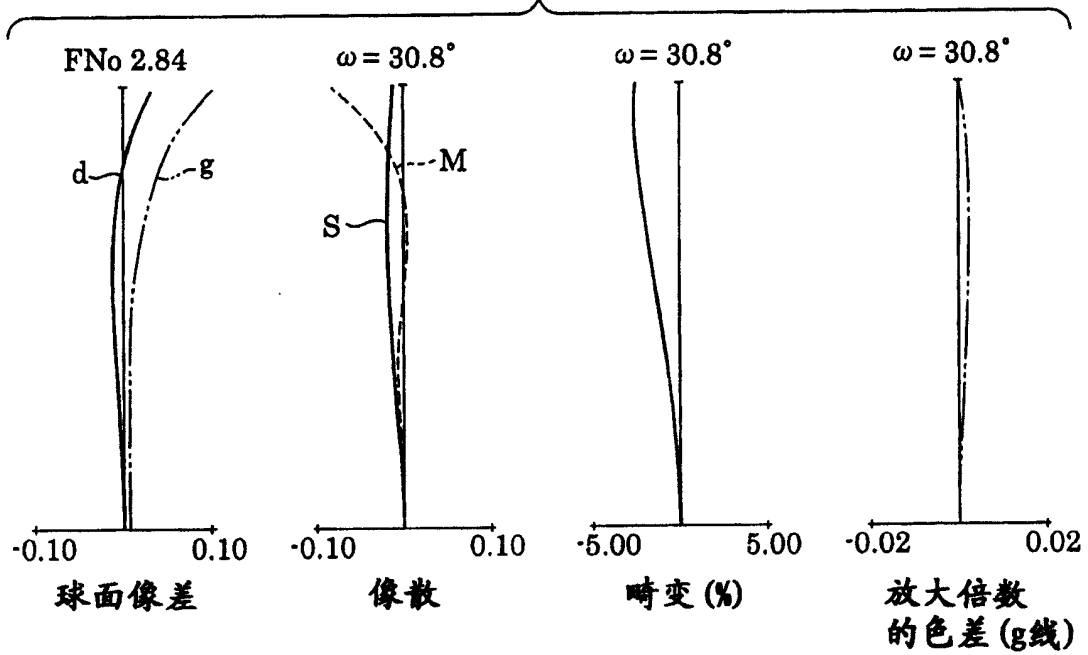


图 3

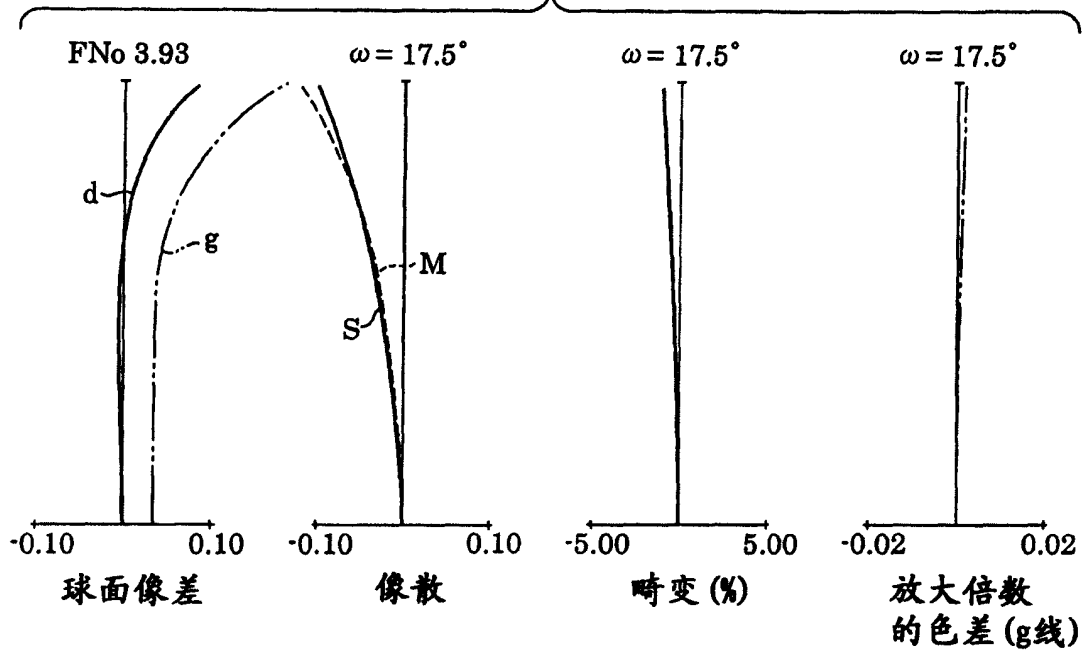


图 4

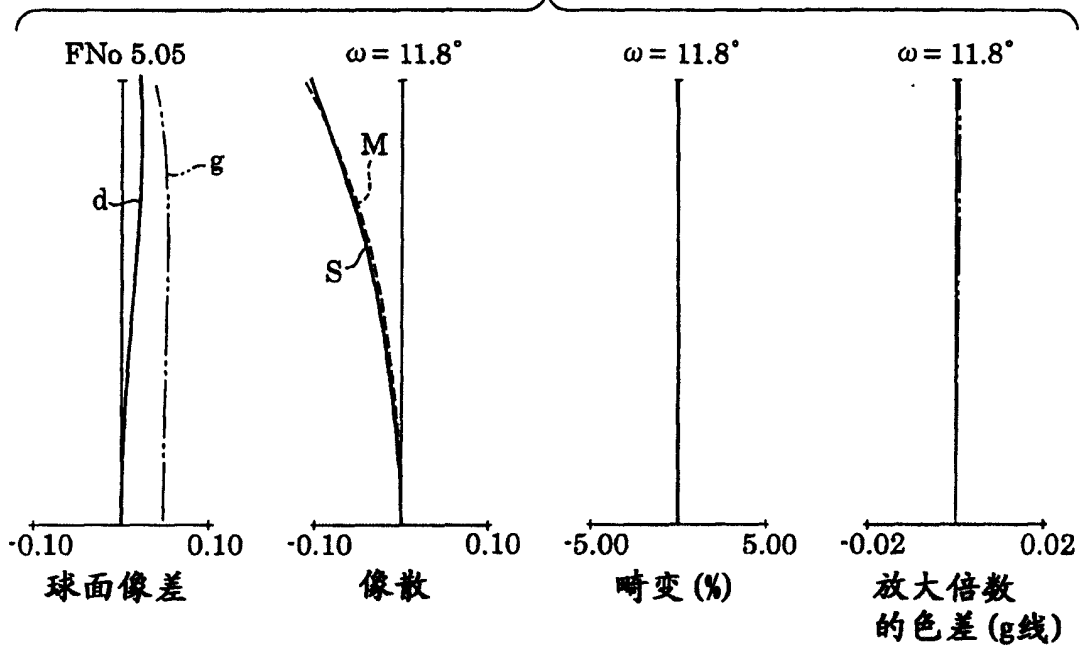


图 5

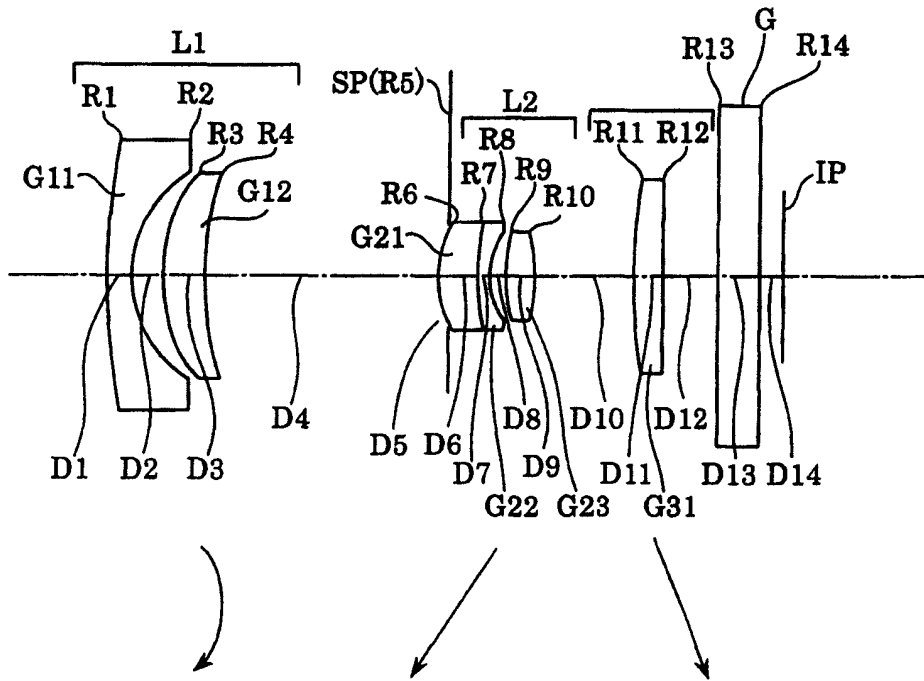


图 6

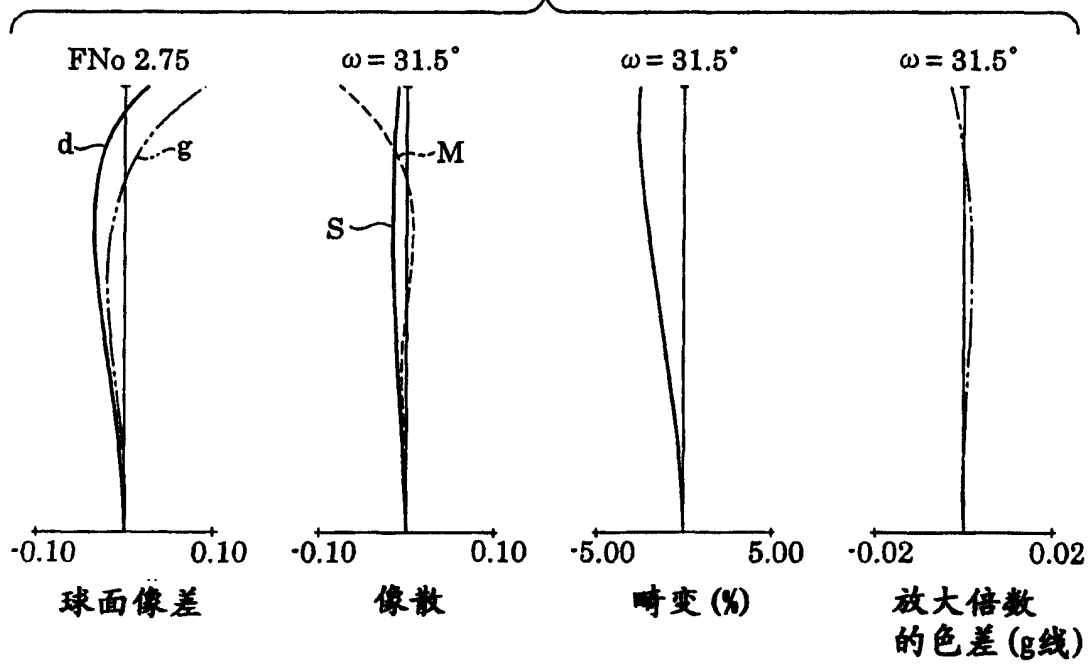


图 7

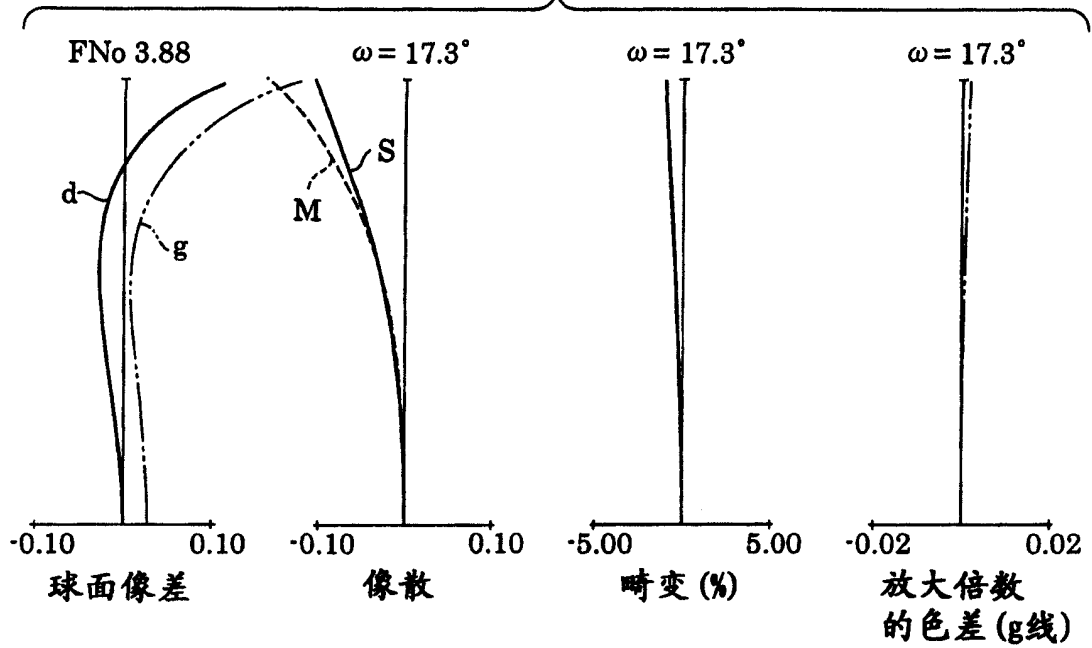


图 8

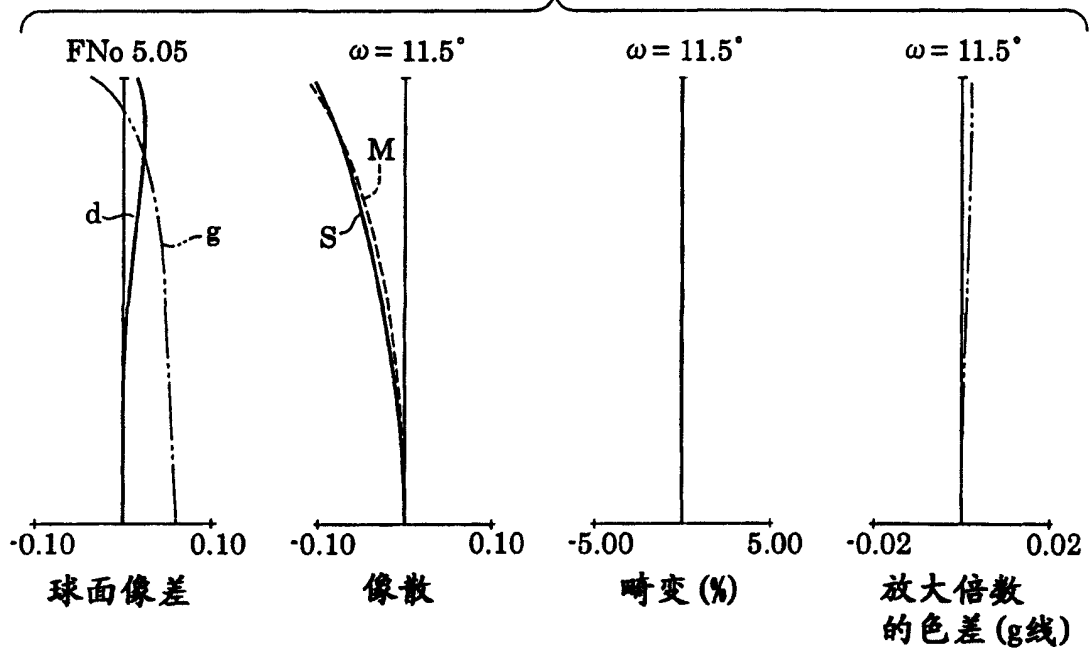


图 9

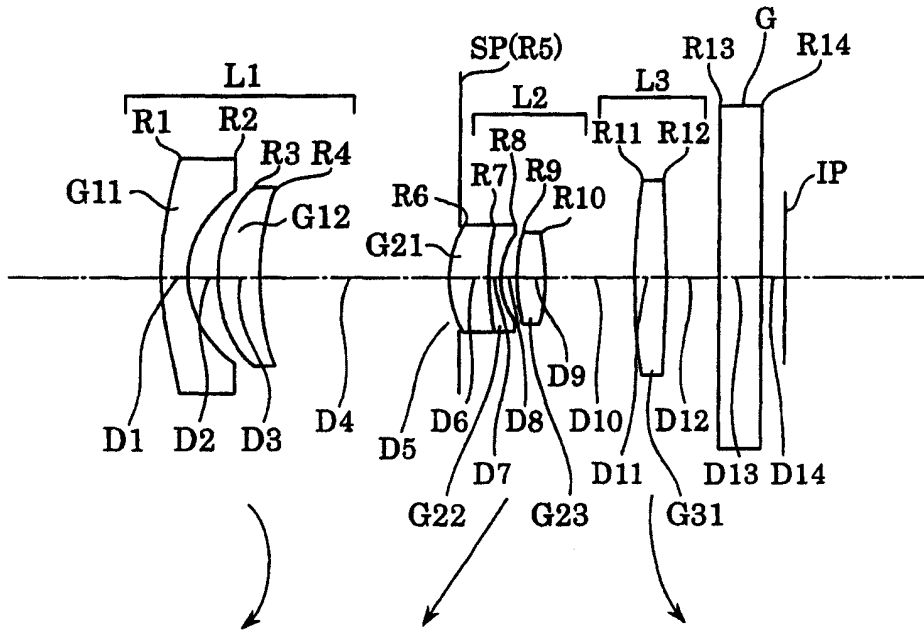


图 10

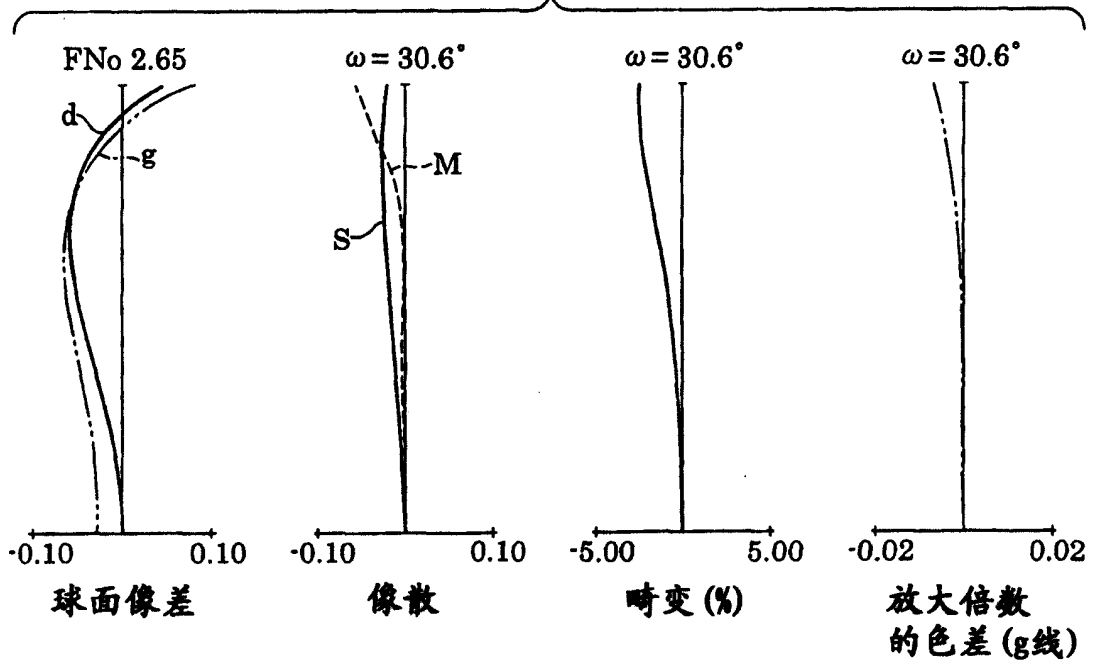


图 11

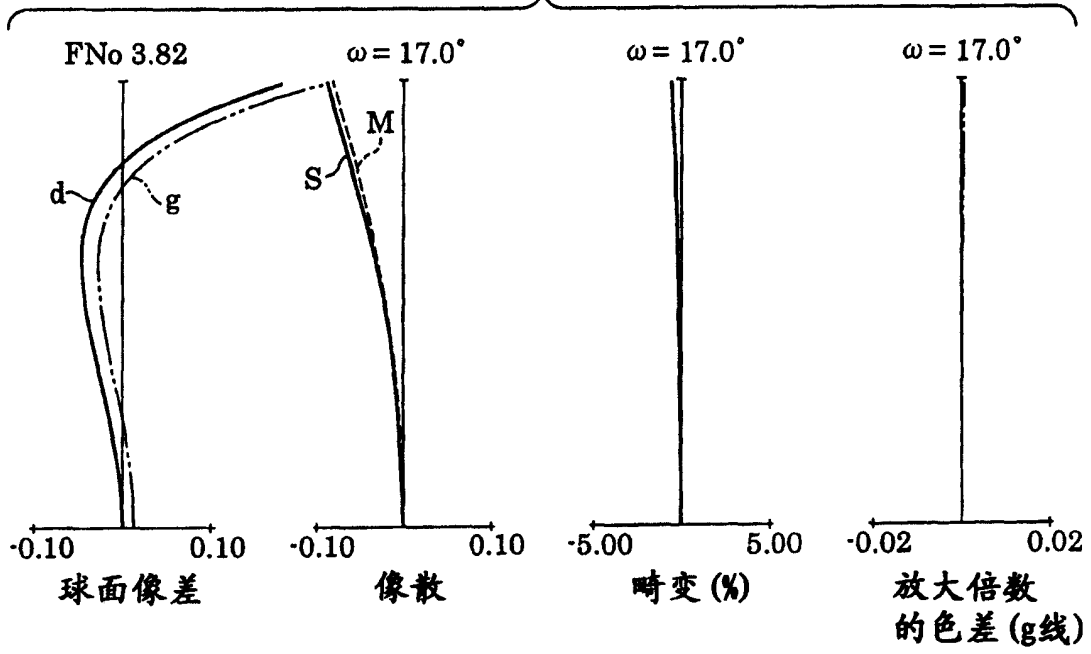


图 12

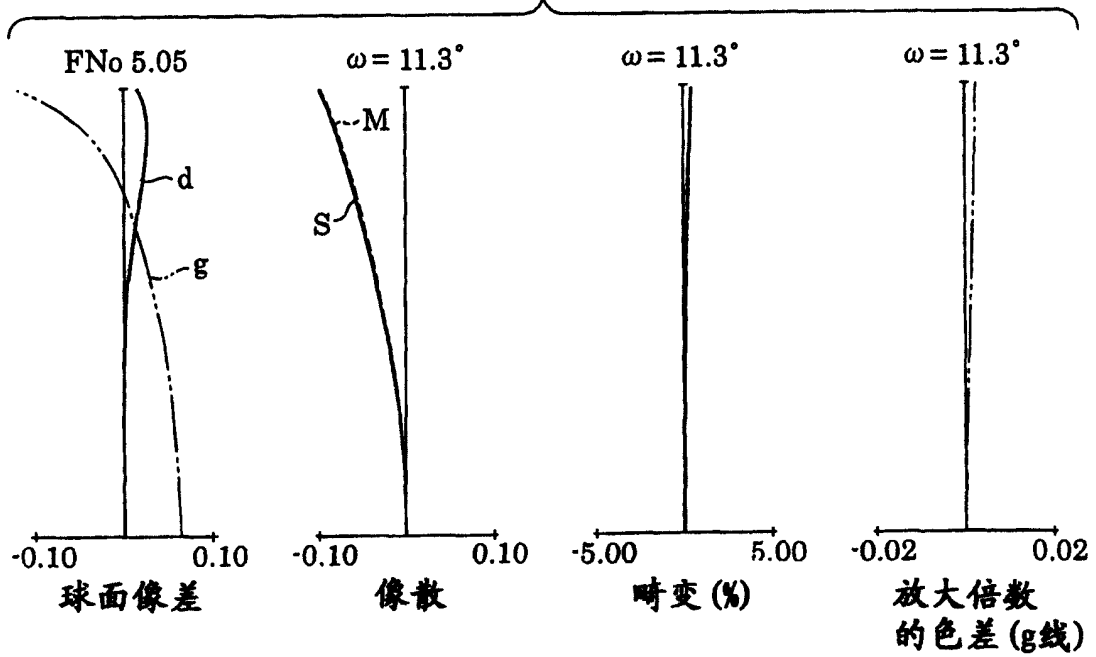


图 13

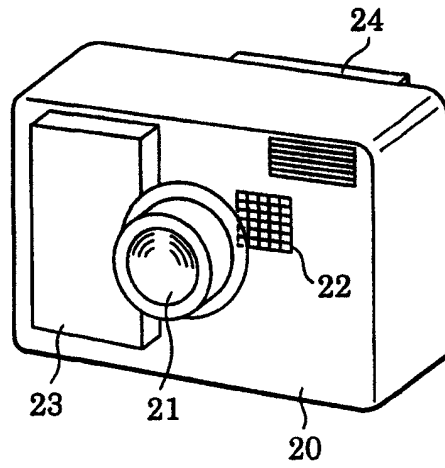


图 14

