



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103314323 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201180065068. 2

(22) 申请日 2011. 12. 07

(30) 优先权数据

2011-007455 2011. 01. 18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/006856 2011. 12. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/098617 JA 2012. 07. 26

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府门真市大字门真 1006 番地

(72) 发明人 松村善夫 山田克

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 肖华

(51) Int. Cl.

G02B 15/20(2006. 01)

G02B 13/18(2006. 01)

G03B 5/00(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006349947 A, 2006. 12. 28, 全文.

JP 2006184776 A, 2006. 07. 13, 全文.

JP 2008203304 A, 2008. 09. 04, 全文.

JP 2005352265 A, 2005. 12. 22, 全文.

审查员 杨莹

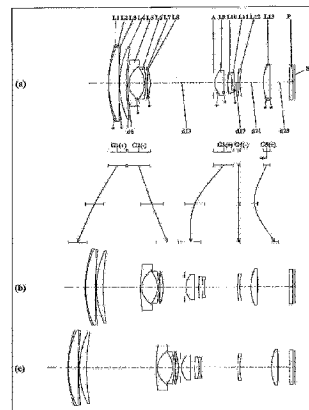
权利要求书2页 说明书43页 附图19页

(54) 发明名称

变焦透镜系统、摄像装置以及照相机

(57) 摘要

本发明提供一种变焦透镜系统、摄像装置以及照相机,该变焦透镜系统具有多个由至少一个透镜元件构成的透镜组,从物方到像方依次包括:具有正光焦度的第1透镜组;和至少一个后续透镜组,摄像时在从广角端向远摄端变焦之时,所述第1透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化,构成透镜系统的全部透镜元件中的至少一个满足以下的条件(1): $((\phi_{1c}g - \phi_{1c}F) + 0.0018 \times \phi_{1c}d) / (\phi_{1c}F - \phi_{1c}C) > 0.8978$ 以及 $f_T / f_W > 10.5 (\phi_{1cn}$:相对于n线的第1透镜组的折射力, f_W :整个系统在广角端的焦距, f_T :整个系统在远摄端的焦距)。



1. 一种变焦透镜系统,其是具有多个由至少一个透镜元件构成的透镜组的变焦透镜系统,其特征在于,

从物方到像方依次包括:

具有正光焦度的第 1 透镜组;和

至少一个后续透镜组,

摄像时在从广角端向远摄端变焦之时,所述第 1 透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化,

所述第 1 透镜组满足以下的条件 (1):

$$((\phi_{1G}g - \phi_{1G}F) + 0.0018 \times \phi_{1G}d) / (\phi_{1G}F - \phi_{1G}C) > 0.8978 \dots (1) \text{ 且}$$

$$f_T / f_W > 10.5$$

其中,

$\phi_{1G}n$:相对于 n 线的第 1 透镜组的折射力,

f_W :整个系统在广角端的焦距,

f_T :整个系统在远摄端的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其特征在于,满足以下的条件 (2):

$$0.20 < (L_T \times f_W) / (H_T \times f_T) < 1.31 \dots (2)$$

其中,

L_T :在远摄端的透镜全长、即光轴上的从透镜系统的最靠近物体的透镜元件的物方表面至像面的距离,

f_W :整个系统在广角端的焦距,

f_T :整个系统在远摄端的焦距,

H_T :在远摄端的像高。

3. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其特征在于,满足以下的条件 (3):

$$0.10 < (f_1 \times f_W) / (H_T \times f_T) < 0.73 \dots (3)$$

其中,

f_1 :第 1 透镜组的焦距,

f_W :整个系统在广角端的焦距,

f_T :整个系统在远摄端的焦距,

H_T :在远摄端的像高。

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其特征在于,在后续透镜组中第 2 透镜组最靠近物方配置,所述变焦透镜系统满足以下的条件 (4):

$$11.76 < f_T / M_2 < 70.00 \dots (4)$$

其中,

f_T :整个系统在远摄端的焦距,

M_2 :第 2 透镜组在光轴上的厚度、即光轴上的从最靠近物方的透镜元件的物方表面至最靠近像方的透镜元件的像方表面的距离。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其特征在于,

构成第 1 透镜组的透镜元件中的至少一个是由微粒分散材料构成的透镜元件。

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其特征在于,

构成第 1 透镜组的透镜元件中的至少一个满足以下的条件 (5) 或者 (6) :

[数式 4]

I) $vd < 23$ 时

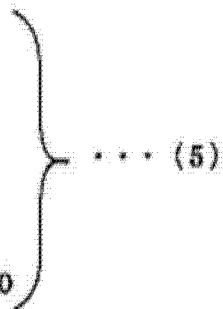
$$0.0002399 \times vd^2 - 0.0123 \times vd + 0.8157 - \theta_{gF} < 0$$

II) $23 \leq vd < 80$ 时

$$\theta_{gF} > 0.66$$

III) $80 \leq vd$ 时

$$0.00003815 \times vd^2 - 0.006314 \times vd + 0.8239 - \theta_{gF} < 0$$



$$-0.00325 \times vd + 0.69 - \theta_{gF} > 0 \dots (6)$$

其中,

vd : 透镜元件的相对于 d 线的阿贝数,

θ_{gF} : 透镜元件的局部色散率, 是相对于 g 线的折射率与相对于 F 线的折射率之差和相对于 F 线的折射率与相对于 C 线的折射率之差的比。

7. 一种摄像装置, 其能够将物体的光学的像输出为电的图像信号, 其特征在于, 包括: 形成物体的光学的像的变焦透镜系统; 和 将由该变焦透镜系统形成的光学的像转换为电的图像信号的摄像元件, 所述变焦透镜系统是权利要求 1 所述的变焦透镜系统。

8. 一种照相机, 其将物体的光学的像转换为电的图像信号, 进行被转换后的图像信号的显示以及存储中的至少一方, 其特征在于, 包括摄像装置, 所述摄像装置包括形成物体的光学的像的变焦透镜系统、和将由该变焦透镜系统形成的光学的像转换为电的图像信号的摄像元件,

所述变焦透镜系统是权利要求 1 所述的变焦透镜系统。

变焦透镜系统、摄像装置以及照相机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜系统、摄像装置以及照相机。本发明尤其涉及不仅具有高分辨率、而且小型、且能够以广角端的视角为 80° 左右充分地适应于广角摄影、且具有 10 倍以上极大的变焦率的变焦透镜系统,含有该变焦透镜的摄像装置,以及具有该摄像装置的紧凑的照相机。

背景技术

[0002] 近年来,高像素的 CCD(电荷耦合元件)、CMOS(互补金属氧化物半导体)等的固体摄像元件的开发进展顺利,具备包含与这些高像素的固体摄像元件对应的、具有高光学性能的摄像光学系统的摄像装置的数码静态照相机、数码摄像机(以下,仅称为「数码照相机」)正迅速地普及。在具有这样的高光学性能的数码照相机中,尤其是能够以 1 部机器覆盖从广角区域到超远摄区域的宽广焦距范围的、搭载有变焦率极其高的变焦透镜系统的紧凑型的数码照相机的便利性被强烈地要求。而且,还要求了具有摄影范围较广的广角区域的变焦透镜系统。

[0003] 对于上述紧凑型的数码照相机,例如提出了以下各种变焦透镜。

[0004] 在日本特开 2005 - 316047 号公报中,揭示了如下这样的变焦透镜:其从物方到像方依次具有正负两个透镜组和至少一个后续透镜组,在变焦时第 1、第 2 透镜组的至少一方移动,具有独特的阿贝数以及局部色散率的透镜元件的焦距与包含有该透镜元件的透镜组的焦距满足特定的关系。

[0005] 在日本特开 2007 - 226142 号公报中,揭示了如下这样的变焦透镜:其从物方到像方依次具有正负正三个透镜组,在变焦时相邻的透镜组的间距发生变化,具有独特的阿贝数以及局部色散率的透镜元件被包含于第 3 透镜组中。

[0006] 在日本特开 2007 - 298555 号公报,揭示了如下这样的变焦透镜:其从物方到像方依次具有正负两个透镜组和后续透镜组,在变焦时第 1、第 2 透镜组的间距发生变化,具有独特的阿贝数以及局部色散率的透镜元件被包含于第 1 透镜组中,第 1 透镜组的焦距与整个系统的在远摄端的焦距满足特定的关系。

[0007] 在日本特开 2010 - 026247 号公报,揭示了如下这样的变焦透镜:具有最靠近物方的透镜组和后续透镜组,包含由非球面构成的接合面,透镜元件的偏倚量满足特定的条件。

[0008] 在日本特开 2010 - 054667 号公报,揭示了如下这样的变焦透镜:其从物方到像方依次具有正负两个透镜组和后续透镜组,在变焦时各透镜组的间距发生变化,在第 1 透镜组中具有接合透镜,构成该接合透镜的其中一个正透镜的阿贝数以及局部色散率是独特的。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献 1: 日本特开 2005 - 316047 号公报

[0012] 专利文献 2: 日本特开 2007 - 226142 号公报

- [0013] 专利文献 3: 日本特开 2007 - 298555 号公报
 [0014] 专利文献 4: 日本特开 2010 - 026247 号公报
 [0015] 专利文献 5: 日本特开 2010 - 054667 号公报

发明内容

[0016] 发明要解决的课题

[0017] 但是,上述专利文献所揭示的变焦透镜在广角端的视角都较小,按照所使用的透镜片数比较,变焦率小,都不可能满足近年来的数码照相机的要求。

[0018] 本发明的目的在于提供一种不仅具有高分辨率、而且小型、且能够以广角端的视角为 80° 左右充分地适应于广角摄影、且具有 10 倍以上极大的变焦率的变焦透镜系统,含有该变焦透镜的摄像装置,以及具有该摄像装置的紧凑的照相机。

[0019] 解决课题的手段

[0020] 上述目的之一是通过以下的变焦透镜系统达成的。即,本发明涉及一种变焦透镜系统,其特征在于,

[0021] 从物方到像方依次包括:

[0022] 具有正光焦度的第 1 透镜组;和

[0023] 至少一个后续透镜组,

[0024] 摄像时在从广角端向远摄端变焦之时,所述第 1 透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化,

[0025] 构成透镜系统的全部透镜元件中的至少一个满足以下的条件(1):

$$[0026] \quad ((\phi_{1G}g - \phi_{1G}F) + 0.0018 \times \phi_{1G}d) / (\phi_{1G}F - \phi_{1G}C) > 0.8978 \dots (1)$$

[0027] 且

$$[0028] \quad f_T / f_W > 10.5$$

[0029] (其中,

[0030] $\phi_{1G}n$: 相对于 n 线的第 1 透镜组的折射力,

[0031] f_W : 整个系统在广角端的焦距,

[0032] f_T : 整个系统在远摄端的焦距)。

[0033] 上述目的之一是通过以下的摄像装置达成的。即,本发明涉及一种摄像装置,其能够将物体的光学的像输出为电的图像信号,其特征在于,包括:形成物体的光学的像的变焦透镜系统;和将由该变焦透镜系统形成的光学的像转换为电的图像信号的摄像元件,

[0034] 所述变焦透镜系统从物方到像方依次包括:

[0035] 具有正光焦度的第 1 透镜组;和

[0036] 至少一个后续透镜组,

[0037] 摄像时在从广角端向远摄端变焦之时,所述第 1 透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化,

[0038] 构成透镜系统的全部透镜元件中的至少一个满足以下的条件(1):

$$[0039] \quad ((\phi_{1G}g - \phi_{1G}F) + 0.0018 \times \phi_{1G}d) / (\phi_{1G}F - \phi_{1G}C) > 0.8978 \dots (1)$$

[0040] 且 $f_T / f_W > 10.5$

[0041] (其中,

[0042] ϕ_{1Gn} :相对于 n 线的第 1 透镜组的折射力,

[0043] f_w :整个系统在广角端的焦距,

[0044] f_T :整个系统在远摄端的焦距)。

[0045] 上述目的之一是通过以下的照相机达成的。即,本发明涉及一种照相机,其特征在于,其将物体的光学的像转换为电的图像信号,进行被转换后的图像信号的显示以及存储中的至少一方,其特征在于,包括摄像装置,所述摄像装置包括形成物体的光学的像的变焦透镜系统、和将由该变焦透镜系统形成的光学的像转换为电的图像信号的摄像元件,

[0046] 所述变焦透镜系统从物方到像方依次包括:

[0047] 具有正光焦度的第 1 透镜组;和

[0048] 至少一个后续透镜组,

[0049] 摄像时在从广角端向远摄端变焦之时,所述第 1 透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化,

[0050] 构成透镜系统的全部透镜元件中的至少一个满足以下的条件(1):

[0051] $((\phi_{1Gg} - \phi_{1GF}) + 0.0018 \times \phi_{1Gd}) / (\phi_{1GF} - \phi_{1GC}) > 0.8978 \dots (1)$

[0052] 且

[0053] $f_T / f_w > 10.5$

[0054] (其中,

[0055] ϕ_{1Gn} :相对于 n 线的第 1 透镜组的折射力,

[0056] f_w :整个系统在广角端的焦距,

[0057] f_T :整个系统在远摄端的焦距)。

[0058] 发明的效果

[0059] 根据本发明,可以提供一种不仅具有高分辨率、而且小型、且能够以广角端的视角为 80° 左右充分地适应于广角摄影、且具有 10 倍以上极大的变焦率的变焦透镜系统。根据本发明,还可以提供包含该变焦透镜系统的摄像装置、以及具有该摄像装置的薄型且极其紧凑的照相机。

附图说明

[0060] 图 1 是表示实施方式 1(实施例 1)所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。

[0061] 图 2 是实施例 1 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。

[0062] 图 3 在实施例 1 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。

[0063] 图 4 是表示实施方式 2(实施例 2)所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。

[0064] 图 5 是实施例 2 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。

[0065] 图 6 是在实施例 2 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。

[0066] 图 7 是表示实施方式 3(实施例 3)所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。

- [0067] 图 8 是实施例 3 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。
- [0068] 图 9 是在实施例 3 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。
- [0069] 图 10 是表示实施方式 4(实施例 4) 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。
- [0070] 图 11 是实施例 4 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。
- [0071] 图 12 是在实施例 4 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。
- [0072] 图 13 是表示实施方式 5(实施例 5) 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。
- [0073] 图 14 是实施例 5 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。
- [0074] 图 15 是在实施例 5 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。
- [0075] 图 16 是表示实施方式 6(实施例 6) 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的透镜配置图。
- [0076] 图 17 是实施例 6 所涉及的变焦透镜系统的无限远对焦状态的纵向像差图。
- [0077] 图 18 是在实施例 6 所涉及的变焦透镜系统的远摄端的、没有进行像模糊补偿的基本状态及像模糊补偿状态下的横向像差图。
- [0078] 图 19 是表示实施方式 7 所涉及的数码静态照相机的概略结构图。

具体实施方式

[0079] (实施方式 1 ~ 6)

- [0080] 图 1、4、7、10、13 以及 16 是各实施方式 1 ~ 6 所涉及的变焦透镜系统的配置图。
- [0081] 图 1、4、7、10、13 以及 16 均表示无限远对焦状态下的变焦透镜系统。在各图中, (a) 图表示广角端(最短焦距状态: 焦距 f_w) 的透镜结构, (b) 图表示中间位置(中间焦距状态: 焦距 $f_m = \sqrt{f_w * f_T}$) 的透镜结构, (c) 图表示远摄端(最长焦距状态: 焦距 f_T) 的透镜结构。并且, 在各图中, 设置在 (a) 图与 (b) 图之间的直线或者曲线的箭头表示从广角端经由中间位置至远摄端的各透镜组的运动。进一步地, 在各图中, 被附于透镜组的箭头表示从无限远对焦状态朝近物对焦状态的聚焦。即, 表示从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时的移动方向。

[0082] 另外, 在图 1、4、7、10、13 以及 16 中, 被附加在特定面的星号 * 表示该面是非球面。并且, 在各图中, 被附加于各透镜组的符号的记号 (+) 及记号 (-) 对应于各透镜组的光焦度的符号。在各图中, 位于最右侧的直线表示像面 S 的位置, 在该像面 S 的物方(像面 S 与最靠近像方的透镜面之间), 设置有与光学低通滤波器、摄像元件的面板等等价的平行平板 P。

[0083] 进一步地, 在图 1、4、7、10 以及 13 中, 在第 3 透镜组 G3 的最靠近物方侧、即第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 之间设有孔径光阑 A。又在图 16 中, 在第 4 透镜组 G4 的最靠近物方侧、即第 3 透镜组 G3 与第 4 透镜组 G4 之间设有孔径光阑 A。

[0084] 如图 1 所示, 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中, 第 1 透镜组 G1 从物方到像

方依次由：凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、凸面朝向物方的正弯月形状的第 2 透镜元件 L2、凸面朝向物方的负弯月形状的第 3 透镜元件 L3、凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4 构成。其中，第 1 透镜元件 L1 与第 2 透镜元件 L2 和第 3 透镜元件 L3 相接合。又，第 1 透镜元件 L1 的物方面为非球面，第 3 透镜元件 L3 的像方面为非球面。又，第 1 透镜元件 L1 以及第 3 透镜元件 L3 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0085] 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，第 2 透镜组 G2 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 5 透镜元件 L5、凸面朝向像方的负弯月形状的第 6 透镜元件 L6、凸面朝向物方的负弯月形状的第 7 透镜元件 L7 和双凸形状的第 8 透镜元件 L8 构成。其中，第 7 透镜元件 L7 与第 8 透镜元件 L8 接合。又，第 5 透镜元件 L5 的两面为非球面，第 8 透镜元件 L8 的像方面为非球面。又，第 8 透镜元件 L8 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0086] 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由凸面朝向物方的正弯月形状的第 9 透镜元件 L9、双凸形状的第 10 透镜元件 L10 和双凹形状的第 11 透镜元件 L11 构成。其中，第 10 透镜元件 L10 与第 11 透镜元件 L11 接合。又，第 9 透镜元件 L9 的两面为非球面，第 11 透镜元件 L11 的像方面为非球面。

[0087] 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，第 4 透镜组 G4 仅由凸面朝向物方的负弯月形状的第 12 透镜元件 L12 构成。

[0088] 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，第 5 透镜组 G5 仅由双凸形状的第 13 透镜元件 L13 构成。又，第 13 透镜元件 L13 的两面为非球面。

[0089] 另外，在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，在像面 S 的物方（像面 S 与第 13 透镜元件 L13 之间），设置有平行平板 P。

[0090] 在实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统中，在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时，第 1 透镜组 G1 朝物方移动，第 2 透镜组 G2 朝像方移动，第 3 透镜组 G3 与孔径光阑 A 一体地朝物方移动，第 4 透镜组 G4 不移动，第 5 透镜组 G5 描着朝向物方凸出的轨迹朝像方移动。

[0091] 即，在变焦时，第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2、第 3 透镜组 G3 和第 5 透镜组 G5 分别沿着光轴移动，以使第 1 透镜组 G1 与第 2 透镜组 G2 的间距增大，第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距减小，第 3 透镜组 G3 与第 4 透镜组 G4 的间距增大。

[0092] 又，在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时，第 5 透镜组 G5 沿着光轴向物方移动。

[0093] 又，通过使第 3 透镜组 G3 向与光轴正交的方向移动，能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿，即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0094] 如图 4 所示，在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中，第 1 透镜组 G1 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、双凸形状的第 2 透镜元件 L2、凸面朝向像方的负弯月形状的第 3 透镜元件 L3 和凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4 构成。其中，第 1 透镜元件 L1、第 2 透镜元件 L2、和第 3 透镜元件 L3 三者接合。又，第 3 透镜元件 L3 的像方面为非球面。又，第 3 透镜元件 L3 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0095] 在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中，第 2 透镜组 G2 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 5 透镜元件 L5、凸面朝向像方的负弯月形状的第 6 透镜元件

L6、和双凸形状的第 7 透镜元件 L7 构成。又,第 5 透镜元件 L5 的两面为非球面。

[0096] 在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中,第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由双凸形状的第 8 透镜元件 L8、双凸形状的第 9 透镜元件 L9、双凹形状的第 10 透镜元件 L10 和双凸形状的第 11 透镜元件 L11 构成。其中,第 9 透镜元件 L9 与第 10 透镜元件 L10 接合。又,第 8 透镜元件 L8 的两面为非球面。又,第 11 透镜元件 L11 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0097] 在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中,第 4 透镜组 G4 仅由凸面朝向物方的负弯月形状的第 12 透镜元件 L12 构成。

[0098] 在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中,第 5 透镜组 G5 仅由双凸形状的第 13 透镜元件 L13 构成。又,第 13 透镜元件 L13 的两面为非球面。

[0099] 另外,在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中,在像面 S 的物方(像面 S 与第 13 透镜元件 L13 之间),设置有平行平板 P。

[0100] 在实施方式 2 所涉及的变焦透镜系统中,在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时,第 1 透镜组 G1 朝物方移动,第 2 透镜组 G2 描着朝向像方凸出的轨迹朝像方移动,第 3 透镜组 G3 与孔径光阑 A 一体地朝物方移动,第 4 透镜组 G4 朝物方移动,第 5 透镜组 G5 不移动。

[0101] 即、在变焦时,第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2、第 3 透镜组 G3 和第 4 透镜组 G4 分别沿着光轴移动,以使第 1 透镜组 G1 与第 2 透镜组 G2 的间距增大,第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距减小,第 4 透镜组 G4 与第 5 透镜组 G5 的间距增大。

[0102] 又,在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时,第 4 透镜组 G4 沿着光轴朝像方移动。

[0103] 又,通过使第 3 透镜组 G3 向与光轴正交的方向移动,能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿,即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0104] 如图 7 所示,在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,第 1 透镜组 G1 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、双凸形状的第 2 透镜元件 L2、凸面朝向物方的正弯月形状的第 3 透镜元件 L3、凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4、和凸面朝向物方的负弯月形状的第 5 透镜元件 L5 构成。其中,第 1 透镜元件 L1 与第 2 透镜元件 L2 接合,第 4 透镜元件 L4 与第 5 透镜元件 L5 接合。又,第 5 透镜元件 L5 的像方面为非球面。又,第 5 透镜元件 L5 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0105] 在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,第 2 透镜组 G2 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 6 透镜元件 L6、双凹形状的第 7 透镜元件 L7、凸面朝向物方的正弯月形状的第 8 透镜元件 L8、和凸面朝向物方的正弯月形状的第 9 透镜元件 L9 构成。其中,第 7 透镜元件 L7 与第 8 透镜元件 L8 接合。又,第 6 透镜元件 L6 的两面为非球面。又,第 8 透镜元件 L8 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0106] 在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由双凸形状的第 10 透镜元件 L10、凸面朝向物方的正弯月形状的第 11 透镜元件 L11、凸面朝向物方的负弯月形状的第 12 透镜元件 L12、和双凸形状的第 13 透镜元件 L13 构成。其中,第 11 透镜元件 L11 与第 12 透镜元件 L12 接合。又,第 10 透镜元件 L10 的物方面为非球面。

[0107] 在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,第 4 透镜组 G4 从物方到像方依次由双凸

形状的第 14 透镜元件 L14、和凸面朝向像方的负弯月形状的第 15 透镜元件 L15 构成。第 14 透镜元件 L14 与第 15 透镜元件 L15 接合。

[0108] 另外,在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,在像面 S 的物方(像面 S 和第 15 透镜元件 L15 之间),设置有平行平板 P。

[0109] 在实施方式 3 所涉及的变焦透镜系统中,在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时,第 1 透镜组 G1 朝物方移动,第 2 透镜组 G2 朝像方移动,第 3 透镜组 G3 与孔径光阑 A 一体地描着朝向物方凸出的轨迹朝物方移动,第 4 透镜组 G4 描着朝向物方凸出的轨迹朝物方移动。

[0110] 即、在变焦时,各透镜组分别沿着光轴移动,以使得第 1 透镜组 G1 与第 2 透镜组 G2 的间距增大,第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距减小。

[0111] 又,在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时,第 4 透镜组 G4 沿着光轴朝物方移动。

[0112] 又,通过使第 3 透镜组 G3 向与光轴正交的方向移动,能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿,即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0113] 如图 10 所示,在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,第 1 透镜组 G1 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、凸面朝向物方的正弯月形状的第 2 透镜元件 L2、凸面朝向物方的正弯月形状的第 3 透镜元件 L3、凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4、和凸面朝向物方的负弯月形状的第 5 透镜元件 L5 构成。其中,第 1 透镜元件 L1 与第 2 透镜元件 L2 接合,第 4 透镜元件 L4 与第 5 透镜元件 L5 接合。又,第 5 透镜元件 L5 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0114] 在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,第 2 透镜组 G2 从物方到像方依次由双凹形状的第 6 透镜元件 L6、双凹形状的第 7 透镜元件 L7、双凸形状的第 8 透镜元件 L8、和双凹形状的第 9 透镜元件 L9 构成。又,第 6 透镜元件 L6 的两面为非球面。

[0115] 在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由凸面朝向物方的正弯月形状的第 10 透镜元件 L10、双凸形状的第 11 透镜元件 L11、双凸形状的第 12 透镜元件 L12、双凹形状的第 13 透镜元件 L13、和双凸形状的第 14 透镜元件 L14 构成。其中,第 12 透镜元件 L12 与第 13 透镜元件 L13 接合。又,第 10 透镜元件 L10 的两面为非球面。

[0116] 在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,第 4 透镜组 G4 仅由双凹形状的第 15 透镜元件 L15 构成。又,第 15 透镜元件 L15 的两面为非球面。

[0117] 在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,第 5 透镜组 G5 仅由双凸形状的第 16 透镜元件 L16 构成。又,第 16 透镜元件 L16 的两面为非球面。又,第 16 透镜元件 L16 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0118] 另外,在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,在像面 S 的物方(像面 S 和第 16 透镜元件 L16 之间),设置有平行平板 P。

[0119] 在实施方式 4 所涉及的变焦透镜系统中,在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时,第 1 透镜组 G1 朝物方移动,第 2 透镜组 G2 朝像方移动,第 3 透镜组 G3 与孔径光阑 A 一体地朝物方移动,第 4 透镜组 G4 朝物方移动,第 5 透镜组 G5 朝像方移动。

[0120] 即,在变焦时,各透镜组分别沿着光轴移动,以使得第 1 透镜组 G1 与第 2 透镜组 G2

的间距增大,第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距减小,第 4 透镜组 G4 与第 5 透镜组 G5 的间距增大。

[0121] 又,在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时,第 4 透镜组 G4 沿着光轴朝像方移动。

[0122] 又,通过使第 3 透镜组 G3 向与光轴正交的方向移动,能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿,即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0123] 如图 13 所示,在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,第 1 透镜组 G1 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、凸面朝向物方的正弯月形状的第 2 透镜元件 L2、凸面朝向物方的正弯月形状的第 3 透镜元件 L3、凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4、和凸面朝向物方的负弯月形状的第 5 透镜元件 L5 构成。其中,第 1 透镜元件 L1 与第 2 透镜元件 L2 接合,第 4 透镜元件 L4 与第 5 透镜元件 L5 接合。又,第 5 透镜元件 L5 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0124] 在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,第 2 透镜组 G2 从物方到像方依次由双凹形状的第 6 透镜元件 L6、双凹形状的第 7 透镜元件 L7、双凸形状的第 8 透镜元件 L8、和双凹形状的第 9 透镜元件 L9 构成。又,第 6 透镜元件 L6 的两面为非球面。

[0125] 在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由凸面朝向物方的正弯月形状的第 10 透镜元件 L10、双凸形状的第 11 透镜元件 L11、双凸形状的第 12 透镜元件 L12、双凹形状的第 13 透镜元件 L13、和双凸形状的第 14 透镜元件 L14 构成。其中,第 12 透镜元件 L12 与第 13 透镜元件 L13 接合。又,第 10 透镜元件 L10 的两面为非球面。

[0126] 在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,第 4 透镜组 G4 仅由双凹形状的第 15 透镜元件 L15 构成。又,第 15 透镜元件 L15 的两面为非球面。

[0127] 在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,第 5 透镜组 G5 仅由双凸形状的第 16 透镜元件 L16 构成。又,第 16 透镜元件 L16 的两面为非球面。又,第 16 透镜元件 L16 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0128] 另外,在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,在像面 S 的物方(像面 S 和第 16 透镜元件 L16 之间),设置有平行平板 P。

[0129] 在实施方式 5 所涉及的变焦透镜系统中,在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时,第 1 透镜组 G1 朝物方移动,第 2 透镜组 G2 朝像方移动,第 3 透镜组 G3 与孔径光阑 A 一体地朝物方移动,第 4 透镜组 G4 朝物方移动,第 5 透镜组 G5 朝像方移动。

[0130] 即,在变焦时,各透镜组分别沿着光轴移动,以使得第 1 透镜组 G1 与第 2 透镜组 G2 的间距增大,第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距减小,第 4 透镜组 G4 与第 5 透镜组 G5 的间距增大。

[0131] 又,在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时,第 4 透镜组 G4 沿着光轴朝像方移动。

[0132] 又,通过使第 3 透镜组 G3 向与光轴正交的方向移动,能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿,即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0133] 如图 16 所示,在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中,第 1 透镜组 G1 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 1 透镜元件 L1、双凸形状的第 2 透镜元件 L2、双

凹形状的第 3 透镜元件 L3、和凸面朝向物方的正弯月形状的第 4 透镜元件 L4 构成。其中，第 1 透镜元件 L1、第 2 透镜元件 L2、第 3 透镜元件 L 三者相接合，在后述的对应数值实施例的面数据中，第 1 透镜元件 L1 和第 2 透镜元件 L2 之间的粘着剂层被赋予面编号 2。又，第 3 透镜元件 L3 是由微粒分散材料构成的透镜元件。

[0134] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，第 2 透镜组 G2 仅由凸面朝向物方的正弯月形状的第 5 透镜元件 L5 构成。

[0135] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，第 3 透镜组 G3 从物方到像方依次由凸面朝向物方的负弯月形状的第 6 透镜元件 L6、双凹形状的第 7 透镜元件 L7、和双凸形状的第 8 透镜元件 L8 构成。又，第 6 透镜元件 L6 的两面为非球面。

[0136] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，第 4 透镜组 G4 从物方到像方依次由双凸形状的第 9 透镜元件 L9、双凸形状的第 10 透镜元件 L10、和双凹形状的第 11 透镜元件 L11 构成。其中，第 10 透镜元件 L10 与第 11 透镜元件 L11 接合，在后述的对应数值实施例的面数据中，第 10 透镜元件 L10 与第 11 透镜元件 L11 之间的粘着剂层被赋予面编号 20。又，第 9 透镜元件 L9 的两面为非球面，第 11 透镜元件 L11 的像方面为非球面。

[0137] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，第 5 透镜组 G5 仅由凸面朝向物方的负弯月形状的第 12 透镜元件 L12 构成。又，第 12 透镜元件 L12 的像方面为非球面。

[0138] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，第 6 透镜组 G6 仅由双凸形状的第 13 透镜元件 L13 构成。又，第 13 透镜元件 L13 的两面为非球面。

[0139] 另外，在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，在像面 S 的物方（像面 S 和第 13 透镜元件 L13 之间），设置有平行平板 P。

[0140] 在实施方式 6 所涉及的变焦透镜系统中，在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时，第 1 透镜组 G1 朝物方移动，第 2 透镜组 G2 朝物方移动，第 3 透镜组 G3 描着朝向像方凸出的轨迹朝物方移动，第 4 透镜组 G4 与孔径光阑 A 一体地朝物方移动，第 5 透镜组 G5 不移动，第 6 透镜组 G6 描着朝向物方凸出的轨迹朝像方移动。

[0141] 即，在变焦时，第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2、第 3 透镜组 G3、第 4 透镜组 G4 和第 6 透镜组 G6 分别沿着光轴移动，以使得第 2 透镜组 G2 与第 3 透镜组 G3 的间距增大，第 3 透镜组 G3 与第 4 透镜组 G4 的间距减小，第 4 透镜组 G4 与第 5 透镜组 G5 的间距增大。

[0142] 又，在从无限远对焦状态向近物对焦状态进行聚焦时，第 6 透镜组 G6 沿着光轴朝物方移动。

[0143] 又，通过使第 4 透镜组 G4 向与光轴正交的方向移动，能够对因整个系统的振动而导致的像点移动进行补偿，即能够对起因于手抖动、振动等的像模糊进行光学补偿。

[0144] 另外，在本发明中，作为一部分的透镜元件的原料的微粒分散材料，如后所述，是指使得无机粒子分散于树脂而得到的材料。这些树脂以及无机粒子各自的种类都没有特别的限定，只要是能作为透镜元件的种类即可。又，只要能够得到具有所希望的折射率、阿贝数、局部色散率等的透镜元件，树脂与无机粒子的组合也没有特别限定。

[0145] 以下，对例如如实施方式 1～6 所涉及的变焦透镜系统那样的变焦透镜系统满足的优选条件进行说明。此外，对各个实施方式所涉及的变焦透镜系统规定了多个优选条件，能够满足所有这些多个条件的变焦透镜系统的结构是最理想的。但是，也可以通过满足个别的条件来实现具有与之相应的效果的变焦透镜系统。

[0146] 例如如实施方式 1 ~ 6 所涉及的变焦透镜系统那样,从物方到像方依次包括具有正光焦度的第 1 透镜组和至少一个后续透镜组,在摄像时从广角端向远摄端进行变焦时,所述第 1 透镜组与所述后续透镜组的间距发生变化的(以下,将该透镜结构称为实施方式的基本结构)变焦透镜系统中,构成透镜系统的全部透镜元件中的至少一个满足以下的条件(1)。

$$[(\phi_{1G}g - \phi_{1G}F) + 0.0018 \times \phi_{1G}d] / (\phi_{1G}F - \phi_{1G}C) > 0.8978 \dots (1)$$

[0148] 其中,

$$[0149] \quad f_T / f_W > 10.5$$

[0150] 式中,

[0151] $\phi_{1G}n$:相对于 n 线的第 1 透镜组的折射力,

[0152] f_W :整个系统在广角端的焦距,

[0153] f_T :整个系统在远摄端的焦距。

[0154] 所述条件(1)是用于规定第 1 透镜组的由波长引起的折射力的变化的条件。不满足条件(1)的情况下,尤其是在远摄端的二级光谱的控制变得困难,为了对色像差进行良好的补偿,变焦透镜系统的全长变长,或者透镜元件的个数增加。即、难以提供紧凑的透镜镜筒、摄像装置、照相机。

[0155] 另外,通过进一步满足以下的条件(1)',能够进一步得到所述效果。

$$[(\phi_{1G}g - \phi_{1G}F) + 0.0018 \times \phi_{1G}d] / (\phi_{1G}F - \phi_{1G}C) > 1.0935 \dots (1)'$$

[0157] 例如如实施方式 1 ~ 6 所涉及的变焦透镜系统那样,具有基本结构的变焦透镜系统优选满足以下的条件(2)。

$$[0158] \quad 0.20 < (L_T \times f_W) / (H_T \times f_T) < 1.31 \dots (2)$$

[0159] 其中,

[0160] L_T :在远摄端的透镜全长(光轴上的从透镜系统的最靠近物体的透镜元件的物方表面至像方面的距离),

[0161] f_W :整个系统在广角端的焦距,

[0162] f_T :整个系统在远摄端的焦距,

[0163] H_T :在远摄端的像高。

[0164] 所述条件(2)是用于规定在远摄端的透镜全长以及变焦率的条件。超过条件(2)的上限的话,相对于变焦率在远摄端的透镜全长变长,因此第 1 透镜组的有效直径变大。即、难以提供紧凑的透镜镜筒、摄像装置、照相机。另一方面,低于条件(2)的下限的话,相对于变焦率在远摄端的透镜全长变短,尤其是在远摄端的轴上色像差的补偿变得困难。

[0165] 另外,通过进一步满足以下的条件(2)'以及(2)''中的至少一个,能够进一步得到所述效果。

$$[0166] \quad 0.50 < (L_T \times f_W) / (H_T \times f_T) \dots (2)'$$

$$[0167] \quad (L_T \times f_W) / (H_T \times f_T) < 0.99 \dots (2)''$$

[0168] 例如如实施方式 1 ~ 6 所涉及的变焦透镜系统那样,具有基本结构的变焦透镜系统优选满足以下的条件(3)。

$$[0169] \quad 0.10 < (f_1 \times f_W) / (H_T \times f_T) < 0.73 \dots (3)$$

[0170] 其中:

[0171] f_1 :第 1 透镜组的焦距,

[0172] f_w :整个系统在广角端的焦距,

[0173] f_T :整个系统在远摄端的焦距,

[0174] H_T :在远摄端的像高。

[0175] 所述条件(3)是用于规定第 1 透镜组的焦距以及变焦率的条件。超过条件(3)的上限的话,第 1 透镜组的焦距变长,因此第 1 透镜组的有效直径变大。即、难以提供紧凑的透镜镜筒、摄像装置、照相机。此外,在广角端的歪曲像差的控制也变得困难。另一方面,低于条件(3)的下限的话,第 1 透镜组的焦距变短,因此在广角端的像面弯曲的控制变得困难。

[0176] 另外,通过进一步满足以下的条件(3)' 以及(3)'' 中的至少一个,能够进一步得到所述效果。

[0177] $0.20 < (f_1 \times f_w) / (H_T \times f_T) \dots (3)'$

[0178] $(f_1 \times f_w) / (H_T \times f_T) < 0.54 \dots (3)''$

[0179] 例如如实施方式 1~6 所涉及的变焦透镜系统那样,具有基本结构的、在后续透镜组中第 2 透镜组最靠近物方配置的变焦透镜系统优选满足以下的条件(4)。

[0180] $11.76 < f_T / M_2 < 70.00 \dots (4)$

[0181] 其中,

[0182] f_T :整个系统在远摄端的焦距,

[0183] M_2 :第 2 透镜组在光轴上的厚度(光轴上的从物方透镜元件的物方面到最像方透镜元件的像方面的距离)。

[0184] 所述条件(4)是用于规定整个系统在远摄端的焦距以及第 2 透镜组在光轴上的厚度的条件。超过条件(4)的上限的话,第 2 透镜组在光轴上的厚度变小,因此构成第 2 透镜组的透镜元件变少,尤其是在整个变焦区域的像散的补偿变得困难。又,构成第 2 透镜组的透镜元件变薄,因此制造变得困难。另一方面,低于条件(4)的下限的话,第 2 透镜组在光轴上的厚度变大,因此第 1 透镜组的有效直径变大。即、难以提供紧凑的透镜镜筒、摄像装置、照相机。此外,在第 1 透镜组以及第 2 透镜组的光线高度变高,在广角端的像面弯曲的控制变得困难。

[0185] 另外,通过进一步满足以下的条件(4)' 以及(4)'' 中的至少一个,能够进一步得到所述效果。

[0186] $12.13 < f_T / M_2 \dots (4)'$

[0187] $f_T / M_2 < 30.00 \dots (4)''$

[0188] 又,例如如实施方式 1~6 所涉及的变焦透镜系统那样,具有基本结构的变焦透镜系统优选为,构成第 1 透镜组的透镜元件中的至少一个是由微粒分散材料构成的透镜元件。由微粒分散材料构成的透镜元件不包含于第 1 透镜组的情况下,抑制相对于温度变化的成像性能的降低变得困难。

[0189] 例如如实施方式 1~6 所涉及的变焦透镜系统那样,具有基本结构的变焦透镜系统优选为,构成第 1 透镜组的透镜元件中的至少一个满足以下的条件(5) 或者(6)。

[0190] [数式 1]

[0191]

$$\begin{aligned}
 & \text{I) } v_d < 23 \text{ 时} \\
 & \quad 0.0002399 \times v_d^2 - 0.0123 \times v_d + 0.8157 - \theta_{gF} < 0 \\
 & \text{II) } 23 \leq v_d < 80 \text{ 时} \\
 & \quad \theta_{gF} > 0.66 \\
 & \text{III) } 80 \leq v_d \text{ 时} \\
 & \quad 0.00003815 \times v_d^2 - 0.006314 \times v_d + 0.8239 - \theta_{gF} < 0 \\
 & -0.00325 \times v_d + 0.69 - \theta_{gF} > 0 \quad \dots (5)
 \end{aligned}$$

[0192] 其中,

[0193] v_d :透镜元件的相对于 d 线的阿贝数,

[0194] θ_{gF} :透镜元件的局部色散率,是相对于 g 线的折射率与相对于 F 线的折射率之差和相对于 F 线的折射率与相对于 C 线的折射率之差的比。

[0195] 所述条件(5)以及(6)是用于规定构成第 1 透镜组的透镜元件的局部色散率的条件。满足条件(5)或者(6)的透镜元件一个都没有包含在第 1 透镜组中的情况下,二级光谱的控制变得困难,为了对色像差进行良好的补偿,变焦透镜系统的全长变长、或者透镜元件的个数增加。即、难以提供紧凑的透镜镜筒、摄像装置、照相机。

[0196] 另外,通过进一步满足以下的条件(5)' 以及(6)' 中的至少一个,能够进一步得到所述效果。

[0197] [数式 2]

[0198]

$$\begin{aligned}
 & \text{I) } v_d < 23 \text{ 时} \\
 & \quad 0.0002399 \times v_d^2 - 0.0123 \times v_d + 0.9157 - \theta_{gF} < 0 \\
 & \text{II) } 23 \leq v_d < 80 \text{ 时} \\
 & \quad \theta_{gF} > 0.76 \\
 & \text{III) } 80 \leq v_d \text{ 时} \\
 & \quad 0.00003815 \times v_d^2 - 0.006314 \times v_d + 0.9239 - \theta_{gF} < 0 \\
 & -0.00325 \times v_d + 0.59 - \theta_{gF} > 0 \quad \dots (5)'
 \end{aligned}$$

[0199] 构成实施方式 1~6 所涉及的变焦透镜系统的各透镜组仅由通过折射来使入射光线偏转的折射型透镜元件(即在具有不同折射率的介质之间的界面上进行偏转的类型的透镜元件)构成,但本发明并不局限于此。例如,也可以由通过衍射来使入射光线偏转的衍射型透镜元件,或通过组合衍射作用和折射作用来使入射光线偏转的折射衍射混合型透镜元件,或通过介质内的折射率分布来使入射光线偏转的折射率分布型透镜元件等来构成各个透镜组。特别是在折射衍射混合型透镜元件中,若在折射率不同的介质的界面形成衍射结构,则能够改善衍射效率的波长依赖性,因此是优选的。

[0200] (实施方式 7)

[0201] 图 19 是实施方式 7 所涉及的数码静态照像机的概略结构图。在图 19 中,数码静态照相机具备:包括变焦透镜系统 1 和作为 CCD 的摄像元件 2 的摄像装置、液晶显示器 3、和壳体 4。变焦透镜系统 1 用的是实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统。图 19 中,变焦透镜系统 1 具备:第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2、孔径光阑 A、第 3 透镜组 G3、第 4 透镜组 G4、和第 5 透镜组 G5。变焦透镜系统 1 配置于壳体 4 的前侧,摄像元件 2 配置于变焦透镜系统 1 的后侧。液晶显示器 3 配置于壳体 4 的后侧,变焦透镜系统 1 所形成的被摄体的光学像形

成于像面 S。

[0202] 镜筒包括：主镜筒 5、移动镜筒 6 和圆筒凸轮 7。使圆筒凸轮 7 旋转时，第 1 透镜组 G1、第 2 透镜组 G2、孔径光阑 A、第 3 透镜组 G3、第 4 透镜组 G4 以及第 5 透镜组 G5 移动至以摄像元件 2 为基准的规定的位置，能够进行从广角端至远摄端的变焦。第 5 透镜组 G5 能够通过聚焦调整用电动机在光轴方向上移动。

[0203] 这样，通过在数码静态照相机中使用实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统，能够提供分辨率以及像面弯曲的补偿能力高、不使用时的透镜全长短的小型数码静态照相机。另外，在图 19 所示的数码静态照相机中，可以采用实施方式 2～6 所涉及的变焦透镜系统中的任一个来替代实施方式 1 所涉及的变焦透镜系统。又，图 19 所示的数码静态照相机的光学系统也可以应用到以动态图像为对象的数码摄像机。该情况下，不仅能够拍摄静止图像，而且还能够拍摄分辨率高的动态图像。

[0204] 此外，本实施方式 7 所涉及的数码静态照相机中，示出实施方式 1～6 所涉及的变焦透镜系统作为变焦透镜系统 1，这些变焦透镜系统不需要使用所有的变焦域。即，也可以根据期望的变焦域，来相应地取出光学性能得到保证的范围，从而作为倍率比实施方式 1～6 所说明的变焦透镜系统低的低倍率变焦透镜系统来使用。

[0205] 进一步，在实施形态 7 中示出了将变焦透镜系统适用于所谓的可收缩结构的镜筒中的实例，但并不限于此。例如，可以在第 1 透镜组 G1 内等的任意的配置具有内部反射面的棱镜或表面反射镜，将变焦透镜系统适用于所谓的弯曲结构的镜筒。进一步，在实施方式 7 中，也可以将变焦透镜系统适用于使第 2 透镜组 G2 整体、第 3 透镜组 G3 整体、第 2 透镜组 G2、第 3 透镜组 G3、第 4 透镜组 G4 或者第 5 透镜组 G5 的一部分等的构成变焦透镜系统的一部分的透镜组在收缩时从光轴上避让的所谓的滑动(スライディング)镜筒中。

[0206] 又，也可以将由以上说明的实施方式 1～6 所涉及的变焦透镜系统、CCD 或 CMOS 等摄像元件所构成的摄像装置应用到智能手机等便携信息终端、监控系统中的监控照相机、Web 照相机、车载照相机等。

[0207] 以下，对具体实施实施方式 1～6 所涉及的变焦透镜系统的数值实施例进行说明。另外，在各数值实施例中，表中的长度单位均为“mm”，视角单位均为“°”。又，在各数值实施例中，r 是曲率半径，d 是面间距，nd 是相对于 d 线的折射率，vd 是相对于 d 线的阿贝数， θ_{gF} 是 g 线与 F 线的局部色散率。又，在各数值实施例中，标注有星号 * 的面是非球面，非球面形状用下面的式子来定义。

[0208] [数式 3]

$$[0209] \quad Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

[0210] 其中，h 是距光轴的高度， κ 是圆锥常数， A_n 是 n 次的非球面系数。

[0211] 图 2、5、8、11、14 以及 17 分别是各数值实施例 1～6 所涉及的变焦透镜系统的纵向像差图。

[0212] 在各纵向像差图中，(a) 图表示广角端的各像差，(b) 图表示中间位置的各像差，(c) 图表示远摄端的各像差。各个纵向像差图从左依次表示球面像差(SA(mm))、像散(AST(mm))、畸变像差(DIS(%))。在球面像差图中，纵轴表示 F 值(图中用 F 表示)，实线是

d 线(d-line)的特性,短虚线是 F 线(F-line)的特性,长虚线是 C 线(C-line)的特性,单点划线是 g 线(g-line)的特性。在像散图中,纵轴表示像高(图中用 H 表示),实线是弧矢平面(图中用 s 表示)的特性,虚线是子午平面(图中用 m 表示)的特性。在畸变像差图中,纵轴表示像高(图中用 H 表示)。

[0213] 又,图 3、6、9、12、15 以及 18 分别是各实施例 1~6 所涉及的变焦透镜系统在远摄端的横向像差图。

[0214] 在各个横向像差图中,上段 3 个像差图对应于远摄端的没有进行像模糊补偿的基本状态,下段 3 个像差图对应于使第 3 透镜组 G3 整体(数值实施例 1~5)或者第 4 透镜组 G4 整体(数值实施例 6)向垂直于光轴的方向移动规定量后的、在远摄端的像模糊补偿状态。基本状态的各个横向像差图中,上段对应于最大像高的 70%像点的横向像差,中段对应于轴上像点的横向像差,下段对应于最大像高的 -70%像点的横向像差。像模糊补偿状态的各个横向像差图中,上段对应于最大像高的 70%像点的横向像差,中段对应于轴上像点的横向像差,下段对应于最大像高的 -70%像点的横向像差。在各个横向像差图中,横轴表示瞳面上的距主光线的距离,实线是 d 线(d-line)的特性,短虚线是 F 线(F-line)的特性,长虚线是 C 线(C-line)的特性,单点划线是 g 线(g-line)的特性。另外,在各横向像差图中,使子午平面为包含第 1 透镜组 G1 的光轴和第 3 透镜组 G3 的光轴的平面(数值实施例 1~5)或者包含第 1 透镜组 G1 的光轴和第 4 透镜组 G4 的光轴的平面(数值实施例 6)。

[0215] 另外,关于各数值实施例的变焦透镜系统,在远摄端的、像模糊补偿状态下的第 3 透镜组 G3 (数值实施例 1~5)或者第 4 透镜组 G4 (数值实施例 6)的朝向垂直于光轴的方向的移动量如下所示。

[0216] 数值实施例 10. 134mm

[0217] 数值实施例 20. 130mm

[0218] 数值实施例 30. 343mm

[0219] 数值实施例 40. 216mm

[0220] 数值实施例 50. 225mm

[0221] 数值实施例 60. 120mm

[0222] 在拍摄距离为 ∞ 的远摄端时,变焦透镜系统仅倾斜 0.3° 的情况下的像偏心量等于第 3 透镜组 G3 整体(数值实施例 1~5)或者第 4 透镜组 G4 整体(数值实施例 6)在垂直于光轴的方向上仅平移上述各值时的像偏心量。

[0223] 从各个横向像差图可以得知,轴上像点的横向像差的对称性良好。又,在基本状态下比较 +70%像点的横向像差与 -70%像点的横向像差时,它们的弯曲度都小,且像差曲线的倾斜度几乎相等,由此可知偏心彗差、偏心像散小。这意味着即使在像模糊补偿状态下也能够获得充分的成像性能。又,在变焦系统的像模糊补偿角相同的情况下,随着变焦透镜系统整体的焦距变短,像模糊补偿所需的平移量减少。因此,在任何变焦位置,对于角度是到 0.3° 为止的像模糊补偿角,都能够在不降低成像特性的情况下进行充分的像模糊补偿。

[0224] (数值实施例 1)

[0225] 数值实施例 1 的变焦透镜系统对应于图 1 所示的实施方式 1。在表 1 中示出数值实施例 1 的变焦透镜系统的面数据,在表 2 中示出非球面数据,在表 3 中示出各种数据。

[0226] 表 1 (面数据)

[0227]

面编号	r	d	nd	vd	θ gF
物面	∞				
1*	29.70650	0.10000	1.87806	13.1	0.751
2	24.56380	2.46240	1.62299	58.1	
3	568.86410	0.10000	1.59266	12.2	0.281
4*	118.84240	0.15000			
5	22.06500	1.69490	1.80420	46.5	
6	51.65800	可变			
7*	36.60720	0.30000	1.80470	41.0	
8*	4.73370	3.79350			
9	-6.58260	0.30000	2.00100	29.1	
10	-25.00380	0.10000			
11	65.93660	0.30000	1.94595	18.0	
12	65.93650	0.70000	1.75998	12.9	0.635
13*	-13.55230	可变			
14(光阑)	∞	0.30000			
15*	4.77550	2.18930	1.58332	59.1	

[0228]

16*	3671.38070	1.03840		
17	36.75970	1.07230	1.48749	70.4
18	-11.00890	0.40000	1.82115	24.1
19*	51.28740	可变		
20	25.26620	0.50000	2.00100	29.1
21	13.17010	可变		
22*	12.71540	1.59540	1.58332	59.1
23*	-500.00000	可变		
24	∞	0.80000	1.51680	64.2
25	∞	(BF)		
像面	∞			

[0229] 表 2 (非球面数据)

[0230] 第 1 面

[0231] $K=0.00000E+00$, $A4=-8.81318E-06$, $A6=1.36962E-07$, $A8=-2.22579E-10$, $A10=-8.16614E-12$, $A12=6.48512E-14$

[0232] 第 4 面

[0233] $K=0.00000E+00$, $A4=-1.39198E-05$, $A6=2.85553E-07$, $A8=-1.26504E-09$, $A10=-8.24286E-12$, $A12=1.01311E-13$

[0234] 第 7 面

[0235] $K=0.00000E+00$, $A4=1.16079E-04$, $A6=-8.49496E-06$, $A8=2.75168E-08$, $A10=2.84110E-09$, $A12=0.00000E+00$

[0236] 第 8 面

[0237] $K=0.00000E+00$, $A4=-1.17693E-04$, $A6=-5.25509E-05$, $A8=4.69214E-06$, $A10=-2.99$

414E-07, A12=0.00000E+00

[0238] 第 13 面

[0239] $K=0.00000E+00$, $A4=5.96545E-06$, $A6=2.95922E-07$, $A8=-5.14738E-07$, $A10=8.84119E-08$, $A12=-2.51908E-09$

[0240] 第 15 面

[0241] $K=0.00000E+00$, $A4=-9.42499E-05$, $A6=-9.72250E-06$, $A8=4.33501E-07$, $A10=6.56678E-08$, $A12=0.00000E+00$

[0242] 第 16 面

[0243] $K=0.00000E+00$, $A4=-1.06097E-05$, $A6=-2.92325E-05$, $A8=3.91073E-06$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

[0244] 第 19 面

[0245] $K=0.00000E+00$, $A4=2.13809E-03$, $A6=1.20859E-04$, $A8=-2.39553E-06$, $A10=1.05580E-06$, $A12=0.00000E+00$

[0246] 第 22 面

[0247] $K=0.00000E+00$, $A4=2.01115E-04$, $A6=-2.48171E-05$, $A8=3.57944E-07$, $A10=9.85878E-08$, $A12=-4.00162E-09$

[0248] 第 23 面

[0249] $K=0.00000E+00$, $A4=8.95379E-05$, $A6=-7.95509E-06$, $A8=-2.21602E-06$, $A10=2.52415E-07$, $A12=-7.34174E-09$

[0250] 表 3 (各种数据)

[0251]

变焦率	15.15867		
	广角	中间	远摄
焦距	4.6502	18.6022	70.4907
F值	3.39057	5.24652	6.10105
视角	41.3087	11.7777	3.1090
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	46.1304	51.8230	55.9931
B F	0.52208	0.51861	0.47302
d6	0.3001	9.2434	17.2269
d13	15.6948	5.3343	0.5527
d19	1.0301	8.1434	9.1572
d21	5.8489	2.8261	7.8205
d23	4.8382	7.8610	2.8666
入瞳位置	10.1397	34.3165	110.3074
出瞳位置	-24.1907	-31.8980	-76.3357
前侧主点位置	13.9149	42.2439	116.1057
后侧主点位置	41.4802	33.2208	-14.4976

[0252] 变焦透镜组数据

[0253]

组	初始面	焦距
1	1	28.40638
2	7	-5.02475
3	14	9.66052
4	20	-28.06235
5	22	21.28212

[0254] (数值实施例 2)

[0255] 数值实施例 2 的变焦透镜系统对应于图 4 所示的实施方式 2。在表 4 中示出数值实施例 2 的变焦透镜系统的面数据,在表 5 中示出非球面数据,在表 6 中示出各种数据。

[0256] 表 4 (面数据)

[0257]

面编号	r	d	nd	vd	θ gF
物面	∞				
1	42.38020	0.75000	1.84666	23.8	
2	28.20350	3.19860	1.49700	81.6	
3	-120.85030	0.10000	1.51632	27.2	0.368
4*	-934.13670	0.15000			
5	25.41120	1.99330	1.72916	54.7	
6	76.79770	可变			
7*	63.49090	0.50000	1.88202	37.2	
8*	5.34120	3.43580			
9	-7.39600	0.30000	1.72916	54.7	
10	-73.31830	0.16940			
11	33.81680	1.19740	1.94595	18.0	
12	-24.77490	可变			
13(光阑)	∞	0.30000			

[0258]

14*	6.27400	2.02950	1.58332	59.1	
15*	-19.50330	0.41250			
16	9.40980	1.29290	1.51680	64.2	
17	-54.86340	0.30000	1.90366	31.3	
18	5.44290	0.40440			
19	13.10020	2.00000	1.56341	51.8	0.617
20	-13.38140	可变			
21	71.63730	0.50000	1.88300	40.8	
22	9.51570	可变			
23*	9.16580	2.14530	1.52996	55.8	
24*	-68.38470	3.00520			
25	∞	0.80000	1.51680	64.2	
26	∞	(BF)			
像面	∞				

[0259] 表 5 (非球面数据)

[0260] 第 4 面

[0261] $K=0.00000E+00, A4=1.32389E-08, A6=4.41971E-09, A8=-3.63943E-11, A10=1.07017E-13, A12=0.00000E+00$

[0262] 第 7 面

[0263] $K=0.00000E+00, A4=-1.31117E-04, A6=1.36489E-05, A8=-2.74551E-07, A10=1.067$

74E-09, A12=0.00000E+00

[0264] 第 8 面

[0265] $K=0.00000E+00, A4=-2.82842E-04, A6=-7.36196E-06, A8=2.11582E-06, A10=-2.63569E-08, A12=0.00000E+00$

[0266] 第 14 面

[0267] $K=0.00000E+00, A4=-6.70273E-04, A6=-1.83958E-05, A8=-5.37613E-06, A10=5.45549E-07, A12=-4.61749E-08$

[0268] 第 15 面

[0269] $K=0.00000E+00, A4=-6.62305E-05, A6=-3.51598E-05, A8=-1.06720E-06, A10=-4.39089E-08, A12=-1.48226E-08$

[0270] 第 23 面

[0271] $K=0.00000E+00, A4=2.56862E-05, A6=1.90183E-05, A8=-2.60216E-06, A10=1.57043E-07, A12=-5.24384E-09$

[0272] 第 24 面

[0273] $K=0.00000E+00, A4=2.44391E-04, A6=-1.14093E-05, A8=6.63655E-07, A10=-6.77964E-08, A12=0.00000E+00$

[0274] 表 6 (各种数据)

[0275]

变焦率	18.39413		
	广角	中间	远摄
焦距	4.6547	19.9902	85.6192
F值	3.39391	5.17510	6.09207
视角	41.4478	10.8352	2.5777
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	50.0856	57.8260	69.0645
B F	0.53837	0.55127	0.55335
d6	0.3000	12.8221	23.5721
d12	17.7000	5.7907	0.7777
d20	4.5629	10.5422	8.7641
d22	2.0000	3.1354	10.4130
入瞳位置	11.3154	42.4824	142.4477
出瞳位置	-19.9148	-35.3447	146.0949
前侧主点位置	14.9108	51.3402	278.4351
后侧主点位置	45.4309	37.8358	-16.5547

[0276] 变焦透镜组数据

[0277]

组	初始面	焦距
1	1	36.82740
2	7	-5.81682
3	13	9.96228
4	21	-12.47438
5	23	15.39867

[0278] (数值实施例 3)

[0279] 数值实施例 3 的变焦透镜系统对应于图 7 所示的实施方式 7。在表 7 中示出数值实施例 3 的变焦透镜系统的面数据,在表 8 中示出非球面数据,在表 9 中示出各种数据。

[0280] 表 7 (面数据)

[0281]

面编号 物面	r	d	nd	vd	θ gF
	∞				
1	134.05430	1.25000	1.90366	31.3	
2	58.58310	3.92650	1.48749	70.4	
3	-345.87030	0.15000			
4	62.64410	3.17220	1.49700	81.6	
5	928.61370	0.15000			
6	35.85380	3.48220	1.49700	81.6	
7	96.24640	0.10000	1.73531	7.3	0.249
8*	92.87380	可变			
9*	5000.00000	1.20000	1.80470	41.0	
10*	6.92920	4.10810			

[0282]

11	-28.66730	0.70000	1.81600	46.6	
12	25.09380	1.19090	1.87806	13.1	0.751
13	42.31840	0.17220			
14	16.85920	1.60990	1.92286	20.9	
15	64.60840	可变			
16(光阑)	∞	1.20000			
17*	10.57080	1.68880	1.58332	59.1	
18	-136.06150	2.50300			
19	13.57870	1.92630	1.59270	35.4	
20	129.00090	0.70000	1.80518	25.5	
21	8.63070	0.55020			
22	36.43090	1.22270	1.49700	81.6	
23	-27.97960	可变			
24	18.02480	1.91230	1.60625	63.7	

[0283]

25	-36.82450	0.60000	1.90366	31.3
26	-143.90830	可变		
27	∞	0.80000	1.51680	64.2
28	∞	(BF)		
像面	∞			

[0284] 表 8 (非球面数据)

[0285] 第 8 面

[0286] $K=0.00000E+00, A4=-5.34727E-08, A6=-2.34868E-11, A8=-5.18677E-14, A10=7.86378E-16, A12=-1.71401E-18, A14=0.00000E+00, A16=0.00000E+00$

[0287] 第 9 面

[0288] $K=0.00000E+00, A4=1.23682E-04, A6=-3.41947E-06, A8=5.51356E-08, A10=-5.65687E-10, A12=2.48801E-12, A14=0.00000E+00, A16=0.00000E+00$

[0289] 第 10 面

[0290] $K=2.59626E-02, A4=6.18363E-05, A6=-3.43193E-06, A8=-6.08297E-08, A10=4.19879E-09, A12=-1.53825E-10, A14=0.00000E+00, A16=0.00000E+00$

[0291] 第 17 面

[0292] $K=0.00000E+00, A4=-1.05465E-04, A6=-1.72913E-07, A8=-7.24537E-09, A10=-9.19758E-10, A12=4.63596E-11, A14=-1.08341E-13, A16=-2.03834E-14$

[0293] 表 9 (各种数据)

[0294]

变焦率	22.92464		
	广角	中间	远摄
焦距	4.6381	22.1363	106.3269
F值	2.97215	4.42236	5.50134
视角	39.8815	10.0091	2.0791
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	83.1528	98.0556	110.1625
B F	0.92018	1.11389	1.14454
d8	0.5323	18.1321	40.7197
d15	32.4415	7.7292	2.0400
d23	7.8164	20.0466	23.9430
d26	7.1271	16.7185	8.0000
入瞳位置	19.4599	58.7653	334.3249
出瞳位置	-37.5124	-218.4226	-2656.5071
前侧主点位置	23.5382	78.6696	436.3980
后侧主点位置	78.5147	75.9193	3.8356

[0295] 变焦透镜组数据

[0296]

组	初始面	焦距
1	1	58.95569
2	9	-8.20972
3	16	18.53893
4	24	31.38930

[0297] (数值实施例 4)

[0298] 数值实施例 4 的变焦透镜系统对应于图 10 所示的实施方式 4。在表 10 中示出数值实施例 4 的变焦透镜系统的面数据,在表 11 中示出非球面数据,在表 12 中示出各种数据。

[0299] 表 10 (面数据)

[0300]

面编号	r	d	nd	vd	θ gF
物面	∞				
1	76.01860	1.25000	1.90366	31.3	
2	36.48280	4.69020	1.49700	81.6	
3	446.15950	0.15000			
4	39.63210	3.78650	1.59282	68.6	
5	111.00100	0.15000			
6	47.81470	3.03350	1.72916	54.7	
7	201.43900	0.10000	1.59266	12.2	0.281
8	162.04320	可变			
9*	-99.67690	0.50000	1.84973	40.6	
10*	13.85340	3.77750			
11	-19.14060	0.70000	1.88300	40.8	

[0301]

12	33.32610	0.40060		
13	25.35260	2.46450	2.00272	19.3
14	-21.38770	0.33610		
15	-17.27840	0.70000	1.88300	40.8
16	71.41870	可变		
17(光阑)	∞	0.30000		
18*	7.57730	1.95620	1.66547	55.2
19*	17.06320	0.54190		
20	11.58000	1.66030	1.49700	81.6
21	-41.30770	0.42260		
22	12.36400	3.15230	1.49700	81.6
23	-5.46160	0.40000	1.90366	31.3
24	9.09110	1.76050		
25	16.06150	1.34770	1.80610	33.3

[0302]

26	-15.17300	可变			
27*	-203.25460	0.40000	1.52500	70.4	
28*	5.82380	可变			
29*	58.06480	2.29070	1.56341	51.8	0.617
30*	-8.98050	可变			
31	∞	0.80000	1.51680	64.2	
32	∞	(BF)			
像面	∞				

[0303] 表 11 (非球面数据)

[0304] 第 9 面

[0305] $K=0.00000E+00, A4=-2.74460E-05, A6=3.62641E-06, A8=-5.63672E-08, A10=4.45930E-10, A12=-1.49485E-12$

[0306] 第 10 面

[0307] $K=-6.75603E-01, A4=-6.48477E-06, A6=2.72516E-06, A8=5.93486E-08, A10=-1.71182E-09, A12=1.96444E-11$

[0308] 第 18 面

[0309] $K=0.00000E+00, A4=2.17801E-04, A6=3.75171E-06, A8=6.95030E-08, A10=6.98376E-09, A12=0.00000E+00$

[0310] 第 19 面

[0311] $K=0.00000E+00, A4=4.31852E-04, A6=2.03930E-06, A8=3.10343E-07, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00$

[0312] 第 27 面

[0313] $K=0.00000E+00, A4=8.40146E-04, A6=-9.49865E-05, A8=3.95053E-06, A10=-5.67656E-08, A12=0.00000E+00$

[0314] 第 28 面

[0315] $K=0.00000E+00, A4=1.04781E-03, A6=-7.21402E-05, A8=1.75965E-06, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00$

[0316] 第 29 面

[0317] $K=0.00000E+00, A4=-2.97914E-05, A6=-1.35594E-06, A8=6.25049E-07, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00$

[0318] 第 30 面

[0319] $K=0.00000E+00, A4=2.90876E-04, A6=-7.76734E-06, A8=3.96245E-07, A10=1.03549E-08, A12=0.00000E+00$

[0320] 表 12 (各种数据)

[0321]

变焦率	29.05322		
	广角	中间	远摄
焦距	4.4196	23.8341	128.4037
F值	3.25179	5.19257	5.17514
视角	42.8228	8.9659	1.7146
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	78.7137	85.5517	87.3218
B F	0.96385	0.96241	0.94169
d8	0.3346	20.9846	32.4178
d16	32.9046	13.4289	0.7477
d26	1.2824	4.5970	4.9031

[0322]

d28	2.5236	6.4821	10.4904
d30	3.6335	2.0256	0.7500
入瞳位置	21.2153	97.5618	259.1234
出瞳位置	-37.1146	560.2721	56.7915
前侧主点位置	25.1220	122.4116	682.7385
后侧主点位置	74.2940	61.7176	-41.0819

[0323] 变焦透镜组数据

[0324]

组	初始面	焦距
1	1	49.93879
2	9	-7.40008
3	17	11.86586
4	27	-10.77686
5	29	13.97659

[0325] (数值实施例 5)

[0326] 数值实施例 5 的变焦透镜系统对应于图 13 所示的实施方式 5。在表 13 中示出数值实施例 5 的变焦透镜系统的面数据,在表 14 中示出非球面数据,在表 15 中示出各种数据。

[0327] 表 13 (面数据)

[0328]

面编号	r	d	nd	vd	θ gF
物面	∞				
1	79.87440	1.25000	1.90366	31.3	
2	37.29730	4.99400	1.49700	81.6	

[0329]

3	612.59810	0.15000			
4	40.18970	4.09900	1.59282	68.6	
5	119.10730	0.15000			
6	47.92730	3.19090	1.72916	54.7	
7	190.51870	0.10000	1.59266	12.2	0.281
8	157.88680	可变			
9*	-102.10760	0.50000	1.84973	40.6	
10*	12.79970	4.11210			
11	-17.98280	0.70000	1.88300	40.8	
12	46.38300	0.23950			
13	26.15370	2.53620	2.00272	19.3	
14	-20.76930	0.28550			
15	-17.74290	0.70000	1.88300	40.8	
16	64.94080	可变			

[0330]

17(光阑)	∞	0.30000			
18*	7.46880	1.94280	1.66547	55.2	
19*	16.50910	0.48810			
20	11.08520	1.53370	1.49700	81.6	
21	-49.50080	0.46280			
22	12.99500	3.10410	1.49700	81.6	
23	-5.30970	0.40000	1.90366	31.3	
24	8.46730	1.50860			
25	14.08340	1.44030	1.80610	33.3	
26	-14.44130	可变			
27*	-67.54320	0.40000	1.52500	70.4	
28*	6.01400	可变			
29*	37.53130	2.19240	1.56341	51.8	0.617
30*	-10.23040	可变			

[0331]

31 ∞ 0.80000 1.51680 64.2

32 ∞ (BF)

像面 ∞

[0332] 表 14 (非球面数据)

[0333] 第 9 面

[0334] $K=0.00000E+00$, $A4=-2.31959E-05$, $A6=3.59038E-06$, $A8=-5.70697E-08$, $A10=4.42272E-10$, $A12=-1.44436E-12$

[0335] 第 10 面

[0336] $K=-5.24645E-01$, $A4=2.17728E-06$, $A6=2.75617E-06$, $A8=6.53795E-08$, $A10=-1.73913E-09$, $A12=1.96444E-11$

[0337] 第 18 面

[0338] $K=0.00000E+00$, $A4=2.21368E-04$, $A6=2.99781E-06$, $A8=9.71982E-08$, $A10=5.99213E-09$, $A12=0.00000E+00$

[0339] 第 19 面

[0340] $K=0.00000E+00$, $A4=4.23871E-04$, $A6=8.03867E-07$, $A8=2.86598E-07$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

[0341] 第 27 面

[0342] $K=0.00000E+00$, $A4=9.27380E-04$, $A6=-9.10192E-05$, $A8=4.32577E-06$, $A10=-6.73519E-08$, $A12=0.00000E+00$

[0343] 第 28 面

[0344] $K=0.00000E+00$, $A4=9.60767E-04$, $A6=-7.27381E-05$, $A8=2.42562E-06$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

[0345] 第 29 面

[0346] $K=0.00000E+00$, $A4=-4.83077E-05$, $A6=-3.60910E-06$, $A8=4.17679E-07$, $A10=0.00000E+00$, $A12=0.00000E+00$

[0347] 第 30 面

[0348] $K=0.00000E+00$, $A4=2.29305E-04$, $A6=-9.52975E-06$, $A8=4.61233E-07$, $A10=9.85577E-10$, $A12=0.00000E+00$

[0349] 表 15 (各种数据)

[0350]

变焦率	34.33482		
	广角	中间	远摄
焦距	4.3974	26.1503	150.9852
F值	3.40359	5.39377	5.89240
视角	42.9587	8.1825	1.4646
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	82.4376	89.0384	91.1565
B F	0.98022	0.95964	0.95334
d8	0.3484	22.3873	32.6911
d16	35.0212	14.1102	0.7564
d26	1.1939	4.4862	4.4097
d28	3.3065	7.3343	14.0149
d30	4.0074	2.1808	0.7511
入瞳位置	21.8240	111.8670	275.0833
出瞳位置	-39.1242	702.8651	43.1125
前侧主点位置	25.7393	138.9915	966.7937
后侧主点位置	78.0402	62.8881	-59.8286

[0351] 变焦透镜组数据

[0352]

组	初始面	焦距
1	1	50.01099
2	9	-7.35865
3	17	11.85311
4	27	-10.49901
5	29	14.50862

[0353] (数值实施例 6)

[0354] 数值实施例 6 的变焦透镜系统对应于图 16 所示的实施方式 6。在表 16 中示出数值实施例 6 的变焦透镜系统的面数据,在表 17 中示出非球面数据,在表 18 中示出各种数据。

[0355] 表 16 (面数据)

[0356]

面编号	r	d	nd	vd	θ gF
物面	∞				
1	38.50390	0.75000	1.84666	23.8	
2	25.21440	0.01000	1.56732	42.8	
3	25.21440	3.67880	1.49700	81.6	
4	-2037.57780	0.10000	1.59266	12.2	0.281
5	2105.03700	0.15000			
6	27.03950	1.45040	1.75500	52.3	
7	60.51940	可变			
8	100.00000	2.00000	1.48749	70.4	

[0357]

9	250.00000	可变		
10*	784.75380	0.30000	1.85135	40.1
11*	5.43810	3.29980		
12	-9.20010	0.30000	1.75500	52.3
13	1326.58880	0.15420		
14	24.34520	1.23620	1.94595	18.0
15	-34.97140	可变		
16(光阑)	∞	0.30000		
17*	5.38550	2.53220	1.52500	70.3
18*	-21.78410	1.19260		
19	393.52310	1.46680	1.62299	58.1
20	-6.50510	0.01000	1.56732	42.8
21	-6.50510	0.40000	1.68400	31.3
22*	21.75740	可变		

[0358]

23	14.90260	0.50000	1.68400	31.3
24*	9.36130	可变		
25*	10.65080	1.96890	1.52500	70.3
26*	-161.06680	可变		
27	∞	0.80000	1.51680	64.2
28	∞	(BF)		
像面	∞			

[0359] 表 17 (非球面数据)

[0360] 第 10 面

[0361] $K=0.00000E+00, A4=-2.50186E-04, A6=1.89904E-05, A8=-4.28290E-07, A10=3.13969E-09, A12=0.00000E+00$

[0362] 第 11 面

[0363] $K=0.00000E+00, A4=-4.11341E-04, A6=-1.24082E-05, A8=2.31818E-06, A10=-5.62141E-08, A12=0.00000E+00$

[0364] 第 17 面

[0365] $K=0.00000E+00, A4=-2.60711E-04, A6=-1.54333E-05, A8=-1.79727E-07, A10=-1.81687E-08, A12=0.00000E+00$

[0366] 第 18 面

[0367] $K=0.00000E+00, A4=1.11480E-04, A6=-1.92757E-05, A8=4.35443E-07, A10=0.00000E+00, A12=0.00000E+00$

[0368] 第 22 面

[0369] $K=0.00000E+00, A4=1.43361E-03, A6=6.50976E-05, A8=3.57938E-07, A10=1.76149E-07, A12=0.00000E+00$

[0370] 第 24 面

[0371] $K=0.00000E+00, A4=-3.34731E-05, A6=-2.66163E-06, A8=4.80103E-07, A10=-1.57225E-08, A12=0.00000E+00$

[0372] 第 25 面

[0373] $K=0.00000E+00, A4=-2.96338E-04, A6=-1.39817E-05, A8=4.45637E-07, A10=-1.78$

822E-08, A12=-8.58883E-10

[0374] 第 26 面

[0375] $K=0.00000E+00, A4=-3.91800E-04, A6=-1.56251E-05, A8=5.28450E-07, A10=-3.71474E-08, A12=0.00000E+00$

[0376] 表 18 (各种数据)

[0377]

变焦率	15.16095		
	广角	中间	远摄
焦距	4.6500	18.6000	70.4984
F值	3.39024	4.56790	6.10029
视角	41.2581	11.9876	3.1079
像高	3.5000	3.9000	3.9000
透镜全长	51.6501	59.9101	73.7790
B F	0.50161	0.48757	0.45096
d7	0.5000	1.0000	1.5000
d9	0.3000	9.5738	20.5444
d15	16.9500	4.7170	0.8768
d22	1.0000	11.7333	18.0083
d24	5.9457	2.6083	6.4427
d26	3.8529	7.1902	3.3559

[0378]

入瞳位置	13.8511	35.4103	112.9079
出瞳位置	-28.3376	-56.2016	346.3474
前侧主点位置	17.7513	47.9075	197.7747
后侧主点位置	47.0001	41.3100	3.2806

[0379] 变焦透镜组数据

[0380]

组	初始面	焦距
1	1	43.00014
2	8	340.40023
3	10	-5.84709
4	16	10.46298
5	23	-38.20729
6	25	19.10415

[0381] 在以下的表 19 中示出各个数值实施例的变焦透镜系统的各条件的对应值。

[0382] 表 19 (条件的对应值)

[0383] [表 1]

数值 实施例	条件				
	(1)	(2)	(3)	(4)	f_T/f_W
1	1.1944	0.95	0.48	12.83	15.16
2	1.0961	0.96	0.51	15.28	18.39
3	1.2455	1.23	0.66	11.84	22.92
4	1.0831	0.77	0.44	14.46	29.05
5	1.0237	0.68	0.37	16.64	34.33
6	1.2993	1.24	0.73	35.25	15.16

[0385] [表 2]

数值 实施例	透镜元件	条件		
		(5)		(6)
		I	II	
1	L1	-0.0547	—	-0.1031
	L3	0.4208	—	0.3698
	L8	0.0619	—	0.0131
2	L3	—	0.3682	0.2335
	L11	—	0.6173	-0.0957
3	L5	0.4894	—	0.4171
	L8	-0.0547	—	-0.1031
4	L5	0.4208	—	0.3698
	L16	—	0.6173	-0.0957
5	L5	0.4208	—	0.3698
	L16	—	0.6173	-0.0957
6	L3	0.4208	—	0.3698

[0386]

[0387] 又,在以下的表 20 中示出了微粒分散材料的组成、以及相对于 d 线的折射率(nd)、相对于 d 线的阿贝数(vd)以及 g 线与 F 线的局部色散率(θ_{gF})。该表 20 所示的微粒分散材料中也含有各数值实施例所使用的材料。

[0388] 表 20 (微粒分散材料)

[0389] [表 3]

[0390]

树脂	无机粒子		微粒分散材料			数值实施例 (透镜元件)
	种类	体积分率	nd	vd	θ gF	
环烯烃聚合物	ZrO ₂	0.05	1.56341	51.8	0.617	2(L11)、4(L16)、5(L16)
		0.2	1.65971	44.8	0.695	
		0.5	1.83722	39.0	0.761	
	BaTiO ₃	0.05	1.58761	31.7	0.732	
		0.2	1.74919	17.7	0.819	
		0.5	2.03420	12.9	0.841	
聚甲基丙烯酸甲酯	ITO (In ₂ O ₃ +SnO ₂)	0.01	1.49530	46.8	0.481	2(L3) 1(L3)、4(L5)、5(L5)、6(L3) 3(L5)
		0.05	1.51632	27.2	0.368	
		0.2	1.59266	12.2	0.281	
聚碳酸酯	TiO ₂	0.05	1.66231	20.4	0.714	1(L1)、3(L8)
		0.2	1.87806	13.1	0.751	
		0.5	2.24830	10.4	0.758	
	ZnO	0.05	1.60235	25.9	0.648	
		0.2	1.65656	18.3	0.642	
		0.5	1.75998	12.9	0.635	

[0391] (工业上的可利用性)

[0392] 本发明所涉及的变焦透镜系统适用于如下数字输入装置:数码相机、智能手机等

便携信息终端、监视系统中的监视照相机、Web 照相机、车载照相机等,特别适用于数码相机等要求高画质的摄影光学系统。

[0393] 符号说明

- [0394] G1 第 1 透镜组
- [0395] G2 第 2 透镜组
- [0396] G3 第 3 透镜组
- [0397] G4 第 4 透镜组
- [0398] G5 第 5 透镜组
- [0399] G6 第 6 透镜组
- [0400] L1 第 1 透镜元件
- [0401] L2 第 2 透镜元件
- [0402] L3 第 3 透镜元件
- [0403] L4 第 4 透镜元件
- [0404] L5 第 5 透镜元件
- [0405] L6 第 6 透镜元件
- [0406] L7 第 7 透镜元件
- [0407] L8 第 8 透镜元件
- [0408] L9 第 9 透镜元件
- [0409] L10 第 10 透镜元件
- [0410] L11 第 11 透镜元件
- [0411] L12 第 12 透镜元件
- [0412] L13 第 13 透镜元件
- [0413] L14 第 14 透镜元件
- [0414] L15 第 15 透镜元件
- [0415] L16 第 16 透镜元件
- [0416] A 孔径光阑
- [0417] P 平行平板
- [0418] S 像面
- [0419] 1 变焦透镜系
- [0420] 2 摄像元件
- [0421] 3 液晶显示器
- [0422] 4 壳体
- [0423] 5 主镜筒
- [0424] 6 移动镜筒
- [0425] 7 圆筒凸轮。

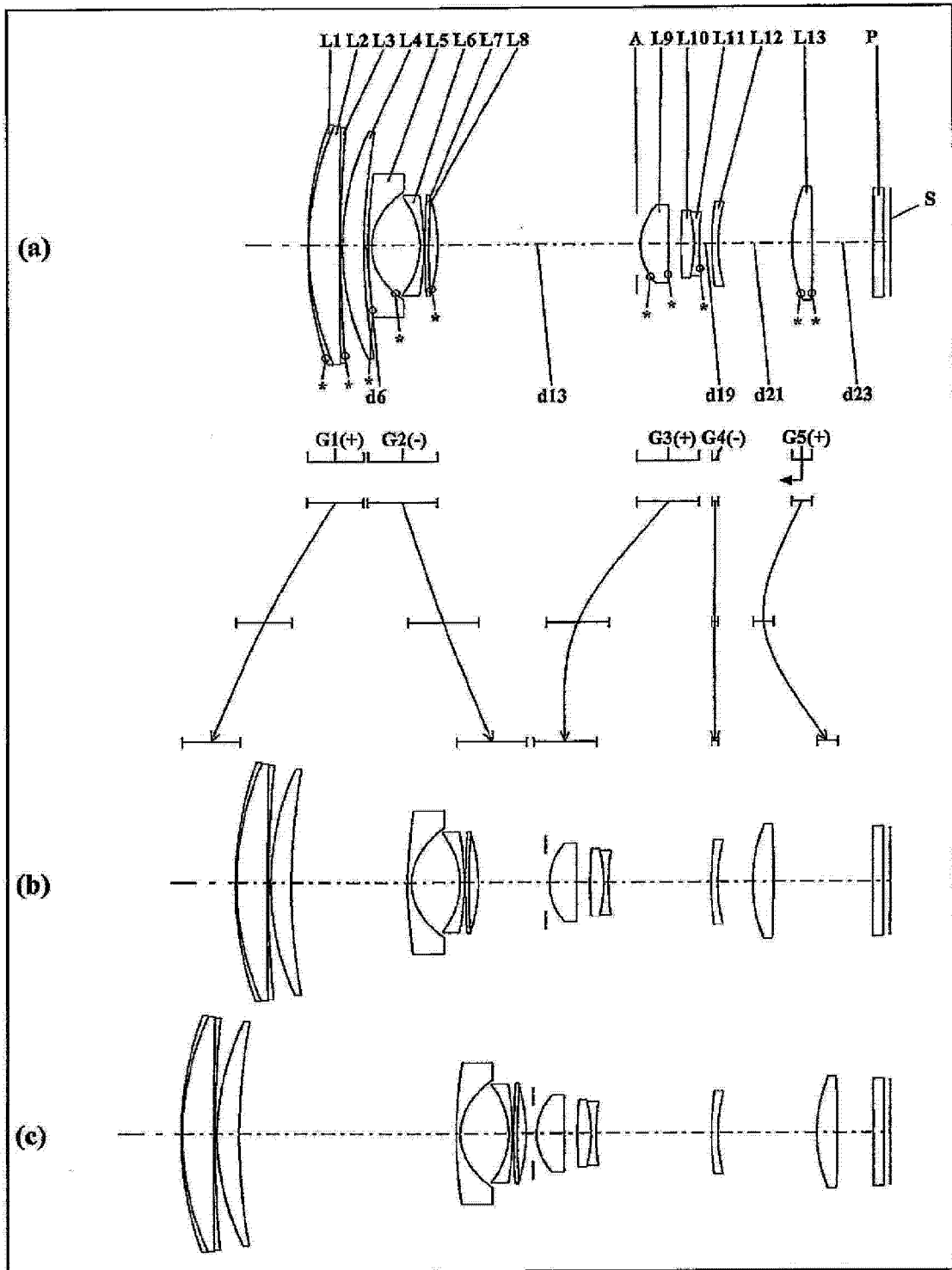


图 1

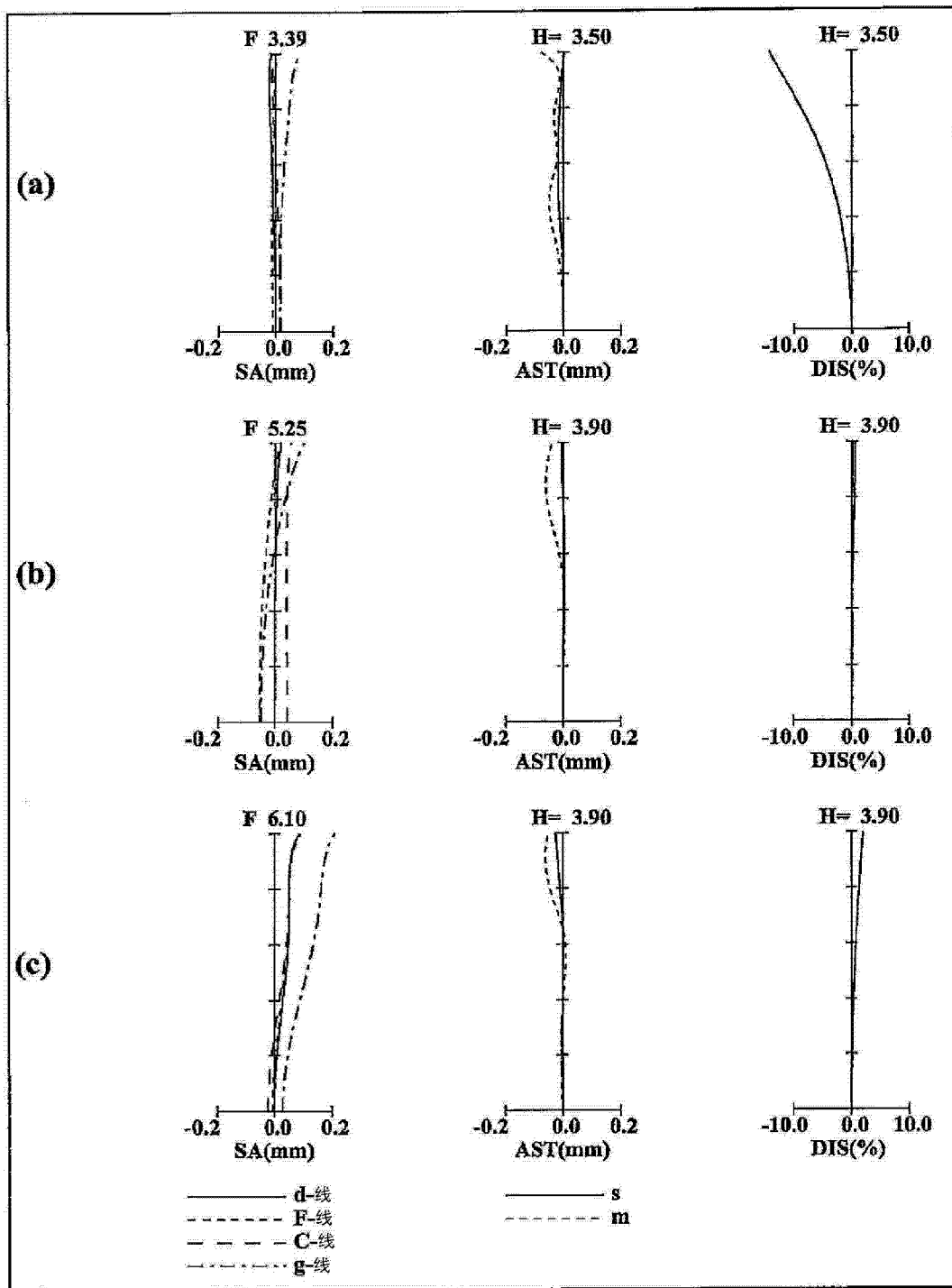


图 2

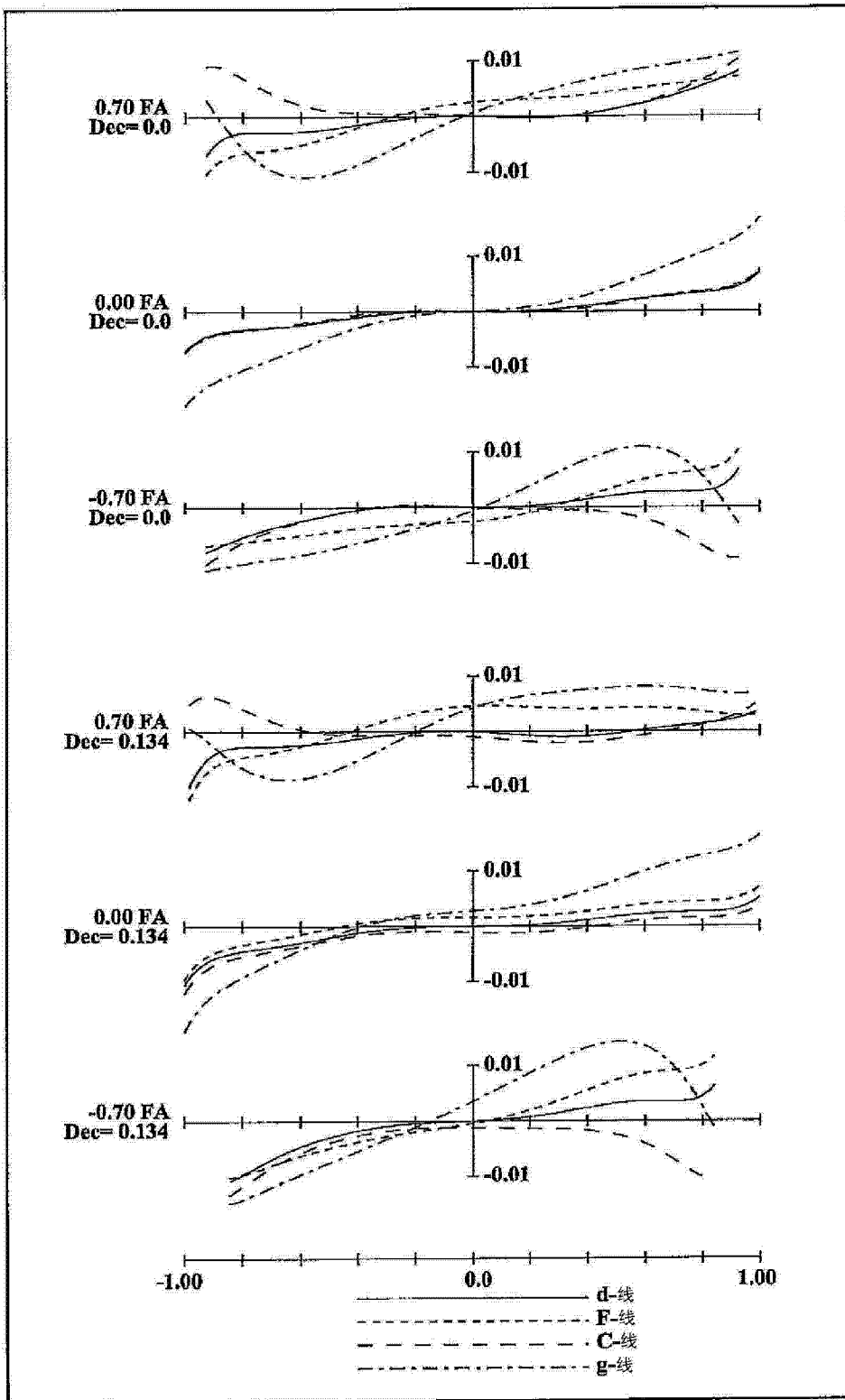


图 3

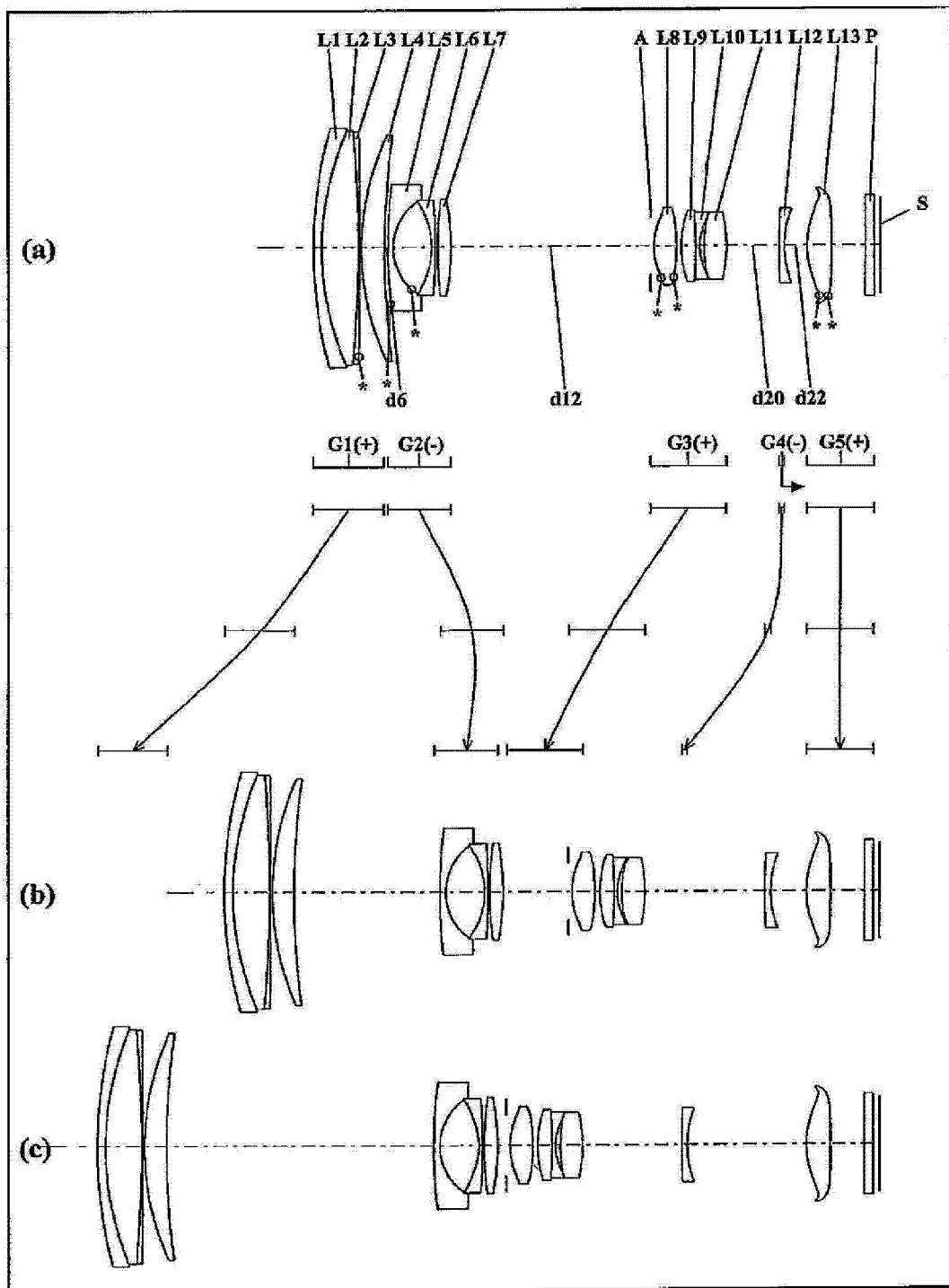


图 4

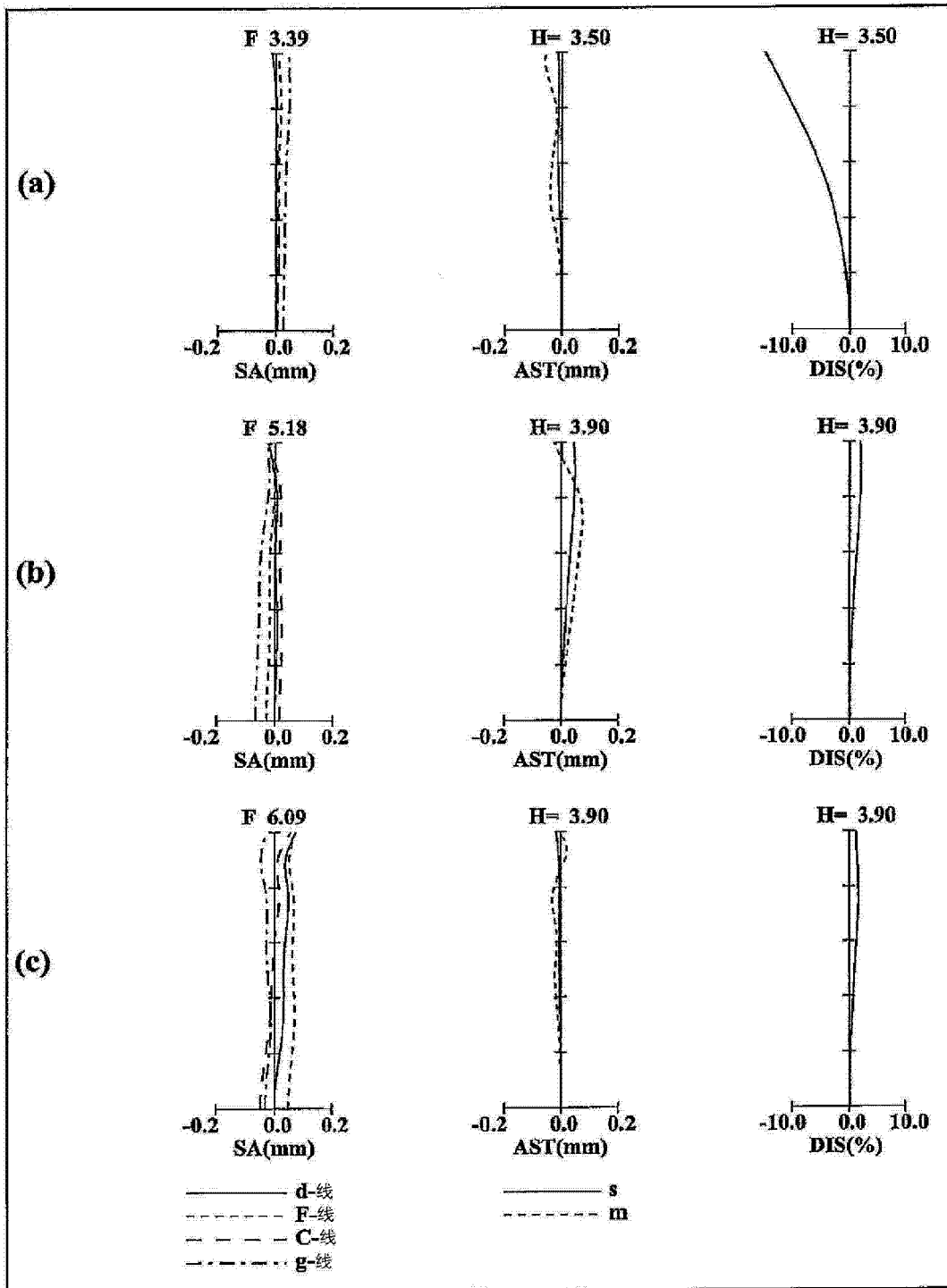


图 5

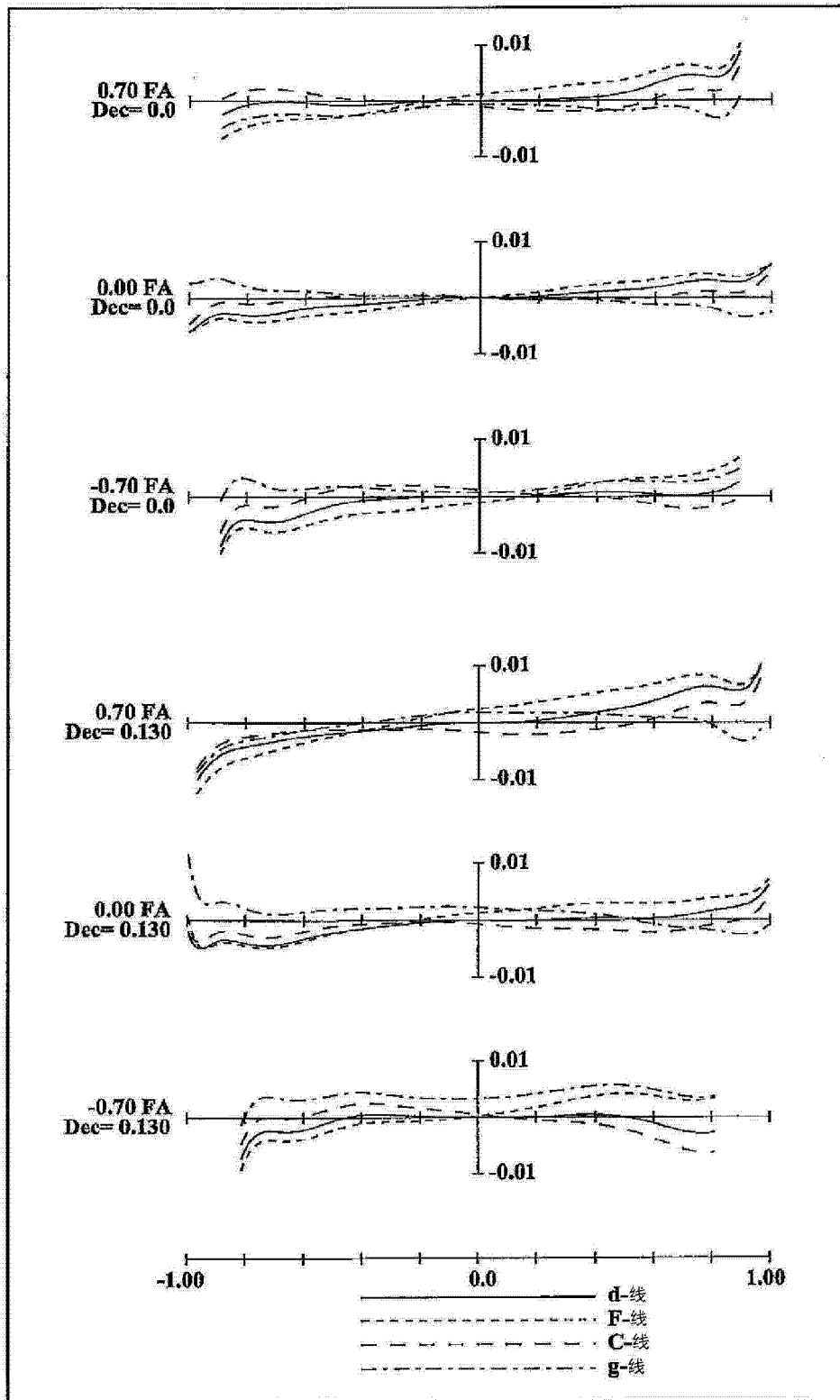


图 6

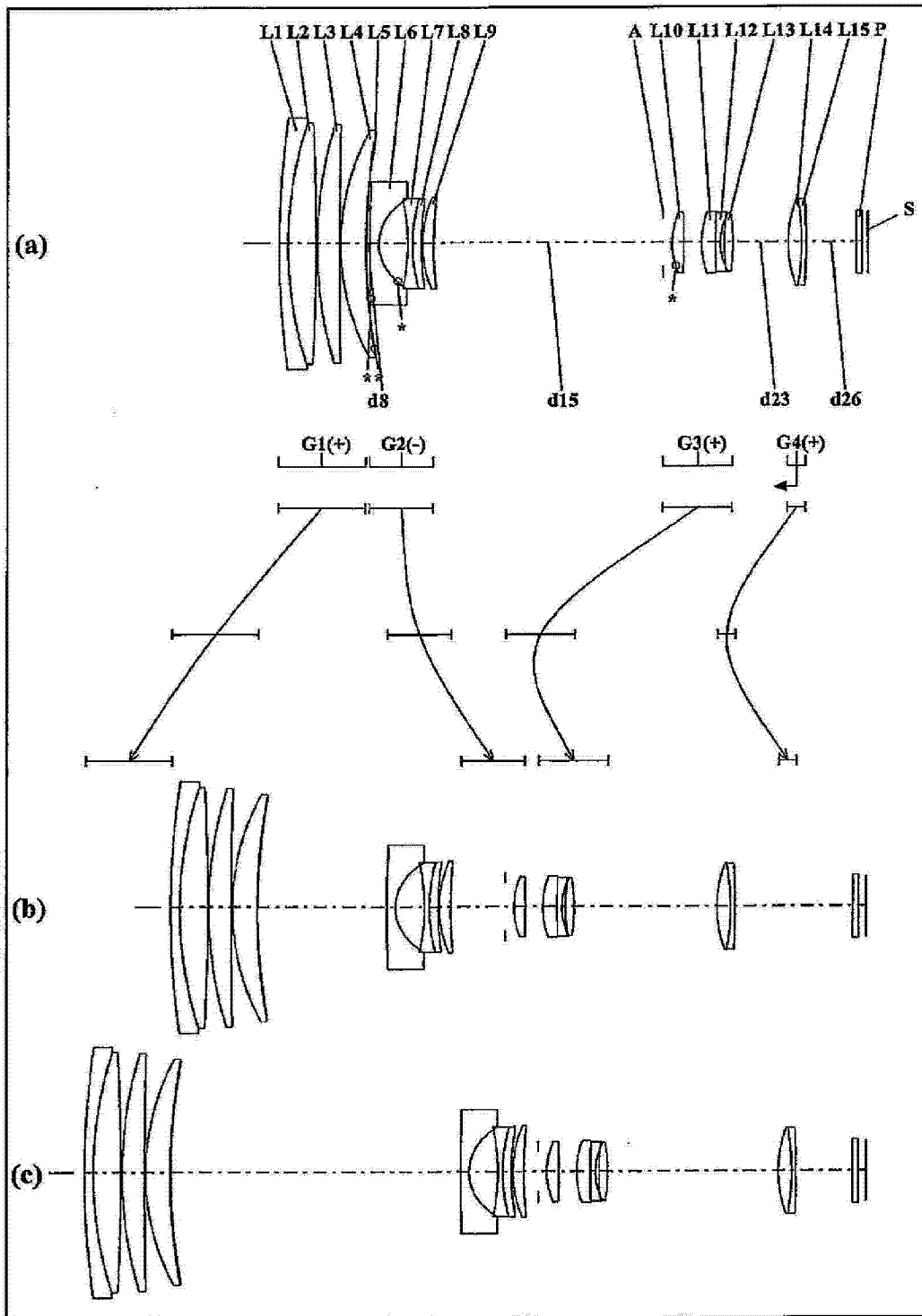


图 7

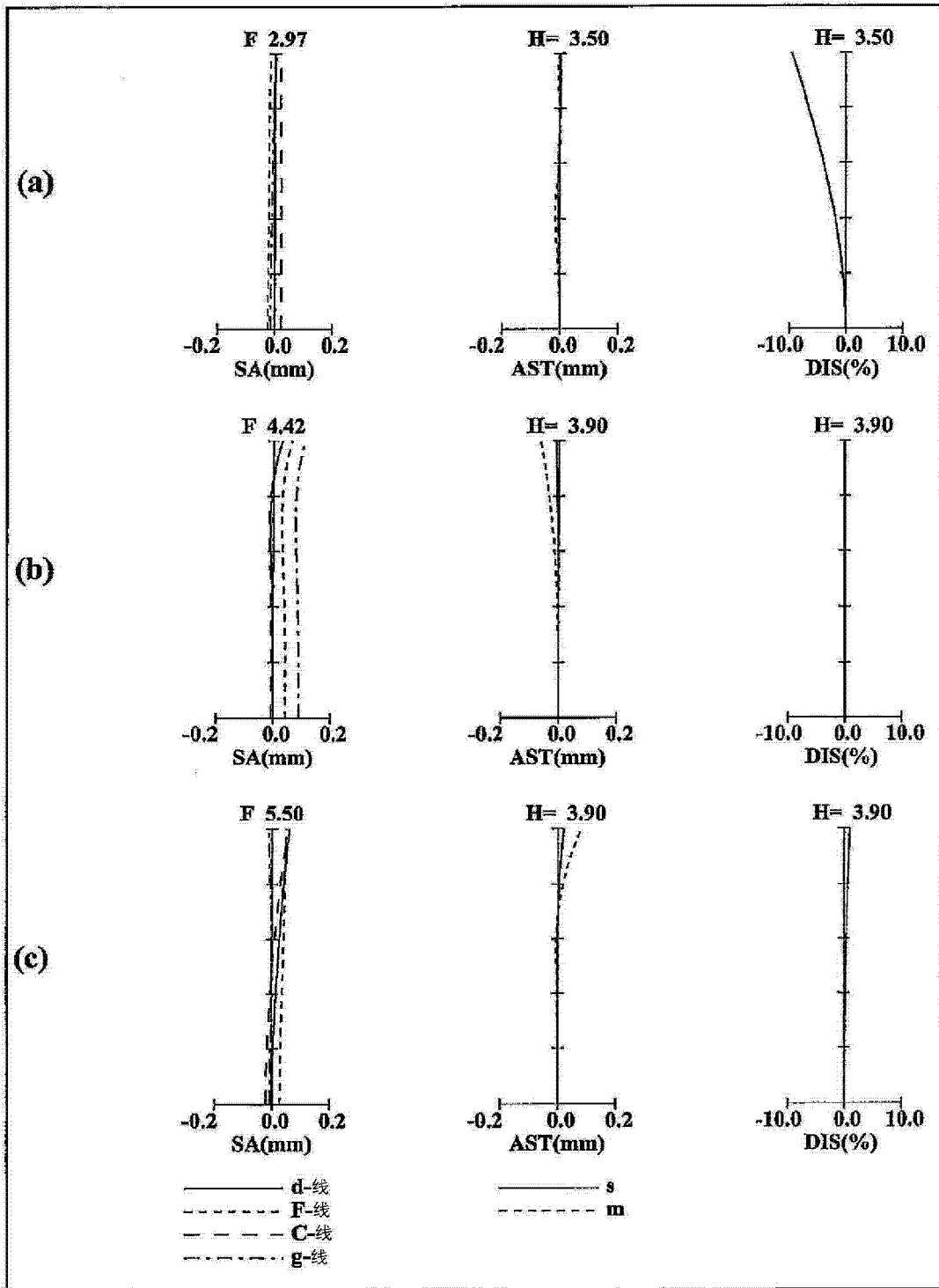


图 8

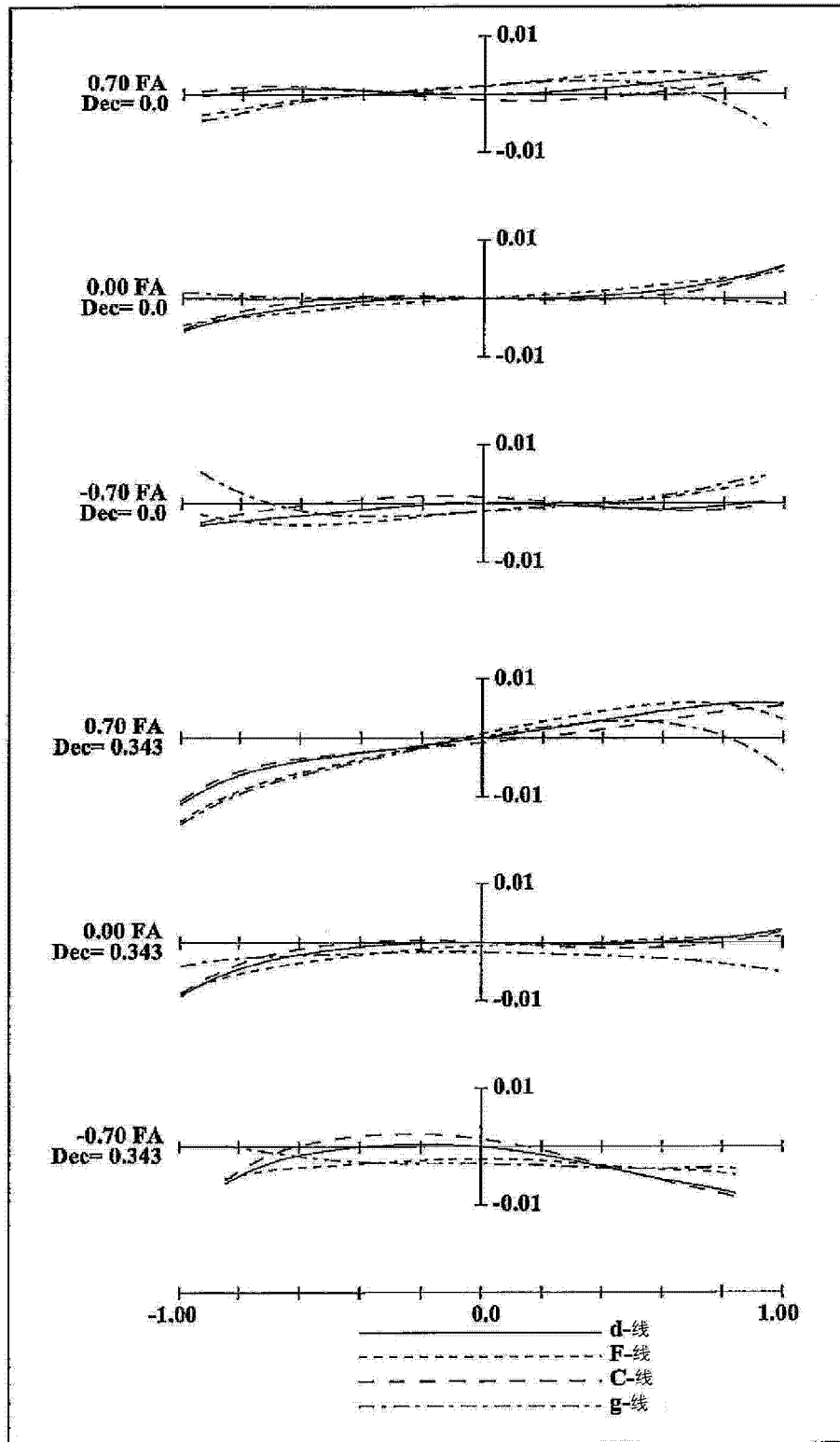


图 9

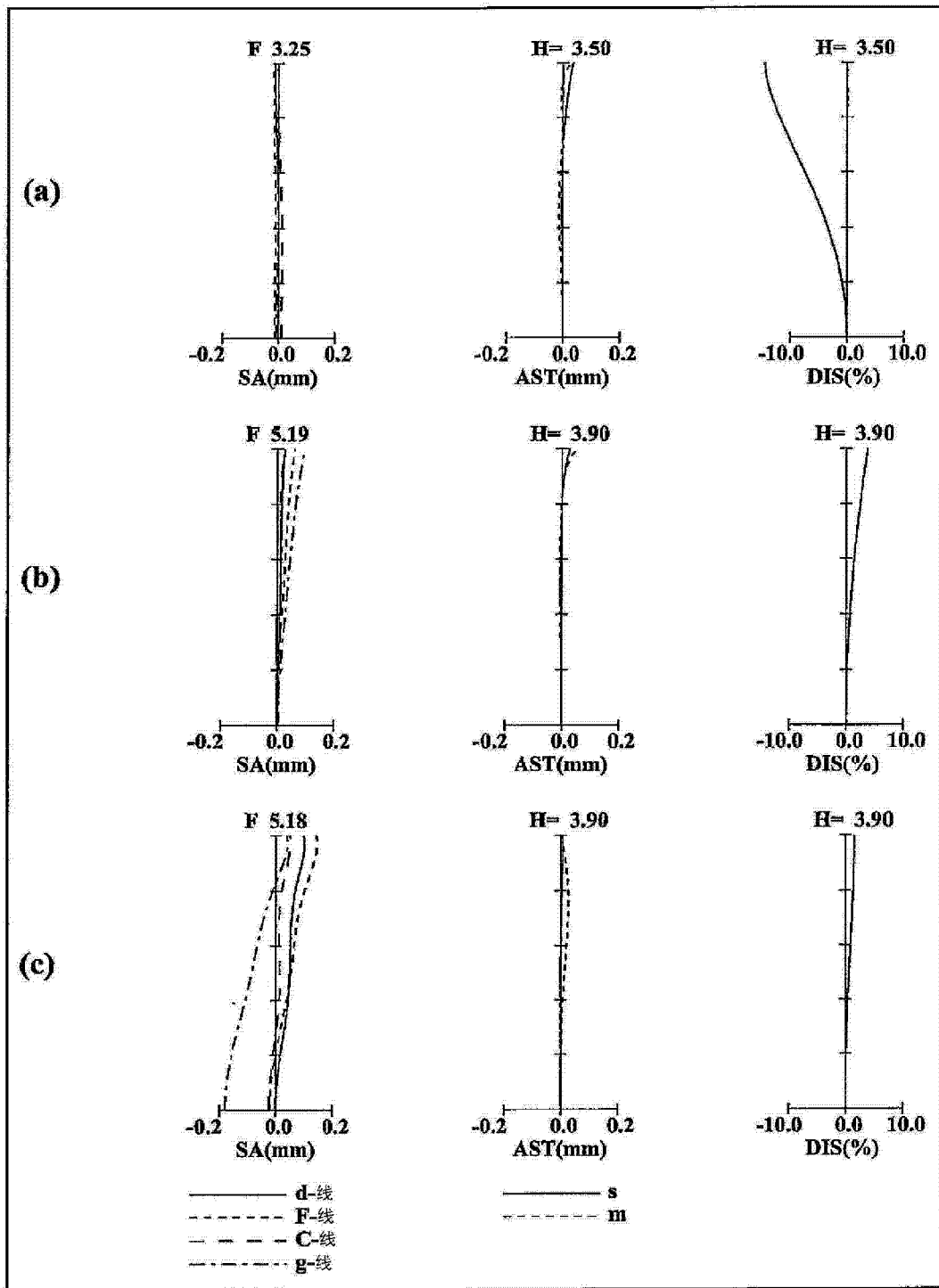


图 11

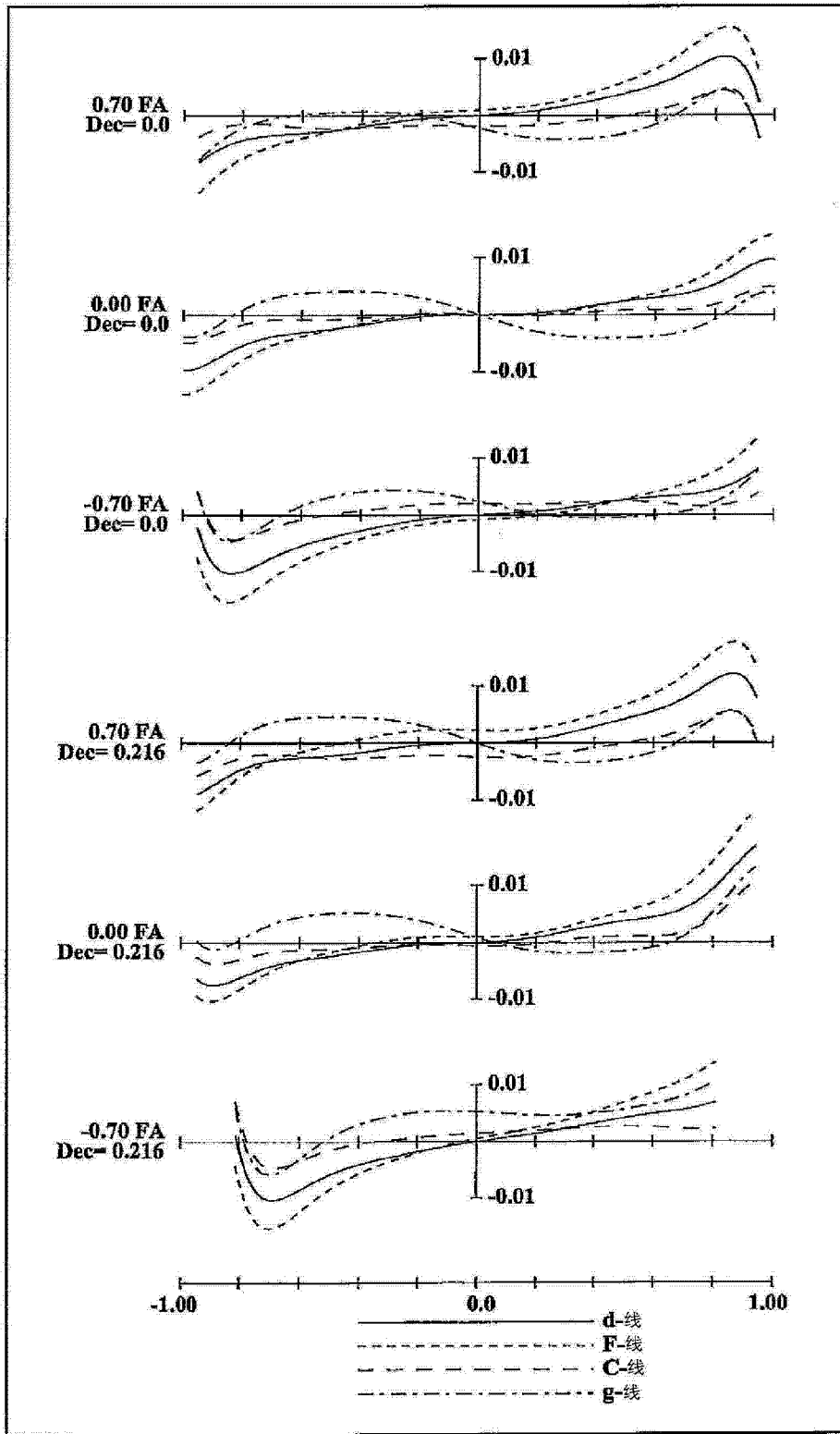


图 12

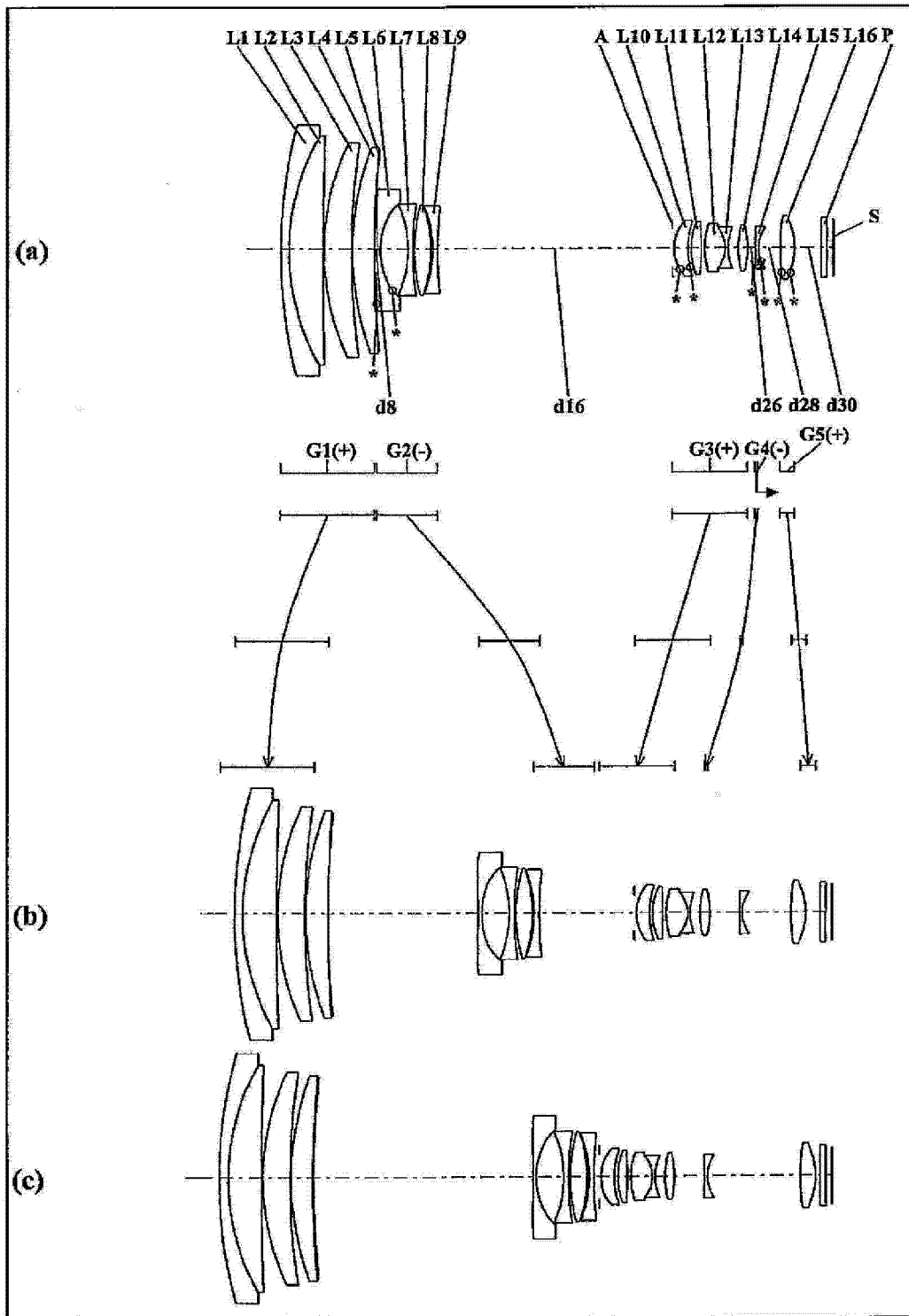


图 13

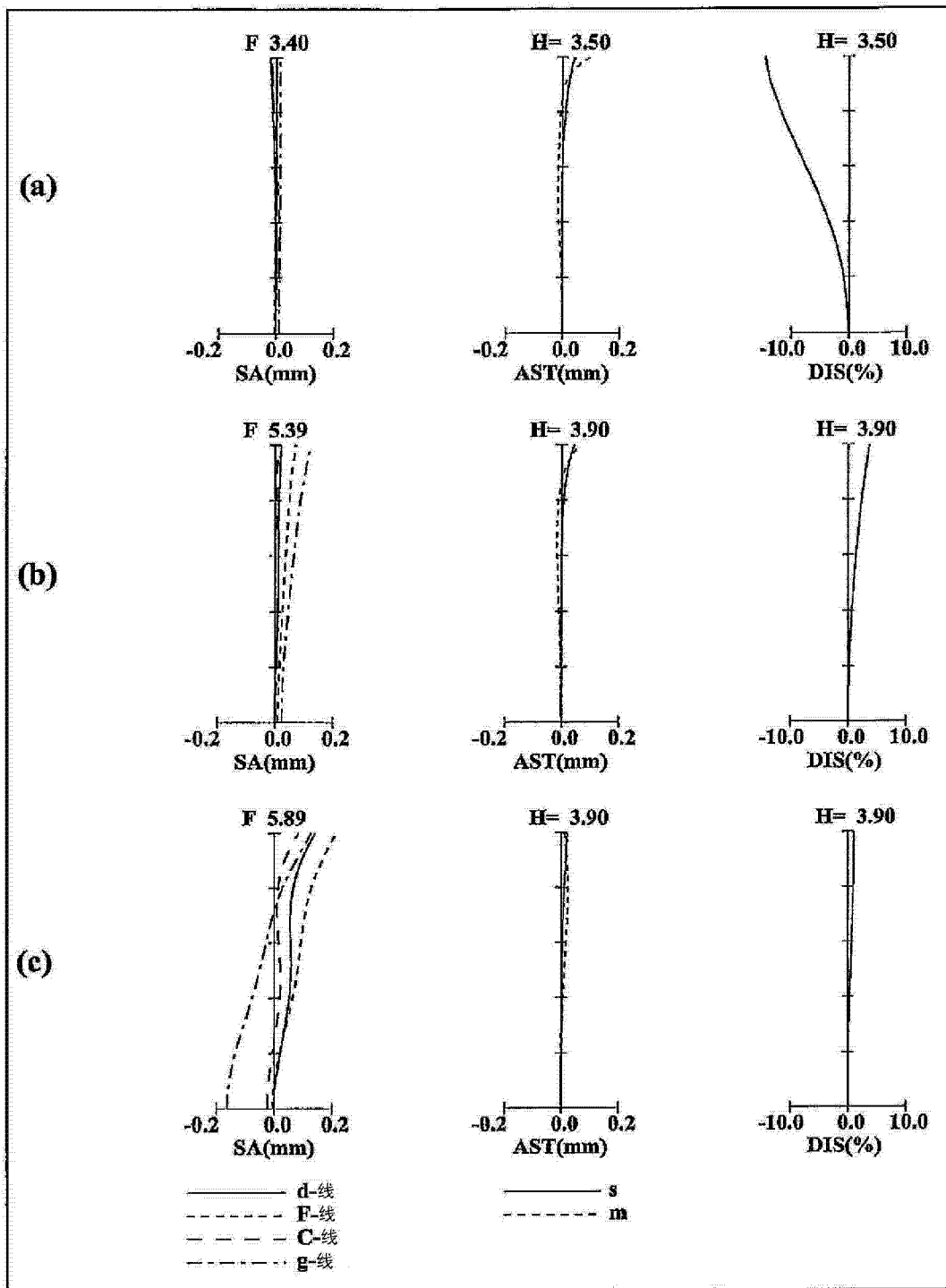


图 14

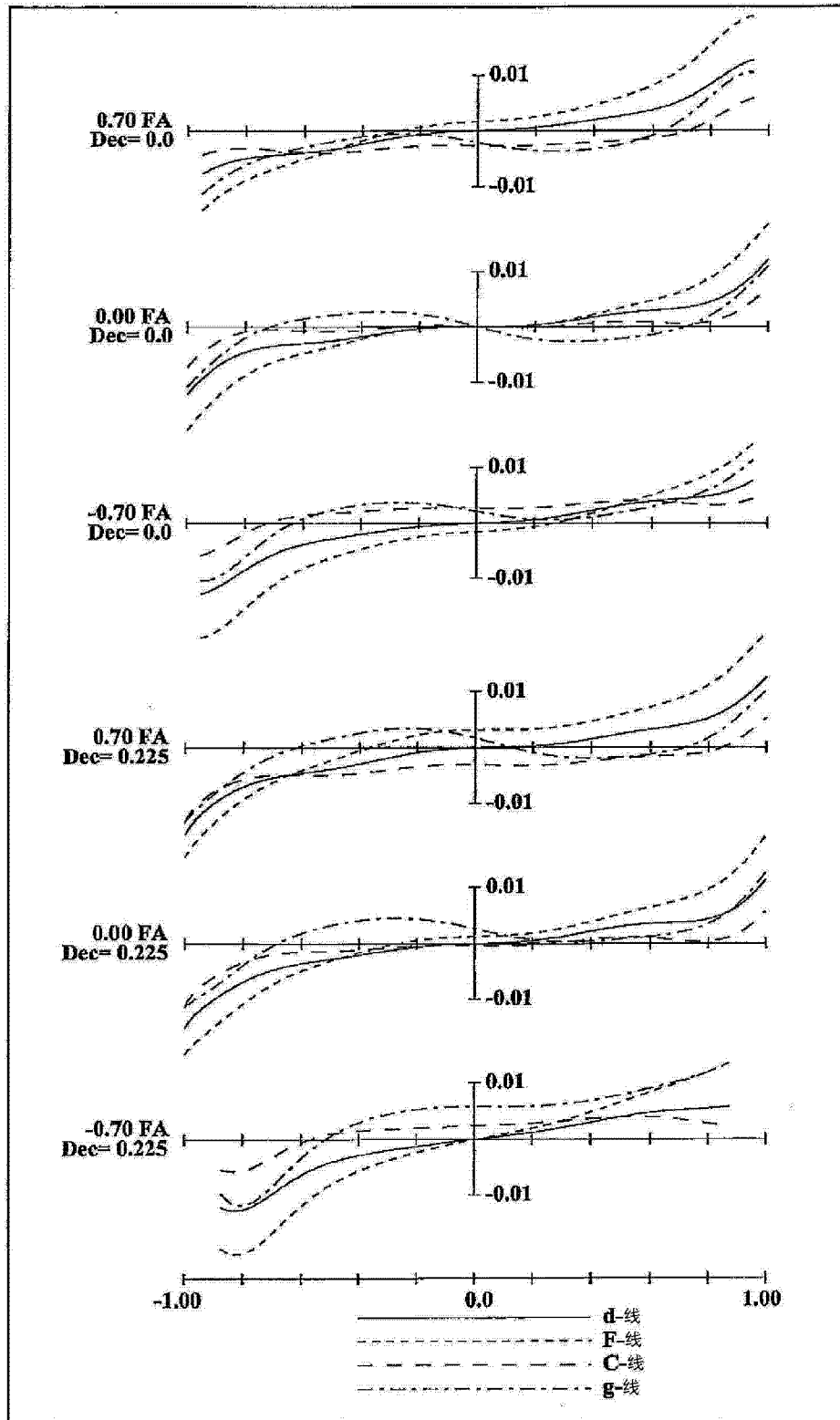


图 15

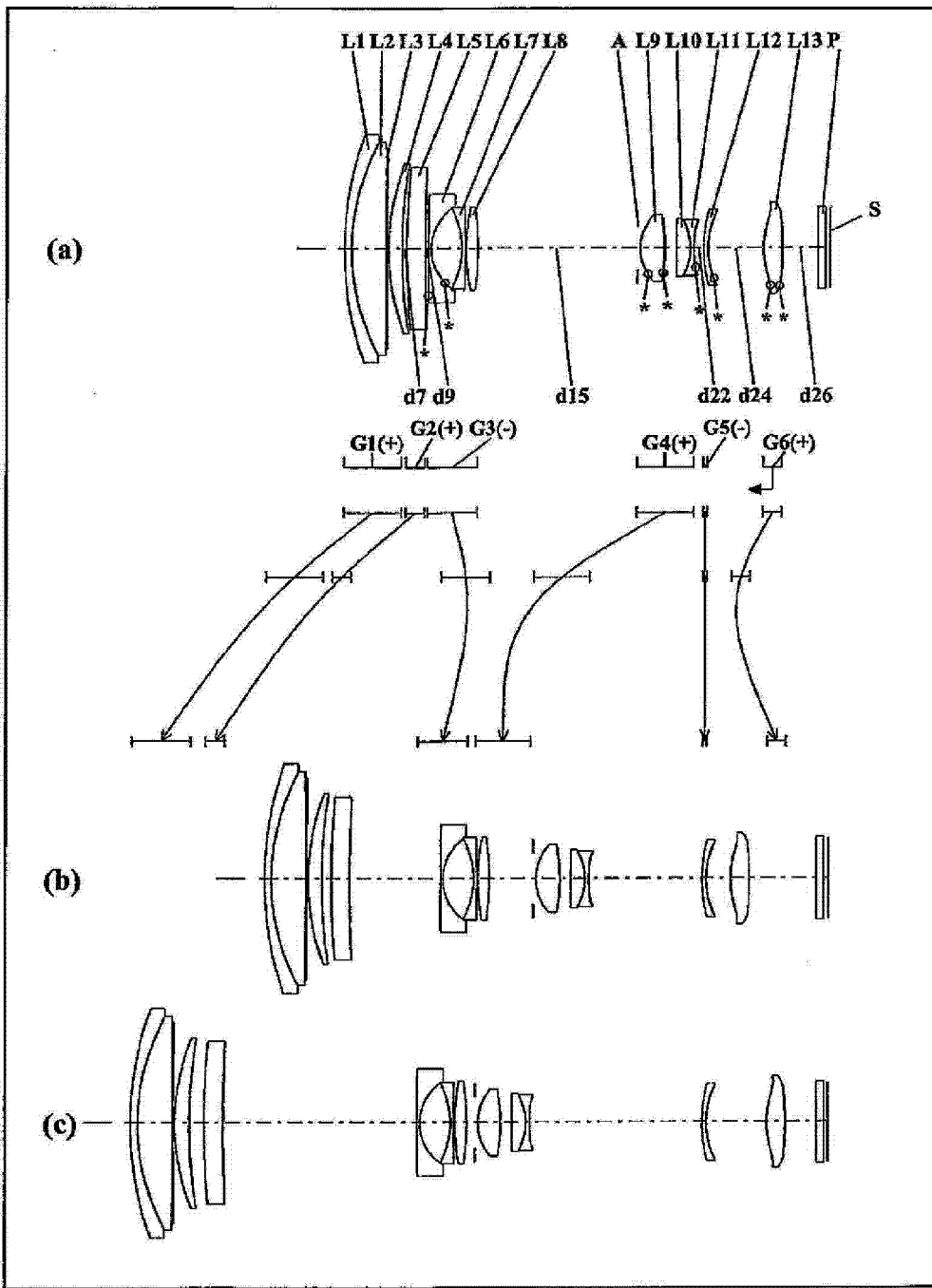


图 16

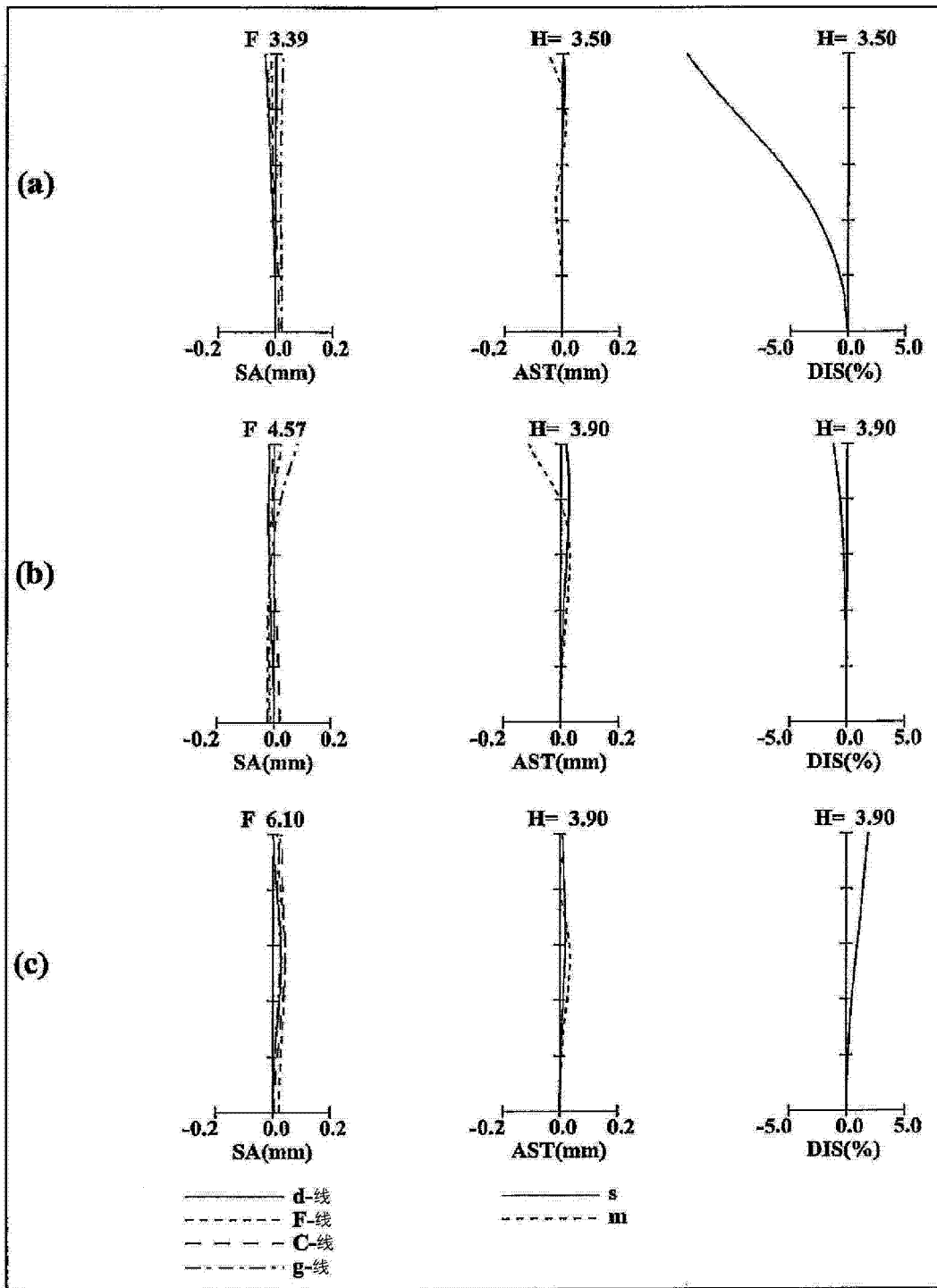


图 17

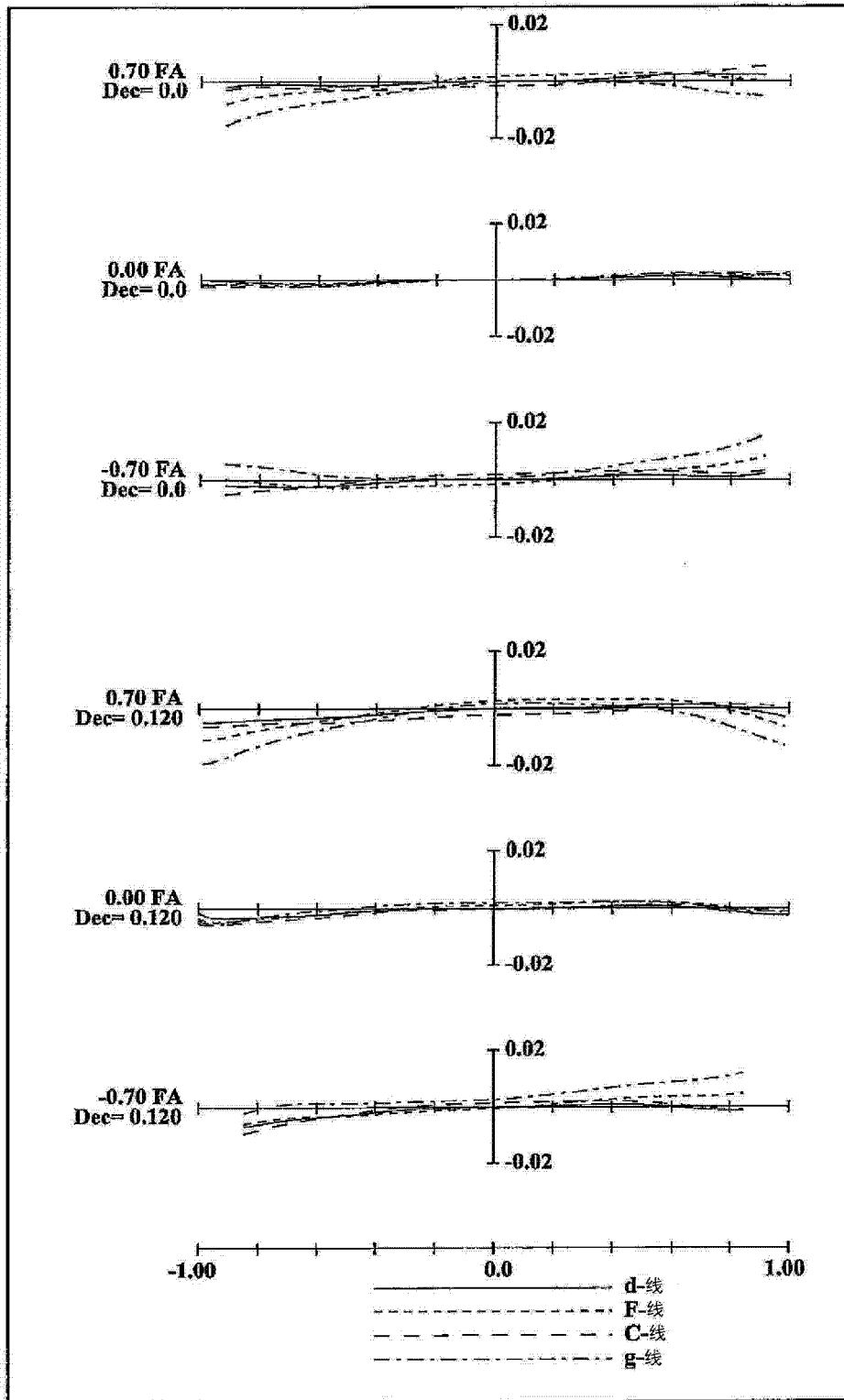


图 18

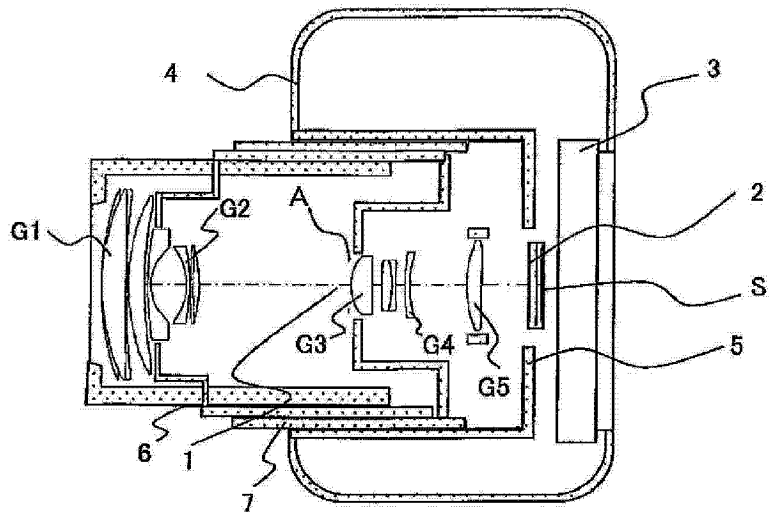


图 19