

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610073859.0

[51] Int. Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

G02B 15/177 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100568043C

[22] 申请日 2006.3.31

[21] 申请号 200610073859.0

[30] 优先权

[32] 2005.3.31 [33] JP [31] 2005-102762

[73] 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京

[72] 发明人 满木伸一

[56] 参考文献

CN1480757 2004.3.10

CN1495464A 2004.5.12

US2005/0036206A1 2005.2.17

CN1383018A 2002.12.4

US2002/0126397A1 2002.9.12

审查员 丁 沙

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限公司

代理人 车文 张文

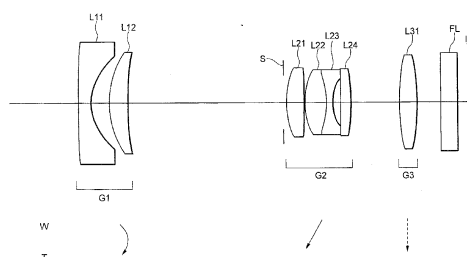
权利要求书 5 页 说明书 29 页 附图 16 页

[54] 发明名称

变焦透镜系统

[57] 摘要

提供了一种具有良好的光学性能的适于高像素电子成像装置的袖珍变焦透镜系统。该变焦透镜系统从物侧起包括：具有负折射光焦度的第一透镜组；具有正折射光焦度的第二透镜组；和具有正折射光焦度的第三透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组和第二透镜组移动，使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成。第二透镜组中至少一个正透镜元件和负透镜元件满足给定的条件表达式。



1. 一种变焦透镜系统，从物侧起沿光轴包括：

具有负折射光焦度的第一透镜组；

具有正折射光焦度的第二透镜组；和

具有正折射光焦度的第三透镜组，

当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组和第二透镜组移动，使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大，

第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成，和

第二透镜组中至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式：

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot vd2p$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot vd2n$$

此处， $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率， $vd2p$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在 d 线的阿贝数， $\theta_{gF2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料的局部色散率， $vd2n$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料在 d 线的阿贝数。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于第二透镜组中的至少一个透镜表面为非球面。

3. 如权利要求 2 所述的变焦透镜系统，其特征在于第一透镜组由两个透镜元件组成，从物侧起沿光轴依次是负透镜元件和正透镜元件，其中第一透镜组中的负透镜元件具有非球面，并且满足下列条件表达式：

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处， $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在 d 线的阿贝数， $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在 d 线的阿贝数。

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其特征在于第一透镜组由两个透镜元件组成, 从物侧起沿光轴依次是负透镜元件和正透镜元件, 其中第一透镜组中的负透镜元件具有非球面, 并且满足下列条件表达式:

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处,  $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数,  $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其特征在于在第二透镜组附近或第二透镜组中设置孔径光阑。

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统, 其特征在于

第二透镜组具有晃动减弱功能, 通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组来校正相机晃动造成的成像位置的变化, 满足下列条件表达式:

$$1.8 < (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} < 2.4$$

此处,  $\beta_{2T}$  表示远摄端态中第二透镜组的成像放大率,  $\beta_{3T}$  表示远摄端态中第三透镜组的成像放大率。

7. 如权利要求 6 所述的变焦透镜系统, 其特征在于第二透镜组中至少一个透镜表面为非球面。

8. 如权利要求 7 所述的变焦透镜系统, 其特征在于第一透镜组由两个透镜元件组成, 从物侧沿光轴依次为负透镜元件和正透镜元件, 第一透镜组中的负透镜元件具有非球面表面, 并且满足下列条件表达式:

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处,  $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数,  $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数。

9. 如权利要求 6 所述的变焦透镜系统, 其特征在于第一透镜组由两个透镜元件组成, 从物侧沿光轴依次为负透镜元件和正透镜元件, 第一透镜组中的负透镜元件具有非球面表面, 并且满足下列条件表达式:

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处,  $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的材料在  $d$  线的阿贝数,  $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的材料在  $d$  线的阿贝数。

10. 如权利要求 6 所述的变焦透镜系统, 其特征在于在第二透镜组附近或第二透镜组中设置孔径光阑。

11. 一种用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法, 其中变焦透镜系统从物侧起包括: 具有负折射光焦度的第一透镜组, 具有正折射光焦度的第二透镜组和具有正折射光焦度的第三透镜组, 本方法包括步骤:

通过移动第一透镜组和第二透镜组改变变焦透镜系统从广角端态到远摄端态的焦距, 使第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小, 且第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大;

由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件构成第二透镜组, 并且第二透镜组中的至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式:

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot vd2p$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot vd2n$$

此处,  $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率,  $vd2p$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在  $d$  线的阿贝数,  $\theta_{gF2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料的局部色散率,  $vd2n$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料在  $d$  线的阿贝数。

12. 如权利要求 11 所述的用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法, 还包括步骤:

在第二透镜组中包含至少一个非球面。

13. 如权利要求 11 所述的用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法，还包括步骤：

由两个透镜元件构成第一透镜组，它们从物侧起沿光轴依次是负透镜元件和正透镜元件，

在第一透镜组的负透镜元件中包含非球面，和  
满足下列条件表达式：

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处， $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数， $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数。

14. 如权利要求 11 所述的用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法，本方法还包括步骤：

通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组，用具有晃动减弱功能的第二透镜组校正由相机晃动造成的成像位置的变化，并且满足下列条件表达式：

$$1.8 < (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} < 2.4$$

此处， $\beta_{2T}$  表示远摄端态中第二透镜组的成像放大率， $\beta_{3T}$  表示远摄端态中第三透镜组的成像放大率。

15. 如权利要求 14 所述的用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法，还包括步骤：

在第二透镜组中包含至少一个非球面。

16. 如权利要求 14 所述的用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法，还包括步骤：

由两个透镜元件构成第一透镜组，它们从物侧起沿光轴依次是负透镜元件和正透镜元件，

在第一透镜组的负透镜元件中包含非球面，和

满足下列条件表达式:

$$0.55 < (vd1n - vd1p) / vd1p < 1.2$$

此处,  $vd1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数,  $vd1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在  $d$  线的阿贝数。

## 变焦透镜系统

下面在先申请的公开在此引为参考：

2005年3月31日提交的日本专利申请 JP2005-102762。

### 技术领域

本发明涉及一种变焦透镜系统，并尤其涉及一种适于利用电子成像装置的数字静态相机等的变焦透镜系统。

### 背景技术

近来，数字静态相机得到了广泛的应用，形成在电子成像装置上的物体的像以电信号的形式输出并以数字图像的形式被记录。在电子成像装置中，随着微型化和集成度程度的提高，提出了高像素的电子成像装置。因此，在摄影光学系统中，希望有适于高像素成像装置的较高的光学性能。与此同时，鉴于相机的便携性和方便性考虑，希望以袖珍的变焦透镜作为摄影光学系统。而且，为了校正相机的晃动，这种晃动可能是摄影时严重降低分辨率的一个致因，希望把具有晃动减弱功能的变焦透镜作为摄影光学系统。

在这种情况下，日本待定专利申请 JP2002-277740 中提出了一种适用于利用电子成像装置的数字静态相机等的变焦透镜系统。该变焦透镜系统从物侧起由下列元件组成：具有负折射光焦度的第一透镜组，具有正折射光焦度的第二透镜组，和具有正折射光焦度的第三透镜组。当从广角端态向远摄端态变焦时，第一透镜组和第二透镜组移动，使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，并且第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。

而且，作为一种具有校正相机拍摄时晃动的晃动减弱功能的变焦

透镜系统，日本专利申请 JP10-161024 中提出了一种变焦透镜系统，组成变焦透镜系统的部分透镜组在垂直于光轴的方向移动，校正相机晃动造成的成像位置的变化。

如上所述，随着近年来电子成像装置微型化程度的提高，摄影光学系统所需的光学性能也变高。例如，摄影光学系统中产生的色差在物体成像到成像装置上之后产生的数字图像中从几个像素到十多个像素变得颜色模糊，导致分辨率降低。

但是，在所谓的负牵头型变焦透镜系统中，负折射光焦度的透镜组设置为最物侧透镜组，当变焦透镜系统制作呈高变焦比并确保袖珍时，变焦时色差的产生变得很明显。特别是，当变焦透镜系统制作的很袖珍，系统收缩成容纳到相机体内时，因为每个透镜组的厚度都做得尽可能的薄，必须减少透镜元件的数量，以致于有效校正像差变得不可能。

日本待审专利申请 JP2002-277740 公开的变焦透镜系统中，远摄端态中的纵向色差和广角端态中的横向色差很大，以致于变焦透镜系统不能充分地符合成像装置的微型化。

另一方面，当成像装置被迫被微型化时，每个像素接收的光量变少，导致灵敏度降低。因此，为了弥补降低的灵敏度，必须延长拍摄时的曝光时间，以致于有产生相机晃动等的可能。

如上所述，在具有晃动减弱功能的变焦透镜系统中，组成变焦透镜系统的部分透镜组在垂直于光轴的方向移动作为晃动减弱透镜组来校正拍摄时的相机晃动。因此，当晃动减弱透镜组在垂直于光轴的方向上移动时，换言之，当晃动减弱透镜组偏心时，为了不产生偏心像差，必须校正晃动减弱透镜组的色差和球差。因此，在具有晃动减弱功能的变焦透镜系统中，透镜元件的数量增加，以致于变焦透镜系统

变大。

在日本待定专利申请 JP10-161024 公开的变焦透镜系统中，第二透镜组的前透镜组做成晃动减弱透镜组。但是，尽管变焦比很小，但在使晃动减弱透镜组偏心以校正相机晃动时光学系统性能的衰减增大。

### 发明内容

鉴于前述问题产生了本发明，并且本发明的目的在于提供一种具有良好光学性能的适于高像素电子成像装置的袖珍变焦透镜系统。

根据本发明的第一方面，提供了一种变焦透镜系统，从物侧起沿光轴依次包括：具有负折射光焦度的第一透镜组；具有正折射光焦度的第二透镜组；和具有正折射光焦度的第三透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组和第二透镜组移动，使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成。第二透镜组中至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式（1）和（2）：

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2p} \quad (1)$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2n} \quad (2)$$

此处， $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率， $\nu_{d2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在 d 线（波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）的阿贝数， $\theta_{gF2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料局部色散率， $\nu_{d2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料在 d 线（波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）的阿贝数。

在本发明的第一方面，第二透镜组中的至少一个透镜表面优选为非球面。

在本发明的第一方面，优选第一透镜组由两个透镜元件组成，从物侧起沿光轴依次是负透镜元件和正透镜元件，其中第一透镜组中的负透镜元件具有非球面，并且优选满足下列条件表达式（3）：

$$0.55 < (\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p < 1.2 \quad (3)$$

此处， $\nu d1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在 d 线（波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）的阿贝数， $\nu d1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在 d 线（波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ）的阿贝数。

在本发明的第一方面，优选在第二透镜组附近或第二透镜组中设置孔径光阑。

根据本发明的第二方面，提供了一种变焦透镜系统，从物侧起沿光轴依次包括：具有负折射光焦度的第一透镜组；具有正折射光焦度的第二透镜组，和具有正折射光焦度的第三透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组和第二透镜组移动，使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。第二透镜组具有晃动减弱功能，通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组来校正相机晃动造成的成像位置的变化。满足下列条件表达式（4）：

$$1.8 < (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} < 2.4 \quad (4)$$

此处， $\beta_{2T}$  表示远摄端态中第二透镜组的成像放大率， $\beta_{3T}$  表示远摄端态中第三透镜组的成像放大率。

在本发明的第二方面，优选第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成。优选第二透镜组中至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式（1）和（2）：

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p \quad (1)$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2n \quad (2)$$

此处， $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率， $\nu d2p$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在 d 线（波

长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的阿贝数,  $\theta_{\text{gF2n}}$ 表示第二透镜组中负透镜元件的材料局部色散率,  $\nu_{\text{d2n}}$ 表示第二透镜组中负透镜元件的材料在d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的阿贝数。

在本发明的第二方面, 优选第二透镜组中至少一个透镜表面为非球面。

在本发明的第二方面, 优选第一透镜组由两个透镜元件组成, 从物侧沿光轴依次为负透镜元件和正透镜元件。优选第一透镜组中的负透镜元件具有非球面表面, 并且优选满足下列条件表达式(3):

$$0.55 < (\nu_{\text{d1n}} - \nu_{\text{d1p}}) / \nu_{\text{d1p}} < 1.2 \quad (3)$$

此处,  $\nu_{\text{d1n}}$ 表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的阿贝数,  $\nu_{\text{d1p}}$ 表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的阿贝数。

根据本发明的第三方面, 提供了一种用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法, 其中变焦透镜系统从物侧起包括: 具有负折射光焦度的第一透镜组, 具有正折射光焦度的第二透镜组和具有正折射光焦度的第三透镜组, 本方法包括步骤: 通过移动第一透镜组和第二透镜组改变变焦透镜系统从广角端态到远摄端态的焦距, 使第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小, 且第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大; 由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件构成第二透镜组, 并且第二透镜组中的至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式(1)和(2):

$$\theta_{\text{gF2p}} > 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{\text{d2p}} \quad (1)$$

$$\theta_{\text{gF2n}} < 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{\text{d2n}} \quad (2)$$

此处,  $\theta_{\text{gF2p}}$ 表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率,  $\nu_{\text{d2p}}$ 表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的阿贝数,  $\theta_{\text{gF2n}}$ 表示第二透镜组中负透镜元件的材料局部色散率,  $\nu_{\text{d2n}}$ 表示第二透镜组中负透镜元件的材料在d线(波

长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数。

根据本发明的第四方面, 提供了一种用于形成物体的图像并改变变焦透镜系统的焦距的方法, 其中变焦透镜系统从物侧起包括: 具有负折射光焦度的第一透镜组, 具有正折射光焦度的第二透镜组和具有正折射光焦度的第三透镜组, 本方法包括步骤: 通过移动第一透镜组和第二透镜组改变变焦透镜系统从广角端态到远摄端态的焦距, 使第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小, 且第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大; 通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组, 用具有晃动减弱功能的第二透镜组校正由相机晃动造成的成像位置的变化, 并且满足下列条件表达式 (4):

$$1.8 < (1-\beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} < 2.4 \quad (4)$$

此处,  $\beta_{2T}$  表示远摄端态中第二透镜组的成像放大率,  $\beta_{3T}$  表示远摄端态中第三透镜组的成像放大率。

通过下面结合附图对本发明优选实施例的详细描述, 本发明的其它特点和优点将变得更加清晰。

#### 附图说明

图 1 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹;

图 2A 和 2B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.73$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 3A 和 3B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 4A 和 4B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 5 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹;

图 6A 和 6B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.72$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 7A 和 7B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 8A 和 8B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 9 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹;

图 10A 和 10B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=6.16$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 11A 和 11B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=12.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 12A 和 12B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=20.4$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 13 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹;

图 14A 和 14B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.73$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 15A 和 15B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差;

图 16A 和 16B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

### 具体实施方式

根据本发明的变焦透镜系统从物侧起沿光轴依次由具有负折射光焦度的第一透镜组、具有正折射光焦度的第二透镜组和具有正折射光焦度的第三透镜组组成。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时, 第一透镜组和第二透镜组移动, 使得第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小, 第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。

在根据本发明的变焦透镜系统中, 第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成。第二透镜组中的至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式 (1) 和 (2):

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2p} \quad (1)$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2n} \quad (2)$$

此处,  $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率,  $\nu_{d2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在 d 线 (波长  $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数,  $\theta_{gF2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料局部色散率,  $\nu_{d2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料在 d 线 (波长  $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数。

根据本发明的变焦透镜系统是一种负牵头型变焦透镜系统, 其中, 把具有负折射光焦度的透镜组设为最物侧透镜组。对于这种透镜结构, 因为在广角端态中光线离开光轴相对于最大视角的高度可以做的更小, 所以设为最物侧透镜的前透镜的直径也可以做得很小。当采用电子成像装置如 CCD 时, 虽然在摄影透镜和成像装置之间必须设置一个低通滤波器, 用于截止空间频率高于成像装置分辨率限度的光, 但因为根据本发明的变焦透镜系统是如上所述的负牵头型系统, 所以可以确保足够的后焦距。而且因为根据本发明的变焦透镜系统有一种具有

正折射光焦度的第三透镜组，所以出射光瞳的位置可以设置得远离成像装置。因此，可以防止所谓的遮光，即被 CCD 等遮住光线。

条件表达式 (1) 限定了第二透镜组中正透镜元件在 d 线 (波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数与其材料的局部色散率的关系的适当范围，并且表示材料的不规则色散。条件表达式 (2) 限定了第二透镜组中负透镜元件在 d 线 (波长  $\lambda = 587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数与其材料的局部色散率的关系的适当范围，并且表示了材料的不规则色散。

上述的局部色散率用  $(n_g - n_F) / (n_F - n_C)$  表示，此处  $n_g$  表示玻璃材料在 g 线 (波长  $\lambda = 435.8\text{nm}$ ) 的折射率， $n_F$  表示玻璃材料在 F 线 (波长  $\lambda = 486.1\text{nm}$ ) 的折射率， $n_C$  表示玻璃材料在 C 线 (波长  $\lambda = 656.1\text{nm}$ ) 的折射率。

在具有负-正-正光焦度分布的变焦透镜系统中，几乎单独地通过改变第二透镜组的成像放大率来执行从广角端态向远摄端态的变焦。因此，由于第二透镜组中产生的色差，在远摄端态中产生大量纵向色差。在此情况下，当第二透镜组中的正负透镜满足各条件表达式 (1) 和 (2) 时，甚至利用更少数量的透镜元件就可以使远摄端态中的色差以及色差的二级谱线很小。因此，获得高分辨率的颜色很少模糊的变焦透镜系统成为可能。

在根据本发明的变焦透镜系统中，优选第二透镜组中的至少一个透镜表面为非球面。

利用这种结构可以抑制球差的产生，并且即使第二透镜组中负透镜元件的数量只有一个，也可以充分地校正球差。

在根据本发明的变焦透镜系统中，优选第一透镜组由两个透镜元件组成，它们是沿光轴从物侧起的负透镜元件和正透镜元件，第一透

镜组中的负透镜元件具有非球面，并且满足下列条件表达式（3）：

$$0.55 < (\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p < 1.2 \quad (3)$$

此处， $\nu d1n$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在 d 线（波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ）的阿贝数， $\nu d1p$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在 d 线（波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ）阿贝数。

条件表达式（3）限定了第一透镜组中正透镜元件和负透镜元件之间在 d 线（波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ）的玻璃材料的阿贝数的关系范围。当 $(\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p$  的值等于或落在条件表达式（3）的下限以下时，要校正色差极为困难。另一方面，当 $(\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p$  的值等于或超过条件表达式（3）的上限值，色差会被过校正。否则，为了适当地校正色差，负透镜元件和正透镜元件之间的距离必需很大，以至于变焦透镜系统整个很庞大。

因此，通过满足条件表达式（3），根据本发明的变焦透镜系统可以在实现袖珍性的同时适当地校正色差。通过将非球面引入到第一透镜组的负透镜元件中，可以优选校正特别是广角端态中的畸变和像散。

为了确保本发明的效果，优选将条件表达式（3）的上限设为 1.0，为了确保本发明的效果，优选将条件表达式（3）的下限设为 0.6。

而且，根据本发明的变焦透镜系统从物侧起沿光轴由具有负折射光焦度的第一透镜组、具有正折射光焦度的第二透镜组以及具有正折射光焦度的第三透镜组组成。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组和第二透镜组移动，以至于第一透镜组和第二透镜组之间的距离减小，第二透镜组和第三透镜组之间的距离增大。

根据本发明的变焦透镜系统具有晃动减弱功能，通过在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组来校正由相机晃动造成的成像位置的变化。满足下列条件表达式（4）：

$$1.8 < (1-\beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} < 2.4 \quad (4)$$

此处， $\beta_{2T}$  表示远摄端态中第二透镜组的成像放大率， $\beta_{3T}$  表示远摄端态中第三透镜组的成像放大率。

在晃动减弱方法中，使部分或整个透镜组偏心，以校正相机晃动造成的成像位置的变化，这要求能够通过少量的偏心来执行校正，并且在偏心时光学性能的衰减非常小。在负-正-负型变焦透镜系统中，不能通过使第一透镜组或第三透镜组偏心来获得足够的校正效果。另一方面，当第二透镜组偏心时，即使偏心量很小，也可以获得足够的校正效果，并且偏心时光学性能的衰减很小。

条件表达式（4）限定了第二透镜组和第三透镜组的成像放大率之间的关系的适当范围，并且展示了第二透镜组的偏心灵敏度。当  $(1-\beta_{2T}) \cdot \beta_{3T}$  等于或落在条件表达式（4）的下限以下时，第二透镜组用于校正相机晃动的的偏心量变大。因此，产生过大的彗差，或是不能校正大的相机晃动。另一方面，当  $(1-\beta_{2T}) \cdot \beta_{3T}$  等于或超过条件表达式（4）的上限时，偏心的灵敏度变得过高，以至于控制误差的结果就是产生微小的图像模糊。

因此，当根据本发明的变焦透镜系统满足条件表达式（4）时，袖珍的晃动减弱机构依然可以完成对相机晃动的良好的校正效果。

为了确保本发明的效果，优选将条件表达式（4）的下限设为 1.9。为了使本发明的效果最大化，优选将条件表达式（4）的下限设为 2.0。

在根据本发明一个方面的变焦透镜系统中，优选第二透镜组由至少两个正透镜元件和一个负透镜元件组成。优选第二透镜组中的至少一个正透镜元件和负透镜元件满足下列条件表达式（1）和（2）：

$$\theta_{gF2p} > 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2p} \quad (1)$$

$$\theta_{gF2n} < 0.64 - 0.0016 \cdot \nu_{d2n} \quad (2)$$

此处,  $\theta_{gF2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件材料的局部色散率,  $\nu_{d2p}$  表示第二透镜组中至少一个正透镜元件的材料在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数,  $\theta_{gF2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料局部色散率,  $\nu_{d2n}$  表示第二透镜组中负透镜元件的材料在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数。顺便说一下, 上面已经给出了关于条件表达式 (1) 和 (2) 的解释, 因此在此省去赘述。

在根据本发明一个方面的变焦透镜系统中, 优选第二透镜组的至少一个表面是非球面。

通过这种结构, 可以抑制球差的产生, 并且即使第二透镜组中的负透镜元件数量只有一个, 也可以充分地校正球差。

在根据本发明一个方面的变焦透镜系统中, 优选第一透镜组由两个透镜元件组成, 它们是从物侧起沿光轴的负透镜元件和正透镜元件, 第一透镜组中的负透镜元件包括非球面, 并且满足下列条件表达式 (3):

$$0.55 < (\nu_{d1n} - \nu_{d1p}) / \nu_{d1p} < 1.2 \quad (3)$$

此处,  $\nu_{d1n}$  表示第一透镜组中负透镜元件的玻璃材料在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数,  $\nu_{d1p}$  表示第一透镜组中正透镜元件的玻璃材料在 d 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的阿贝数。顺便说一下, 以上已经给出了关于条件表达式 (3) 的解释, 在此省去赘述。

下面参考附图解释根据本发明每个实例的变焦透镜系统。

#### <实例 1>

图 1 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹。

实例 1 的变焦透镜系统从物侧起沿光轴由具有负折射光焦度的第

一透镜组、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2 和具有正折射光焦度的第三透镜组 G3 组成。

在根据实例 1 的变焦透镜系统中，当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组 G1 首先移向像侧，再移向物侧，这就是所谓的面向像侧的凸形变焦轨迹，第二透镜组 G2 向物侧移动，使得第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的距离减小，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的距离增大。

第一透镜组 G1 从物侧起由具有面向像侧的凹面的负弯月透镜 L11 和具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 L12 组成。负弯月透镜 L11 的像侧表面为非球面。

第二透镜组 G2 从物侧起由双凸正透镜 L21、双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而成的胶合透镜、以及双凸正透镜 L24 组成。双凸正透镜 L21 的两个表面为非球面。

第三透镜组 G3 由双凸正透镜 L31 组成。

在根据实例 1 的变焦透镜系统中，为了校正相机晃动造成的成像位置的变化，在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组 G2。

孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 物侧的附近，并在从广角端态向远摄端态变焦时与第二透镜组 G2 一体地移动。但是，在晃动减弱时，换言之，在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组 G2 时固定孔径光阑 S 的位置。

在第二透镜组 G3 和像平面 I 之间设置一个低通滤波器 FL，用于截止空间频率高于成像装置分辨率的光。

与实例 1 有关的各种数据列于表 1。

在[规格]一栏中，f 表示变焦透镜系统的焦距，FNO 表示 f 数， $\omega$  表示半视角（最大入射角，单位：度）。

在[透镜数据]一栏中，最左侧一列表示从物侧算起的透镜表面数，第二列“r”表示透镜表面的曲率半径，第三列“d”表示沿光轴到下一个透镜表面的距离，第四列“n”表示介质在 d 线（波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ）的折射率，第五列“ $\nu d$ ”表示介质在 d 线（波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ）的阿贝数。顺便说一下，“ $r=\infty$ ”表示平面表面。此处省去空气的折射率  $n=1.0000$ 。

在根据实例 1 的变焦透镜系统中，非球面由下列表达式表示：

$$x=cy^2/\{1+(1-\kappa c^2 \times y^2)^{1/2}\}+C4 \times y^4+C6 \times y^6+\dots$$

此处，y 表示距离光轴的垂直高度，x 表示从非球面顶点的切平面到高度 y 处的非球面之间沿光轴的距离，c 表示参考曲率（旁轴曲率），k 表示锥面系数， $C_n$  表示第 n 阶非球面系数。在[非球面数据]一栏中，“E-n”表示“ $10^{-n}$ ”。

在各种值的列表中，“mm”通常用于长度的单位，如焦距，曲率半径和到下一透镜表面的距离。但是，因为正比例地放大或缩小光学系统的尺寸可以获得类似的光学性能，所以单位不限于“mm”，可以使用任何其它合适的单位。

其它实例中的标号解释相同。

表 1

[规格]

|      | W    | M     | T     |
|------|------|-------|-------|
| f=   | 7.73 | 14.00 | 25.50 |
| FNO= | 2.83 | 3.79  | 5.56  |

|            |          |        |          |         |
|------------|----------|--------|----------|---------|
| $\omega =$ | 32.9     | 18.7   | 10.5     |         |
| [透镜数据]     |          |        |          |         |
|            | r        | d      | n        | $\nu d$ |
| 1          | 199.9089 | 1.5000 | 1.804700 | 40.95   |
| 2          | 6.4325   | 2.2000 |          |         |
| 3          | 11.3632  | 2.2000 | 1.846660 | 23.78   |
| 4          | 34.1057  | (D4)   |          |         |
| 5          | $\infty$ | 0.4000 | 孔径光阑 S   |         |
| 6          | 9.3771   | 2.2000 | 1.589129 | 61.25   |
| 7          | -66.5953 | 0.1000 |          |         |
| 8          | 8.0586   | 2.6000 | 1.696800 | 55.52   |
| 9          | -12.6511 | 0.8000 | 1.720467 | 34.71   |
| 10         | 4.9389   | 0.9500 |          |         |
| 11         | 129.8429 | 1.3000 | 1.487490 | 70.23   |
| 12         | -26.0946 | (D12)  |          |         |
| 13         | 31.6570  | 1.9500 | 1.516330 | 64.14   |
| 14         | -31.6570 | (D14)  |          |         |
| 15         | $\infty$ | 2.0000 | 1.544370 | 70.51   |
| 16         | $\infty$ |        |          |         |

[非球面数据]

表面数 2

$\kappa = 0.6633$

$C4 = -1.44620E-04$

$C6 = -1.64860E-06$

$C8 = -2.79270E-08$

$C10 = -6.79780E-10$

表面数 6

$\kappa = 0.4959$

$C4 = -1.02490E-05$

$C6 = -4.07290E-07$

$$C8 = 2.48080E-08$$

$$C10 = -1.46980E-09$$

表面数 7

$$\kappa = 37.1078$$

$$C4 = 6.13700E-05$$

$$C6 = 0.00000E+00$$

$$C8 = 0.00000E+00$$

$$C10 = 0.00000E+00$$

[可变距离]

|     | W       | M       | T       |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 7.7300  | 14.0000 | 25.5000 |
| D4  | 19.1488 | 8.1969  | 2.1165  |
| D12 | 6.0246  | 12.6944 | 24.9179 |
| D14 | 2.9565  | 2.9565  | 2.9565  |

[条件表达式的值]

$$L23: \nu d2n = 34.71, \theta_{gF2n} = 0.58344$$

$$L24: \nu d2p = 70.23, \theta_{gF2p} = 0.53028$$

$$(1) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p = 0.5276 \quad (L24)$$

$$(2) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2n = 0.5845 \quad (L23)$$

$$(3) (\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p = 0.72$$

$$(4) (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} = 2.28$$

图 2A 和 2B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.73$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 3A 和 3B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 4A 和 4B 是分别表示根据实例 1 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

在各条曲线中, FNO 表示 f 数, A 表示半视角 (单位: 度), 在表示球差的曲线中, 示出了关于最大孔径的 f 数。在表示像散和畸变的曲线中, 示出了像高 Y 的最大值。在各条曲线中, d 表示 d 线 ( $\lambda=587.6\text{nm}$ ) 的像差曲线, g 表示在 g 线 ( $\lambda=435.8\text{nm}$ ) 的像差曲线, “C” 表示在 C 线 ( $\lambda=656.28\text{nm}$ ) 的像差曲线, “F” 表示在 F 线 ( $\lambda=486.1\text{nm}$ ) 的像差曲线。在表示像散的各条曲线中, 实线表示矢向像平面, 虚线表示径向像平面。在表示彗差的曲线中, 示出了关于半视角的彗差。

上述关于各条像差曲线的解释与其它实例的相同。

从各条曲线显见, 作为对从广角端态到远摄端态的各种焦距态的各种像差良好校正的结果, 根据实例 1 的变焦透镜系统表现出良好的光学性能。

#### <实例 2>

图 5 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹。

根据实例 2 的变焦透镜系统从物侧起沿光轴由具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2 和具有正折射光焦度的第三透镜组 G3 组成。

在根据实例 2 的变焦透镜系统中, 当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时, 第一透镜组 G1 首先移向像侧, 再移向物侧, 这就是所谓的面向像侧的凸形变焦轨迹, 并且第二透镜组 G2 移向物侧, 以

至于第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的距离减小，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的距离增大。

第一透镜组 G1 从物侧起由具有面向像侧的凹面的负弯月透镜 L11 和具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 L12 组成。负弯月透镜 L11 的像侧表面为非球面。

第二透镜组 G2 从物侧起由双凸正透镜 L21、双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而成的胶合透镜、以及双凸正透镜 L24 组成。双凸正透镜 L22 的物侧表面为非球面。

第三透镜组 G3 由双凸正透镜 L31 组成。

在根据实例 2 的变焦透镜系统中，为了校正相机晃动造成的成像位置的变化，第二透镜组 G2 可以在基本上垂直于光轴的方向移动。

孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 的物侧附近，并在从广角端态向远摄端态变焦时与第二透镜组 G2 一体地移动。但是，在晃动减弱时，换言之，在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组 G2 时固定孔径光阑 S 的位置。

在第三透镜组 G3 和像平面 I 之间设置一个低通滤波器 FL，用于截止空间频率高于成像装置分辨率限度的光。

与实例 2 有关的各种数据列于表 2。

表 2  
[规格]

|    | W    | M     | T     |
|----|------|-------|-------|
| f= | 7.72 | 14.00 | 25.50 |

FNO= 2.89 3.84 5.62

$\omega$ = 32.9 18.8 10.5

[透镜数据]

|    | r         | d      | n        | $\nu_d$ |
|----|-----------|--------|----------|---------|
| 1  | 200.0000  | 1.3000 | 1.772500 | 49.61   |
| 2  | 6.0701    | 2.0000 |          |         |
| 3  | 10.3134   | 2.2000 | 1.795040 | 28.56   |
| 4  | 32.0656   | (D4)   |          |         |
| 5  | $\infty$  | 0.4000 | 孔径光阑 S   |         |
| 6  | 7.1381    | 2.2000 | 1.497820 | 82.52   |
| 7  | -72.5371  | 0.1000 |          |         |
| 8  | 10.8934   | 2.6000 | 1.693500 | 53.22   |
| 9  | -6.8548   | 0.8000 | 1.654115 | 39.68   |
| 10 | 5.3379    | 0.9500 |          |         |
| 11 | 1831.2738 | 1.3000 | 1.497820 | 82.52   |
| 12 | -25.0522  | (D12)  |          |         |
| 13 | 31.9868   | 1.9500 | 1.516330 | 64.14   |
| 14 | -31.9868  | (D14)  |          |         |
| 15 | $\infty$  | 2.0000 | 1.544370 | 70.51   |
| 16 | $\infty$  |        |          |         |

[非球面数据]

表面数 2

$\kappa$  = 0.7848

C4 = -2.23260E-04

C6 = -4.82220E-06

C8 = 4.49560E-08

C10 = -4.43530E-09

表面数 8

$\kappa$  = -0.7578

C4 = -1.81670E-04

$$C6 = -8.75290E-06$$

$$C8 = -3.20200E-08$$

$$C10 = -5.18520E-09$$

[可变距离]

|     | W       | M       | T       |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 7.7200  | 14.0000 | 25.5000 |
| D4  | 18.8461 | 7.9006  | 1.8325  |
| D12 | 6.1501  | 12.8069 | 24.9968 |
| D14 | 3.8000  | 3.8000  | 3.8000  |

[条件表达式的值]

$$L21: \nu d2p = 82.52, \theta_{gF2p} = 0.53904$$

$$L23: \nu d2n = 39.68, \theta_{gF2n} = 0.57371$$

$$L24: \nu d2p = 82.52, \theta_{gF2p} = 0.53904$$

$$(1) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p = 0.5080 (L21, L24)$$

$$(2) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2n = 0.5765 (L23)$$

$$(3) (\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p = 0.74$$

$$(4) (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} = 2.29$$

图 6A 和 6B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.72$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 7A 和 7B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 8A 和 8B 是分别表示根据实例 2 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

从各条曲线显见，作为对从广角端态到远摄端态的各种焦距态的各种像差良好校正的结果，根据实例 2 的变焦透镜系统表现出良好的光学性能。

### <实例 3>

图 9 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹。

根据实例 3 的变焦透镜系统从物侧起沿光轴由具有负折射光焦度的第一透镜组 G1、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2 和具有正折射光焦度的第三透镜组 G3 组成。

在根据实例 3 的变焦透镜系统中，当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组 G1 首先移向像侧，再移向物侧，这就是所谓的面向像侧的凸形变焦轨迹，并且第二透镜组 G2 移向物侧，以至于第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的距离减小，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的距离增大。

第一透镜组 G1 从物侧起由具有面向像侧的凹面的负弯月透镜 L11 和具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 L12 组成。负弯月透镜 L11 的像侧表面为非球面。

第二透镜组 G2 从物侧起由双凸正透镜 L21、双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而成的胶合透镜、以及光阑 FS 组成。双凸正透镜 L22 的物侧表面为非球面。

第三透镜组 G3 由双凸正透镜 L31 组成。

在根据实例 3 的变焦透镜系统中，为了校正相机晃动造成的成像位置的变化，第二透镜组 G2 可以在基本上垂直于光轴的方向移动。

孔径光阑 S 设置在第二透镜组的物侧附近，并在从广角端态向远摄端态变焦时与第二透镜组 G2 一体地移动。但是，在晃动减弱时，换言之，在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组 G2 时固定孔径光阑 S 的位置。

在第三透镜组 G3 和像平面 I 之间设置一个低通滤波器 FL，用于截止空间频率高于成像装置分辨率限度的光。

与实例 3 有关的各种数据列于表 3。

表 3

[规格]

|            | W    | M     | T     |
|------------|------|-------|-------|
| f=         | 6.16 | 12.00 | 20.40 |
| FNO=       | 2.85 | 4.02  | 5.72  |
| $\omega$ = | 32.9 | 17.6  | 10.6  |

[透镜数据]

|    | r        | d      | n        | $\nu$ d |
|----|----------|--------|----------|---------|
| 1  | 160.0000 | 1.2000 | 1.772500 | 49.61   |
| 2  | 5.2260   | 1.7000 |          |         |
| 3  | 8.9100   | 1.8000 | 1.795040 | 28.56   |
| 4  | 28.1428  | (D4)   |          |         |
| 5  | $\infty$ | 0.3200 | 孔径光阑 S   |         |
| 6  | 5.1578   | 2.0000 | 1.497820 | 82.52   |
| 7  | -26.4540 | 0.0800 |          |         |
| 8  | 8.8360   | 2.0000 | 1.693500 | 53.22   |
| 9  | -5.2338  | 0.7000 | 1.654115 | 39.68   |
| 10 | 3.8596   | 1.0000 |          |         |
| 11 | $\infty$ | (D11)  | 光阑 FS    |         |

|    |          |        |          |       |
|----|----------|--------|----------|-------|
| 12 | 12.1389  | 1.6000 | 1.487490 | 70.23 |
| 13 | -31.6570 | (D13)  |          |       |
| 14 | $\infty$ | 2.0000 | 1.544370 | 70.51 |
| 15 | $\infty$ |        |          |       |

[非球面数据]

表面数 2

$\kappa = 1.0034$   
C4 = -6.03760E-04  
C6 = 4.29290E-08  
C8 = -2.02910E-06  
C10= 9.39640E-08  
C12= -0.31075E-08

表面数 8

$\kappa = -1.6196$   
C4 = -5.96210E-04  
C6 = -4.32650E-05  
C8 = -2.05240E-06  
C10= 1.00080E-07  
C12= -0.21220E-08

表面数 12

$\kappa = -0.3572$   
C4 = 2.07340E-05  
C6 = 1.65420E-05  
C8 = -6.33070E-07  
C10= 9.69430E-09

[可变距离]

|     |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|
|     | W       | M       | T       |
| f   | 6.1600  | 12.0000 | 20.4000 |
| D4  | 16.0275 | 6.5366  | 2.4144  |
| D11 | 10.7066 | 16.8724 | 25.7410 |

D13            2.7992            2.7992            2.7992

[条件表达式的值]

L21:  $\nu d2p = 82.52$  ,  $\theta gF2p = 0.53904$

L23:  $\nu d2n = 39.68$  ,  $\theta gF2n = 0.57371$

(1)  $0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p = 0.5080$  (L21)

(2)  $0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2n = 0.5765$  (L23)

(3)  $(\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p = 0.74$

(4)  $(1 - \beta 2T) \cdot \beta 3T = 2.11$

图 10A 和 10B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=6.16$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 11A 和 11B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=12.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 12A 和 12B 是分别表示根据实例 3 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=20.4$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

从各条曲线显见, 作为对从广角端态到远摄端态的各种焦距态的各种像差良好校正的结果, 根据实例 3 的变焦透镜系统表现出良好的光学性能。

#### <实例 4>

图 13 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统的透镜结构截面图以及变焦时的变焦轨迹。

根据实例 4 的变焦透镜系统从物侧起沿光轴由具有负折射光焦度

的第一透镜组 G1、具有正折射光焦度的第二透镜组 G2 和具有正折射光焦度的第三透镜组 G3 组成。

在根据实例 4 的变焦透镜系统中，当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一透镜组 G1 首先移向像侧，再移向物侧，这就是所谓的面向像侧的凸形变焦轨迹，并且第二透镜组 G2 移向物侧，以至于第一透镜组 G1 和第二透镜组 G2 之间的距离减小，第二透镜组 G2 和第三透镜组 G3 之间的距离增大。

第一透镜组 G1 从物侧起由具有面向像侧的凹面的负弯月透镜 L11 和具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 L12 组成。负弯月透镜 L11 的像侧表面为非球面。

第二透镜组 G2 从物侧起由双凸正透镜 L21、双凸正透镜 L22 与双凹负透镜 L23 胶合而成的胶合透镜、以及双凸正透镜 L24 组成。双凸正透镜 L21 的两侧表面均为非球面。

第三透镜组 G3 由双凸正透镜 L31 组成。

在根据实例 4 的变焦透镜系统中，为了校正相机晃动造成的成像位置的变化，第二透镜组 G2 可以在基本上垂直于光轴的方向移动。

孔径光阑 S 设置在第二透镜组 G2 的物侧附近，并在从广角端态向远摄端态变焦时与第二透镜组 G2 一体地移动。但是，在晃动减弱时，换言之，在基本上垂直于光轴的方向上移动第二透镜组 G2 时固定孔径光阑 S 的位置。

在第三透镜组 G3 和像平面 I 之间设置一个低通滤波器 FL，用于截止空间频率高于成像装置分辨率限度的光。

与实例 4 有关的各种数据列于表 4。

表 4

[规格]

|            | W    | M     | T     |
|------------|------|-------|-------|
| f=         | 7.73 | 14.00 | 21.80 |
| FNO=       | 2.87 | 3.84  | 5.06  |
| $\omega$ = | 32.9 | 18.7  | 12.2  |

[透镜数据]

|    | r        | d      | n        | $\nu_d$ |
|----|----------|--------|----------|---------|
| 1  | 186.8129 | 1.5000 | 1.773770 | 47.18   |
| 2  | 6.5064   | 2.5000 |          |         |
| 3  | 11.6258  | 2.2000 | 1.805180 | 25.43   |
| 4  | 31.2859  | (D4)   |          |         |
| 5  | $\infty$ | 0.4000 | 孔径光阑 S   |         |
| 6  | 9.9886   | 2.2000 | 1.487490 | 70.23   |
| 7  | -31.8556 | 0.1000 |          |         |
| 8  | 7.1455   | 2.6000 | 1.696800 | 55.52   |
| 9  | -23.7572 | 0.9000 | 1.720467 | 34.71   |
| 10 | 4.7240   | 1.0000 |          |         |
| 11 | 51.7854  | 1.3000 | 1.497820 | 82.52   |
| 12 | -42.6455 | (D12)  |          |         |
| 13 | 33.0418  | 1.9500 | 1.516330 | 64.14   |
| 14 | -33.0418 | (D14)  |          |         |
| 15 | $\infty$ | 2.0000 | 1.544370 | 70.51   |
| 16 | $\infty$ |        |          |         |

[非球面数据]

表面数 2

$$\kappa = 0.7024$$

$$C4 = -1.51030E-04$$

$$C6 = -1.75080E-06$$

$$C8 = -2.82640E-08$$

$$C10 = -7.79080E-10$$

表面数 6

$$\kappa = 1.0000$$

$$C4 = -1.18780E-04$$

$$C6 = -2.47640E-06$$

$$C8 = -8.62880E-08$$

$$C10 = -1.40700E-09$$

表面数 7

$$\kappa = 35.0000$$

$$C4 = 1.48430E-04$$

$$C6 = 0.00000E+00$$

$$C8 = 0.00000E+00$$

$$C10 = 0.00000E+00$$

[可变距离]

|     | W       | M       | T       |
|-----|---------|---------|---------|
| f   | 7.7300  | 14.0000 | 21.8000 |
| D4  | 19.1499 | 8.1962  | 3.3644  |
| D12 | 6.0242  | 12.6936 | 20.9905 |
| D14 | 3.8000  | 3.8000  | 3.8000  |

[条件表达式的值]

$$L21: \nu d2p = 70.23, \theta_{gF2p} = 0.53028$$

$$L23: \nu d2n = 34.71, \theta_{gF2n} = 0.58344$$

$$L24: \nu d2p = 82.52, \theta_{gF2p} = 0.53904$$

$$(1) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p = 0.5276 \quad (L21)$$

$$0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2p = 0.5080 \quad (L24)$$

$$(2) 0.64 - 0.0016 \cdot \nu d2n = 0.5845 \quad (L23)$$

$$(3) (\nu d1n - \nu d1p) / \nu d1p = 0.86$$

$$(4) (1 - \beta_{2T}) \cdot \beta_{3T} = 2.09$$

图 14A 和 14B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在广角端态 ( $f=7.73$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 15A 和 15B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在中等焦距态 ( $f=14.0$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

图 16A 和 16B 是分别表示根据实例 4 的变焦透镜系统在远摄端态 ( $f=25.5$ ) 下聚焦于无限远时的各种像差的曲线, 以及执行晃动减弱时的彗差。

从各条曲线显见, 作为对从广角端态到远摄端态的各种焦距态的各种像差良好校正的结果, 根据实例 4 的变焦透镜系统表现出良好的光学性能。

如上所述, 本发明使得能够提供一种具有适于高像素电子成像装置的光学性能良好的袖珍变焦透镜系统, 并尤其提供了一种具有晃动减弱功能的甚至在执行晃动减弱操作时也能够实现良好光学性能的变焦透镜系统。

顺便说一下, 虽然以上以三透镜组结构的变焦透镜系统为例对本发明的各个实例进行了展示, 但无需赘述, 对这种三透镜组的结构简单增加透镜组的变焦透镜系统也包含在本发明的实质和范围之内。而且在每种透镜组结构中, 向实例中展示的透镜组简单加入透镜元件的透镜组也在本发明的实质和范围之内。

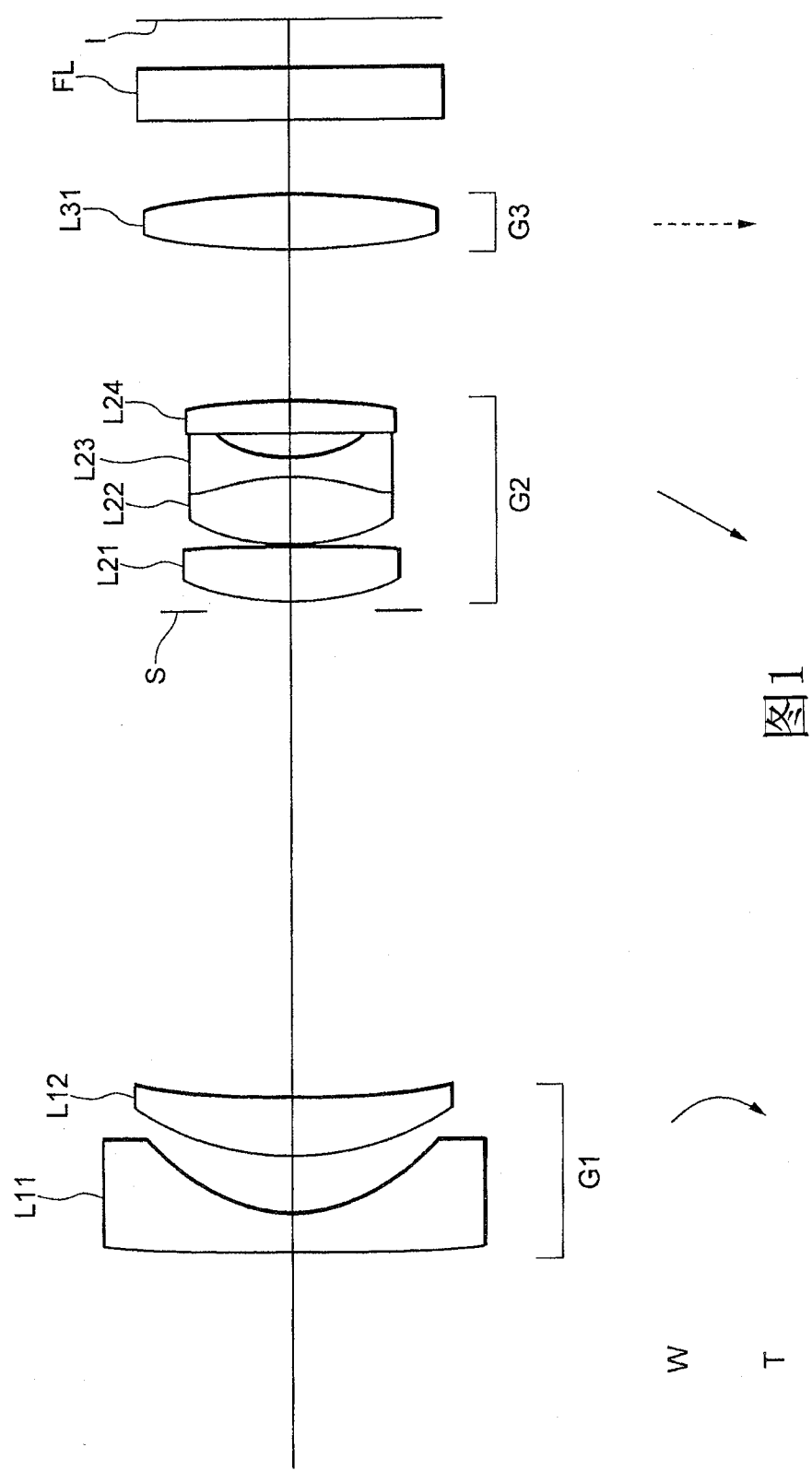
从无限远向近物的聚焦可以通过沿光轴移动部分透镜组、一个透镜组或多个透镜组来执行。聚焦透镜组可以用于自动聚焦, 并且适于

由电机如超声电机来驱动。特别优选第一透镜组或第三透镜组为聚焦透镜组。

任何一个透镜表面都可以形成为非球面。非球面可以通过精细研磨工艺、用模具把玻璃材料形成为非球面形状的玻璃模制工艺或把树脂材料形成为玻璃表面上的非球面形状的复合型工艺制作。

在每个透镜表面中，可以应用在很宽的波长范围内具有高透射率的抗反射涂层来减少杂散光或鬼图像，以便可以获得高对比度的良好的光学性能。

对于本领域的技术人员来说很容易进行其他的改型。因此，本发明的范围不限于具体的细节以及在此给出的代表性装置。因此，在不脱离本发明由权利要求及其等同物限定的实质和范围的前提下可以对本发明做各种改型。



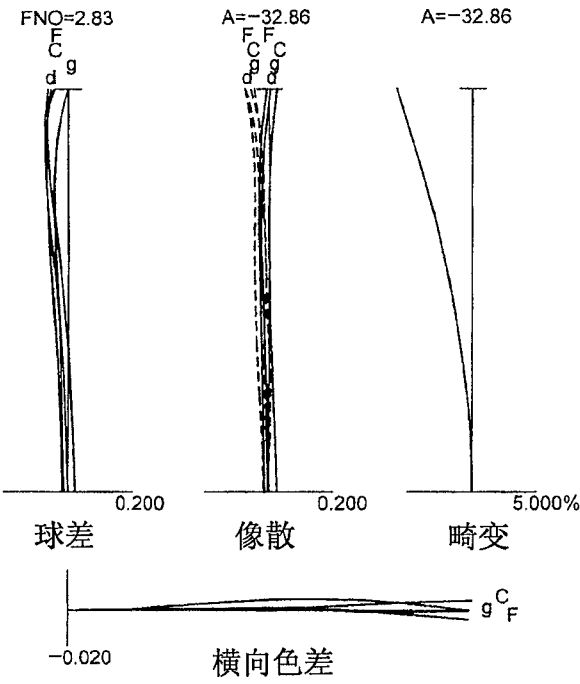


图2A

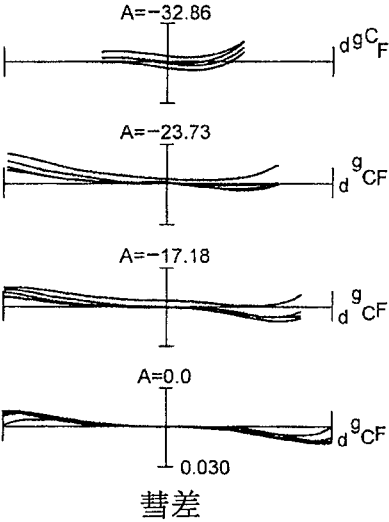


图2B

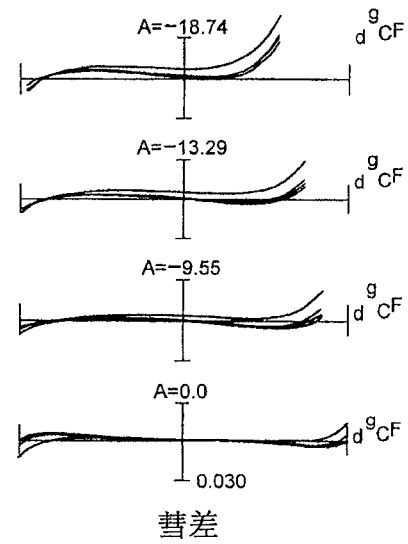
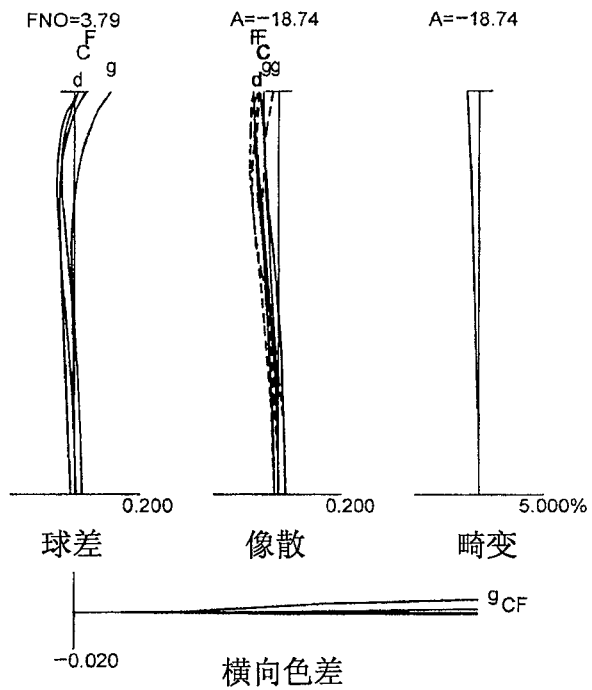


图3A

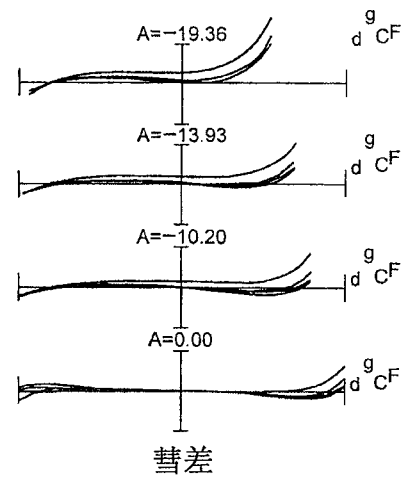


图3B

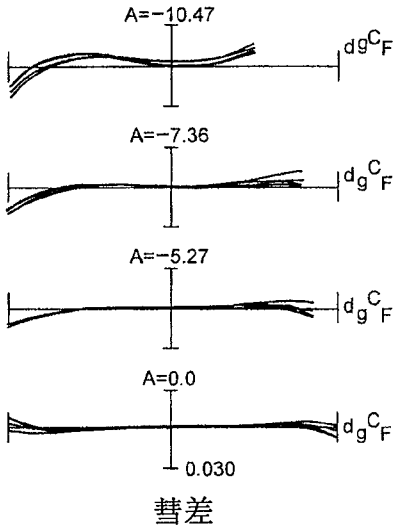
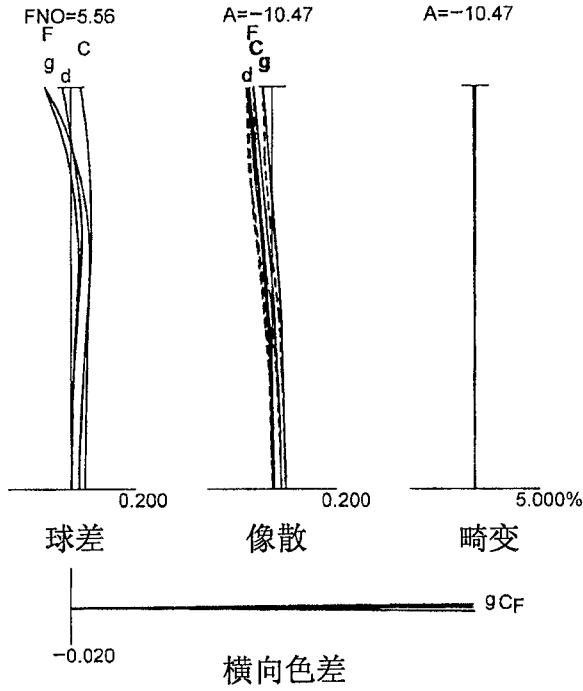


图4A

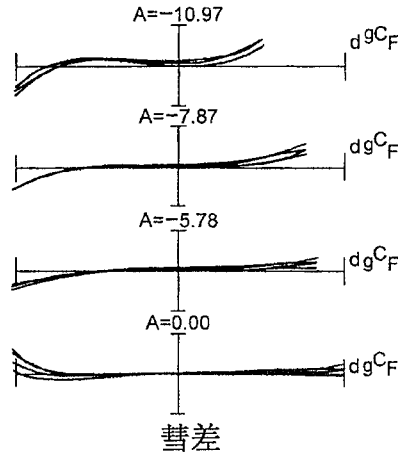
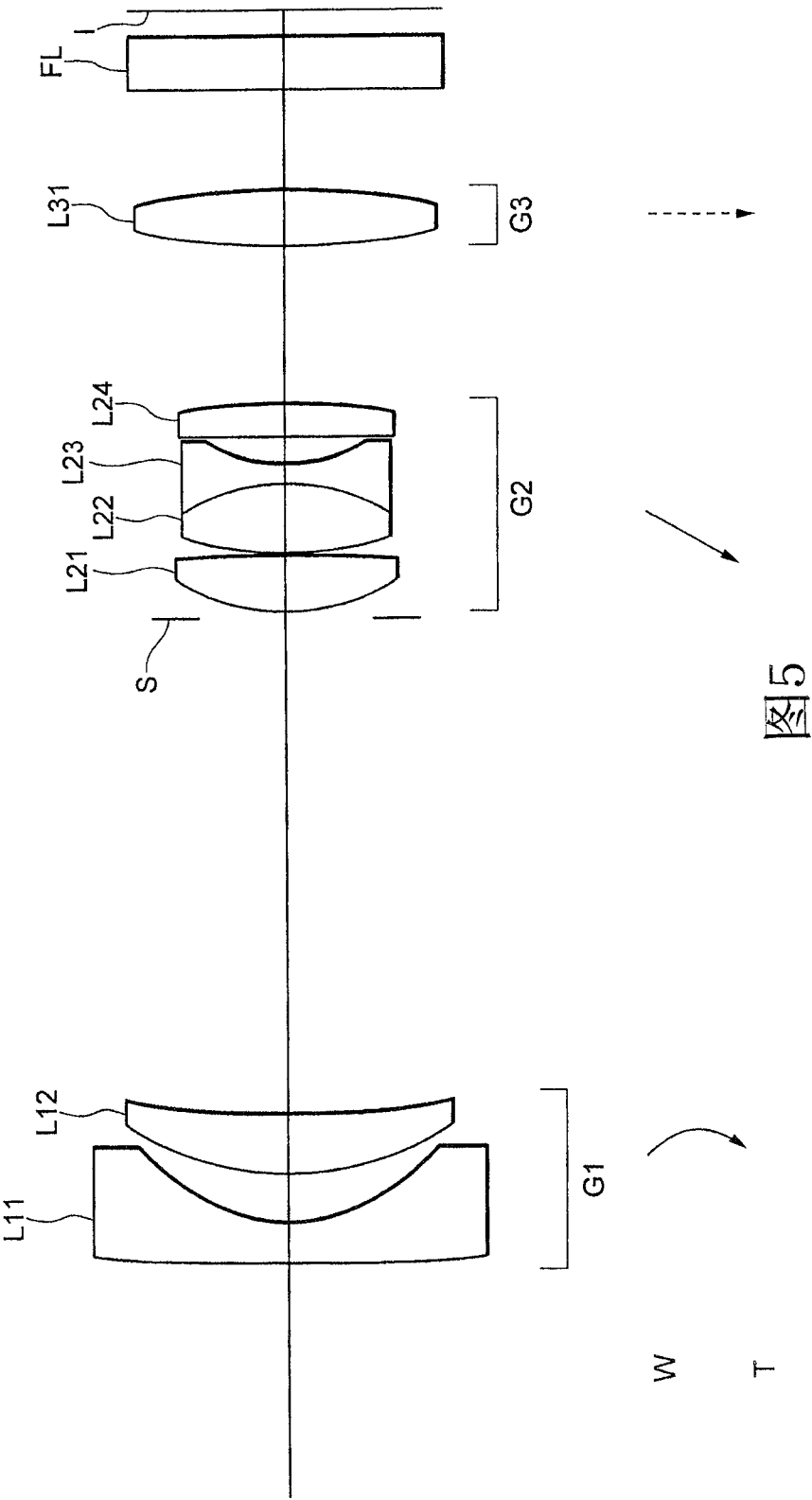


图4B



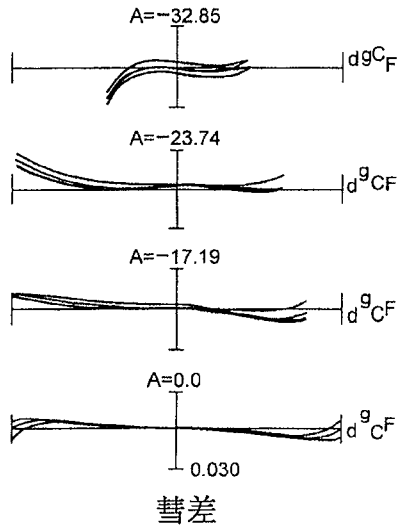
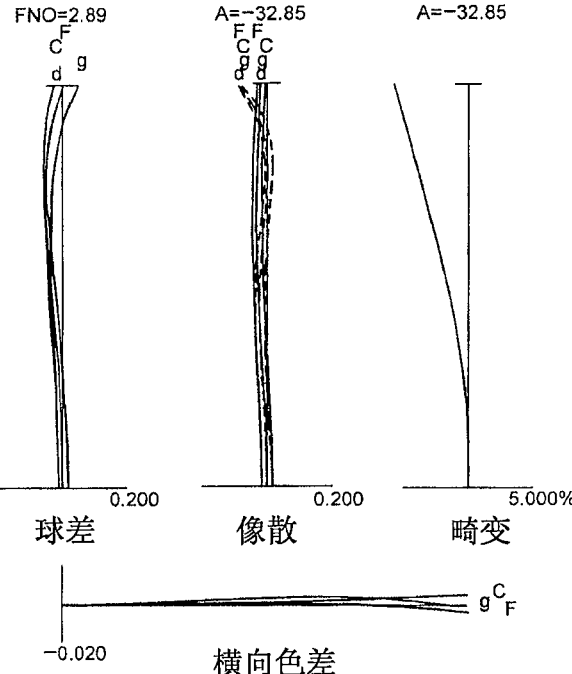


图6A

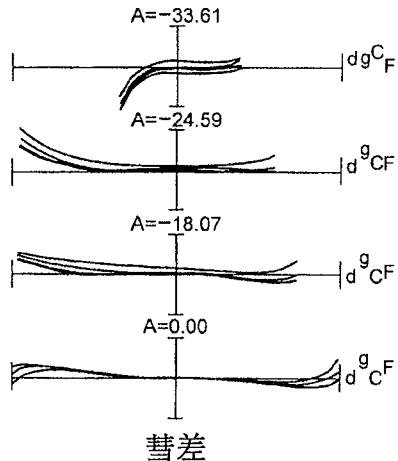


图6B

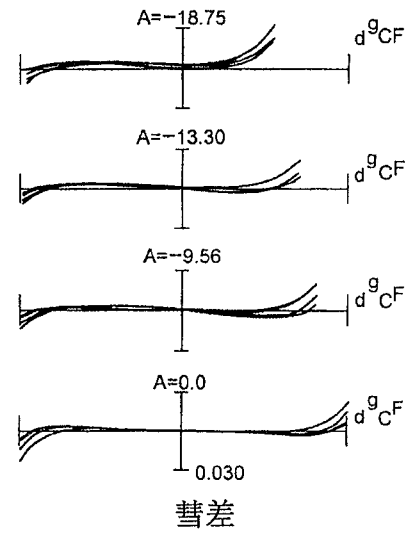
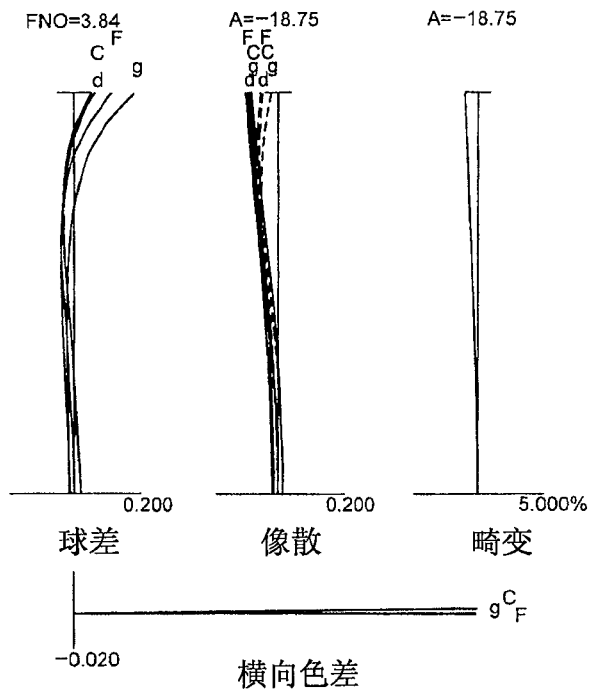


图7A

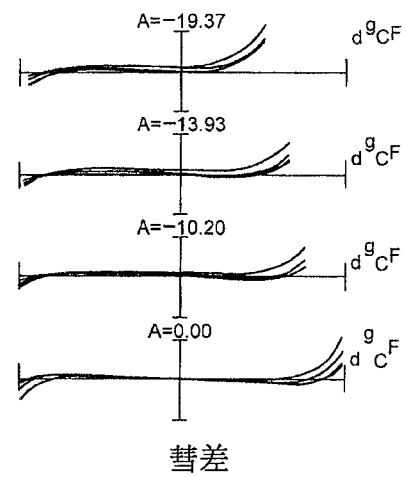


图7B

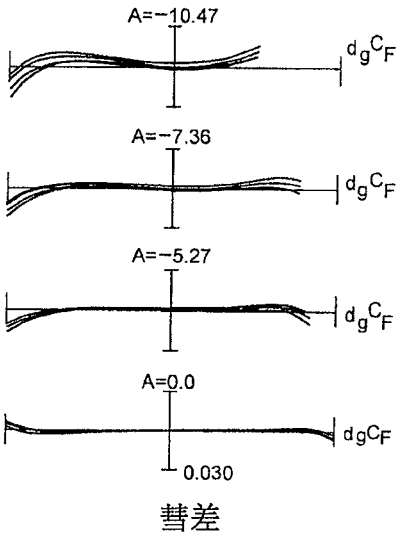
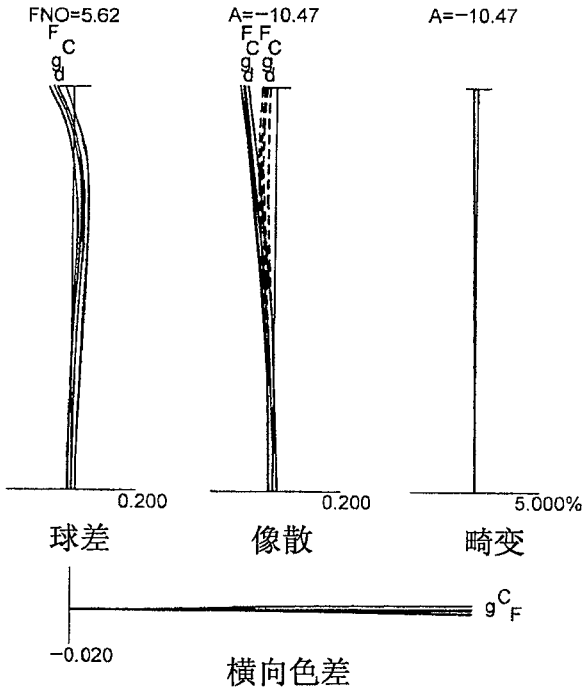


图8A

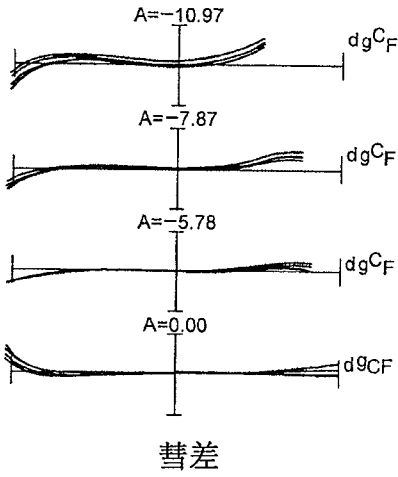
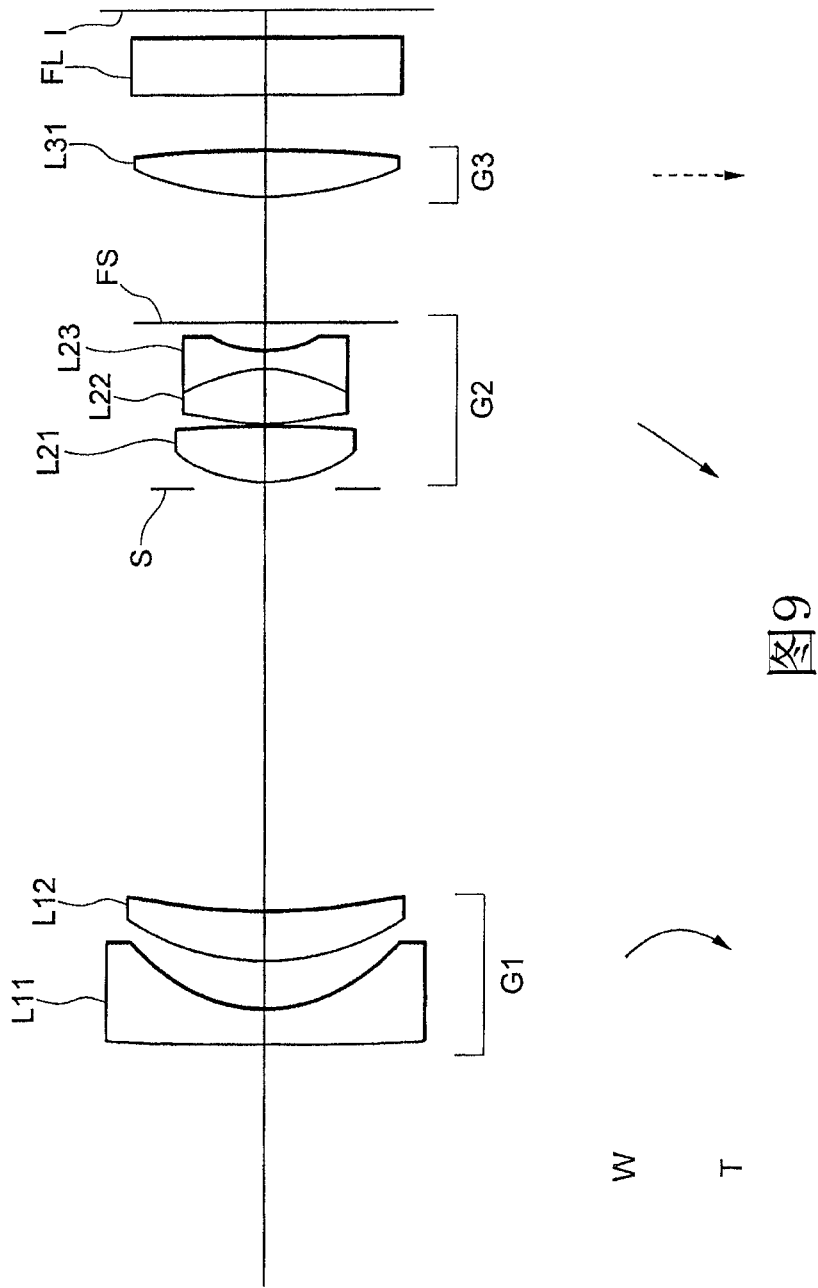


图8B



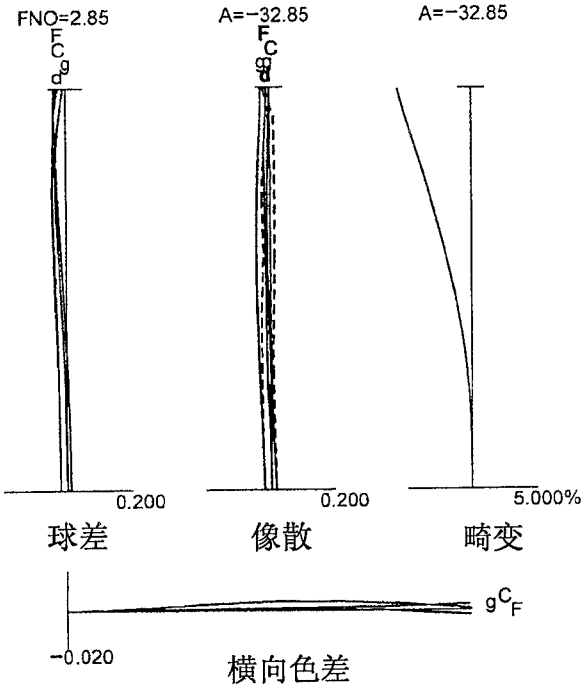


图10A

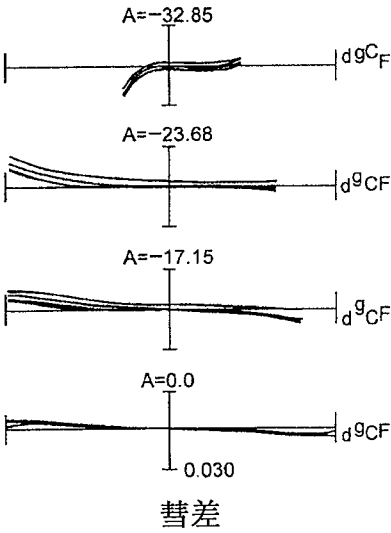


图10B

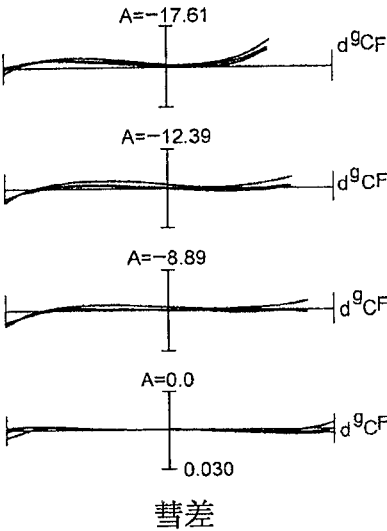
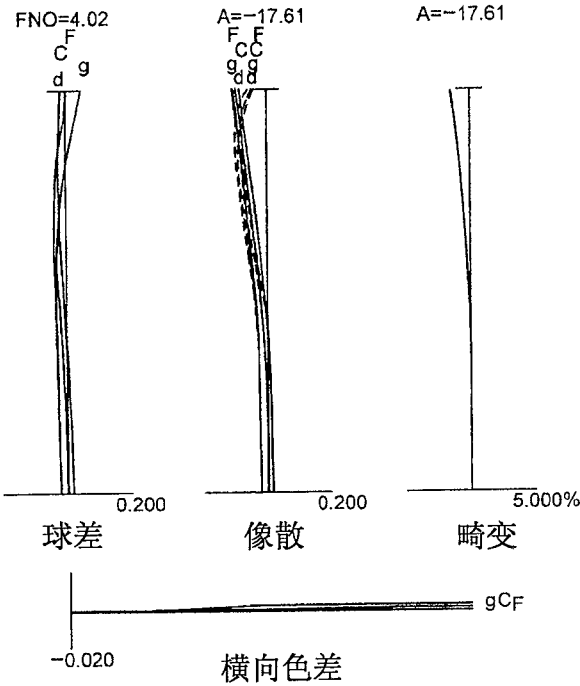


图11A

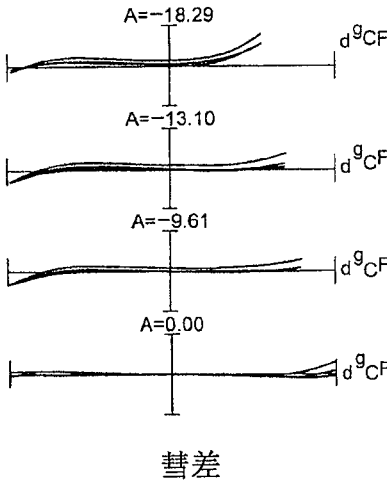


图11B

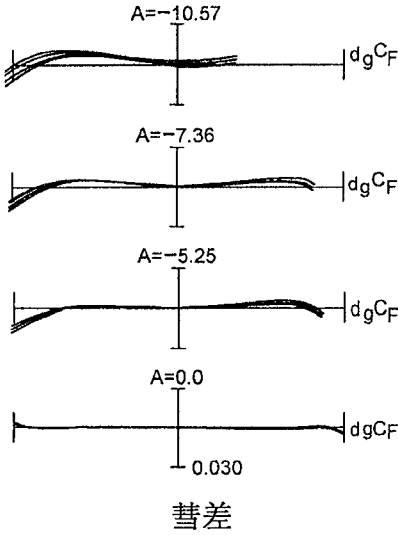
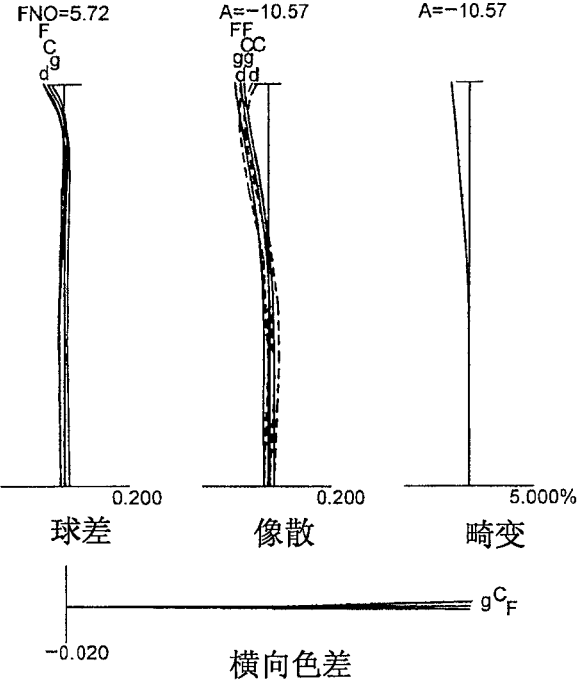


图12A

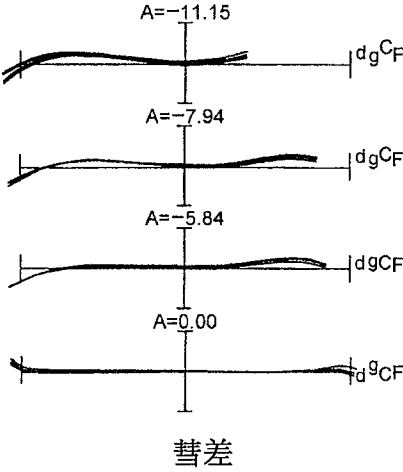


图12B

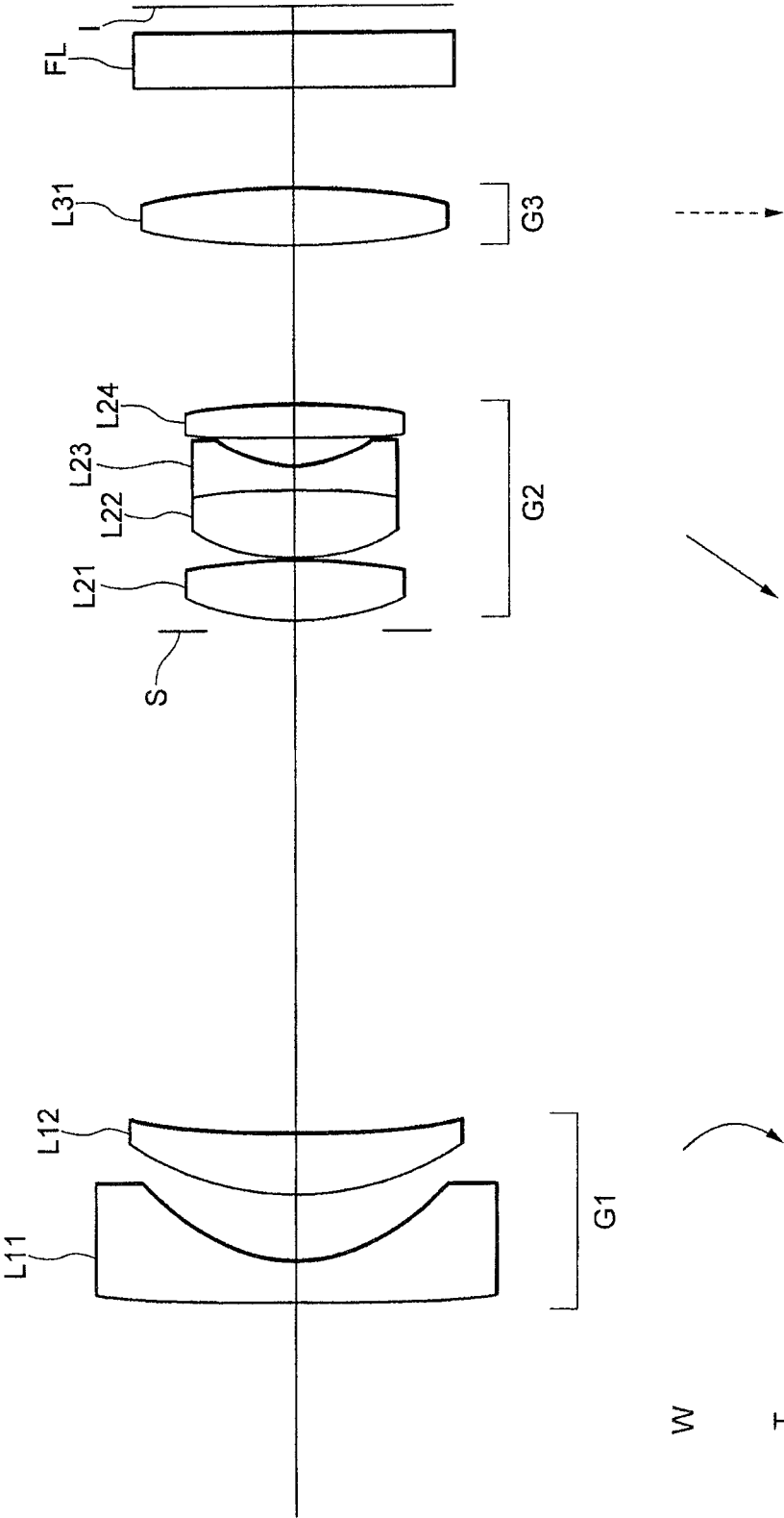


图13

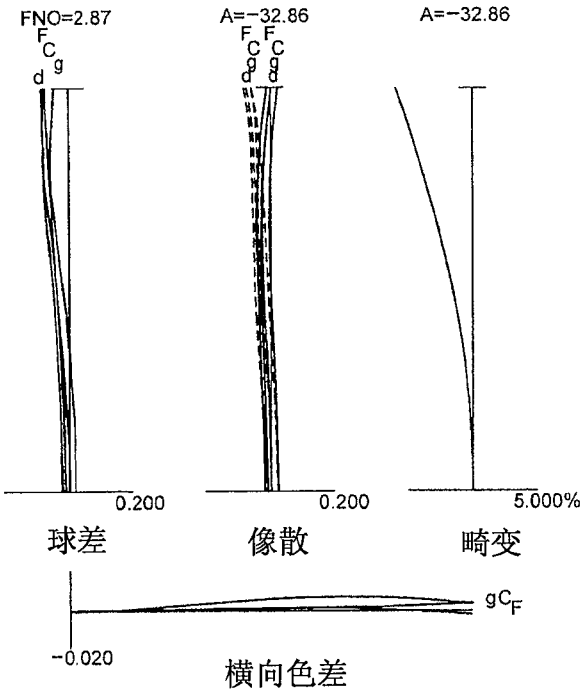


图14A

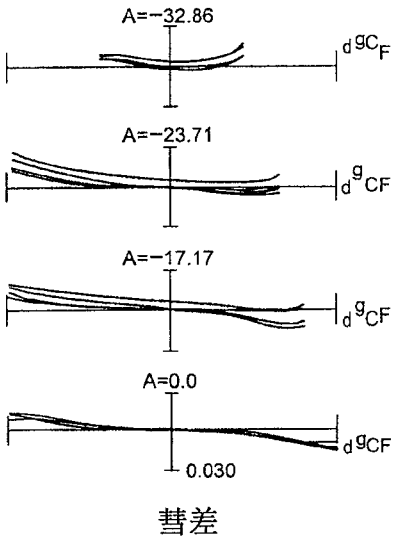


图14B

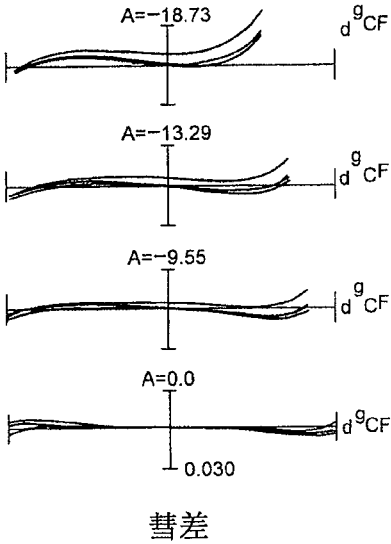
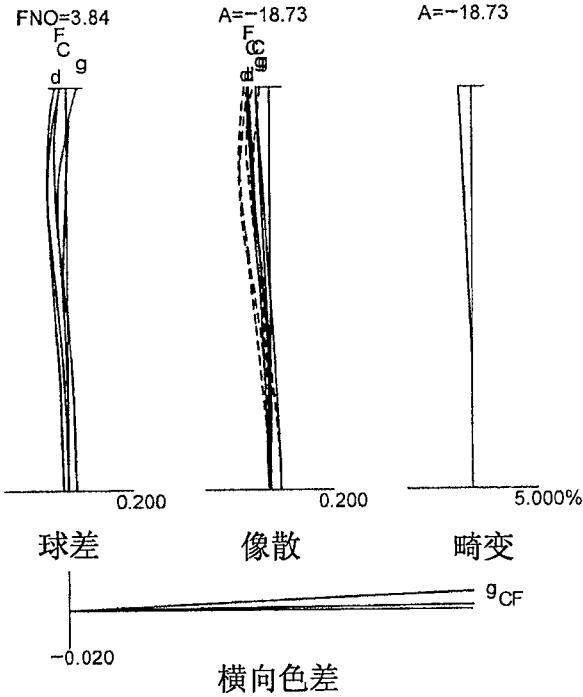


图15A

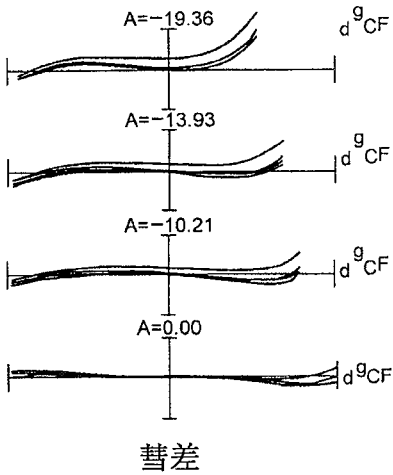


图15B

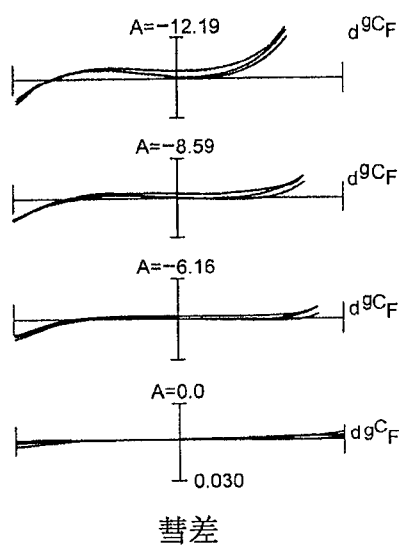
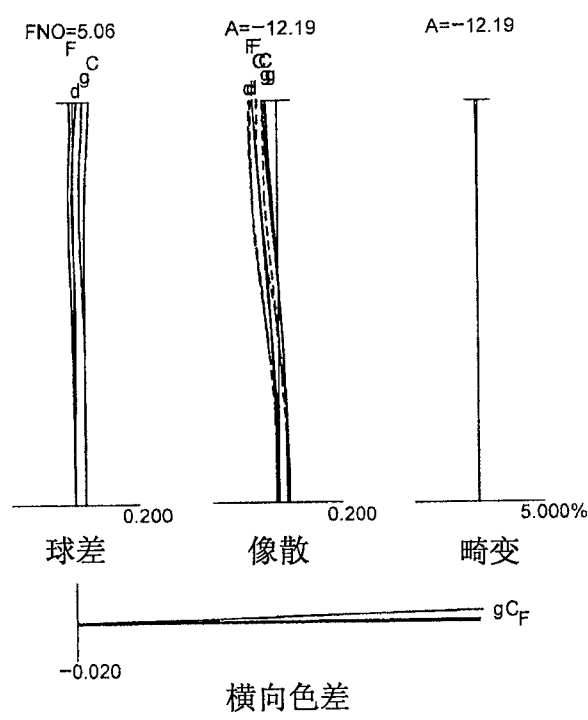


图16A

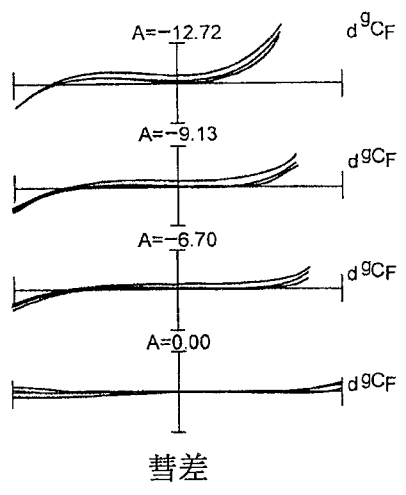


图16B