



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480001558.6

[43] 公开日 2006年1月4日

[11] 公开号 CN 1717609A

[22] 申请日 2004.6.3

[21] 申请号 200480001558.6

[30] 优先权

[32] 2003.6.13 [33] JP [31] 169069/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/008058 2004.6.3

[87] 国际公布 WO2004/111698 日 2004.12.23

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.13

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 吉次慶記

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
代理人 钱慰民

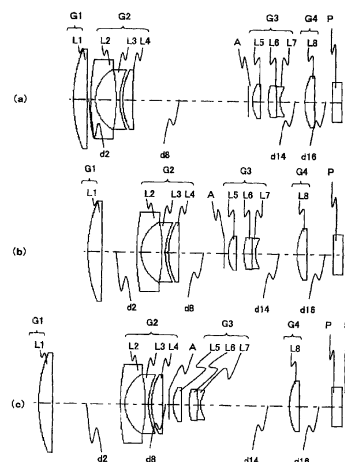
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 10 页

[54] 发明名称

可变焦距透镜,成像装置以及具有成像装置的
照相机

[57] 摘要

一种可变焦距透镜在广角端具有 60°到 70°的视野,约五倍到六倍的放大倍数变化比,以及小数目的透镜元件,不用时能缩小到紧凑的尺寸,提供高分辨率并且和可变焦距透镜振动的补偿功能兼容。以从目标一侧开始的顺序,该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元(G1),负光度的第二透镜单元(G2),正光度的第三透镜单元(G3)和正光度的第四透镜单元(G4)。当从广角端向摄远端改变焦距时,第一透镜单元(G1)和第二透镜单元(G2)向图像一侧移动以跟踪凸光径,第三透镜单元(G3)和第四透镜单元(G4)向目标一侧单调移动。



1. 一种可变焦距透镜，以从目标一侧开始的顺序，该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元，负光度的第二透镜单元，正光度的第三透镜单元和正光度的第四透镜单元，其中

当从广角端向摄远端改变焦距时，第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以便跟踪凸光径，第三和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

2. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，在第三透镜单元的目标一侧进一步包括一个光阑。

3. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中第一透镜单元包括一个单正透镜元件或一个粘合的透镜，该粘合的透镜包括一组负透镜元件和正透镜元件。

4. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中在无穷远聚焦的状态时，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第一透镜单元的焦距为 f_{G1} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，满足下面的条件表达式(1)：

$$0.1 < f_w / f_{G1} < 0.3$$

(其中 $Z > 4.5$) (1)

5. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中在无穷远聚焦的状态时，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第四透镜单元的焦距为 f_{G4} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，满足下面的条件表达式(2)：

$$0.25 < f_w / f_{G4} < 0.35$$

(其中 $Z > 4.5$) (2)

6. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中在无穷远聚焦的状态时，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，第 i 个透镜单元 (i 是整数) 的厚度为 d_i ，各个透镜单元的总厚度为 d_{si} ，满足下面的条件表达式(3)：

$$3 < d_{si} / Z < 5$$

(其中 $Z > 4.5$) (3)

7. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中第四透镜单元中正光度的单透镜元件包括一个双凸透镜。

8. 如权利要求1所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中第三透镜单元中

最靠近目标一侧的透镜元件包括一个正光度的透镜，该透镜的图像一侧的表面为平的或凹的。

9. 如权利要求 1 所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中粘合的透镜元件包括在第三透镜单元中。

10. 如权利要求 1 所述的可变焦距透镜，其特征在于，其中第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移动，用以对于由可变焦距透镜的振动引起的图像移动进行补偿。

11. 一种能将目标的光学图像转换为电图像信号并输出的成像装置，该成像装置包括：

用于形成目标的光学图像而可变焦距的可变焦距透镜；和
用于将由可变焦距透镜形成的目标的光学图像转换为电信号的成像元件，

以从目标一侧开始的顺序，该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元，负光度的第二透镜单元，正光度的第三透镜单元和正光度的第四透镜单元，其中

当从广角端向摄远端改变焦距时，第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以跟踪凸光径，第三透镜单元和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

12. 如权利要求 11 所述的成像装置，其特征在于，其中光阑设置在第三透镜单元的目标一侧。

13. 如权利要求 11 所述的成像装置，其特征在于，其中第一透镜单元包括单正透镜元件或粘合的透镜，该粘合的透镜包括一组负透镜元件和正透镜元件。

14. 如权利要求 11 所述的成像装置，其特征在于，其中当在无穷远聚焦状态，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第一透镜单元的焦距为 f_{G1} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z 时，满足条件表达式 (1)：

$$0.1 < f_w / f_{G1} < 0.3$$

(其中 $Z > 4.5$) (1)

15. 如权利要求 11 所述的成像装置，其特征在于，其中当在无穷远聚焦状态，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第四透镜单元的焦距为 f_{G4} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z 时，满足条件表达式 (2)：

$$0.25 < f_w / f_{G4} < 0.35$$

(其中 $Z > 4.5$) (2)

16. 如权利要求 11 所述的成像装置, 其特征在于, 其中当在无穷远聚焦状态, 广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z , 第 i 个透镜单元 (i 为整数) 的厚度为 d_i , 各个透镜单元的总厚度为 d_{si} 时, 满足条件表达式 (3),

$$3 < d_{si} / Z < 5$$

(其中 $Z > 4.5$) (3)

17. 如权利要求 11 所述的成像装置, 其特征在于, 其中第四透镜单元中正光度的单透镜元件包括双凸透镜。

18. 如权利要求 11 所述的成像装置, 其特征在于, 其中第三透镜单元中最靠近目标一侧的透镜元件包括一个正光度的透镜, 该透镜的图像一侧的表面为平的或凹的。

19. 如权利要求 11 所述的成像装置, 其特征在于, 其中粘合的透镜元件包括在第三透镜单元中。

20. 如权利要求 11 所述的成像装置, 其特征在于, 其中第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移动以便补偿由可变焦距透镜的振动引起的图像的移动。

21. 一种能摄取目标的图像并将该图像作为电信号输出的照相机, 该照相机包括

包括用于形成目标的光学图像而可改变焦距的可变焦距透镜, 以及用于将由可变焦距透镜形成的目标的光学图像转换为电信号的成像元件的成像装置,

以从目标一侧开始的顺序包括正光度的第一透镜单元, 负光度的第二透镜单元, 正光度的第三透镜单元和正光度的第四透镜单元的可变焦距透镜, 其中

当从广角端向摄远端改变焦距时, 第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以跟踪凸光径, 第三透镜单元和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

22. 如权利要求 21 所述的照相机, 是能获得目标的静止图像的数码相机。

23. 如权利要求 21 所述的照相机, 是能获得目标的活动图片的数字摄像机。

可变焦距透镜，成像装置以及具有成像装置的照相机

技术领域

本发明涉及高图像质量可变焦距透镜以及具有该透镜的光学装置，尤其是数码相机和数字摄像机。

背景技术

当前，存在很多类型的照相机，例如数码相机，其中的一种类型是便携式照相机，带有高放大倍数和高成像能力的可变焦距透镜就是为这样的便携式照相机而设计的。

有多种三单元的可变焦距透镜已经被提出作为适合于该便携式照相机的可变焦距透镜，以从目标一侧开始的顺序，该三单元的可变焦距透镜包括具有负光度的第一透镜单元，具有正光度的第二透镜单元和具有正光度的第三透镜单元。对于直至三倍的放大倍数变化比，这样的三单元可变焦距透镜可被设计成紧凑的外形并且具有广角端的宽视野。但是，不可能获得高放大倍数的可变焦距透镜，因为和广角镜头端的F数相比，摄远镜头端的F数更大。

作为保证相对高的放大倍数，又没有和广角端相比显著更大的摄远端的F数的可变焦距透镜，已经提出了多种四单元的可变焦距透镜，如在例如日本公开专利公报2001-13411，2001-42215，2002-72087和2002-196241号中所述，以从目标一侧开始的顺序，这样的可变焦距透镜包括具有正折射率的第一透镜单元，具有负折射率的第二透镜单元，具有正折射率的第三透镜单元和具有正折射率的第四透镜单元。

发明内容

虽然日本公开专利公报2001-13411号中所述的可变焦距透镜具有约六倍的放大倍数变化比，但其包括大量透镜元件，因此难以在不用时将它们缩小到紧凑的尺寸。还有，在日本公开专利公报2001-42215号中所述的可变焦距透镜只有少量的透镜元件，因此在不用时能缩小到紧凑的尺寸，但是它只有大约三倍

的低放大倍数变化比。此外，在日本公开专利公报 2002-72087 和 2002196241 中所述的可变焦距透镜也只有大约三倍的低放大倍数变化比。

本发明的目的在于提供一种可变焦距透镜，该可变焦距透镜在广角端具有 60° 到 70° 的视野，约五倍到六倍的放大倍数变化比以及少量的透镜元件，不用时能缩小到紧凑的尺寸，提供高分辨率并且和可变焦距透镜振动的补偿功能兼容，以及提供具有这样的可变焦距透镜的诸如静物照相机和视频摄像机等的成像装置。

上述目的通过下面的可变焦距透镜达到。以从目标一侧开始的顺序，该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元，负光度的第二透镜单元，正光度的第三透镜单元和正光度的第四透镜单元，当从广角端向摄远端改变焦距时，第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以便跟踪凸光径，第三和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

最好光阑设置在第三透镜单元的目标一侧。

最好第一透镜单元包括一个单正透镜元件或一个粘合的透镜，该粘合的透镜包括一组负透镜元件和正透镜元件。

最好在无穷远聚焦的状态时，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第一透镜单元的焦距为 f_{G1} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，满足下面的条件表达式：

$$0.1 < f_w / f_{G1} < 0.3$$

(其中 $Z > 4.5$) (1)

最好在无穷远聚焦的状态时，整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第四透镜单元的焦距为 f_{G4} ，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，满足下面的条件表达式：

$$0.25 < f_w / f_{G4} < 0.35$$

(其中 $Z > 4.5$) (2)

最好在无穷远聚焦的状态时，广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ，第 i 个透镜单元 (i 是整数) 的厚度为 d_i ，各个透镜单元的总厚度为 d_{si} ，满足下面的条件表达式：

$$3 < d_{si} / Z < 5$$

(其中 $Z > 4.5$) (3)

最好第四透镜单元中正光度的单透镜元件包括一个双凸透镜。

最好第三透镜单元中最靠近目标一侧的透镜元件包括一个正光度的透镜,该透镜的图像一侧的表面为平的或凹的。

最好粘合的透镜元件包括在第三透镜单元中。

最好第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移动,用以对于由可变焦距透镜的振动引起的图像移动进行补偿。

另外,上述目的通过下面的成像装置达到。能将目标的光学图像转换为电图像信号并输出的成像装置包括形成目标的光学图像因此可变焦距的可变焦距透镜和将由可变焦距透镜形成的目标的光学图像转换成电信号的成像元件,以从目标一侧开始的顺序,该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元,负光度的第二透镜单元,正光度的第三透镜单元和正光度的地四透镜单元,当从广角端向摄远端改变焦距时,第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以便跟踪凸光径,第三和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

最好光阑设置在第三透镜单元的目标一侧。

最好第一透镜单元包括一个单正透镜元件或一个粘合的透镜,该粘合的透镜包括一组负透镜元件和正透镜元件。

最好在无穷远聚焦的状态时,整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ,第一透镜单元的焦距为 f_{G1} ,广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ,满足下面的条件表达式:

$$0.1 < f_w / f_{G1} < 0.3$$

(其中 $Z > 4.5$) (1)

最好在无穷远聚焦的状态时,整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ,第四透镜单元的焦距为 f_{G4} ,广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ,满足下面的条件表达式:

$$0.25 < f_w / f_{G4} < 0.35$$

(其中 $Z > 4.5$) (2)

最好在无穷远聚焦的状态时,广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z ,第 i 个透镜单元 (i 是整数) 的厚度为 d_i ,各个透镜单元的总厚度为 d_{si} ,满足下面的条件表达式:

$$3 < d_{si} / Z < 5$$

(其中 $Z > 4.5$) (3)

最好第四透镜单元中正光度的单透镜元件包括一个双凸透镜。

最好第三透镜单元中最靠近目标一侧的透镜元件包括一个正光度的透镜,该透镜的图像一侧的表面为平的或凹的。

最好粘合的透镜元件包括在第三透镜单元中。

最好第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移动,用以对于由可变焦距透镜的振动引起的图像移动进行补偿。

最好上述目的通过下面的照相机达到。最好能捕获目标的图像并将该图像输出为电图像信号的照相机包括一个成像装置,该成像装置包括形成目标的光学图像因此可变焦距的可变焦距透镜和将由可变焦距透镜形成的目标的光学图像转换成电信号的成像元件,以从目标一侧开始的顺序,该可变焦距透镜包括正光度的第一透镜单元,负光度的第二透镜单元,正光度的第三透镜单元和正光度的地四透镜单元,当从广角端向摄远端改变焦距时,第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以便跟踪凸光径,第三和第四透镜单元向目标一侧单调移动。

最好该照相机为能获得目标的静止图像的数码相机。

最好该照相机是一种能获得目标的活动图片的数字摄像机。

附图说明

图 1 是根据本发明的第一实施例的可变焦距透镜的结构示意图。

图 2 是说明根据本发明的第一实施例的可变焦距透镜的像差的示意图。

图 3 是根据本发明的第二实施例的可变焦距透镜的结构示意图。

图 4 是说明根据本发明的第二实施例的可变焦距透镜的像差的示意图。

图 5 是根据本发明的第三实施例的可变焦距透镜的结构示意图。

图 6 是说明根据本发明的第三实施例的可变焦距透镜的像差的示意图。

图 7 是说明根据本发明的第一实施例的可变焦距透镜在摄远端基本状态下和振动补偿状态下的像差的示意图。

图 8 是说明根据本发明的第二实施例的可变焦距透镜在摄远端基本状态下和振动补偿状态下的像差的示意图。

图 9 是说明根据本发明的第三实施例的可变焦距透镜在摄远端基本状态下和振动补偿状态下的像差的示意图。

图 10 是根据本发明的实施例的数码相机的结构示意图。

图 11 是根据本发明的实施例的数码相机在可变焦距透镜折叠时的结构示意

图。

具体实施方式

下文将参考附图和表格叙述本发明的各个实施例。

图 1 是根据本发明的第一实施例的可变焦距透镜的结构示意图。图 3 是根据本发明的第二实施例的可变焦距透镜的结构示意图。图 5 是根据本发明的第三实施例的可变焦距透镜的结构示意图。每个示意图都描绘了在无穷远聚焦状态下的可变焦距透镜。

在每个示意图中，(a) 说明了在广角端的透镜结构（最短焦距状态：焦距 f_w ），(b) 说明了在中间位置的透镜结构（中间焦距状态：焦距 $f_M = \sqrt{f_w * f_T}$ ），(c) 说明了在摄远端的透镜结构（最长焦距状态：焦距 f_T ）。

以从目标一侧开始的顺序，每一个根据本发明的实施例的可变焦距透镜都包括正光度的第一透镜单元 G1，负光度的第二透镜单元 G2，正光度的第三透镜单元 G3 和正光度的第四透镜单元 G4。在根据这些实施例的可变焦距透镜中，当从广角端向摄远端改变焦距时，使第一透镜单元 G1 和第二透镜单元 G2 向图像一侧进行 U 转跟踪，以便跟踪凸光径并放大其间的距离，而使第三透镜单元 G3 和第四透镜单元 G4 和光阑 A 一起向目标一侧单调移动。

注意，在每个示意图中，在图的最左侧显示的直线指出图像平面 S 的位置，平板 P 设置在其目标一侧，该平板相当于光学低通滤波器，成像元件的面板等。

在根据这些实施例的可变焦距透镜中，第一透镜单元 G1 包括一个单正透镜元件。在根据本发明的第一实施例的可变焦距透镜中，第一透镜单元 G1 包括一个具有正新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L1。还有，在根据本发明的第三实施例的可变焦距透镜中，第一透镜单元 G1 包括一个单粘合透镜元件，其中，以从目标一侧开始的顺序，具有负新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L1 和具有正新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L2 结合在一起。

在这些实施例的可变焦距透镜中，以从目标一侧开始的顺序，第二透镜单元 G2 包括具有负新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L2（第三实施例中为 L3）和具有双凹形的透镜元件 L3（第三实施例中为 L4），以及具有正新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L4（第三实施例中为 L5）。

在第一实施例的可变焦距透镜中，以从目标一侧开始的顺序，第三透镜单元

G3 包括具有正新月形和朝向目标一侧的凸表面的透镜元件 L5（第三实施例中为 L6）和粘合的透镜元件，其中具有双凸形的透镜元件 L6（第三实施例中为 L7）和具有双凹形的透镜元件 7（第三实施例中为 L8）结合在一起。

在这些实施例的可变焦距透镜中，第四透镜单元 G4 包括具有双凸形的单透镜元件 L8（第三实施例中为 L9）。

如上所述，在根据第一实施例和第二实施例的可变焦距透镜中，第一透镜单元 G1 由正光度的单透镜元件 L1 构成。通过采用这种设计，可以缩小整个透镜系统的尺寸，以便在摄远端不增加 F 数。

在根据第三实施例的可变焦距透镜中，第一透镜单元 G1 由单粘合透镜元件构成。通过采用这种设计，除了得到第一和第二实施例中缩小尺寸的效果外，还可以纠正摄远端的色差。

在根据这些实施例的可变焦距透镜中，第四透镜单元 G4 由具有双凸形和正光度的单透镜元件（L8 和 L9）构成。通过采用这种设计，可以减小折叠尺寸。

根据这些实施例的可变焦距透镜在第三透镜单元 G3 中包含粘合的透镜元件。在每个根据这些实施例的可变焦距透镜中构成第三透镜单元 G3 的三个透镜都高偏心灵敏度，在偏心时都发生高数量的像差。因此，在构成透镜单元时，第三透镜单元 G3 需要对准中心。在根据这些实施例的可变焦距透镜中，第三透镜单元 G3 的最靠近目标一侧的正光度透镜 L5 的图像侧表面具有凹形，因此，当进行对准中心时，对准中心的操作可以容易进行。另外，根据这些实施例的可变焦距透镜在第三透镜单元 G3 中包含一个粘合透镜元件，在粘合表面上的偏心灵敏度低，使构成透镜单元时的调整容易。

下文将叙述由根据这些实施例的可变焦距透镜满足的条件。注意，为根据这些实施例的可变焦距透镜限定了多个将要满足的条件，最好可变焦距透镜被设计成满足所有的条件。但是，可变焦距透镜可被设计成满足各个条件，从而达到相应于这些条件的效果。

在以从目标一侧开始的顺序包括正光度的第一透镜单元，负光度的第二透镜单元，正光度的第三透镜单元和正光度的第四透镜单元的可变焦距透镜中，当从广角端向摄远端改变焦距时，第一透镜单元和第二透镜单元向图像一侧移动以便跟踪凸光径，第三和第四透镜单元向目标一侧单调移动。当在无穷远聚焦状态下整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w ，第一透镜单元 G1 的焦距为 f_{G1} ，放大倍数变化比为 Z 时，满足下面的条件表达式：

$$0.1 < f_w / f_{G1} < 0.3$$

(其中 $Z > 4.5$) (1)

条件表达式 (1) 涉及第一透镜单元 G1 的焦距。当超过条件表达式 (1) 的上限时, 第一透镜单元 G1 的光度变强, 导致最靠近目标一侧的透镜的大直径。另一方面, 当未达到条件表达式 (1) 的下限时, 第一透镜单元 G1 的光度变弱, 使整个透镜直径变大, 难以达到缩小尺寸。

注意, 通过进一步限定上述表达式 (1) 中下面的范围, 上述效果可得到进一步加强。

$$0.1 < f_w / f_{G1} \dots\dots (1)'$$

$$f_w / f_{G1} < 0.2 \dots\dots (1)''$$

在包括设计 A 的可变焦距透镜中, 当在无穷远聚焦状态下整个透镜系统在广角端的焦距为 f_w , 第四透镜单元 G4 的焦距为 f_{G4} , 放大倍数变化比为 Z 时, 满足下面的条件表达式:

$$0.25 < f_w / f_{G4} < 0.35$$

(其中 $Z > 4.5$) (2)

条件表达式 (2) 涉及第四透镜单元 G4 的焦距。当超过条件表达式 (2) 的上限时, 第四透镜单元 G4 的光度变强, 造成补偿彗形像差和像散中的困难。另一方面, 当未达到条件表达式 (2) 的下限时, 第四透镜单元 G4 的光度变弱, 导致成像表面上的大入射角, 从而导致远心性能的下降。

注意, 通过进一步限定上述表达式 (2) 中下面的范围, 上述效果可得到进一步加强。

$$0.28 < f_w / f_{G4} \dots\dots (2)'$$

$$f_w / f_{G4} < 0.34 \dots\dots (2)''$$

在包括设计 A 的可变焦距透镜中, 当在无穷远聚焦状态下广角端和摄远端之间的放大倍数变化比为 Z , 第 i 个透镜单元 (i 为整数) 的厚度为 d_i , 各个透镜单元的总厚度为 d_{si} 时, 可满足下面的条件表达式,

$$3 < d_{si} / Z < 5$$

(其中 $Z > 4.5$) (3)

上述条件表达式 (3) 涉及每个透镜单元的厚度。当超过条件表达式 (3) 的上限时, 难以缩小整个透镜单元的尺寸, 因此全部光程长度尤其在折叠时不能缩短。另一方面, 当未达到条件表达式 (3) 的下限时, 改变焦距的所有水平

上的像差补偿变得困难。

注意，通过进一步限定上述表达式（3）中下面的范围，上述效果可得到进一步加强。

$$3.5 < d_{si} / Z \dots\dots (3)'$$

$$d_{si} / Z < 4.5 \dots\dots (3)''$$

另外，在根据这些实施例的可变焦距透镜中，通过在垂直于光轴的方向移动第三透镜单元，可以补偿由于按快门手抖或其他原因造成的可变焦距透镜振动而发生的图像质量下降。

当在包括上述设计 A 的可变焦距透镜，如在根据这些实施例的可变焦距透镜中，通过在垂直于光轴的方向移动第三透镜单元补偿振动时，当在无穷远聚焦状态下第 i 个透镜单元（i 为整数）中在摄远端透镜的放大倍数为 m_{GiT} 时，可满足下面的条件表达式，

$$1.1 < -(1 - m_{G2T}) m_{G3T} m_{G4T} < 2.0 \dots\dots (4)$$

条件表达式（4）涉及振动补偿。当超过条件表达式的上限时，将图像偏心预定数量必须的第三透镜单元中的偏心数量变得极端小，因此第三透镜单元的精确的平移变得困难。结果，不能使由于按快门时手抖或其他原因造成的振动引起的像素的移动变得足够小，因此在振动补偿时也难以获得满意的图像形成特征。另一方面，当未达到条件表达式的下限时，将图像偏心预定数量必须的第三透镜单元中的偏心数量变得极端大，导致由第三透镜单元的平移诱发的像差有可观的变化，因此在图像的四周部分造成图像形成特征的下降。

注意，在每个实施例中，在第三透镜单元 G3 中最靠近目标一侧的正光度透镜（即第一和第二透镜实施例中的透镜 L5，第三实施例中的透镜 L6）的图像一侧的表面最好是平的。如果该表面是平的，当其在构成透镜单元时需要进行对准中心的时候，有如凹表面的情况，对准中心的操作要容易进行。

注意，如在每个实施例中所用的每个透镜单元仅由但不限于通过折射偏移入射光线的折射型透镜（即偏移发生在具有不同折射率的媒体之间的界面的类型的透镜）构成。每个透镜单元可以由例如通过衍射偏移入射光线的衍射型透镜，通过折射作用和衍射作用的组合偏移入射光纤的折射/衍射混合型透镜和通过遍及媒体上的折射率分布偏移入射光纤的折射率分布型透镜构成。

另外，在每个实施例中，通过在光路上放置反射表面，光路可以在可变焦距透镜系统的前，后，或中间弯曲。该弯曲的位置可以根据需要设定，并且通过

适当弯曲光路，就可以达到减小照相机外观厚度的目的。

因此，每个实施例都显示出放置包括光学低通滤波器的平板的设计，该光学低通滤波器放置在可变焦距透镜系统的最后表面和成像元件 S 之间，可作为该低通滤波器应用的滤波器的类型包括例如由具有预定调整晶轴的晶体等制成的双折射低通滤波器，和通过衍射效应获得所要求的光学截止频率特征的相位型低通滤波器。

下文将基础由根据这些实施例的可变焦距透镜实施的多个数字实例。注意，在每个数字实例中，表中所有的长度单位都是毫米。还有，在表 1，4 和 7 中，r 表示曲率半径，d 表示表面时间的距离，nd 和 vd 分别表示折射率和 d 线上的 Abbe 数。另外，在表 1，4 和 7 中，带有星号“*”的表面为非球面，该非球面形由下列等式 (AS) 定义：

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(h/r)^2}} + Dh^4 + Eh^6 + Fh^8 + Gh^{10} \quad (\text{AS})$$

这里，Z 表示原始光轴时的表面，h 表示到光轴之间的距离，r 表示曲率半径，κ 表示锥体常数，D，E，F 和 G 分别表示第四，第六，第八和第十级非球面系数。

图 2 是根据本发明的实例 1 的可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下的垂直像差示意图，图 4 是根据本发明的实例 2 的可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下的垂直像差示意图，图 6 是根据本发明的实例 3 的可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下的垂直像差示意图。

在每个垂直像差示意图中，(a) 表示广角端的像差，(b) 表示中间位置的像差，(c) 表示摄远端的像差。以从左侧开始的顺序，每个像差示意图显示球面像差，像散像差和扭曲像差。在球面像差示意图中，垂直轴表示 F 数，实线是 d 线的特征线，短虚线是 F 线的特征线，长虚线是 C 线的特征线。在像散像差示意图中，垂直轴表示视野的一半，实线表示弧矢平面的特征线，虚线是子午平面的特征线。在扭曲像差示意图中，垂直轴表示视野的一半。

图 7 是用于比较的情况的侧向像差示意图，该情况中根据本发明的实例 1 的可变焦距透镜在无穷远聚焦的状态下的第三透镜单元以垂直于光轴的方向移动。图 8 是用于比较的情况的侧向像差示意图，该情况中根据本发明的实例 2 的可变焦距透镜在无穷远聚焦的状态下的第三透镜单元以垂直于光轴的方向移动。图 9 是用于比较的情况的侧向像差示意图，该情况中根据本发明的实例

3的可变焦距透镜在无穷远聚焦的状态下的第三透镜单元以垂直于光轴的方向移动。注意，每个侧向像差示意图都表示在光阑完全打开条件下摄远端的侧向像差。

“基础状态”被定义为第三透镜单元 G3 的平移量为“0”，“振动补偿状态”被定义为第三透镜单元 G3 被平移。在每个侧向像差示意图中，(a)，(b)和(c)分别表示基础状态中对于最大图像高度的 75%的图像点(+75%图像点)，光轴图像点和最大图像高度的-75%的图像点(-75%图像点)的侧向像差。另外，在每个侧向像差示意图中，(d)，(e)和(f)分别表示振动补偿状态中对于+75%图像点，光轴图像点和-75%图像点的侧向像差。在每个侧向像差示意图中，实线相应于 d 线的特征线，短虚线相应于 F 线的特征线，长虚线相应于 C 线的特征线。

(实例 1)

实例 1 相应于上述第一实施例。表 1 显示了实例 1 中的表示可变焦距透镜的透镜数据，表 2 显示了非球面数据，表 3 显示了表示焦距，F 数，视野，全部焦距以及无穷远聚焦状态下的各个表面之间的可变距离的数据。

表 1

透镜单元	透镜	表面	r	d	nd	vd																																																																														
G1	L1	1	31.937	3.000 可变化	1.729160	54.68																																																																														
		2	1056.095				G2	L2	3	52.752	1.000	1.806100	33.27	4	8.041	4.500	L3	5	-118.668 *	0.800	1.665564	54.76	6	12.368 *	0.658	L4	7	15.125	2.300	1.846664	23.78	8	277.268	可变化	光阑		9	∞	0.900			G3	L5	10	7.763	1.800	1.729160	54.68	11	313.927	1.642	L6	12	10.871 *	1.900	1.665564	54.76	13	-165.351	0.700	L7	14	6.158	可变化	1.846664	23.78				G4	L8	15	14.542 *	2.150	1.804313	40.87	16	-685.647	可变化	P		17	∞	2.100
G2	L2	3	52.752	1.000	1.806100	33.27																																																																														
		4	8.041	4.500																																																																																
	L3	5	-118.668 *	0.800	1.665564	54.76																																																																														
		6	12.368 *	0.658																																																																																
L4	7	15.125	2.300	1.846664	23.78																																																																															
	8	277.268	可变化																																																																																	
光阑		9	∞	0.900																																																																																
G3	L5	10	7.763	1.800	1.729160	54.68																																																																														
		11	313.927	1.642																																																																																
	L6	12	10.871 *	1.900	1.665564	54.76																																																																														
		13	-165.351	0.700																																																																																
L7	14	6.158	可变化	1.846664	23.78																																																																															
G4	L8	15	14.542 *	2.150	1.804313	40.87																																																																														
		16	-685.647	可变化																																																																																
P		17	∞	2.100	1.516798	64.20																																																																														
		18	∞																																																																																	

表 2

表面	κ	D	E	F	G
5	0.00000E+00	-5.38745E-04	1.76624E-05	-3.13459E-07	2.17359E-09
6	0.00000E+00	-6.33175E-04	2.01662E-05	-3.90436E-07	2.98778E-09
12	0.00000E+00	-4.91190E-04	-1.39572E-05	7.33839E-08	-1.05199E-08
15	0.00000E+00	-3.48885E-05	1.62275E-06	-6.48592E-08	8.94698E-10

表 3

表面之间的 距离	广角端	中间端	摄远端
f	5.80	13.00	29.01
F	2.83	3.46	4.48
2ω	65.4	30.4	14.0
L	59.817	56.857	67.252
d2	0.800	7.733	14.685
d8	25.375	9.832	1.500
d14	5.336	9.091	19.414
d16	3.750	5.650	7.097

从显示像差的图 2 可以发现,甚至在变焦距位置发生变化的情况下,上述表 1, 表 2 和表 3 所示的可变焦距透镜的各种像差都被很好地补偿。

在根据实例 1 的可变焦距透镜在振动补偿状态的模拟情况中,第三透镜单元 G3 在垂直于光轴的方向被平移 0.114mm。在该情况下,偏心的数量相当于可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下在摄远端倾斜 0.3° 的情况下的图像偏心数量。

从图 7 可清楚发现,在光轴图像点的侧向像差具有满意的对称性。另外,当将+75%图像点的侧向像差和-75%图像点的侧向像差相对于基本状态比较时发现,在任何一种情况下,曲率程度小,像差弯曲度在倾斜上基本相等,因此,偏心彗差和偏心像散像差小。这表明,即使在振动补偿状态也能获得充分的成像性能。

当可变焦距透镜的振动补偿角不可变时,因为整个透镜系统的焦距变得更短,振动补偿必须的平移数量减少。因此,在任何改变焦距的位置,如果振动补偿角为 0.3° , 不降级成像特征也能进行充分的振动补偿。

(实例 2)

实例 2 相应于上述第二实施例。表 4 显示了实例 2 中的表示可变焦距透镜的

透镜数据，表 5 显示了非球面数据。另外，表 6 显示了表示焦距，F 数，视野，全部焦距以及无穷远聚焦状态下的各个表面之间的可变距离的数据。

表 4

透镜单元	透镜	表面	r	d	nd	vd
G1	L1	1	34.278	3.000	1.729160	54.68
		2	754.291	可变化		
G2	L2	3	46.805	1.000	1.806100	33.27
		4	8.118	4.500		
	L3	5	-55.046 *	0.800	1.665564	54.76
		6	13.508 *	0.711		
	L4	7	15.356	2.300	1.846664	23.78
		8	402.328	可变化		
光阑		9	∞	0.900		
G3	L5	10	7.736	1.800	1.729160	54.68
		11	386.549	1.646		
	L6	12	11.044 *	1.900	1.665564	54.76
		13	-165.351	0.700		
	L7	14	6.144	可变化		
G4	L8	15	14.506 *	2.150	1.804313	40.87
		16	-685.647	可变化		
P		17	∞	2.100	1.516798	64.20
		18	∞			

表 5

表面	K	D	E	F	G
5	0.00000E+00	-3.18173E-04	9.58115E-06	-1.23182E-07	4.24893E-10
6	0.00000E+00	-3.88362E-04	1.16588E-05	-1.78053E-07	8.85330E-10
12	0.00000E+00	-5.12135E-04	-1.12598E-05	-4.40495E-07	2.26134E-08
15	0.00000E+00	-3.11346E-05	1.56086E-06	-5.83724E-08	7.40097E-10

表 6

表面之间的 距离	广角端	中间端	摄远端
f	5.80	13.41	31.01
F	2.85	3.53	4.72
2ω	65.4	29.5	13.1
L	59.739	58.359	71.886
d2	0.800	8.952	16.780
d8	25.106	9.465	1.400
d14	5.468	9.582	21.976
d16	3.754	5.753	7.115

从显示像差的图 4 可以发现，甚至在变焦距位置发生变化的情况下，上述表 4，表 5 和表 6 所示的可变焦距透镜的各种像差都被很好地补偿。

在根据实例 2 的可变焦距透镜在振动补偿状态的模拟情况中，第三透镜单元 G3 在垂直于光轴的方向被平移 0.119mm。在该情况下，偏心的数量相当于可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下在摄远端倾斜 0.3° 的情况下的图像偏心数量。

从图 8 可清楚发现，即使在偏心补偿状态，实例 2 的可变焦距透镜也能获得满意的成像性能。

(实例 3)

实例 3 相应于上述第三实施例。表 7 显示了实例 3 中的表示可变焦距透镜的透镜数据，表 8 显示了非球面数据。另外，表 9 显示了表示焦距，F 数，视野，全部焦距以及无穷远聚焦状态下的各个表面之间的可变距离的数据。

表 7

透镜单元	透镜	表面	r	d	nd	vd
G1	L1a	1	28.843	1.000	1.846664	23.78
		2	23.747	3.000	1.729160	54.68
	L1b	3	115.594	可变化		
G2	L2	4	24.986	1.000	1.806100	33.27
		5	7.950	4.500		
	L3	6	-54.920 *	0.800	1.665564	54.76
		7	11.465 *	0.792		
	L4	8	12.402	2.300	1.846664	23.78
		9	52.581	可变化		
光阑		10	∞	0.900		
G3	L5	11	7.833	1.800	1.729160	54.68
		12	921.345	1.619		
	L6	13	10.800 *	1.900	1.665564	54.76
		14	-165.351	0.700	1.846664	23.78
	L7	15	6.287	可变化		
G4	L8	16	15.403 *	2.150	1.804313	40.87
		17	-685.647	可变化		
P		18	∞	2.100	1.516798	64.20
		19	∞			

表 8

表面	κ	D	E	F	G
6	0.00000E+00	-2.18541E-04	8.06184E-06	-1.07897E-07	4.65031E-10
7	0.00000E+00	-2.46203E-04	8.93900E-06	-1.10179E-07	2.26746E-10
13	0.00000E+00	-4.88653E-04	-1.47325E-05	2.44287E-07	-2.36196E-08
16	0.00000E+00	-2.55388E-05	6.43758E-07	-2.45517E-08	3.43076E-10

表 9

表面之间的 距离	广角端	中间端	摄远端
f	5.80	14.02	33.82
F	2.82	3.37	4.40
2ω	65.3	28.5	12.0
L	60.932	60.263	70.990
d3	0.800	11.566	20.455
d9	26.017	10.078	1.400
d15	4.709	7.095	16.361
d17	3.738	5.861	7.118

从显示像差的图 6 可以发现,甚至在变焦距位置发生变化的情况下,上述表 7,表 8 和表 9 所示的根据第三实施例的可变焦距透镜的各种像差都被很好地补偿。

在根据实例 3 的可变焦距透镜在振动补偿状态的模拟情况中,第三透镜单元 G3 在垂直于光轴的方向被平移 0.131mm。在该情况下,偏心的数量相当于可变焦距透镜在无穷远聚焦状态下在摄远端倾斜 0.3° 的情况下的图像偏心数量。

从图 9 可清楚发现,即使在偏心补偿状态,实例 3 的可变焦距透镜也能获得满意的成像性能。

关于每个实例中的可变焦距透镜,上述条件表达式 (1) 到 (4) 的值在表 10 中显示。

表 10

条件表达式	实例		
	1	2	3
f_w/f_{G1}	0.13	0.12	0.11
f_w/f_{G4}	0.33	0.33	0.31
d_{s1}/Z	4.09	3.83	3.70
$-(1-m_{G2T})m_{G3T}m_{G4T}$	1.58	1.63	1.55

如上所述,根据这些实例的可变焦距透镜可以被设计成在广角端具有 65°

的视野，约五到六倍的放大倍数变化比，高分辨率以及小数量的透镜元件，因此当不用时能变得紧凑。

另外，振动补偿功能能容易地添加到根据这些实例的可变焦距透镜中。

(第七实施例)

图 10 是根据本发明的第七实施例的数码相机在图像摄取时的结构示意图。

图 11 是该数码相机在可变焦距透镜折叠时的结构示意图。

该数码相机包括一个成像装置，该成像装置包括可变焦距透镜 1 和 CCD 的固态成像元件 2，液晶监视器 3 和外壳 4 等。1 表示可变焦距透镜，2 表示固态成像元件，3 表示液晶监视器。对于可变焦距透镜 1，采用图 1 显示的可变焦距透镜，G1 为第一透镜单元，G2 为第二透镜单元，A 为光阑，G3 为第三透镜单元。可变焦距透镜 1 被置于外壳 4 的前面，CCD 的固态成像元件 2 被置于可变焦距透镜后面。液晶监视器 3 被置于外壳 4 的后面。目标通过可变焦距透镜 1 的光学图像形成在成像表面 S 上。

透镜筒包括主透镜筒 5，移动透镜筒 6 和圆柱过渡筒 7。当转动圆柱过渡筒 7 时，第一透镜单元 G1，第二透镜单元 G2 和第三透镜单元 G3 相对于固态成像元件 14 移向预定位置，就可以将焦距从广角端变化到摄远端。第三透镜单元框架 G3 可在光轴方向由聚焦调整电机移动。

当不用时，所有的第一透镜单元 G1，第二透镜单元 G2，第三透镜单元 G3 和第四透镜单元 G4 被放到固态成像元件 2 的旁边因此而进入折叠状态，从而在不用时可以极端缩短可变焦距透镜的整个光学长度。

这样，通过采用根据第一实施例的可变焦距透镜，就可以提供这样的数码相机，其放大倍数变化比约 3 倍，广角端时的视野约 65° ，高度分辨率，当不用时深度减小。

注意，对于图 10 和图 11 显示的电子数码相机，可以采用实例 2 到实例 4 的任何可变焦距透镜以代替实例 1 的可变焦距透镜。另外，图 10 和图 11 显示的电子数码相机可以被用于视频摄像机，在活动图片应用中使用。在这样的情况下，不但能摄取高分辨率的活动图片，也能摄取高分辨率的静物图像。

而且，由根据上述实施例的任何可变焦距透镜和诸如 CCD 的固态成像元件构成的成像装置可以应用到例如移动电话机，PDA（个人数字助理），监视系统的监视摄像机，网络摄像机和汽车照相机等

如上所述，根据这些实施例的可变焦距透镜可以被设计成具有约五到六倍的

放大倍数变化比，广角端约 60° 到 70° 的视野以及高度分辨率。另外，根据这些实施例的可变焦距透镜在不用时全部光学长度可以缩短，因为透镜元件数目较少。而且，补偿可变焦距透镜振动的功能可以容易地添加到根据这些实施例的可变焦距透镜上。

因此，通过采用根据这些实施例的任何可变焦距透镜可以提供诸如数码相机的光学装置，该光学装置具有高度分辨率，当不用时减小的深度尺寸以及补偿可变焦距透镜振动的功能。

工业应用

根据本发明的可变焦距透镜可应用到诸如数码相机，数字摄像机，移动电话装置，PDA（个人数字助理），监视系统的监视摄像机，网络摄像机和汽车照相机等的数字输入装置，并且适合于图形摄取光学系统，尤其适合于要求达到高图像质量的数码相机或数字摄像机。

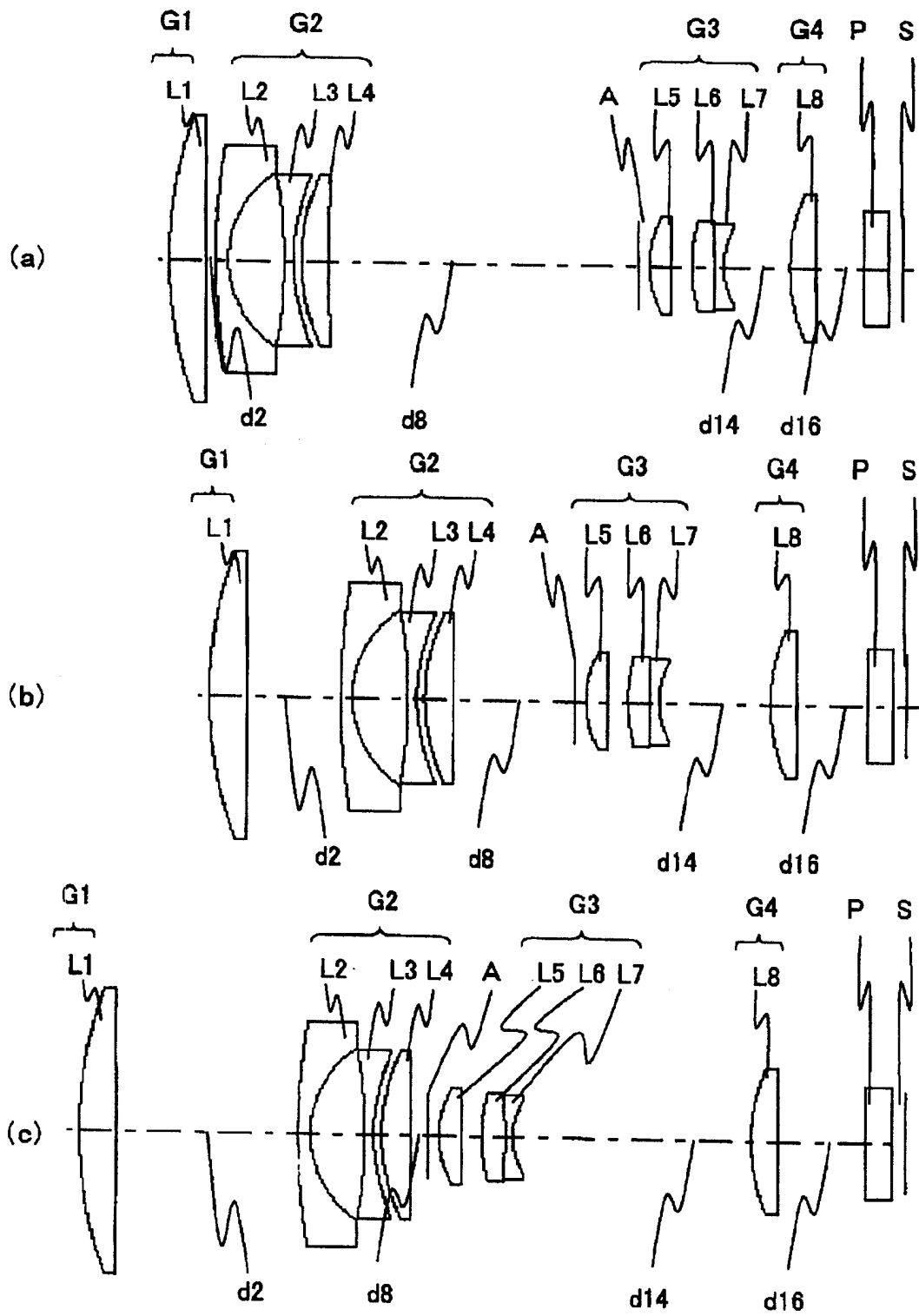


图 1

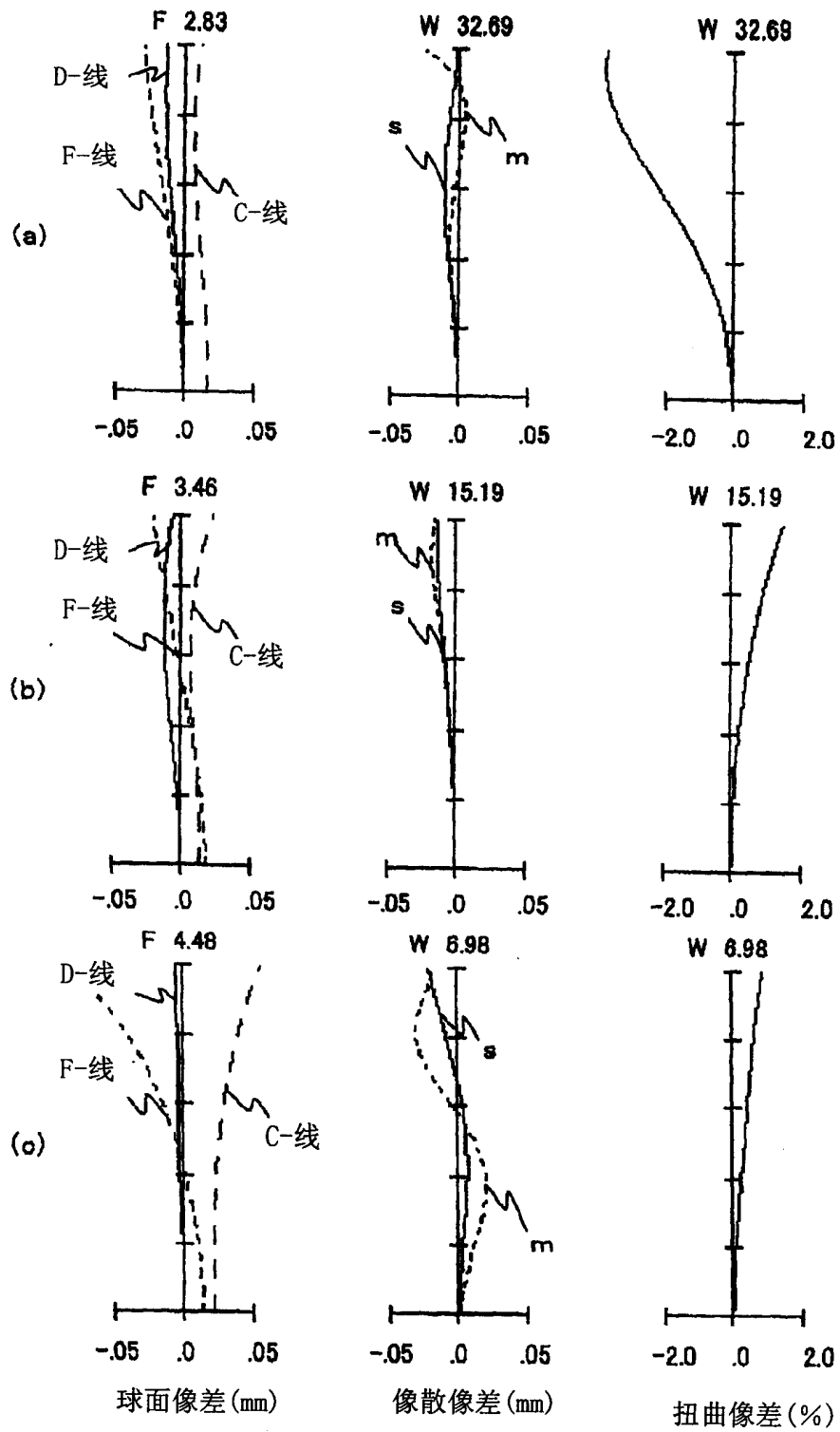


图 2

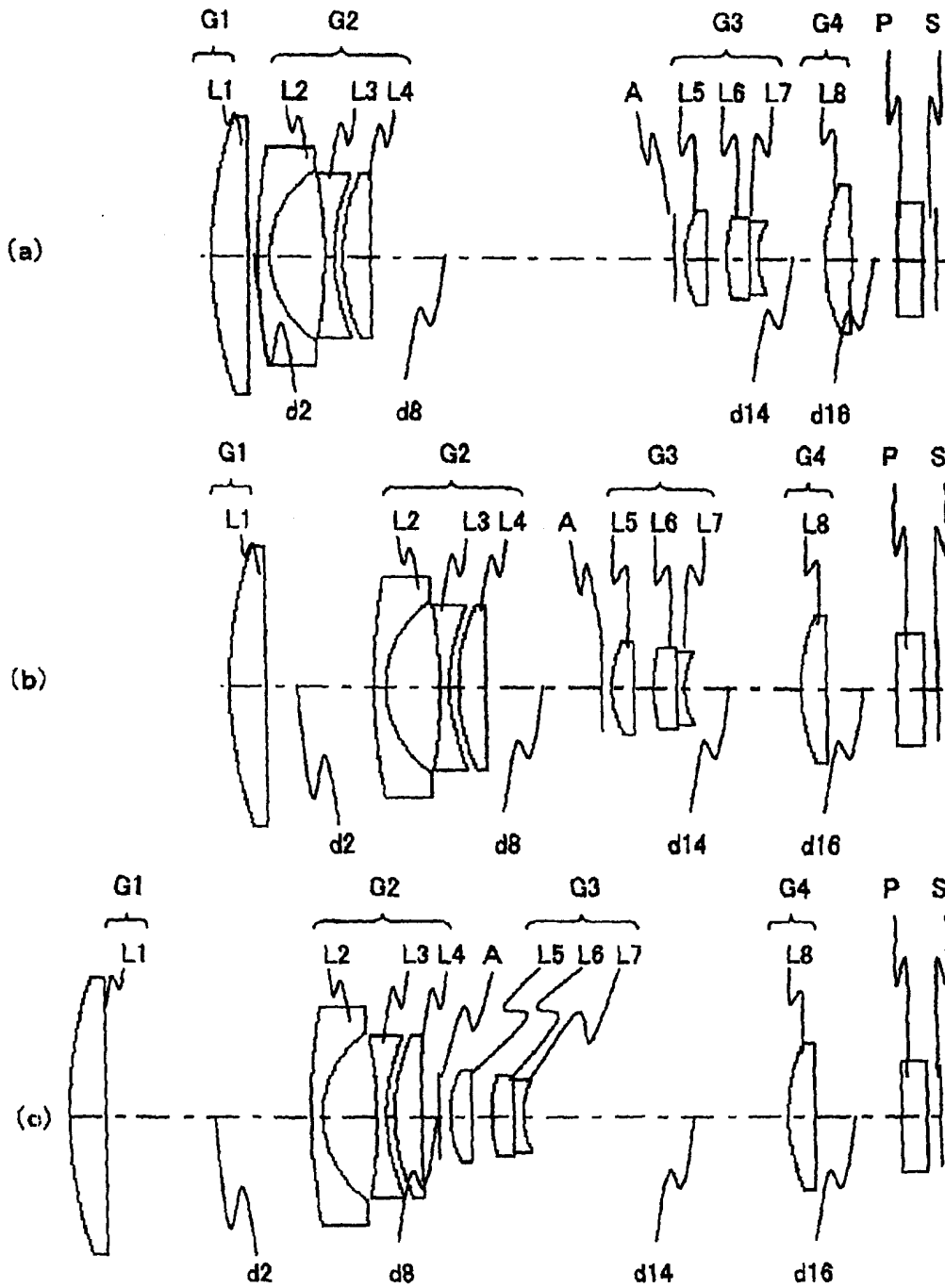


图 3

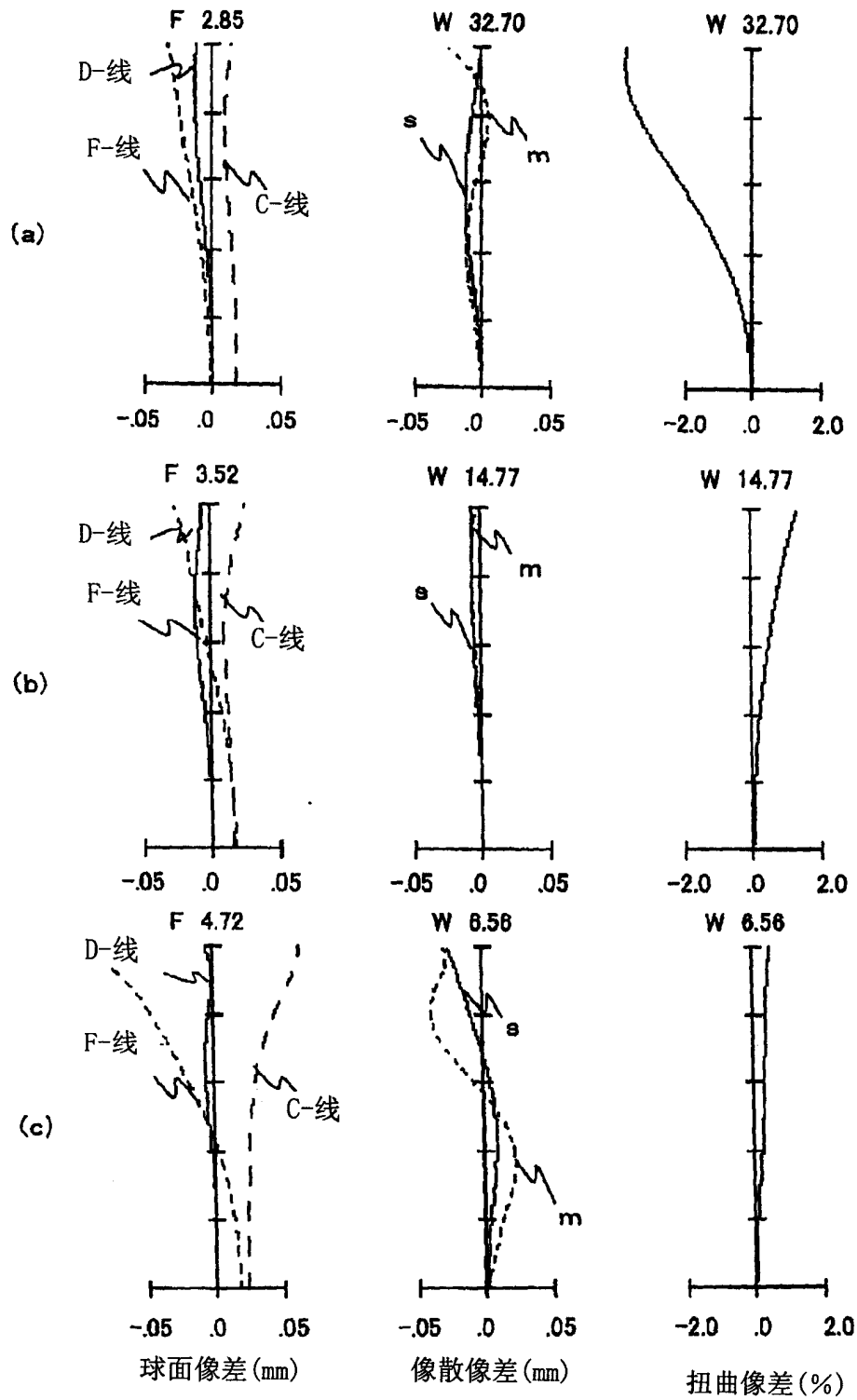


图 4

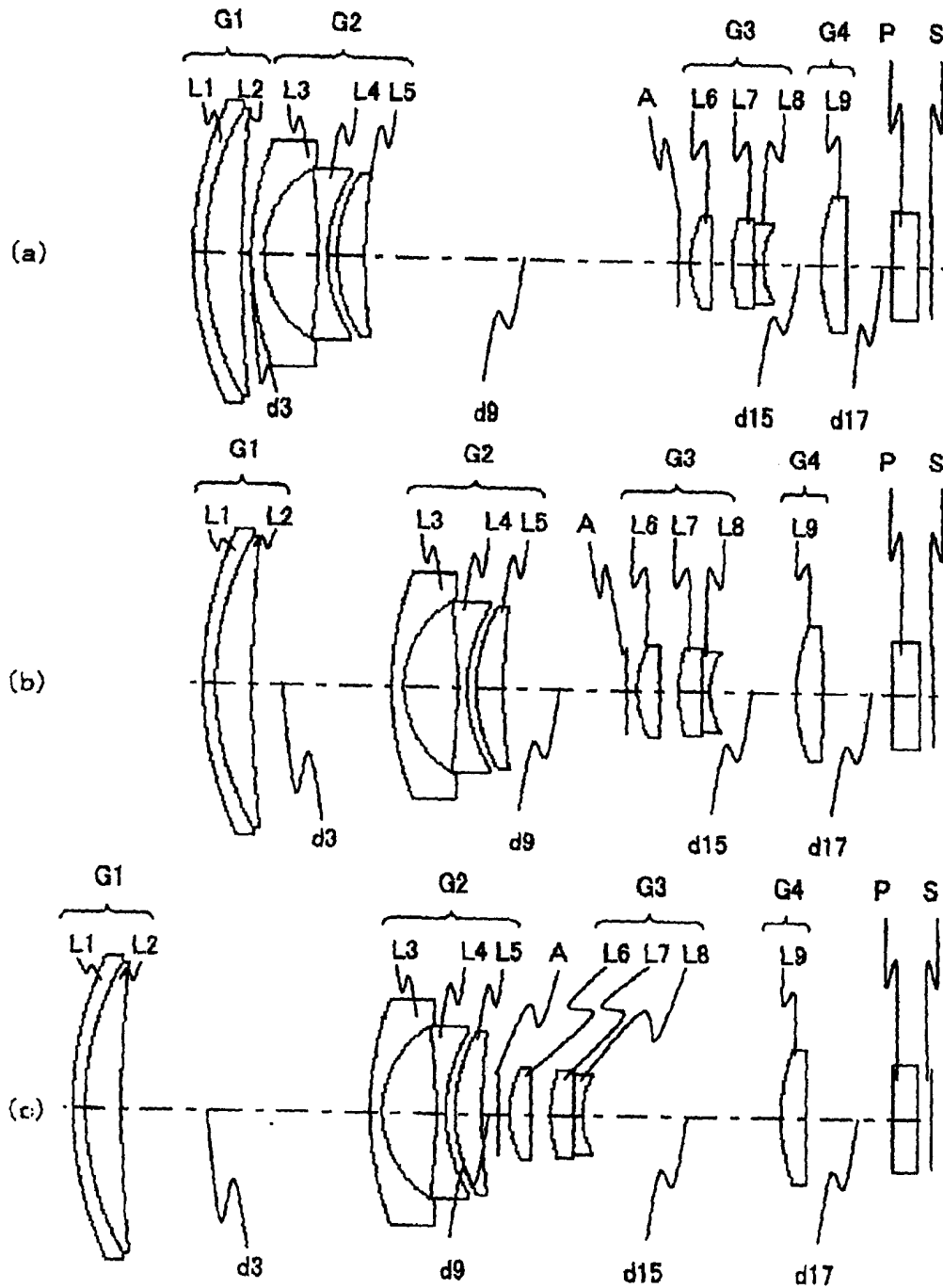


图 5

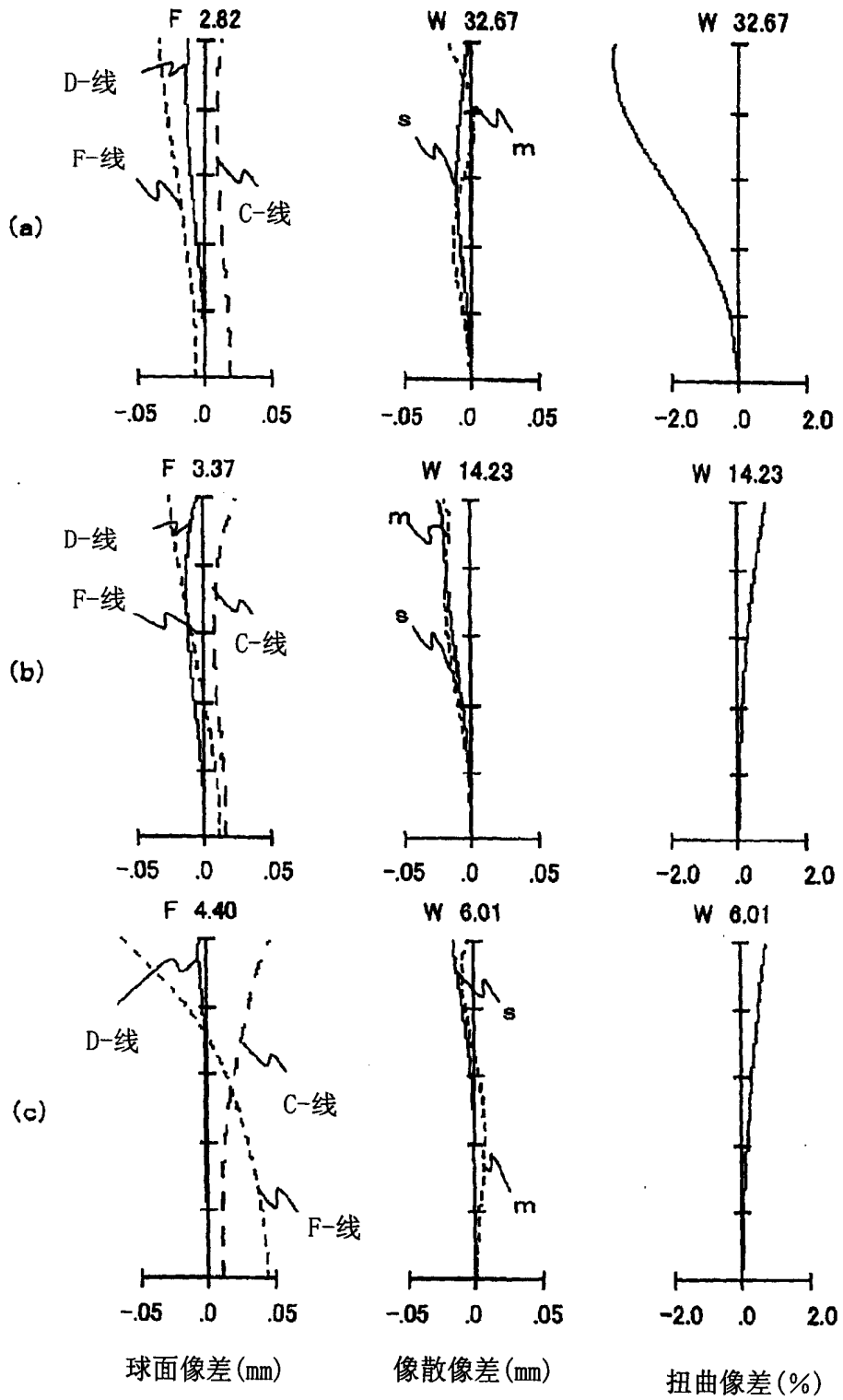


图 6

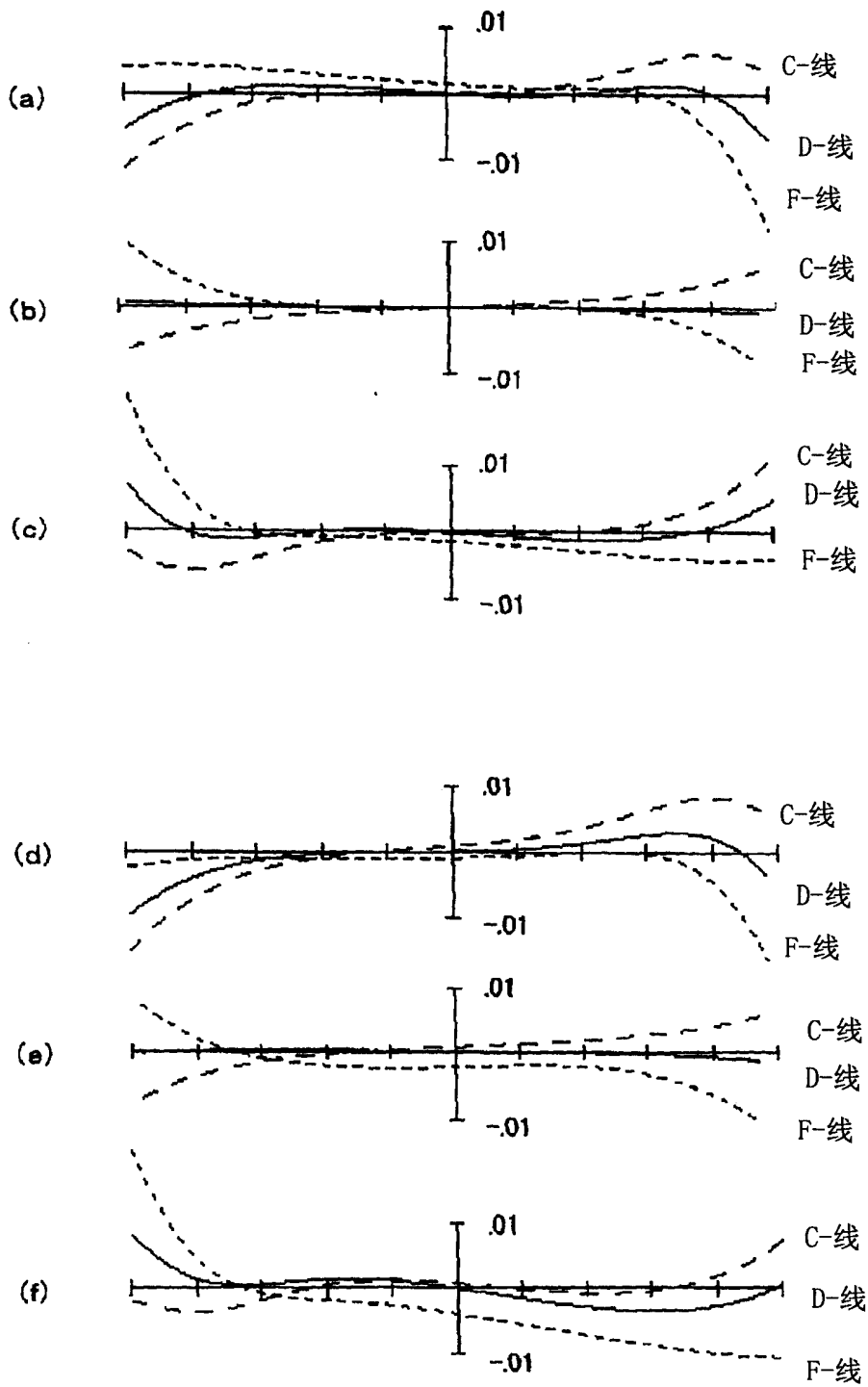


图 7

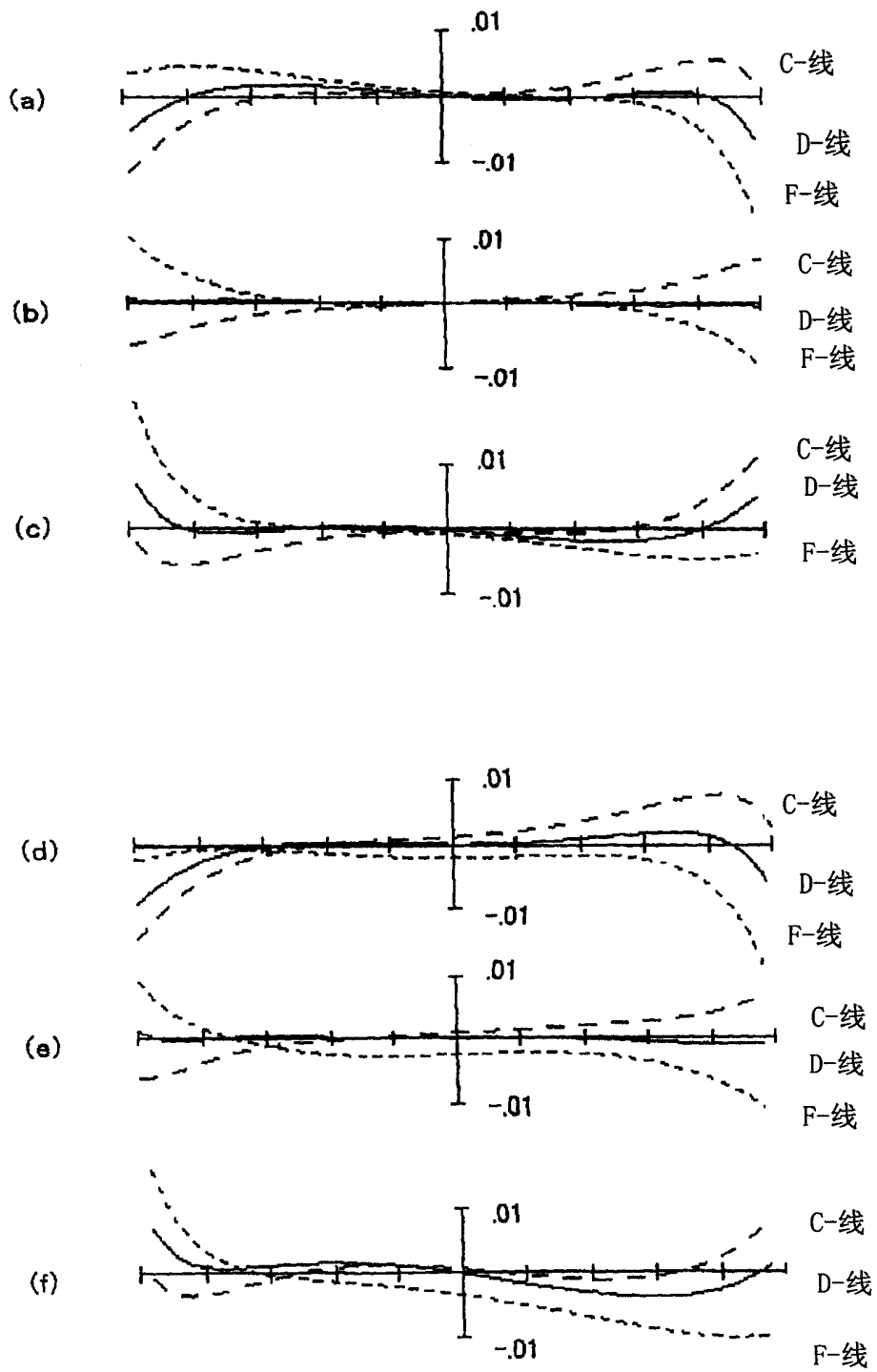


图 8

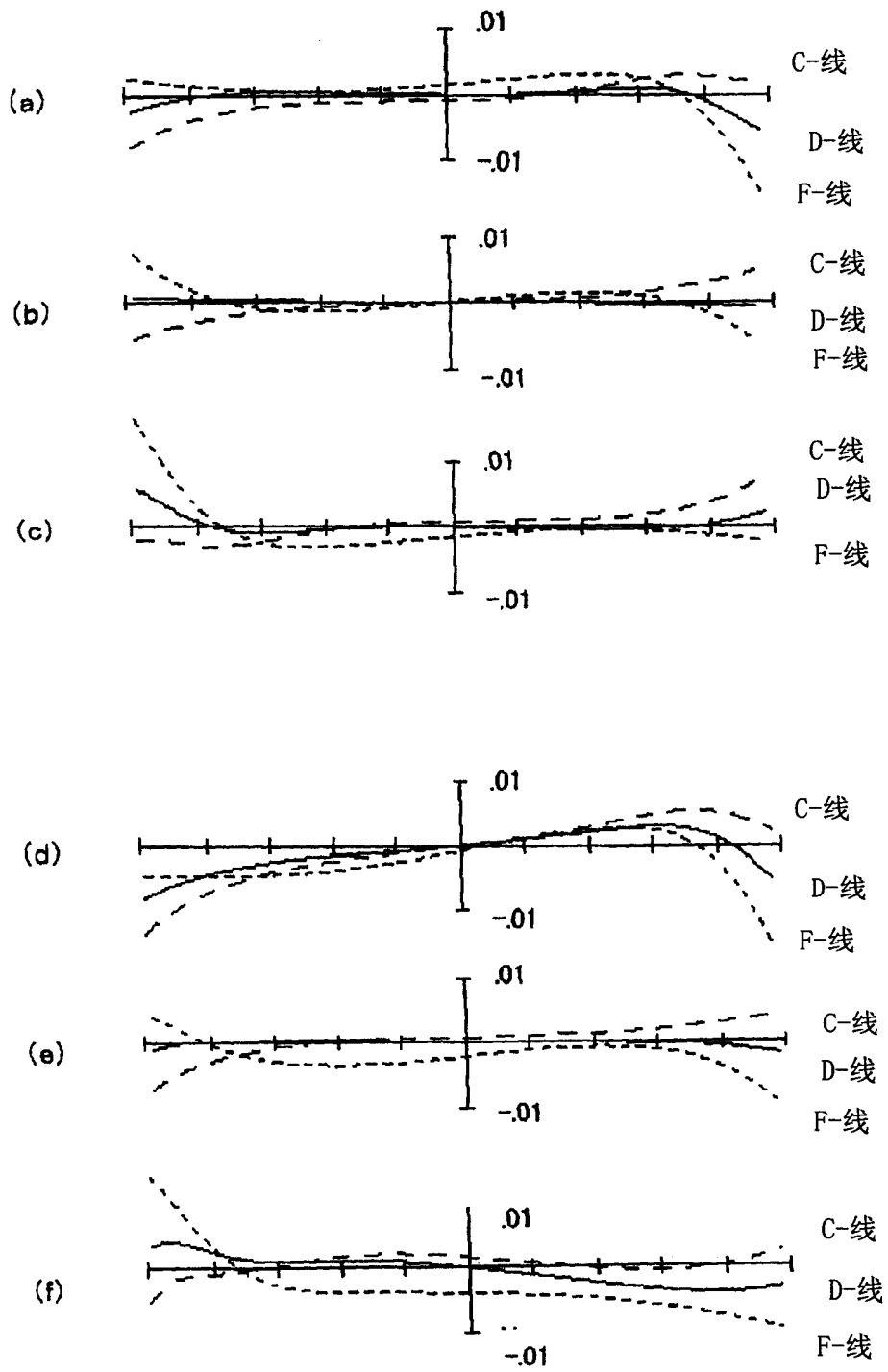


图 9

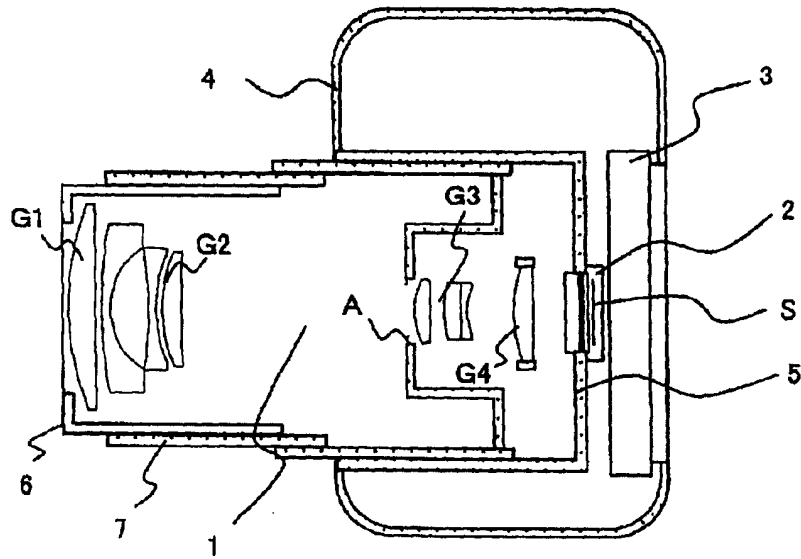


图 10

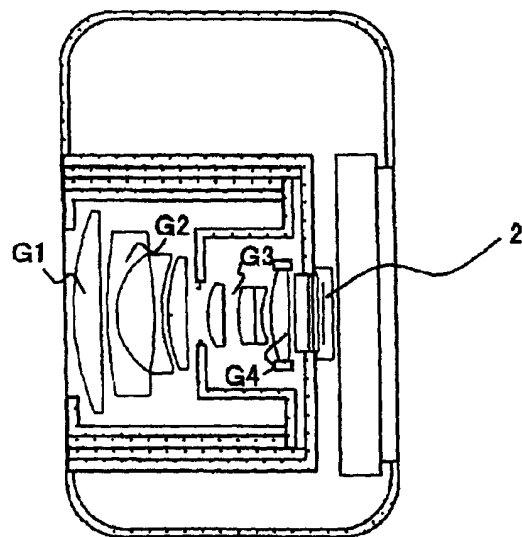


图 11