

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 15/163 (2006.01)

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510091306.3

[43] 公开日 2006年1月4日

[11] 公开号 CN 1715986A

[22] 申请日 2005.6.10

[21] 申请号 200510091306.3

[30] 优先权

[32] 2004.6.10 [33] JP [31] 172916/04

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 大竹基之

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨生平 陈景峻

权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 20 页

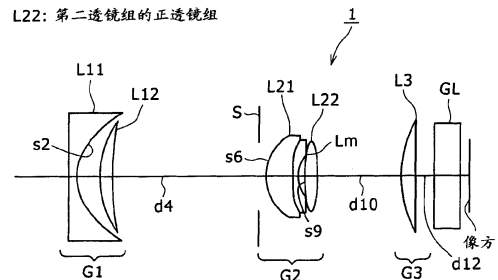
[54] 发明名称

可变焦镜头和照相机系统

[57] 摘要

一种可变焦镜头包括：具有负屈光力的第一透镜组；具有正屈光力的第二透镜组，包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开，且在物方具有凸表面的正透镜 L22，该胶合透镜组件 L21 由在物方具有凸表面的正透镜和在像方具有凹表面的负透镜结合而成，该第二透镜组相对于物方设置在第一透镜组的后面；并且包括第三透镜组，其具有正屈光力并相对于物方设置在第二透镜组的后面；其中当透镜状态从最短焦距透镜状态改变到最长焦距透镜状态时，至少移动第一和第二透镜组，并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔，一孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间。

1: 可变焦镜头
G1: 第一透镜组
G2: 第二透镜组
G3: 第三透镜组
L21: 第二透镜组的组合透镜组件
L22: 第二透镜组的正透镜组



1、 一种可变焦镜头，包括：

具有负屈光力的第一透镜组；

5 具有正屈光力的第二透镜组，由胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 构成，该胶合透镜组件 L21 由具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜结合而成，正透镜组件 L22 设置在胶合透镜组件 L21 的像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开，且具有朝向物方的凸表面，并且该第二透镜组设置在第一透镜组的像方；以及

10 第三透镜组，其具有正屈光力并设置在第二透镜组的像方；其中

当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时，至少移动第一和第二透镜组，并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔，孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间，并且满足下述条件：

$$15 \quad 0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度， $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径， $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径，以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

20 2、 根据权利要求 1 的可变焦镜头满足由下述表达式表达的条件：

$$1.8 < |f_1| / f_w < 2.3 \quad (3)$$

其中 f_1 是第一透镜组的焦距， f_w 是最短焦距透镜状态下可变焦镜头的焦距。

3、 根据权利要求 1 的可变焦镜头满足至少由下述表达式之一表达的条件：

$$25 \quad -0.3 < (R22_a + R22_b) / (R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

4、 根据权利要求 2 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$30 \quad -0.3 < (R22_a + R22_b) / (R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2/f_w < 2.1 \quad (5)$$

其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

5、根据权利要求 1 的可变焦镜头满足由下述表达式表达的条件：

$$5 \quad -0.3 < (R22_a + R22_b)/(R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2/f_w < 2.1 \quad (5)$$

其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

6、根据权利要求 2 的可变焦镜头满足由下述表达式表达的条件：

$$10 \quad -0.3 < (R22_a + R22_b)/(R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2/f_w < 2.1 \quad (5)$$

其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

7、根据权利要求 1 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$15 \quad \sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

其中 $\sum 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

8、根据权利要求 2 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$20 \quad \sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

其中 $\sum 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

9、根据权利要求 3 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$25 \quad \sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

其中 $\sum 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

10、根据权利要求 4 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

30 件：

$$\sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

其中 $\Sigma 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

- 5 11、根据权利要求 5 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$\sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

10 其中 $\Sigma 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

- 12、根据权利要求 6 的可变焦镜头至少满足由下述表达式之一表达的条件：

$$\sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

15 其中 $\Sigma 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

- 13、一种照相机系统包括可变焦镜头，其包括：

具有负屈光力的第一透镜组；

20 具有正屈光力的第二透镜组，由胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 构成，该胶合透镜组件 L21 由具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜结合而成，正透镜组件 L22 设置在胶合透镜组件 L21 的像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开，且具有朝向物方的凸表面，并且该第二透镜组设置在第一透镜组的像方；以及

第三透镜组，其具有正屈光力并设置在第二透镜组的像方；其中

25 当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时，至少移动第一和第二透镜组，并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔，孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间，并且满足下述条件：

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

30 $0.6 < D_s / R21_b < 0.8 \quad (2)$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

14、一种可变焦镜头包括:

5 具有负屈光力的第一透镜组;

具有正屈光力的第二透镜组, 包括胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22, 该胶合透镜组件 L21 由具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜结合而成, 正透镜组件 L22 设置在胶合透镜组件 L21 的像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开, 且具有朝向物方的凸表面, 并且该第二透镜组设置在第一透镜组的像方; 以及

第三透镜组, 其具有正屈光力并设置在第二透镜组的像方; 其中

当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时, 至少移动第一和第二透镜组, 并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔, 孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间, 并且可通过在基本上垂直光轴的方向上移动一个透镜组来移动图像。

15 15、根据权利要求 14 的可变焦镜头, 其中第二透镜组由胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 构成。

16、根据权利要求 15 的可变焦镜头, 其中满足下述条件:

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$20 \quad 0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

17、根据权利要求 16 的可变焦镜头, 其中满足下述条件:

$$25 \quad 1.8 < |f_1| / f_w < 2.3 \quad (3)$$

其中 f_1 是第一透镜组的焦距, f_w 是最短焦距透镜状态下可变焦镜头的焦距。

可变焦镜头和照相机系统

5 相关申请的交叉参考

本申请包含涉及于 2004 年 6 月 10 日向日本专利局申请的日本专利申请 JP2004-172916 的主题，其全文在此引作参考。

技术领域

10 本申请涉及一种可变焦镜头和照相机系统。更具体地说，本申请涉及一种包括多个用于改变焦距的可移动透镜组，尤其是，涉及适于用在具有固态成像器件的照相机系统（例如，摄像机或数码静止照相机）的可变焦镜头，并且涉及具有可变焦镜头的照相机系统。

背景技术

15 已知的记录物体图像的记录方法，是由光电转换器将光能转换为电信号来记录物体的图像，其中利用作为照相机记录元件的光电转换器，如 CCD(电荷耦合器件)或 CMOS（互补金属氧化物半导体），使由光能形成的图像形成在照相机系统的表面上。

20 随着近来精细加工（fine-processing）技术的发展，中央处理器（CPU）的处理速度已经得到提高，并且存储介质的集成化程度也已有所提高。因此，已实现了曾经很难实现的大容量图像数据的高速处理。提高了光接收器件的集成化程度，并促进了光接收器件的小型化。集成化程度的提高使较高频率记录成为可能，并且光接收器件的小型化致使照相机的小型化。

25 光接收器件的集成化程度的提高和小型化，缩小了每个光电转换元件的光接收区域。因此，由每个光电转换元件提供的电输出大小减少，并因此使噪声效应加重。防止不利噪声效应的一种方法是在光电转换元件的正前方设置小透镜单元，即，微透镜阵列，通过增加光学系统的相对孔径来提高射入光接收元件的光能。微透镜阵列在透镜系统的出瞳位置上设置限制，取代射入元件上的在两相邻元件间的制导光线。当透镜系统的出瞳位置接近光接收元件时，即，指向光接收元件的主光线与光轴之间的角度增大时，指向图像表面边缘部分的
30 离轴光学相对于光轴倾斜较大的角度，并因此导致离轴光线不能指向光接收元

件以及指向光接收元件的光能不足。

然而，对于具有作为光接收器件的光电转换器的照相机，即数码静止照相机来说，其不需要任何显影操作并且便于数据处理，例如已证实由照相机形成的图像，该图像的图像质量次于利用 35mm 胶片作为记录介质的 35mm 胶片格式照相机所形成的图像，并且这种照相机需要与例如计算机等设备连接。因此使用数码静止照相机的数量没有增加。近些年由于图像质量的提高以及设备的普及，人们已普遍使用数码静止照相机。

光接收器件集成化程度的增长和光学系统性能的提高对于提高图像品质非常重要。

10 增大了的可变焦比增加了用户拍照的自由度。例如，增大可变焦比可以以短物距拍照并可以在房间中以短物距拍摄宽范围的风光。

已知实际应用的可变焦镜头是所谓的负一负一正三组透镜，其包括，例如，从物方顺序排列有具有负屈光力的第一透镜组，具有正屈光力的第二透镜组，以及具有正屈光力的第三透镜组。

15 可变焦镜头在专利文献 1、2、3 和 4 中有所论述。

专利文献 1 中提及的可变焦镜头使用由四个透镜组合形成的 Ernostar 型透镜作为第二透镜组，这四个透镜即，凸、凸、凹和凸透镜。专利文献 2 中提及的可变焦镜头使用由第二透镜组和第三透镜组组合形成的 Ernostar 型透镜，该第二透镜组包括三个透镜，即，凸、凸和凹透镜。专利文献 3 中提及的可变焦镜头使用由三个透镜组合形成的三合透镜作为第二透镜组，即凸、凹和凸透镜。专利文献 4 中披露了本发明第五实施例的可变焦镜头，其具有包括凸/凹胶合透镜和凸透镜的第二透镜组。

25 近些年来，由于集成化的增长光接收器件已经小型化，并且需要同时满足透镜系统的小型化以及透镜系统性能的提高。由于制造过程中引起的各组成透镜的偏心，需要抑制透镜系统性能的劣化。

专利文献 1: JP-A 2003-66332

专利文献 2: JP-A 2003-140041

专利文献 3: JP-A 2003-140047

专利文献 4: JP-A 2003-149555

30 发明内容

利用分别具有较小直径的透镜使镜头系统小型化，增加了透镜的偏心度。透镜的高屈光力（refractive power）提高了对于使镜头系统性能下降的偏心的灵敏性。

第一透镜组扩展轴向光线，并且该扩展轴向光线指向第二透镜组。因此，
5 理想的是第二透镜组具有大的孔径比。因为离轴光线的入射高度（在物方透镜表面的高度）不改变，并且离轴光线的入射角随着透镜状态而改变，理想的是很好的抑制由透镜状态改变而产生的离轴像差并尽可能有效的抑制由第二透镜组产生的性能上的下降。

在专利文献 1 和 2 中披露了每个可变焦镜头的第二透镜组，其具有凸透镜
10 和由凸透镜和凹透镜组合形成的胶合透镜。在透镜腔内，可在凸透镜和胶合透镜直径插入间隔物。如果以同样的加工精度形成用于较大透镜和较小透镜的间隔物，则较小透镜由间隔物厚度的相同加工误差而产生更大的倾斜。

在专利文献 3 中披露的可变焦镜头的第二透镜组的三个透镜彼此接触。因此，难于稳定由于在制造过程中产生的各透镜偏心度的累积而造成的性能恶
15 化。

根据在专利文献 4 中披露的发明，第五实施例中可变焦镜头不能足够的小型化，因为该可变焦镜头中的第二透镜组具有两部分。

因此，理想的是解决前述问题并提供对制造过程中产生的组装误差不太敏感并具有稳定的光学品质的可变焦镜头，以及具有这种可变焦镜头的照相机系
20 统。

本发明优选实施例的可变焦镜头包括：具有负屈光力的第一透镜组；具有正屈光力的第二透镜组，包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开，且在物方具有凸表面的正透镜 L22，该胶合透镜组件 L21 由在物方具有凸表面的正透镜和在像方具有凹
25 表面的负透镜结合而成，该第二透镜组相对于物方设置在第一透镜组的后面；并且包括第三透镜组，其具有正屈光力并相对于物方设置在第二透镜组的后面；其中当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时，至少移动第一和第二透镜组，并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔，孔径光阑设置在第一和第二透镜组之
30 间，并且第二透镜组包括并满足下述条件：

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

本发明优选实施例中的照相机系统包括: 可变焦镜头, 其包括: 具有负屈光力的第一透镜组; 具有正屈光力的第二透镜组, 包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并通过空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开, 且在物方具有凸表面的正透镜组件 L22, 该胶合透镜组件 L21 由在物方具有凸表面的正透镜和在像方具有凹表面的负透镜结合而成, 该第二透镜组相对于物方设置在第一透镜组的后面; 并且包括第三透镜组, 其具有正屈光力并相对于物方设置在第二透镜组的后面; 以及包括图像拾取器件; 其中当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时, 至少移动第一和第二透镜组, 并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔, 孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间, 并且第二透镜组包括并满足下述条件:

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

这样, 本发明令人满意地校正了像差, 并且胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 可在透镜的有效直径外侧彼此接触。

根据本发明优选实施例中的可变焦镜头包括: 具有负屈光力的第一透镜组; 具有正屈光力并关于物方设置在第一透镜组后面的第二透镜组; 具有正屈光力并关于物方设置在第二透镜组后面的第三透镜组; 其中当透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时, 至少移动第一和第二透镜组, 并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔, 孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间, 第二透镜组包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并与胶合透镜组件 L21 隔

开,且在物方具有凸表面的正透镜组件 L22,该胶合透镜组件 L21 由在物方具有凸表面的正透镜和在像方具有凹表面的负透镜结合而成,并且第二透镜组包括并满足下述条件:

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$5 \quad 0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

本发明优选实施例中的照相机系统包括: 可变焦镜头, 其包括: 具有负屈光力的第一透镜组; 具有正屈光力并关于物方设置在第一透镜组后面的第二透镜组; 具有正屈光力并关于物方设置在第二透镜组后面的第三透镜组; 其中至少移动第一和第二透镜组以使透镜状态从最大视场角的最短焦距透镜状态改变到最小视场角的最长焦距透镜状态时, 并且第二透镜组朝向物方移动以减少第一和第二透镜组之间的间隔; 以及图像拾取器件; 其中孔径光阑设置在第一和第二透镜组之间, 第二透镜组包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并与胶合透镜组件 L21 隔开, 且在物方具有凸表面的正透镜组件 L22, 该胶合透镜组件 L21 由在物方具有凸表面的正透镜和在像方具有凹表面的负透镜结合而成, 并且第二透镜组包括并满足下述条件:

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$20 \quad 0.6 < D_a / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度, $R22_a$ 是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, $R21_b$ 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

根据本发明的实施例, 可抑制由于制造过程中产生的透镜的恶化而导致的可变焦镜头的恶化, 并可以较小尺寸形成可变焦镜头并具有改进的性能。

优选的是, 根据本发明实施例的可变焦镜头满足下述表达式:

$$1.8 < |f_1| / f_w < 2.3 \quad (3)$$

其中 f_1 是第一透镜组的焦距, f_w 是最短焦距透镜状态下可变焦镜头的焦距。

30 满足表达式 (3) 的可变焦镜头具有短的总长度, 可适当的校正轴上像差

和离轴像差，并且很好的校正随视场角产生的慧差（coma）的变化。

优选的，根据本发明实施例的可变焦镜头满足下述任一表达式的条件：

$$-0.3 < (R22_a + R22_b) / (R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2 / f_w < 2.1 \quad (5)$$

- 5 其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

因此，根据本发明实施例的可变焦镜头通过满足表达式（4）表示的条件可很好的校正最短焦距透镜状态下随视场角产生的慧差的变化，以及随视场角变化而产生的轴上像差的变化，并且通过满足表达式（5）表示的条件可防止
10 透镜直径的增大以及可令人满意的校正随视场角变化而产生的轴上像差的变化。

当根据本发明实施例的可变焦镜头同时满足表达式（4）和（5）时，可更好地校正在最短焦距透镜状态下随视场角变化而产生的慧差的变化和轴上像差，并避免透镜直径增大。

- 15 优选的，根据本发明实施例的可变焦镜头满足下述表达式表达的至少任一条件：

$$\sum 2 / f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w / f_w < 6.5 \quad (7)$$

- 20 其中 $\sum 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

当满足表达式（6）和（7）表达的任一条件时，可避免第二透镜组厚度的增加。当满足表达式（7）表达的条件时，可避免可变焦镜头总长度的长度增加。因此，可变焦镜头可进一步小型化。

附图说明

- 25 结合相应附图的下述描述，本发明上述和其它目的、特征和优点将变得显而易见，其中：

图 1 是有助于解释包括在本发明实施例的可变焦镜头中的每个透镜组屈光力分布的简图；

图 2 是根据本发明第一实施例中的可变焦镜头的简图；

图 3 是表示由第一实施例的例 1 中的可变焦镜头在最短焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 4 是表示由第一实施例的例 1 中的可变焦镜头在中等焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

5 图 5 是表示由第一实施例的例 1 中的可变焦镜头在最长焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 6 是根据本发明第二实施例中的可变焦镜头的简图；

图 7 是表示由第二实施例的例 2 中的可变焦镜头在最短焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

10 图 8 是表示由第二实施例的例 2 中的可变焦镜头在中等焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 9 是表示由第二实施例的例 2 中的可变焦镜头在最长焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 10 是根据本发明第三实施例中的可变焦镜头的简图；

15 图 11 是表示由第三实施例的例 3 中的可变焦镜头在最短焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 12 是表示由第三实施例的例 3 中的可变焦镜头在中等焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

20 图 13 是表示由第三实施例的例 3 中的可变焦镜头在最长焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 14 是根据本发明第四实施例中的可变焦镜头的简图；

图 15 是表示由第四实施例的例 4 中的可变焦镜头在最短焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

25 图 16 是表示由第四实施例的例 4 中的可变焦镜头在中等焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 17 是表示由第四实施例的例 4 中的可变焦镜头在最长焦距透镜状态下引起的球面像差、像散、畸变和慧差的图表；

图 18 是体现本发明的照相机系统的结构图；

图 19A 和 19B 是有助于解释向外慧差的简图；以及

30 图 20A 和图 20B 是有助于解释向内慧差的简图。

具体实施方式

将参照相应的附图描述根据本发明的优选实施例中的可变焦镜头以及体现本发明的照相机系统。

5 根据本发明的实施例的可变焦镜头包括具有负屈光力的第一透镜组，相对于物方设置在第一透镜组后并具有正屈光力的第二透镜组，相对于物方设置在第二透镜组后并具有正屈光力的第三透镜组。至少移动第一和第二透镜组以将镜头状态从最大视场角的最短焦距镜头状态改变到最小视场角的最大焦距镜头状态，并且第二透镜组朝向物方移动以减小第一和第二透镜组之间的间距。在第一和第二透镜组之间设有孔径光阑。

10 当镜头状态从最短焦距状态改变到最长焦距状态时，通过利用离轴光线向可变焦镜头光轴的靠近，很好地抑制了由镜头状态的变化而产生的离轴像散的变化。

可变焦镜头的第二透镜组包括胶合透镜组件 L21 和相对于胶合透镜组件 L21 设置在像方并与胶合透镜组件 L21 隔开的正透镜组件 L22。以所谓的边缘接触结构形成第二透镜组，其中胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 在有效透
15 镜直径的外侧彼此接触。这样可抑制第二透镜组各组件透镜的偏心，也可抑制制造过程中产生的偏心，并因此使可变焦镜头具有稳定的光学性质。

设计第二透镜组的胶合透镜组件 L21 的形状，从而以小的尺寸形成可变焦镜头系统。

20 在使透镜系统小型化中，应用具有相应的高屈光力的透镜组是有效的。然而，当使用具有相应的具有高屈光力的透镜组时，由制造过程中产生的透镜的偏心对镜头系统性能的恶化具有相当大的显著影响。

因为第二透镜组的胶合透镜组件 L21 的前凸表面在像方上面向孔径光阑，轴外光线引起较大的发散并易于引起离轴像差。适当地确定胶合透镜组件 L21
25 的前凸表面的曲率半径来抑制由于透镜的偏心而导致的性能的劣化并获得透镜系统的小型化。

本发明的可变焦镜头满足下述条件：

$$0.02 < D_s / (R22_a - R21_b) < 0.1 \quad (1)$$

$$0.6 < D_s / R21_b < 0.8 \quad (2)$$

30 其中 D_s 是胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间空气间隔的长度， $R22_a$

是正透镜组件 L22 物方表面的曲率半径, R_{21_b} 是胶合透镜组件 L21 像方表面的曲率半径, 以及 D_a 是孔径光阑与胶合透镜组件 L21 的像方表面之间的距离。

表达式 (1) 和 (2) 表达的条件规定了第二透镜组中空气间隔的形状。

在本发明的可变焦镜头中, 重要的是适当确定第二透镜组中空气间隔的长度以及胶合透镜组件 L21 像方表面和正透镜组件 L22 物方表面的各曲率半径以便当胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 被设置在透镜室 (lens chamber) 中而在该胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间没有任何隔离物时, 使第二透镜组的胶合透镜组件 L21 和设置在胶合透镜组件 L21 后并与胶合透镜组件 L21 隔开的第二透镜组的正透镜组件 L22 在有效透镜直径外侧彼此直接接触。

10 如果表达式 (1) 中的 $D_s/(R_{22_a}-R_{21_b})$ 不小于 0.1, 将难于限制正透镜组件 L22 相对于胶合透镜组件 L21 在垂直与光轴方向上的移动, 因为分别含有正透镜组件 L22 物方表面和胶合透镜组件 L21 像方表面的球面之间的中心距离很长。因此, 难于可靠地抑制制造过程中产生的偏心。

如果胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间的空气间隔的长度很长, 15 胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 可仅在远离光轴的位置彼此接触, 并且透镜直径不期望的增大。

本发明的可变焦镜头通过利用胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间的空气间隔产生较高的球面像差, 该正透镜组件 L22 设置在关于胶合透镜组件 L21 的像方并由空气间隔与胶合透镜组件 L21 隔开。如果满足表达式的上限为 20 0.07 或是以下, 为了进一步增强可变焦镜头的性能, 可产生令人满意的较高的球面像差。

不期望 $D_s/(R_{22_a}-R_{21_b})$ 的值低于表达式 (1) 规定的下限, 因为在最短焦距透镜状态中负畸变得极大, 并且如果 $D_s/(R_{22_a}-R_{21_b})$ 低于表达式 (1) 规定的下限, 由于胶合透镜组件 L12 和正透镜组件 L22 之间的空间间隔产生小的较高球 25 面像差, 可变焦镜头系统将难于实行预定的光学性能。

表达式 (2) 规定了第二透镜组的胶合透镜组件 L21 的表面的曲率比。

如果第一和第二透镜组彼此间隔较长的距离, 在最短焦距镜头状态, 可变焦镜头系统中的屈光力结构极不对称。因此, 第二透镜组需要具有凹表面面向像方的透镜以由第二透镜组产生正畸变。

30 因此, 理想的是, 本发明可变焦镜头的第二透镜组中的胶合透镜组件 L21

在像方具有小曲率半径的凹表面。

落到在胶合透镜组件 L21 像方表面的离轴光线的入射角与正畸变有关。因此，表达式 (2) 确定了一个数值，即孔径光阑和胶合透镜组件 L21 像方表面之间的距离与该同一表面曲率半径的比，即 $D_a/R21_b$ 的数值范围用于令人满意地校正负畸变。

如果 $D_a/R21_b$ 比值低于表达式 (2) 规定的下限，在最短焦距透镜状态所引起的负畸变不能令人满意的校正。如果 $D_a/R21_b$ 比值高于表达式 (3) 规定的上限，在最短焦距透镜状态，起因于偏心的强慧差由成像表面边缘部分中的微小偏心引起。所以，在制造过程中引起的偏心难于使预定的光学性能稳定。

满足表达式 (1) 和 (2) 的条件之本发明的可变焦镜头的第二透镜组具有简单的结构，并且可变焦镜头可充分的小型化。

优选的是，根据本发明的实施例的可变焦镜头满足下述条件：

$$1.8 < |f_1|/f_w < 2.3 \quad (3)$$

其中 f_1 是第一透镜组的焦距， f_w 是最短焦距透镜状态下可变焦镜头的焦距。表达式 (3) 规定了第一透镜组的焦距。

如果 $|f_1|/f_w$ 的比值高于表达式 (3) 规定的上限，可变焦镜头在最长焦距透镜状态具有长焦距。如果 $|f_1|/f_w$ 的比值低于表达式 (3) 规定的下限，在最长焦距透镜状态，入射到第一透镜组的离轴光线接近于光轴。因此，轴上像差和离轴像差的各自校正是困难的，并且不能令人满意的校正随视场角变化的慧差的变化。

优选的，根据本发明实施例的可变焦镜头满足由以下任一表达式表达条件来以良好地平衡的模式同时获得小型化和增强的性能：

$$-0.3 < (R22_a + R22_b)/(R22_a - R22_b) < 0.2 \quad (4)$$

$$1.6 < f_2/f_w < 2.1 \quad (5)$$

其中 $R22_b$ 是正透镜组件 L22 像方表面的曲率半径，并且 f_2 是第二透镜组的焦距。

表达式 (4) 规定了包括在第二透镜组中的正透镜的形状。如果 $(R22_a + R22_b)/(R22_a - R22_b)$ 的比值高于由表达式 (4) 规定的上限，易于出现向外慧差，并且在最短焦距透镜状态随视场角的变化而变化的慧差不能很好的校正。向外慧差是一种图像缺陷，其形成类似彗星模糊的尾巴的模糊图像并从一

点向外延伸。向外慧差是，例如，形成从点 x 向外延伸并使点 x 看上去像彗星的模糊图像 x' 的像差，如图 19A 所示。向内慧差是，例如，形成从点 x 向内延伸并使点 x 看上去像彗星的模糊图像 x' 的像差，如图 20A 所示。图 20B 是表示向内慧差的慧差示图。如果 $(R22_a + R22_b)/(R22_a - R22_b)$ 的比值低于由表达式 (4) 规定的下限，当胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 在有效透镜直径外彼此接触时，第二透镜组的胶合透镜组件 L21 和正透镜组件 L22 之间的空气间隔变窄。因此，难于很好的校正由第二透镜组产生的负球面像差，并且也不能很好的校正随透镜状态（视场角）的变化而变化的轴向像差。

表达式 (5) 规定了第二透镜组件的焦距。如果 f_2/f_w 的比值高于表达式 (5) 规定的上限，在最短焦距透镜状态，第一和第二透镜组之间的轴向距离增大。因此，经过第一透镜组的离轴光线偏离光轴并且透镜直径增大。如果 f_2/f_w 的比值低于表达式 (5) 规定的下限，将难于校正由第二透镜组产生的负球面像差。当根据本发明实施例的可变焦镜头同时满足表达式 (4) 和 (5) 时，可变焦镜头实现高性能。

当本发明的可变焦镜头满足下述表达式的条件时，本发明的可变焦镜头可进一步小型化：

$$\sum 2/f_w < 0.85 \quad (6)$$

$$TL_w/f_w < 6.5 \quad (7)$$

其中 $\sum 2$ 是第二透镜组的厚度， TL_w 是最短焦距透镜状态中可变焦镜头的长度。

表达式 (6) 规定了第二透镜组的透镜厚度。通常，使透镜筒折叠并将折叠的透镜筒安装在其机身中的可折叠安装类型的照相机的机身厚度随着透镜组相应的厚度的增加而不期望的增加。

如果 f_w 高于表达式 (6) 规定的上限，第二透镜组具有大的厚度并且照相机的机身不期望的变厚。

表达式 (7) 规定了最短焦距透镜状态下可变焦镜头的总长。本发明的可变焦镜头系统在最短焦距透镜状态下的总长易于增加。如果被折叠以在用于携带的照相机机身中安装可变焦镜头的可变焦镜头的总长较长，则照相机的机身将不可避免的变大。

如果 TL_w/f_w 高于表达式 (7) 规定的下限，在最短焦距透镜状态下，总长

较长并且照相机的机身不期望的变重。

当本发明的可变焦镜头的透镜状态从最短焦距透镜状态改变到最长焦距透镜状态时，由可变焦镜头形成的无限远处物体图像的位置不是连续不变的。

本发明的可变焦镜头可与用于探测图像位置改变的探测系统、聚焦系统和
5 控制系统结合形成透镜系统，该聚焦系统包括用于沿光轴移动可变焦镜头的某些透镜组件的透镜移动系统，该控制系统确定驱动系统操纵变量的数值，其必须补偿基于由探测系统提供的输出的图像位置。

自然的，可变焦镜头可为变焦镜头，其中它的透镜组件关于彼此移动，以获得连续可变的焦距，而图像保持在同一像平面。

10 当本发明的可变焦镜头以一个短的距离聚焦物体，理想的是透镜组之一移动或是透镜组之一的一个透镜组件移动。优选的是，移动第三透镜组，因为当第三透镜组移动时，由物体位置变化而产生的离轴像差变化非常小。在下文将描述的优选实施例中，无论透镜状态如何，第三透镜组关于像平面都是固定的，对于最短焦距透镜状态和中间焦距透镜状态，第三透镜组可分别设置在不同位
15 置。

本发明的可变焦镜头可使用非球面透镜以获得较高的光学性能。可以通过使用其非球面表面朝向物体的透镜作为最靠近第二透镜组物方的透镜来进一步改善主要性能，即，获得较好的球面像差校正。在最短焦距透镜状态中，由视场角的变化而产生的慧差的变化可通过使用作为第一透镜组之一的非球面透镜
20 得到很好的校正。

不言而喻，通过提供具有多个非球面表面的光学系统可提高光学系统的光学性能。

通过以基本上垂直于光轴的方向移动本发明的可变焦镜头的一个透镜组或是透镜组之一中的一个透镜组件可移动图像。通过将可变焦镜头与照相机震动
25 探测系统、用于移动透镜组的驱动系统和控制系统相结合可组成防震光学系统，该控制系统确定驱动系统操纵变量的数值，其必须补偿基于由探测系统提供的输出的图像位置。

通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组或是第二透镜组的透镜组件，可以很小的像差变化移动图像。因为第二透镜组靠近孔径光阑设置，由
30 于离轴光线在光轴附近经过，由第二透镜组或是第二透镜组的透镜组件的移动

而产生的慧差变化非常小。

自然的，可在透镜系统的像方设置低通滤光片以防止莫尔条纹的形成，或是按照光接收器件的光谱灵敏度特性需要，可在透镜系统的像方设置红外滤光片。

- 5 下文将详细描述优选实施例中的可变焦镜头。优选实施例中的非球面由下式确定：

$$x = cy^2 / \left[1 + \left\{ 1 - (1+k)c^2y^2 \right\}^{1/2} \right] + C_4y^4 + C_6y^6 + \dots$$

其中 y 是距离光轴的高度， x 是垂度， c 是曲率， k 是二次曲线系数， C_4 、 C_6 是非球面系数。

- 10 图 1 示出了根据本发明每个优选实施例中的可变焦镜头的屈光力分布。具有负屈光力的第一透镜组、具有正屈光力的第二透镜组 G2 和具有正屈光力的第三透镜组 G3 按照从物方（即，前侧）朝向像方（即，后侧）的顺序排列。当可变焦镜头的透镜状态从最短焦距透镜状态转换到最长焦距透镜状态时，第二透镜组 G2 朝向物方移动，在暂时使第一透镜组 G1 朝向像方移动之后，第一透镜组 G1 朝向物方移动，并且第三透镜组 G3 关于光轴固定不变，从而使
- 15 第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的空气间隔长度增大，并使第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的空气间隔长度改变。每个优选实施例中的可变焦镜头在第一透镜组之前具有保护玻璃板。

- 图 2 示出了根据本发明第一实施例中的可变焦镜头 1。第一透镜组 G1 包
- 20 括负透镜组件 L11，其具有面向像方的凹表面，并包括正透镜组件 L12，其具有面向物方的凸表面。第二透镜组 G2 包括胶合透镜组件 L21 和双凸面的正透镜组件 L22，该胶合透镜组件 L21 包括具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜。第三透镜组 G3 具有正透镜组件 L3。接触边缘 Lm 形成在第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 的像方表面中，其在靠近并在胶合透
- 25 镜组件 L21 有效直径圆周外侧的环形区域。正透镜组件 L22 的物方上的表面 S_0 与接触边缘 Lm 相接触。因此第二透镜组 G2 具有所谓的边缘接触结构。

在第一实施例中的可变焦镜头 1 中，孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 的前面。当可变焦镜头 1 的透镜状态改变时，孔径光阑 S 随着第二透镜组一起移动。

- 30 表 1 示出了在第一实施例例 1 中可变焦镜头的可变焦镜头尺寸的数值。在

表 1 中“ s_i ”表示从前面数的第 i 个表面，“ r_i ”表示第 i 个表面的曲率半径，“ d_i ”表示第 i 个表面和第 $i+1$ 个表面之间的距离，“ n_i ”表示第 i 个材料对 D 线的折射率（ $\lambda = 587.6\text{nm}$ ），其中“ v_i ”表示第“ i ”个材料对 D 线的阿贝常数。在表 1 中，“无限”表示有相表面是平坦的，并且“ASP”表示相关表面是非球面。

表 1

s_i	r_i	d_i	n_i	v_i
1	$r_1=23.9432$	$d_1=0.124$	$n_1=1.74432$	$v_1=49.2$
2	$r_2=0.8326$ (ASP)	$d_2=0.358$		
3	$r_3=1.6598$	$d_3=0.173$	$n_2=1.84666$	$v_2=23.8$
4	$r_4=4.4809$	$d_4=$ 可变的		
5	$r_5=$ 无限	$d_5=0.012$		孔径光阑
6	$r_6=0.8025$ (ASP)	$d_6=0.427$	$n_3=1.80610$	$v_3=40.7$
7	$r_7=1.7051$	$d_7=0.100$	$n_4=1.92286$	$v_4=20.9$
8	$r_8=0.7035$	$d_8=0.075$		
9	$r_9=2.0012$	$d_9=0.194$	$n_5=1.65160$	$v_5=58.4$
10	$r_{10}=-2.5854$	$d_{10}=$ 可变的		
11	$r_{11}=2.0719$	$d_{11}=0.212$	$n_6=1.49700$	$v_6=80.2$
12	$r_{12}=82.9807$	$d_{12}=$ 可变的		
13	$r_{13}=$ 无限	$d_{13}=0.406$	$n_7=1.51633$	$v_7=64.2$ (保护玻璃板)
14	$r_{14}=$ 无限	后焦点		

在可变焦镜头 1 中，当透镜状态改变时，第一透镜组 G1 和孔径光阑 S 之间的表面间隔 d_4 ，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的表面间隔 d_{10} ，以及第三透镜 G3 和保护玻璃板 GL 之间的表面间隔 d_{12} 都是可变的。表 2 分别示出了在最短焦距透镜状态、中间焦距透镜状态和最长焦距透镜状态下，例 1 中的可变焦镜头的表面间隔 d_4 、 d_{10} 和 d_{12} 的数值，F 数和焦距的视场角 $2\omega^\circ$ 。

表2

焦距	1.000	1.581	3.296
F 数	2.88	3.75	5.69
2ω (°)	63.02	41.34	20.12
d4	2.454	1.326	0.315
d10	1.363	2.060	4.118
d12	0.279	0.279	0.279
后焦点	0.183	0.183	0.183

第一透镜组 G1 的负透镜组件 L11 像方上的表面 s_2 和第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 物方的表面 s_6 是非球面。第四级非球面系数 C_4 、第六级非球面系数 C_6 、第八级非球面系数 C_8 和第十级非球面系数 C_{10} 以及表面 s_2 和 s_6 的二次曲线系数 k 的值列于表 3 中。

表3

Si	K	C_4	C_6	C_8	C_{10}
2	-1.8675	$+0.22999 \times 10^0$	-0.71376×10^{-1}	+0.00000	+0.00000
6	-0.6823	$+0.67478 \times 10^{-1}$	$+0.12900 \times 10^0$	-0.14122×10^0	$+0.33428 \times 10^0$

例 1 的表达式 (1) 至 (7) 的各项值示于表 4 中。

表4

f1	-2.011
f2	+1.919
(1) $D_s/(R22_a-R21_b)$	0.058
(2) $D_a/R21_b$	0.766
(3) $ f_1 /f_w$	-2.011
(4) $(R22_a+R22_b)/(R22_a-R22_b)$	-0.127
(5) $f2/f_w$	1.919
(6) $\sum 2/f_w$	0.796
(7) TL_w/f_w	6.360

图 3、4 和 5 分别示出了在最短焦距透镜状态 ($f=1.000$)、中间焦距透镜状态 ($f=1.581$) 和在最长焦距 ($f=3.296$) 透镜状态下, 第一实施例的例 1 中的可变焦镜头引起的球面像差、像散、畸变和慧差。在表示像散的图中, 当例

1 中的可变焦镜头聚焦在无限远处的物体上时，连续的线和虚线分别表示径向像面和经向像面。在表示慧差的图中，“A”表示视场角。

图3至图5中所示的像差示意图明显显示出例1中的可变焦镜头可很好的校正像差。

5 图6示出了根据本发明第二实施例的可变焦镜头2。第一透镜组G1包括负透镜组件L11，其具有面向像方的凹表面，并包括正透镜组件L12，其具有面向物方的凸表面。第二透镜组G2包括胶合透镜组件L21和双凸正透镜组件L22，该胶合透镜组件L21包括具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜。第三透镜组G3具有正透镜组件L3。接触边缘Lm形成在
10 第二透镜组G2的胶合透镜组件L21的像方表面上，其位于靠近并在胶合透镜组件L21有效直径圆周外侧的环形区域。正透镜组件L22的物方表面S₉与接触边缘Lm相接触。因此第二透镜组G2具有所谓的边缘接触结构。

在第二实施例中的可变焦镜头2中，孔径光阑S设置在第二透镜组G2的前面。当可变焦镜头2的透镜状态改变时，孔径光阑S随着第二透镜组一起移
15 动。

表5示出了在第二实施例例2中可变焦镜头2的可变焦镜头尺寸的数值。表5中的标记与表1中含义相同。

表5

Si	r _i	d _i	n _i	v _i
1	r ₁ =15.3768	d ₁ =0.134	n ₁ =1.77250	v ₁ =49.6
2	r ₂ =0.8810 (ASP)	d ₂ =0.449		
3	r ₃ =1.8130	d ₃ =0.170	n ₂ =1.84666	v ₂ =23.8
4	r ₄ =3.9849	d ₄ =可变的		
5	r ₅ =无限	d ₅ =0.013		孔径光阑
6	r ₆ =0.7917 (ASP)	d ₆ =0.429	n ₃ =1.80610	v ₃ =40.7
7	r ₇ =1.7990	d ₇ =0.107	n ₄ =1.92286	v ₄ =20.9
8	r ₈ =0.6948	d ₈ =0.077		
9	r ₉ =2.2859	d ₉ =0.186	n ₅ =1.72916	v ₅ =54.7
10	r ₁₀ =-2.9293	d ₁₀ =可变的		
11	r ₁₁ =2.0847	d ₁₁ =0.229	n ₆ =1.49700	v ₆ =80.2

12	r12=87.2758	d12=可变的		
13	r13=无限	d13=0.437	n7=1.51633	v 7=64.2 (保护玻璃板)
14	r14=无限	后焦点		

在可变焦镜头 2 中，当透镜状态改变时，第一透镜组 G1 和孔径光阑 S 之间的表面间隔 d_4 ，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的表面间隔 d_{10} ，以及第三透镜组 G3 和保护玻璃板 GL 之间的表面间隔 d_{12} 都是可变的。表 6 分别示出了在最短焦距透镜状态、中间焦距透镜状态和最长焦距透镜状态下，例 2 中的可变焦镜头的表面间隔 d_4 、 d_{10} 和 d_{12} 的数值，F 数和焦距的视场角 $2\omega^\circ$ 。

表 6

焦距	1.000	1.701	2.826
F 数	2.88	3.73	5.12
$2\omega^\circ$	66.83	41.34	25.21
d_4	2.369	1.079	0.346
d_{10}	1.225	2.051	3.378
d_{12}	0.300	0.300	0.300
后焦点	0.196	0.196	0.196

第一透镜组 G1 的负透镜组件 L11 像方上的表面 s_2 和第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 物方的表面 s_6 是非球面。第四级非球面系数 C_4 、第六级非球面系数 C_6 、第八级非球面系数 C_8 和第十级非球面系数 C_{10} 以及表面 s_2 和 s_6 的二次曲线系数 k 的值列于表 7 中。

表 7

Si	K	C_4	C_6	C_8	C_{10}
2	-1.9870	$+0.21279 \times 10^0$	-0.61470×10^{-1}	+0.00000	+0.00000
6	-0.3942	$+0.62924 \times 10^{-2}$	$+0.12817 \times 10^0$	-0.47535×10^0	$+0.94302 \times 10^0$

例 2 的表达式 (1) 至 (7) 的各项值示于表 8 中。

表 8

f1	-2.087
----	--------

f_2	+1.921
(1) $D_s/(R22_a-R21_b)$	0.048
(2) $D_a/R21_b$	0.790
(3) $ f_1 /f_w$	-2.087
(4) $(R22_a+R22_b)/(R22_a-R22_b)$	-0.123
(5) f_2/f_w	1.921
(6) $\sum 2/f_w$	0.799
(7) TL_w/f_w	6.323

图 7、8 和 9 分别示出了当例 2 中的可变焦镜头聚焦在无限远处的物体时，在最短焦距透镜状态 ($f=1.000$)、中间焦距透镜状态 ($f=1.581$) 和在最长焦距 ($f=3.296$) 透镜状态下，第二实施例的例 2 中的可变焦镜头引起的球面像差、像散、畸变和慧差。在表示像散的图中，连续的线和虚线分别表示径向像面和经向像面。在表示慧差的图中，“A”表示视场角。

图 7 至图 9 中所示的像差示图明显显示出例 2 中的可变焦镜头可很好的校正像差并具有出色的图像形成能力。

图 10 示出了根据本发明第三实施例的可变焦镜头 3。第一透镜组 G1 包括负透镜组件 L11，其具有面向像方的凹表面，并包括正透镜组件 L12，其具有面向物方的凸表面。第二透镜组 G2 包括胶合透镜组件 L21 和双凸正透镜组件 L22，该胶合透镜组件 L21 包括具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方的凹表面的负透镜。第三透镜组 G3 具有正透镜组件 L3。接触边缘 Lm 形成在第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 的像方表面中，其在靠近并在胶合透镜组件 L21 有效直径圆周外侧的环形区域。正透镜组件 L22 的物方表面 S_9 与接触边缘 Lm 相接触。因此第二透镜组 G2 具有所谓的边缘接触结构。

在第三实施例中的可变焦镜头 L3 中，孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 的前面。当可变焦镜头 3 的透镜状态改变时，孔径光阑 S 随着第二透镜组 G2 一起移动。

表 9 示出了在第三实施例的例 3 中可变焦镜头 3 的可变焦镜头尺寸的数值。表 9 中的标记与表 1 中含义相同。

表 9

s_i	r_i	d_i	n_i	v_i
-------	-------	-------	-------	-------

1	$r_1=11.7360$	$d_1=0.124$	$n_1=1.77250$	$v_1=49.6$
2	$r_2=0.8326$ (ASP)	$d_2=0.354$		
3	$r_3=1.5333$	$d_3=0.170$	$n_2=1.84666$	$v_2=23.8$
4	$r_4=3.3112$	$d_4=$ 可变的		
5	$r_5=$ 无限	$d_5=0.012$		孔径光阑
6	$r_6=0.7050$ (ASP)	$d_6=0.324$	$n_3=1.80610$	$v_3=40.7$
7	$r_7=1.4780$	$d_7=0.100$	$n_4=1.92286$	$v_4=20.9$
8	$r_8=0.6343$	$d_8=0.088$		
9	$r_9=2.6180$	$d_9=0.171$	$n_5=1.72916$	$v_5=54.7$
10	$r_{10}=-2.4627$	$d_{10}=$ 可变的		
11	$r_{11}=2.1716$	$d_{11}=0.193$	$n_6=1.49700$	$v_6=80.2$
12	$r_{12}=82.9807$	$D_{12}=$ 可变的		
13	$r_{13}=$ 无限	$d_{13}=0.406$	$n_7=1.51633$	$v_7=64.2$ (保护玻璃板)
14	$r_{14}=$ 无限	后焦点		

在可变焦镜头 3 中，当透镜状态改变时，第一透镜组 G1 和孔径光阑 S 之间的表面间隔 d_4 ，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的表面间隔 d_{10} ，以及第三透镜组 G3 和保护玻璃板 GL 之间的表面间隔 d_{12} 都是可变的。表 10 分别示出了在最短焦距透镜状态、中间焦距透镜状态和最长焦距透镜状态下，例 3 中的可变焦镜头的表面间隔 d_4 、 d_{10} 和 d_{12} 的数值，F 数和焦距的视场角 $2\omega^\circ$ 。

表 10

焦距	1.000	1.581	2.826
F 数	2.88	3.56	5.05
2ω ($^\circ$)	63.04	41.39	23.46
d_4	2.345	1.199	0.330
d_{10}	1.281	1.909	3.258
d_{12}	0.279	0.279	0.279
后焦点	0.183	0.183	0.183

第一透镜组 G1 的负透镜组件 L11 像方上的表面 s_2 和第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 物方的表面 s_6 是非球面。第四级非球面系数 C_4 、第六级非球面系数 C_6 、第八级非球面系数 C_8 和第十级非球面系数 C_{10} 以及表面 s_2 和 s_6 的二次曲线系数 k 的值列于表 11 中。

5 表 11

Si	K	C_4	C_6	C_8	C_{10}
2	-1.8370	$+0.24770 \times 10^0$	-0.58783×10^{-1}	+0.00000	+0.00000
6	-0.2459	$+0.50755 \times 10^{-1}$	$+0.15749 \times 10^0$	-0.11053×10^{-1}	$+0.23610 \times 10^{-1}$

例 2 的表达式 (1) 至 (7) 的各项值示于表 12 中。

表 12

f_1	-2.101
f_2	+1.837
(1) $Ds/(R22a-R21_b)$	0.044
(2) $Da/R21_b$	0.683
(3) $ f_1 /f_w$	-2.101
(4) $(R22a+R22b)/(R22a-R22b)$	+0.030
(5) f_2/f_w	1.837
(6) $\sum 2/f_w$	0.683
(7) TLw/f_w	6.030

10 图 11、12 和 13 分别示出了当例 2 中的可变焦镜头聚焦在无限远处的物体时, 在最短焦距透镜状态 ($f=1.000$)、中间焦距透镜状态 ($f=1.581$) 和在最长焦距透镜状态 ($f=3.296$) 下, 第三实施例的例 3 中的可变焦镜头引起的球面像差、像散、畸变和慧差。在表示像散的图中, 连续的线和虚线分别表示径向像面和经向像面。在表示慧差的图中, “A” 表示视场角。

图 11 至图 13 中所示的像差示图明显显示出例 3 中的可变焦镜头可很好的校正像差并具有出色的图像形成能力。

15 图 14 示出了根据本发明第四实施例的可变焦镜头 4。第一透镜组 G1 包括负透镜组件 L11, 其具有面向像方的凹表面, 并包括正透镜组件 L12, 其具有面向物方的凸表面。第二透镜组 G2 包括胶合透镜组件 L21 和双凸正透镜组件 L22, 该胶合透镜组件 L21 包括具有面向物方的凸表面的正透镜和具有面向像方

的凹表面的负透镜。第三透镜组 G3 具有正透镜组件 L3。接触边缘 Lm 形成在第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 的像方表面中，其在靠近并在胶合透镜组件 L21 有效直径圆周外侧的环形区域。正透镜组件 L22 的物方表面 S₉ 与接触边缘 Lm 相接触。因此第二透镜组 G2 具有所谓的边缘接触结构。

- 5 在第四实施例中的可变焦镜头 4 中，孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 的前面。当可变焦镜头 4 的透镜状态改变时，孔径光阑 S 随着第二透镜组一起移动。

表 13 示出了在第四实施例例 4 中可变焦镜头 4 的可变焦镜头尺寸的数值。表 13 中的标记与表 1 中含义相同。

10 表 13

si	ri	di	ni	vi
1	r1=11.5284	d1=0.124	n1=1.08420	v1=46.5
2	r2=0.8326 (ASP)	d2=0.342		
3	r3=1.5284	d3=0.174	n2=1.84666	v2=23.8
4	r4=3.4877	d4=可变的		
5	r5=无限	d5=0.012		孔径光阑
6	r6=0.7236 (ASP)	d6=0.346	n3=1.80610	v3=40.7
7	r7=1.5617	d7=0.100	n4=1.92286	v4=20.9
8	r8=0.6491	d8=0.084		
9	r9=2.5257	d9=0.172	n5=1.72916	v5=54.7
10	r10=-2.4636	d10=可变的		
11	r11=2.3033	d11=0.184	n6=1.49700	v6=80.2
12	r12=82.9807	d12=可变的		
13	r13=无限	d13=0.406	n7=1.51633	v7=64.2 (保护玻璃板)
14	r14=无限	后焦点		

在可变焦镜头 4 中，当透镜状态改变时，第一透镜组 G1 和孔径光阑 S 之间的表面间隔 d₄，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的表面间隔 d₁₀，以及第三透镜组 G3 和保护玻璃板 GL 之间的表面间隔 d₁₂ 都是可变的。表 14 分别示出了在最短焦距透镜状态、中间焦距透镜状态和最长焦距透镜状态下，例 4

的可变焦镜头的表面间隔 d_4 、 d_{10} 和 d_{12} 的数值, F 数和焦距的视场角 $2\omega^\circ$

表 14

焦距	1.000	1.581	2.826
F 数	2.88	3.56	5.03
$2\omega^\circ$	63.04	41.39	23.46
d_4	2.367	1.208	0.328
d_{10}	1.256	1.869	3.183
d_{12}	0.279	0.279	0.278
后焦点	0.183	0.183	0.183

第一透镜组 G1 的负透镜组件 L11 像方上的表面 s_2 和第二透镜组 G2 的胶合透镜组件 L21 物方的表面 s_6 是非球面。第四级非球面系数 C_4 、第六级非球面系数 C_6 、第八级非球面系数 C_8 和第十级非球面系数 C_{10} 以及表面 s_2 和 s_6 的二次曲线系数 k 的值列于表 15 中。

表 15

Si	K	C_4	C_6	C_8	C_{10}
2	-1.7726	$+0.2360 \times 10^0$	-0.5112×10^{-1}	+0.00000	+0.00000
6	-0.1884	$+0.6921 \times 10^{-1}$	$+0.1118 \times 10^0$	-0.1041×10^{-1}	$+0.2051 \times 10^{-1}$

例 4 的表达式 (1) 至 (7) 的各项值示于表 16 中。

表 16

f_1	-2.108
f_2	+1.825
(1) $Ds/(R22a-R21_b)$	0.041
(2) $Da/R21_b$	0.706
(3) $ f_1 /f_w$	-2.108
(4) $(R22a+R22_b)/(R22a-R22_b)$	+0.012
(5) f_2/f_w	1.825
(6) $\sum 2/f_w$	0.702
(7) TLw/f_w	6.034

图 15、16 和 17 分别示出了当例 4 中的可变焦镜头聚焦在无限远处的物体

时, 在最短焦距透镜状态 ($f=1.000$)、中间焦距透镜状态 ($f=1.581$) 和在最长焦距 ($f=3.296$) 透镜状态下, 第四实施例的例 4 中的可变焦镜头引起的球面像差、像散、畸变和慧差。在表示像散的图中, 连续的线和虚线分别表示径向像面和子午像面。在表示慧差的图中, “A” 表示视场角。

5 图 15 至图 17 中所示的像差示图明显显示出例 4 中的可变焦镜头可很好的校正像差并具有出色的图像形成能力。

图 18 示出了使用本发明的照相机系统 10。照相机系统 10 包括可变焦镜头 20, 用于将可变焦镜头 20 形成的光学图像转换为电信号的图像拾取器件 30。该图像拾取器件 30 具有光电转换器, 例如 CCD (电荷耦合器件) 或是 CMOS
10 器件 (互补金属氧化物半导体器件)。可变焦镜头 20 可以是第一至第四实施例中的任一种可变焦镜头。

图像拾取器件 30 将电信号发送给图像分离电路 40。图像分离电路 40 将电信号分成图像形成信号和聚焦信号。图像分离电路 40 将聚焦信号传送到聚焦控制电路 50, 并将图像形成信号传送到图像处理单元。传送到图像处理电路
15 的图像形成信号被处理为产生易于处理的 (easy-to-process) 图像信号。由此产生的图像信号用于在显示器上显示图像, 在记录介质中存储图像数据并将图像数据传送到其它器件。

通过操作一操作控制按钮, 将外部操作信号施加到聚焦控制电路 50。例如, 当操作变焦按钮输入变焦命令信号, 驱动器 60、70 和 80 驱动, 例如驱动
20 器件, 诸如电机 61、71 和 81, 以使第一透镜组件 G1、第二透镜组件 G2 和第三透镜组件 G3 移动到预定的位置, 从而将可变焦镜头 20 设置在理想焦距。由传感器 62、72 和 82 提供并表示第一透镜组 G1、第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 的位置信号被施加到聚焦控制电路 50, 于是该聚焦控制电路基于输入信号产生将要施加到驱动器 60、70 和 80 的命令信号。该聚焦控制电路 50 基于施
25 加其上的信号通过图像分离电路 40 检查聚焦条件, 并控制, 例如, 驱动电路 80, 从而移动第三透镜组 G3 以使可变焦镜头 20 以最佳精确度聚焦。

实际上, 照相机系统 10 是多种产品之一。照相机系统 10 可广泛用作数字输入/输出装置的照相机单元, 这些装置包括, 例如, 数码静止照相机, 数码摄像机, 具有照相机的手机, 具有照相机的 PDA (个人数字助理)。

30 尽管以具有某些特性的优选实施例方式描述了本发明, 但显然可进行多种

改变和变化。由此应当理解，不脱离本发明精神和范围，可以以与此处详细描述不同的实现本发明。

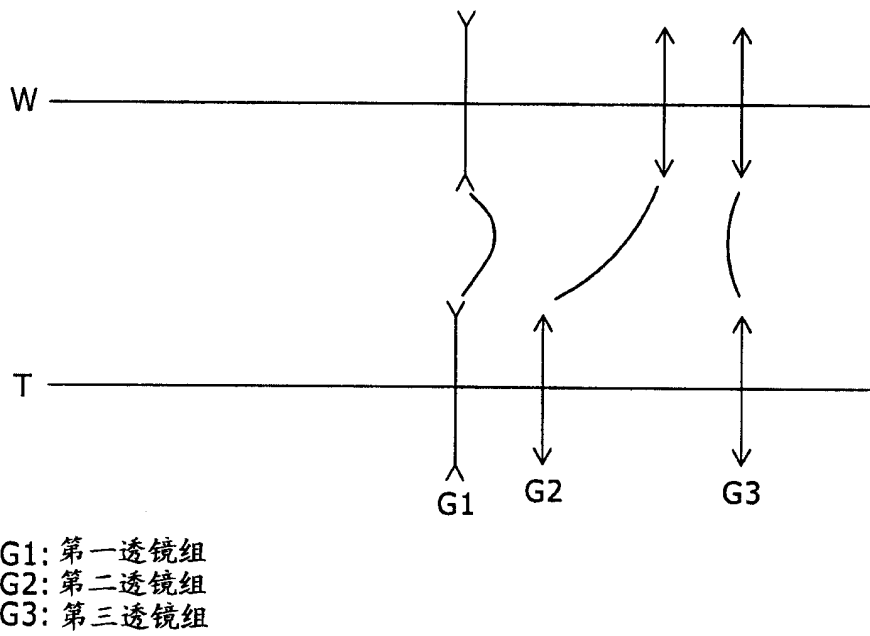


图 1

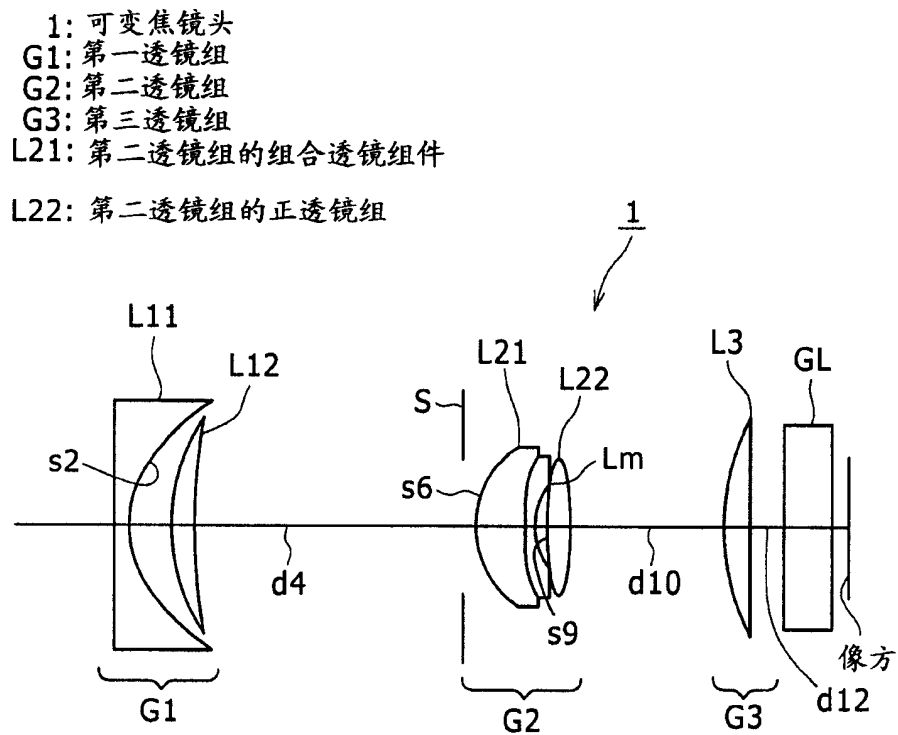


图 2

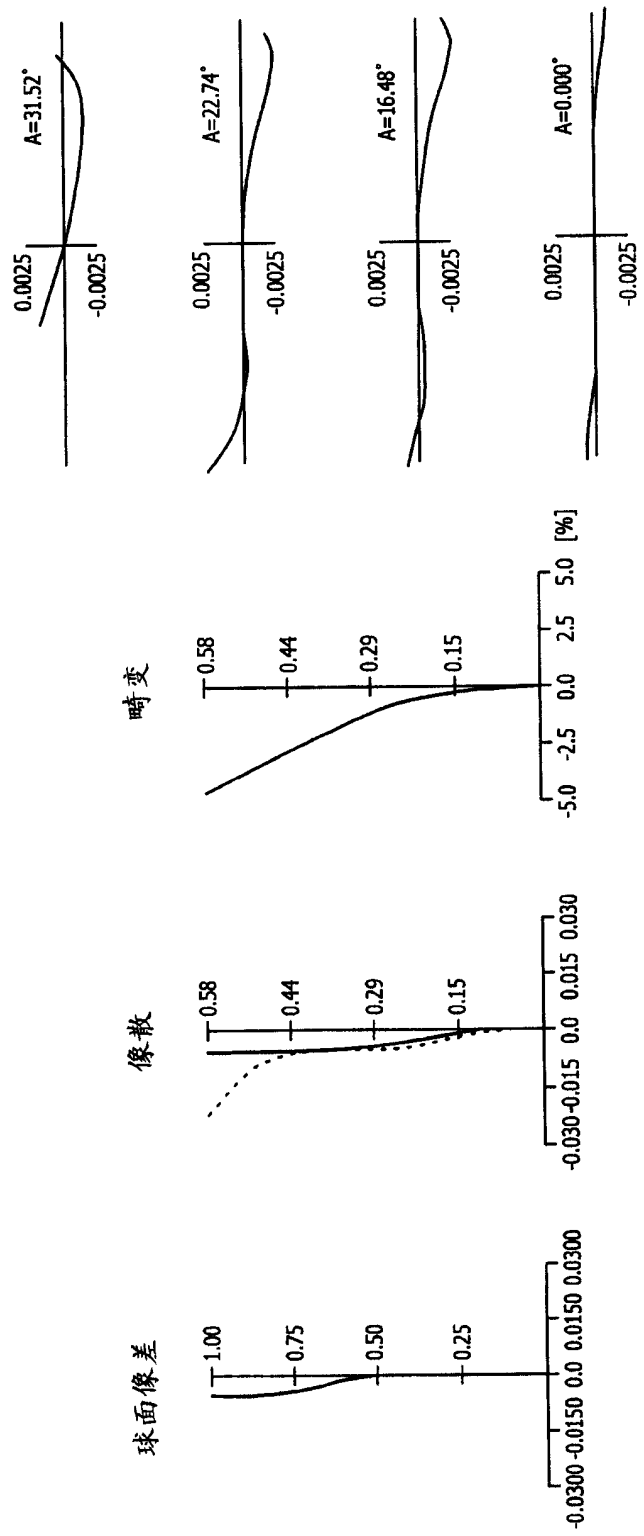


图 3

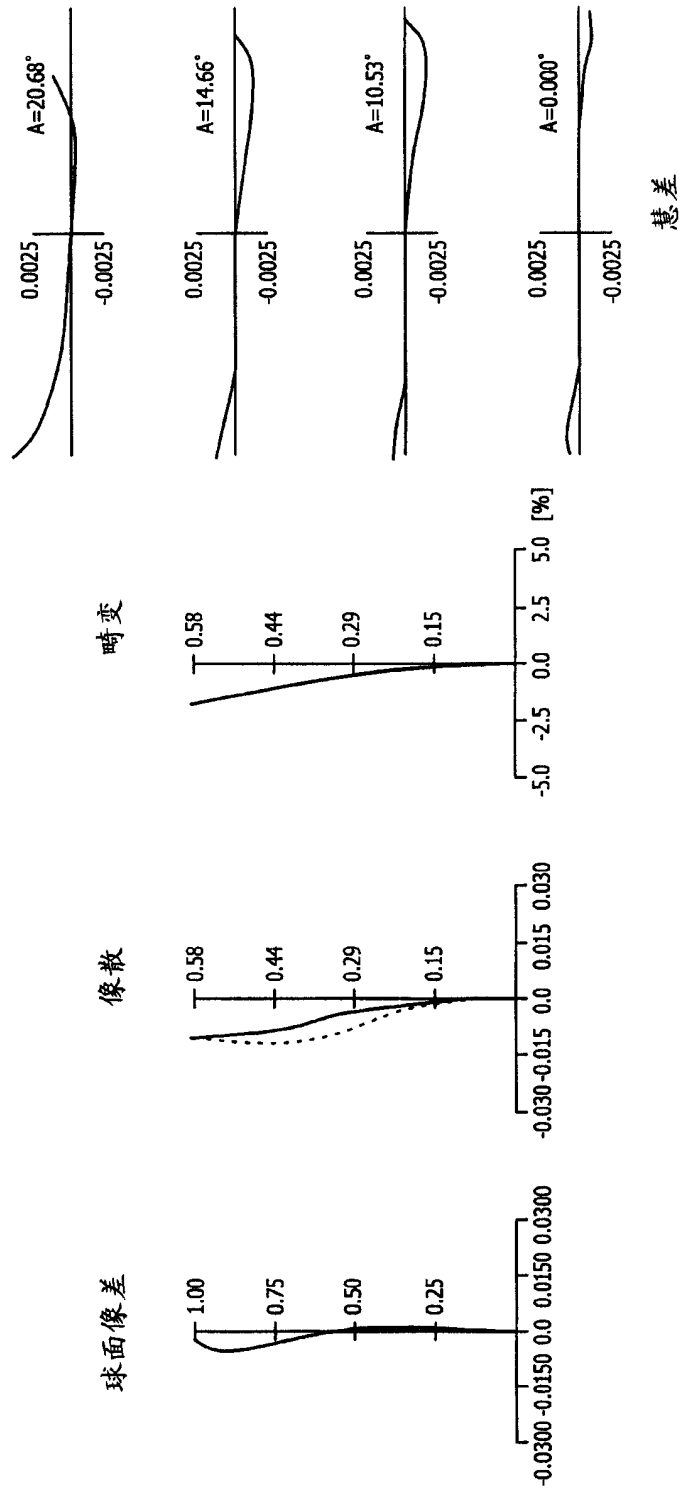


图 4

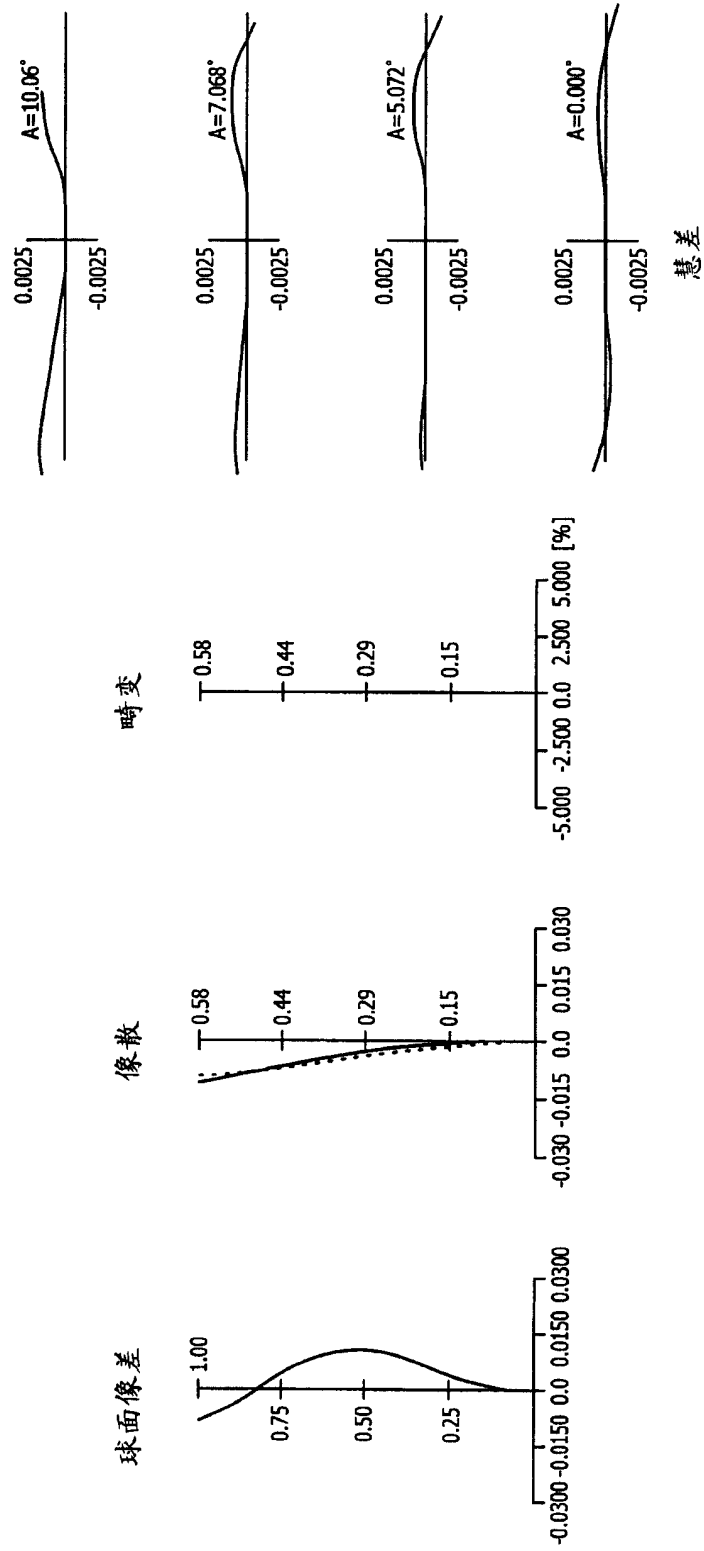


图 5

- 2: 可变焦镜头
- G1: 第一透镜组
- G2: 第二透镜组
- G3: 第三透镜组
- L21: 第二透镜组的组合透镜组件
- L22: 第二透镜组的正透镜组

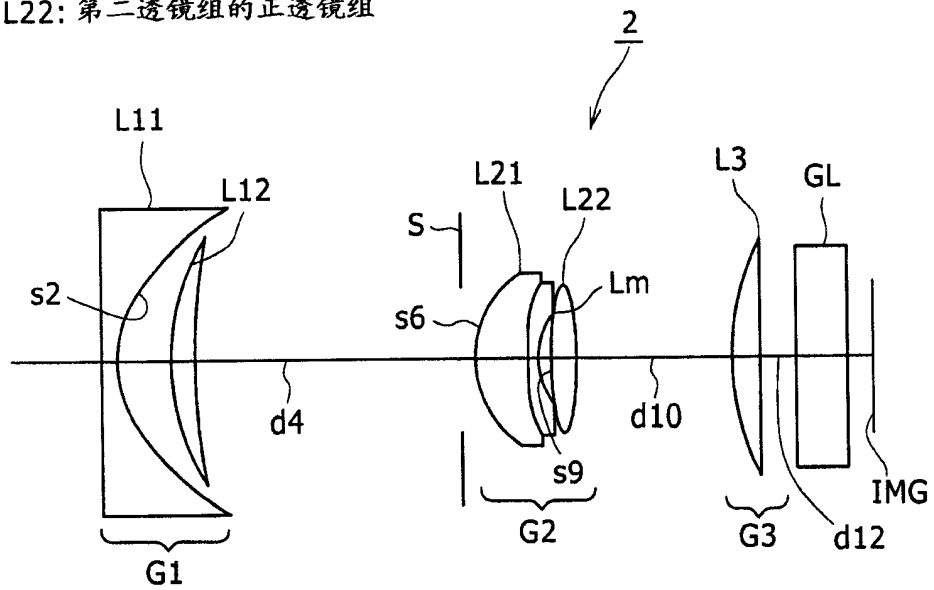


图 6

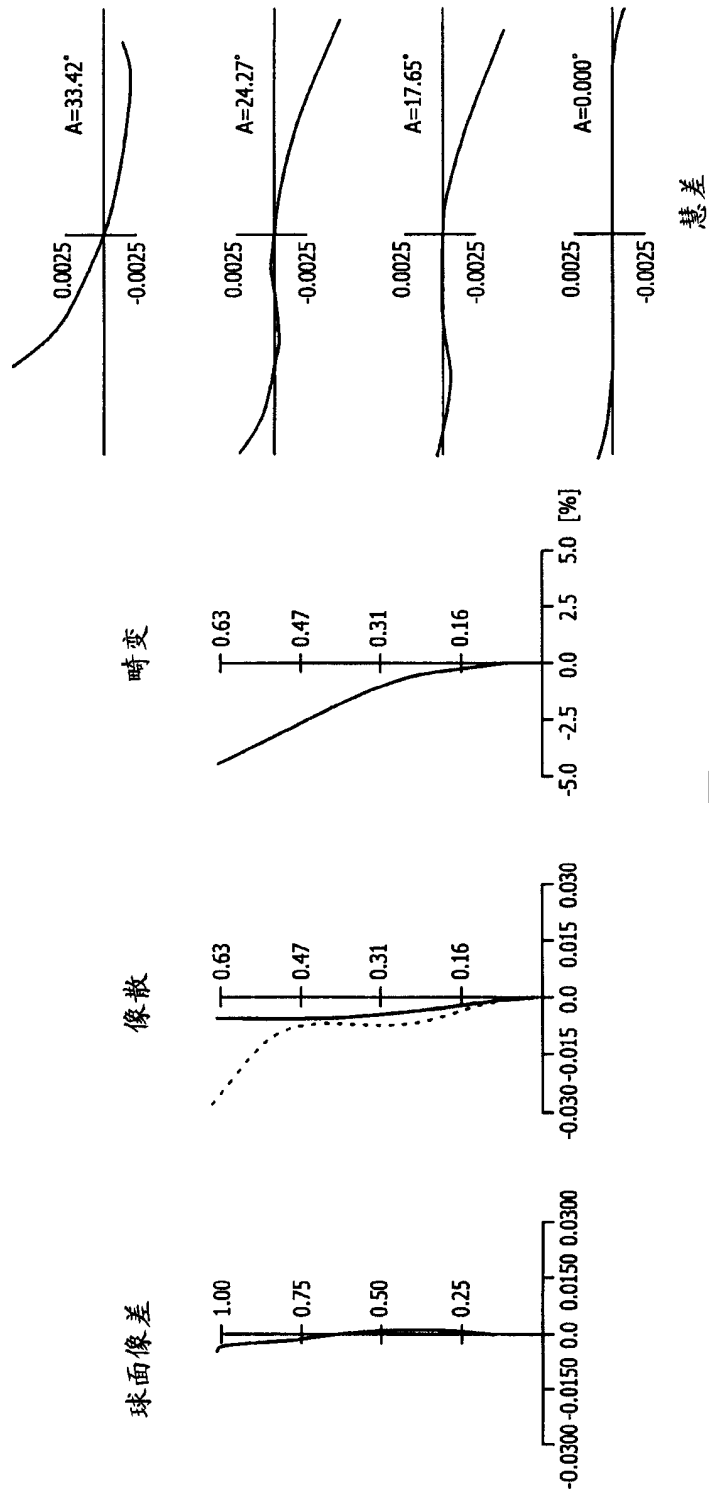


图 7

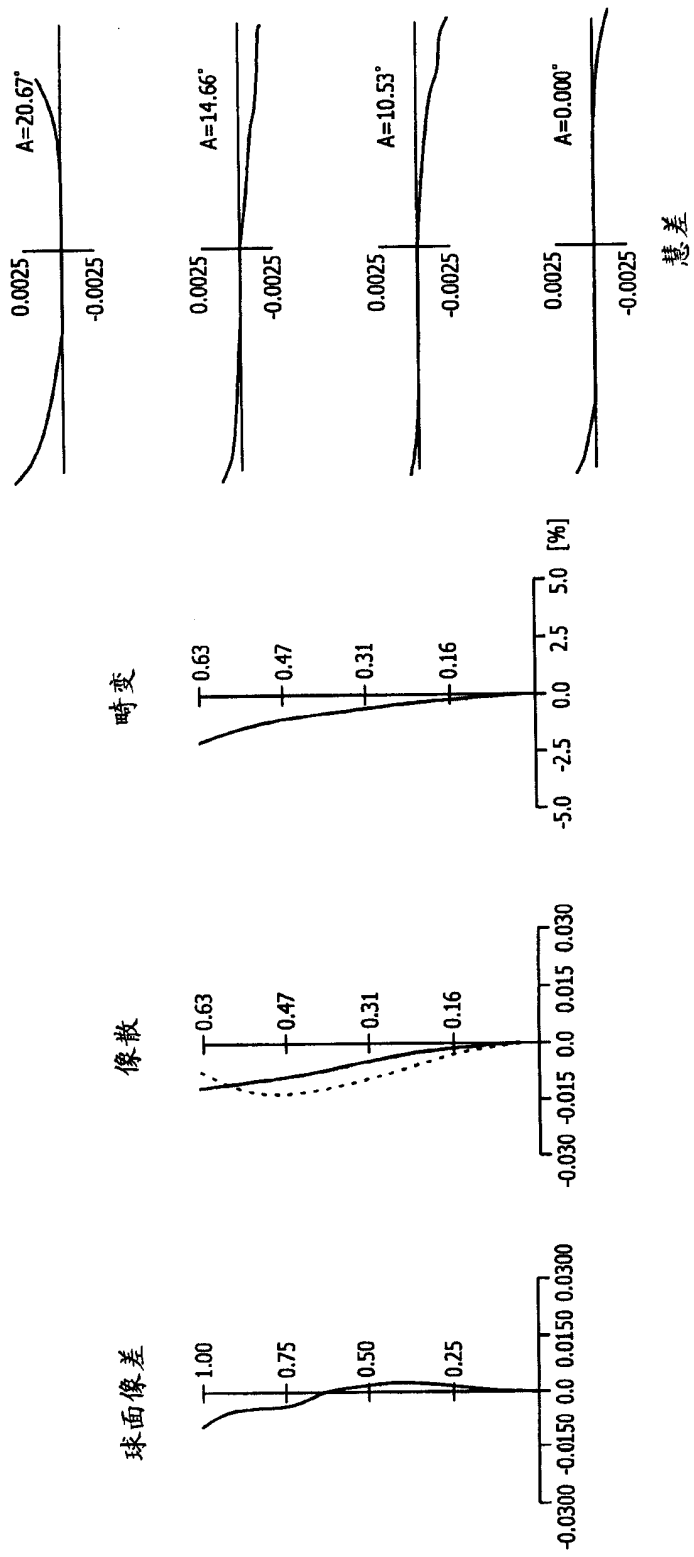


图 8

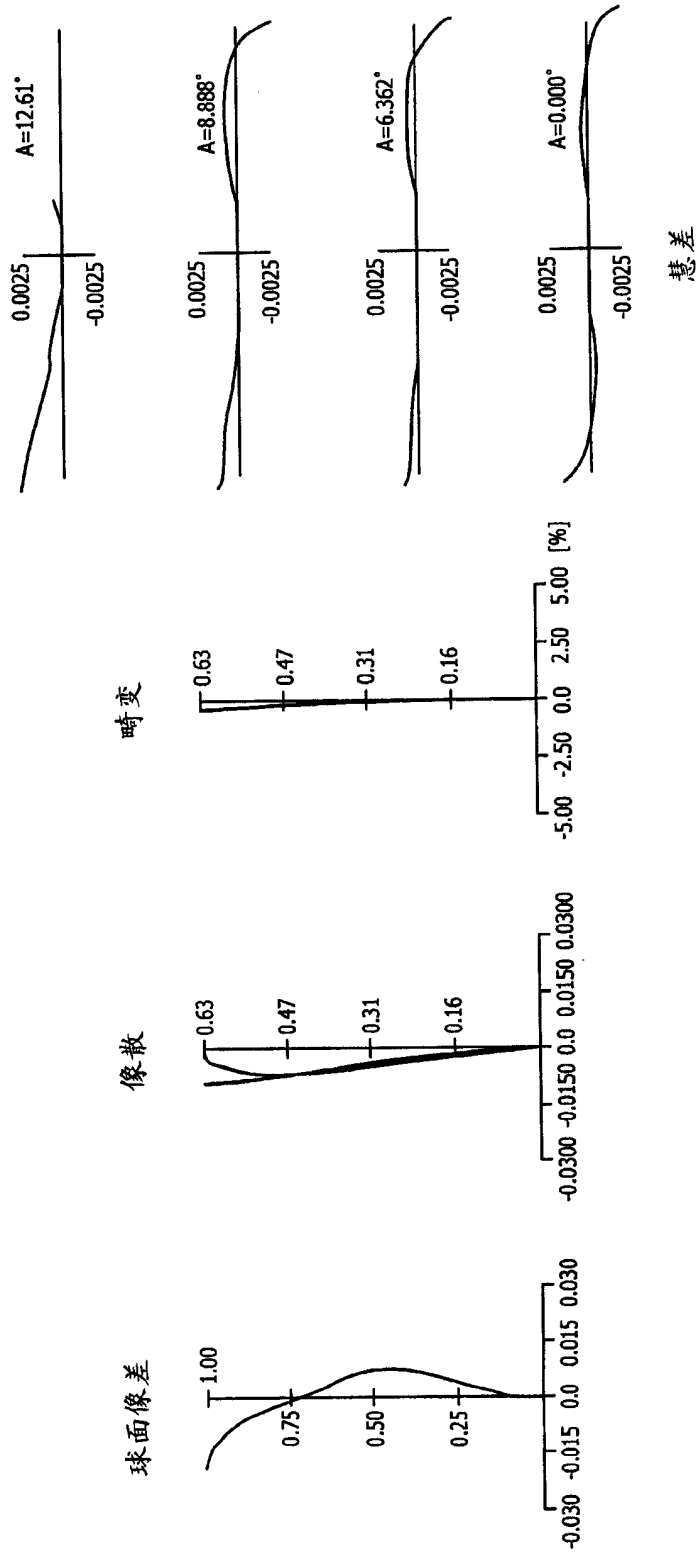


图 9

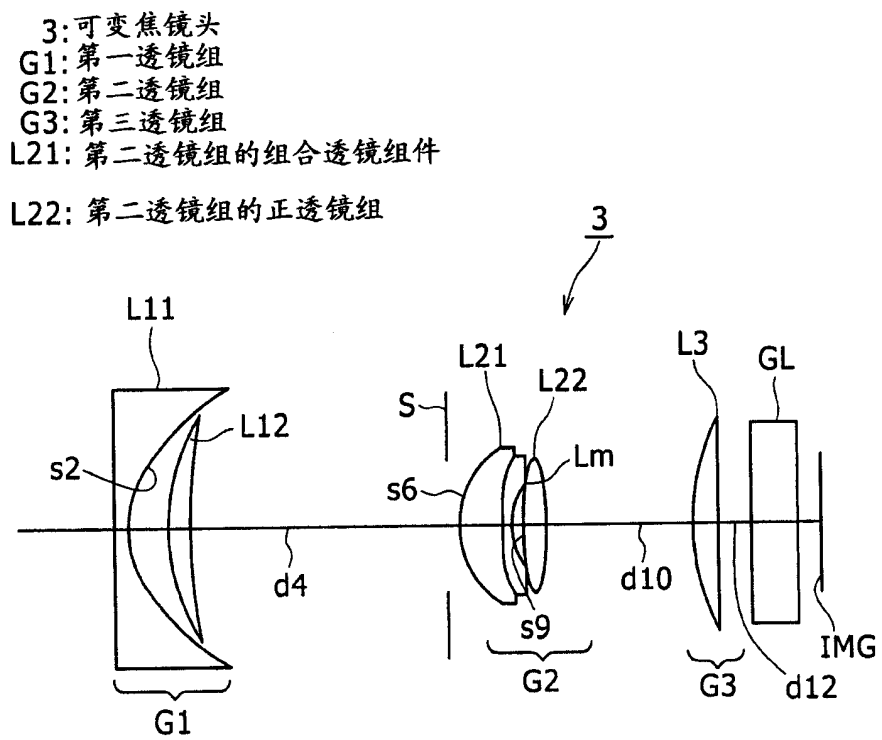


图 10

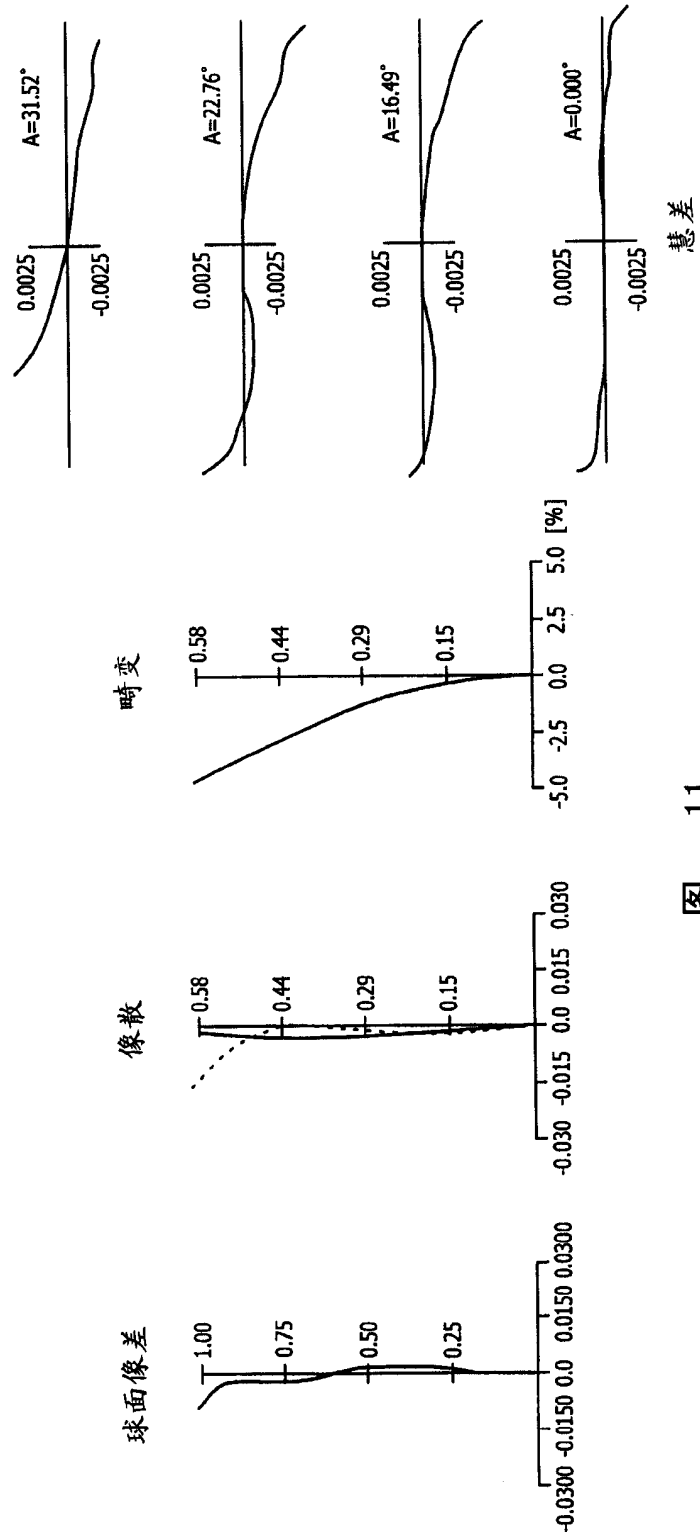


图 11

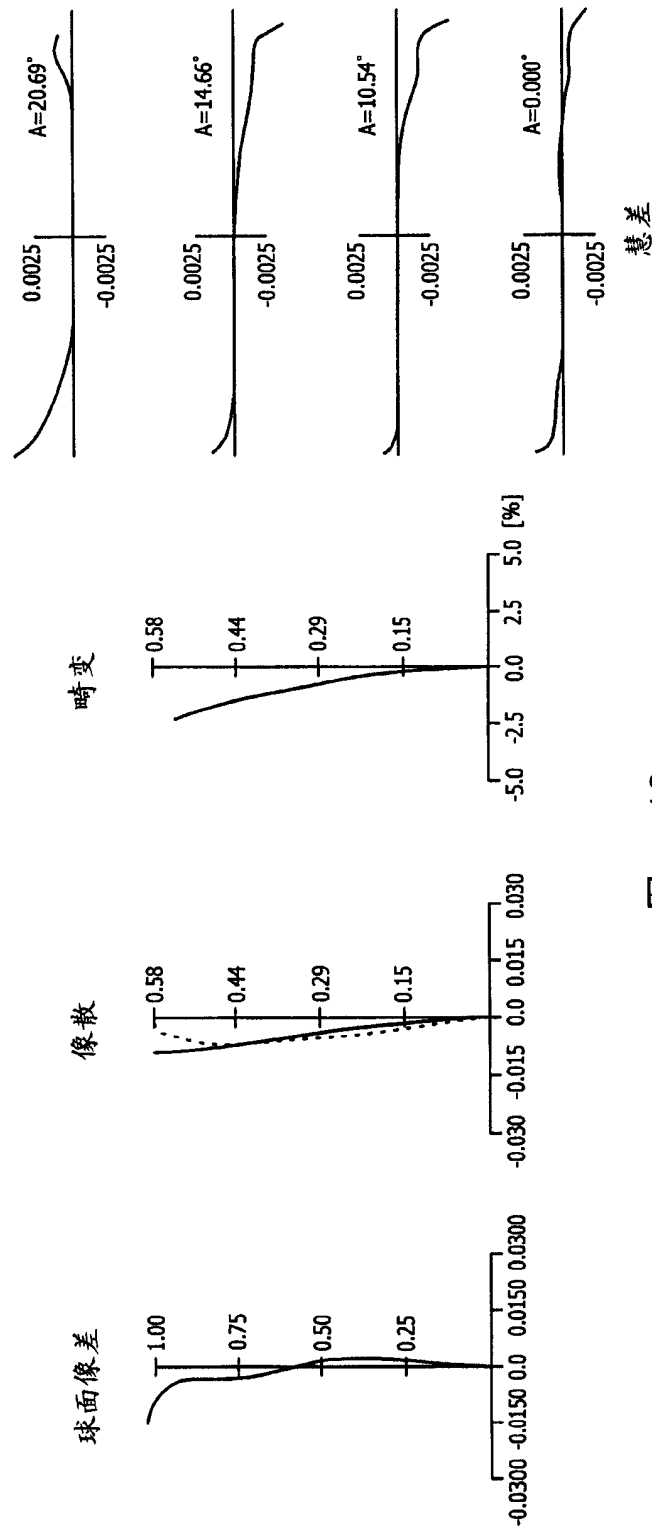


图 12

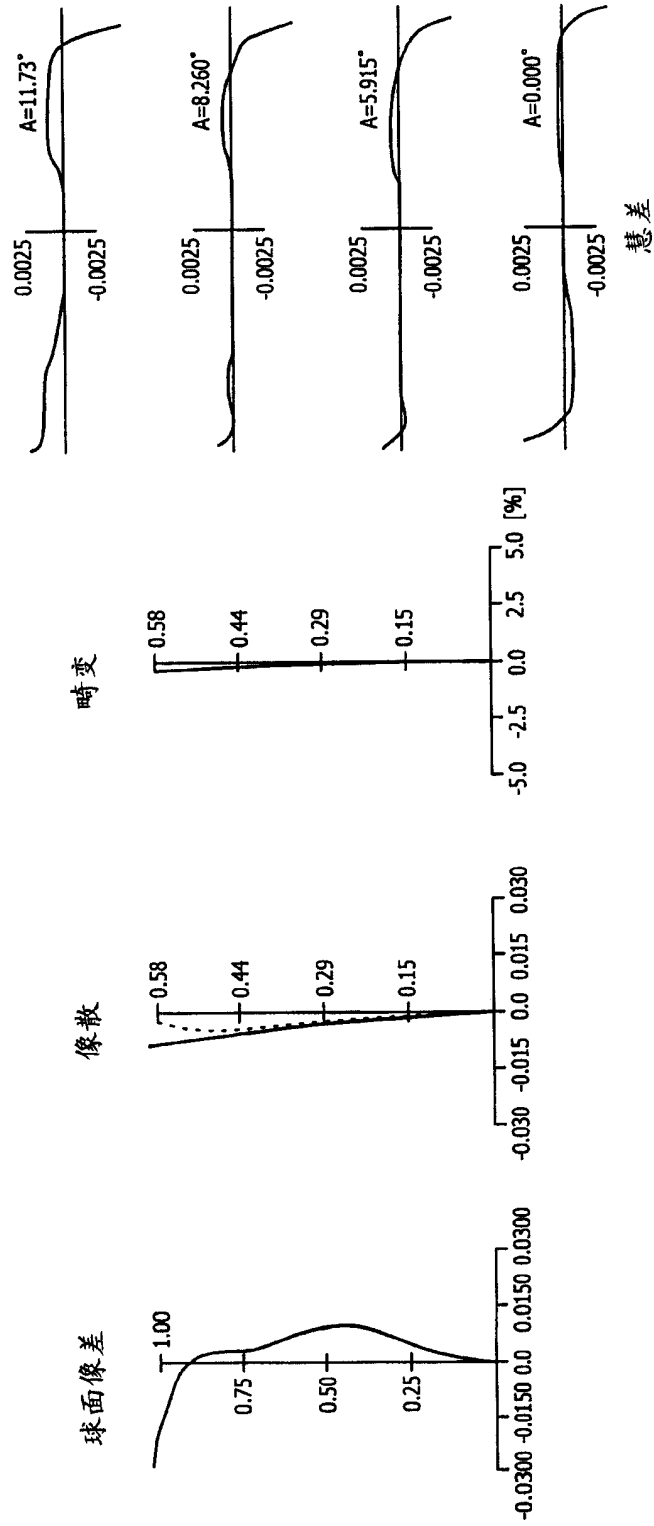


图 13

- 4: 可变焦镜头
- G1: 第一透镜组
- G2: 第二透镜组
- G3: 第三透镜组
- L21: 第二透镜组的组合透镜组件
- L22: 第二透镜组的正透镜组

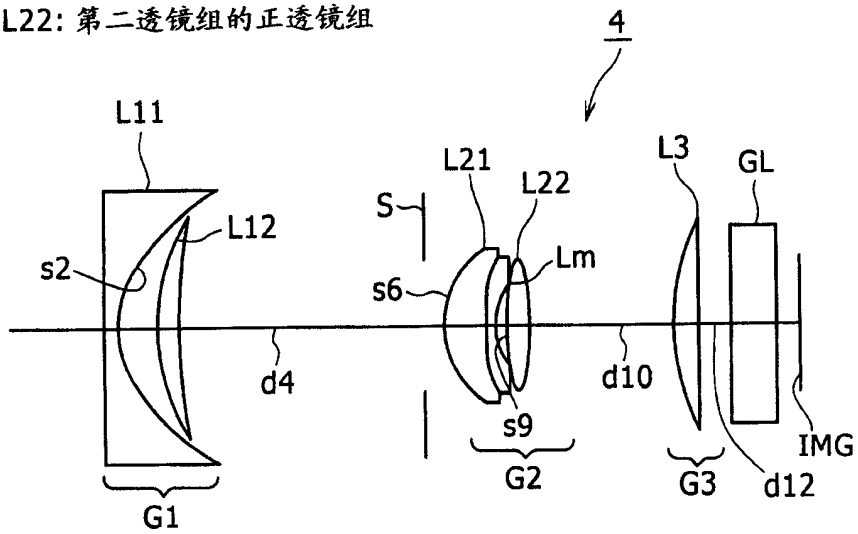


图 14

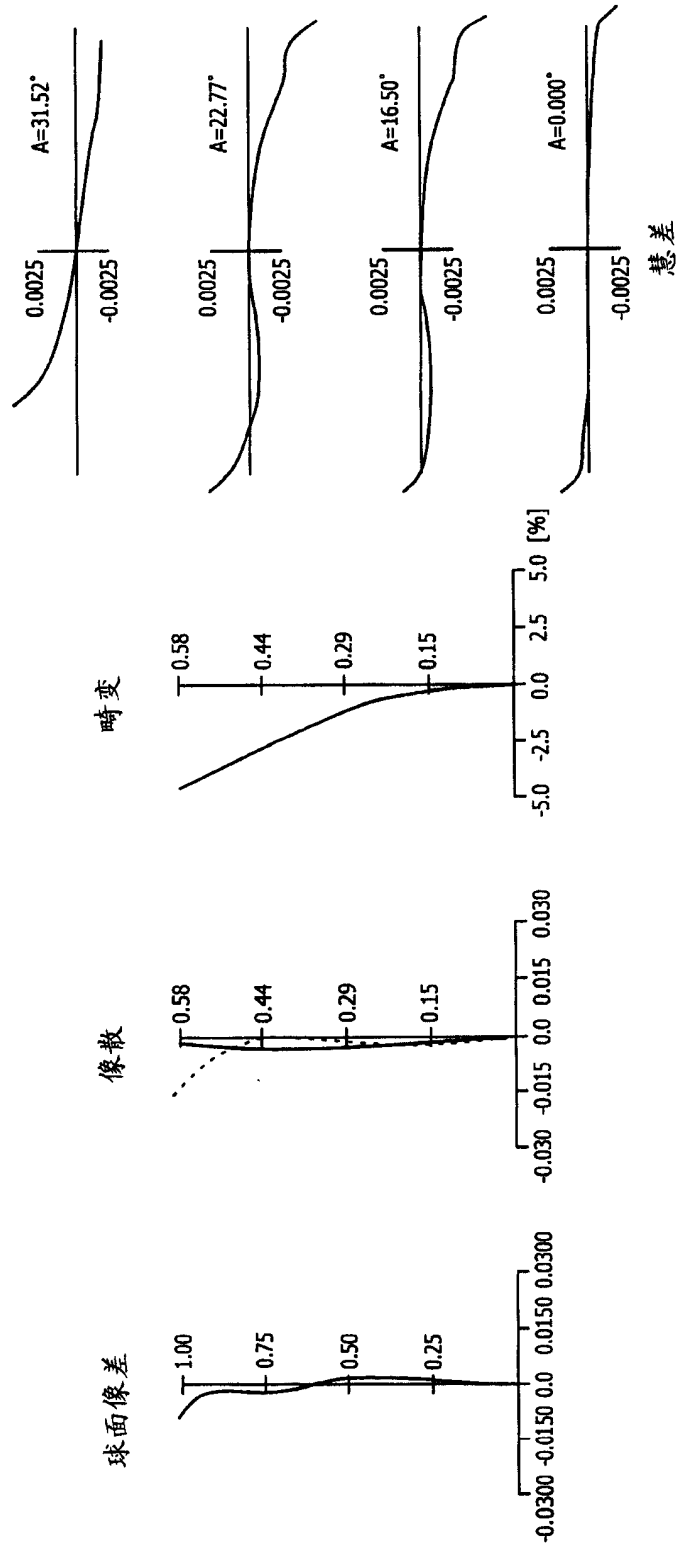


图 15

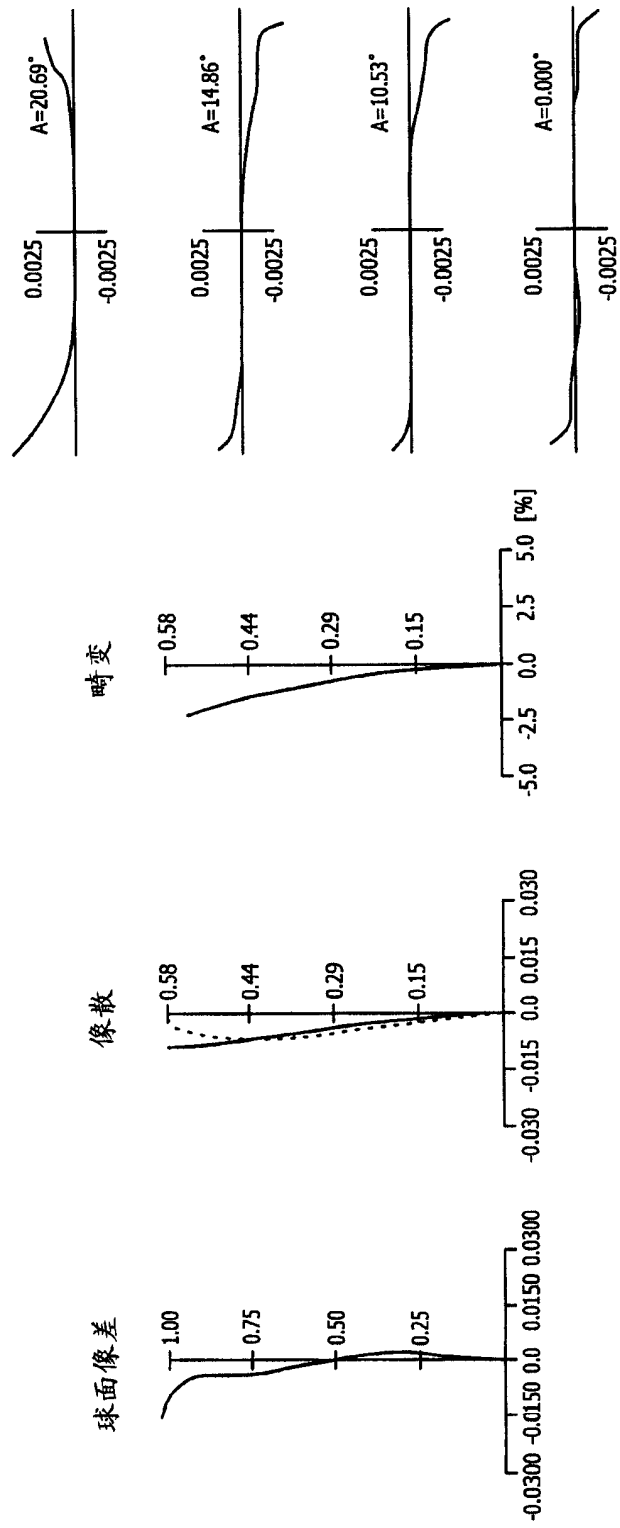


图 16

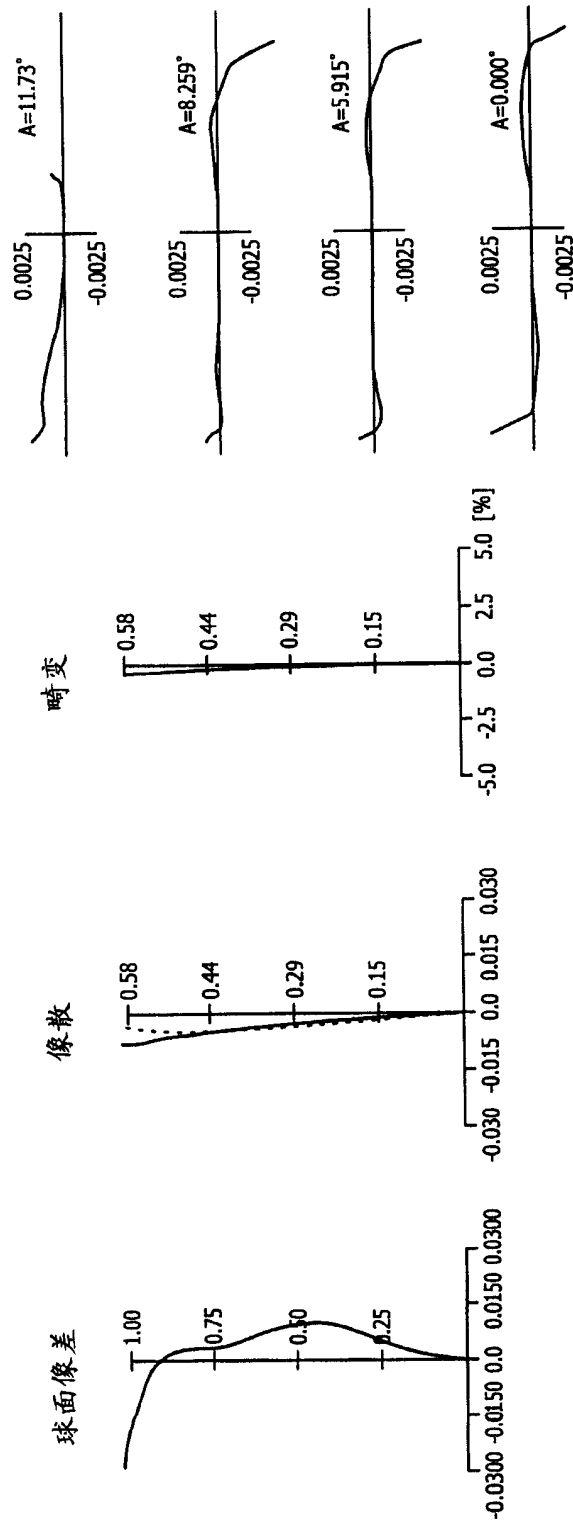


图 17

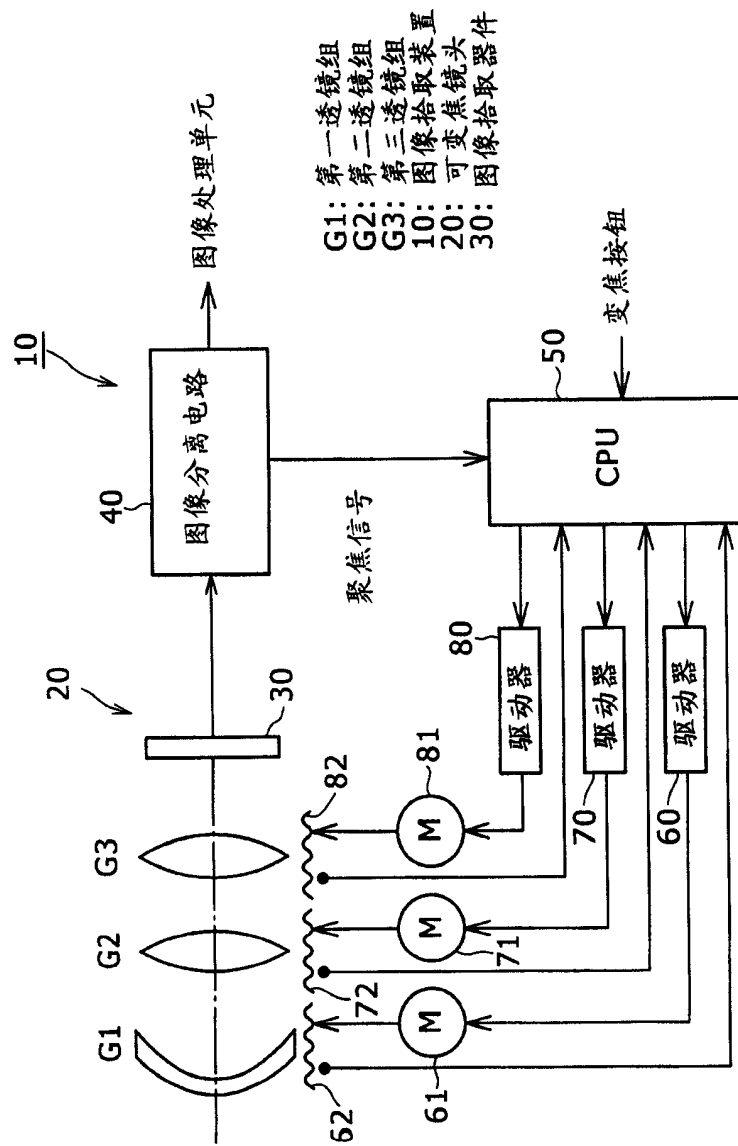


图 18

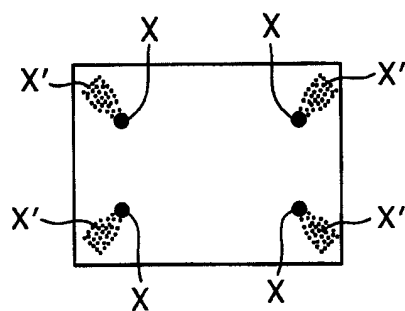


图 19A

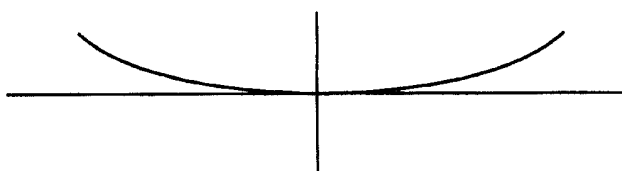


图 19B

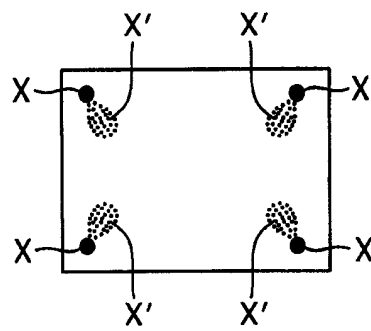


图 20A

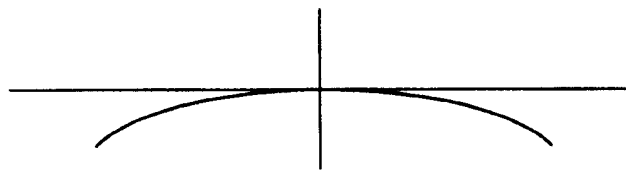


图 20B