

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

G02B 9/60 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510108876.9

[45] 授权公告日 2009年3月25日

[11] 授权公告号 CN 100472266C

[22] 申请日 2005.9.30

[21] 申请号 200510108876.9

[30] 优先权

[32] 2004.9.30 [33] JP [31] 2004-288862

[73] 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京

[72] 发明人 佐藤进

[56] 参考文献

US5583701A 1996.12.10

JP2003-215454A 2003.7.30

US5095387A 1992.3.10

JP8-179214A 1996.7.12

US5668666A 1997.9.16

US6718132B2 2004.4.6

US5610766A 1997.3.11

JP7-318805A 1995.12.8

审查员 潘圆圆

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 车文 樊卫民

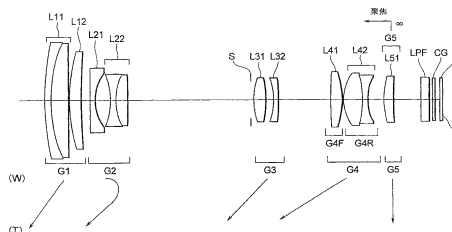
权利要求书4页 说明书32页 附图15页

[54] 发明名称

变焦透镜系统

[57] 摘要

提供一种具有高变焦比、小直径的第一透镜组的变焦透镜系统，能够在收回透镜筒时有效地收回镜筒。本变焦透镜系统从物侧起包括：具有正折射光焦度的第一透镜组，具有负折射光焦度的第二透镜组，具有正折射光焦度的第三透镜组，具有正折射光焦度的第四透镜组和具有正折射光焦度的第五透镜组。当从广角端态向远摄端态变焦时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动，并且第二透镜组沿面朝物侧凹进的变焦轨迹移动。第四透镜组由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔。满足给定的条件表达式。



1. 一种变焦透镜系统，从物侧起包括：

具有正折射光焦度的第一透镜组；

具有负折射光焦度的第二透镜组；

具有正折射光焦度的第三透镜组；

具有正折射光焦度的第四透镜组；和

具有正折射光焦度的第五透镜组；

其中当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动，并且第二透镜组沿面朝物侧凹进形状的变焦轨迹移动，

第四透镜组从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔，并且

满足下列条件表达式：

$$-0.45 < (f_{4F} + f_{4R}) / f_4 < -0.20$$

此处， f_4 表示第四透镜组的焦距， f_{4F} 表示前透镜组的焦距， f_{4R} 表示后透镜组的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.090 < (f_W \times f_1) / (f_T \times f_3) < 0.170$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_1 表示第一透镜组的焦距， f_3 表示第三透镜组的焦距。

3. 如权利要求 2 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_3) < 0.100$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端

态中变焦透镜系统的焦距， f_3 表示第三透镜组的焦距。

4. 如权利要求 3 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_5) < 0.100$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_5 表示第五透镜组的焦距。

5. 如权利要求 4 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.40 < f_{4F} / f_5 < 0.60$$

此处， f_5 表示第五透镜组的焦距。

6. 如权利要求 2 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_5) < 0.100$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_5 表示第五透镜组的焦距。

7. 如权利要求 2 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.40 < f_{4F} / f_5 < 0.60$$

此处， f_5 表示第五透镜组的焦距。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_3) < 0.100$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_3 表示第三透镜组的焦距。

9. 如权利要求 8 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (fW \times f4) / (fT \times f5) < 0.100$$

此处， fT 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， fW 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

10. 如权利要求 8 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.40 < f4F/f5 < 0.60$$

此处， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

11. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.050 < (fW \times f4) / (fT \times f5) < 0.100$$

此处， fT 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， fW 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

12. 如权利要求 11 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.40 < f4F/f5 < 0.60$$

此处， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

13. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于满足下列条件表达式：

$$0.40 < f4F/f5 < 0.60$$

此处， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

14. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于第四透镜组的至少一个表面为非球面。

15. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，其特征在于在从广角端态向远摄端态改变透镜组的位置状态时第五透镜组固定，并在聚焦时第五透镜组沿光轴移动。

16. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统，还包括平面平行板和固态成像装置。

17. 一种变焦透镜系统，从物侧起包括：

具有正折射光焦度的第一透镜组；

具有负折射光焦度的第二透镜组；

具有正折射光焦度的第三透镜组；

具有正折射光焦度的第四透镜组；和

具有正折射光焦度的第五透镜组；

其中当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动，

第四透镜组从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔，并且

满足下列条件表达式：

$$-0.45 < (f_{4F} + f_{4R}) / f_4 < -0.20$$

此处， f_4 表示第四透镜组的焦距， f_{4F} 表示前透镜组的焦距， f_{4R} 表示后透镜组的焦距。

变焦透镜系统

下面的优先权申请的内容在此引为参考：2004年9月30日提交的日本专利申请 JP2004-288862。

技术领域

本发明涉及一种适用于电子静态相机的变焦透镜系统。

背景技术

在适用于电子静态相机的变焦透镜系统中，第一透镜组固定的变焦透镜系统或是第一透镜组可移动的变焦透镜系统已在日本专利申请 JP6-281862 和 JP2003-177318 已公知。

但是，在第一透镜组固定的变焦透镜系统中，虽然第一透镜组的透镜直径可以很小以便于聚焦，但它很难在确保高光学性能的前提下实现大的变焦比，以至于变焦比约为 5.7。而且虽然期待着变焦比大约在 7.6~9.7，但为了使变焦比增大，反过来又令像差校正变得不足，以至于光学性能的下降成为问题。

而且，在日本特定专利申请 JP6-281862 中公开的第一透镜组可移动的变焦透镜系统中，虽然光学性能是足够的，但变焦比很小，约为 1.9-3.7，并且在远摄端态的半视角约为 $11.7^\circ \sim 17.3^\circ$ ，显得相对较大。

另外，在日本特定专利申请 JP2003-177318 中公开的通过使第一透镜组可移动而使变焦比较大的变焦透镜系统中，虽然变焦比较大，约为 7.4-7.5，并且在远摄端态的半视角足够小，约为 $4.6^\circ \sim 4.7^\circ$ ，但光学性能不足。

发明内容

鉴于前述问题制定了本发明，并且本发明的目的在于提供一种在确保较高光学性能的前提下在远摄端态下具有 4° 或更小半视角、变焦比约为 10 或更大以及第一透镜组有很小的有效直径的变焦透镜系统。

根据本发明的第一方面，变焦透镜系统从物侧起包括：具有正折射光焦度的第一透镜组，具有负折射光焦度的第二透镜组，具有正折射光焦度的第三透镜组，具有正折射光焦度的第四透镜组和具有正折射光焦度的第五透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动，并且第二透镜组沿面朝物侧凹进形状的变焦轨迹移动。第四透镜组从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔。满足下列条件表达式 (1)：

$$-0.45 < (f_{4F} + f_{4R}) / f_4 < -0.20 \quad (1)$$

此处， f_4 表示第四透镜组的焦距， f_{4F} 表示前透镜组的焦距， f_{4R} 表示后透镜组的焦距。

在本发明的第一方面中，优选满足下列条件表达式 (2)：

$$0.090 < (f_W \times f_1) / (f_T \times f_3) < 0.170 \quad (2)$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_1 表示第一透镜组的焦距， f_3 表示第三透镜组的焦距。

在本发明的第一方面中，优选满足下列条件表达式 (3)：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_3) < 0.100 \quad (3)$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_3 表示第三透镜组的焦距。

在本发明的第一方面，优选满足下列条件表达式（4）：

$$0.050 < (f_W \times f_4) / (f_T \times f_5) < 0.100 \quad (4)$$

此处， f_T 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距， f_W 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距， f_5 表示第五透镜组的焦距。

在本发明的第一方面中，优选满足下列条件表达式（5）：

$$0.40 < f_{4F} / f_5 < 0.60 \quad (5)$$

此处， f_5 表示第五透镜组的焦距。

在本发明的第一方面，第四透镜组的至少一个表面是非球面。

在本发明的第一方面中，优选在透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时第五透镜组固定，并在聚焦时第五透镜组沿光轴移动。

在本发明的第一方面中，变焦透镜系统还包括一个平面平行板和一个固态成像装置。

根据本发明的第二方面，变焦透镜系统从物侧起包括：具有正折射光焦度的第一透镜组，具有负折射光焦度的第二透镜组，具有正折射光焦度的第三透镜组，具有正折射光焦度的第四透镜组和具有正折射光焦度的第五透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动。第四透镜组从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔。满足下列条件表达式（1）：

$$-0.45 < (f_{4F} + f_{4R}) / f_4 < -0.20 \quad (1)$$

此处 f_4 表示第四透镜组的焦距， f_{4F} 表示前透镜组的焦距， f_{4R} 表示后透镜组的焦距。

通过下面参考附图对优选实施例的详细描述，本发明的其他特点

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 的大孔径比内聚聚焦远摄透镜的截面图；

图 2A 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 2B 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 2C 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 3A 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 3B 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 3C 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 4 是根据本发明实例 2 的大孔径比内聚聚焦远摄透镜的截面图；

图 5A 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 5B 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 5C 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 6A 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 6B 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 6C 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 7 是根据本发明实例 3 的大孔径比内聚聚焦远摄透镜的截面图；

图 8A 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 8B 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 8C 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 9A 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 9B 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 9C 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 10 是根据本发明实例 4 的大孔径比内聚焦远摄透镜的截面图；

图 11A 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 11B 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 11C 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 12A 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 12B 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 12C 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 13 是根据本发明实例 5 的大孔径比内聚焦远摄透镜的截面图；

图 14A 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 14B 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 14C 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于无限远时的各种像差曲线；

图 15A 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在广角端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 15B 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在中等焦距态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

图 15C 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在远摄端态聚焦于最近物时的各种像差曲线；

具体实施方式

下面解释根据本发明每个实施例的变焦透镜系统。

根据本发明实施例的变焦透镜系统从物侧起包括：具有正折射光焦度的第一透镜组，具有负折射光焦度的第二透镜组，具有正折射光焦度的第三透镜组，具有正折射光焦度的第四透镜组和具有正折射光焦度的第五透镜组。当透镜组的位置状态从广角端态变为远摄端态时，第一、第二、第三和第四透镜组沿光轴移动，并且第二透镜组沿面朝物侧凹进形状的变焦轨迹移动。第四透镜组从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组和具有负折射光焦度的后透镜组组成，并且前透镜组和后透镜组之间具有空气间隔。满足下列条件表达式（1）：

$$-0.45 < (f4F+f4R)/f4 < -0.20 \quad (1)$$

此处， $f4$ 表示第四透镜组的焦距， $f4F$ 表示前透镜组的焦距， $f4R$ 表示后透镜组的焦距。

条件表达式（1）用于在优选确保中等焦距态中各种像差的情况下确保第一透镜组的透镜直径处于给定的直径内。当比值 $(f4F+f4R)/f4$ 等于或超过条件表达式（1）的上限时，在中等焦距态中产生内彗差，以至于很不理想。另一方面，当比值 $(f4F+f4R)/f4$ 等于或低于条件表达式（1）的下限时，第一透镜组的有效直径变大，以至于也很不理想。当条件表达式（1）的上限设置为-0.25 时，中等焦距态的内彗差

变得更理想。当条件表达式(1)的下限设置为-0.40时,第一透镜组的有效直径变得更理想。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中,优选满足下列条件表达式(2):

$$0.090 < (fW \times f1) / (fT \times f3) < 0.170 \quad (2)$$

此处, fW 表示广角端态中变焦透镜系统的焦距, fT 表示远摄端态中变焦透镜系统的焦距, $f1$ 表示第一透镜组的焦距, $f3$ 表示第三透镜组的焦距。

条件表达式(2)用于通过在从广角端态向远摄端态变焦时保持第一透镜组移动量的情况下确保优良的光学性能。当比值 $(fW \times f1) / (fT \times f3)$ 等于或超过条件表达式(2)的上限时,第一透镜组在变焦时的移动量变大,以至于不理想。另一方面,当比值 $(fW \times f1) / (fT \times f3)$ 等于或低于条件表达式(2)的下限时,负方向上的球差变大,以至于不理想。当条件表达式(2)的上限设置为0.168时,第一透镜组的移动量变得更理想。当条件表达式(2)的下限设置为0.110时,球差变得更理想。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中,优选满足下列条件表达式(3):

$$0.050 < (fW \times f4) / (fT \times f3) < 0.100 \quad (3)$$

条件表达式(3)用于通过保持第一透镜组较小的有效直径来确保良好的光学性能。当比值 $(fW \times f4) / (fT \times f3)$ 等于或超过条件表达式(3)的上限时,第一透镜组的有效直径变得太大,以至于不理想。另一方面,当比值 $(fW \times f4) / (fT \times f3)$ 等于或低于条件表达式(3)的下限时,球差的弯曲变大,以至于不理想。当条件表达式(3)的上限设置为0.098时,第一透镜组的有效直径变得更理想。当条件表达式(3)的下限设置为0.060时,球差变得更为理想。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中，优选满足下列条件表达式（4）：

$$0.05 < (fW \times f4) / (fT \times f5) < 0.100 \quad (4)$$

此处， $f5$ 表示第五透镜组的焦距。

条件表达式（4）用于通过保持第一透镜组变焦时较小的移动量来确保优良的光学性能。当比值 $(fW \times f4) / (fT \times f5)$ 等于或超过条件表达式（4）的上限时，第一透镜组变焦时的移动量变大，以至于不理想。另一方面，当比值 $(fW \times f4) / (fT \times f5)$ 等于或低于条件表达式（4）的下限时，负方向上的 Petzval 和变大，在正方向上产生较大的场曲率，以至于不理想。当条件表达式（4）的上限设置为 0.097 时，第一透镜组的移动量变得更为理想。当条件表达式（4）的下限设置为 0.062 时，球差变得更为理想。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中，优选满足下列条件表达式（5）：

$$0.40 < f4F/f5 < 0.60 \quad (5)$$

条件表达式（5）用于通过保持第一透镜组变焦时较小的移动量来确保优良的光学性能。当比值 $f4F/f5$ 等于或超过条件表达式（5）的上限时，第一透镜组变焦时的移动量变大，以至于不理想。另一方面，当比值 $f4F/f5$ 等于或低于条件表达式（5）的下限时，负方向上的 Petzval 和变大，在正方向上产生较大的场曲率，以至于不理想。当条件表达式（5）的上限设置为 0.58 时，第一透镜组的移动量变得更为理想。当条件表达式（5）的下限设置为 0.41 时，像平面的均匀性变得更为理想。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中，为了获得远摄端态下良好的球差，优选第四透镜组的至少一个透镜表面为非球面。而且为了减小透镜元件的数量，优选第四透镜组的前透镜组由正透镜元件构成，该正透镜元件的至少一个表面为非球面。

在根据本发明实施例的变焦透镜系统中，为了简化保持变焦透镜系统的光学系统或电子控制系统的透镜筒，优选在从广角端态向远摄端态变焦时第五透镜组固定，并在变焦时第五透镜组沿光轴移动。而且为了减轻聚焦致动器的负担，优选第五透镜组由单正透镜元件组成，以至于可以实现聚焦透镜组重量的减轻。

[实例]

下面参考附图解释根据本发明的变焦透镜系统的实例。

在每个实例中，根据本发明的变焦透镜系统从物侧起由这些元件组成：具有正折射光焦度的第一透镜组 G1，具有负折射光焦度的第二透镜组 G2，孔径光阑 S，具有正折射光焦度的第三透镜组 G3，具有正折射光焦度的第四透镜组 G4，具有正折射光焦度的第五透镜组 G5，光学低通滤波器 LPF，和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻片 CG。第四透镜组 G4 从物侧起由具有正折射光焦度的前透镜组 G4F 和具有负折射光焦度的后透镜组 G4R 组成。当透镜组的位置状态从广角端态 W 变为远摄端态 T 时，第一透镜组 G1 移向物侧，第二透镜组 G2 沿面向物侧凹进形状的变焦轨迹移动，第三透镜组 G3 移向物侧，并且第四透镜组 G4 移向物侧。

而且在从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时第五透镜组 G5 固定，在从无限远向近距物体聚焦时第五透镜组 G5 移向物体。

顺便说一下，在每个实例中，设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的像高在实例 1~4 中为 3.52mm，在实例 5 中为 3.75mm。

<实例 1>

图 1 是根据本发明实例 1 的变焦透镜系统在广角端态 W 聚焦于无限远时的透镜分布图。

在图 1 中，根据本发明实例 1 的变焦透镜系统从物侧起由这些元件组成：具有正折射光焦度的第一透镜组 G1，具有负折射光焦度的第二透镜组 G2，孔径光阑 S，具有正折射光焦度的第三透镜组 G3，具有正折射光焦度的第四透镜组 G4，具有正折射光焦度的第五透镜组 G5，光学低通滤波器 LPF，和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻片 CG。

第一透镜组 G1 从物侧起由下列元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜与凸面朝向物侧的正弯月透镜胶合而成的胶合正透镜 L11，以及凸面朝向物侧的正弯月透镜 L12。

第二透镜组 G2 从物侧起由下列元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜 L21，双凹负透镜与双凸正透镜胶合而成的胶合负透镜 L22。

第三透镜组 G3 从物侧起由下列元件组成：双凸正透镜 L31，凹面朝向物侧的负弯月透镜 L32。

第四透镜组 G4 从物侧起由前透镜组 G4F 和后透镜组 G4R 组成。

前透镜组 G4F 由具有朝向像侧的非球面的双凸正透镜 L41 组成。

后透镜组 G4R 由胶合负透镜 L42 组成，该胶合负透镜从物侧起由双凸正透镜与双凹负透镜胶合而成。

第五透镜组 G5 由凸面朝向物侧的正弯月透镜 L51 组成。

与实例 1 有关的各种值列于表 1。在[规格]一栏中，f 表示焦距，FNO 表示 f 数。在[透镜数据]一栏中，最左栏表示从物侧数起的透镜表面数，第二栏“r”表示透镜表面的曲率半径，第三栏“d”表示相

邻透镜表面之间的距离，第四栏“v”表示介质在 d 线 ($\lambda = 587.6\text{nm}$) 处的阿贝数，第五栏“n”表示介质在 d 线的折射率，“ $\phi 1$ ”表示胶合正透镜 L11 的有效直径，“Bf”表示后焦距。顺便说一下，省去空气的折射率 1.000000，用 $r=0.0000$ 表示平面。

在[非球面数据]中，表示每个非球面系数，非球面用下列表达式表示：

$$X(y)=y^2/[r \times \{1+(1-\kappa \times y^2/r^2)^{1/2}\}] + C2 \times y^2 + C4 \times y^4 + C6 \times y^6 + C8 \times y^8$$

$$\text{此处, } R = 1/((1/r) + 2 \times C2)$$

其中 y 表示距离光轴的高度，X (y) 表示从非球面顶点处的切面到高度为 y 处的非球面之间沿光轴的距离，r 表示参考曲率半径 (R 表示近轴曲率半径)， κ 表示锥面系数， C_i 表示第 i 阶非球面系数。在[非球面数据]，“E-n”表示“ 10^{-n} ”。非球面用表面数带星号 (*) 表示。

在各个数值表中，“mm”一般用于长度的单位，如焦距，曲率半径和光学表面之间的距离。但是，因为正比例放大或缩小其尺寸的光学系统可以获得类似的光学性能，所以单位不必局限于“mm”可以用其它合适的单位。

标号的解释与其他的实例相同，因此在此省去重复的解释。

表 1

[规格]

	W	T
f=	6.36	60.00
FNO=	2.6	5.4

[透镜数据]

	r	d	v	n	
1)	49.9711	1.2000	23.78	1.846660	$\Phi 1=22.0$

2)	29.4301	3.3000	55.53	1.696797
3)	5378.9855	0.1000		
4)	33.8916	2.3000	82.56	1.497820
5)	117.7111	(d5)		
6)	411.5528	1.0000	40.76	1.882997
7)	9.1748	2.8000		
8)	-14.4058	1.0000	61.14	1.589130
9)	10.8161	2.3000	22.76	1.808095
10)	-352.1299	(d10)		
11>	0.00	0.5000	孔径光阑S	
12)	14.2018	2.3000	60.67	1.563839
13)	-19.3736	1.4000		
14)	-12.1858	1.0000	23.78	1.846660
15)	-32.4283	(d15)		
16)	103.3476	2.2000	40.87	1.804320
17*)	-16.9719	0.1000		
18)	8.5267	3.6000	82.56	1.497820
19)	-17.5207	1.1000	40.76	1.882997
20)	9.6921	(d20)		
21)	14.2621	1.9000	48.84	1.531717
22)	75.3615	(d22)		
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

[非球面数据]

表面数 17

$\kappa = -0.1290$

C2= 0.00000E+00

C4= 0.00000E+00

C6= -1.77080E-07

C8= 1.51460E-09

[可变距离]

<聚焦于无限远时>

	W	M	T
f	6.36000	28.00000	60.00000
D0	∞	∞	∞
d5	1.58729	15.69746	22.06330
d10	22.98517	7.63292	2.74873
d15	9.89944	5.01384	3.95498
d20	2.90783	18.06457	26.11013
d22	5.00000	5.00000	5.00000
Bf	1.02477	1.02477	1.02477
TL	74.10449	83.13355	91.60191

<聚焦于近物时>

β	-0.02598	-0.09576	-0.05429
D0	225.8955	216.8664	908.3982
d5	1.58729	15.69746	22.06330
d10	22.98517	7.63292	2.74873
d15	9.89944	5.01384	3.95498
d20	2.57693	13.52669	20.75771
d22	5.33090	9.53788	10.35242
Bf	1.02477	1.02477	1.02477
TL	74.10449	83.13355	91.60191

[条件表达式的值]

(1): $(f4F+f4R)/f4$	= -0.326
(2): $(fW \times f1)/(fT \times f3)$	= 0.145
(3): $(fW \times f4)/(fT \times f3)$	= 0.088
(4): $(fW \times f4)/(fT \times f5)$	= 0.089
(5): $f4F/f5$	= 0.558

图 2A、2B 和 2C 是表示根据本发明实例 1 的变焦透镜系统聚焦于无限远时的各种像差曲线，其中图 2A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 2B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 2C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。图 3A、3B 和 3C 是表示根据本发明实例 1 的变焦透镜系统聚焦于最近物时的各种像差曲线，其中图 3A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 3B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 3C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。

在各条曲线中，FNO 表示 f 数，Y 表示像高，NA 表示数值孔径，C 表示在 C 线 ($\lambda=656.3\text{nm}$) 的像差曲线，d 表示在 d 线 ($\lambda=587.6\text{nm}$) 的像差曲线，F 表示在 F 线 ($\lambda=486.1\text{nm}$) 的像差曲线，g 表示在 g 线 ($\lambda=435.8\text{nm}$) 的像差曲线。在表示像散的曲线中，实线表示径向像平面，虚线表示纵向平面。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，根据实例 1 的变焦透镜系统作为良好地校正了从广角端态到远摄端态的各种焦距态下的各种像差的结果，表现出优良的光学性能。

顺便说一下，在实例 1 中，靠近第一透镜组 G1 最物侧透镜的胶合正透镜 L11 的有效直径 $\phi 1$ 小于 22.0mm，以至于变焦透镜系统的设计非常紧凑。第一透镜组从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时的移动量约为远摄端态 T 下变焦透镜系统的总透镜长度的 1/5，因此镜筒在缩回时可以有效的收回。远摄端态 T 下的半视角约为 3.3° 。

<实例 2>

图 4 是根据本发明实例 2 的变焦透镜系统在广角端态下聚焦于无限远时的透镜布置简图。

在图 4 中, 根据实例 2 的变焦透镜系统从物侧起由下列元件组成: 具有正折射光焦度的第一透镜组 G1, 具有负折射光焦度的第二透镜组 G2, 孔径光阑 S, 具有正折射光焦度的第三透镜组 G3, 具有正折射光焦度的第四透镜组 G4, 具有正折射光焦度的第五透镜组 G5, 光学低通滤波器 LPF, 和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻片 CG。

第一透镜组 G1 从物侧起由这些元件组成: 凸面朝向物侧的负弯月透镜与凸面朝向物侧的正弯月透镜胶合而成的胶合正透镜 L11, 和凸面朝向物侧的正弯月透镜 L12。

第二透镜组 G2 从物侧起由这些元件组成: 凸面朝向物侧的负弯月透镜 L21, 由双凹负透镜与凸面朝向物侧的正弯月透镜胶合而成的胶合负透镜 L22。

第三透镜组 G3 从物侧起由这些元件组成: 双凸正透镜 L31 和凹面朝向物侧的负弯月透镜 L32。

第四透镜组 G4 从物侧起由这些元件组成: 前透镜组 G4F 和后透镜组 G4R。

前透镜组 G4F 由非球面朝向像侧的双凸正透镜 L41 组成。

后透镜组 G4R 由从物侧起的双凸正透镜与双凹负透镜胶合而成的胶合负透镜 L42 组成。

第五透镜组 G5 由凸面朝向物侧的正弯月透镜 L51 组成。

与实例 2 有关的各种值列于表 2。

表 2

[规格]

	W	T
f=	6.36	60.00
FNO=	2.7	5.9

[透镜数据]

	r	d	v	n	
1)	55.0652	1.2000	33.89	1.803840	Φ1=22.2
2)	23.7762	3.6000	55.53	1.696797	
3)	215.8744	0.1000			
4)	36.5812	2.3000	82.56	1.497820	
5)	2497.9174	(d5)			
6)	60.2908	1.2000	40.76	1.882997	
7)	8.5204	3.3000			
8*)	-12.7297	1.1000	64.10	1.516800	
9)	10.7779	2.4000	22.76	1.808095	
10)	135.4699	(d10)			
11>	0.0000	0.5000	孔径光阑S		
12)	14.1390	2.3000	82.52	1.497820	
13)	-19.3654	2.6000			
14)	-10.6233	1.1000	23.78	1.846660	
15)	-19.0400	(d15)			
16)	68.4505	2.2000	40.87	1.804320	
17*)	-18.2949	0.1000			
18)	9.1400	3.6000	82.56	1.497820	
19)	-19.6293	1.1000	40.76	1.882997	
20)	9.7796	(d20)			
21)	12.6808	1.9000	8.84	1.531717	
22)	48.0770	(d22)			
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370	

24) 0.0000 0.5000
 25) 0.0000 0.5000 64.10 1.516800
 26) 0.0000 Bf

[非球面数据]

表面数 8

$\kappa = 1.4722$
 $C2 = 0.00000E+00$
 $C4 = 0.00000E+00$
 $C6 = -1.17080E-06$
 $C8 = 5.18160E-09$

表面数 17

$\kappa = -0.2417$
 $C2 = 0.00000E+00$
 $C4 = 0.00000E+00$
 $C6 = -8.07840E-08$
 $C8 = 1.57540E-10$

[可变距离]

<聚焦于无限远时>

	W	M	T
f	6.36000	28.00000	60.00000
D0	∞	∞	∞
d5	1.53220	16.37499	22.66404
d10	22.72841	7.26469	2.92108
d15	9.23659	4.47495	3.24643
d20	2.52172	20.12208	33.21485
d22	5.20000	5.20000	5.20000
Bf	0.83352	0.83352	0.83352
TL	75.25244	87.47022	101.27992

<聚焦于近物时>

β	-0.02607	-0.09698	-0.05408
---------	----------	----------	----------

D0	224.7476	212.5298	898.7201
d5	1.53220	16.37499	22.66404
d10	22.72841	7.26469	2.92108
d15	9.23659	4.47495	3.24643
d20	2.20140	15.66133	28.02150
d22	5.52032	9.66074	10.39335
Bf	0.83352	0.83352	0.83352
TL	75.25244	87.47022	101.27992

[条件表达式的值]

$$(1): (f4F+f4R)/f4 = -0.255$$

$$(2): (fW \times f1)/(ft \times f3) = 0.168$$

$$(3): (fW \times f4)/(fT \times f3) = 0.098$$

$$(4): (fW \times f4)/(fT \times f5) = 0.097$$

$$(5): f4F/f5 = 0.571$$

图 5A、5B 和 5C 是表示根据本发明实例 2 的变焦透镜系统聚焦于无限远时的各种像差曲线，其中图 5A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 5B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 5C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。图 6A、6B 和 6C 是表示根据本发明实例 2 的变焦透镜系统聚焦于最近物时的各种像差曲线，其中图 6A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 6B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 6C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。

从各条曲线显见，根据实例 2 的变焦透镜系统作为良好地校正了从广角端态到远摄端态的各种焦距态下的各种像差的结果，表现出优良的光学性能。

顺便说一下，在实例 2 中，靠近第一透镜组 G1 最物侧透镜的胶合正透镜 L11 的有效直径 $\phi 1$ 小于 22.2mm，以至于变焦透镜系统的设计非常紧凑。第一透镜组从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时的移动

量约为远摄端态 T 下变焦透镜系统的总透镜长度的 1/4，因此镜筒在缩回时可以有效的收回。远摄端态 T 下的半视角约为 3.3° 。

<实例 3>

图 7 是根据本发明实例 3 的变焦透镜系统在广角端态 W 下聚焦于无限远时的透镜分布简图。

在图 7 中，根据实例 3 的变焦透镜系统从物侧起由下列元件组成：具有正折射光焦度的第一透镜组 G1，具有负折射光焦度的第二透镜组 G2，孔径光阑 S，具有正折射光焦度的第三透镜组 G3，具有正折射光焦度的第四透镜组 G4，具有正折射光焦度的第五透镜组 G5，光学低通滤波器 LPF，和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻片 CG。

第一透镜组 G1 从物侧起由这些元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜与双凸正透镜胶合而成的胶合正透镜 L11，和凸面朝向物侧的正弯月透镜 L12。

第二透镜组 G2 从物侧起由这些元件组成：双凹负透镜 L21，由双凹负透镜与双凸正透镜胶合而成的胶合负透镜 L22。

第三透镜组 G3 从物侧起由这些元件组成：双凸正透镜 L31 和凹面朝向物侧的负弯月透镜 L32。

第四透镜组 G4 从物侧起由这些元件组成：前透镜组 G4F 和后透镜组 G4R。

前透镜组 G4F 由非球面朝向像侧的双凸正透镜 L41 组成。

后透镜组 G4R 由从物侧起的双凸正透镜与双凹负透镜胶合而成

的胶合负透镜 L42 组成。

第五透镜组 G5 由双凸正透镜 L51 组成。

与实例 3 有关的各种值列于表 3。

表 3

[规格]

	W	T
f=	6.36	60.00
FNO=	2.8	5.2

[透镜数据]

	r	d	v	n	
1)	47.2981	1.2000	23.78	1.846660	Φ1=22.0
2)	27.8770	3.4000	55.53	1.696797	
3)	-609.3584	0.1000			
4)	28.6190	2.3000	82.56	1.497820	
5)	54.3710	(d5)			
6)	-131.5016	1.2000	40.76	1.882997	
7)	8.5445	2.8000			
8*)	-15.3114	1.1000	64.10	1.516800	
9)	11.6111	2.3000	22.76	1.808095	
10)	-294.9826	(d10)			
11>	0.0000	0.5000	孔径光阑S		
12)	13.7503	2.3000	64.10	1.516800	
13)	-21.4402	1.9000			
14)	-11.5906	1.1000	23.78	1.846660	
15)	-27.8389	(d15)			
16)	103.9090	2.2000	40.87	1.804320	
17*)	-15.3357	0.1000			

18)	7.3456	3.6000	82.56	1.497820
19)	-16.7571	1.1000	40.76	1.882997
20)	8.0735	(d20)		
21)	34.7963	1.9000	48.84	1.531717
22)	-56.1513	(d22)		
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

[非球面数据]

表面数 8

$\kappa =$	-1.4873
C2=	0.00000E+00
C4=	0.00000E+00
C6=	-4.71380E-07
C8=	2.03480E-08

表面数 17

$\kappa =$	0.0748
C2=	0.00000E+00
C4=	0.00000E+00
C6=	1.39380E-08
C8=	-1.03260E-08

[可变距离]

<聚焦于无限远时>

	W	M	T
f	6.36000	28.00000	60.00000
D0	∞	∞	∞
d5	1.53220	15.54518	22.13202
d10	23.54899	7.89879	2.92110
d15	8.21038	4.01207	3.22481

d20	2.38936	16.12178	22.94060
d22	5.20000	5.20000	5.20000
Bf	1.71609	1.71609	1.71609
TL	74.29702	82.19392	89.83460
<聚焦于近物时>			
β	-0.02604	-0.09711	-0.05539
D0	225.7030	217.8060	910.1655
d5	1.53220	15.54518	22.13202
d10	23.54899	7.89879	2.92110
d15	8.21038	4.01207	3.22481
d20	1.99671	10.83033	16.69159
d22	5.59265	10.49145	11.44900
Bf	1.71609	1.71609	1.71609
TL	74.29702	82.19392	89.83460

[条件表达式的值]

(1): $(f4F+f4R)/f4$	= -0.360
(2): $(fW \times f1)/(ft \times f3)$	= 0.120
(3): $(fW \times f4)/(fT \times f3)$	= 0.061
(4): $(fW \times f4)/(fT \times f5)$	= 0.060
(5): $f4F/f5$	= 0.412

图 8A、8B 和 8C 是表示根据本发明实例 3 的变焦透镜系统聚焦于无限远时的各种像差曲线，其中图 8A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 8B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 8C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线，图 9A、9B 和 9C 是表示根据本发明实例 3 的变焦透镜系统聚焦于最近物时的各种像差曲线，其中图 9A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 9B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 9C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。

从各条曲线显见，根据实例 3 的变焦透镜系统作为良好地校正了

从广角端态到远摄端态的各种焦距态下的各种像差的结果，表现出优良的光学性能。

顺便说一下，在实例 3 中，靠近第一透镜组 G1 最物侧透镜的胶合正透镜 L11 的有效直径 $\phi 1$ 小于 22.0mm，以至于变焦透镜系统的设计非常紧凑。第一透镜组从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时的移动量约为远摄端态 T 下变焦透镜系统的总透镜长度的 1/6，因此镜筒在缩回时可以有效的收回。远摄端态 T 下的半视角约为 3.3° 。

<实例 4>

图 10 是根据本发明实例 4 的变焦透镜系统在广角端态 W 下聚焦于无限远时的透镜分布简图。

在图 10 中，根据实例 4 的变焦透镜系统从物侧起由下列元件组成：具有正折射光焦度的第一透镜组 G1，具有负折射光焦度的第二透镜组 G2，孔径光阑 S，具有正折射光焦度的第三透镜组 G3，具有正折射光焦度的第四透镜组 G4，具有正折射光焦度的第五透镜组 G5，光学低通滤波器 LPF，和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻璃片 CG。

第一透镜组 G1 从物侧起由这些元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜与凸面朝向物侧的正弯月透镜胶合而成的胶合正透镜 L11，和凸面朝向物侧的正弯月透镜 L12。

第二透镜组 G2 从物侧起由这些元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜 L21，由双凹负透镜与凸面朝向物侧的正弯月透镜胶合而成的胶合负透镜 L22。

第三透镜组 G3 从物侧起由这些元件组成：双凸正透镜 L31 和凹面朝向物侧的负弯月透镜 L32。

第四透镜组 G4 从物侧起由这些元件组成：前透镜组 G4F 和后透镜组 G4R。

前透镜组 G4F 由非球面朝向像侧的双凸正透镜 L41 组成。

后透镜组 G4R 由从物侧起的双凸正透镜与双凹负透镜胶合而成的胶合负透镜 L42 组成。

第五透镜组 G5 由凸面朝向物侧的正弯月透镜 L51 组成。

与实例 4 有关的各种值列于表 4。

表 4

[规格]

	W	T
f=	5.57	52.50
FNO=	2.7	6.0

[透镜数据]

	r	d	v	n	
1)	50.9297	1.0000	33.89	1.803840	$\Phi 1=22.8$
2)	21.7394	3.5000	55.53	1.696797	
3)	159.7280	0.1000			
4)	28.2085	2.0000	82.56	1.497820	
5)	515.6394	(d5)			
6)	43.8393	1.1000	40.76	1.882997	
7)	7.2537	2.9000			
8*)	-11.6415	1.0000	64.10	1.516800	
9)	9.2610	2.1000	22.76	1.808095	
10)	85.9378	(d10)			

11>	0.0000	0.5000	孔径光阑 S	
12)	12.3859	2.0000	82.52	1.497820
13)	-16.9370	2.3000		
14)	-9.2792	1.0000	23.78	1.846660
15)	-16.6220	(d15)		
16)	64.7278	1.9000	40.87	1.804320
17*)	-15.9612	0.1000		
18)	8.1828	3.2000	82.56	1.497820
19)	-17.6201	1.0000	40.76	1.882997
20)	8.7793	(d20)		
21)	11.1172	1.7000	48.84	1.531717
22)	42.3486	(d22)		
23)	0.0000	1.5000	70.51	1.544370
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

[非球面数据]

表面数 8

$\kappa = 1.2175$

C2= 0.00000E+00

C4= 0.00000E+00

C6= -2.76600E-06

C8= -2.93520E-09

表面数 17

$\kappa = -0.3265$

C2= 0.00000E+00

C4= 0.00000E+00

C6= -1.33490E-07

C8= -3.04060E-10

[可变距离]

<聚焦于无限远时>

	W	M	T
f	6.36000	28.00000	60.00000
D0	∞	∞	∞
d5	1.22740	14.89085	19.39413
d10	19.85241	5.59456	2.60096
d15	7.98445	3.21186	2.30792
d20	2.20650	19.91373	29.81295
d22	4.55000	4.55000	4.55000
Bf	0.53109	0.53109	0.53109
TL	66.25185	78.59208	89.09705

<聚焦于近物时>

β	-0.02220	-0.09425	-0.04780
D0	233.7482	221.4079	910.9030
d5	1.22740	14.89085	19.39413
d10	19.85241	5.59456	2.60096
d15	7.98445	3.21186	2.30792
d20	1.96739	15.64321	25.72212
d22	4.78911	8.82052	8.64083
Bf	0.53109	0.53109	0.53109
TL	66.25185	78.59208	89.09705

[条件表达式的值]

(1): $(f4F+f4R)/f4$	= -0.272
(2): $(fW \times f1)/(fT \times f3)$	= 0.168
(3): $(fW \times f4)/(fT \times f3)$	= 0.098
(4): $(fW \times f4)/(fT \times f5)$	= 0.097
(5): $f4F/f5$	= 0.578

图 11A、11B 和 11C 是表示根据本发明实例 4 的变焦透镜系统聚焦于无限远时的各种像差曲线，其中图 11A 表示的是在广角端态的各

种像差曲线，图 11B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 11C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线，图 12A、12B 和 12C 是表示根据本发明实例 4 的变焦透镜系统聚焦于最近物时的各种像差曲线，其中图 12A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 12B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 12C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。

从各条曲线显见，根据实例 4 的变焦透镜系统作为良好地校正了从广角端态到远摄端态的各种焦距态下的各种像差的结果，表现出优良的光学性能。

顺便说一下，在实例 4 中，靠近第一透镜组 G1 最物侧透镜的胶合正透镜 L11 的有效直径 $\phi 1$ 小于 22.8mm，以至于变焦透镜系统的设计非常紧凑。第一透镜组从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时的移动量约为远摄端态 T 下变焦透镜系统的总透镜长度的 1/4，因此镜筒在缩回时可以有效的收回。远摄端态 T 下的半视角约为 3.8° 。

<实例 5>

图 13 是根据本发明实例 5 的变焦透镜系统在广角端态 W 下聚焦于无限远时的透镜分布简图。

在图 13 中，根据实例 5 的变焦透镜系统从物侧起由下列元件组成：具有正折射光焦距度的第一透镜组 G1，具有负折射光焦距度的第二透镜组 G2，孔径光阑 S，具有正折射光焦距度的第三透镜组 G3，具有正折射光焦距度的第四透镜组 G4，具有正折射光焦距度的第五透镜组 G5，光学低通滤波器 LPF，和设置在像平面 I 中的固态成像装置 D 的盖玻片 CG。

第一透镜组 G1 从物侧起由这些元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜与双凸正透镜胶合而成的胶合正透镜 L11，和凸面朝向物侧的

正弯月透镜 L12。

第二透镜组 G2 从物侧起由这些元件组成：凸面朝向物侧的负弯月透镜 L21，由双凹负透镜与双凸正透镜胶合而成的胶合负透镜 L22。

第三透镜组 G3 从物侧起由这些元件组成：双凸正透镜 L31 和凹面朝向物侧的负弯月透镜 L32。

第四透镜组 G4 从物侧起由这些元件组成：前透镜组 G4F 和后透镜组 G4R。

前透镜组 G4F 由非球面朝向像侧的双凸正透镜 L41 组成。

后透镜组 G4R 由从物侧起的双凸正透镜与双凹负透镜胶合而成的胶合负透镜 L42 组成。

第五透镜组 G5 由凸面朝向物侧的正弯月透镜 L51 组成。

与实例 5 有关的各种值列于表 5。

表 5

[规格]

	W	T
f=	6.75	77.60
FNO=	2.6	5.4

[透镜数据]

	r	d	v	n	
1)	58.0075	1.2000	25.41	1.805182	$\Phi 1=24.0$
2)	34.1633	3.5000	65.42	1.603001	
3)	-428.1467	0.1000			

4)	33.8540	2.5000	82.56	1.497820
5)	142.0901	(d5)		
6)	495.8320	1.0000	40.76	1.882997
7)	10.0959	2.8000		
8)	-14.8370	1.0000	61.14	1.589130
9)	12.2952	2.3000	22.76	1.808095
10)	-249.3612	(d10)		
11>	0.0000	0.5000	孔径光阑 S	
12)	13.7682	2.3000	82.56	1.497820
13)	-30.3672	1.3184		
14)	-12.2059	1.0000	23.78	1.846660
15)	-20.6505	(d15)		
16)	124.0192	2.2000	40.87	1.804320
17*)	-16.4504	0.1000		
18)	8.1826	3.6000	82.56	1.497820
19)	-18.9275	1.1000	40.76	1.882997
20)	8.8897	(d20)		
21)	16.0881	1.7000	82.52	1.497820
22)	126.9750	(d22)		
23)	0.0000	1.6000	70.51	1.544370
24)	0.0000	0.5000		
25)	0.0000	0.5000	64.10	1.516800
26)	0.0000	Bf		

[非球面数据]

表面数 17

$\kappa = -0.2398$

C2= 0.00000E+00

C4= 0.00000E+00

C6= -1.22770E-07

C8= -9.86800E-10

[可变距离]

<聚焦于无限远时>

	W	M	T
f	6.78000	28.00000	77.60000
D0	∞	∞	∞
d5	2.07380	16.32382	25.17225
d10	23.72235	8.13082	1.27118
d15	8.38910	3.70034	2.18059
d20	2.95227	17.69181	29.46637
d22	5.55855	5.55855	5.55855
Bf	1.47953	1.47953	1.47954
TL	74.99404	83.70331	95.94692

<聚焦于近物时>

β	-0.02753	-0.09776	-0.06866
D0	225.0060	216.2967	904.0540
d5	2.07380	16.32382	25.17225
d10	23.72235	8.13082	1.27118
d15	8.38910	3.70034	2.18059
d20	2.56880	12.90042	21.14839
d22	5.94202	10.34994	13.87653
Bf	1.47953	1.47953	1.47954
TL	74.99404	83.70331	95.94692

[条件表达式的值]

- (1): $(f4F+f4R)/f4 = -0.272$
 (2): $(fW \times f1)/(fT \times f3) = 0.115$
 (3): $(fW \times f4)/(fT \times f3) = 0.066$
 (4): $(fW \times f4)/(fT \times f5) = 0.066$
 (5): $f4F/f5 = 0.494$

图 14A、14B 和 14C 是表示根据本发明实例 5 的变焦透镜系统聚

焦于无限远时的各种像差曲线，其中图 14A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 14B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 14C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线，图 15A、15B 和 15C 是表示根据本发明实例 5 的变焦透镜系统聚焦于最近物时的各种像差曲线，其中图 15A 表示的是在广角端态的各种像差曲线，图 15B 表示的是在中等焦距态的各种像差曲线，图 15C 表示的是在远摄端态的各种像差曲线。

从各条曲线显见，根据实例 5 的变焦透镜系统作为良好地校正了从广角端态到远摄端态的各种焦距态下的各种像差的结果，表现出优良的光学性能。

顺便说一下，在实例 5 中，靠近第一透镜组 G1 最物侧透镜的胶合正透镜 L11 的有效直径 $\phi 1$ 小于 24.0mm，以至于变焦透镜系统的设计非常紧凑。第一透镜组从广角端态 W 向远摄端态 T 变焦时的移动量约为远摄端态 T 下变焦透镜系统的总透镜长度的 1/4.5，因此镜筒在缩回时可以有效的收回。远摄端态 T 下的半视角约为 2.8° 。

如上所述，在每个实例的变焦透镜系统中，由相机震动造成的图像模糊可以通过垂直于光轴地移动任何一个透镜或透镜组来校正。而且为了校正拍摄近物时的色差，第五透镜组可以通过所谓的由正透镜和负透镜组成的消色差组合构成。

顺便说一下，无需赘述，虽然图中以五透镜组结构的变焦透镜系统说明本发明的各个实例，但对五透镜组结构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。而且在每个透镜组的结构中，对实例中所示透镜组简单增加透镜元件的透镜组也包含在本发明的实质和范围内。

本领域的其他优点及改型将是显而易见的。因此，本发明的范围

不限于在此展示并叙述的具体的细节和各个代表性的器件。因此，可以在不脱离本发明由权利要求及其等同物限定的实质及其范围的前提下可以对本发明做各种改型。

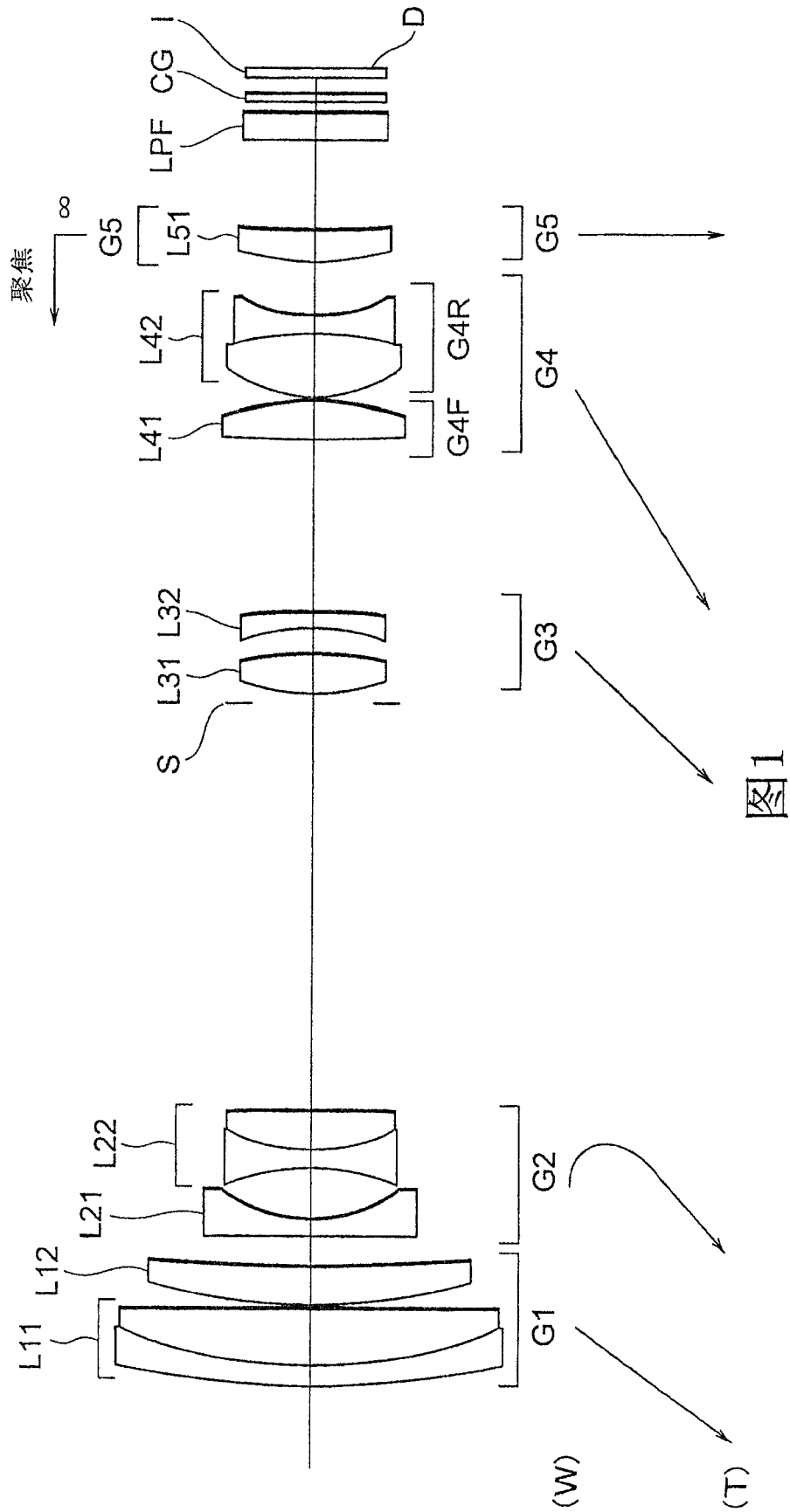


图2A

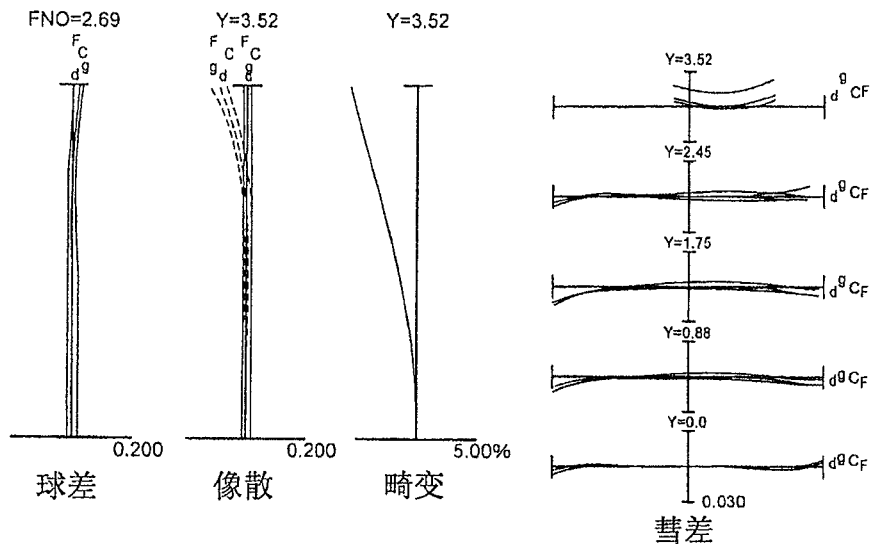


图2B

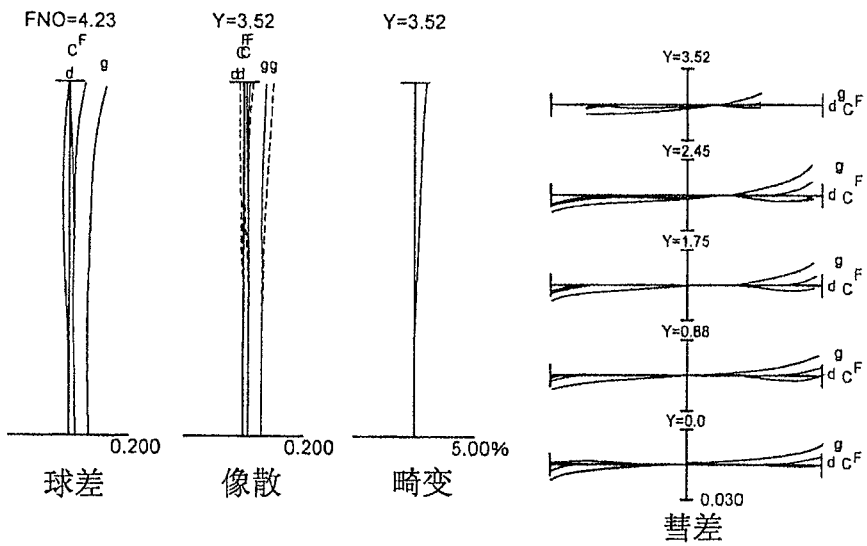


图2C

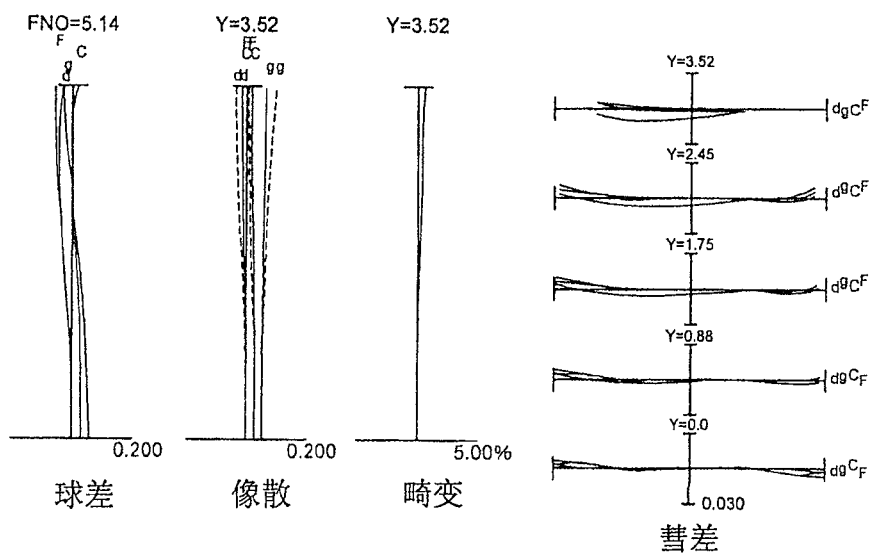


图3A

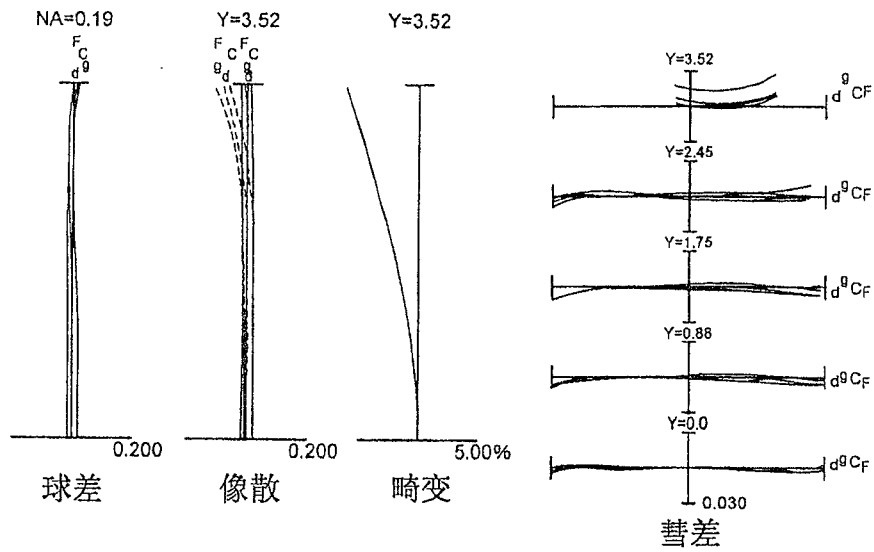


图3B

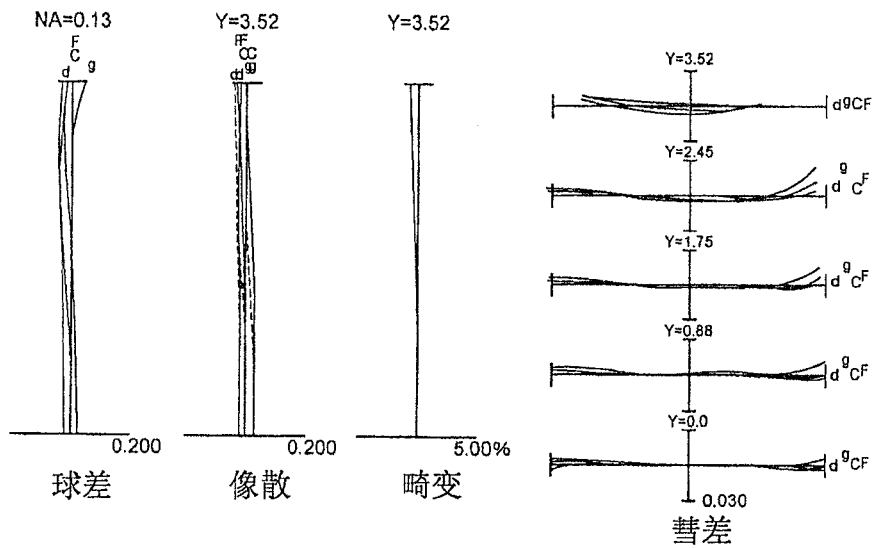
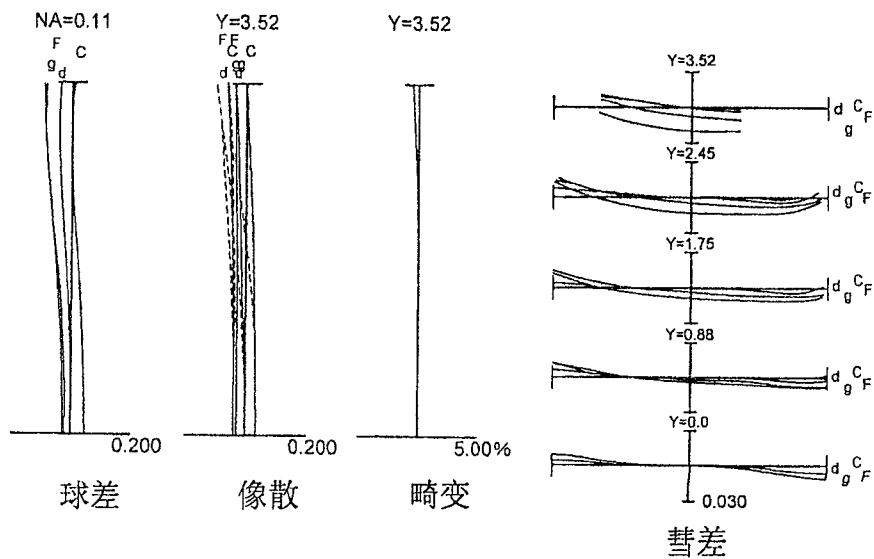


图3C



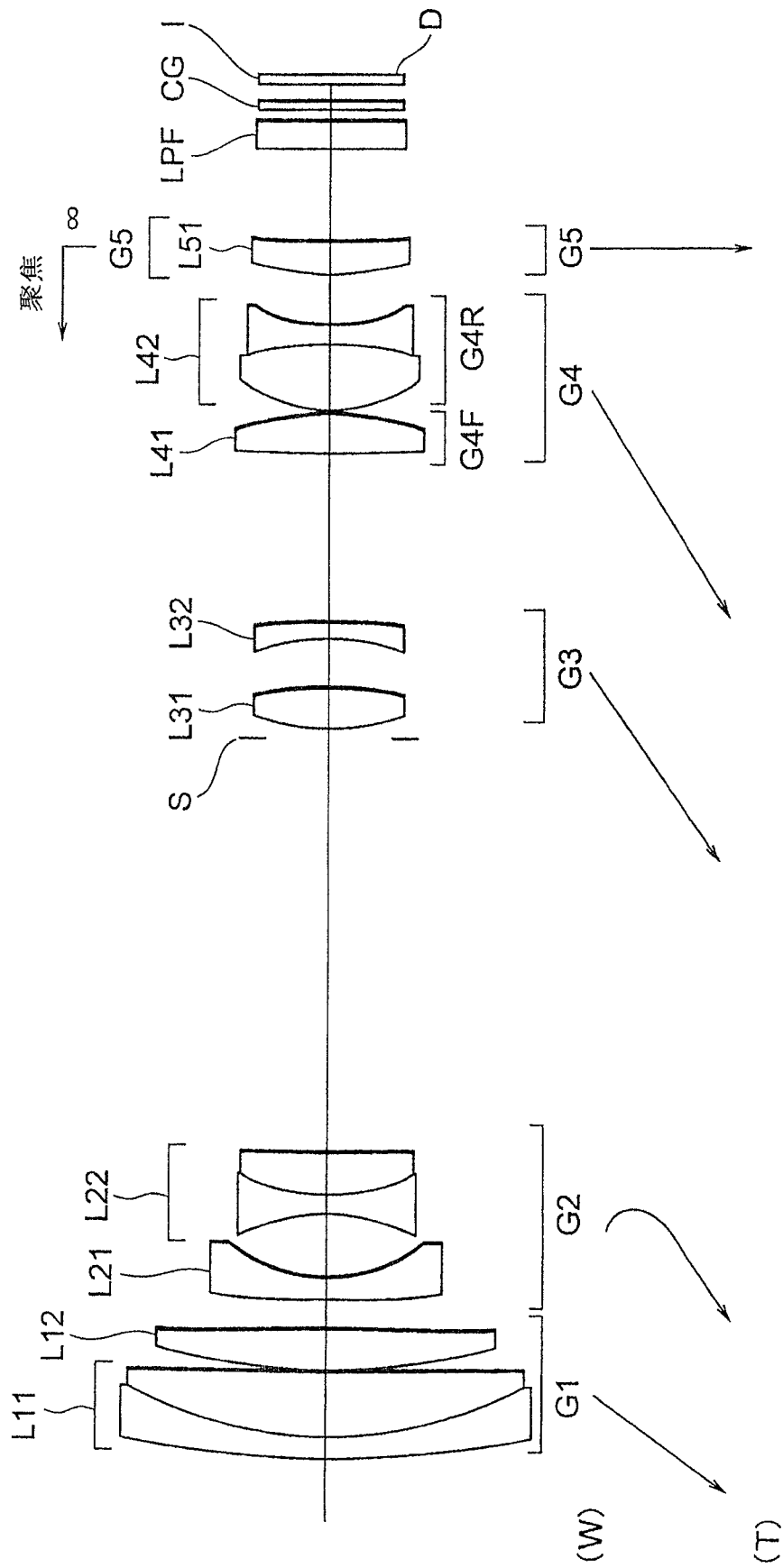


图5A

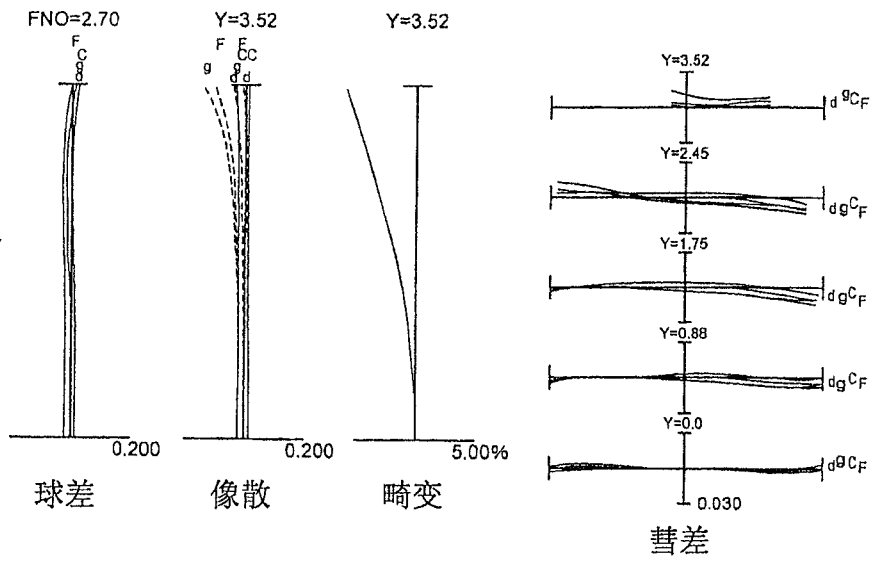


图5B

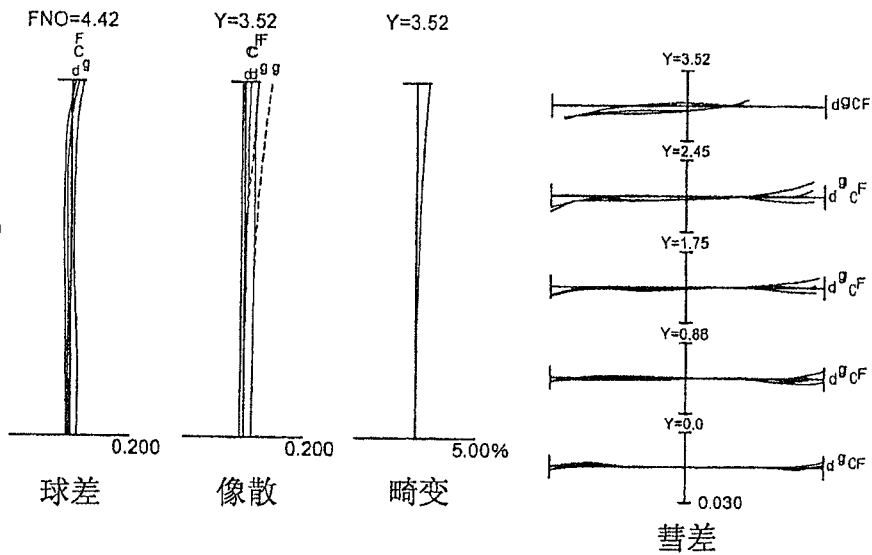


图5C

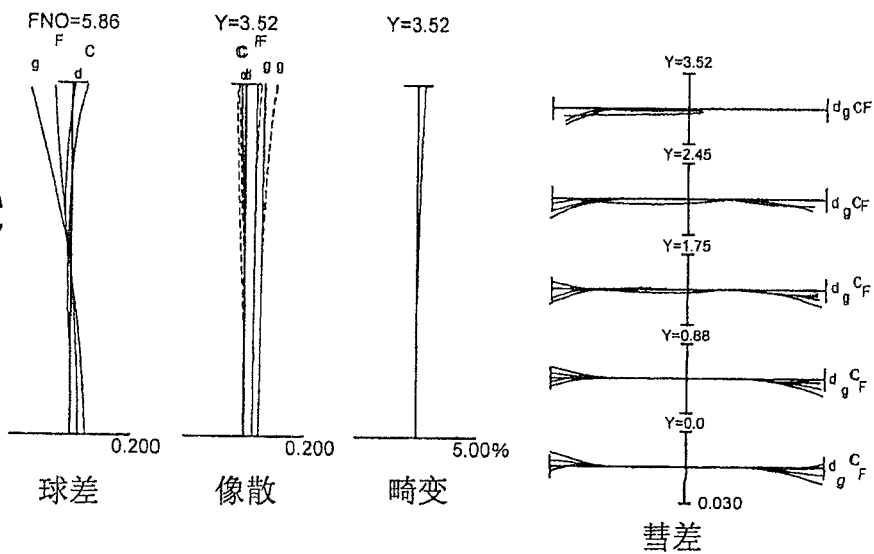


图6A

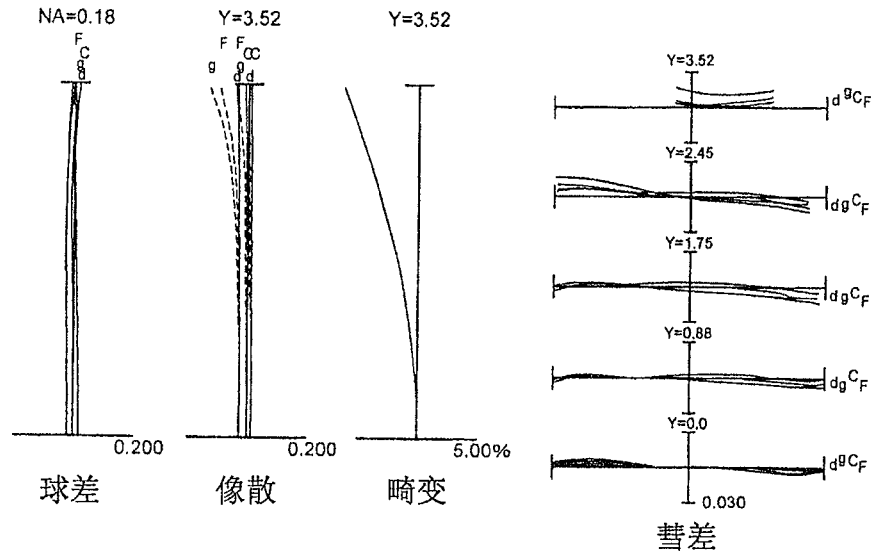


图6B

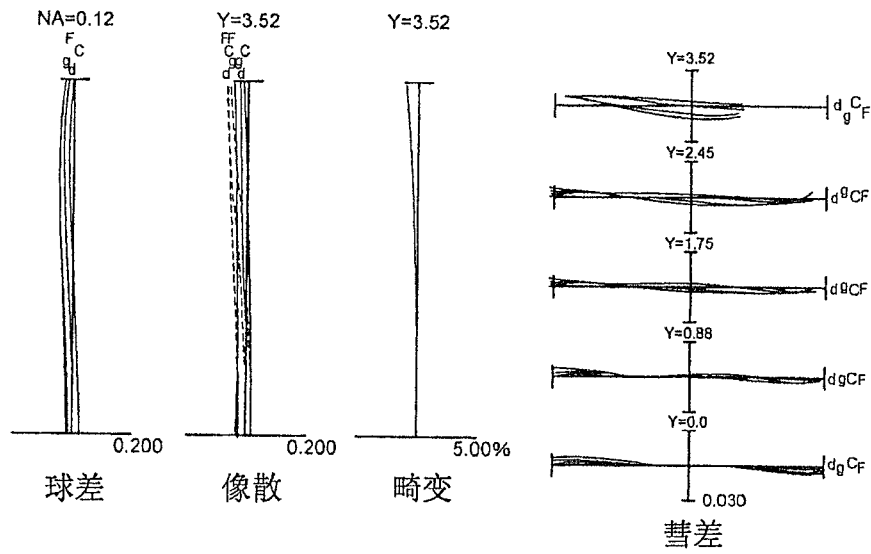
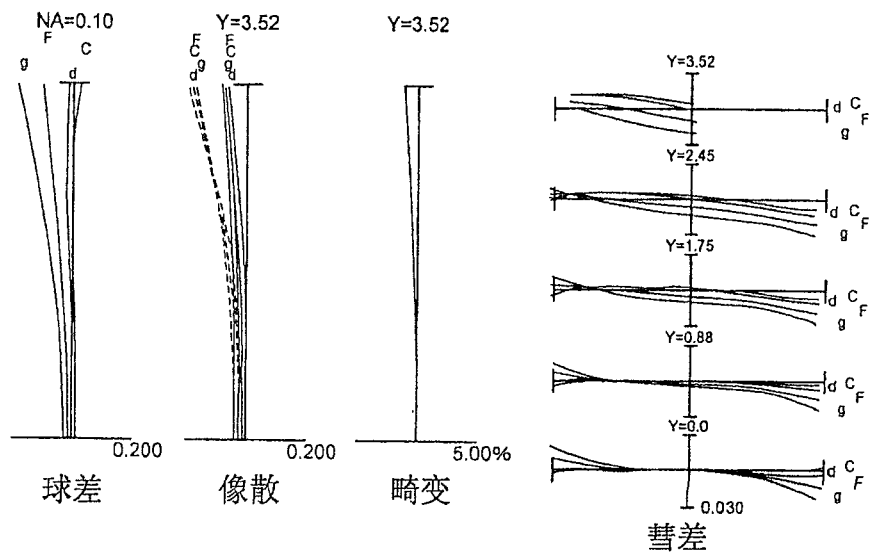


图6C



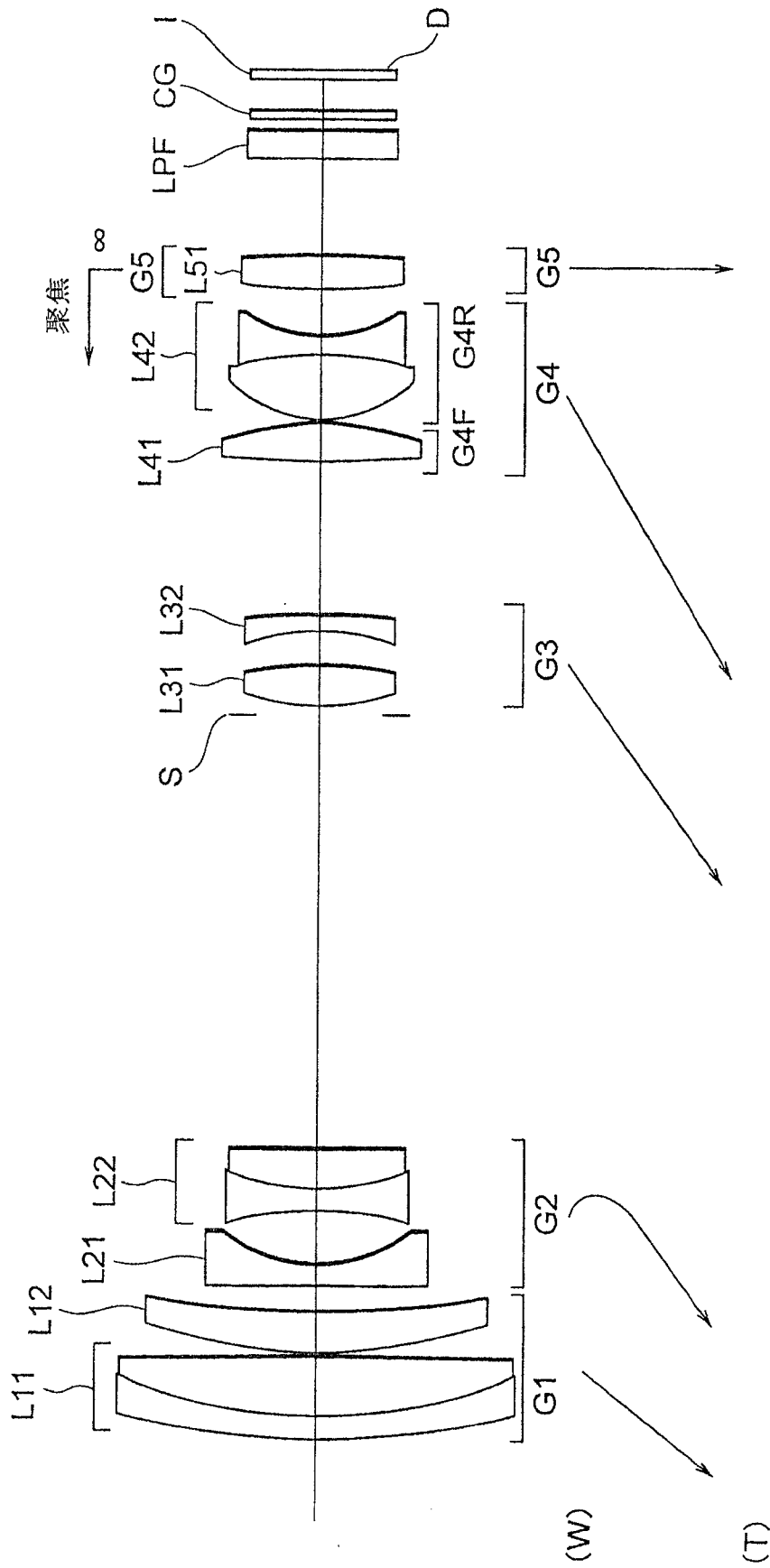


图7

图8A

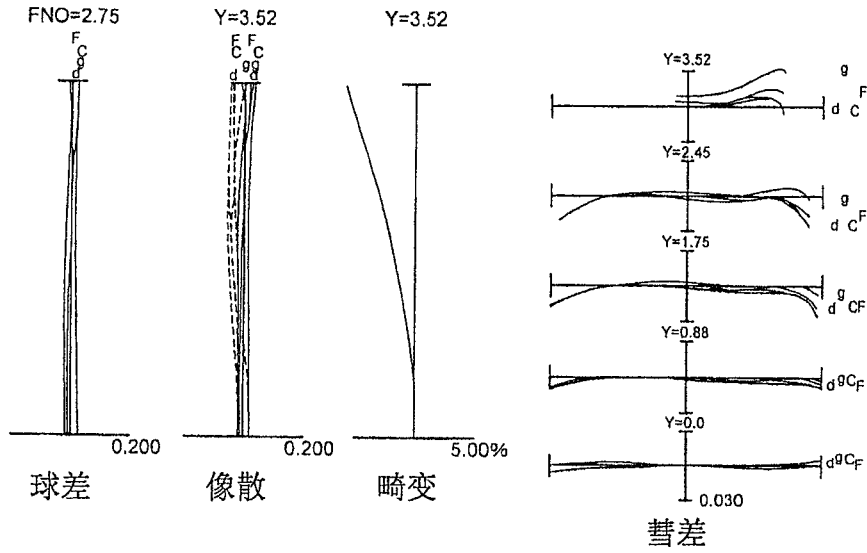


图8B

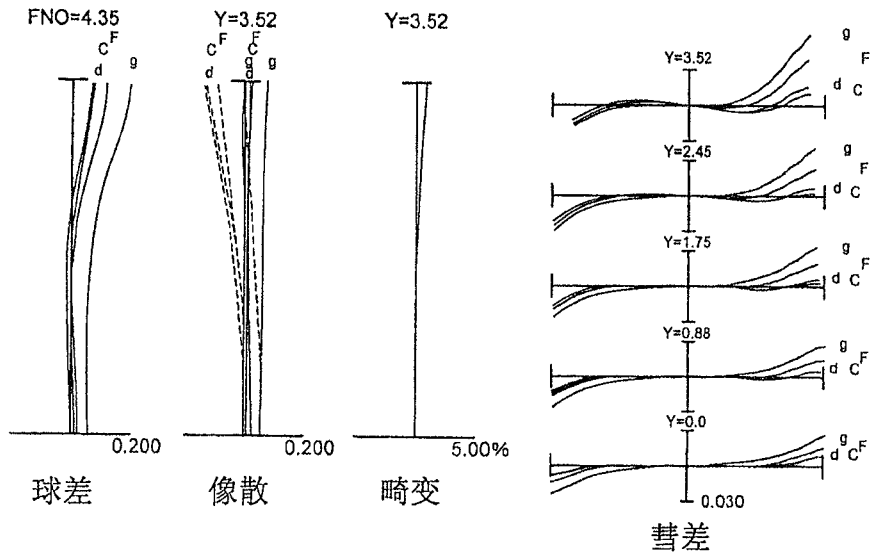


图8C

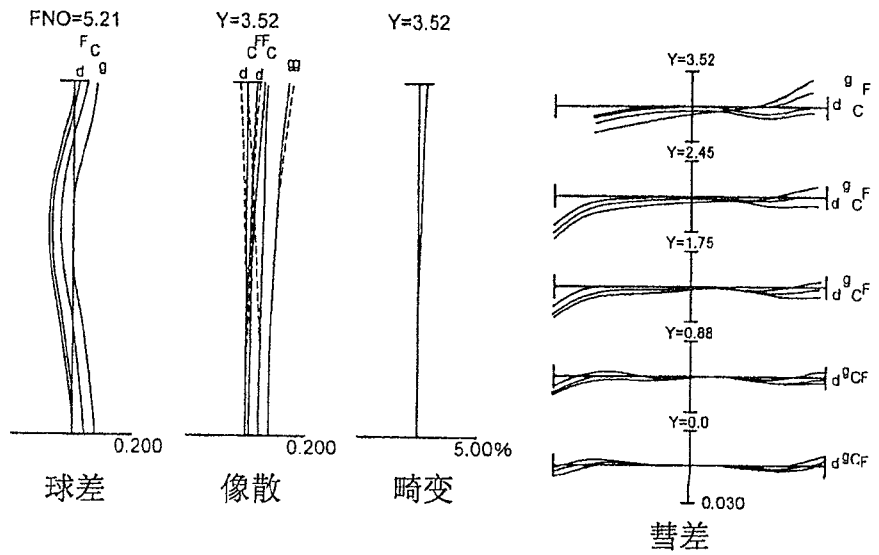


图9A

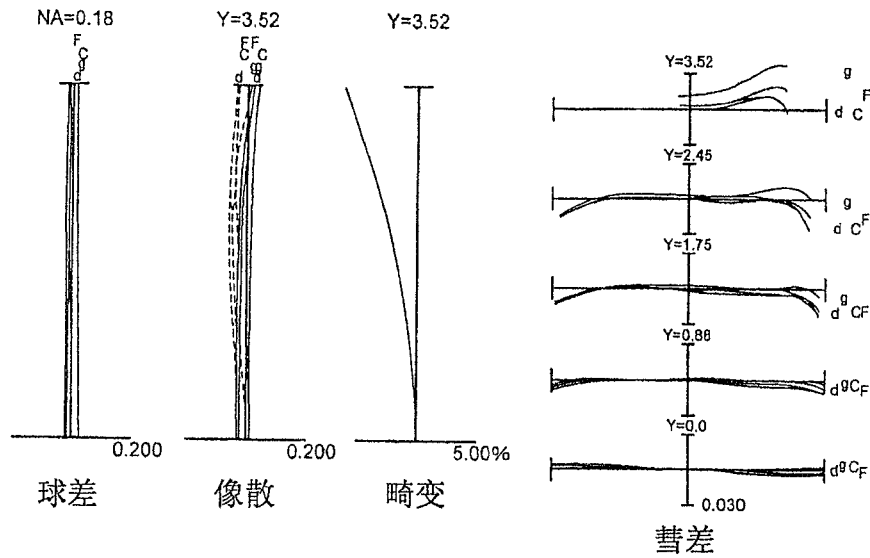


图9B

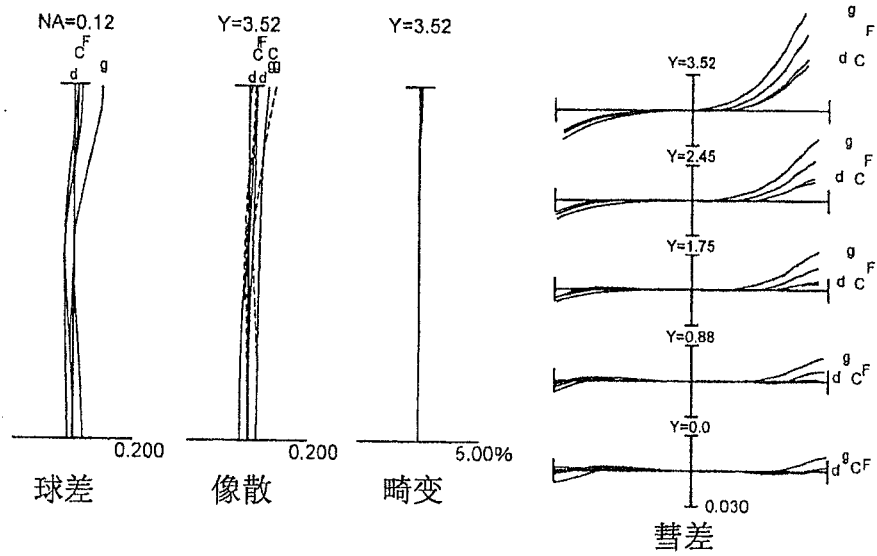


图9C

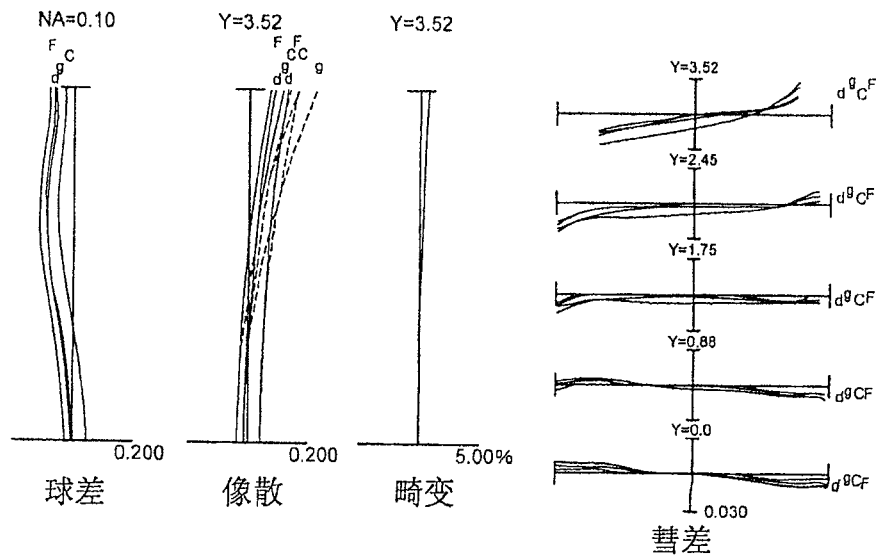


图11A

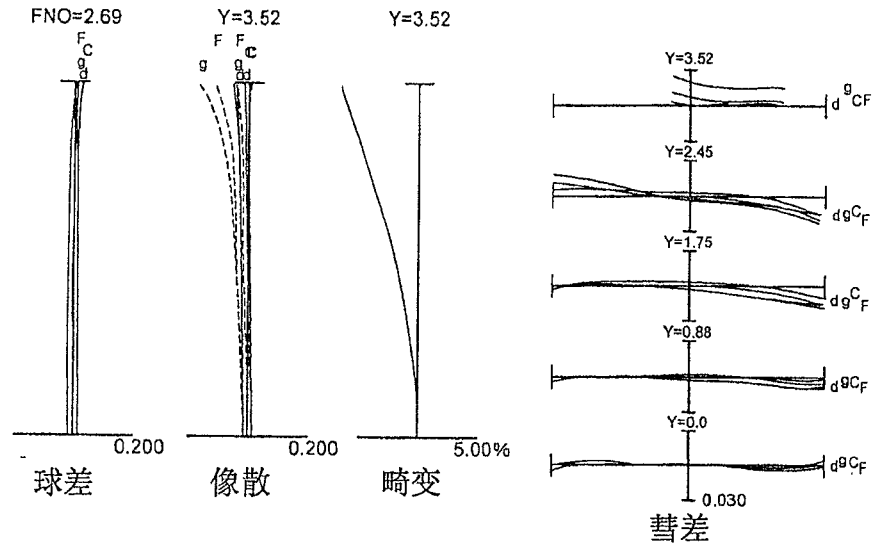


图11B

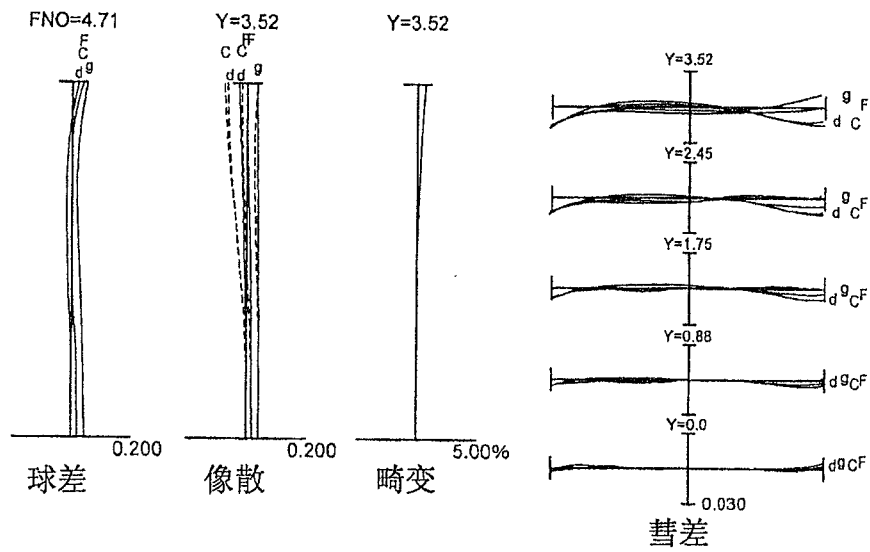


图11C

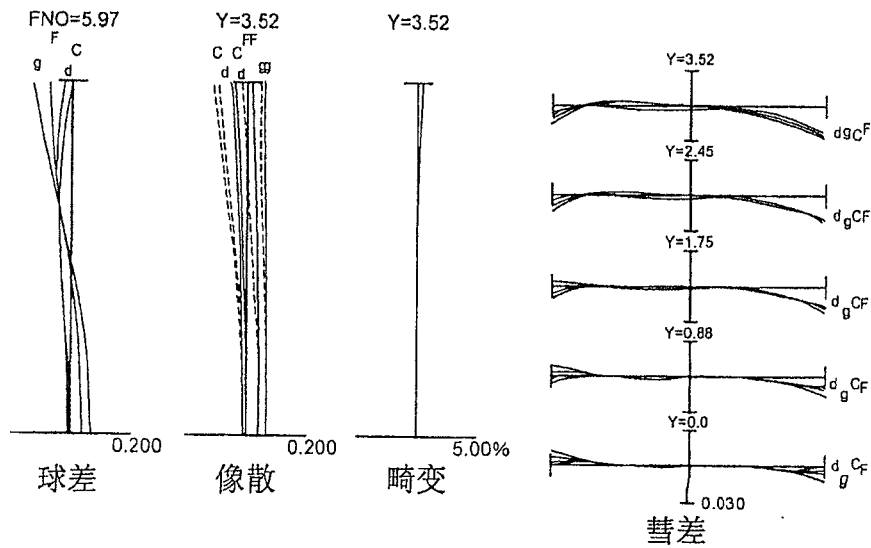


图12A

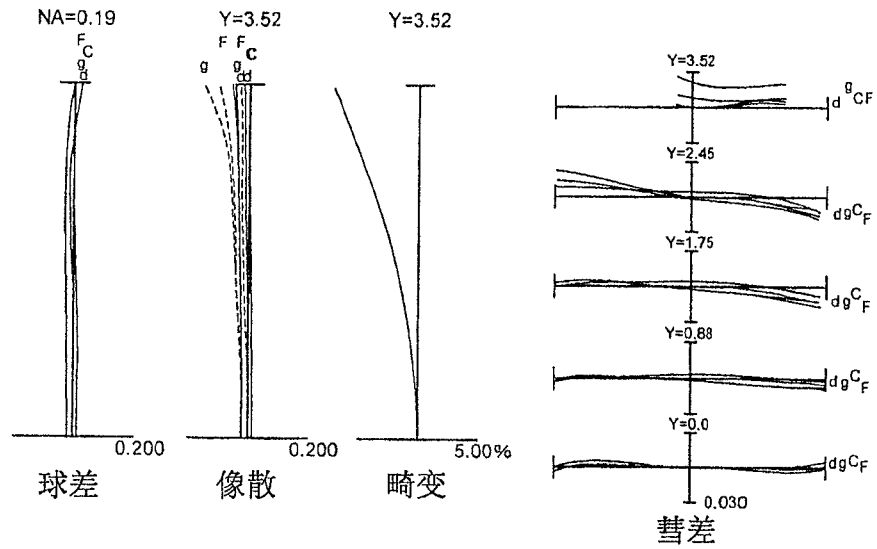


图12B

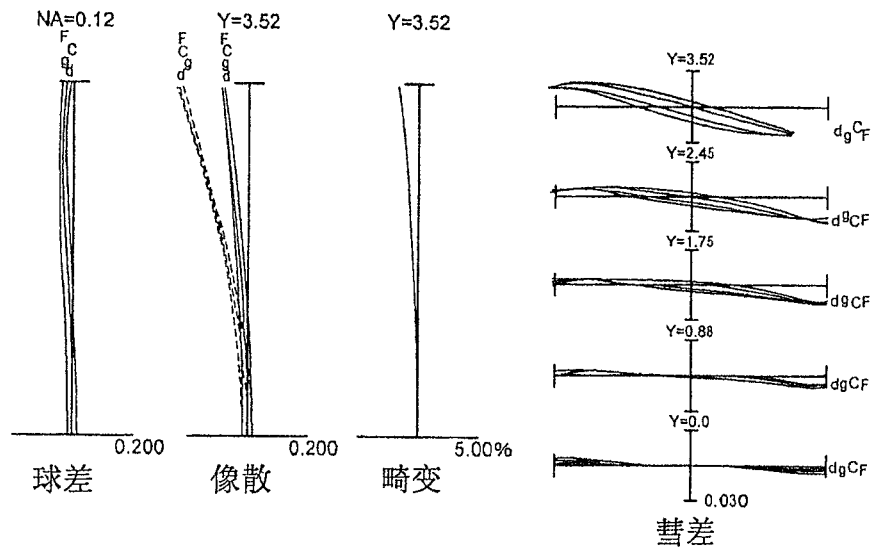
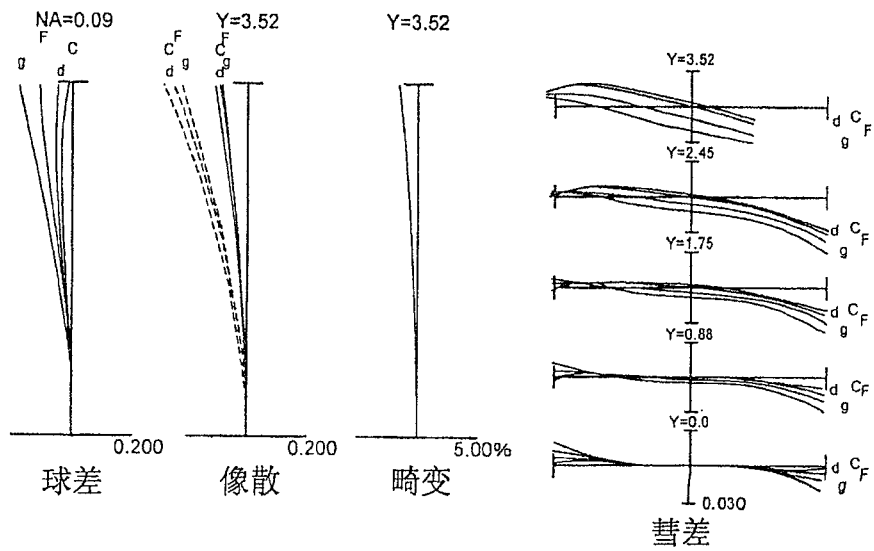


图12C



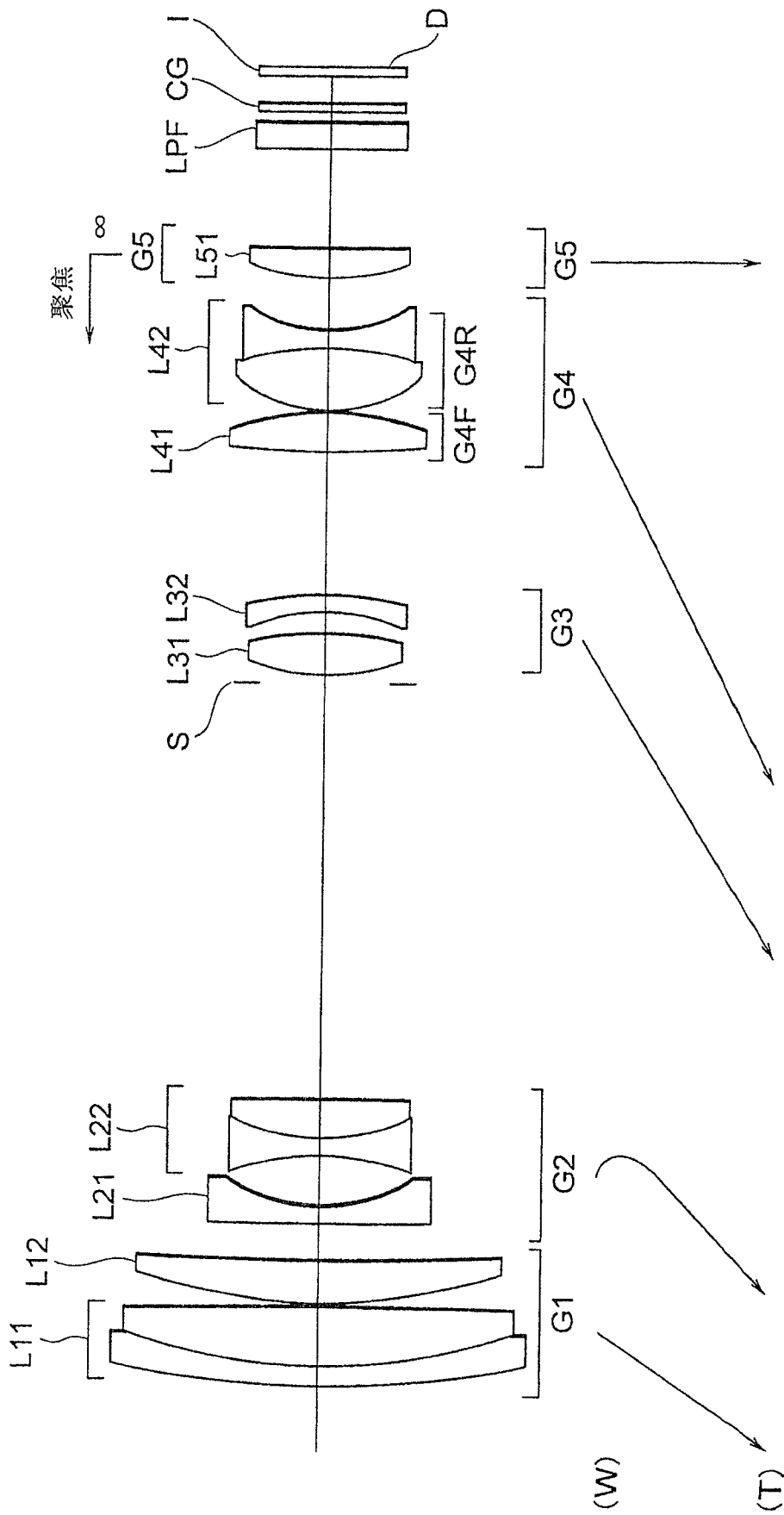


图13

图14A

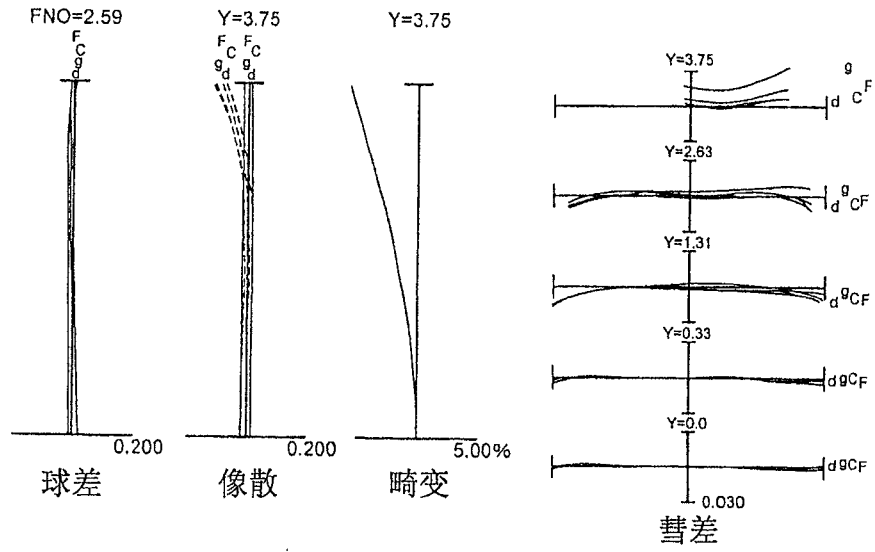


图14B

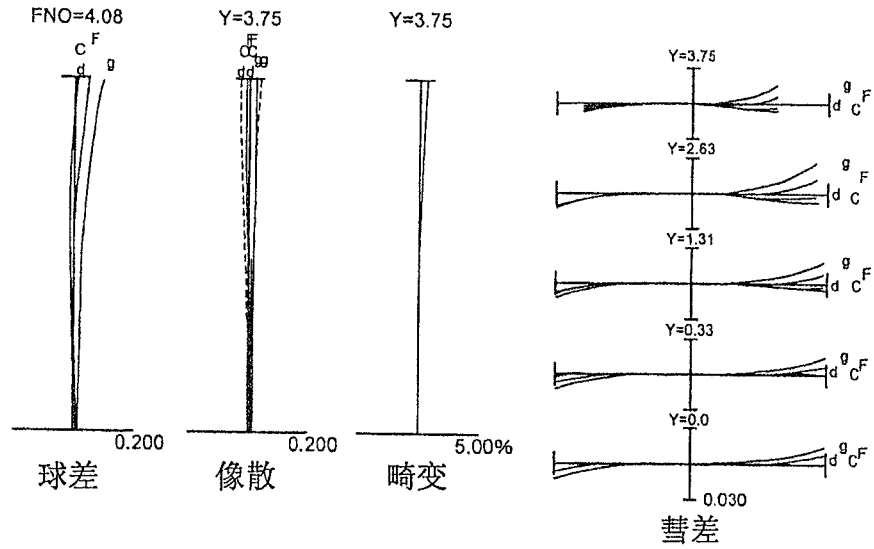


图14C

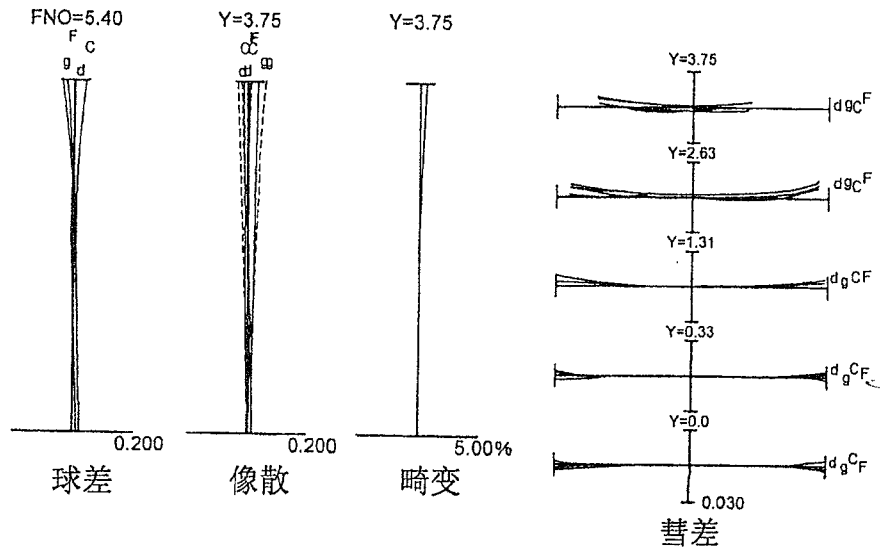


图15A

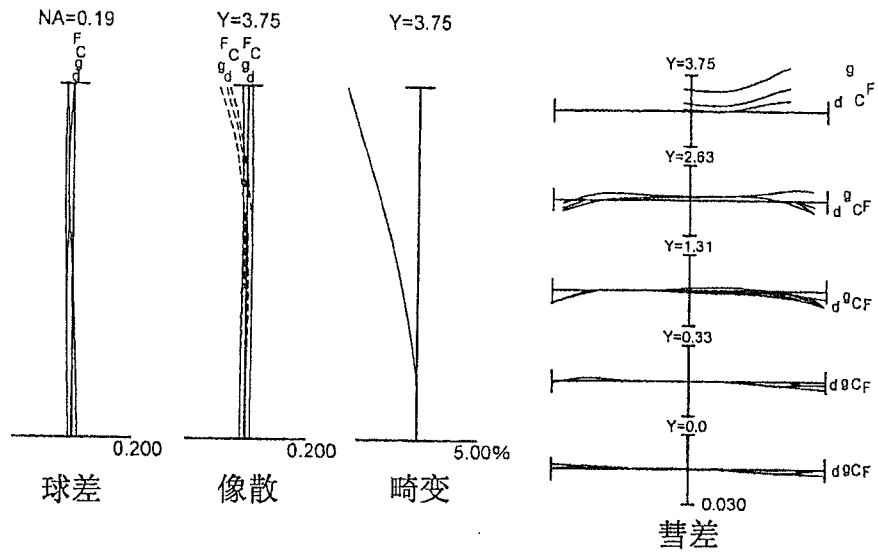


图15B

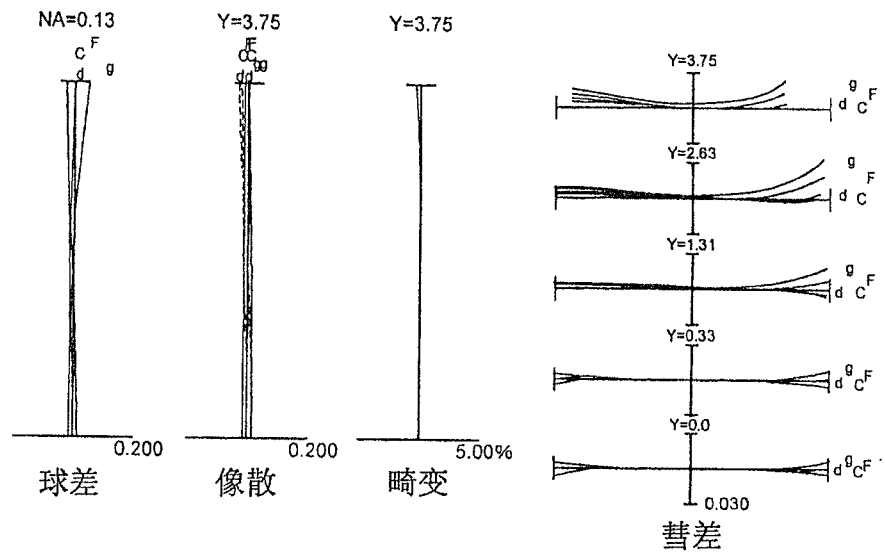


图15C

