

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101256263 B

(45) 授权公告日 2010.07.28

(21) 申请号 200810001275.1

US 6728047 B2, 2004.04.27, 全文.

(22) 申请日 2008.01.17

JP 特开 2000-180719 A, 2000.06.30, 全文.

US 2004/0218285 A1, 2004.11.04, 全文.

(30) 优先权数据

2007-019475 2007.01.30 JP

审查员 彭志红

(73) 专利权人 富士能株式会社

地址 日本国埼玉县

(72) 发明人 谷山实

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李香兰

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 9/34 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 2612961 Y, 2004.04.21, 全文.

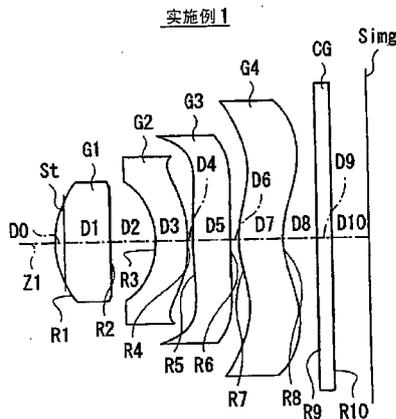
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 15 页

(54) 发明名称

摄像透镜

(57) 摘要

本发明提供一种摄像透镜,其中从物体侧依次具备:物体侧的面为凸形状的正的透镜(G1);物体侧的面为凹形状的负的透镜(G2);在光轴附近具有正的光放大率的第3透镜(G3);在光轴附近将凸面朝向物体侧的负的弯月形状的第4透镜(G4),并且,满足以下的条件式。此处,设f为整体的焦距,f1为第1透镜(G1)的焦距,n1为第1透镜(G1)的对d线的折射率,v1为第1透镜(G1)的对d线的阿贝数,f2为第2透镜(G2)的焦距,f3为第3透镜(G3)的焦距。 $0.6 < f1/f < 1.0$(1) $1.45 < n1 < 1.6$(2) $v1 > 60$(3) $0.4 < |f2/f| < 1.2$(4) $0.7 < f3/f < 1.9$(5)从而能够实现即使为紧凑的构成,但也能发现高成像性能。



1. 一种摄像透镜,其特征在于,从物体侧依次具备:

物体侧的面为凸形状的具有正的光放大率的第 1 透镜;物体侧的面为凹形状的具有负的光放大率的第 2 透镜;在光轴附近具有正的光放大率的第 3 透镜;在光轴附近将凸面朝向物体侧的具有负的光放大率的弯月形状的第 4 透镜,

并满足以下的条件式:

$$0.6 < f1/f < 1.0 \cdots \cdots (1)$$

$$1.45 < n1 < 1.6 \cdots \cdots (2)$$

$$v1 > 60 \cdots \cdots (3)$$

$$0.4 < |f2/f| < 1.2 \cdots \cdots (4)$$

$$0.7 < f3/f < 1.9 \cdots \cdots (5)$$

此处,

f:整体的焦距,

f1:第 1 透镜的焦距,

n1:第 1 透镜的对 d 线(波长 587.6nm)的折射率,

v1:第 1 透镜的对 d 线的阿贝数,

f2:第 2 透镜的焦距,

f3:第 3 透镜的焦距。

2. 根据权利要求 1 所述的摄像透镜,其特征在于,

上述第 2 透镜,上述第 3 透镜及上述第 4 透镜,分别至少在一面包含非球面。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的摄像透镜,其特征在于,

上述第 1 透镜,至少在一面包含非球面。

4. 根据权利要求 1 所述的摄像透镜,其特征在于,上述第 3 透镜的物体侧的面的在光轴附近的曲率半径的绝对值比像侧面的在光轴附近的曲率半径的绝对值还小。

5. 根据权利要求 1 所述的摄像透镜,其特征在于,上述第 2 透镜、上述第 3 透镜及第 4 透镜,全部由树脂材料而被构成。

6. 根据权利要求 1 所述的摄像透镜,其特征在于,上述第 1 透镜由光学玻璃而被构成。

7. 根据权利要求 1 所述的摄像透镜,其特征在于,在上述第 1 透镜的光轴上的物体侧的面位置和上述第 1 透镜的光轴上的像侧的面位置之间配置有光阑。

摄像透镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适合搭载于使用 CCD (Charge Coupled Device : 电荷耦合器件) 或 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等摄像元件的数码相机或利用银盐胶卷的相机等的小型摄像装置的固定焦点的摄像透镜。

背景技术

[0002] 近年来,随着个人电脑普及到一般家庭等,可以把所摄影的风景或人物像等的图像信息输入到个人电脑的数码静态相机(以下,简称为数码相机)急速普及。而且,在手机普遍搭载有图像输入用模组相机(移动用模组相机)。

[0003] 在这种摄像装置中使用 CCD 或 CMOS 等摄像元件。近年来,这些摄像元件的紧凑化得到发展,对摄像装置整体及搭载于其的摄像透镜也要求紧凑性。并且同时,摄像元件的高像素化也得到发展,要求摄像透镜的高解像、高性能化。

[0004] 因此,在专利文献 1~6 公开了以 3 片或 4 片透镜构成并利用非球面的摄像透镜。例如在专利文献 4~6 中,在 4 片透镜构成中,从物体侧依次配置正、负、正、正的光放大率,在各透镜面使用非球面形状,而谋求小型化和高性能化。并且,缩小第 3 透镜的像侧面的曲率半径的绝对值,使像侧面持有比较强的正的光放大率。

[0005] 【专利文献 1】专利公开平 10-48516 号公报

[0006] 【专利文献 2】专利公开 2002-221659 号公报

[0007] 【专利文献 3】专利公开 2004-302057 号公报

[0008] 【专利文献 4】专利公开 2004-341013 号公报

[0009] 【专利文献 5】专利公开 2005-24581 号公报

[0010] 【专利文献 6】专利公开 2005-24889 号公报

[0011] 如上所述,近年的摄像元件中,随着小型化及高像素化的发展,尤其对数码相机用的摄像透镜要求高分辨性能和构成的紧凑化。另一方面,对移动用模组相机的摄像透镜来说,以往主要要求成本方面和紧凑性,但是在最近的移动用模组相机中,也存在摄像元件的高像素化发展的倾向,对于性能方面的要求也越来越高。

[0012] 为此,希望开发出在成本、成像性能、以及紧凑性方面得到综合改善的多种多样的透镜,例如,希望开发出如下那样的摄像透镜:即能确保搭载在移动用模组相机的紧凑性,并在性能方面还考虑了对数码相机的搭载的低成本且高性能。

[0013] 对于这种要求,例如可以考虑,为了谋求紧凑化和低成本化,将透镜片数作为 3 片或 4 片构成,为了谋求高性能化,积极使用非球面。此时,非球面虽然贡献于紧凑化和高性能化,但是在制造性方面不利且成本易变高,所以,其使用要充分考虑到制造性为佳。在上述各专利文献所述的透镜中,成为 3 片或 4 片并使用非球面的构成,但是,例如在成像性能和紧凑性兼备方面不充分。并且,在专利文献 4~6 的摄像透镜中,在最靠近像侧的第 4 透镜配置正的光放大率,但还能配置负的光放大率。

发明内容

[0014] 本发明鉴于上述问题点而成的,其目的在于,提供一种紧凑的构成且发现了高成像性能的摄像透镜。

[0015] 基于本发明的摄像透镜,从物体侧依次具备,物体侧的面为凸形状的具有正的光放大率的第 1 透镜、物体侧的面为凹形状的具有负的光放大率的第 2 透镜、在光轴附近具有正的光放大率的第 3 透镜、在光轴附近将凸面朝向物体侧的具有负的光放大率的弯月形状的第 4 透镜,并且满足以下的条件式。此处,设 f 为整体的焦距, f_1 为第 1 透镜的焦距, n_1 为第 1 透镜的对 d 线(波长 587.6nm)的折射率, v_1 为第 1 透镜的对 d 线的阿贝数, f_2 为第 2 透镜的焦距, f_3 为第 3 透镜的焦距。

[0016] $0.6 < f_1/f < 1.0 \cdots \cdots (1)$

[0017] $1.45 < n_1 < 1.6 \cdots \cdots (2)$

[0018] $v_1 > 60 \cdots \cdots (3)$

[0019] $0.4 < |f_2/f| < 1.2 \cdots \cdots (4)$

[0020] $0.7 < f_3/f < 1.9 \cdots \cdots (5)$

[0021] 在本发明的摄像透镜,整体以 4 片的透镜构成,适当设定各透镜的形状及光放大率,通过满足规定的条件式,维持高像差性能。具体而言,通过第 1 透镜满足条件式 (1),可以抑制大型化的同时抑制球面像差的增大。并且,通过第 1 透镜满足条件式 (2)、(3),可以减低轴上色像差。而且,通过第 2 透镜、第 3 透镜满足条件式 (4)、(5),可以良好地校正球面像差和彗星像差等高次像差的同时有利于紧凑化。

[0022] 而且,在本发明的摄像透镜中,第 3 透镜的物体侧的面在光轴附近的曲率半径的绝对值小于像侧的面在光轴附近的曲率半径的绝对值为理想。如此,通过使物体侧的面具有较强的正的光放大率,更有利于紧凑化和高性能化。

[0023] 而且,在本发明的摄像透镜,第 1 透镜、第 2 透镜、第 3 透镜和第 4 透镜,分别至少含有 1 个非球面为理想。由此,容易维持高像差性能。并且,将第 1 透镜由光学玻璃构成的同时,将第 2 透镜、第 3 透镜和第 4 透镜由树脂材料构成为理想。由此可以减低诸像差(尤其色像差),并有利于轻量化。

[0024] 而且,在本发明的摄像透镜中,在第 1 透镜的光轴上的物体侧的面顶点位置和第 1 透镜的光轴上的像侧的面顶点位置之间配置光阑为理想。由此,有利于全长的缩短化。

[0025] 根据本发明的摄像透镜构成为,从物体侧依次具备,物体侧的面为凸形状的正的第 1 透镜、物体侧的面为凹形状的负的第 2 透镜、在光轴附近具有正的光放大率的第 3 透镜、在光轴附近将凸面朝向物体侧的负的弯月形状的第 4 透镜,并且皆满足以下的条件式 (1) ~ (5) 而构成,因此,可以实现紧凑化的同时确保高成像性能。

附图说明

[0026] 图 1 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 1 构成例,对应于实施例 1 的剖面图。

[0027] 图 2 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 2 构成例,对应于实施例 2 的剖面图。

[0028] 图 3 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 3 构成例,对应于实施例 3 的

剖面图。

[0029] 图 4 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 4 构成例,对应于实施例 4 的剖面图。

[0030] 图 5 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 5 构成例,对应于实施例 5 的剖面图。

[0031] 图 6 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 6 构成例,对应于实施例 6 的剖面图。

[0032] 图 7 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 7 构成例,对应于实施例 7 的剖面图。

[0033] 图 8 是表示本发明的实施例 1 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0034] 图 9 是表示本发明的实施例 2 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0035] 图 10 是表示本发明的实施例 3 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0036] 图 11 是表示本发明的实施例 4 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0037] 图 12 是表示本发明的实施例 5 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0038] 图 13 是表示本发明的实施例 6 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0039] 图 14 是表示本发明的实施例 7 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的透镜数据。

[0040] 图 15 是在各实施例概括表示有关条件式的值的图

[0041] 图 16 是表示本发明的实施例 1 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0042] 图 17 是表示本发明的实施例 2 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0043] 图 18 是表示本发明的实施例 3 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0044] 图 19 是表示本发明的实施例 4 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0045] 图 20 是表示本发明的实施例 5 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0046] 图 21 是表示本发明的实施例 6 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0047] 图 22 是表示本发明的实施例 7 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图,(A) 表示球面像差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0048] 图中:St ~光阑,G1 ~第 1 透镜,G2 ~第 2 透镜,G3 ~第 3 透镜,G4 ~第 4 透镜,

CG ~ 光学构件, S_i ~ 从物体侧起第 i 个透镜面, R_i ~ 从物体侧起第 i 个透镜面的曲率半径, D_i ~ 从物体侧起第 i 个和第 $(i+1)$ 个透镜面的面间隔, Z_1 ~ 光轴。

具体实施方式

[0049] 以下, 参照附图详细说明本发明的实施方式。

[0050] 图 1 表示作为本发明的 1 实施方式的摄像透镜的第 1 构成例。该构成例, 对应于后述的第 1 数值实施例 (图 8(A)、图 8(B)) 的透镜构成。图 2 ~ 图 7 分别表示在本实施方式的第 2 ~ 第 7 的构成例。第 2 构成例对应于后述的第 2 数值实施例 (图 9(A)、图 9(B)) 的透镜构成。第 3 构成例对应于后述的第 3 数值实施例 (图 10(A)、图 10(B)) 的透镜构成。第 4 构成例对应于后述的第 4 数值实施例 (图 11(A)、图 11(B)) 的透镜构成。第 5 构成例对应于后述的第 5 数值实施例 (图 12(A)、图 12(B)) 的透镜构成。第 6 构成例对应于后述的第 6 数值实施例 (图 13(A)、图 13(B)) 的透镜构成。第 7 构成例对应于后述的第 7 数值实施例 (图 14(A)、图 14(B)) 的透镜构成。在图 1 ~ 图 7, 符号 S_i 表示, 以光阑 St 为 0 号以随着朝向像侧 (成像侧) 依次增加的方式附加符号的第 i 个面。符号 R_i 表示面 S_i 的曲率半径。符号 D_i 表示第 i 个面 S_i 和第 $i+1$ 个面 S_{i+1} 在光轴 Z_1 上的面间隔。另外, 由于各构成例的基本构成都相同, 所以, 在以下, 以图 1 所示的摄像透镜的构成例为基本进行说明, 根据需要还说明图 2 ~ 图 7 的构成例。

[0051] 该摄像透镜, 搭载在例如使用 CCD 或 CMOS 等的摄像元件的移动用模组相机或数码相机等中而被使用。该摄像透镜沿光轴 Z_1 , 从物体侧依次配置光阑 St 、第 1 透镜 G_1 、第 2 透镜 G_2 、第 3 透镜 G_3 及第 4 透镜 G_4 。在该摄像透镜的成像面 (摄像面) S_{img} , 配置 CCD 等的摄像元件 (未图示)。也可以, 在第 4 透镜 G_4 和成像面 (摄像面) 之间, 配置有用于保护摄像面的玻璃罩、红外线截止滤光片或低通滤波器等的 optical component CG。

[0052] 光阑 St 是光学孔径光阑, 最好配置在第 1 透镜 G_1 的物体侧的面顶点位置和像侧的面顶点位置之间。但是, 也可以, 如图 6 及图 7 的构成例, 在第 1 透镜 G_1 的物体侧的面顶点位置配置光阑 St 。

[0053] 第 1 透镜 G_1 具有正的光放大率, 成为在光轴附近将凸面朝向物体侧的弯月形状。此处, 也可以, 如图 6 及图 7 的构成例, 第 1 透镜 G_1 , 在光轴附近成为双凸形状。优选为, 关于第 1 透镜 G_1 , 例如物体侧的面及像侧的面中的至少一方为非球面。特别优选为, 两面皆为非球面。这种第 1 透镜 G_1 最好由阿贝数大的光学玻璃构成。

[0054] 第 2 透镜 G_2 具有负的光放大率, 在光轴附近成为将凹面朝向物体侧的弯月形状。优选为, 关于第 2 透镜 G_2 , 例如, 物体侧的面及像侧的面中的至少一方为非球面, 特别优选为, 两面均为非球面。

[0055] 第 3 透镜 G_3 在光轴附近具有正的光放大率。在图 1 构成例中, 第 3 透镜 G_3 , 在光轴附近成为弯月形状。或者, 也可以, 如图 2 ~ 图 7 的构成例那样, 在光轴附近成为双凸形状。其中, 第 3 透镜 G_3 中, 优选为, 物体侧的面的光轴附近的曲率半径的绝对值, 小于像侧的面的光轴附近的曲率半径的绝对值。优选为, 关于第 3 透镜 G_3 , 例如, 物体侧的面及像侧的面中的至少一方为非球面, 特别优选为, 两面均为非球面。在图 1 的构成例中, 第 3 透镜 G_3 的物体侧的面成为如下那样的非球面, 在光轴附近在物体侧为凸形状, 在周边部在物体侧为凹形状。另一方面, 像侧的面成为如下那样的非球面, 即在光轴附近在像侧为凹形状,

在周边部在像侧为凸形状。

[0056] 第 4 透镜 G4, 在光轴附近具有负的光放大率, 并成为将凸面朝向物体侧的弯月形状。优选为, 第 4 透镜 G4, 例如物体侧面及像侧面中的至少一方为非球面。尤其是, 优选为, 在有效直径的范围内, 物体侧的面是越靠近周边正的光放大率越弱的非球面形状, 像侧的面是越靠近周边负的光放大率越弱的非球面形状。在图 1 的构成例中, 第 4 透镜 G4 的物体侧的面成为如下那样的非球面: 即在光轴附近在物体侧凸形状, 在周边部在物体侧为凹形状。另一方面, 像侧的面成为如下那样的非球面: 即在光轴附近在像侧为凹形状, 在周边部在像侧为凸形状。

[0057] 第 2 透镜 G2、第 3 透镜 G3 及第 4 透镜 G4 比第 1 透镜 G1 复杂且形状大。为此, 第 2 透镜 G2、第 3 透镜 G3 及第 4 透镜 G4, 全部由树脂材料构成为理想。由此, 可高精度形成复杂的非球面形状, 可以谋求摄像透镜整体的轻量化。

[0058] 该摄像透镜, 满足以下的条件式 (1) ~ (5)。此处, 设 f 为整体的焦距, f_1 为第 1 透镜 G1 的焦距, n_1 为第 1 透镜 G1 的对 d 线的折射率, v_1 为第 1 透镜 G1 的对 d 线的阿贝数, f_2 为第 2 透镜 G2 的焦距, f_3 为第 3 透镜 G3 的焦距。

$$[0059] \quad 0.6 < f_1/f < 1.0 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$[0060] \quad 1.45 < n_1 < 1.6 \quad \cdots \cdots (2)$$

$$[0061] \quad v_1 > 60 \quad \cdots \cdots (3)$$

$$[0062] \quad 0.4 < |f_2/f| < 1.2 \quad \cdots \cdots (4)$$

$$[0063] \quad 0.7 < f_3/f < 1.9 \quad \cdots \cdots (5)$$

[0064] 接着, 说明如上述构成的本实施方式的摄像透镜的作用及效果。

[0065] 在本发明的摄像透镜中, 作为整体的 4 片的透镜构成中, 使各透镜的光放大率, 从物体侧依次为正、负、正、负, 通过适当设定各透镜的面形状并满足规定的条件式, 可以维持高像差性能。并且, 第 1 透镜 G1、第 2 透镜 G2、第 3 透镜 G3 及第 4 透镜 G4, 分别在至少一面具有非球面, 从而更有利维持像差性能。而且, 通过第 4 透镜 G4 具有负的光放大率, 有利于确保后焦点。假设, 第 4 透镜 G4 的正的光放大率过于强, 则难以确保充分的后焦点。并且, 通过缩小第 3 透镜 G3 的物体侧的面的曲率半径的绝对值, 并使物体侧持有比较强的光放大率, 从而能够提高像差性能。

[0066] 而且, 与第 1 透镜 G1 ~ 第 3 透镜 G3 相比, 在第 4 透镜 G4 中, 光束按每视角被分离。为此, 通过将作为最靠近摄像元件的最终透镜面的第 4 透镜 G4 的像侧的面, 形成在光轴附近在像侧为凹形状而在周边部在像侧为凸形状, 从而可以适当进行按每视角的像差校正, 光束的向摄像元件的入射角度被控制为一定的角度以下。从而, 可以减少在成像面全领域的光量不均匀, 并有利与校正像面弯曲或歪曲像差等。

[0067] 在此, 为了确保焦阑性 (テレセントリック), 即向摄像元件的主光线的入射角度相对于光轴接近平行 (在摄像面的入射角度相对于摄像面的法线接近零), 将光阑 St 尽量配置在物体侧为理想。另一方面, 光阑 St 配置在比面 S1 更靠近物体侧时, 该量 (光阑 St 和面 S1 的距离) 被作为光路长度而被加算, 所以在整体构成的紧凑化方面不利。从而, 在光轴 Z1 上在第 1 透镜 G1 的物体侧的面位置和像侧的面位置之间配置光阑 St, 由此, 有利于焦阑性的确保和全长的缩短化。以下, 对于各条件式的具体意义进行说明。

[0068] 条件式 (1) 关于对于全系的焦距 f 的第 1 透镜 G1 的焦距 f_1 , 若超出条件式 (1) 的

下限,第 1 透镜 G1 的正的光放大率则过于变强,导致球面像差的增加,并难以确保后焦点。另一方面,若超出上限,则难以缩短全长,难以校正像面弯曲、像散等,所以,不太理想。尤其,在该摄像透镜中,若满足以下的条件式 (6),可以更加良好地校正像差。

[0069] $0.7 < f_1/f < 0.9 \cdots \cdots (6)$

[0070] 条件式 (2) 和条件式 (3) 规定用于第 1 透镜 G1 的光学玻璃的对 d 线的分散。通过满足条件式 (2)、(3),可以抑制分散,并可以减低轴上色像差。

[0071] 条件式 (4) 关于对于全系统的焦距 f 的第 2 透镜 G2 的焦距 f2,若超出条件式 (4) 的下限,则第 2 透镜 G2 的负的光放大率则过于变强,导致高次像差的增大。另一方面,若超出上限,则第 2 透镜 G2 的负的光放大率则过于变弱,而难以校正像面弯曲和像散等。尤其,在该摄像透镜中,若满足以下的条件式 (7),可以更加良好地校正像差。

[0072] $0.5 < |f_2/f| < 1.0 \cdots \cdots (7)$

[0073] 条件式 (5) 与第 3 透镜 G3 的焦距 f3 相对于全系的焦距 f 相关,若超出条件式 (5) 的下限,第 3 透镜 G3 的正的光放大率则过于变强,像差性能劣化的同时,不能充分确保后焦。另一方面,若超出上限,则第 3 透镜 G3 的正的光放大率过于变弱,而难以充分地校正像差。尤其,若满足以下的条件式 (8),可以更加平衡性良好地实现充分确保后焦和良好地校正像差。

[0074] $0.8 < f_3/f < 1.9 \cdots \cdots (8)$

[0075] 如上述说明,在本实施方式的摄像透镜中,以 4 片的透镜构成,适当设定各透镜的形状和光放大率的配置,由于满足规定的条件式,所以,实现紧凑化的同时,可以确保高成像性能。

[0076] (实施例)

[0077] 接着,说明本实施方式所涉及的成像透镜的具体数值实施例。以下,以第 1 数值实施例为基本概括说明第 1 ~ 第 7 的数值实施例 (实施例 1 ~ 7)。

[0078] 作为实施例 1,在图 8(A)、图 8(B) 表示对应于图 1 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据。尤其,在图 8(A) 表示基本的透镜数据,在图 8(B) 表示有关非球面形状的数据。在图 8(A) 所示的透镜数据的面编号 Si 一栏,表示对应于图 1 所示的摄像透镜的符号 Si,将光阑 St 设为 0 号,以随着朝向像侧依次增加的方式附上符号的第 i 个 (i = 0 ~ 10) 的面的号码。在曲率半径 Ri 的一栏表示,对应于在图 1 所示的符号 Ri,从物体侧起第 i 个面的曲率半径的值。对于面间隔 Di 一栏表示,对应于图 1 所示的符号的从物体侧起第 i 个面 Si 和第 i+1 个面 Si+1 的光轴上的间隔,曲率半径 Ri 和面间隔 Di 的值的单位为毫米 (mm)。在 Ndj、vdj 一栏,也包括玻璃罩 CG,分别表示从物体侧第 j 个 (j = 1 ~ 5) 的透镜要素的对 d 线 (587.6nm) 的折射率及阿贝数的值。另外,“-”符号意味着光阑 St 比面 S1 更靠近像侧。在图 8(A) 的栏外,作为诸数据,表示全系统的焦距 f (mm)、F 号码 (FNO.) 的值。

[0079] 另外,第 1 透镜 G1 ~ 第 4 透镜 G4 的所有面成为非球面形状。在基本透镜数据,作为这些非球面的曲率半径表示光轴附近的曲率半径的数值。

[0080] 在图 8(B) 的非球面数据的数值,记号“E”表示紧接的数值为以 10 为底的“幂指数”,表示将由以该 10 为底的指数函数表示的数值乘算“E”的前面的数值。例如,若为 [1.0E-02],则表示 [1.0 × 10⁻²]。

[0081] 作为非球面数据记入由以下式 (ASP) 所示的非球面形状的式的各系数 Ai、K 的值。

具体, Z 表示从离开光轴高度 h 位置的非球面上的点向非球面的顶点的切平面 (与光轴垂直的平面) 引画的垂线的长度 (mm)。实施例 1 的摄像透镜中, 作为非球面系数 A_i 有效利用第 3 次 ~ 第 10 次的系数 $A_3 \sim A_{10}$ 而表示。

$$[0082] \quad Z = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_i \cdot h^i \dots \dots (\text{ASP})$$

[0083] 此处,

[0084] Z : 非球面的深度 (mm)

[0085] h : 从光轴至透镜面的距离 (高度) (mm)

[0086] K : 离心率,

[0087] C : 近轴曲率 = $1/R$,

[0088] (R : 近轴曲率半径),

[0089] A_i : 第 i 次 (i 为 3 以上的整数) 的非球面系数。

[0090] 与以上实施例 1 所涉及的摄像透镜同样, 将对应于图 2 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 2, 在图 9(A)、图 9(B) 中表示。同样, 将对应于图 3 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 3, 在图 10(A)、图 10(B) 中表示。同样, 将对应于图 4 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 4, 在图 11(A)、图 11(B) 中表示。同样, 将对应于图 5 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 5, 在图 12(A)、图 12(B) 中表示。同样, 将对应于图 6 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 6, 在图 13(A)、图 13(B) 中表示。同样, 将对应于图 7 所示的摄像透镜的构成的具体的透镜数据作为实施例 7, 在图 14(A)、图 14(B) 中表示。

[0091] 图 15 对各实施例概括表示对应于上述条件式 (1) ~ (5) 的值。如图 15 所示, 各实施例的值全部处于条件式 (1) ~ (5) 的数值范围内。

[0092] 在图 16(A) ~ 图 16(C) 表示实施例 1 的摄像透镜的球面像差、像散、及畸变 (歪曲像差)。在各像差图表示将 d 线作为标准波长的像差, 但是, 在球面像差图还表示对于 g 线 (波长 435.8nm)、 C 线 (波长 656.3nm) 的像差。在像散图, 实线表示弧矢方向, 虚线表示正切方向的像差。同样, 在图 17(A) ~ 图 17(C) 表示关于实施例 2 的诸像差。同样, 在图 18(A) ~ 图 18(C) 表示关于实施例 3 的诸像差。同样, 在图 19(A) ~ 图 19(C) 表示关于实施例 4 的诸像差。同样, 在图 20(A) ~ 图 20(C) 表示关于实施例 5 的诸像差。同样, 在图 21(A) ~ 图 21(C) 表示关于实施例 6 的诸像差。同样, 在图 22(A) ~ 图 22(C) 表示关于实施例 7 的诸像差。

[0093] 从以上的各数值数据及各像差图可以得知, 对于各实施例, 在整体为 4 片的少数透镜的构成中, 发挥极其良好的像差性能。

[0094] 以上, 举几个实施方式和实施例说明了本发明, 但是, 本发明并不限于上述实施方式和实施例, 可以进行各种变形。例如, 各透镜的成分的曲率半径、面间隔及折射率的值不限于上述各数值实施例所示的值, 还可以取其它的值。并且, 在上述实施方式和实施例中, 第 1 ~ 第 4 透镜的两面皆为非球面, 但并不限于此。

实施例 1

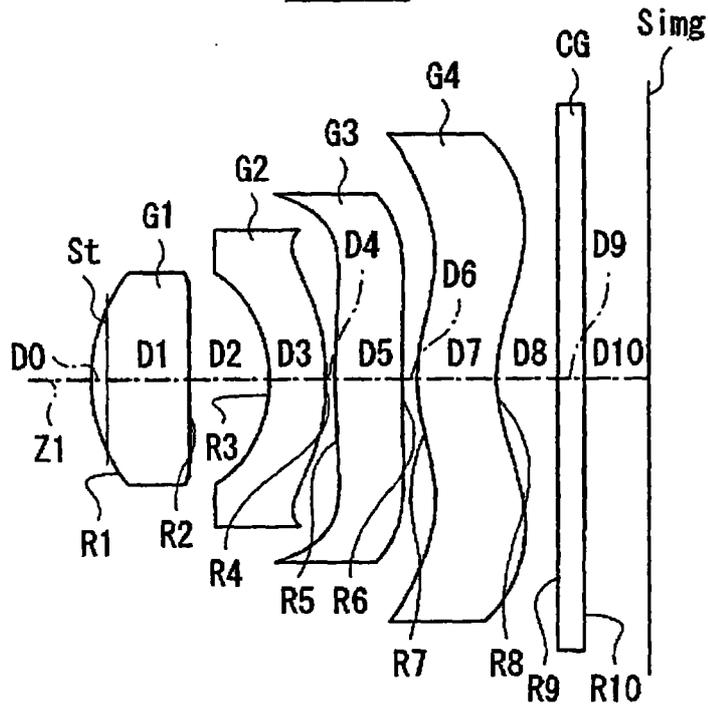


图 1

实施例 2

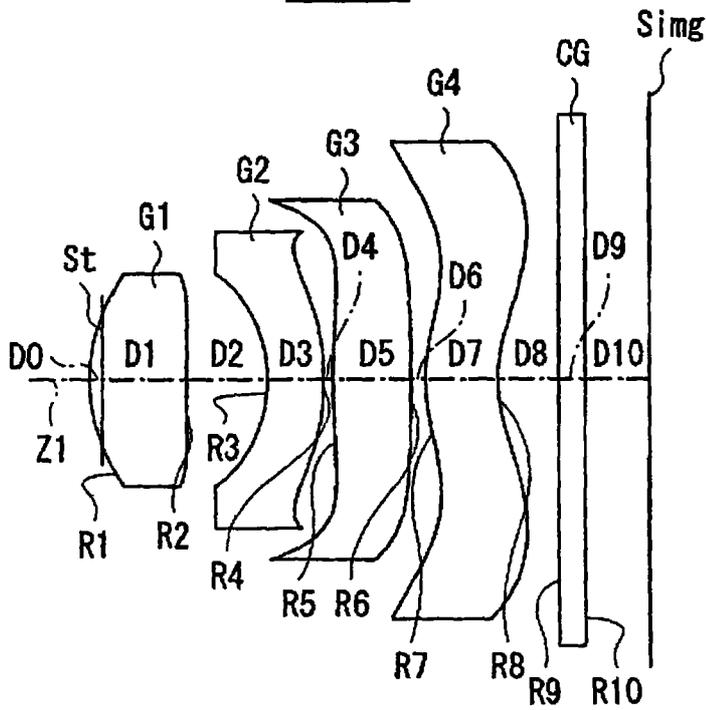


图 2

实施例 3

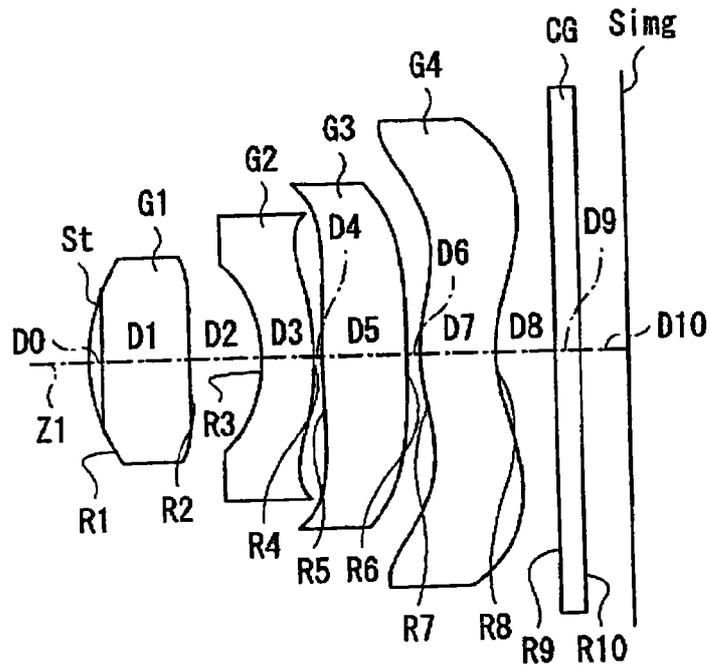


图 3

实施例 4

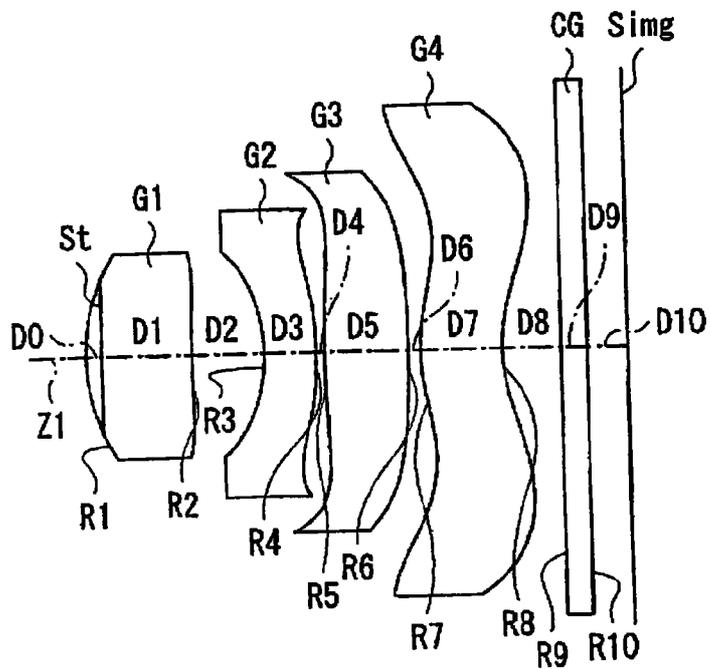


图 4

实施例 5

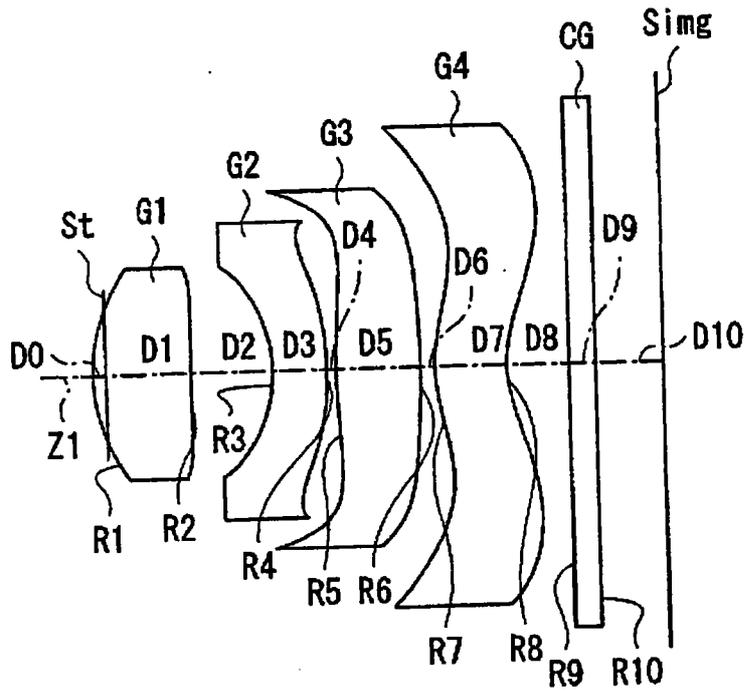


图 5

实施例 6

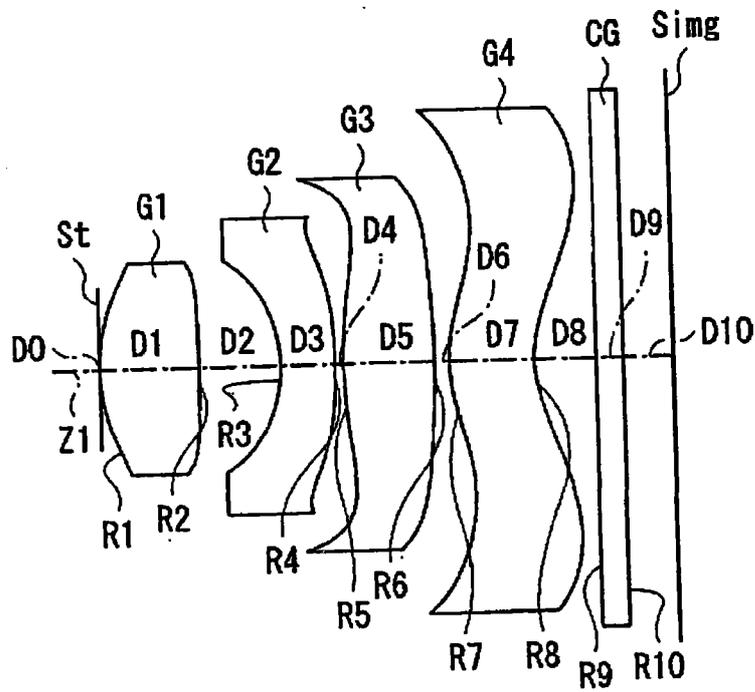


图 6

实施例 7

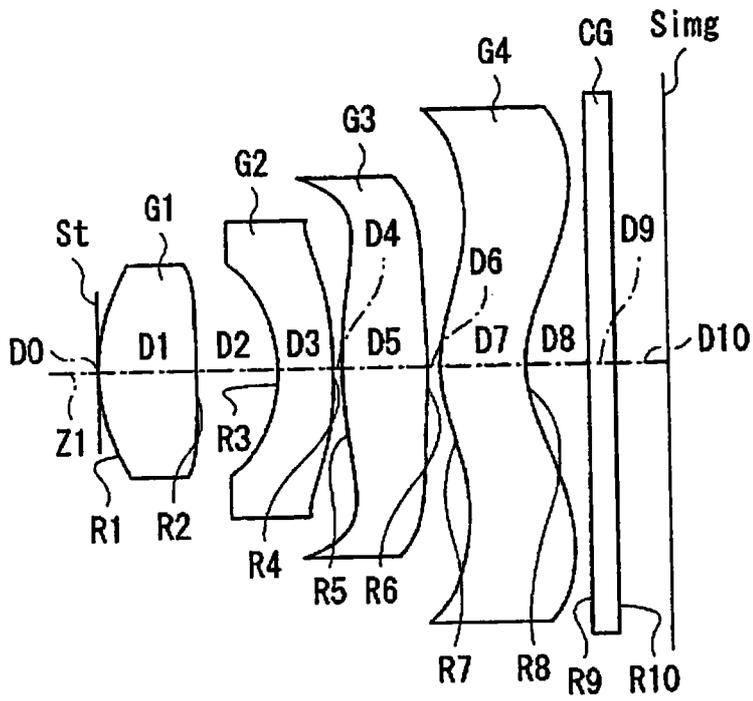


图 7

(A)

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
0(光阑)	—	-0.18	—	—
1	1.855	1.12	1.471	76.6
2	16.589	0.91		
3	-1.742	0.62	1.606	27
4	-4.762	0.11		
5	5.121	0.74	1.510	56.2
6	742.880	0.16		
7	1.900	0.90	1.510	56.2
8	1.623	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.74		

(f=5.36, Fno.=2.80)

(B)

非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.158E+00	4.577E+00	1.588E+00	4.387E+00
A3	-9.394E-03	-8.194E-03	-4.775E-02	-1.058E-01
A4	1.242E-02	5.175E-03	-5.859E-03	-9.139E-02
A5	-5.745E-02	-1.135E-02	8.479E-02	1.391E-01
A6	9.691E-03	-9.185E-03	-4.653E-02	5.804E-03
A7	1.292E-02	1.034E-02	-4.577E-02	-3.352E-02
A8	4.530E-03	5.306E-03	3.025E-02	-8.850E-03
A9	-1.483E-02	-2.672E-02	6.382E-02	7.519E-03
A10	-6.386E-03	7.381E-03	-5.533E-02	1.901E-03
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-7.082E+01	-9.990E+00	-1.149E+01	-4.273E+00
A3	-9.247E-02	1.680E-02	6.938E-02	1.988E-02
A4	7.870E-02	-1.226E-03	-7.495E-02	-6.258E-02
A5	5.991E-03	-4.776E-03	-5.149E-03	2.272E-02
A6	-1.352E-02	-7.631E-04	3.734E-03	-4.155E-03
A7	-1.083E-02	-1.399E-03	3.110E-03	-9.694E-04
A8	7.005E-04	-4.773E-04	-5.406E-04	5.533E-04
A9	4.061E-03	3.851E-04	-1.040E-04	8.198E-05
A10	-1.319E-03	-3.188E-05	3.370E-06	-4.610E-05

图8

(A)

实施例2·基本透镜数据				
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	ν dj (阿贝数)
0(光阑)	—	-0.15	—	—
1	1.903	1.11	1.471	76.6
2	30.094	0.92		
3	-1.730	0.62	1.606	27
4	-5.340	0.11		
5	4.894	0.86	1.510	56.2
6	-19.990	0.16		
7	1.900	0.82	1.510	56.2
8	1.535	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.73		

(f=5.33, Fno.=2.80)

(B)

实施例2·非球面数据				
非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	1.500E+00	-1.000E+01	1.584E+00	7.331E+00
A3	-1.538E-03	-5.903E-03	-2.040E-02	-8.872E-02
A4	-3.932E-03	-3.312E-03	-4.700E-02	-9.901E-02
A5	-2.256E-02	-1.773E-03	9.931E-02	1.345E-01
A6	1.461E-02	-2.171E-02	-2.138E-02	5.190E-03
A7	4.769E-04	4.240E-03	-4.627E-02	-3.177E-02
A8	-2.046E-03	1.413E-02	1.134E-02	-6.959E-03
A9	-9.864E-03	-1.620E-02	5.221E-02	8.132E-03
A10	2.539E-03	-1.380E-03	-3.745E-02	1.027E-03
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-4.014E+01	-1.003E+01	-8.054E+00	-3.739E+00
A3	-1.025E-01	8.847E-03	3.370E-02	1.971E-02
A4	7.630E-02	7.791E-04	-6.697E-02	-7.112E-02
A5	3.191E-03	-4.104E-03	-3.317E-03	2.635E-02
A6	-1.235E-02	-4.233E-04	3.462E-03	-3.678E-03
A7	-9.816E-03	-1.537E-03	2.804E-03	-1.178E-03
A8	8.034E-04	-6.487E-04	-5.903E-04	4.654E-04
A9	3.786E-03	3.800E-04	-1.061E-04	8.362E-05
A10	-1.420E-03	-3.077E-05	2.173E-05	-3.997E-05

图9

(A)

实施例3·基本透镜数据				
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	νdj (阿贝数)
0(光阑)	—	-0.16	—	—
1	2.020	1.17	1.542	62.9
2	25.164	0.85	1.606	27
3	-1.756	0.60		
4	-7.591	0.10	1.510	56.2
5	5.004	1.00		
6	-31.054	0.16	1.510	56.2
7	2.016	0.88		
8	1.717	0.70	1.516	64.1
9	∞	0.30		
10	∞	0.56		

(f=5.36, Fno.=3.20)

(B)

实施例3·非球面数据				
非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.136E+00	-1.001E+01	1.819E+00	2.809E+00
A3	-3.470E-03	-5.423E-03	-1.123E-02	-9.865E-02
A4	-3.579E-03	-1.363E-02	-7.043E-02	-8.980E-02
A5	-4.056E-02	1.517E-03	1.113E-01	1.375E-01
A6	2.302E-02	-2.236E-02	-6.378E-03	7.529E-03
A7	9.422E-03	-2.605E-03	-4.268E-02	-2.898E-02
A8	-1.028E-02	1.263E-02	5.796E-03	-5.101E-03
A9	-2.736E-02	-7.997E-03	4.614E-02	8.180E-03
A10	1.515E-02	-6.315E-03	-3.887E-02	-7.236E-04
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-5.003E+01	1.001E+01	-8.609E+00	-5.251E+00
A3	-1.161E-01	-6.484E-03	2.123E-02	3.790E-02
A4	7.510E-02	-1.328E-02	-6.289E-02	-8.028E-02
A5	7.682E-03	-2.401E-03	-4.451E-03	2.781E-02
A6	-1.110E-02	9.032E-04	2.979E-03	-3.631E-03
A7	-9.903E-03	-1.038E-03	2.758E-03	-1.229E-03
A8	8.096E-04	-4.998E-04	-5.690E-04	4.548E-04
A9	3.973E-03	4.010E-04	-8.675E-05	8.125E-05
A10	-1.244E-03	-4.682E-05	3.195E-05	-4.124E-05

图 10

(A)

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	νdj (阿贝数)
0(光阑)	—	-0.18	—	—
1	2.227	1.23	1.592	68.3
2	15.234	0.85		
3	-2.023	0.60	1.606	27
4	-8.881	0.10		
5	5.133	0.99	1.510	56.2
6	-20.048	0.14		
7	2.041	0.96	1.510	56.2
8	1.716	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.47		

(f=5.14, Fno.=2.80)

(B)

非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	2.092E+00	-1.009E+01	1.202E+00	8.306E+00
A3	-4.053E-03	-6.183E-03	-2.107E-02	-9.367E-02
A4	4.240E-03	-5.375E-03	-7.152E-02	-9.115E-02
A5	-3.804E-02	2.274E-03	9.880E-02	1.365E-01
A6	2.029E-02	-2.102E-02	-7.231E-03	6.727E-03
A7	9.797E-03	1.718E-03	-4.055E-02	-2.932E-02
A8	-5.423E-03	1.130E-02	3.777E-03	-5.078E-03
A9	-2.198E-02	-9.828E-03	3.733E-02	8.320E-03
A10	1.196E-02	-1.240E-03	-2.937E-02	-9.541E-04
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-4.268E+01	9.630E+00	-9.552E+00	-5.665E+00
A3	-1.112E-01	-3.227E-03	3.283E-02	4.995E-02
A4	7.917E-02	-1.238E-02	-6.139E-02	-7.859E-02
A5	7.652E-03	-4.474E-04	-4.394E-03	2.720E-02
A6	-1.096E-02	1.470E-03	3.034E-03	-3.925E-03
A7	-9.658E-03	-1.007E-03	2.808E-03	-1.246E-03
A8	9.236E-04	-5.381E-04	-5.572E-04	4.648E-04
A9	3.946E-03	3.607E-04	-9.664E-05	8.621E-05
A10	-1.359E-03	-7.812E-05	2.045E-05	-3.895E-05

图 11

(A)

实施例 5 • 基本透镜数据				
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
0(光阑)	—	-0.15	—	—
1	1.921	1.11	1.471	76.6
2	29.525	0.92	—	—
3	-1.727	0.61	1.606	27
4	-7.486	0.11	—	—
5	4.095	0.96	1.510	56.2
6	-8.778	0.16	—	—
7	1.898	0.80	1.510	56.2
8	1.440	0.70	—	—
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.77	—	—

(f=5.35, Fno.=2.80)

(B)

实施例 5 • 非球面数据				
非球面 系数	面编号			
	第 1 面	第 2 面	第 3 面	第 4 面
K	1.357E+00	-1.124E+01	1.553E+00	1.068E+01
A3	-1.323E-03	-3.953E-03	-2.109E-02	-9.306E-02
A4	-2.020E-03	-8.534E-03	-4.191E-02	-1.027E-01
A5	-1.822E-02	8.128E-03	9.880E-02	1.333E-01
A6	1.269E-02	-2.379E-02	-2.026E-02	4.755E-03
A7	-1.986E-03	-8.165E-05	-4.625E-02	-3.185E-02
A8	-7.069E-05	1.499E-02	9.320E-03	-6.942E-03
A9	-5.805E-03	-1.258E-02	5.066E-02	8.051E-03
A10	3.433E-04	-2.806E-03	-3.554E-02	7.662E-04
	第 5 面	第 6 面	第 7 面	第 8 面
K	-2.981E+01	-1.028E+01	-7.172E+00	-3.395E+00
A3	-1.034E-01	1.308E-02	3.219E-02	1.972E-02
A4	7.584E-02	2.104E-03	-6.757E-02	-7.189E-02
A5	2.879E-03	-3.972E-03	-3.072E-03	2.647E-02
A6	-1.220E-02	-4.502E-04	3.592E-03	-3.547E-03
A7	-9.579E-03	-1.590E-03	2.811E-03	-1.130E-03
A8	9.023E-04	-7.023E-04	-6.013E-04	4.686E-04
A9	3.748E-03	3.520E-04	-1.135E-04	8.058E-05
A10	-1.502E-03	-3.446E-05	1.698E-05	-4.132E-05

图 12

(A)

实施例6·基本透镜数据				
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	νdj (阿贝数)
0(光阑)	—	0.00	—	—
1	2.030	1.12	1.471	76.6
2	-70.616	0.92		
3	-1.730	0.62	1.606	27
4	-52.019	0.10		
5	3.255	1.03	1.510	56.2
6	-5.635	0.15		
7	1.850	0.96	1.510	56.2
8	1.369	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.57		

(f=5.09, Fno.=2.80)

(B)

实施例6·非球面数据				
非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	9.589E-01	1.000E+01	8.510E-01	1.000E+01
A3	-1.153E-03	2.246E-03	-2.559E-02	-1.048E-01
A4	9.464E-04	-3.687E-02	-6.718E-02	-1.125E-01
A5	-1.056E-02	3.256E-02	7.054E-02	1.291E-01
A6	7.670E-03	-3.159E-02	-1.668E-03	2.198E-03
A7	-1.134E-02	-1.367E-02	-3.173E-02	-3.175E-02
A8	5.573E-03	1.583E-02	-6.502E-03	-5.199E-03
A9	8.911E-03	-3.270E-03	2.724E-02	9.165E-03
A10	-1.170E-02	-7.113E-03	-2.108E-02	-4.234E-04
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-1.073E+01	-1.061E+01	-5.466E+00	-2.837E+00
A3	-9.863E-02	3.559E-02	4.600E-02	2.686E-02
A4	7.319E-02	4.794E-03	-6.444E-02	-7.146E-02
A5	3.189E-03	-6.375E-03	-2.473E-03	2.828E-02
A6	-1.072E-02	-5.864E-04	3.488E-03	-3.494E-03
A7	-8.759E-03	-1.126E-03	2.711E-03	-1.306E-03
A8	1.018E-03	-4.531E-04	-6.314E-04	3.911E-04
A9	3.670E-03	3.862E-04	-1.164E-04	7.195E-05
A10	-1.361E-03	-7.599E-05	1.801E-05	-2.893E-05

图 13

(A)

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	νdj (阿贝数)
0(光阑)	—	0.00	—	—
1	2.081	1.12	1.471	76.6
2	-93.174	0.92		
3	-1.826	0.62	1.606	27
4	-54.807	0.10		
5	3.363	0.98	1.510	56.2
6	-6.173	0.15		
7	1.794	0.98	1.510	56.2
8	1.381	0.70		
9	∞	0.30	1.516	64.1
10	∞	0.60		

(f=5.03, Fno. =2.80)

(B)

非球面 系数	面编号			
	第1面	第2面	第3面	第4面
K	8.827E-01	-1.000E+01	7.265E-01	9.824E+00
A3	-5.434E-04	1.993E-03	-2.161E-02	-9.865E-02
A4	-2.864E-04	-3.313E-02	-6.573E-02	-1.132E-01
A5	-6.287E-03	3.474E-02	6.705E-02	1.296E-01
A6	8.250E-03	-3.285E-02	4.208E-03	2.657E-03
A7	-1.428E-02	-1.417E-02	-2.913E-02	-3.146E-02
A8	4.535E-03	1.710E-02	-8.977E-03	-5.227E-03
A9	1.153E-02	-1.580E-03	2.527E-02	8.919E-03
A10	-1.161E-02	-7.654E-03	-1.879E-02	-6.042E-04
	第5面	第6面	第7面	第8面
K	-8.041E+00	-1.017E+01	-4.499E+00	-2.423E+00
A3	-1.005E-01	3.993E-02	4.754E-02	2.423E-02
A4	7.349E-02	5.493E-03	-6.385E-02	-7.138E-02
A5	3.566E-03	-6.617E-03	-2.240E-03	2.862E-02
A6	-1.038E-02	-6.134E-04	3.529E-03	-3.452E-03
A7	-8.700E-03	-1.074E-03	2.718E-03	-1.311E-03
A8	9.524E-04	-4.241E-04	-6.301E-04	3.877E-04
A9	3.628E-03	3.924E-04	-1.173E-04	7.151E-05
A10	-1.326E-03	-8.083E-05	1.621E-05	-2.858E-05

图 14

	条件式 (1) f1/f	条件式 (2) n1	条件式 (3) $\nu 1$	条件式 (4) f2/f	条件式 (5) f3/f
实施例 1	0.81	1.471	76.6	0.92	1.89
实施例 2	0.80	1.471	76.6	0.85	1.46
实施例 3	0.74	1.542	62.9	0.73	1.59
实施例 4	0.83	1.592	68.3	0.87	1.58
实施例 5	0.80	1.471	76.6	0.72	1.05
实施例 6	0.83	1.471	76.6	0.58	0.83
实施例 7	0.86	1.471	76.6	0.62	0.88

图 15

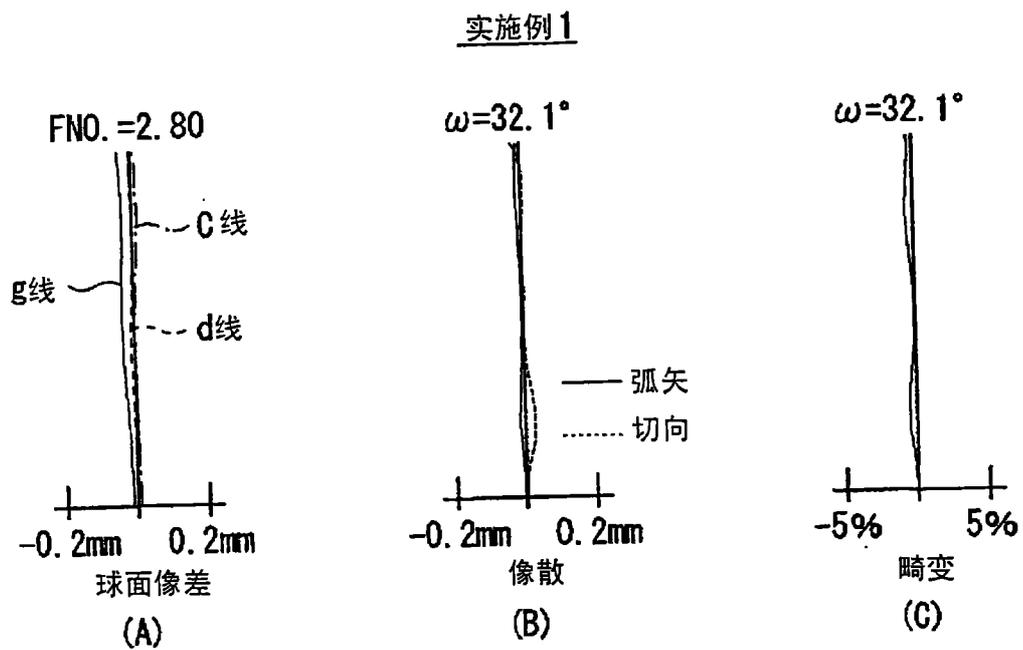


图 16

实施例2

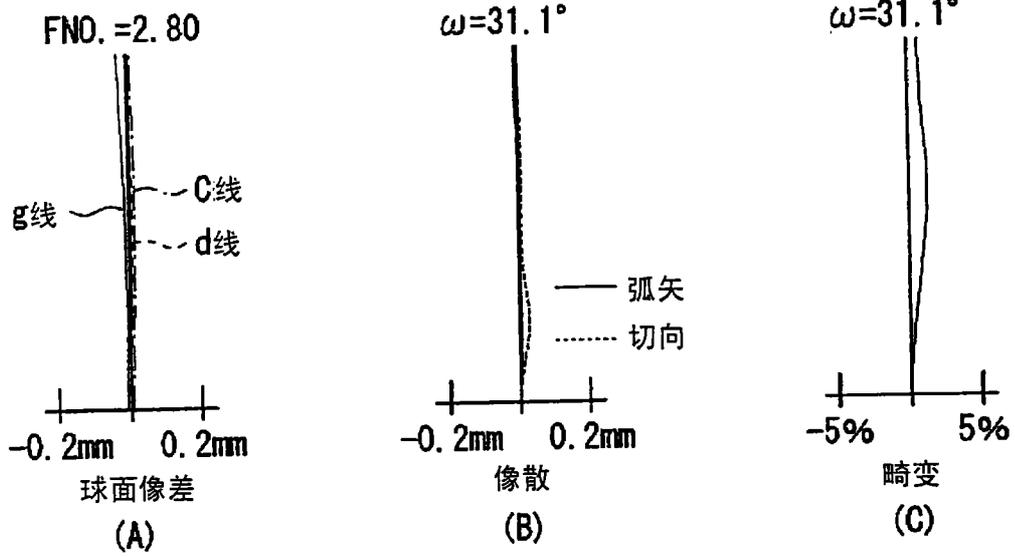


图 17

实施例3

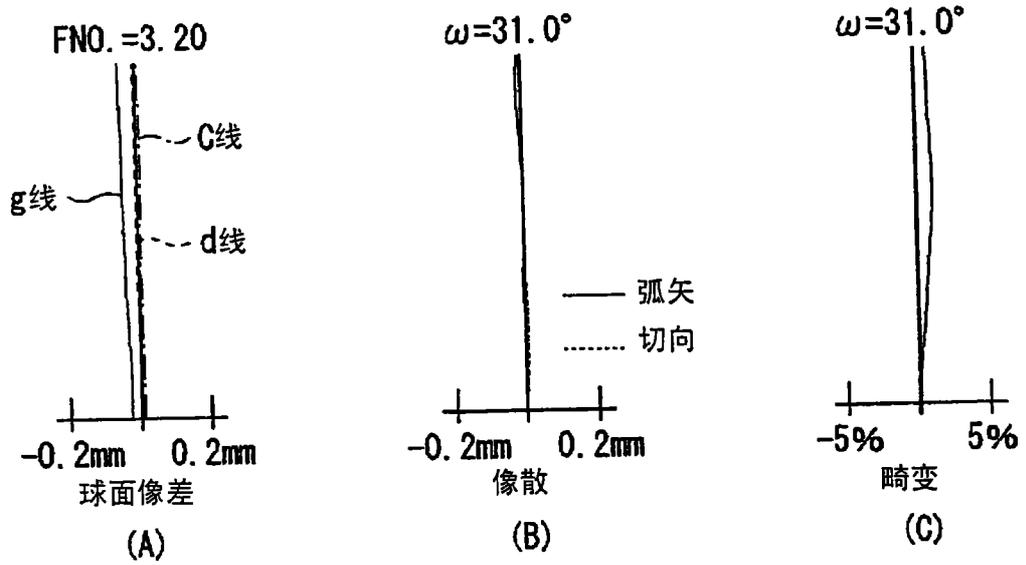


图 18

实施例 4

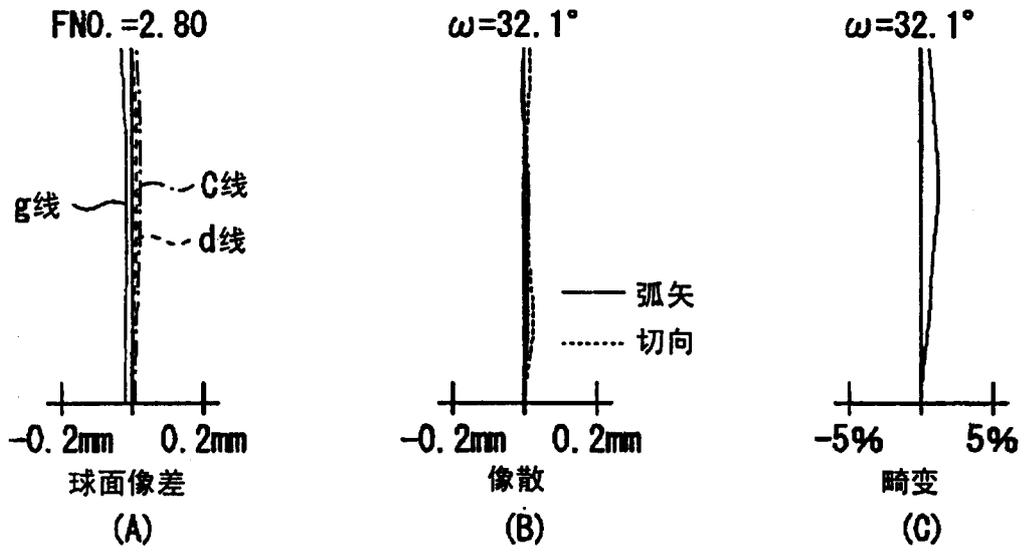


图 19

实施例 5

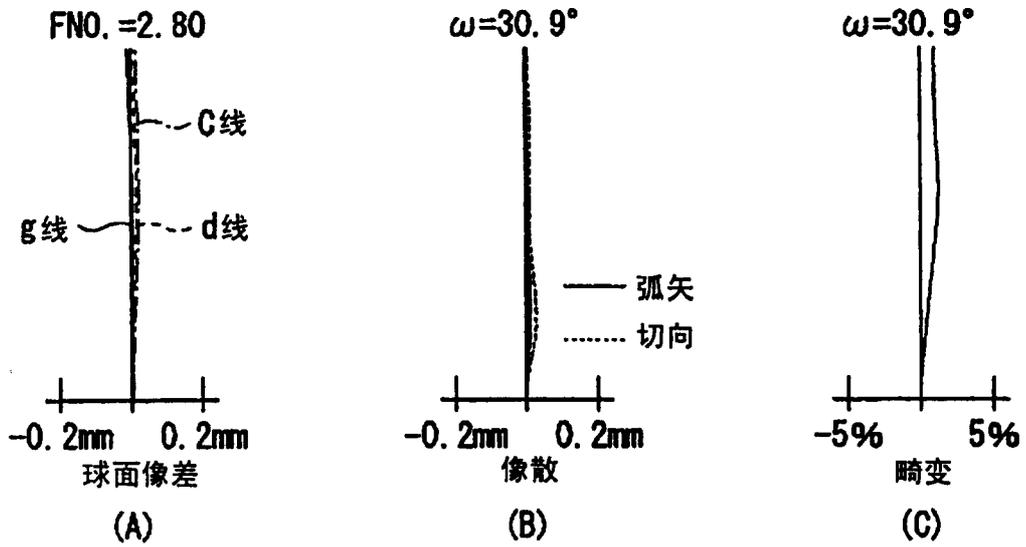


图 20

实施例 6

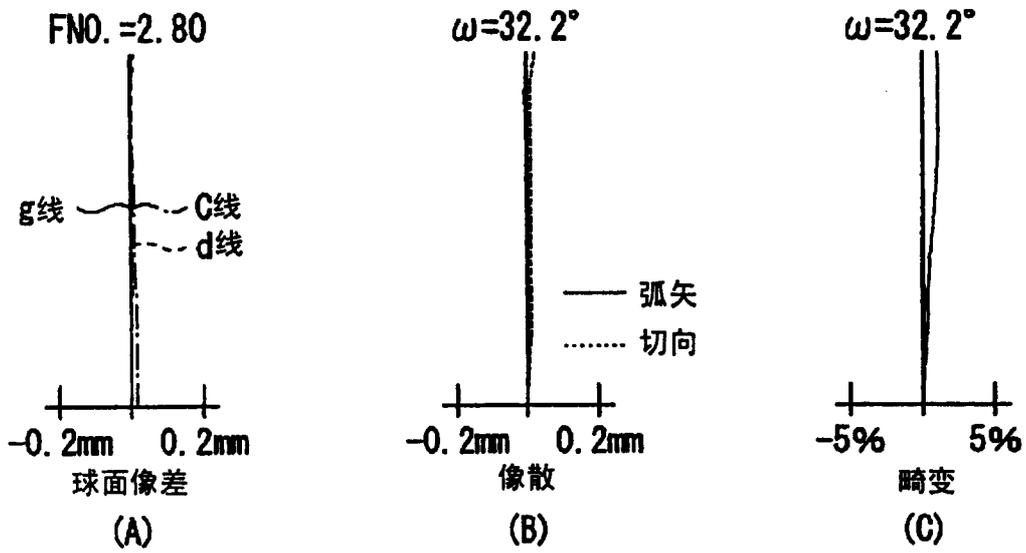


图 21

实施例 7

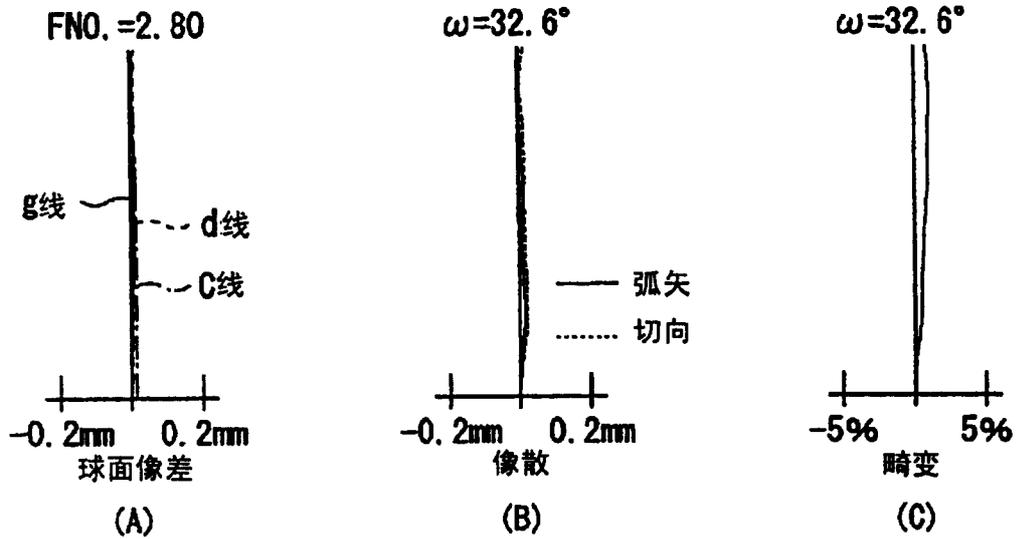


图 22