



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102483512 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201080038209. 7

(22) 申请日 2010. 08. 25

(30) 优先权数据

2009-203047 2009. 09. 02 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 02. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/064358 2010. 08. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/027690 JA 2011. 03. 10

(73) 专利权人 柯尼卡美能达株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 松坂庆二 矶野雅史 佐野永悟

山田惠子 田中宏明 胁村泰三

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 苗堃

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006. 01)

G02B 13/18 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1892278 A, 2007. 01. 10, 全文.

CN 101114045 A, 2008. 01. 30, 全文.

CN 101472046 A, 2009. 07. 01, 全文.

CN 1369724 A, 2002. 09. 18, 全文.

JP 特开 2002-365531 A, 2002. 12. 18, 全文.

JP 特开 2005-208236 A, 2005. 08. 04, 全文.

JP 特开 2005-292559 A, 2005. 10. 20, 全文.

JP 特开 2006-119368 A, 2006. 05. 11, 全文.

JP 特开 2009-69195 A, 2009. 04. 02, 全文.

JP 特开 2009-69196 A, 2009. 04. 02, 全文.

JP 特开 2009-162810 A, 2009. 07. 23, 全文.

US 2009/0009889 A1, 2009. 01. 08, 全文.

审查员 张宾

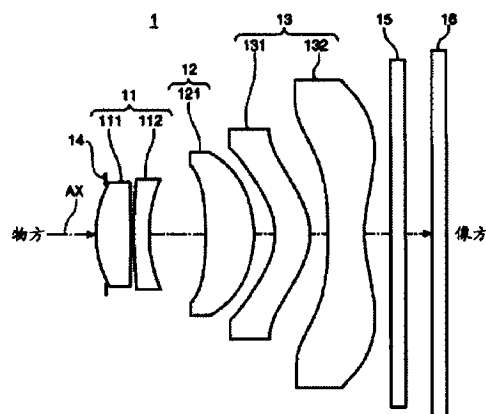
权利要求书4页 说明书80页 附图25页

(54) 发明名称

单焦点光学系统、摄像装置及数字设备

(57) 摘要

本发明为提供一种单焦点光学系统,其能够实现小型化及高性能化,又不会影响到其他规格及生产性,且能够解决批量生产工序中附着灰尘的问题,该单焦点光学系统从物方到像方依次由第一至第三透镜组(11、12、13)构成,第一透镜组(11)和第三透镜组(13)相对于规定的摄像面而固定,通过第二透镜组(12)沿光轴方向移动,进行调焦,第一透镜组(11)包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜,第二透镜组(12)包含至少一枚正透镜,第三透镜组(13)至少包含一非球面,所述非球面在周边部具有正的光焦度,在第一透镜组内的正透镜和负透镜的阿贝数差的最大值为 Δv_1 的情况下,该单焦点光学系统满足下述(1)的条件式 $5 < |\Delta v_1| < 70$ 。



1. 一种单焦点光学系统,其从物方到像方依次由第一透镜组、第二透镜组及第三透镜组构成,所述第一透镜组和所述第三透镜组相对于像面而固定,通过使所述第二透镜组沿光轴方向移动,进行调焦,其特征在于,

所述第一透镜组包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜,

所述第二透镜组包含至少一枚正透镜,

所述第三透镜组至少包含一枚至少具有一非球面的透镜,该非球面在周边部具有正的光焦度,

从物方到像方的顺序,具有第一、第二、第三透镜,

所述单焦点光学系统满足下述 (1) (7) 和 (10) 的各条件式,

$$5 < |\Delta v1| < 70 \cdots (1)$$

$$0.05 < T23/TL < 0.4 \cdots (7)$$

$$0.541 < Y' / TL < 0.9 \cdots (10)$$

其中,

$\Delta v1$:第一透镜组内的正透镜和负透镜的阿贝数差的最大值

$T23$:所述第二透镜与所述第三透镜之间的光轴上的距离,在调焦时可变的情况下,物体距离作为无穷远时的距离

TL :从位于最靠近物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上的距离,在包含平行平板的情况下,换算为空气厚度进行计算

Y' :最大像高。

2. 一种单焦点光学系统,其从物方到像方依次由第一透镜组、第二透镜组及第三透镜组构成,所述第一透镜组和所述第三透镜组相对于像面而固定,通过使所述第二透镜组沿光轴方向移动,进行调焦,其特征在于,

所述第一透镜组包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜,

所述第二透镜组包含至少一枚正透镜,

所述第三透镜组包含至少一枚具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜,

从物方到像方的顺序,具有第一、第二、第三透镜,

单焦点光学系统满足下述 (1)、(7) 和 (10) 的各条件式,

$$5 < |\Delta v1| < 70 \cdots (1)$$

$$0.05 < T23/TL < 0.4 \cdots (7)$$

$$0.541 < Y' / TL < 0.9 \cdots (10)$$

其中,

$\Delta v1$:第一透镜组内的正透镜和负透镜的阿贝数差的最大值

$T23$:所述第二透镜与所述第三透镜之间的光轴上的距离,在调焦时可变的情况下,物体距离作为无穷远时的距离

TL :从位于最靠近物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上的距离,在包含平行平板的情况下,换算为空气厚度进行计算

Y' :最大像高。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统,其特征在于,从物方到像方的顺序,所述

各透镜是：具有正的光焦度的第一透镜、具有负的光焦度的第二透镜、具有正的光焦度的第三透镜、具有正或负的光焦度的第四透镜。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，从物方到像方的顺序，所述各透镜是：由具有正的光焦度的第一透镜、具有负的光焦度的第二透镜、具有正的光焦度的第三透镜、具有正或负的光焦度的第四透镜、具有正或负的光焦度的第五透镜构成。

5. 如权利要求 3 所述的单焦点光学系统，其特征在于，所述第四透镜具有负的光焦度。

6. 如权利要求 4 所述的单焦点光学系统，其特征在于，所述第五透镜具有负的光焦度。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，其满足下述 (2) 及 (3) 的各条件式，

$$0.1 < f_1/f < 1.1 \cdots (2)$$

$$0.1 < f_s/f < 2 \cdots (3)$$

其中，

f_1 ：最靠近物方透镜的焦距

f ：整个系统的合成焦距

f_s ：第二透镜组的合成焦距。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，最靠近物方的透镜是物方的面为凸面的正透镜，满足下述 (4) 的条件式，

$$0.01 < bf/TL < 0.24 \cdots (4)$$

其中，

bf ：从位于最靠近像方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离，在包含平行平板的情况下，换算为空气厚度进行计算

TL ：从位于最靠近物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离，在包含平行平板的情况下，换算为空气厚度进行计算。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，在比最靠近物方的透镜的物方的面更靠物方，或者在最靠近物方的透镜的像方的面与从物方开始的第二透镜的物方的面之间具有孔径光阑，满足下述 (5) 的条件式，

$$0.15 < D_1/Y' < 0.5 \cdots (5)$$

其中，

D_1 ：最靠近物方的透镜的最大有效直径。

10. 如权利要求 4 所述的单焦点光学系统，其特征在于，满足下述 (6) 和 (8) 的各条件式，

$$0.001 < T_{12}/TL < 0.033 \cdots (6)$$

$$0.04 < T_{34}/TL < 0.4 \cdots (8)$$

其中，

T_{12} ：第一透镜和第二透镜之间的光轴上距离

T_{34} ：第三透镜和第四透镜之间的光轴上距离，其中，在调焦时，在可变的情况下，物距设为无穷远时的距离。

11. 如权利要求 3 所述的单焦点光学系统，其特征在于，满足下述 (9) 的条件式，

$$-0.15 < T_2/f_2 < -0.01 \cdots (9)$$

其中，

T2 :第二透镜的光轴上厚度

f2 :第二透镜的焦距。

12. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，所述第三透镜组的最靠近物方的透镜为凸面朝向像方的正的弯月透镜。

13. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，所述第一透镜组由物方的面为凸面的具有正的光焦度的第一透镜和凹面朝向像方的负的光焦度的第二透镜构成，该凹面具有比物方的面的曲率大的曲率，

所述第二透镜组由具有凸面朝向像方的正的光焦度的第三透镜构成，所述凸面具有比物方的面的曲率大的曲率，

所述第三透镜组由至少具有一个非球面且凸向物方的负弯月形状的第四透镜构成。

14. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，所述第一透镜组由物方的面为凸面的具有正的光焦度的第一透镜和凹面朝向像方的具有负的光焦度的第二透镜构成，所述凹面具有比物方的面的曲率大的曲率，

所述第二透镜组由凸面朝向像方的具有正的光焦度的第三透镜构成，所述凸面具有比物方的面的曲率大的曲率，

所述第三透镜组由凸向像方的正弯月形状的第四透镜和至少具有一个非球面且具有负的光焦度的第五透镜构成。

15. 如权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统，其特征在于，满足下述 (12) 和 (13) 的条件式，

$$F_n < 3.2 \cdots (12)$$

$$0.15 < T_{gs}/TL < 0.8 \cdots (13)$$

其中，

F_n :相对于无穷远光的 F 数

T_{gs} :第三透镜组的从所述至少一个透镜的物方的面到像面的光轴上距离，在包含平行平板的情况下，换算为空气厚度进行计算，

TL :从位于最靠近物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离，在包含平行平板的情况下，换算为空气厚度进行计算。

16. 一种摄像装置，其特征在于，具备，权利要求 1 或 2 所述的单焦点光学系统和将光学像转换为电信号的摄像元件，

所述单焦点光学系统被设置为在所述摄像元件的受光面上能够形成物体的光学像。

17. 如权利要求 16 所述的摄像装置，其特征在于，满足下述 (14) 的条件式，

$$1 < PX/h_3 < 5 \cdots (14)$$

其中，

PX :摄像元件的像素尺寸，单位是 μm

h_3 :第三透镜组的最靠近物方的面的轴上光束半径，单位是 mm。

18. 如权利要求 16 所述的摄像装置，其特征在于，具备：

具有将所述第三透镜组与所述摄像元件的受光面之间的空间进行密闭的构造体。

19. 一种数字设备，其特征在于，具备：

权利要求 16 所记载的摄像装置,和

使所述摄像装置进行被摄体的静画摄影及动画摄影中的至少一方摄影的控制部。

20. 如权利要求 19 所述的数字设备,其特征在于,还具有对所述摄像元件的输出进行规定的图像处理的图像处理部。

21. 如权利要求 20 所述的数字设备,其特征在于,所述规定的图像处理包含对形成于所述摄像元件的受光面上的所述被摄体的光学像的畸变进行校正的畸变校正处理。

22. 如权利要求 20 所述的数字设备,其特征在于,
所述规定的图像处理包含扩大焦深的焦深扩大处理。

23. 如权利要求 19 所述的数字设备,其特征在于,其由便携式终端构成。

单焦点光学系统、摄像装置及数字设备

技术领域

[0001] 本发明涉及单焦点光学系统,特别涉及优选应用于 CCD 型图像传感器及 CMOS 型图像传感器等的固体摄像元件的单焦点光学系统。而且本发明涉及具备该单焦点光学系统的摄像装置及搭载有该摄像装置的数字设备。

背景技术

[0002] 近年来,使用 CCD(Charge Coupled Device 电荷耦合器件)型图像传感器或 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor 互补金属氧化物半导体)型图像传感器等固体摄像元件的摄像元件的高性能化及小型化正在进展,随之而来的是,具备使用这种摄像元件的摄像装置的便携式电话及便携信息终端正在普及。另外,在搭载于这些摄像装置的摄像透镜(摄像光学系统)中,向进一步的小型化及高性能化提出了要求。这种用途的摄像透镜除三枚或四枚构成以外,近年来,提出了五枚构成的光学系统。

[0003] 而且,在高功能的摄像装置中,通常搭载叫做所谓自动调焦的功能。但是,现有的构成由于是使 3 ~ 5 枚透镜整体伸出的方式,因此驱动装置会大型化,结果是,不能实现透镜单元整体的小型化、在具有驱动部的部分产生灰尘而影响画质、画质随着驱动装置的偏心误差而下降之类的问题越来越明显化。原来,高性能化和小型化处于折衷关系,是技术上难以兼得两者的项目,因此,为了克服该困难,需要从根本上修改现有整体伸出(繰出し)的调焦方式。

[0004] 作为该搭配的一个例子,例如,举出专利文献 1 及专利文献 2。在该专利文献 1 公开的光学系统中,主要通过仅使第一透镜伸出,来实现驱动装置的小型化。另外,作为另一例,在专利文献 2 公开的光学系统中,四枚构成的透镜中仅使第二透镜伸出而进行试调焦。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1:(日本)特开 2007-108534 号公报

[0008] 专利文献 2:(日本)特开 2008-076953 号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的技术问题

[0010] 但是,这两个专利文献 1 及专利文献 2 公开的光学系统都具有变更了调焦方式的优点,在此基础上还增大了光学系统的负荷,成为光学性能下降、光学全长变长、成为相对于误差非常弱的构成、F 数变暗、接近距离比现有型式还远等缺点多的构成。

[0011] 本发明是鉴于上述情况而开发的,其目的在于,提供一种单焦点光学系统,其与现有的光学系统相比,既能够实现小型化及高性能化,又不会影响到其他规格及生产性,且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着。

[0012] 本发明为了解决上述技术课题,提供具有如下所述的构成的单焦点光学系统、摄像装置及数字设备。另外,以下的说明中所使用的术语在本说明书中如下所述进行定义。

[0013] (a) 折射率是相对于 d 线的波长 (587.56nm) 的折射率。

[0014] (b) 阿贝数是指在设相对于 d 线、F 线 (波长 486.13nm)、C 线 (波长 656.28nm) 的折射率分别为 n_d 、 n_F 、 n_C ，且设阿贝数为 v_d 的情况下，用

[0015] $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$

[0016] 的定义式求出的阿贝数 v_d 。

[0017] (c) 关于透镜，在使用“凹”、“凸”或“弯月”这种表述的情况下，它们都代表光轴附近 (透镜的中心附近) 的透镜形状。

[0018] (d) 构成胶合透镜的各单透镜的光焦度 (焦距的倒数) 的表述是单透镜的透镜面的两侧为空气时的光焦度。

[0019] (e) 复合型非球面透镜所使用的树脂材料由于仅发挥基板玻璃材料的附加性的功能，因此不作为单独的光学部件来处理，采用与基板玻璃材料具有非球面的情况同等的处理，透镜枚数也设为一枚来处理。而且透镜折射率也采用成为基板的玻璃材料的折射率。复合型非球面透镜是在成为基板的玻璃材料上涂布薄的树脂材料而成为非球面形状的透镜。

[0020] 本发明之一方式的单焦点光学系统从物方到像方依次由第一透镜组、第二透镜组及第三透镜组构成，所述第一透镜组和所述第三透镜组相对于规定的像面而固定，通过所述第二透镜组沿光轴方向移动，进行调焦，其特征为，所述第一透镜组包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜，所述第二透镜组包含至少一枚正透镜，所述第三透镜组包含至少一枚至少具有一个非球面的透镜，所述非球面在周边部具有正的光焦度，该单焦点光学系统满足下述 (1) 的条件式。

[0021] $5 < |\Delta v_1| < 70 \quad \dots (1)$

[0022] 其中， Δv_1 是第一透镜组内的正透镜和负透镜的阿贝数差的最大值。

[0023] 本发明的另一方式的单焦点光学系统从物方到像方依次由第一透镜组、第二透镜组及第三透镜组构成，所述第一透镜组和所述第三透镜组相对于规定的像面而固定，通过所述第二透镜组沿光轴方向移动，进行调焦，其特征为，所述第一透镜组包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜，所述第二透镜组包含至少一枚正透镜，所述第三透镜组包含至少一枚具有非球面形状的透镜，所述非球面形状在与光轴的交点以外的位置具有拐点，该单焦点光学系统满足上述 (1) 的条件式。

[0024] 在这些构成的单焦点光学系统中，第一透镜组和第三透镜组被固定，并且仅驱动第二透镜组。因此，首先，这种构成的单焦点光学系统不会使球差及色差、场曲等诸特性恶化，能够进行调焦。另外，这种构成的单焦点光学系统由于能够消减调焦移动量，因此能够实现致动器的省空间化，且由于全长不变，因此能够将光学单元超紧凑化。另外，这种构成的单焦点光学系统能够防止向透镜单元内侵入灰尘，也能够相应地实现工序取消实现的成本降低及消减不良而实现的环境负荷减轻。

[0025] 而且，在这种构成的单焦点光学系统中，通过第一透镜组具有至少一枚正透镜和负透镜，高效地进行球差和轴向色差的校正，而且，通过第二透镜组具有至少一枚正透镜，良好地校正场曲。另外，通过第三透镜组包含至少一枚具有至少一个在周边部具有正的光焦度的非球面的透镜，或者，包含至少一枚具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜，来抑制射向像面的大视场角的光线角度，且抑制彩色发暗及周边光量下降。而且，通过满足所述条件式 (1)，良好地校正轴向色差，提高画面整体的对比度。

[0026] 在此,所述周边部是指在径向上比半径 $/3$ 更靠外周部。

[0027] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,在将构成所述第一~第三透镜组的各透镜从物方到像方依次称为第 i 透镜 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的情况下,单焦点光学系统由具有正的光焦度的第一透镜、具有负的光焦度的第二透镜、具有正的光焦度的第三透镜、具有正或负的光焦度的第四透镜构成。

[0028] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,在将构成所述第一~第三透镜组的各透镜从物方到像方依次称为第 i 透镜 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的情况下,单焦点光学系统由具有正的光焦度的第一透镜、具有负的光焦度的第二透镜、具有正的光焦度的第三透镜、具有正或负的光焦度的第四透镜、具有正或负的光焦度的第五透镜构成。

[0029] 根据该构成,通过从物方依次配置正负正的所谓三片式的透镜以及各透镜,能够良好地校正轴向色差及球差、场曲。而且,根据上述构成,通过进一步配置第四透镜或第四及第五透镜,能够良好地校正由低矮化及广角化带来的周边的光学性能、特别是能够校正场曲及畸变,也能够抑制传感器入射角。

[0030] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,在将构成所述第一~第三透镜组的各透镜从物方到像方依次称为第 i 透镜 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的情况下,满足下述 (2) 及 (3) 的各条件式。

$$[0031] \quad 0.1 < f_1/f < 1.1 \quad \dots (2)$$

$$[0032] \quad 0.1 < f_s/f < 2 \quad \dots (3)$$

[0033] 其中, f_1 为第一透镜的焦距, f 为整个系统的合成焦距, f_s 为第二透镜组的合成焦距。

[0034] 根据该构成, f_1/f 满足上述条件式 (2),并且 f_s/f 满足上述条件式 (3)。当超过上述条件式 (2) 的上限时,难以紧凑地保持透镜全长,不优选,另一方面,当低于上述条件式 (2) 的下限时,第一透镜的光焦度过强,不能彻底校正色差及像散,不优选。而且,当超过上述条件式 (3) 的上限时,调焦移动量变大,导致透镜全长增大,不优选,另一方面,当低于上述条件式 (3) 的下限时,驱动第二透镜组的致动器的相对于误差的性能恶化非常敏感,特别是,导致画面周边产生非对称地模糊的叫做所谓单边模糊 (片ボケ) 的画质恶化,不优选。

[0035] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,所述第二透镜组由一枚透镜构成。

[0036] 根据该构成,第二透镜组由一枚透镜构成。因此,这种构成的单焦点光学系统能够较小地抑制调焦移动量,再者,也能够减轻驱动装置的透镜重量负荷。

[0037] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,最靠物方的透镜是物方的面为凸面的正透镜,满足下述 (4) 的条件式。

$$[0038] \quad 0.01 < bf/TL < 0.24 \quad \dots (4)$$

[0039] 其中, bf 为从位于最靠像方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离, TL 为从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离 (在包含平行平板的情况下,都为空气换算长度)。

[0040] 这种构成的单焦点光学系统通过将最靠物方透镜设为上述形状,能够增强其透镜的光焦度,且能够降低偏心误差灵敏度。而且,这种构成的单焦点光学系统通过满足上述条

件式 (4), 能够增强第一透镜的光焦度, 且能够缩短光学全长。

[0041] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的单焦点光学系统中, 特征为, 在将构成所述第一~第三透镜组的各透镜从物方到像方依次称为第 i 透镜 ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的情况下, 在比第一透镜的物方的面更靠物方或在第一透镜的像方的面和第二透镜的物方的面之间具有孔径光阑, 单焦点光学系统满足下述 (5) 的条件式。

[0042] $0.15 < D1/Y' < 0.5 \quad \dots (5)$

[0043] 其中, $D1$ 为第一透镜的最大有效直径, Y' 为最大像高。

[0044] 这种构成的单焦点光学系统通过在上述部位配置孔径光阑, 能够抑制射向像面的大视场角的光线角度, 且能够减小因光焦度强而要求高精度的位于物方的透镜的有效直径, 能够提高生产性。而且, 在这种构成的单焦点光学系统中, 上述条件式 (5) 是指定孔径光阑的配置位置的优选范围的条件式, 当超过该条件式 (5) 的上限时, 难以在透镜单元的物方配置机械快门及可变光阑机构、ND 滤光器等, 不优选, 另一方面, 当低于上述条件式 (5) 的下限时, 导致产生光量下降, 不优选。

[0045] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的单焦点光学系统中, 特征为, 满足下述 (6)、(7) 及 (8) 的各条件式。

[0046] $0.001 < T12/TL < 0.033 \quad \dots (6)$

[0047] $0.05 < T23/TL < 0.4 \quad \dots (7)$

[0048] $0.04 < T34/TL < 0.4 \quad \dots (8)$

[0049] 其中, $T12$ 为第一透镜和第二透镜之间的光轴上距离, $T23$ 为第二透镜和第三透镜之间和光轴上距离 (其中, 在调焦时, 在可变的情况下, 物距设为无穷远时的距离), $T34$ 为第三透镜和第四透镜之间的光轴上距离 (其中, 在调焦时, 在可变的情况下, 物距设为无穷远时的距离)。

[0050] 根据该构成, $T12/TL$ 满足上述条件式 (6), $T23/TL$ 满足上述条件式 (7), 而且, $T34/TL$ 满足上述条件式 (8)。在这种构成的单焦点光学系统中, 当超过上述条件式 (6) 的上限时, 轴向色差的校正不充分, 不优选, 另一方面, 当低于其下限时, 难以配置用于防止有害光的遮光部件, 导致画质恶化, 不优选。当超过上述条件式 (7) 的上限时, 难以进行像散校正, 不优选, 另一方面, 当低于其下限时, 导致第二透镜的光焦度非常强, 且第二透镜像方的面出射的光线的角度过陡, 牵涉到周边光量下降, 不优选。而且, 当超过上述条件式 (8) 的上限时, 导致光学全长增大, 不优选, 当低于其下限时, 不能充分确保调焦余量, 因此需要严格设定各透镜的公差, 导致生产性下降, 不优选。

[0051] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的单焦点光学系统中, 特征为, 满足下述 (9) 的条件式。

[0052] $-0.15 < T2/f2 < -0.01 \quad \dots (9)$

[0053] 其中, $T2$ 为第二透镜的光轴上厚度, $f2$ 为第二透镜的焦距。

[0054] 根据该构成, $T2/f2$ 满足上述条件式 (9)。当超过上述条件式 (9) 的上限时, 透镜强度不充分, 在保持透镜时, 导致引起裂纹及面形状变化, 不优选, 另一方面, 当低于下限时, 导致佩兹伐数和数增大, 因此导致非点隔差增大, 并且导致轴向色差也增加, 不优选。

[0055] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的单焦点光学系统中, 特征为, 所述第三透镜组的最靠物方的透镜为凸面朝向像方的正弯月透镜。

[0056] 这种构成的单焦点光学系统通过第三透镜组的最靠物方的透镜为上述形状,能够将瞳位置配置在物方,且能够抑制向像面的大视场角的光线入射角。

[0057] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,所述第一透镜组由物方的面为凸面的具有正的光焦度的第一透镜和朝向像方的凹强曲率的具有负的光焦度的第二透镜构成,所述第二透镜组由朝向像方的凸强曲率的具有正的光焦度的第三透镜构成,所述第三透镜组由至少具有一个非球面且凸向物方的负弯月形状的第四透镜构成。

[0058] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,所述第一透镜组由物方的面为凸面的具有正的光焦度的第一透镜和朝向像方的凹强曲率的具有负的光焦度的第二透镜构成,所述第二透镜组由朝向像方的凸强曲率的具有正的光焦度的第三透镜构成,所述第三透镜组由凸向像方的正弯月形状的第四透镜和至少具有一个非球面且具有负的光焦度的第五透镜构成。

[0059] 这种构成的单焦点光学系统通过将第一透镜组设为上述构成,能够良好地校正球差和轴向色差。另外,这种构成的单焦点光学系统通过将第二透镜组设为上述构成,能够良好地校正场曲,且能够较小地抑制调焦移动量,也能够减轻驱动装置的透镜重量负荷。另外,这种构成的单焦点光学系统通过将第三透镜组设为上述构成,作为所谓远摄式,能够追求紧凑化,且能够抑制向像面的大视场角光线的入射角度。

[0060] 在此,强曲率地凹向像方的意思是,像方的面在像方具有凹的形状,且在将物方的面和像方的面的曲率半径的绝对值进行比较的情况下,像方的面的曲率半径更小。同样,强曲率地凸向像方的意思是,像方的面在像方具有凸的形状,且将物方的面和像方的面的曲率半径的绝对值进行比较的情况下,像方的面的曲率半径更小。

[0061] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,满足下述 (10) 的条件式。

$$[0062] \quad 0.3 < Y' / TL < 0.9 \quad \dots (10)$$

[0063] 其中, Y' 为最大像高, TL 为从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离 (在包含平行平板的情况下,都为空气换算长度)。

[0064] 根据该构成, Y' / TL 满足上述条件式 (10)。当超过上述条件式 (10) 的上限时,导致偏心误差灵敏度大幅度地提高,且生产性显著下降,不优选,另一方面,当低于条件式 (10) 的下限时,牵涉到模块尺寸的大型化,不优选。

[0065] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,满足下述 (11) 的条件式。

$$[0066] \quad 28 < w < 50 \quad \dots (11)$$

[0067] 其中, w 为最大半视场角 (deg)。

[0068] 这种构成的单焦点光学系统通过满足上述条件式 (11),在近距离的摄影时,能够抑制调焦移动量,且能够实现光学系统的小型化。

[0069] 另外,在另一方式中,在这些上述的单焦点光学系统中,特征为,满足下述 (12) 及 (13) 的条件式。

$$[0070] \quad F_n < 3.2 \quad \dots (12)$$

$$[0071] \quad 0.15 < T_{gs}/TL < 0.8 \quad \dots (13)$$

[0072] 其中, F_n 为相对于无穷远光的 F 数, T_{gs} 为从第三透镜组的最靠物方的面到像面的

光轴上距离, TL 为从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离 (在包含平行平板的情况下, 都为空气换算长度)。

[0073] 根据该构成, F_n 满足上述条件式 (12), 而且, T_{gs}/TL 满足上述条件式 (13)。这种构成的单焦点光学系统通过满足上述条件式 (12), 能够大幅度地减小附着于透镜面上的灰尘大小相对于光束整体的比例。另外, 当超过上述条件式 (13) 的上限时, 导致畸变的校正不充分, 且光学全长也增加, 不优选, 另一方面, 当低于上述条件式 (13) 的下限时, 附着于透镜面上的灰尘大小映入图像的可能性大幅度地升高, 招致生产性下降, 不优选。

[0074] 而且, 本发明另一方式的摄像装置的特征为, 具备这些上述构成中的任一单焦点光学系统和将光学像转换为电信号的摄像元件, 所述单焦点光学系统在所述摄像元件的受光面上可形成物体的光学像。

[0075] 根据该构成, 能够提供摄像装置, 所述摄像装置, 与现有的光学系统相比, 既能够实现小型化及高性能化, 也不会影响到其他规格及生产性, 且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着。

[0076] 另外, 在另一方式中, 在上述的摄像装置中, 特征为, 满足下述 (14) 的条件式。

[0077] $1 < PX/h3 < 5 \quad \dots (14)$

[0078] 其中, PX 为摄像元件的像素尺寸 (μm), $h3$ 为第三透镜组的最靠物方的面的轴上光束半径 (mm)。

[0079] 这种构成的摄像装置通过满足上述条件式 (14), 在使用高像素摄像元件及窄像素间距摄像元件的情况下, 也能够大幅度地缓和附着于透镜面上的灰尘映入图像的尺寸, 能够防止灰尘造成的生产性下降。

[0080] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的摄像装置中, 特征为, 具有将所述第三透镜组和所述摄像元件的摄像面之间密闭构造体。

[0081] 这种构成的摄像装置通过具有上述的构造体, 能够防止向光束非常细的摄像面附近的灰尘附着, 能够防止生产性下降。

[0082] 而且, 本发明另一方式的数字设备具备这些上述中的任一摄像装置和使所述摄像装置进行被摄体的静画摄影及动画摄影中的至少一方摄影的控制部, 所述摄像装置的单焦点光学系统被组装成为可在所述摄像元件的摄像面上形成所述被摄体的光学像。而且, 数字设备优选包含下述的情况在内而由便携终端构成。

[0083] 根据该构成, 能够提供数字设备及便携终端, 所述数字设备及便携终端, 与现有的光学系统相比, 既能够实现小型化及高性能化, 也不会影响到其他规格及生产性, 且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着。

[0084] 另外, 在另一方式中, 在这些上述的数字设备中, 特征为, 进一步具有对所述摄像元件的输出进行规定的图像处理的图像处理部。而且, 所述规定的图像处理优选包含对形成于所述摄像元件的摄像面上的所述被摄体的光学像的畸变进行校正的畸变校正处理。另外, 所述规定的图像处理优选包含扩大焦深的焦深扩大处理。

[0085] 根据该构成, 能够提供进行规定的图像处理的数字设备。例如, 通过图像处理能够对光学校正不彻底的像差进行校正, 另外, 例如, 通过图像处理能够对周边光量下降进行校正, 另外, 例如, 通过图像处理能够扩大焦深等。特别是, 通过校正图像的畸变, 能够减轻接近像面的透镜的像差负担, 因此能够容易实现出瞳位置的控制, 能够将透镜形状制成加工

性良好的形状。或者,通过扩大焦深,能够允许零件偏差,因此能够提高生产性。另外,在使用驱动装置的情况下,能够吸收驱动装置的位置误差及偏心误差。

[0086] 发明的效果

[0087] 本发明的单焦点光学系统与现有的光学系统相比,既能够实现小型化及高性能化,也不会影响到其他规格(例如,F数及邻接距离等规格)及生产性,且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着。而且,根据本发明,能够提供使用这种单焦点光学系统的摄像装置及数字设备。

附图说明

[0088] 图1是用于进行实施方式的单焦点光学系统的说明的示意地表示其构成的透镜剖面图;

[0089] 图2是表示主光线的像面入射角的定义的示意图;

[0090] 图3是表示实施方式的数字设备的构成的方框图;

[0091] 图4是表示数字设备之一实施方式的带照相机的便携式电话的外观构成图;

[0092] 图5是表示实施例1的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0093] 图6是表示实施例2的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0094] 图7是表示实施例3的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0095] 图8是表示实施例5的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0096] 图9是表示实施例5的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0097] 图10是表示实施例6的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0098] 图11是表示实施例7的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0099] 图12是表示实施例8的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0100] 图13是表示实施例9的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0101] 图14是表示实施例10的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0102] 图15是表示实施例11的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0103] 图16是表示实施例12的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0104] 图17是表示实施例13的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0105] 图18是表示实施例14的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0106] 图19是表示实施例15的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0107] 图20是表示实施例16的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0108] 图21是表示实施例17的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图;

[0109] 图22是实施例1的单焦点光学系统的像差图;

[0110] 图23是实施例2的单焦点光学系统的像差图;

[0111] 图24是实施例3的单焦点光学系统的像差图;

[0112] 图25是实施例4的单焦点光学系统的像差图;

[0113] 图26是实施例5的单焦点光学系统的像差图;

[0114] 图27是实施例6的单焦点光学系统的像差图;

[0115] 图28是实施例7的单焦点光学系统的像差图;

[0116] 图29是实施例8的单焦点光学系统的像差图;

- [0117] 图 30 是实施例 9 的单焦点光学系统的像差图；
[0118] 图 31 是实施例 10 的单焦点光学系统的像差图；
[0119] 图 32 是实施例 11 的单焦点光学系统的像差图；
[0120] 图 33 是实施例 12 的单焦点光学系统的像差图；
[0121] 图 34 是实施例 13 的单焦点光学系统的像差图；
[0122] 图 35 是实施例 14 的单焦点光学系统的像差图；
[0123] 图 36 是实施例 15 的单焦点光学系统的像差图；
[0124] 图 37 是实施例 16 的单焦点光学系统的像差图；
[0125] 图 38 是实施例 17 的单焦点光学系统的像差图；

具体实施方式

[0126] 下面,基于附图对本发明的一个实施方式进行说明。另外,在各图中,附带有同一符号的构成表示同一构成,适当省略其说明。另外,胶合透镜的透镜枚数以胶合透镜整体计为 1 枚,且用构成胶合透镜的单透镜的枚数来表示。

[0127] < 一个实施方式的单焦点光学系统的说明 >

[0128] 图 1 是用于进行实施方式的单焦点光学系统的说明且示意地表示其构成的透镜剖面图。图 2 是表示主光线的像面入射角的定义的示意图。

[0129] 在图 1 中,该单焦点光学系统 1 是在将光学像转换为电信号的摄像元件 16 的受光面上形成物体(被摄体)的光学像的系统,是从物方到像方依次由第一透镜组 11、第二透镜组 12 及第三透镜组 13 构成的光学系统。摄像元件 16 配置为其受光面与单焦点光学系统 1 的像面大致一致(像面=摄像面)。另外,图 1 例示的单焦点光学系统 1 的构成与后述的实施例 1 的单焦点光学系统 1A(图 5) 相同。

[0130] 而且,在该单焦点光学系统 1 中,第一透镜组 11 和第三透镜组 13 相对于规定的像面而固定,通过使第二透镜组 12 沿光轴方向移动,进行调焦。

[0131] 另外,第一透镜组 11 包含至少一枚正透镜和至少一枚负透镜,第二透镜组 12 包含至少一枚正透镜,第三透镜组 13 包含至少一枚至少具有一个非球面的透镜,所述非球面,在周边部具有正的光焦度,在设第一透镜组 11 内的正透镜和负透镜的阿贝数差的最大值为 Δv_1 的情况下,满足下述 (1) 的条件式。

[0132] $5 < |\Delta v_1| < 70 \quad \dots (1)$

[0133] 在图 1 中,表示了如下的例子,即,第一透镜组 11 在调焦时固定,且从物方到像方依次由上述至少一枚作为正透镜之一例的双凸的正透镜 111、上述至少一枚作为负透镜之一例的向物方凸的负弯月透镜 112 构成;第二透镜组 12 在调焦时移动,且从物方到像方依次由上述至少一枚作为正透镜之一例的向像方凸的正弯月透镜 121 构成;第三透镜组 13 在调焦时固定,且从物方到像方依次由向像方凸的正弯月透镜 131、双凹的负透镜 132 构成。

[0134] 这些各透镜组 11、12、13 的各透镜 111、112、121、131、132 的两面为非球面。第三透镜组 13 的正弯月透镜 131 及负透镜 132 包含至少一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第三透镜组 13 的正弯月透镜 131 及负透镜 132 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。这些各透镜组 11、12、13 的各透镜 111、112、121、131、132 既可以是例如玻璃模制透镜,另外,也可以是例如塑料等树脂材料制透镜。特别是,在搭载

于便携终端的情况下,从轻量化的观点出发,优选树脂材料制透镜。在图 1 所示的例子中,这些各透镜 111、112、121、131、132 为树脂材料制透镜。

[0135] 而且,在该单焦点光学系统 1 中,孔径光阑的光圈 14 配置于第一透镜组 11 的正透镜 111 的物方。

[0136] 另外,在该单焦点光学系统 1 的像方配置有滤光器 15 及摄像元件 16。滤光器 15 是平行平板状的光学元件,示意地表示各种光学滤光器及摄像元件的玻璃盖板等。根据使用用途、摄像元件、照相机的构成等,可适当配置低通滤光器、红外线截止滤光器等光学滤光器。摄像元件 16 根据由该单焦点光学系统 1 成像的被摄体的光学像的光量进行光电转换,转换为 R(红)、G(绿)、B(蓝)各成分的图像信号,然后将其输出到规定的图像处理电路(未图示)。由此,物方的被摄体的光学像由单焦点光学系统 1 沿其光轴 AX 以适当的变倍比导到摄像元件 16 的受光面,由摄像元件 16 拍摄上述被摄体的光学像。

[0137] 在这种构成的单焦点光学系统 1 中,第一透镜组 11 和第三透镜组 13 被固定,并且为了进行调焦,仅驱动第二透镜组 12。因此,首先,这种构成的单焦点光学系统 1 不会使球差及色差、场曲等诸特性恶化,能够进行调焦。另外,这种构成的单焦点光学系统 1 能够消减调焦移动量,因此能够实现产生用于进行调焦的驱动力的致动器的省空间化,且由于全长不变,因此能够将光学单元超小型化。进而,这种构成的单焦点光学系统 1 能够防止向光学单元内的灰尘侵入,也能够对应地实现工序取消实现的成本降低及消减不良实现的环境负荷减轻。

[0138] 而且,在这种构成的单焦点光学系统 1 中,通过第一透镜组 11 具有至少一枚正透镜和负透镜(图 1 所示的例子中,正透镜 111 及负弯月透镜 112),高效地进行球差和轴向色差的校正,而且,通过第二透镜组 12 具有至少一枚正透镜(图 1 所示的例子中,正弯月透镜 121),良好地校正场曲。另外,通过第三透镜组 13 具备正弯月透镜 131 及负透镜 132,至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面,或者,至少包含一枚具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜,抑制射向像面的大视场角的光线角度,且抑制彩色发暗及周边光量下降。而且,通过满足上述条件式(1),良好地校正轴向色差,提高画面整体的对比度。

[0139] 另外,如图 2 所示,主光线的像面入射角为射向摄像面的入射光线中最大视场角的主光线相对于立于像面的垂线的角度(deg、度) α ,像面入射角 α 以出瞳位置从像面位于物方时的主光线角度为正方向。

[0140] 在此,从更好地校正轴向色差且进一步提高画面整体的对比度的观点出发,上述条件式(1)更优选为下述条件式(1')。

[0141] $20 < |\Delta v1| < 60 \quad \dots (1')$

[0142] 另外,在该单焦点光学系统 1 中,构成第一~第三透镜组 11、12、13 的各透镜从物方到像方依次由具有正的光焦度的作为第一透镜之一例的正透镜 111、具有负的光焦度的作为第二透镜之一例的负弯月透镜 112、具有正的光焦度的作为第三透镜之一例的正弯月透镜 121、具有正或负的光焦度的作为第四透镜之一例的正弯月透镜 131、具有正或负的光焦度的作为第五透镜之一例的负透镜 132 构成。另外,作为第四透镜的正弯月透镜 131 也可以用负透镜来代替,另外,作为第五透镜的负透镜 132 也可以用正透镜来代替。

[0143] 这样,单焦点光学系统 1 通过从物方到像方依次配置正负正的所谓三片式的透镜

以及各透镜,能够良好地校正轴向色差及球差、场曲。这样,单焦点光学系统 1 通过进一步配置第四及第五透镜,能够良好地校正伴随低矮化及广角化而来的周边的光学性能、特别是场曲及畸变,也能够抑制传感器入射角。

[0144] 另外,构成第一~第三透镜组 11、12、13 的各透镜也可以从物方到像方依次由具有正的光焦度的第一透镜、具有负的光焦度的第二透镜、具有正的光焦度的第三透镜、具有正或负的光焦度的第四透镜构成。

[0145] 另外,在该单焦点光学系统 1 中,第二透镜组 12 由一枚透镜构成。因此,单焦点光学系统 1 能够较小地抑制调焦移动量,两者,也能够减轻驱动装置的透镜重量负荷。

[0146] 另外,在该单焦点光学系统 1 中,第三透镜组 13 的最靠物方的透镜 131 为凸面朝向像方的正弯月透镜。因此,该单焦点光学系统 1 能够将出瞳位置配置在物方,且能够抑制向像面的大视场角的光线入射角。

[0147] 在此,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,在设第一透镜 111 的焦距为 f_1 ,且设整个系统的合成焦距为 f ,然后设第二透镜组 12 的合成焦距为 f_s 的情况下,优选满足下述 (2) 及 (3) 的各条件式。

[0148] $0.1 < f_1/f < 1.1 \quad \dots (2)$

[0149] $0.1 < f_s/f < 2 \quad \dots (3)$

[0150] 这样,通过 f_1/f 满足上述条件式 (2),并且 f_s/f 满足上述条件式 (3),单焦点光学系统 1 当超过上述条件式 (2) 的上限时,难以紧凑地保持透镜全长,不优选,另一方面,当低于上述条件式 (2) 的下限时,第一透镜 111 的光焦度就会过强,难以校正色差及像散,不优选。而且,当超过上述条件式 (3) 的上限时,调焦移动量会增大,导致透镜全长增长,不优选,另一方面,当低于上述条件式 (3) 的下限时,驱动第二透镜组 12 的致动器的相对于误差的性能恶化非常敏感,特别是,会导致画面周边产生非对称地模糊的叫做所谓单边模糊的画质恶化,不优选。

[0151] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式 (2) 及 (3) 更优选为下述条件式 (2') 及 (3')。

[0152] $0.4 < f_1/f < 1 \quad \dots (2')$

[0153] $0.5 < f_s/f < 1.5 \quad \dots (3')$

[0154] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,最靠物方的透镜是物方的面为凸面的正透镜,在设从位于最靠像方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离为 bf ,然后设从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离(在包含平行平板的情况下,都为空气换算长度)为 TL 的情况下,优选满足下述 (4) 的条件式。

[0155] $0.01 < bf/TL < 0.24 \quad \dots (4)$

[0156] 这种构成的单焦点光学系统 1 通过将最靠物方的透镜设为上述的形状,能够增强其透镜的光焦度,且能够降低偏心误差灵敏度。而且,这种构成的单焦点光学系统 1 通过满足上述条件式 (4),能够增强第一透镜 111 的光焦度,且能够缩短光学全长。

[0157] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式 (4) 更优选为下述条件式 (4')。

[0158] $0.10 < bf/TL < 0.20 \quad \dots (4')$

[0159] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,在比第一透镜 111 的物方的面更靠物方

或在第一透镜 111 的像方的面和第二透镜 112 的物方的面之间具有孔径光阑,在设第一透镜 111 的最大有效直径为 $D1$,且设最大像高为 Y' 的情况下,优选满足下述 (5) 的条件式。

$$[0160] \quad 0.15 < D1/Y' < 0.5 \quad \dots (5)$$

[0161] 这种构成的单焦点光学系统 1 通过在上述部位配置孔径光阑,能够抑制射向像面的大视场角的光线角度,且能够减小因光焦度强而要求高精度的位于物方的透镜的有效直径,能够提高生产性。而且,在这种构成的单焦点光学系统 1 中,上述条件式 (5) 是指定孔径光阑的配置位置的优选范围的条件式,当超过该条件式 (5) 的上限时,难以在光学单元的物方配置机械快门及可变光阑机构、ND 滤光器等,不优选,另一方面,当低于上述条件式 (5) 的下限时,会产生光量下降,不优选。

[0162] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式 (5) 优选为下述条件式 (5')。

$$[0163] \quad 0.25 < D1/Y' < 0.40 \quad \dots (5')$$

[0164] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,在设第一透镜 111 和第二透镜 112 之间的光轴上距离为 $T12$ 、设第二透镜 112 和第三透镜 121 之间的光轴上距离 (其中,在调焦时,在可变的情况下,设为物体无穷远时的距离) 为 $T23$ 、设第三透镜 121 和第四透镜 131 之间的光轴上距离 (其中,在调焦时,在可变的情况下,设为物体无穷远时的距离) 为 $T34$ 的情况下,优选满足下述 (6)、(7) 及 (8) 的各条件式。

$$[0165] \quad 0.001 < T12/TL < 0.033 \quad \dots (6)$$

$$[0166] \quad 0.05 < T23/TL < 0.4 \quad \dots (7)$$

$$[0167] \quad 0.04 < T34/TL < 0.4 \quad \dots (8)$$

[0168] 在这种构成的单焦点光学系统 1 中,当超过上述条件式 (6) 的上限时,轴向色差的校正不充分,不优选,另一方面,当低于其下限时,难以配置用于防止有害光的遮光部件,导致画质恶化,不优选。当超过上述条件式 (7) 的上限时,难以进行像散校正,不优选,另一方面,当低于其下限时,第二透镜 112 的光焦度非常强,第二透镜像方的面出射的光线的角度过陡,会牵涉到周边光量下降,不优选。而且,当超过上述条件式 (8) 的上限时,导致光学全长增长,不优选,当低于其下限时,不能充分确保调焦余量,因此需要严格设定各透镜的公差,导致生产性下降,不优选。

[0169] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式 (6)、(7) 及 (8) 更优选为下述条件式 (6')、(7') 及 (8')。

$$[0170] \quad 0.005 < T12/TL < 0.025 \quad \dots (6')$$

$$[0171] \quad 0.10 < T23/TL < 0.20 \quad \dots (7')$$

$$[0172] \quad 0.04 < T34/TL < 0.10 \quad \dots (8')$$

[0173] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,在设第二透镜 112 的光轴上厚度为 $T2$,且设第二透镜 112 的焦距为 $f2$ 的情况下,优选满足下述 (9) 的条件式。

$$[0174] \quad -0.15 < T2/f2 < -0.01 \quad \dots (9)$$

[0175] 在这种构成的单焦点光学系统 1 中,当超过上述条件式 (9) 的上限时,透镜强度不充分,在保持透镜时,导致引起裂纹及面形状变化,不优选,另一方面,当低于下限时,佩兹伐数和数增大,因此非点隔差增大,并且导致轴向色差也增加,不优选。

[0176] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式 (9) 更优选为下述条件式

(9'))。

[0177] $-0.10 < T2/f2 < -0.02$... (9')

[0178] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,上述第一透镜组优选由物方的面具有凸面的正的光焦度的第一透镜和具有朝向像方的凹强曲率的负的光焦度的第二透镜构成,上述第二透镜组优选由具有朝向像方的凸强曲率的正的光焦度的第三透镜构成,上述第三透镜组优选由具有至少一个非球面且凸向物方的负弯月形状的第四透镜构成。

[0179] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,第一透镜组 11 优选由物体面侧具有凸面的正的光焦度的第一透镜 111 和具有朝向像方的凹强曲率的负的光焦度的第二透镜 112 构成,第二透镜组 12 优选由具有朝向像方的凸强曲率的正的光焦度的第三透镜 121 构成,第三透镜组 13 优选由凸向像方的正弯月形状的第四透镜 131 和具有至少一个非球面且具有负的光焦度的第五透镜 132 构成。

[0180] 这种构成的单焦点光学系统 1 通过将第一透镜组 12 设为上述构成,能够良好地校正球差和轴向色差。另外,这种构成的单焦点光学系统 1 通过将第二透镜组 12 设为上述构成,能够良好地校正场曲,且能够较小地抑制调焦移动量,也能够减轻驱动装置的透镜重量负荷。另外,这种构成的单焦点光学系统 1 通过将第三透镜组 13 设为上述构成,作为所谓远摄式,能够追求紧凑化,且能够抑制向像面的大视场角光线的入射角度。

[0181] 另外,在这些上述的单焦点光学系统 1 中,在设最大像高为 Y' ,且设从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离(在包含平行平板的情况下,都为空气换算长度)为 TL 的情况下,优选满足下述(10)的条件式。

[0182] $0.3 < Y'/TL < 0.9$... (10)

[0183] 在这种构成的单焦点光学系统 1 中,当超过上述条件式(10)的上限时,偏心误差灵敏度会大幅地升高,导致生产性显著下降,不优选,另一方面,当低于条件式(10)的下限时,会牵涉到模块尺寸的大型化,不优选。

[0184] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式(10)更优选为下述条件式(10')。

[0185] $0.52 < Y'/TL < 0.8$... (10')

[0186] 另外,在这些上述的单焦点光学系统中,在设最大半视场角(deg)为 w 的情况下,优选满足下述(11)的条件式。

[0187] $28 < w < 50$... (11)

[0188] 在这种构成的单焦点光学系统 1 中,在近距离的摄影时,能够抑制调焦移动量,能够实现光学系统的小型化。

[0189] 另外,为了进一步增强上述各点的效果,上述条件式(11)更优选为下述条件式(11')。

[0190] $30 < w < 40$... (11')

[0191] 另外,在这些上述的单焦点光学系统中,在设相对于无穷远光的 F 数为 F_n 、设从第三透镜组的最靠物方的面到像面的光轴上距离为 T_{gs} 、设从位于最靠物方的透镜面的面顶点到像面的光轴上距离(在包含平行平板的情况下,都为空气换算长度)为 TL 的情况下,优选满足下述(12)及(13)的条件式。

[0192] $F_n < 3.2$... (12)

[0193] $0.15 < T_{gs}/TL < 0.8 \quad \dots (13)$

[0194] 这种构成的单焦点光学系统 1 通过满足上述条件式 (12), 能够大幅度地减小附着于透镜面上的灰尘大小相对于光束整体的比例。另外, 当超过上述条件式 (13) 的上限时, 导致畸变的校正不充分, 光学全长也增加, 不优选, 另一方面, 当低于上述条件式 (13) 的下限时, 附着于透镜面上的灰尘大小 (ゴミサイズ) 映入图像的可能性大幅度提高, 招致生产性下降, 不优选。

[0195] 另外, 为了进一步增强上述各点的效果, 上述条件式 (12) 及 (13) 更优选为下述条件式 (12') 及 (13')。

[0196] $F_n < 3.0 \quad \dots (12')$

[0197] $0.25 < T_{gs}/TL < 0.60 \quad \dots (13')$

[0198] 另外, 在这些上述的单焦点光学系统 1 中, 在可动的第二透镜组 12 等的驱动中, 既可以使用凸轮及步进电动机等, 或者, 也可以使用压电致动器。在使用压电致动器的情况下, 能够抑制驱动装置的体积及电力消耗的增加, 且也能够独立地驱动各组, 能够实现摄像装置的进一步的小型化。

[0199] 另外, 在这些上述的单焦点光学系统 1 中, 与空气接触的全部透镜面优选为非球面。通过该构成, 能够实现小型化和高画质化两者。

[0200] 另外, 在这些上述的单焦点光学系统 1 中, 在使用具有非球面的玻璃透镜的情况下, 该非球面玻璃透镜也可以是玻璃模制非球面透镜、磨削非球面玻璃透镜、复合型非球面透镜 (在球面玻璃透镜上形成有非球面形状的树脂的透镜)。玻璃模制非球面透镜优选面向大量生产, 复合型非球面透镜由于可成为基板的玻璃材料的种类多, 因此设计的自由度高。特别是, 在使用高折射率材料的非球面透镜中, 不易模制形成, 因此优选复合型非球面透镜。另外, 在单非球面的情况下, 能够最大限度地利用复合型非球面透镜的优点。

[0201] 另外, 在这些上述的单焦点光学系统 1 中, 在使用塑料透镜的情况下, 优选为在塑料 (树脂材料) 中分散有最大长度为 30 纳米以下的粒子的原材料而成形的透镜。

[0202] 通常, 当在透明的树脂材料中混合微粒子时, 光就进行散射, 透射率下降, 因此难以用作光学材料, 但通过使微粒子的尺寸比透射光束的波长小, 光实质上不散射。而且, 树脂材料的折射率会随着温度上升而下降, 但无机粒子的折射率反而随着温度上升而上升。因此, 通过利用这种温度依赖性而以相互抵消的方式发挥作用, 能够使其相对于温度变化几乎不产生折射率变化。更具体而言, 通过在成为母材的树脂材料中分散以最大长度计 30 纳米以下的无机微粒子, 来成为降低了折射率的温度依赖性的树脂材料。例如, 在丙烯酸树脂中分散氧化铌 (Nb_2O_5) 的微粒子。在这些上述的单焦点光学系统 1 中, 通过折射力比较大的正透镜 (例如, 在图 1 所示的例子中, 第一透镜组 11 的正透镜 111 及第二透镜组 12 的正弯月透镜 121) 或所有的透镜 (在图 1 所示的例子中同, 各透镜 111、112、121、131、132) 使用分散有这种无机粒子的塑料材料, 能够较小地抑制摄像透镜整个系统的温度变化时的像点位置变动。

[0203] 分散有这种无机微粒子的塑料材料制透镜优选如下所述进行成形。

[0204] 当对折射率的温度变化进行说明时, 折射率的温度变化 $n(T)$ 通过基于洛仑兹变换公式而用温度 T 对折射率 n 进行微分, 用式 (Fa) 来表示。

[0205]

$$n(T) = \left((n^2 + 2) \times (n^2 - 1) \right) / 6n \times \left(-3\alpha + (1/[R]) \times (\partial[R] / \partial T) \right) \dots (Fa)$$

[0206] 其中, α 为线性膨胀系数, $[R]$ 为分子折射。

[0207] 在树脂材料的情况下, 通常, 式 (Fa) 中的第二项对折射率的温度依赖性的作用比第一项小, 可大致忽略不计。例如, 在 PMMA 树脂的情况下, 线性膨胀系数 α 为 7×10^{-5} , 代入式 (Fa) 时, 成为

$$n(T) = -12 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})$$

[0209] 与实测值大致一致。

[0210] 具体而言, 目前, 优选将 $-12 \times 10^{-5} [/^{\circ}\text{C}]$ 程度的折射率的温度变化 $n(T)$ 抑制到绝对值不足 $8 \times 10^{-5} [/^{\circ}\text{C}]$ 。进一步优选为绝对值不足 $6 \times 10^{-5} [/^{\circ}\text{C}]$ 。

[0211] 因而, 作为这种树脂材料, 优选聚烯烃系的树脂材料及聚碳酸酯系的树脂材料及聚酯系的树脂材料。在聚烯烃系的树脂材料中, 折射率的温度变化 $n(T)$ 为约 $-11 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})$, 在聚碳酸酯系的树脂材料中, 折射率的温度变化 $n(T)$ 为约 $-14 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})$, 而且, 在聚酯系的树脂材料中, 折射率的温度变化 $n(T)$ 为约 $-13 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})$ 。

[0212] < 组装有单焦点光学系统的数字设备的说明 >

[0213] 接着, 对组装有上述的单焦点光学系统 1 的数字设备进行说明。

[0214] 图 3 是表示实施方式的数字设备的构成的方框图。数字设备 3 为具备摄像功能而由摄像部 30、图像生成部 31、图像数据缓冲器 32、图像处理部 33、驱动部 34、控制部 35、存储部 36 及 I/F 部 37 构成。作为数字设备 3, 可举出例如数码照相机、摄像机、监视照相机 (监视照相机)、便携式电话及便携信息终端 (PDA) 等便携终端、个人电脑及移动电脑, 可以包含它们的周边设备 (例如, 鼠标、扫描仪及打印机等)。特别是, 本实施方式的单焦点光学系统 1 在搭载于便携式电话及便携信息终端 (PDA) 等便携终端方面, 被充分地紧凑化, 优选搭载于该便携终端。

[0215] 摄像部 30 由摄像装置 21 和摄像元件 16 构成。摄像装置 21 由作为摄像透镜发挥功能的如图 1 所示的单焦点光学系统 1、用于沿光轴方向驱动第二透镜组 12 进行调焦的未图示的透镜驱动装置等构成。来自被摄体的光线通过单焦点光学系统 1 在摄像元件 16 的受光面上成像, 成为被摄体的光学像。

[0216] 如上所述, 摄像元件 16 将由单焦点光学系统 1 成像的被摄体的光学像转换为 R、G、B 色成分的电信号 (图像信号), 作为 R、G、B 各色的图像信号而输出到图像生成部 31。摄像元件 16 由控制部 35 来控制静画或动画中的任一方的摄像、或摄像元件 16 的各像素的输出信号的读出 (水平同步、垂直同步、转送) 等摄像动作。

[0217] 图像生成部 31 对来自摄像元件 16 的模拟输出信号进行放大处理、数字转换处理等, 并且对图像整体进行适当的黑水平的确定、 γ 校正、白平衡调节 (WB 调节)、轮廓校正及色彩不均校正等众所周知的图像处理, 从图像信号生成图像数据。图像生成部 31 生成的图像数据输出到图像数据缓冲器 32。

[0218] 图像数据缓冲器 32 是暂时存储图像数据, 并且作为用于由图像处理部 33 对该图像数据进行后述的处理的作业区域来使用的存储器, 例如, 由易失性的存储元件即

RAM(Random Access Memory 随机存取存储器)等构成。

[0219] 图像处理部 33 是对图像数据缓冲器 32 的图像数据进行分辨率转换等规定的图像处理的电路。

[0220] 另外,根据需要,图像处理部 33 也可以构成为进行公知的畸变校正处理等对单焦点光学系统 1 未校正完的像差进行校正,所述公知的畸变校正是对形成于摄像元件 16 的受光面上的被摄体的光学像的畸变进行校正。畸变校正将因像差而畸变的图像校正为与肉眼看到的光景同样的相似形的大致不畸变的自然的图像。通过这样构成,即使由单焦点光学系统 1 导入摄像元件 16 的被摄体的光学像发生了畸变,也能够生成大致不畸变的自然的图像。另外,在用信息处理进行的图像处理来校正这种畸变的构成中,特别是,仅考虑畸变以外的诸像差即可,因此单焦点光学系统 1 的设计自由度增大,更容易进行设计。另外,在用信息处理进行的图像处理来校正这种畸变的构成中,特别是,由于接近像面的透镜的像差负担被减轻,因此能够容易进行出瞳位置的控制,能够将透镜形状制成加工性良好的形状。

[0221] 另外,根据需要,图像处理部 33 也可以包含公知的周边照度下降校正处理,所述公知的周边照度下降校正处理是对形成于摄像元件 16 的受光面上的被摄体的光学像的周边照度下降进行校正。周边照度下降校正(发暗校正)通过预存储有用于进行周边照度下降校正的校正数据,且对摄影后的图像(像素)进行乘以校正数据的乘法运算来执行。周边照度下降主要因摄像元件 16 的灵敏度的入射角依赖性、口径渐晕及余弦四次方定律等而产生,因此上述校正数据设定为对这些要因产生的照度下降进行校正那样的规定值。通过这样构成,即使由单焦点光学系统 1 导入摄像元件 16 的被摄体的光学像产生了周边照度下降,也能够生成到周边都具有充分照度的图像。

[0222] 另外,根据需要,图像处理部 33 也可以包含通过信息处理来扩大焦深的公知的焦深校正处理。例如,这种图像处理部 33 进行滤除规定的空间频带成分的空间频率滤波处理,例如,二维数字滤波器。在单焦点光学系统 1 在光轴方向上具有色差的情况下,在光轴方向的上述色差引起并因波长而互不相同的位置聚焦。因此,由摄像元件 16 得到的图像成为对物体面进行互不相同的深度的多个像的加法而成的加法图像,包含对焦后的位置的聚焦像和其位置前后的散焦像。因此,该合成图像在空间频率的中间区域进行恶化,图像处理部 33 通过上述空间频率滤波处理来恢复该恶化。例如,在上述空间频率的中间区域以外的频带,减弱边缘强化,并且在上述空间频率的中间区域,增强边缘强化。由此从上述加法图像得到扩大了焦深的图像(例如,参照(日本)特开 2007-047228 号公报及(日本)特开 2009-134024 号公报及(日本)特开 2003-235794 号公报等)。在进行这种焦深校正处理的构成中,通过扩大焦深,可允许零件存在偏差,因此能够提高生产性。另外,在使用上述透镜驱动装置等驱动装置的情况下,能够吸收驱动装置的位置误差及偏心误差。

[0223] 驱动部 34 通过基于从控制部 35 输出的控制信号使未图示的上述透镜驱动装置动作,来驱动单焦点光学系统 1 的第二透镜组 12,以使其进行所希望的调焦。

[0224] 控制部 35 由例如微处理器及其周边电路等构成,按照其功能对摄像部 30、图像生成部 31、图像数据缓冲器 32、图像处理部 33、驱动部 34、存储部 36 及 I/F 部 37 等各部的动作进行控制。即,由该控制部 35 来控制摄像装置 21,以使其执行被摄体的静画摄影及动画摄影中的至少一方的摄影。

[0225] 存储部 36 是对由被摄体的静画摄影或动画摄影生成的图像数据进行存储的存储

电路,例如,非易失性的存储元件即 ROM(Read Only Memory 只读存储器)及可重写的非易失性存储元件即 EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory 电可擦除只读存储器)及 RAM 等构成。即,存储部 36 具有作为静画用及动画用的存储器的功能。

[0226] I/F 部 37 是与外部设备进行收发图像数据的接口,例如,基于 USB 及 IEEE1394 等规格的接口。

[0227] 接着,对这种构成的数字设备 3 的摄像动作进行说明。

[0228] 在拍摄静画的情况下,控制部 35 控制摄像装置 21,以使其进行静画摄影,并且通过经由驱动部 34 使摄像装置 21 的未图示的上述透镜驱动装置动作而使第二透镜组 12 移动,进行调焦。由此,在摄像元件 16 的受光面上周期性地重复形成对焦后的光学像,在转换为 R、G、B 色成分的图像信号以后,输出到图像生成部 31。其图像信号暂时存储于图像数据缓冲器 32,由图像处理部 33 进行图像处理,然后将基于其图像信号的图像显示于显示器(未图示)。而且,摄影者通过参照上述显示器,能够调节主被摄体,以使其收纳在其画面中的所希望的位置。在该状态下,通过按压所谓的快门按钮(未图示),在作为静画用存储器的存储部 36 存储图像数据,得到静止图像。

[0229] 另外,在进行动画摄影的情况下,控制部 35 控制摄像装置 21,以使其进行动画摄影。然后,与静画摄影的情况同样,摄影者通过参照上述显示器(未图示),能够调节被摄体,以使其将通过摄像装置 21 而得到的被摄体的像收纳在其画面中的所希望的位置。通过按压上述快门按钮(未图示),开始进行动画摄影。而且,在动画摄影时,控制部 35 控制摄像装置 21,以使摄像装置 21 进行动画摄影,并且经由驱动部 34 使摄像装置 21 的未图示的上述透镜驱动装置动作,进行调焦。由此,在摄像元件 16 的受光面上周期性地重复形成对焦后的光学像,在转换为 R、G、B 色成分的图像信号以后,输出到图像生成部 31。其图像信号暂时存储于图像数据缓冲器 32,由图像处理部 33 进行图像处理,然后将基于其图像信号的图像显示于显示器(未图示)。然后,通过再一次按压上述快门按钮(未图示),动画摄影结束。摄影而成的动图像导入作为动画用存储器的存储部 36 而存储。

[0230] 这种构成的摄像装置 21 及数字设备 3 具备单焦点光学系统 1,所述单焦点光学系统 1,与现有的光学系统相比,既能够实现小型化及高性能化,也不会给其他规格(例如,F 数及邻接距离等规格)及生产性带来影响,且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着;提供使用这种单焦点光学系统 1 的摄像装置 21 及数字设备 3。特别是,由于单焦点光学系统 1 实现了小型化及高性能化,因此能够采用实现小型化(紧凑化)且高像素的摄像元件 16。特别是,单焦点光学系统 1 由于可应用于小型且高像素的摄像元件,因此优选应用于推进高像素化及高功能化的便携终端。作为其一例,下面,对便携式电话上搭载有摄像装置 21 的情况进行说明。

[0231] 图 4 是表示数字设备之一实施方式的带照相机的便携式电话的外观构成图。图 4(A) 表示便携式电话的操作面,图 4(B) 表示操作面的反面即背面。

[0232] 在图 4 中,在便携式电话 5 上,在上部装设有天线 51,如图 4(A) 所示,在其操作面上装设有长方形的显示器 52、进行图像摄影模式的起动及静画摄影和动画摄影的切换的图像摄影按钮 53、快门按钮 55 及拨号盘按钮 56。

[0233] 而且,在该便携式电话 5 内安装有利用便携式电话网的实现电话功能的电路,并且内置有上述的摄像部 30、图像生成部 31、图像数据缓冲器 32、图像处理部 33、驱动部 34、

控制部 35 及存储部 36, 摄像部 30 的摄像装置 21 面向背面。

[0234] 当操作图像摄影按钮 53 时, 代表其操作内容的控制信号输出到控制部 35, 控制部 35 执行静画摄影模式的起动、执行及动画摄影模式的起动、执行等的与其操作内容相应的动作。而且, 当操作快门按钮 55 时, 代表其操作内容的控制信号输出到控制部 35, 控制部 35 执行静画摄影及动画摄影等的与其操作内容相应的动作。

[0235] 在此, 在这些上述的摄像装置 21 中, 在设摄像元件 16 的像素尺寸 (μm) 为 PX, 且设第三透镜组 13 的最靠物方的面的轴上光束半径 (mm) 为 h3 的情况下, 优选满足下述 (14) 的条件式, $1 < \text{PX}/\text{h3} < 5 \dots (14)$ 。

[0236] 这种构成的摄像装置 21 通过满足条件式 (14), 在使用高像素的摄像元件 16 及窄像素间距的摄像元件 16 的情况下, 也能够大幅度地缓和附着于透镜面上的灰尘映入图像的尺寸, 也能够防止灰尘造成的生产性下降。

[0237] 另外, 为了进一步增强上述各点的效果, 上述条件式 (14) 更优选为下述条件式 (14')。

[0238] $2 < \text{PX}/\text{h3} < 5 \dots (14')$

[0239] 另外, 在这些上述的摄像装置 21 中, 优选具有将第三透镜组 13 和摄像元件 16 的摄像面之间密闭的构造体 17。例如, 如图 3 的虚线所示, 这种构造体 17 是单焦点光学系统 1 的镜筒以包裹的方式配设于一端部, 并且搭载有摄像元件 16 的基体 16a 配置于另一端部的由规定的材料构成的圆筒体等。另外, 例如, 由于本实施方式的单焦点光学系统 1 的第三透镜组 13 被固定, 因此这种构造体 17 也可以与单焦点光学系统 1 的镜筒构成为一体 (也可以是单焦点光学系统 1 的镜筒的一部分)。这种构成的摄像装置 21 通过具有上述的构造体 17, 能够防止向光束非常细的摄像面附近的灰尘附着, 能够防止生产性下降。

[0240] < 单焦点光学系统的更具体的实施方式的说明 >

[0241] 下面, 参照附图对如图 1 所示的单焦点光学系统 1 即搭载于如图 3 所示的数字设备 3 的摄像装置 21 具备的单焦点光学系统 1 的具体构成进行说明。

[0242] 实施例

[0243] (实施例 1)

[0244] 图 5 是表示实施例 1 的单焦点光学系统的透镜组排列的剖面图。图 22 是实施例 1 的单焦点光学系统的像差图。图 22 表示无穷远的情况。后述的实施例 2 ~ 实施例 17 也同样 (图 6 ~ 图 21 及图 23 ~ 图 38)。

[0245] 如图 5 所示, 实施例 1 的单焦点光学系统 1A 从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3), 在调焦 (对焦) 时, 第一透镜组 (Gr1) 相对于规定的摄像面而固定, 第二透镜组 (Gr2) 沿光轴 AX 方向移动, 第三透镜组 (Gr3) 相对于上述规定的摄像面而固定。

[0246] 在采用这种内焦点方式的光学系统中, 由于具有进行焦点调节且沿光轴方向移动的机构, 因此机构零件增加, 透镜的中心位置易产生沿与光轴垂直的方向偏离的偏心。即, 存在易受在制造时发生的偏心造成的不良影响 (例如, 单边模糊) 这种问题。因此, 在光学系统的装配时, 为了校正偏心, 优选进行调心 (光学调节)。

[0247] 更详细而言, 实施例 1 的单焦点光学系统 1A 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3), 如下所述。

[0248] 第一透镜组 (Gr1) 由双凸的正透镜 (第一透镜 L1) 和凸向物方的负弯月透镜 (第

二透镜 L2) 构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 的物方。这样, 通过将光圈 ST 配置于最靠物方, 能够远离出瞳, 在使入射到像面的光线角度接近远心这一点上有利。光圈 ST 在后述的实施例 2 至实施例 17 的情况下也同样, 可以是孔径光阑及机械快门及可变光阑。

[0249] 第二透镜组 (Gr2) 由凸向像方的正弯月透镜 (第三透镜 L3) 构成。

[0250] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向像方的正弯月透镜 (第四透镜 L4) 和双凹的负透镜 (第五透镜 L5) 构成。而且, 第五透镜 L5 包含至少一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者, 第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0251] 这些第一至第三透镜组 Gr1 ~ Gr3 的各透镜 L1 ~ L5 的双面都为非球面且树脂材料制的透镜。

[0252] 而且, 在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 而配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 为各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0253] 在光学设计中, 要考虑到即使仅第二透镜组移动, 场曲的变动也小。随之, 易进行宏观 (マクロ) 摄影区域的像差校正, 能够提高用于确保宏观摄影性能的自由度。

[0254] 在图 5 中, 表示的是, 附带于各透镜面的号数 r_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 是从物方数时的第 i 号的透镜面 (其中, 透镜的胶合面作为一个面来数), r_i 附带有 “*” 标记的面为非球面。另外, 光圈 ST、平行平板 FT 的两面及摄像元件 SR 的受光面也作为一个面来处理。这种处理及符号的意义关于后述的实施例 2 ~ 实施例 17 也同样 (图 6 至图 21)。其中, 不是全都相同的意思, 而是如下意思, 例如, 在各实施例 1 ~ 17 的各图 6 ~ 图 21 中, 配置于最靠物方的透镜面附带有相同的符号 (r_1), 但它们的曲率等不是各实施例 1 ~ 17 都相同。

[0255] 在这种构成下, 从物方入射的光线沿着光轴 AX, 经由光圈 ST, 依次穿过第一透镜组 (Gr1)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT, 在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后, 在摄像元件 SR 中, 光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等, 作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器, 或者, 经由接口, 通过有线或无线的通信, 传输到其他数字设备。

[0256] 下面表示的是实施例 1 的单焦点光学系统 1A 的各透镜的结构数据。

[0257] 数值实施例 1

[0258]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光阑)	∞	-0.198		
2 *	2.233	0.719	1.54470	56.15
3 *	-10.845	0.057		
4 *	8.923	0.309	1.63200	23.41
5 *	2.541	1.153		
6 *	-8.649	0.989	1.54470	56.15
7 *	-2.164	0.434		
8 *	-1.236	0.717	1.54470	56.15
9 *	-1.208	0.365		
10 *	-13.767	0.741	1.54470	56.15
11 *	2.216	0.545		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.539		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K=2.7712e-001$, $A4=1.0727e-003$, $A6=-9.7461e-004$

$A8=4.9097e-003$, $A10=-3.5422e-003$, $A12=1.7884e-005$

$A14=9.0659e-004$

第三面

$K=3.0000e+001$, $A4=2.8807e-002$, $A6=4.4642e-003$

$A8=-2.4924e-002$, $A10=3.6660e-002$, $A12=-2.7454e-002$

$A14=9.1980e-003$

第四面

[0259]

$K=9.1369e+000$, $A4=3.1674e-002$, $A6=4.1982e-002$

$A8=-5.9335e-002$, $A10=5.9406e-002$, $A12=-3.2711e-002$

$A14=7.6099e-003$

第五面

$K=-3.4710e+000$, $A4=-2.0407e-002$, $A6=2.8638e-002$

$A8=1.7930e-003$, $A10=-2.9256e-002$, $A12=3.9051e-002$

$A14=-2.1808e-002$, $A16=4.4472e-003$

第六面

$K=-3.0000e+001$, $A4=-2.9093e-002$, $A6=-2.0359e-002$

$A8=2.0323e-002$, $A10=-1.7842e-002$, $A12=6.3347e-003$

$A14=-7.7790e-004$

第七面

$K=-2.1956e+000$, $A4=-2.6890e-002$, $A6=3.6781e-003$

$A8=-1.2738e-002$, $A10=8.5083e-003$, $A12=-3.1449e-003$

$A14=4.4186e-004$

第八面

$K=-2.2049e+000$, $A4=-1.9560e-002$, $A6=1.0650e-002$

$A8=-4.7651e-004$, $A10=-9.6018e-004$, $A12=1.6999e-004$

$A14=-7.3347e-006$

第九面

$K=-3.1011e+000$, $A4=-3.9066e-002$, $A6=2.1035e-002$

$A8=-3.2228e-003$, $A10=1.9546e-004$, $A12=-6.9519e-006$

$A14=1.4390e-006$

第十面

$K=1.0018e+001$, $A4=-3.2152e-002$, $A6=2.7496e-003$

$A8=3.7554e-004$, $A10=-8.9298e-005$, $A12=1.2850e-005$

$A14=-7.8443e-007$

第十一面

$K=-1.3055e+001$, $A4=-2.0428e-002$, $A6=3.3677e-003$

$A8=-7.8814e-004$, $A10=1.1238e-004$, $A12=-9.0963e-006$

$A14=3.1728e-007$

[0260]

各种数据

焦距	5.676
F 数	2.800
视场角	31.835
像高	3.658
透镜全长	6.568
BF	1.282

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.467
2	4	5	- 5.729
3	6	7	5.030
4	8	9	9.739
5	10	11	- 3.448

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0261] 另外,在伸出时,使第三透镜 L3 向物方移动,从物距无穷远到物距 10cm 时的伸出量为 0.221mm。在下面的实施例中也是如此,只要没有特别记载,就同样地进行定义。

[0262] 在上述的面数据中,面号数对应图 5 所示的各透镜面带有的符号 r_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 的号数 i 。号数 i 带有 * 的面表示非球面(非球面形状的折射光学面或具有与非球面等效的折射作用的面)。

[0263] 另外,“ r ”表示各面的曲率半径(单位为 mm),“ d ”表示无穷远对焦状态下的光轴上的各透镜面的间隔(轴向面间隔),“ nd ”表示各透镜的相对于 d 线(波长 587.56nm)的折射率,“ vd ”表示阿贝数。另外,光圈 ST、平行平板 FT 的两面、摄像元件 SR 的受光面等各面都是平面,因此它们的曲率半径为 ∞ (无穷大)。

[0264] 上述的非球面数据表示设为非球面的面(在面数据中,号数 i 带有 * 的面)的二次曲面参数(圆锥系数 K)和非球面系数 A_i ($i = 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16$) 的值。另外,光学面的非球面形状使用以面顶点为原点、以从物体朝向摄像元件的方向为 z 轴的正方向的本地的直角坐标系(x, y, z),通过下式进行定义。

[0265]
$$z(h) = ch^2/[1 + \sqrt{1 - (1+K)c^2h^2}] + \sum A_i \cdot h^i$$

[0266] 其中, $z(h)$: 高度 h 的位置的 z 轴方向的位移量(面顶点基准)

[0267] h:相对于z轴的垂直方向的高度($h^2 = x^2 + y^2$)

[0268] c:近轴曲率(=1/曲率半径)

[0269] A_i :i次的非球面系数

[0270] K:二次曲面参数(圆锥系数)

[0271] 而且,在上述非球面数据中,“en”是指“10的n次方”。例如,“e+001”是指“10的+1次方”,“e-003”是指“10的-3次方”。

[0272] 图22表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例1的单焦点光学系统1A的各像差。在图22中,从左到右依次分别表示球差(正弦条件)(LONGITUDINAL SPHERICAL ABERRATION 纵向球差)、像散(ASTIGMATISM FIELD CURVER)及畸变(DISTORTION)。球差的横轴以mm为单位表示焦点位置的偏移量,其纵轴用以最大入射高度进行了标准化的值来表示。像散的横轴以mm为单位表示焦点位置的偏移量,其纵轴以mm为单位表示像高。畸变的横轴用相对于理想像高的比例(%)来表示实际像高,纵轴以mm为单位表示其像高。另外,在像散的图中,虚线表示切向(子午)面,实线表示弧矢(径向)面的结果。

[0273] 在球差的图中,实线表示d线(波长587.56nm)的光线像差,虚线(---)表示g线(波长435.84nm)的光线像差,点划线(- · - · -)表示C线(波长656.28nm)的光线像差。像散及畸变的图是使用上述d线(波长587.56nm)时的结果。

[0274] 如上所述的处理在以下所示的实施例2~17的表示结构数据、各像差的图23~图38中也同样。

[0275] (实施例2)

[0276] 图6是表示实施例2的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图23是实施例2的单焦点光学系统的像差图。

[0277] 如图6所示,实施例2的单焦点光学系统1B从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴AX方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0278] 更详细而言,实施例2的单焦点光学系统1B构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0279] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜L2)构成。光圈ST配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜L1的物方。

[0280] 第二透镜组(Gr2)由凸向像方的正弯月透镜(第三透镜L3)构成。

[0281] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜L4)和凸向物方的负弯月透镜(第五透镜L5)构成。而且,第五透镜L5至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜L5是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0282] 这些第一至第三透镜组Gr1~Gr3的各透镜L1~L5都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0283] 而且,在第三透镜组Gr3的像方经由作为滤光器的平行平板FT配置有摄像元件SR的受光面。平行平板FT是各种光学滤光器及摄像元件SR的玻璃盖板等。

[0284] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴AX,经由光圈ST,依次穿过第一透镜组(Gr1)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板FT,在摄像元件SR的受光面上

形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要进行实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0285] 下面表示的是实施例 2 的单焦点光学系统 1B 的各透镜的结构数据。

[0286] 数值实施例 2

单位 mm

面数据

[0287] 面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	2.746	0.566	1.54470	56.15
3 *	-4.101	0.107		
4 *	3.103	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.470	0.521		
6 *	-6748.984	0.864	1.54470	56.15
7 *	-2.223	0.400		
8 *	-1.645	0.443	1.54470	56.15
9 *	-0.920	0.156		
10 *	8.360	0.411	1.54470	56.15
11 *	0.846	0.515		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.317		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K = -2.1117e + 000$, $A4 = -1.8191e - 002$, $A6 = -5.4308e - 002$

$A8 = 3.4677e - 002$, $A10 = -7.3865e - 002$, $A12 = 2.4202e - 002$

$A14 = 5.6543e - 003$

第三面

$K = 1.5396e + 001$, $A4 = -1.9406e - 002$, $A6 = 2.3212e - 002$

$A8 = -6.0179e - 002$, $A10 = 1.4252e - 001$, $A12 = -1.9915e - 001$

$A14 = 1.1852e - 001$

第四面

$K = -1.5200e + 001$, $A4 = -8.8510e - 002$, $A6 = 7.8604e - 002$

$A8 = -1.7892e - 002$, $A10 = 8.7562e - 003$, $A12 = -2.3182e - 003$

$A14 = -1.8490e - 003$

第五面

$K = -4.1860e + 000$, $A4 = -1.9576e - 002$, $A6 = 4.2524e - 002$

$A8 = -2.0641e - 002$, $A10 = 2.2937e - 002$, $A12 = -1.5231e - 002$

$A14 = 2.9694e - 003$

第六面

[0288]

$K=3.0000e+001$, $A4=-6.9152e-003$, $A6=-3.1152e-003$
 $A8=1.3145e-003$, $A10=-2.1262e-003$, $A12=2.0959e-003$
 $A14=-3.7192e-004$

第七面

$K=-2.8868e+000$, $A4=-2.5831e-002$, $A6=-1.1871e-002$
 $A8=3.4459e-003$, $A10=-2.0246e-003$, $A12=-2.9501e-004$
 $A14=4.6201e-004$

第八面

$K=-7.3834e+000$, $A4=-3.4679e-002$, $A6=2.7118e-002$
 $A8=-1.3450e-002$, $A10=-4.6523e-003$, $A12=3.1923e-003$
 $A14=-5.9057e-004$

第九面

$K=-4.8827e+000$, $A4=-1.1909e-002$, $A6=2.7798e-002$
 $A8=-1.0126e-002$, $A10=1.5346e-003$, $A12=9.8706e-005$
 $A14=-4.0028e-005$

第十面

$K=-3.0711e+001$, $A4=-1.3353e-001$, $A6=3.1976e-002$
 $A8=4.5637e-004$, $A10=-8.1940e-004$, $A12=6.9868e-005$
 $A14=-3.5054e-007$

第十一面

$K=-5.9970e+000$, $A4=-7.0594e-002$, $A6=2.1525e-002$
 $A8=-4.8949e-003$, $A10=5.1455e-004$, $A12=-2.0944e-005$
 $A14=4.0703e-007$

各种数据

焦距	3.750
F 数	2.800
视场角	37.846
像高	2.960
透镜全长	4.808
BF	1.040

透镜数据

	透镜	始面	终面	焦距
	1	2	3	3.110
	2	4	5	-4.757
	3	6	7	4.083
	4	8	9	3.154
[0289]	5	10	11	-1.762

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0290] 另外,伸出量为 0.124mm。

[0291] 图 23 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 2 的单焦点光学系统 1B 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0292] (实施例 3)

[0293] 图 7 是表示实施例 3 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 24 是实施例 3 的单焦点光学系统的像差图。

[0294] 如图 7 所示,实施例 3 的单焦点光学系统 1C 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0295] 更详细而言,实施例 3 的单焦点光学系统 1C 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0296] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)、光圈 ST 和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。这样,通过将光圈 ST 配置于第一及第二透镜 L1、L2 之间,在确保周边光量这一点上有利。

[0297] 第二透镜组(Gr2)由凸向像方的正弯月透镜(第三透镜 L3)构成。

[0298] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和双凹的负透镜(第五透镜 L5)构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0299] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0300] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0301] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,依次穿过第一透镜组(Gr1)(包含光圈 ST)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上

形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要进行实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0302] 下面表示的是实施例 3 的单焦点光学系统 1C 的各透镜的结构数据。

[0303] 数值实施例 3

[0304]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 *	1.748	0.745	1.54470	56.15
2 *	- 19.560	0.021		
3 (光圈)	∞	0.060		
4 *	8.299	0.300	1.63200	23.41
5 *	2.338	0.526		
6 *	- 6.980	0.842	1.54470	56.15
7 *	- 1.881	0.316		
8 *	- 1.649	0.556	1.54470	56.15
9 *	- 1.137	0.445		
10 *	- 1.497	0.400	1.54470	56.15
11 *	5.410	0.300		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.289		

[0305]

像面 ∞

非球面数据

第一面

$K=1.5766e-001$, $A4=-1.4963e-003$, $A6=4.8359e-003$
 $A8=-1.3113e-002$, $A10=-4.3792e-003$, $A12=3.1241e-002$
 $A14=-2.5907e-002$

第二面

$K=-2.5456e+001$, $A4=4.3701e-002$, $A6=-6.4451e-002$
 $A8=2.3148e-002$, $A10=2.3833e-002$, $A12=-1.5489e-001$
 $A14=9.9605e-002$

第四面

$K=1.2894e+001$, $A4=3.1310e-003$, $A6=8.6051e-003$
 $A8=-1.9821e-001$, $A10=2.9891e-001$, $A12=-2.1295e-001$
 $A14=-2.0786e-002$

第五面

$K=-3.3700e+000$, $A4=2.6003e-002$, $A6=6.1884e-002$
 $A8=-1.6311e-001$, $A10=2.2170e-001$, $A12=-1.1659e-001$
 $A14=-6.3095e-003$

第六面

$K=8.2099e-001$, $A4=-4.1380e-002$, $A6=-4.5417e-002$
 $A8=2.5176e-002$, $A10=3.5102e-002$, $A12=-8.0497e-002$
 $A14=4.4465e-002$

第七面

$K=1.9392e-001$, $A4=-2.8552e-003$, $A6=-2.4011e-002$
 $A8=1.1594e-002$, $A10=-5.7039e-003$, $A12=-6.2721e-003$
 $A14=4.4606e-003$

第八面

$K=3.4240e-001$, $A4=-4.3883e-002$, $A6=6.1029e-002$
 $A8=-5.7459e-003$, $A10=-3.7261e-003$, $A12=-1.0637e-003$
 $A14=2.3848e-003$

第九面

[0306]

$K = -1.6292e + 000$, $A4 = -6.8873e - 002$, $A6 = 4.2844e - 002$
 $A8 = -4.1365e - 003$, $A10 = 2.0662e - 003$, $A12 = -4.1222e - 004$
 $A14 = -6.7005e - 005$

第十面

$K = -1.6831e + 000$, $A4 = -5.0598e - 002$, $A6 = 2.9098e - 002$
 $A8 = -1.5805e - 003$, $A10 = -1.0577e - 003$, $A12 = 2.2674e - 004$
 $A14 = -1.4088e - 005$

第十一面

$K = 3.7594e + 000$, $A4 = -7.7861e - 002$, $A6 = 1.6464e - 002$
 $A8 = -3.0191e - 003$, $A10 = 4.2424e - 004$, $A12 = -4.8571e - 005$
 $A14 = 2.2523e - 006$

各种数据

焦距	4.172
F 数	2.806
视场角	34.445
像高	2.872
透镜全长	5.007
BF	0.796

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	1	2	2.983
2	4	5	- 5.252
3	6	7	4.466
4	8	9	4.859
5	10	11	- 2.110

透镜组数据

组	始面	终面
1	1	5
2	6	7
3	8	11

[0307] 另外,伸出量为 0.159mm。

[0308] 图 24 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 3 的单焦点光学系

统 1C 的球差（正弦条件）、像散及畸变。

[0309] （实施例 4）

[0310] 图 8 是表示实施例 4 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 25 是实施例 4 的单焦点光学系统的像差图。

[0311] 如图 8 所示,实施例 4 的单焦点光学系统 1D 从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3),在调焦（对焦）时,第一透镜组 (Gr1) 相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组 (Gr2) 沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组 (Gr3) 相对于上述规定的摄像面而固定。

[0312] 更详细而言,实施例 4 的单焦点光学系统 1D 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0313] 第一透镜组 (Gr1) 由双凸的正透镜（第一透镜 L1）和凸向物方的负弯月透镜（第二透镜 L2）构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 的物方。

[0314] 第二透镜组 (Gr2) 由凸向像方的正弯月透镜（第三透镜 L3）构成。

[0315] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向像方的正弯月透镜（第四透镜 L4）和双凹的负透镜（第五透镜 L5）构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0316] 这些第一～第三透镜组 Gr1～Gr3 的各透镜 L1～L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0317] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0318] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组 (Gr1)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0319] 下面表示的是实施例 4 的单焦点光学系统 1D 的各透镜的结构数据。

[0320] 数值实施例 4

[0321]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	2.203	0.550	1.54470	56.15
3 *	- 6.447	0.050		
4 *	3.388	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.497	0.649		
6 *	- 231.634	0.728	1.54470	56.15
7 *	- 2.374	0.469		
8 *	- 3.121	0.483	1.54470	56.15
9 *	- 1.167	0.229		
10 *	- 4.421	0.400	1.54470	56.15
11 *	1.266	0.519		
12	∞	0.145	1.51633	64.14
13	∞	0.305		
像面	∞			

非球面数据

第二面

K=6.9639e - 002, A4=8.2743e - 004, A6=- 1.9487e - 002

A8=2.3559e - 002, A10=- 4.9826e - 003, A12=2.4339e - 003

A14=- 8.3051e - 003

第三面

K=2.2537e + 001, A4=2.6900e - 002, A6=8.7462e - 003

A8=1.3710e - 002, A10=1.9079e - 002, A12=- 1.4961e - 002

A14=3.0707e - 003

第四面

K=- 1.6249e + 001, A4=- 8.6680e - 002, A6=8.5639e - 002

A8=- 3.0127e - 002, A10=8.3691e - 003, A12=1.1855e - 002

[0322]

$A14 = -4.9716e - 003$

第五面

$K = -4.9556e + 000$, $A4 = -4.1426e - 003$, $A6 = 3.2237e - 002$

$A8 = -2.6730e - 002$, $A10 = 2.1868e - 002$, $A12 = -9.3368e - 003$

$A14 = 3.5305e - 003$

第六面

$K = -3.0000e + 001$, $A4 = -7.0365e - 003$, $A6 = 1.8045e - 003$

$A8 = 1.5331e - 002$, $A10 = -2.4917e - 003$, $A12 = -1.3829e - 003$

$A14 = 4.6565e - 004$

第七面

$K = -2.0568e + 000$, $A4 = -2.5640e - 002$, $A6 = -4.7811e - 003$

$A8 = 4.1108e - 003$, $A10 = 4.3661e - 003$, $A12 = 1.0528e - 004$

$A14 = -1.7014e - 004$

第八面

$K = 2.6216e + 000$, $A4 = 2.0248e - 002$, $A6 = 1.5794e - 002$

$A8 = -5.4001e - 003$, $A10 = -4.2137e - 003$, $A12 = 3.3777e - 003$

$A14 = -8.5260e - 004$

第九面

$K = -4.8364e + 000$, $A4 = -1.6483e - 002$, $A6 = 3.7793e - 002$

$A8 = -1.1137e - 002$, $A10 = 4.8893e - 004$, $A12 = -7.5359e - 005$

$A14 = 4.5712e - 005$

第十面

$K = -4.3417e + 000$, $A4 = -6.8871e - 002$, $A6 = 2.2296e - 002$

$A8 = -6.0629e - 004$, $A10 = -7.4334e - 004$, $A12 = 1.5202e - 004$

$A14 = -9.9989e - 006$

第十一面

$K = -8.6535e + 000$, $A4 = -6.1579e - 002$, $A6 = 1.8370e - 002$

$A8 = -4.0568e - 003$, $A10 = 3.6250e - 004$, $A12 = -8.8422e - 006$

$A14 = 1.5622e - 007$

各种数据

焦距 3.781

F 数 2.880

视场角 37.482

像高 2.960

透镜全长 4.776

BF 0.920

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.083
[0323] 2	4	5	- 4.519
3	6	7	4.398
4	8	9	3.146
5	10	11	- 1.763

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0324] 另外,伸出量为 0.134mm。

[0325] 图 25 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 4 的单焦点光学系统 1D 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0326] (实施例 5)

[0327] 图 9 是表示实施例 5 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 26 是实施例 5 的单焦点光学系统的像差图。

[0328] 如图 9 所示,实施例 5 的单焦点光学系统 1E 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0329] 更详细而言,实施例 5 的单焦点光学系统 1E 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0330] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 的物方。

[0331] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0332] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和凸向物方的负弯月透镜(第五透镜 L5)构成。而且第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0333] 这些第一~第三透镜组 Gr1 ~ Gr3 的各透镜 L1 ~ L5 都是双面为非球面且树脂材

料制的透镜。

[0334] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0335] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组 (Gr1)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0336] 下面表示的是实施例 5 的单焦点光学系统 1E 的各透镜的结构数据。

[0337] 数值实施例 5

[0338]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.050		
2 *	7.940	0.800	1.54470	56.15
3 *	- 2.469	0.101		
4 *	3.895	0.426	1.63200	23.41
5 *	1.632	1.001		
6 *	26.607	1.175	1.54470	56.15
7 *	- 3.200	0.400		
8 *	- 1.734	0.486	1.54470	56.15

[0339]

9 *	- 1.029	0.100		
10 *	3.454	0.533	1.54470	56.15
11 *	0.917	0.600		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.702		

像面 ∞

非球面数据

第二面

$K = -3.0000e + 001$, $A4 = -2.5530e - 002$, $A6 = -1.0297e - 002$
 $A8 = -1.5329e - 002$, $A10 = 1.0320e - 002$, $A12 = -5.1000e - 004$
 $A14 = -2.0491e - 003$

第三面

$K = -2.2044e + 000$, $A4 = 4.0354e - 003$, $A6 = -3.7192e - 002$
 $A8 = 1.4675e - 002$, $A10 = 4.7227e - 004$, $A12 = -6.5765e - 003$
 $A14 = 3.1637e - 003$

第四面

$K = -1.0853e + 001$, $A4 = -3.2693e - 002$, $A6 = 2.5188e - 002$
 $A8 = -1.0304e - 002$, $A10 = 2.3617e - 003$, $A12 = 1.6228e - 003$
 $A14 = -6.7773e - 004$

第五面

$K = -4.5099e + 000$, $A4 = -7.9349e - 003$, $A6 = 1.6704e - 002$
 $A8 = -9.7214e - 003$, $A10 = 2.6187e - 003$, $A12 = 3.9605e - 004$
 $A14 = -1.9963e - 004$

第六面

$K = 9.0364e + 000$, $A4 = 6.8755e - 003$, $A6 = -1.0416e - 002$
 $A8 = 3.5310e - 003$, $A10 = 2.5200e - 004$, $A12 = -3.4061e - 004$
 $A14 = 4.7853e - 005$

第七面

$K = 5.9479e - 001$, $A4 = 1.2962e - 002$, $A6 = -4.0194e - 003$
 $A8 = -1.1527e - 004$, $A10 = 1.1669e - 004$, $A12 = 2.8478e - 005$
 $A14 = -4.9433e - 006$

[0340]

第八面

$K = -4.3179e - 001$, $A4 = 3.7096e - 002$, $A6 = 9.8140e - 004$

$A8 = 9.2866e - 004$, $A10 = -3.0222e - 005$, $A12 = -2.8923e - 005$

$A14 = 6.2055e - 006$

第九面

$K = -3.7450e + 000$, $A4 = -5.5748e - 002$, $A6 = 2.0347e - 002$

$A8 = -2.0951e - 003$, $A10 = 2.0454e - 004$, $A12 = -9.4418e - 006$

$A14 = -1.2837e - 00$

第十面

$K = -5.6635e + 000$, $A4 = -8.0954e - 002$, $A6 = 1.0365e - 002$

$A8 = -3.1383e - 006$, $A10 = -1.3946e - 004$, $A12 = 2.0848e - 005$

$A14 = -1.0865e - 006$

第十一面

$K = -4.3287e + 000$, $A4 = -3.9994e - 002$, $A6 = 6.6722e - 003$

$A8 = -9.1607e - 004$, $A10 = 8.5074e - 005$, $A12 = -4.6694e - 006$

$A14 = 1.0462e - 007$

各种数据

焦距 4.671

F 数 2.801

视场角 37.662

像高 3.658

透镜全长 6.573

BF 1.501

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.554
2	4	5	-4.796
3	6	7	5.319
4	8	9	3.741
5	10	11	-2.475

透镜组数据

	组	始面	终面
[0341]	1	2	5
	2	6	7
	3	8	11

[0342] 另外,伸出量为 0.224mm。

[0343] 图 26 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 5 的单焦点光学系统 1E 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0344] (实施例 6)

[0345] 图 10 是表示实施例 6 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 27 是实施例 6 的单焦点光学系统的像差图。

[0346] 如图 10 所示,实施例 6 的单焦点光学系统 1F 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0347] 更详细而言,实施例 6 的单焦点光学系统 1F 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0348] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)、光圈 ST 和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。

[0349] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0350] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和双凹的负透镜(第五透镜 L5)构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0351] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0352] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0353] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,依次穿过第一透镜组(Gr1)(包含光圈 ST)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要进行实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0354] 下面表示的是实施例 6 的单焦点光学系统 1F 的各透镜的结构数据。

[0355] 数值实施例 6

[0356]

单位 mm

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

∞

∞

1 *

2.236

0.647

1.54470

56.15

2 *

- 42.678

0.033

3 (光圈)

∞

0.060

4 *

2.357

0.300

1.63200

23.41

5 *

1.360

0.524

6 *

7.395

1.121

1.54470

56.15

7 *

- 1.941

0.357

8 *

- 1.344

0.527

1.58300

29.90

9 *

- 0.872

0.278

10 *

- 1.806

0.400

1.58300

29.90

11 *

2.033

0.400

12

∞

0.300

1.51633

64.14

13

∞

0.251

像面

∞

非球面数据

第一面

$K=4.8416e-001$, $A4=6.2022e-003$, $A6=1.2688e-002$

$A8=-2.0923e-002$, $A10=3.8887e-002$, $A12=-2.2333e-002$

$A14=8.0946e-003$

第二面

$K=3.0000e+001$, $A4=1.8148e-002$, $A6=4.5831e-002$

[0357]

$A8=2.1614e-002$, $A10=4.7850e-002$, $A12=-3.1321e-001$
 $A14=3.4145e-001$

第四面

$K=-7.9264e+000$, $A4=-7.7259e-002$, $A6=1.4459e-001$
 $A8=-2.1988e-001$, $A10=7.8239e-002$, $A12=5.3451e-001$
 $A14=-6.6564e-001$

第五面

$K=-4.2977e+000$, $A4=1.7240e-002$, $A6=5.2157e-003$
 $A8=-4.3614e-002$, $A10=1.2269e-001$, $A12=-1.3591e-001$
 $A14=5.2619e-002$

第六面

$K=-2.1871e+001$, $A4=-1.4041e-003$, $A6=3.9112e-003$
 $A8=3.2744e-003$, $A10=-6.5404e-003$, $A12=4.0016e-003$
 $A14=-6.3046e-004$

第七面

$K=-6.4925e-001$, $A4=2.1294e-002$, $A6=-3.0928e-002$
 $A8=1.2773e-002$, $A10=2.0293e-003$, $A12=-3.9101e-003$
 $A14=1.2154e-003$

第八面

$K=-3.8170e-001$, $A4=7.0768e-004$, $A6=5.1133e-002$
 $A8=2.1960e-003$, $A10=-3.6000e-003$, $A12=-1.3145e-004$
 $A14=2.9503e-004$

第九面

$K=-2.8083e+000$, $A4=-1.2292e-001$, $A6=7.5377e-002$
 $A8=-5.1493e-003$, $A10=-1.7963e-004$, $A12=-6.6572e-004$
 $A14=1.0588e-004$

第十面

$K=-9.1558e+000$, $A4=-8.8401e-002$, $A6=1.9664e-002$
 $A8=7.6076e-004$, $A10=-5.4302e-004$, $A12=1.9121e-004$
 $A14=-3.1131e-005$

第十一面

[0358]

$K = -1.6462e + 001$, $A4 = -5.0043e - 002$, $A6 = 1.1612e - 002$

$A8 = -2.7922e - 003$, $A10 = 4.8456e - 004$, $A12 = -5.0720e - 005$

$A14 = 2.3128e - 006$

各种数据

焦距 3.835

F 数 2.806

视场角 37.761

像高 2.980

透镜全长 5.093

BF 0.846

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	1	2	3.921
2	4	5	-5.764
3	6	7	2.947
4	8	9	3.020
5	10	11	-1.580

透镜组数据

组	始面	终面
1	1	5
2	6	7
3	8	11

[0359] 另外,伸出量为 0.093mm。

[0360] 图 27 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 6 的单焦点光学系统 1F 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0361] (实施例 7)

[0362] 图 11 是表示实施例 7 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 28 是实施例 7 的单焦点光学系统的像差图。

[0363] 如图 11 所示,实施例 7 的单焦点光学系统 1G 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0364] 更详细而言,实施例 7 的单焦点光学系统 1G 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0365] 第一透镜组 (Gr1) 由双凸的正透镜 (第一透镜 L1) 和凸向物方的负弯月透镜 (第二透镜 L2) 构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 的物方。

[0366] 第二透镜组 (Gr2) 由双凸的正透镜 (第三透镜 L3) 构成。

[0367] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向像方的正弯月透镜 (第四透镜 L4) 和凸向物方的负弯月透镜 (第五透镜 L5) 构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0368] 这些第一~第三透镜组 Gr1 ~ Gr3 的各透镜 L1 ~ L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0369] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0370] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组 (Gr1)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0371] 下面表示的是实施例 7 的单焦点光学系统 1G 的各透镜的结构数据。

[0372] 数值实施例 7

[0373]

单位 mm				
面数据				
面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	3.122	0.660	1.54470	56.15
3 *	- 5.826	0.050		

[0374]

4 *	2.600	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.377	1.002		
6 *	19.344	1.379	1.54470	56.15
7 *	- 3.781	0.350		
8 *	- 2.135	0.515	1.54470	56.15
9 *	- 1.111	0.128		
10 *	2.269	0.492	1.54470	56.15
11 *	0.797	0.821		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.513		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K=1.5009e-001$, $A4=4.8048e-003$, $A6=-1.8866e-002$

$A8=1.3406e-002$, $A10=-4.6876e-003$, $A12=-4.3322e-003$

$A14=2.4388e-003$

第三面

$K=-1.4379e+001$, $A4=1.6130e-002$, $A6=-1.1532e-002$

$A8=-4.1992e-003$, $A10=1.4224e-003$, $A12=3.7751e-003$

$A14=-1.7858e-003$

第四面

$K=-1.3154e+001$, $A4=-4.1475e-002$, $A6=2.5138e-002$

$A8=-1.0239e-002$, $A10=4.7967e-003$, $A12=8.7405e-004$

$A14=-9.1963e-004$

第五面

$K=-4.3687e+000$, $A4=-9.5399e-003$, $A6=1.3910e-002$

$A8=-3.3879e-003$, $A10=3.0587e-003$, $A12=-1.6945e-003$

$A14=3.1273e-004$

第六面

$K=3.0000e+001$, $A4=5.0968e-003$, $A6=-9.8552e-003$

$A8=3.9422e-003$, $A10=-3.2850e-004$, $A12=-2.2794e-004$

[0375]

$A14=3.5659e-005$

第七面

$K=-2.8876e+000$, $A4=-3.2625e-003$, $A6=1.9931e-004$

$A8=-1.9275e-003$, $A10=1.8137e-004$, $A12=1.1326e-004$

$A14=-2.6470e-005$

第八面

$K=-1.2724e-001$, $A4=1.6597e-002$, $A6=8.9368e-003$

$A8=-7.9560e-004$, $A10=-6.7493e-004$, $A12=2.6611e-004$

$A14=-2.9834e-005$

第九面

$K=-3.2046e+000$, $A4=-3.7439e-002$, $A6=1.6042e-002$

$A8=-1.8581e-003$, $A10=1.5499e-004$, $A12=-1.1323e-005$

$A14=-8.9192e-007$

第十面

$K=-3.0000e+001$, $A4=-4.4858e-002$, $A6=5.0850e-003$

$A8=4.8796e-005$, $A10=-9.3179e-005$, $A12=1.6753e-005$

$A14=-1.0006e-006$

第十一面

$K=-4.3519e+000$, $A4=-3.7374e-002$, $A6=6.9919e-003$

$A8=-9.5271e-004$, $A10=6.8485e-005$, $A12=-1.7892e-006$

$A14=-8.9626e-009$

各种数据

焦距 4.674

F 数 2.802

视场角 37.887

像高 3.636

透镜全长 6.403

BF 1.526

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.832

2	4	5	- 5.115
3	6	7	5.931
4	8	9	3.610
5	10	11	- 2.557

[0376] 透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0377] 另外,伸出量为 0.265mm。

[0378] 图 28 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 7 的单焦点光学系统 1G 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0379] (实施例 8)

[0380] 图 12 是表示实施例 8 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 29 是实施例 8 的单焦点光学系统的像差图。

[0381] 如图 12 所示,实施例 8 的单焦点光学系统 1H 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0382] 更详细而言,实施例 8 的单焦点光学系统 1H 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0383] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 的物方。

[0384] 第二透镜组(Gr2)由凸向像方的正弯月透镜(第三透镜 L3)构成。

[0385] 第三透镜组(Gr3)由凸向物方的负弯月透镜(第四透镜 L4)构成。而且,第四透镜 L4 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第四透镜 L4 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0386] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L4 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0387] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0388] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组(Gr1)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0389] 下面表示的是实施例 8 的单焦点光学系统 1H 的各透镜的结构数据。

[0390] 数值实施例 8

[0391]

单位 mm

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

 ∞ ∞

1 (光圈)

 ∞

0.050

2 *

3.182

0.668

1.54470

56.15

3 *

- 2.913

0.050

4 *

3.967

0.300

1.63200

23.41

5 *

1.575

0.879

6 *

- 9.756

1.020

1.54470

56.15

7 *

- 1.928

0.435

8 *

1.186

0.400

1.54470

56.15

9 *

0.750

0.800

10

 ∞

0.300

1.51633

64.14

11

 ∞

0.298

像面

 ∞

非球面数据

第二面

 $K = -4.5758e + 000$, $A4 = -2.8424e - 002$, $A6 = -3.9239e - 002$ $A8 = -1.2479e - 002$, $A10 = 1.4456e - 002$, $A12 = -2.1717e - 002$

第三面

[0392]

$K = -7.4241e - 001$, $A4 = -2.7292e - 002$, $A6 = -7.6425e - 003$
 $A8 = -1.8638e - 002$, $A10 = 1.0818e - 002$, $A12 = -9.7311e - 003$

第四面

$K = -1.4695e + 001$, $A4 = -5.9815e - 002$, $A6 = 7.3392e - 002$
 $A8 = -2.6102e - 003$, $A10 = -1.3526e - 002$, $A12 = 4.2023e - 003$

第五面

$K = -5.2113e + 000$, $A4 = 2.6371e - 002$, $A6 = 4.6057e - 003$
 $A8 = 1.1422e - 002$, $A10 = -3.2746e - 003$, $A12 = -5.1200e - 004$

第六面

$K = 3.0000e + 001$, $A4 = 3.0411e - 002$, $A6 = -3.8860e - 002$
 $A8 = 1.5273e - 002$, $A10 = -2.4488e - 003$, $A12 = -5.4631e - 004$

第七面

$K = -9.9516e - 001$, $A4 = 1.4879e - 003$, $A6 = 1.1480e - 002$
 $A8 = -1.5562e - 002$, $A10 = 6.2762e - 003$, $A12 = -9.6329e - 004$

第八面

$K = -4.4069e + 000$, $A4 = -1.3395e - 001$, $A6 = 3.2661e - 002$
 $A8 = -5.1361e - 003$, $A10 = 7.1764e - 004$, $A12 = -5.5404e - 005$

第九面

$K = -2.7724e + 000$, $A4 = -9.4378e - 002$, $A6 = 2.9651e - 002$
 $A8 = -6.0688e - 003$, $A10 = 6.8145e - 004$, $A12 = -3.1543e - 005$

各种数据

焦距	3.830
F 数	2.801
视场角	37.565
像高	2.980
透镜全长	5.099
BF	1.297

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	2.904
2	4	5	-4.344

3	6	7	4.217
4	8	9	- 5.529

透镜组数据

[0393]	组	始面	终面
	1	2	5
	2	6	7
	3	8	9

[0394] 另外,伸出量为 0.145mm。

[0395] 图 29 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 8 的单焦点光学系统 1H 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0396] (实施例 9)

[0397] 图 13 是表示实施例 9 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 30 是实施例 9 的单焦点光学系统的像差图。

[0398] 如图 13 所示,实施例 9 的单焦点光学系统 1I 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0399] 更详细而言,实施例 9 的单焦点光学系统 1I 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0400] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)、光圈 ST 和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。

[0401] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0402] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和双凹的负透镜(第五透镜 L5)构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0403] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0404] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0405] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,依次穿过第一透镜组(Gr1)(包含光圈 ST)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0406] 下面表示的是实施例 9 的单焦点光学系统 1I 的各透镜的结构数据。

[0407] 数值实施例 9

[0408]

单位 mm

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

∞

∞

1 *

2.189

0.646

1.54470

56.15

2 *

- 23.552

0.033

3 (光圈)

∞

0.060

4 *

2.655

0.300

1.63200

23.41

5 *

1.458

0.474

6 *

16.320

1.321

1.54470

56.15

7 *

- 1.696

0.243

8 *

- 1.241

0.450

1.58300

29.90

9 *

- 0.958

0.341

10 *

- 3.838

0.450

1.58300

29.90

11 *

1.554

0.432

12

∞

0.300

1.51633

64.14

13

∞

0.250

像面

∞

非球面数据

第一面

$K=4.2243e-001$, $A4=8.1081e-004$, $A6=2.1309e-002$

$A8=-5.5515e-002$, $A10=9.0911e-002$, $A12=-6.8516e-002$

$A14=2.1011e-002$

[0409]

第二面

$K=2.9849e+001$, $A4=-2.4641e-002$, $A6=1.7513e-001$
 $A8=-3.8263e-001$, $A10=6.4440e-001$, $A12=-7.0158e-001$
 $A14=3.4144e-001$

第四面

$K=-1.0500e+001$, $A4=-1.0691e-001$, $A6=1.6935e-001$
 $A8=-5.8283e-002$, $A10=-4.1424e-001$, $A12=7.5877e-001$
 $A14=-4.3043e-001$

第五面

$K=-3.8415e+000$, $A4=-3.8289e-002$, $A6=7.9779e-002$
 $A8=-1.1590e-002$, $A10=-1.3847e-001$, $A12=1.8516e-001$
 $A14=-7.9310e-002$

第六面

$K=1.4400e+001$, $A4=-3.0706e-002$, $A6=-1.6834e-002$
 $A8=2.4967e-002$, $A10=-2.5922e-002$, $A12=1.0411e-002$
 $A14=3.6906e-004$

第七面

$K=-5.0930e-001$, $A4=1.6653e-003$, $A6=1.5998e-004$
 $A8=-1.4004e-002$, $A10=1.0617e-002$, $A12=-4.9143e-003$
 $A14=1.1490e-003$

第八面

$K=-5.3493e-001$, $A4=4.3106e-002$, $A6=4.7613e-002$
 $A8=-4.8325e-003$, $A10=-3.0808e-003$, $A12=1.4874e-003$
 $A14=-1.7700e-004$

第九面

$K=-2.8838e+000$, $A4=-8.3656e-002$, $A6=5.9666e-002$
 $A8=-5.7822e-003$, $A10=1.3518e-003$, $A12=-9.2697e-004$
 $A14=1.1751e-004$

第十面

$K=-3.0000e+001$, $A4=-1.0048e-001$, $A6=1.5809e-002$
 $A8=3.1778e-003$, $A10=-5.3222e-004$, $A12=-3.0451e-005$

[0410]

$A14=4.0897e-006$

第十一面

$K=1.0043e+001$, $A4=-5.6632e-002$, $A6=1.8233e-002$

$A8=-4.9284e-003$, $A10=0.0175e-003$, $A12=-1.1825e-004$

$A14=5.7058e-006$

各种数据

焦距 3.835

F 数 2.805

视场角 37.610

像高 2.980

透镜全长 5.198

BF 0.880

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	1	2	3.710
2	4	5	-5.663
3	6	7	2.896
4	8	9	4.543
5	10	11	-1.841

透镜组数据

组	始面	终面
1	1	5
2	6	7
3	8	11

[0411] 另外,伸出量为 0.091mm。

[0412] 图 30 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 9 的单焦点光学系统 1I 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0413] (实施例 10)

[0414] 图 14 是表示实施例 10 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 31 是实施例 10 的单焦点光学系统的像差图。

[0415] 如图 14 所示,实施例 10 的单焦点光学系统 1J 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0416] 更详细而言,实施例 10 的单焦点光学系统 1J 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0417] 第一透镜组 (Gr1) 由双凸的正透镜 (第一透镜 L1)、光圈 ST 和凸向物方的负弯月透镜 (第二透镜 L2) 构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。

[0418] 第二透镜组 (Gr2) 由双凸的正透镜 (第三透镜 L3) 和凸向像方的正弯月透镜 (第四透镜 L4) 构成。

[0419] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向物方的负弯月透镜 (第五透镜 L5) 构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0420] 这些第一~第三透镜组 Gr1 ~ Gr3 的各透镜 L1 ~ L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0421] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0422] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,依次穿过第一透镜组 (Gr1) (包含光圈 ST)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0423] 下面表示的是实施例 10 的单焦点光学系统 1J 的各透镜的结构数据。

[0424] 数值实施例 10

[0425]

单位	mm			
面数据				
面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 *	2.794	0.597	1.54470	56.15

[0426]

2 *	- 15.241	0.033		
3 (光圈)	∞	0.060		
4 *	2.060	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.292	0.604		
6 *	5.256	1.076	1.54470	56.15
7 *	- 2.528	0.218		
8 *	- 1.234	0.453	1.63200	23.41
9 *	- 1.133	0.411		
10 *	7.226	0.648	1.63200	23.41
11 *	1.418	0.499		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.250		
像面	∞			

非球面数据

第一面

$K=6.9209e-001$, $A4=5.2106e-003$, $A6=1.4389e-002$

$A8=-4.7556e-002$, $A10=1.0714e-001$, $A12=-9.2454e-002$

$A14=3.2977e-002$

第二面

$K=1.2110e+001$, $A4=-2.9709e-002$, $A6=2.3913e-001$

$A8=-4.2925e-001$, $A10=6.4063e-001$, $A12=-6.4759e-001$

$A14=3.4145e-001$

第四面

$K=-9.7334e+000$, $A4=-7.9196e-002$, $A6=1.8988e-001$

$A8=-7.6588e-002$, $A10=-3.7412e-001$, $A12=7.5641e-001$

$A14=-4.3044e-001$

第五面

$K=-3.7509e+000$, $A4=-4.3905e-002$, $A6=7.8331e-002$

$A8=1.5738e-003$, $A10=-1.5496e-001$, $A12=2.2392e-001$

$A14=-1.0266e-001$

第六面

[0427]

$K=1.2084e+001$, $A4=-1.8387e-002$, $A6=-2.1808e-002$
 $A8=2.7119e-002$, $A10=-2.6987e-002$, $A12=9.5160e-003$
 $A14=-1.1120e-003$

第七面

$K=-5.0031e-001$, $A4=-1.3089e-002$, $A6=1.6455e-002$
 $A8=-1.9307e-002$, $A10=1.0697e-002$, $A12=-3.9845e-003$
 $A14=6.6084e-004$

第八面

$K=-5.7182e-001$, $A4=4.8335e-002$, $A6=4.7253e-002$
 $A8=-3.2998e-003$, $A10=-3.1320e-003$, $A12=1.1277e-003$
 $A14=-1.2406e-004$

第九面

$K=-2.5945e+000$, $A4=-7.6929e-002$, $A6=5.4855e-002$
 $A8=-5.1051e-003$, $A10=1.6342e-003$, $A12=-1.0678e-003$
 $A14=1.3050e-004$

第十面

$K=-3.0000e+001$, $A4=-1.3156e-001$, $A6=3.2407e-002$
 $A8=-2.2211e-003$, $A10=-9.0932e-004$, $A12=1.6975e-004$
 $A14=-6.3405e-007$

第十一面

$K=-5.7247e+000$, $A4=-7.0789e-002$, $A6=2.2784e-002$
 $A8=-5.7758e-003$, $A10=9.2623e-004$, $A12=-8.7481e-005$
 $A14=3.6677e-006$

各种数据

焦距	3.826
F 数	2.805
视场角	37.552
像高	2.980
透镜全长	5.351
BF	0.950

透镜数据

	透镜	始面	终面	焦距
	1	1	2	4.387
	2	4	5	-6.471
	3	6	7	3.294
	4	8	9	8.010
[0428]	5	10	11	-2.919

透镜组数据

组	始面	终面
1	1	5
2	6	9
3	10	11

[0429] 另外,在伸出时,使第三透镜 L3 和第四透镜 L4 向物方移动,从物距无穷远到物距 10cm 时的伸出量为 0.093mm。

[0430] 图 31 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 10 的单焦点光学系统 1J 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0431] (实施例 11)

[0432] 图 15 是表示实施例 11 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 32 是实施例 11 的单焦点光学系统的像差图。

[0433] 如图 15 所示,实施例 11 的单焦点光学系统 1K 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0434] 更详细而言,实施例 11 的单焦点光学系统 1K 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0435] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 的物方。

[0436] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0437] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和凸向物方的负弯月透镜(第五透镜 L5)构成。而且第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0438] 这些第一及第三透镜组 Gr1、Gr3 的各透镜 L1、L2、L4、L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜,第二透镜组 Gr2 的第三透镜 L3 是双面为非球面且玻璃材料制的透镜。

[0439] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0440] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组(Gr1)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要

被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0441] 下面表示的是实施例 11 的单焦点光学系统 1K 的各透镜的结构数据。

[0442] 数值实施例 11

[0443]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	-0.030		
2 *	1.934	0.525	1.54470	56.15
3 *	-37.008	0.050		
4 *	3.471	0.339	1.63200	23.41
5 *	1.560	0.600		
6 *	9.014	1.111	1.48749	70.24
7 *	-2.214	0.200		
8 *	-1.779	0.600	1.54470	56.15
9 *	-0.844	0.067		
10 *	10.678	0.500	1.54470	56.15
11 *	0.762	0.600		
12	∞	0.300	1.51633	64.14

[0444]

13 ∞ 0.306

像面 ∞

非球面数据

第二面

$K=3.6230e-001$, $A4=6.7071e-003$, $A6=5.5178e-002$

$A8=-8.7357e-002$, $A10=5.8796e-002$, $A12=2.0291e-001$

$A14=-2.4518e-001$

第三面

$K=-3.0000e+001$, $A4=6.6250e-002$, $A6=2.7503e-002$

$A8=-2.0705e-002$, $A10=2.0094e-001$, $A12=-1.7169e-001$

$A14=1.0160e-002$

第四面

$K=2.7059e+000$, $A4=-5.8637e-002$, $A6=7.7823e-003$

$A8=5.8925e-002$, $A10=1.3294e-002$, $A12=-8.7425e-002$

$A14=3.4352e-002$

第五面

$K=-3.2629e+000$, $A4=-1.4587e-003$, $A6=2.8697e-002$

$A8=-2.6139e-002$, $A10=4.8164e-002$, $A12=-4.9823e-002$

$A14=1.9406e-002$

第六面

$K=1.7979e+001$, $A4=3.4082e-005$, $A6=-1.9950e-002$

$A8=1.3353e-002$, $A10=-4.0239e-003$, $A12=3.1910e-004$

$A14=5.6205e-005$

第七面

$K=-2.8581e-001$, $A4=5.7976e-003$, $A6=-4.9262e-003$

$A8=3.0226e-004$, $A10=1.6568e-003$, $A12=-1.1105e-003$

$A14=2.6265e-004$

第八面

$K=-1.4556e-001$, $A4=1.8984e-002$, $A6=2.1329e-002$

$A8=3.2080e-003$, $A10=-2.2272e-003$, $A12=-1.4804e-005$

$A14=1.0671e-004$

[0445]

第九面

$K = -4.2877e + 000$, $A4 = -9.6319e - 002$, $A6 = 5.4410e - 002$
 $A8 = -9.2792e - 003$, $A10 = 1.4697e - 003$, $A12 = -3.2499e - 004$
 $A14 = 3.0592e - 005$

第十面

$K = -3.0000e + 001$, $A4 = -1.1169e - 001$, $A6 = 1.7419e - 002$
 $A8 = 1.7969e - 003$, $A10 = -8.6342e - 004$, $A12 = 2.1733e - 004$
 $A14 = -2.5652e - 005$

第十一面

$K = -5.1550e + 000$, $A4 = -5.7994e - 002$, $A6 = 1.7237e - 002$
 $A8 = -4.2663e - 003$, $A10 = 6.3222e - 004$, $A12 = -4.4364e - 005$
 $A14 = 9.3895e - 007$

各种数据

焦距 3.833
 F 数 2.801
 视场角 37.714
 像高 2.980
 透镜全长 5.064
 BF 1.102

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.390
2	4	5	-4.815
3	6	7	3.768
4	8	9	2.404
5	10	11	-1.534

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0446] 另外,伸出量为 0.127mm。

[0447] 图 32 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 11 的单焦点光学

系统 1K 的球差（正弦条件）、像散及畸变。

[0448] （实施例 12）

[0449] 图 16 是表示实施例 12 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 33 是实施例 12 的单焦点光学系统的像差图。

[0450] 如图 16 所示，实施例 12 的单焦点光学系统 1L 从物方到像方依次配置有各透镜组（Gr1、Gr2、Gr3），在调焦（对焦）时，第一透镜组（Gr1）相对于规定的摄像面而固定，第二透镜组（Gr2）沿光轴 AX 方向移动，第三透镜组（Gr3）相对于上述规定的摄像面而固定。

[0451] 更详细而言，实施例 12 的单焦点光学系统 1L 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组（Gr1、Gr2、Gr3），如下所述。

[0452] 第一透镜组（Gr1）由双凸的正透镜（第一透镜 L1）和凸向像方的负弯月透镜（第二透镜 L2）构成。光圈 ST 配设于第一透镜组（Gr1）的第一透镜 L1 的物方。

[0453] 第二透镜组（Gr2）由双凸的正透镜（第三透镜 L3）构成。

[0454] 第三透镜组（Gr3）由凸向物方的负弯月透镜（第四透镜 L4）构成。而且，第四透镜 L4 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者，第四透镜 L4 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0455] 这些第一～第三透镜组 Gr1～Gr3 的各透镜 L2～L4 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜，第一透镜组 Gr1 的第一透镜 L1 是双面为非球面且玻璃材料制的透镜。

[0456] 而且，在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0457] 在这种构成下，从物方入射的光线沿着光轴 AX，经由光圈 ST，依次穿过第一透镜组（Gr1）、第二透镜组（Gr2）、第三透镜组（Gr3）及平行平板 FT，在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后，在摄像元件 SR 中，光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等，作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器，或者，经由接口，通过有线或无线的通信，传输到其他数字设备。

[0458] 下面表示的是实施例 12 的单焦点光学系统 1L 的各透镜的结构数据。

[0459] 数值实施例 12

[0460]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	3.898	0.773	1.49700	81.61
3 *	- 2.524	0.636		
4 *	- 1.163	0.300	1.63200	23.41
5 *	- 1.733	0.516		
6 *	14.168	1.081	1.54470	56.15
7 *	- 2.129	0.400		
8 *	5.902	0.450	1.54470	56.15
9 *	1.161	0.594		
10	∞	0.300	1.51633	64.14
11	∞	0.250		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K = -5.7280e + 000$, $A4 = -5.8462e - 002$, $A6 = -9.8713e - 003$
 $A8 = -1.4260e - 001$, $A10 = 2.3855e - 001$, $A12 = -2.4086e - 001$
 $A14 = 8.4941e - 002$

第三面

$K = 3.8463e + 000$, $A4 = -5.3699e - 002$, $A6 = 2.9418e - 002$
 $A8 = -7.9605e - 002$, $A10 = 1.5850e - 001$, $A12 = -1.4738e - 001$
 $A14 = 5.6192e - 002$

第四面

$K = -3.3413e + 000$, $A4 = -1.2915e - 001$, $A6 = 3.9888e - 001$
 $A8 = -3.6717e - 001$, $A10 = 2.1473e - 001$, $A12 = -7.4718e - 002$
 $A14 = 1.2071e - 002$

[0461]

第五面

$K = -1.7023e + 001$, $A4 = -3.2680e - 001$, $A6 = 9.3412e - 001$
 $A8 = -1.4471e + 000$, $A10 = 1.6513e + 000$, $A12 = -1.2860e + 000$
 $A14 = 6.2272e - 001$, $A16 = -1.6332e - 001$

第六面

$K = 6.9766e + 000$, $A4 = -5.8809e - 002$, $A6 = 5.4584e - 002$
 $A8 = -5.1044e - 002$, $A10 = 2.2469e - 002$, $A12 = -5.4223e - 003$
 $A14 = 5.3021e - 004$

第七面

$K = 0.0000e + 000$, $A4 = 1.0747e - 002$, $A6 = -2.0621e - 003$
 $A8 = -2.8274e - 003$, $A10 = 1.2984e - 003$, $A12 = -4.6925e - 004$
 $A14 = 1.0462e - 004$

第八面

$K = -1.9610e + 002$, $A4 = -1.8946e - 001$, $A6 = 5.1005e - 002$
 $A8 = -6.6501e - 003$, $A10 = -1.5519e - 003$, $A12 = 1.0531e - 003$
 $A14 = -1.6313e - 004$

第九面

$K = -4.7431e + 000$, $A4 = -8.8521e - 002$, $A6 = 3.2516e - 002$
 $A8 = -8.8001e - 003$, $A10 = 1.4910e - 003$, $A12 = -1.4098e - 004$
 $A14 = 5.4495e - 006$

各种数据

焦距	3.962
F 数	2.802
视场角	36.580
像高	2.980
透镜全长	5.197
BF	1.041

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.211
2	4	5	-7.033

3	6	7	3.479
4	8	9	-2.746

透镜组数据

[0462]	组	始面	终面
	1	2	5
	2	6	7
	3	8	9

[0463] 另外,伸出量为 0.116mm。

[0464] 图 33 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 12 的单焦点光学系统 1L 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0465] (实施例 13)

[0466] 图 17 是表示实施例 13 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 34 是实施例 13 的单焦点光学系统的像差图。

[0467] 如图 17 所示,实施例 13 的单焦点光学系统 1M 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0468] 更详细而言,实施例 13 的单焦点光学系统 1M 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0469] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)、光圈 ST 和双凹的负透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。

[0470] 第二透镜组(Gr2)由凸向像方的负弯月透镜(第三透镜 L3)构成。

[0471] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和凸向物方的负弯月透镜(第五透镜 L5)构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0472] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L2~L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜,第一透镜组 Gr1 的第一透镜 L1 是双面为非球面且玻璃材料制的透镜。

[0473] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0474] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,依次穿过第一透镜组(Gr1)(包含光圈 ST)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0475] 下面表示的是实施例 13 的单焦点光学系统 1M 的各透镜的结构数据。

[0476] 数值实施例 13

[0477]

单位 mm

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

∞

∞

1 *

3.677

0.573

1.58913

61.24

2 *

- 3.084

- 0.052

3 (光圈)

∞

0.140

4 *

- 17.071

0.300

1.63200

23.41

5 *

11.650

0.539

6 *

- 2.076

0.301

1.63200

23.41

7 *

- 4.072

0.277

8 *

- 8.738

0.981

1.54470

56.15

9 *

- 1.019

0.242

10 *

4.233

0.400

1.54470

56.15

11 *

0.859

0.800

12

∞

0.300

1.51633

64.14

13

∞

0.399

像面

∞

非球面数据

第一面

$K = -8.0514e + 000$, $A4 = -5.5905e - 002$, $A6 = -4.2818e - 002$

[0478]

$A8 = -2.5927e - 002$, $A10 = 1.5567e - 003$, $A12 = 1.2363e - 002$

$A14 = -1.4942e - 002$

第二面

$K = 9.8878e + 000$, $A4 = 1.0097e - 002$, $A6 = -4.2085e - 004$

$A8 = 1.9148e - 002$, $A10 = -2.4139e - 003$, $A12 = -6.0074e - 002$

$A14 = 1.4097e - 001$

第四面

$K = -5.0000e + 001$, $A4 = 7.9729e - 002$, $A6 = 9.2838e - 002$

$A8 = -2.0256e - 001$, $A10 = 9.4730e - 002$, $A12 = 2.1921e - 001$

$A14 = -2.1314e - 001$

第五面

$K = 4.4112e + 001$, $A4 = 3.2758e - 002$, $A6 = 8.3281e - 002$

$A8 = -1.6744e - 001$, $A10 = 1.7619e - 001$, $A12 = -1.0166e - 001$

$A14 = 3.1746e - 002$

第六面

$K = -5.5156e + 000$, $A4 = -9.9888e - 002$, $A6 = 6.4007e - 002$

$A8 = 8.9797e - 002$, $A10 = -3.2195e - 002$, $A12 = -9.7374e - 002$

$A14 = 5.8863e - 002$

第七面

$K = -9.9227e + 000$, $A4 = -2.7289e - 002$, $A6 = 4.2431e - 002$

$A8 = 1.3300e - 002$, $A10 = -7.8852e - 003$, $A12 = -6.0222e - 003$

$A14 = 2.9989e - 003$

第八面

$K = 3.4609e + 001$, $A4 = 2.7618e - 002$, $A6 = -1.1290e - 002$

$A8 = -5.9735e - 003$, $A10 = 1.4513e - 003$, $A12 = 1.8641e - 003$

$A14 = -1.3942e - 006$

第九面

$K = -4.4128e + 000$, $A4 = -6.3956e - 002$, $A6 = 3.9026e - 002$

$A8 = -1.5854e - 002$, $A10 = 8.9163e - 004$, $A12 = 3.9696e - 004$

$A14 = 2.6981e - 004$

第十面

[0479]

$K = -1.9396e + 000$, $A4 = -1.1610e - 001$, $A6 = 2.2196e - 002$

$A8 = -1.0320e - 003$, $A10 = -7.4368e - 004$, $A12 = 2.8814e - 004$

$A14 = -2.9489e - 005$

第十一面

$K = -4.4211e + 000$, $A4 = -6.7244e - 002$, $A6 = 1.8827e - 002$

$A8 = -4.2200e - 003$, $A10 = 5.5439e - 004$, $A12 = -4.3876e - 005$

$A14 = 1.8422e - 006$

各种数据

焦距 3.830

F 数 2.880

视场角 37.723

像高 2.980

透镜全长 5.097

BF 1.396

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	1	2	2.939
2	4	5	-10.912
3	6	7	-7.118
4	8	9	2.026
5	10	11	-2.064

透镜组数据

组	始面	终面
1	1	5
2	6	7
3	8	11

[0480] 另外,在伸出时,使第三透镜 L3 向像方移动,从物距无穷远到物距 10cm 时的伸出量为 0.201mm。

[0481] 图 34 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 13 的单焦点光学系统 1M 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0482] (实施例 15)

[0483] 图 18 是表示实施例 14 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 35 是实

施例 14 的单焦点光学系统的像差图。

[0484] 如图 18 所示, 实施例 14 的单焦点光学系统 1N 从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3), 在调焦时, 第一透镜组 (Gr1) 相对于规定的摄像面而固定, 第二透镜组 (Gr2) 沿光轴 AX 方向移动, 第三透镜组 (Gr3) 相对于上述规定的摄像面而固定。

[0485] 更详细而言, 实施例 14 的单焦点光学系统 1N 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组 (Gr1、Gr2、Gr3), 如下所述。

[0486] 第一透镜组 (Gr1) 由凸向像方的负弯月透镜 (第一透镜 L1)、光圈 ST、双凸的正透镜 (第二透镜 L2) 和凸向物方的负弯月透镜 (第三透镜 L3) 构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间。

[0487] 第二透镜组 (Gr2) 由凸向像方的正弯月透镜 (第四透镜 L4) 构成。

[0488] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向物方的负弯月透镜 (第五透镜 L5) 构成。而且, 第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者, 第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0489] 这些第一~第三透镜组 Gr1 ~ Gr3 的各透镜 L1 ~ L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0490] 而且, 在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0491] 在这种构成下, 从物方入射的光线沿着光轴 AX, 依次穿过第一透镜组 (Gr1) (包含光圈 ST)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT, 在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后, 在摄像元件 SR 中, 光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等, 作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器, 或者, 经由接口, 通过有线或无线的通信, 传输到其他数字设备。

[0492] 下面表示的是实施例 14 的单焦点光学系统 1N 的各透镜的结构数据。

[0493] 数值实施例 14

单位 mm

[0494]

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

 ∞ ∞

1 *

- 3.797

0.443

1.54470

56.15

2 *

- 3.989

0.020

3 (光圈)

 ∞

0.050

4 *

2.872

0.701

1.54470

56.15

5 *

- 3.019

0.026

6 *

2.882

0.311

1.63200

23.41

7 *

1.362

0.973

8 *

- 16.884

1.025

1.54470

56.15

9 *

- 2.405

0.400

10 *

1.596

0.470

1.54470

56.15

11 *

0.919

0.800

12

 ∞

0.300

1.51633

64.14

13

 ∞

0.131

像面

 ∞

[0495]

非球面数据

第一面

K=7.3178e + 000, A4= - 4.7409e - 003, A6=1.5385e - 002

A8= - 9.9628e - 004, A10= - 3.0797e - 003, A12=7.1083e - 00

第二面

K=1.2085e + 001, A4= - 2.1050e - 003, A6=1.5638e - 002

A8=1.4539e - 002, A10= - 2.3186e - 002, A12=1.3516e - 002

第四面

K= - 1.0926e + 000, A4= - 1.5399e - 002, A6= - 3.1999e - 002

A8= - 1.7794e - 002, A10=2.2390e - 002, A12= - 4.5109e - 002

第五面

K= - 4.9954e + 000, A4= - 1.3397e - 002, A6= - 1.4172e - 002

A8= - 2.0569e - 002, A10= - 6.6126e - 004, A12= - 1.2919e - 002

第六面

K= - 2.0522e + 001, A4= - 6.1444e - 002, A6=6.5893e - 002

A8= - 8.9407e - 003, A10= - 9.9288e - 003, A12= - 7.4072e - 004

[0496]

第七面

$$K = -5.2519e + 000, A4 = 9.3015e - 003, A6 = 1.0637e - 002$$

$$A8 = 2.0832e - 002, A10 = -8.3505e - 003, A12 = -3.2633e - 003$$

第八面

$$K = 2.6215e + 001, A4 = 2.4587e - 002, A6 = -3.0346e - 002$$

$$A8 = 1.3113e - 002, A10 = -4.4120e - 003, A12 = -1.1373e - 005$$

第九面

$$K = -5.1644e - 001, A4 = -9.4879e - 003, A6 = 2.1548e - 002$$

$$A8 = -1.6987e - 002, A10 = 5.7880e - 003, A12 = -1.0267e - 003$$

第十面

$$K = -8.0921e + 000, A4 = -1.5143e - 001, A6 = 3.2615e - 002$$

$$A8 = -4.3949e - 003, A10 = 5.6881e - 004, A12 = -1.5814e - 004$$

第十一面

$$K = -3.6457e + 000, A4 = -8.8326e - 002, A6 = 2.6203e - 002$$

$$A8 = -5.5321e - 003, A10 = 6.5007e - 004, A12 = -3.3967e - 005$$

各种数据

焦距 3.832

F 数 2.801

视场角 37.668

像高 2.980

透镜全长 5.536

BF 1.117

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	1	2	-784.193
2	4	5	2.820
3	6	7	-4.438
4	8	9	5.024
5	10	11	-5.266

透镜组数据

组 始面 终面

	1	1	7
[0497]	2	8	9
	3	10	11

[0498] 另外,在伸出时,使第四透镜 L4 向物方移动,从物距无穷远到物距 10cm 时的伸出量为 0.168mm。

[0499] 图 35 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 14 的单焦点光学系统 1N 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0500] (实施例 15)

[0501] 图 19 是表示实施例 15 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 36 是实施例 15 的单焦点光学系统的像差图。

[0502] 如图 19 所示,实施例 15 的单焦点光学系统 10 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0503] 更详细而言,实施例 15 的单焦点光学系统 10 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0504] 第一透镜组(Gr1)由凸向物方的正弯月透镜(第一透镜 L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 的物方。

[0505] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0506] 第三透镜组(Gr3)由凸向像方的正弯月透镜(第四透镜 L4)和双凹的负透镜(第五透镜 L5)构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0507] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0508] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0509] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组(Gr1)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0510] 下面表示的是实施例 15 的单焦点光学系统 10 的各透镜的结构数据。

[0511] 数值实施例 15

[0512]

单位 mm

面数据

面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	1.864	0.540	1.54470	56.15
3 *	83.306	0.050		
4 *	2.997	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.481	0.604		
6 *	12.220	1.043	1.54470	56.15
7 *	- 2.232	0.286		
8 *	- 1.841	0.600	1.58300	29.90
9 *	- 0.988	0.167		
10 *	- 12.155	0.500	1.58300	29.90
11 *	1.087	0.600		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.209		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K=4.7074e-001$, $A4=1.3827e-002$, $A6=2.7706e-002$

$A8=8.7401e-003$, $A10=4.1316e-003$, $A12=9.1486e-003$

$A14=-1.3236e-002$

第三面

$K=3.0000e+001$, $A4=5.4904e-002$, $A6=4.1399e-002$

[0513]

$A8=3.1375e-002$, $A10=1.1703e-001$, $A12=-2.1565e-001$

$A14=1.3145e-001$

第四面

$K=-3.1078e+000$, $A4=-8.6803e-002$, $A6=5.0654e-002$

$A8=4.3380e-003$, $A10=1.3106e-002$, $A12=-3.0471e-002$

$A14=9.3149e-003$

第五面

$K=-3.3921e+000$, $A4=-8.6012e-003$, $A6=2.1701e-002$

$A8=-2.2325e-002$, $A10=3.9548e-002$, $A12=-3.5315e-002$

$A14=1.3109e-002$

第六面

$K=3.0000e+001$, $A4=-8.8040e-004$, $A6=-1.0750e-002$

$A8=1.0262e-002$, $A10=-3.5264e-003$, $A12=5.5161e-004$

$A14=8.1402e-006$

第七面

$K=-2.4882e-001$, $A4=5.8941e-003$, $A6=-9.1961e-003$

$A8=3.1482e-003$, $A10=1.9460e-003$, $A12=-1.0809e-003$

$A14=2.3742e-004$

第八面

$K=-9.3573e-002$, $A4=8.4262e-003$, $A6=2.4177e-002$

$A8=3.2111e-003$, $A10=-2.3055e-003$, $A12=-3.4532e-005$

$A14=1.0951e-004$

第九面

$K=-3.8208e+000$, $A4=-8.3132e-002$, $A6=5.2797e-002$

$A8=-9.4049e-003$, $A10=1.2828e-003$, $A12=-3.3834e-004$

$A14=4.2950e-005$

第十面

$K=1.6256e+001$, $A4=-7.6116e-002$, $A6=1.4095e-002$

$A8=1.0847e-003$, $A10=-8.1630e-004$, $A12=2.3551e-004$

$A14=-2.8127e-005$

第十一面

[0514]

$K = -6.5072e + 000$, $A4 = -5.4925e - 002$, $A6 = 1.6671e - 002$

$A8 = -4.2152e - 003$, $A10 = 6.3281e - 004$, $A12 = -4.4359e - 005$

$A14 = 8.6658e - 007$

各种数据

焦距 3.834

F 数 2.803

视场角 37.751

像高 2.980

透镜全长 5.097

BF 1.005

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.492
2	4	5	-5.016
3	6	7	3.555
4	8	9	2.903
5	10	11	-1.688

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0515] 另外,伸出量为 0.116mm。

[0516] 图 36 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 15 的单焦点光学系统 10 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0517] (实施例 16)

[0518] 图 20 是表示实施例 16 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 37 是实施例 16 的单焦点光学系统的像差图。

[0519] 如图 20 所示,实施例 16 的单焦点光学系统 1P 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0520] 更详细而言,实施例 16 的单焦点光学系统 1P 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0521] 第一透镜组 (Gr1) 由双凸的正透镜 (第一透镜 L1) 和凸向物方的负弯月透镜 (第二透镜 L2) 构成。光圈 ST 配设于第一透镜组 (Gr1) 的第一透镜 L1 的物方。

[0522] 第二透镜组 (Gr2) 由双凸的正透镜 (第三透镜 L3) 构成。

[0523] 第三透镜组 (Gr3) 由凸向像方的正弯月透镜 (第四透镜 L4) 和凸向物方的负弯月透镜 (第五透镜 L5) 构成。而且,第五透镜 L5 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第五透镜 L5 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0524] 这些第一及第三透镜组 Gr1、Gr3 的各透镜 L1、L2、L4、L5 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜,第二透镜组 Gr2 的第三透镜 L3 是双面为非球面且玻璃材料制的透镜。

[0525] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0526] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组 (Gr1)、第二透镜组 (Gr2)、第三透镜组 (Gr3) 及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0527] 下面表示的是实施例 16 的单焦点光学系统 1P 的各透镜的结构数据。

[0528] 数值实施例 16

[0529]

单位 mm				
面数据				
面号数	r	d	nd	vd
物面	∞	∞		
1 (光圈)	∞	0.000		
2 *	2.564	0.602	1.54470	56.15

[0530]

3 *	- 5.743	0.050		
4 *	2.629	0.300	1.63200	23.41
5 *	1.361	0.646		
6 *	13.428	1.022	1.48749	70.24
7 *	- 2.149	0.321		
8 *	- 1.822	0.500	1.54470	56.15
9 *	- 0.970	0.050		
10 *	4.628	0.500	1.54470	56.15
11 *	0.782	0.600		
12	∞	0.300	1.51633	64.14
13	∞	0.308		
像面	∞			

非球面数据

第二面

$K = -9.6080e - 001$, $A4 = -9.5983e - 003$, $A6 = 3.0883e - 002$
 $A8 = -7.2346e - 002$, $A10 = 2.1025e - 002$, $A12 = 9.7897e - 002$
 $A14 = -9.4586e - 002$

第三面

$K = 2.8353e + 001$, $A4 = 6.7644e - 002$, $A6 = -4.5061e - 002$
 $A8 = 3.5817e - 002$, $A10 = 1.0007e - 001$, $A12 = -2.2152e - 001$
 $A14 = 1.3391e - 001$

第四面

$K = -1.1480e + 000$, $A4 = -7.1235e - 002$, $A6 = 4.9735e - 002$
 $A8 = -2.8340e - 003$, $A10 = 4.1054e - 003$, $A12 = -1.8562e - 002$
 $A14 = 9.5533e - 003$

第五面

$K = -3.6224e + 000$, $A4 = 2.5104e - 003$, $A6 = 3.5539e - 002$
 $A8 = -2.8851e - 002$, $A10 = 3.3679e - 002$, $A12 = -2.5969e - 002$
 $A14 = 7.9555e - 003$

第六面

$K = 1.3124e + 001$, $A4 = 3.5815e - 003$, $A6 = -1.1575e - 002$

[0531]

$A8=1.0775e-002$, $A10=-3.2982e-003$, $A12=5.0090e-004$

$A14=5.2062e-005$

第七面

$K=-8.9080e-002$, $A4=-1.0322e-003$, $A6=3.5342e-003$

$A8=2.1631e-003$, $A10=1.1860e-003$, $A12=-1.1543e-003$

$A14=3.6606e-004$

第八面

$K=-7.4417e-002$, $A4=1.0774e-002$, $A6=2.4251e-002$

$A8=3.6871e-003$, $A10=-2.3051e-003$, $A12=-3.3478e-005$

$A14=1.1078e-004$

第九面

$K=-5.2109e+000$, $A4=-9.3123e-002$, $A6=5.2849e-002$

$A8=-8.8602e-003$, $A10=1.5215e-003$, $A12=-3.2500e-004$

$A14=2.3073e-005$

第十面

$K=-2.6162e+001$, $A4=-1.2474e-001$, $A6=2.4088e-002$

$A8=1.5485e-003$, $A10=-1.0023e-003$, $A12=1.9940e-004$

$A14=-2.0374e-005$

第十一面

$K=-4.8524e+000$, $A4=-6.2489e-002$, $A6=1.8591e-002$

$A8=-4.4430e-003$, $A10=6.3562e-004$, $A12=-4.2279e-005$

$A14=7.4025e-007$

各种数据

焦距 3.833

F 数 2.801

视场角 37.616

像高 2.980

透镜全长 5.082

BF 1.091

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
----	----	----	----

1	2	3	3.339
2	4	5	- 4.915
3	6	7	3.883
4	8	9	3.152
5	10	11	- 1.810

[0532]

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	11

[0533] 另外,伸出量为 0.125mm。

[0534] 图 37 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 16 的单焦点光学系统 1P 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0535] (实施例 17)

[0536] 图 21 是表示实施例 17 的单焦点光学系统的透镜组的排列的剖面图。图 38 是实施例 17 的单焦点光学系统的像差图。

[0537] 如图 21 所示,实施例 17 的单焦点光学系统 1Q 从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),在调焦时,第一透镜组(Gr1)相对于规定的摄像面而固定,第二透镜组(Gr2)沿光轴 AX 方向移动,第三透镜组(Gr3)相对于上述规定的摄像面而固定。

[0538] 更详细而言,实施例 17 的单焦点光学系统 1Q 构成为从物方到像方依次配置有各透镜组(Gr1、Gr2、Gr3),如下所述。

[0539] 第一透镜组(Gr1)由双凸的正透镜(第一透镜 L1)和凸向物方的负弯月透镜(第二透镜 L2)构成。光圈 ST 配设于第一透镜组(Gr1)的第一透镜 L1 的物方。

[0540] 第二透镜组(Gr2)由双凸的正透镜(第三透镜 L3)构成。

[0541] 第三透镜组(Gr3)由凸向物方的负弯月透镜(第四透镜 L4)构成。而且,第四透镜 L4 至少包含一个在周边部具有正的光焦度的非球面。或者,第四透镜 L4 是具有在与光轴的交点以外的位置具有拐点的非球面形状的透镜。

[0542] 这些第一~第三透镜组 Gr1~Gr3 的各透镜 L1~L4 都是双面为非球面且树脂材料制的透镜。

[0543] 而且,在第三透镜组 Gr3 的像方经由作为滤光器的平行平板 FT 配置有摄像元件 SR 的受光面。平行平板 FT 是各种光学滤光器及摄像元件 SR 的玻璃盖板等。

[0544] 在这种构成下,从物方入射的光线沿着光轴 AX,经由光圈 ST,依次穿过第一透镜组(Gr1)、第二透镜组(Gr2)、第三透镜组(Gr3)及平行平板 FT,在摄像元件 SR 的受光面上形成物体的光学像。然后,在摄像元件 SR 中,光学像被转换为电信号。该电信号根据需要被实施规定的数字图像处理等,作为数字影像信号而记录于例如数字照相机等数字设备的存储器,或者,经由接口,通过有线或无线的通信,传输到其他数字设备。

[0545] 下面表示的是实施例 17 的单焦点光学系统 1Q 的各透镜的结构数据。

[0546] 数值实施例 17

[0547]

单位 mm

面数据

面号数

r

d

nd

vd

物面

∞

∞

1 (光圈)

∞

0.004

2 *

2.166

0.667

1.54470

56.15

3 *

- 9.662

0.050

4 *

3.369

0.300

1.63200

23.41

5 *

1.504

0.813

6 *

88.347

0.956

1.54470

56.15

7 *

- 2.435

0.559

8 *

1.709

0.528

1.54470

56.15

9 *

0.997

0.700

10

∞

0.300

1.51633

64.14

11

∞

0.324

像面

∞

非球面数据

第二面

$K=3.0304e-001$, $A4=1.0051e-003$, $A6=-8.8779e-004$

$A8=-2.3670e-003$, $A10=5.6888e-003$

第三面

$$K=2.8128e+001, A4=3.9928e-002, A6=-4.0265e-002$$

$$A8=1.0559e-001, A10=-5.8458e-002$$

第四面

$$K=-1.9261e+001, A4=-3.3015e-002, A6=-2.3680e-002$$

$$A8=8.6145e-002, A10=-4.1031e-003, A12=-3.3236e-002$$

第五面

$$K=-3.6779e+000, A4=-1.3736e-002, A6=2.6633e-002$$

$$A8=-2.5386e-002, A10=5.1478e-002, A12=-2.7594e-002$$

第六面

$$K=2.3252e+001, A4=2.8991e-002, A6=-1.6340e-002$$

$$A8=1.2472e-002, A10=-4.3172e-003, A12=5.9190e-004$$

第七面

$$K=-8.2051e+000, A4=-8.0791e-002, A6=6.4742e-002$$

$$A8=-3.6155e-002, A10=1.5863e-002, A12=-3.2747e-003$$

[0548] $A14=7.7253e-005, A16=4.4690e-005$

第八面

$$K=-7.3049e+000, A4=-1.3561e-001, A6=2.9873e-002$$

$$A8=-2.5393e-003, A10=5.2932e-004, A12=-1.9210e-004$$

$$A14=2.0635e-005$$

第九面

$$K=-3.4495e+000, A4=-8.8150e-002, A6=2.9371e-002$$

$$A8=-7.4753e-003, A10=1.2352e-003, A12=-1.1410e-004$$

$$A14=4.3445e-006$$

各种数据

$$\text{焦距} \quad 4.041$$

$$F \text{ 数} \quad 2.881$$

$$\text{视场角} \quad 36.124$$

$$\text{像高} \quad 2.990$$

$$\text{透镜全长} \quad 5.103$$

$$BF \quad 1.226$$

透镜数据

透镜	始面	终面	焦距
1	2	3	3.314
2	4	5	-4.587
3	6	7	4.367
[0549] 4	8	9	-5.943

透镜组数据

组	始面	终面
1	2	5
2	6	7
3	8	9

[0550] 另外,伸出量为 0.149mm。

[0551] 图 38 表示的是在如上所述的透镜配置、构成的基础上的实施例 17 的单焦点光学系统 1Q 的球差(正弦条件)、像散及畸变。

[0552] 将上述列举的实施例 1~17 的单焦点光学系统 1A~1Q 套用上述的条件式(1)~(14) 时的各自的数值表示在表 1 及表 2 中。另外,在条件式(14) 中,对 1.4 μm 及 1.1 μm 这两种情况进行了表示。

[0553] 表 1

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7	实施例 8	实施例 9
条件式(1) Δv_1	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7	32.7
条件式(2) f_1/f	0.61	0.83	0.72	0.82	0.76	1.02	0.82	0.76	0.97
条件式(3) F_s/f	0.886	1.089	1.070	1.163	1.139	0.768	1.269	1.101	0.755
条件式(4) b_1/TL	0.189	0.216	0.159	0.193	0.228	0.166	0.238	0.254	0.189
条件式(5) D_1/Y	0.290	0.290	0.357	0.286	0.298	0.329	0.286	0.319	0.324
条件式(6) T_{12}/TL	0.084	0.022	0.061	0.016	0.0154	0.0183	0.078	0.088	0.079
条件式(7) T_{23}/TL	0.170	0.108	0.105	0.136	0.152	0.103	0.156	0.172	0.091
条件式(8) T_{34}/TL	0.064	0.083	0.063	0.098	0.061	0.070	0.055	0.085	0.047
条件式(9) T_2/T_2	-0.054	-0.063	-0.057	-0.066	-0.089	-0.032	-0.059	-0.069	-0.053
条件式(10) Y'/TL	0.540	0.616	0.574	0.620	0.557	0.585	0.588	0.584	0.573
条件式(11) *	31.8	37.8	34.3	37.5	37.6	37.7	37.9	37.5	37.6
条件式(14) FX/b_3	2.92	3.90	2.86	4.14	3.11	4.21	3.04	4.48	3.93
条件式(14) FX/b_5	2.29	3.14	3.02	3.26	2.44	3.30	2.38	3.52	3.09
条件式(12) Fb	2.80	2.80	2.81	2.88	2.80	2.81	2.80	2.80	2.80
条件式(13) TFS/TL	0.459	0.426	0.439	0.425	0.393	0.403	0.416	0.393	0.408

[0554]

1.4 μm
1.1 μm

[0555] [表 2]

[0556]

	实施例 10	实施例 11	实施例 12	实施例 13	实施例 14	实施例 15	实施例 16	实施例 17
条件式 (1) $\Delta v1$	32.7	32.7	58.2	37.8	32.7	32.7	32.7	32.7
条件式 (2) $f1/f$	1.15	0.88	0.81	0.77	-204.66	0.91	0.87	1.85
条件式 (3) f_s/f	0.718	0.983	0.878	-1.858	1.311	0.927	1.013	1.081
条件式 (4) $b1/TL$	0.178	0.216	0.200	0.274	0.202	0.197	0.215	0.240
条件式 (5) $d1/Y'$	0.321	0.273	0.305	0.297	0.332	0.284	0.267	0.295
条件式 (6) $T12/TL$	0.0174	0.0098	0.1224	0.0173	0.0125	0.0038	0.0038	0.0038
条件式 (7) $T23/TL$	0.113	0.118	0.099	0.106	0.005	0.119	0.127	0.159
条件式 (8) $T34/TL$	0.041	0.039	0.077	0.054	0.176	0.056	0.063	0.110
条件式 (9) $T2/T2$	-0.046	-0.070	-0.043	-0.027	0.248	-0.060	-0.061	-0.065
条件式 (10) Y'/TL	0.557	0.585	0.573	0.585	0.538	0.585	0.586	0.586
条件式 (11) w	37.5	37.7	36.5	37.7	37.7	37.7	37.6	36.0
条件式 (14) $PX/h3$	5.16	3.77	5.32	3.06	4.87	3.81	3.93	4.57
条件式 (14) $PX/h3$	4.06	2.96	4.18	2.40	3.83	3.00	3.09	3.59
条件式 (12) F_n	2.81	2.80	2.80	2.88	2.80	2.80	2.80	2.88
条件式 (13) Tss/TL	0.299	0.445	0.287	0.592	0.287	0.446	0.421	0.344

1.4 μm
1.1 μm

[0557] 如上所述,上述实施例 1 ~ 17 的单焦点光学系统 1A ~ 1Q 满足本发明的必要条件的结果是,与现有的光学系统相比,能够实现小型化及高性能化,且不会影响到其他规格及生产性,且能够解决近年来在批量生产工序中成为问题的灰尘附着。而且,上述实施例 1 ~ 17 的单焦点光学系统 1A ~ 1Q 在摄像装置 21 及数字设备 3 搭载上,特别是在向便携终端 5 搭载上,能够充分地实现小型化,另外,能够采用高像素的摄像元件 16。

[0558] 例如,8M 像素、12M 像素及 20M 像素等级别(等级)的高像素的摄像元件 16 在摄像元件 16 的尺寸恒定的情况下,像素间距缩短(像素面积变小),因此单焦点光学系统 1 需要该像素间距相应的分辨率,在以其所需要的分辨率例如以 MTF 来评价单焦点光学系统 1 的情况下,例如,需要将诸像差抑制在用规格等规定的规定范围内,如各像差图所示,上述实施例 1 ~ 17 的单焦点光学系统 1A ~ 1Q 的诸像差被抑制在规定的范围内。

[0559] 另外,近年来,作为低成本且大量地安装摄像装置的方法,提出了如下技术,即,对

事先灌注有焊料的基板,在载置有 IC 芯片及其他电子零件和光学元件的状态下,进行软熔处理(加热处理),通过使焊料熔化,将电子零件和光学元件同时安装于基板。

[0560] 为了利用这种软熔处理进行安装,需要将光学元件与电子零件一同加热到约 200 ~ 260℃,但在这样的高温下,使用热塑性树脂的透镜会导致热变形或者变色,导致其光学性能下降。因此,在利用软熔处理进行安装的情况下,也可以使用耐热性能优异的玻璃模制透镜,来实现小型化和高温环境下的光学性能两者。在此,这种玻璃模制透镜比使用热塑性树脂的透镜成本高。因此,透镜材料也可以使用能量固化性树脂。这种能量固化性树脂的透镜材料与使用聚碳酸酯系及聚烯烃系那样的热塑性树脂的透镜相比,暴露于高温时的光学性能的下降小,因此软熔处理有效,且比玻璃模制透镜易制造,价格又便宜,能够兼得组装有光学系统的摄像装置的低成本性和批量生产性两者。另外,能量固化性树脂也是指热固化性树脂及紫外线固化性树脂中的某一种。本实施方式的单焦点光学系统 1 的透镜也可以为由这种能量固化性树脂形成的透镜。热固化性树脂作为一例,举出在新中村化学公司研制的 NK 酯 DCP(三环癸烷二甲醇二甲基丙烯酸酯)中添加作为聚合引发剂的 1 质量% 的日本油脂公司研制的 PERBUTYL[®]0(パーブチル 0),且在 150℃ 下使其固化 10min(分钟)而得到的树脂。

[0561] 另外,本实施例关于入射到固体摄像元件的摄像面的光束的主光线入射角,因单焦点光学系统 1 要求的规格而在摄像面周边部不一定是充分小的设计。但是,在最近的技术中,通过固体摄像元件的滤色片及微透镜阵列片的排列的修改,能够减轻斑点。具体而言,如果相对于摄像元件的摄像面的像素间距而比其稍小地设定滤色片及微透镜阵列片的排列的间距,则越靠近摄像面的周边部,相对于各像素而言,滤色片及微透镜阵列片越向摄像透镜光轴侧偏移,因此能够将斜入射的光束高效地导入各像素的受光部。由此,能够抑制固体摄像元件发生的发暗减小。

[0562] 另外,近年来,用与现有不同的制作方法制作固体摄像元件的技术逐渐开展起来。在叫做背面照射型的该技术中,由于受光部配置于配线层更靠摄像透镜侧,因此到达受光部的实质的光量增加,低亮度灵敏度的提高及抑制斜入射造成的周边光量下降的效果极大。

[0563] 本实施例为考虑到这些周边技术且以更小型化为目标的设计例。

[0564] 为了表达本发明,作如下解释,即,在上述中,参照附图且通过实施方式对本发明进行了适当且充分的说明,如果是从业者,就要认识到对上述的实施方式进行变更及/或改进是不难做到的。因此,从业者实施的变更方式或改进方式只要不脱离技术方案记载的技术方案的范围的水平,则该变更方式或该改进方式就包括在该技术方案的范围内。

[0565] 符号说明

[0566] AX 光轴

[0567] 1、1A ~ 1Q 单焦点光学系统

[0568] 3 数字设备

[0569] 5 便携式电话

[0570] 11、Gr1 第一透镜组

[0571] 12、Gr2 第二透镜组

[0572] 13、Gr3 第三透镜组

- [0573] L1 第一透镜
- [0574] L2 第二透镜
- [0575] L3 第三透镜
- [0576] L4 第四透镜
- [0577] L5 第五透镜
- [0578] 14、ST 光圈
- [0579] 16、SR 摄像元件
- [0580] 21 摄像装置

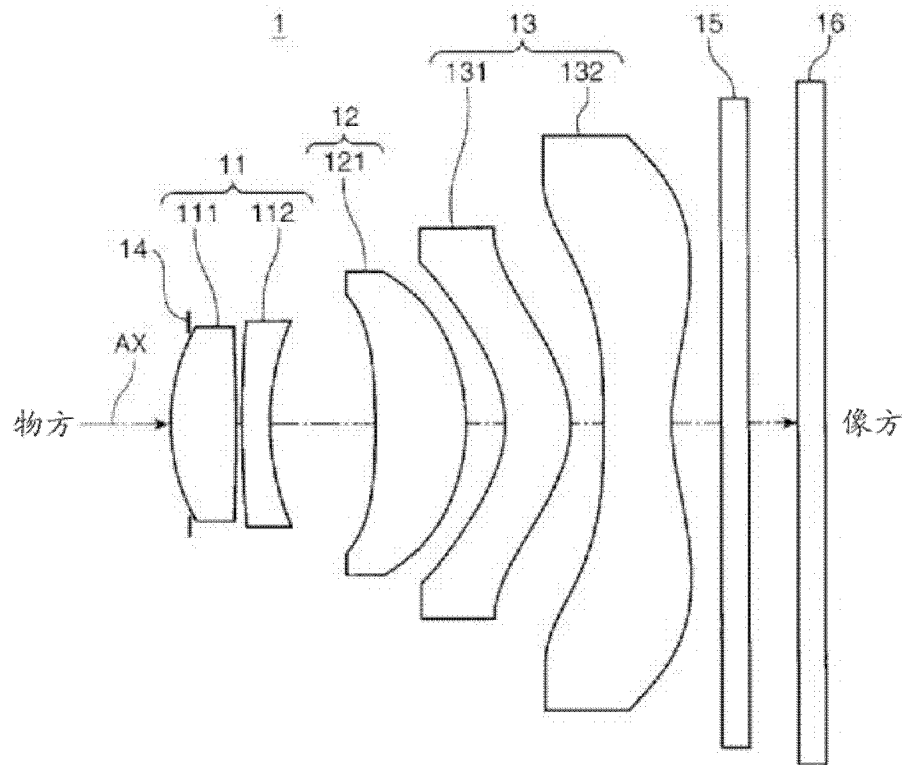


图 1

像面入射角的定义

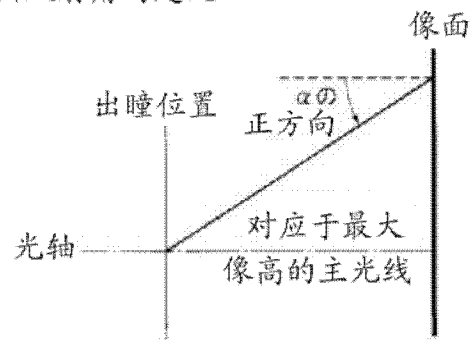


图 2

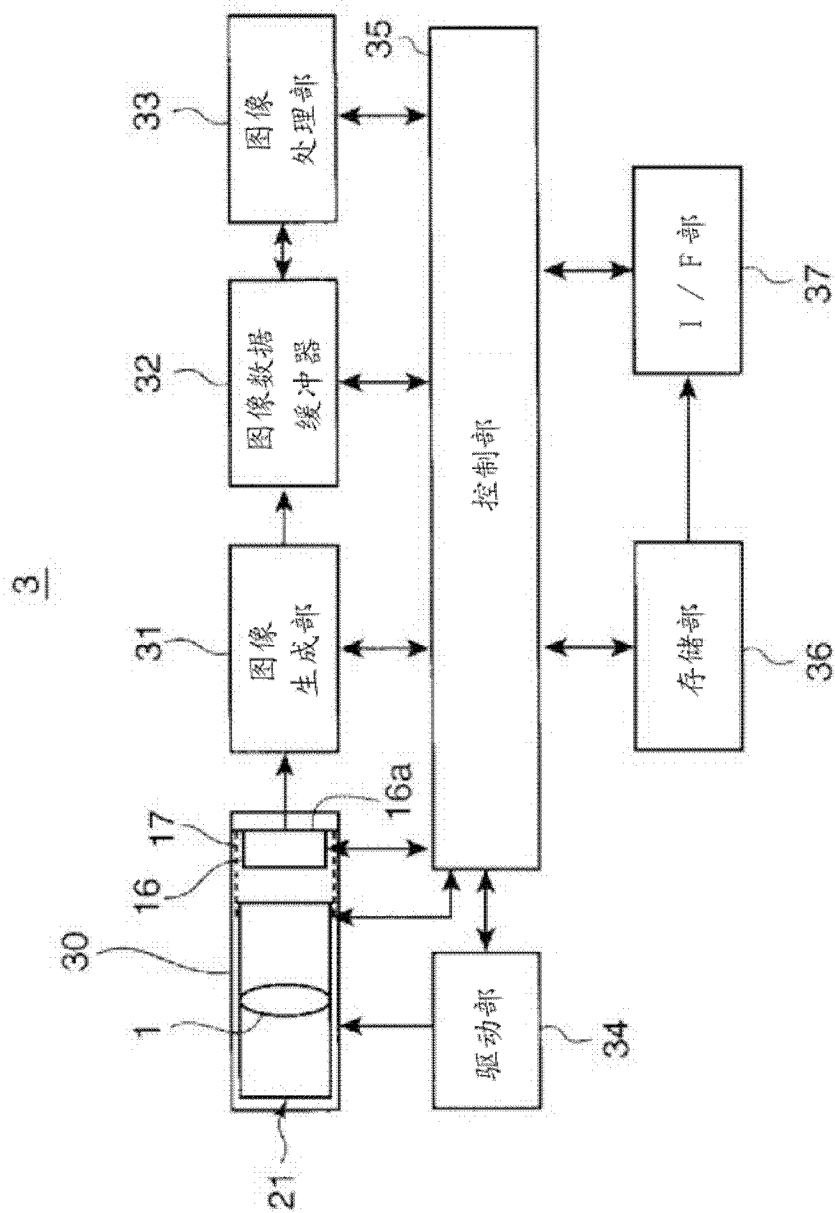


图 3

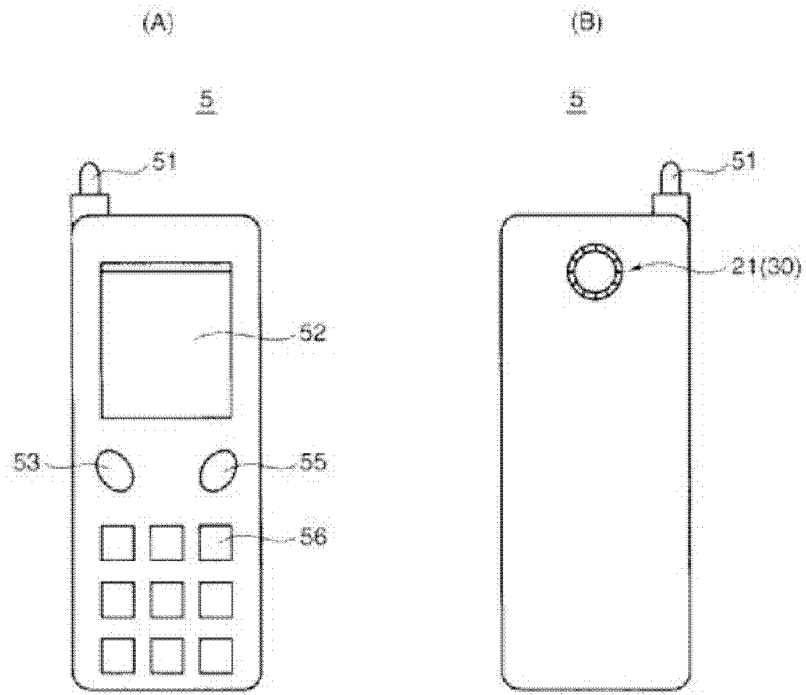


图 4

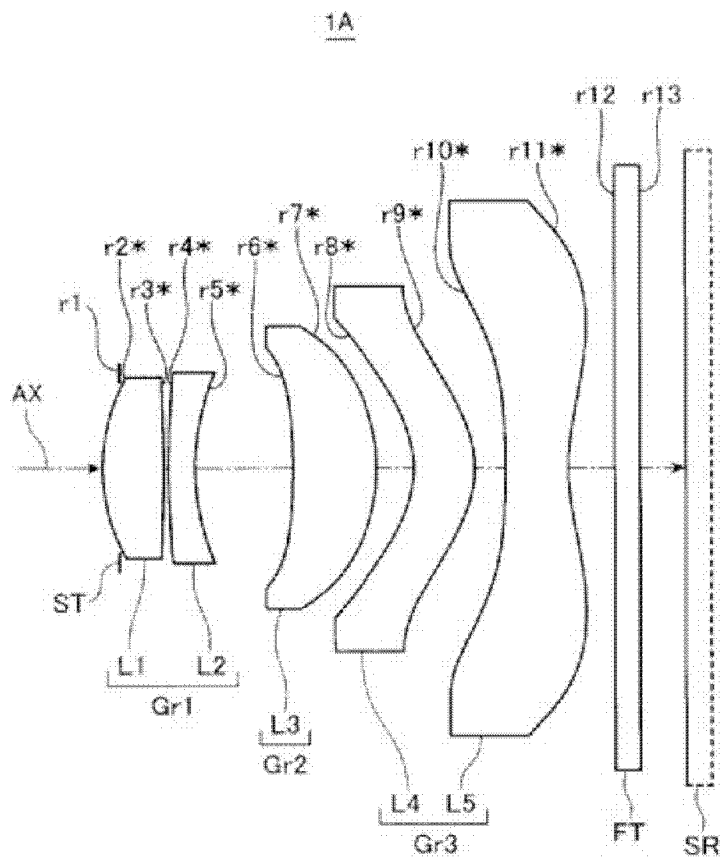


图 5

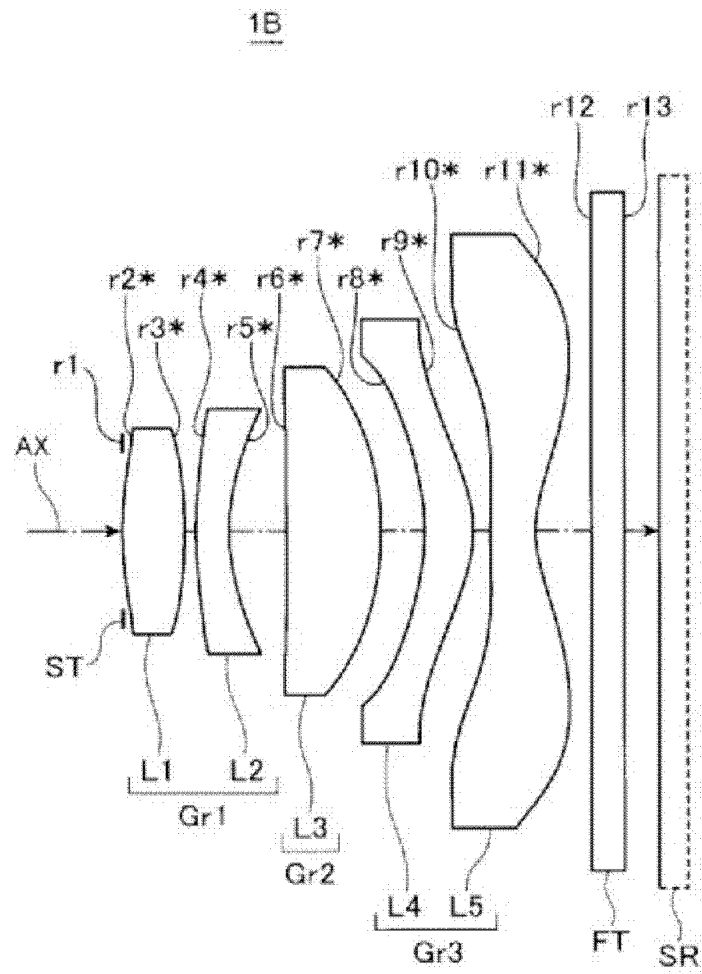


图 6

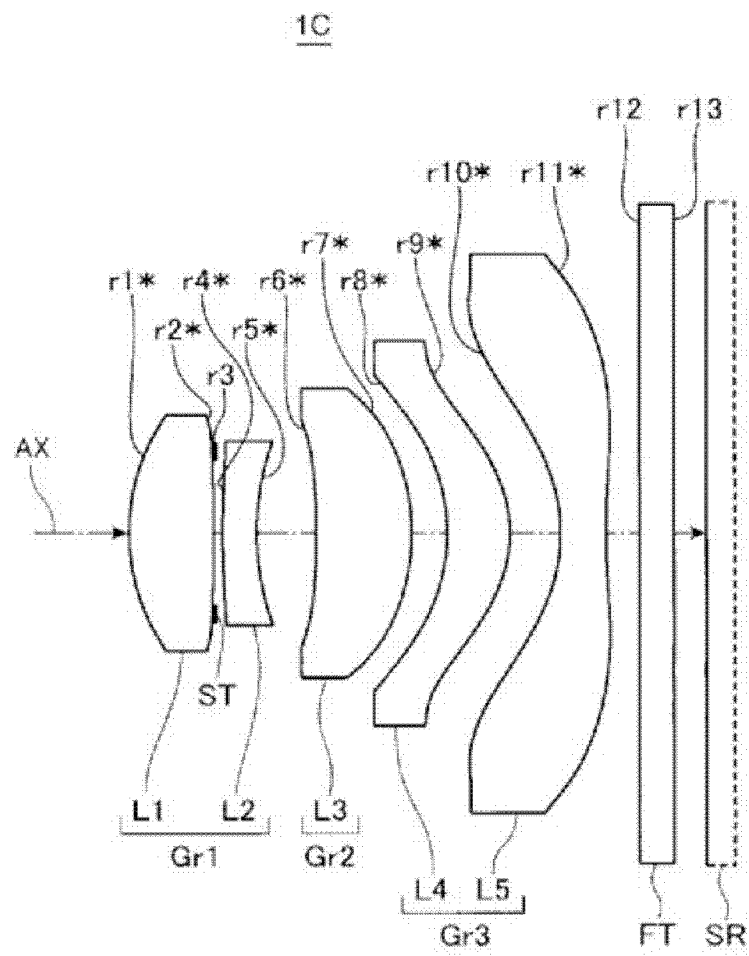


图 7

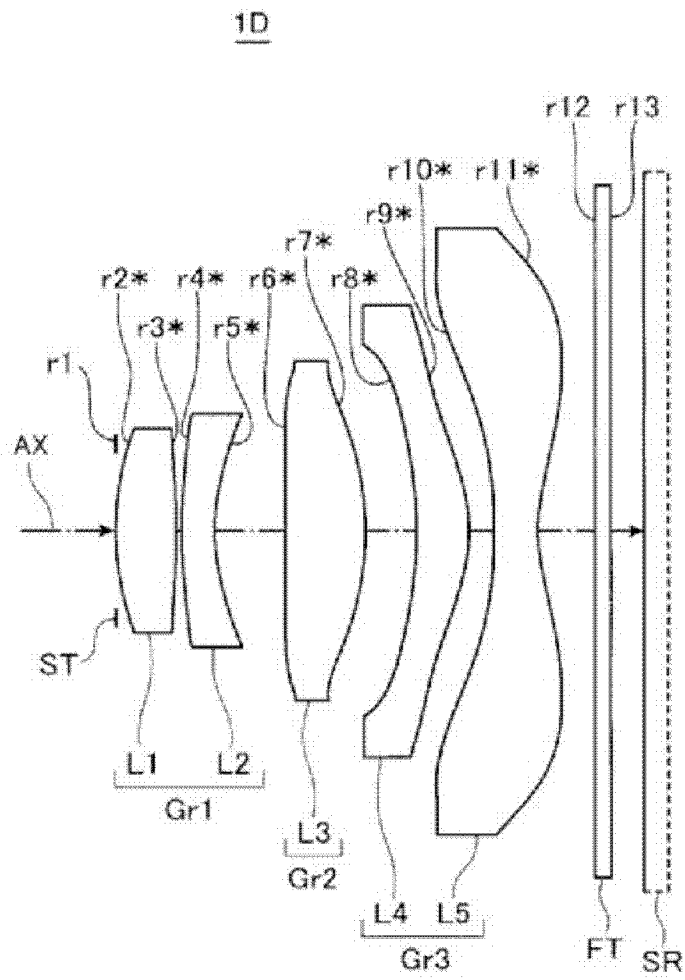


图 8

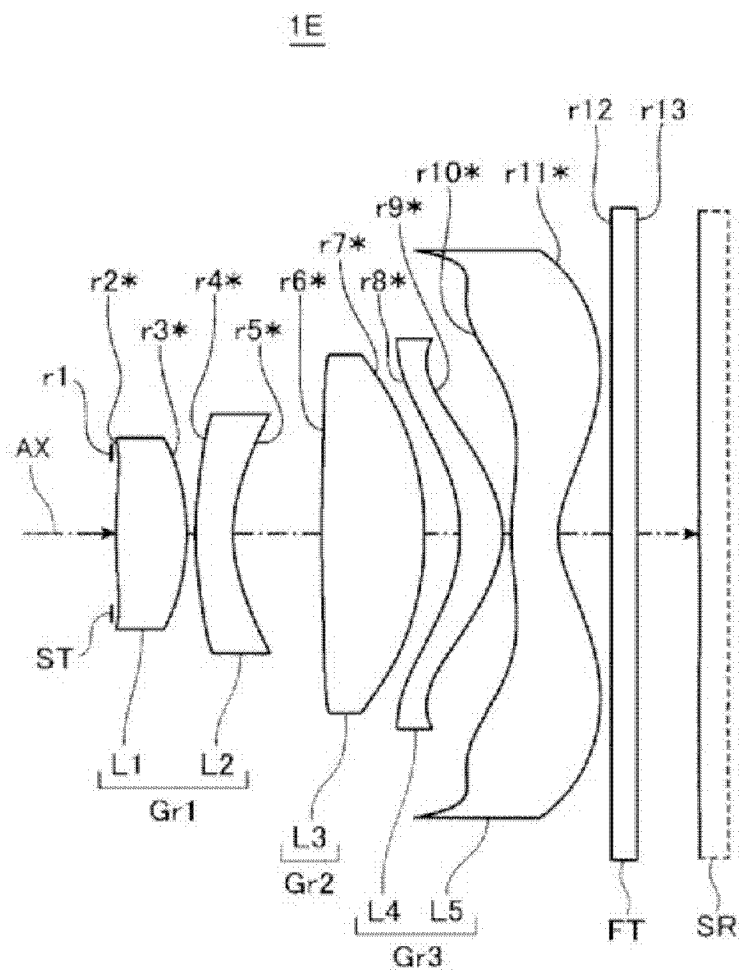


图 9

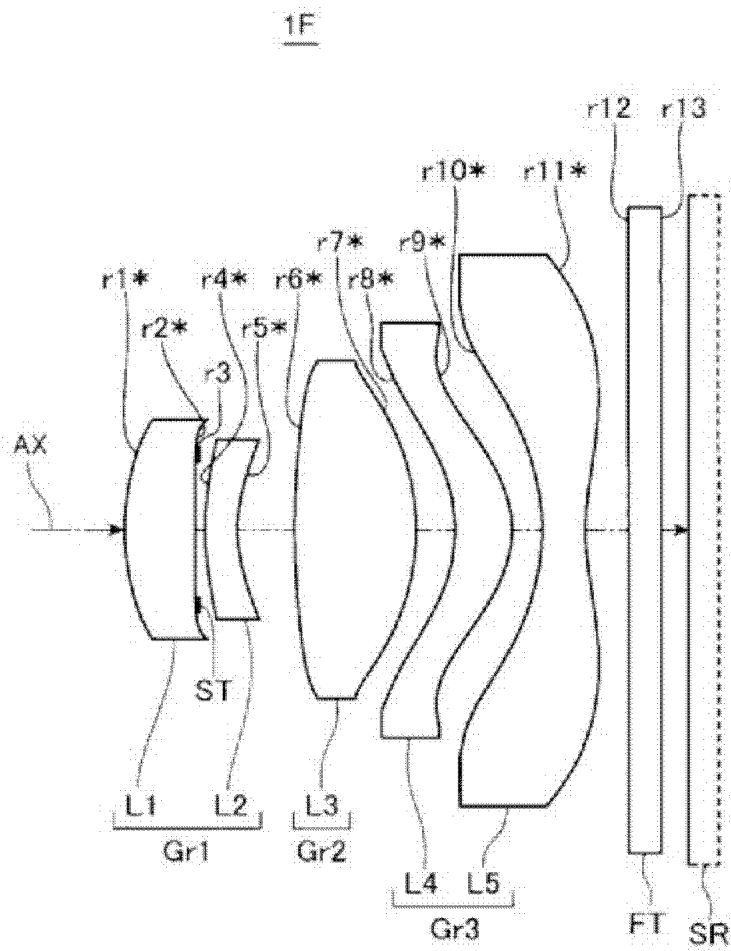


图 10

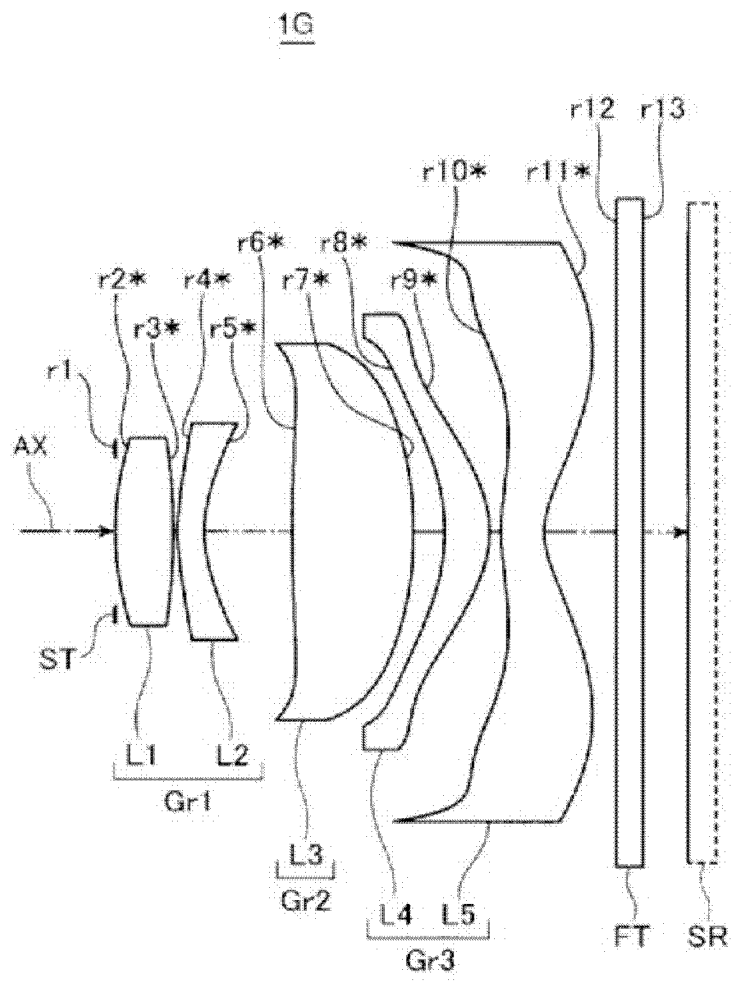


图 11

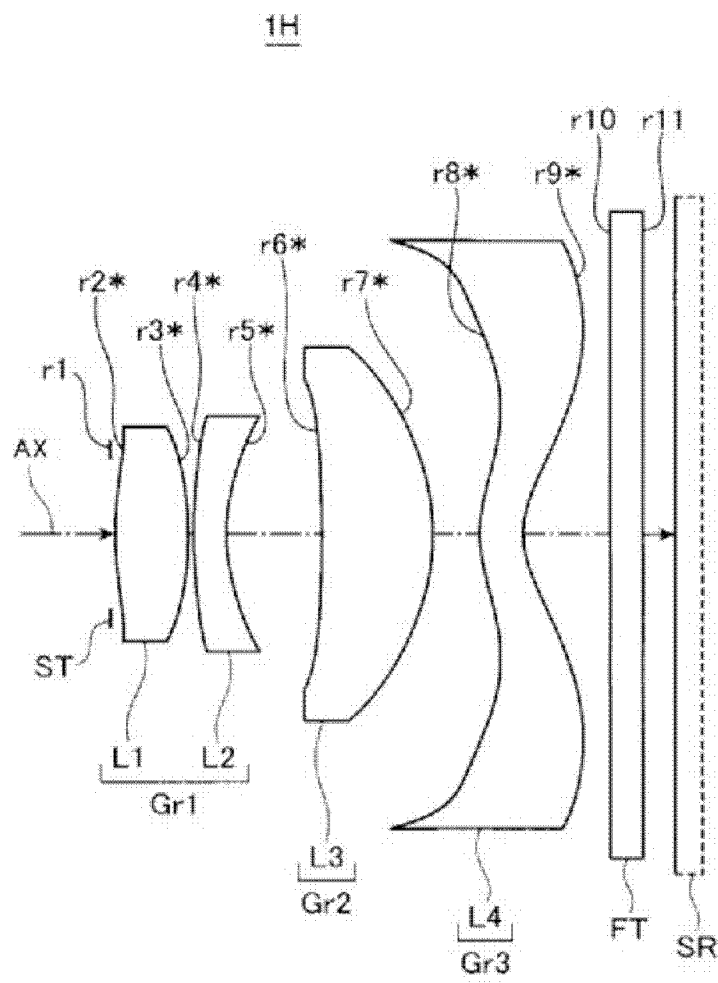


图 12

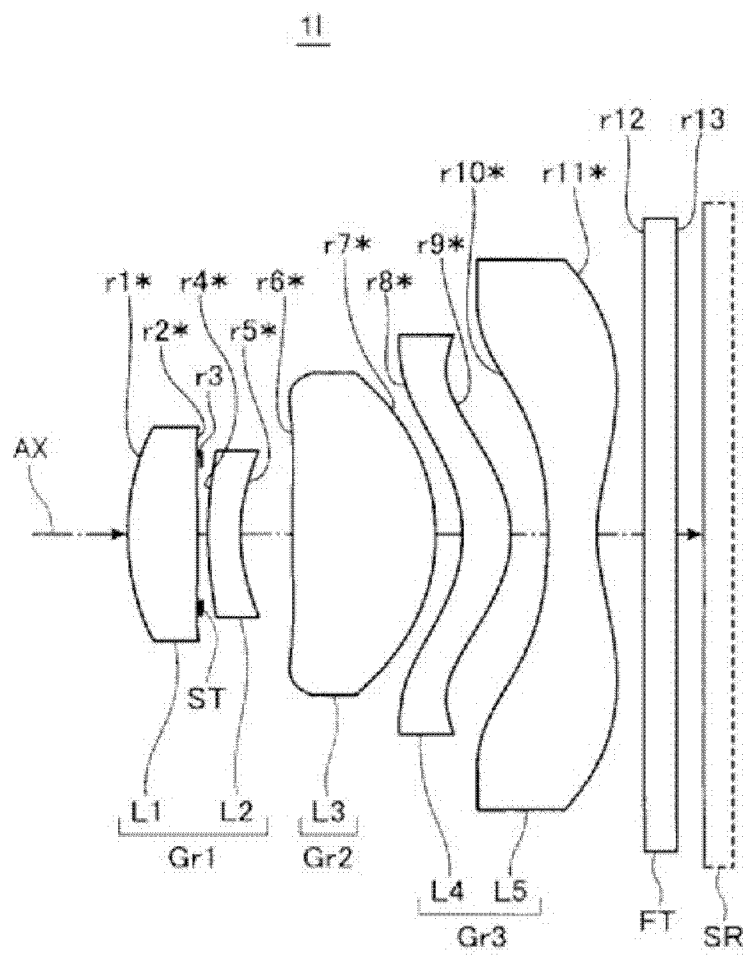


图 13

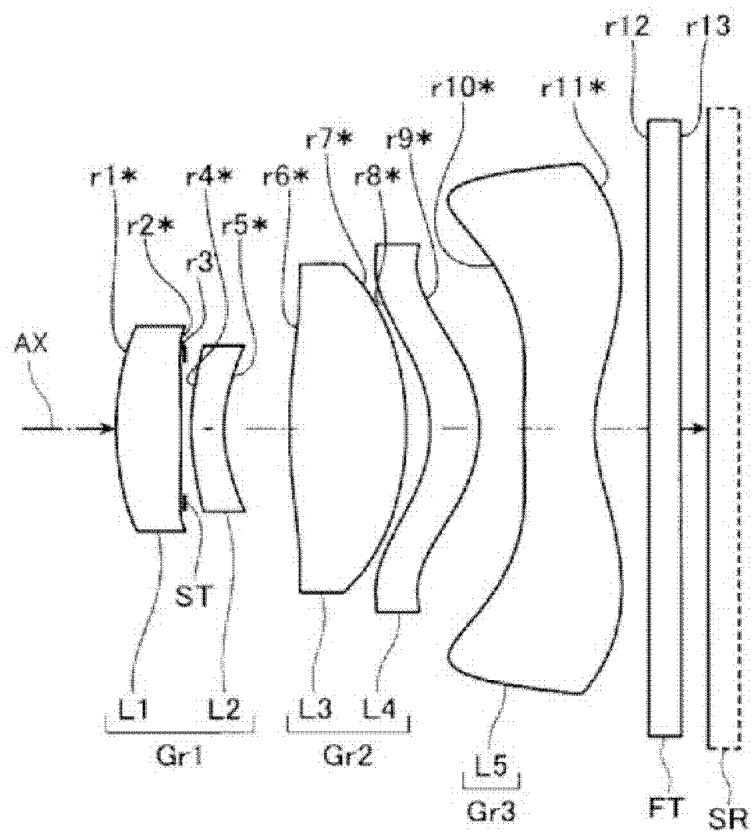
1J

图 14

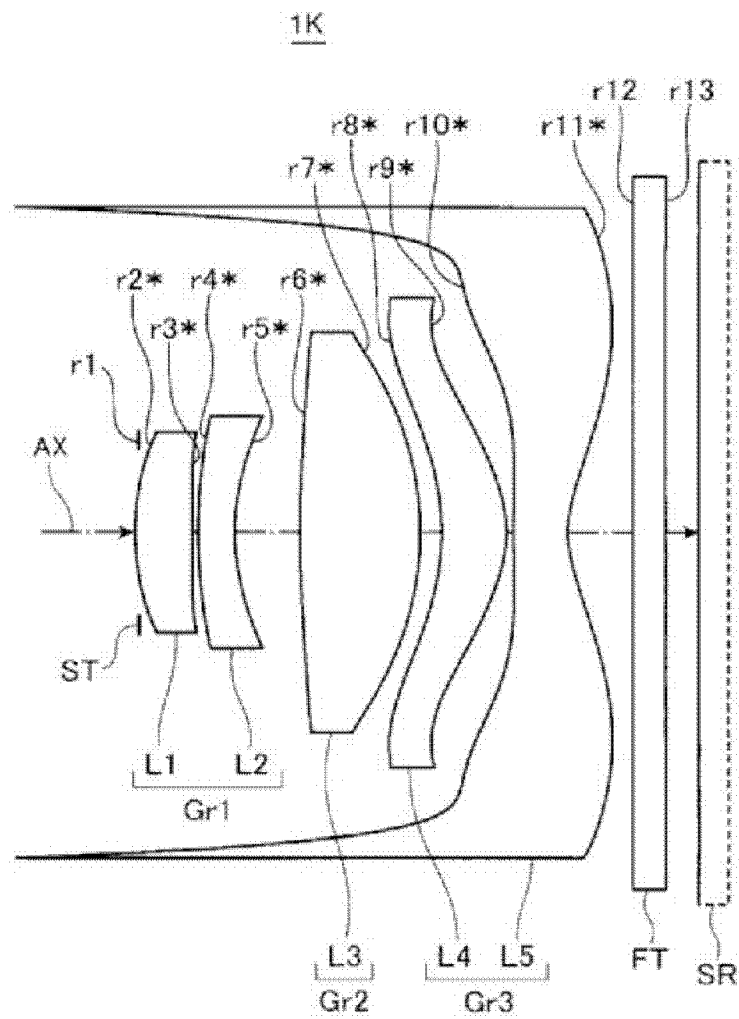


图 15

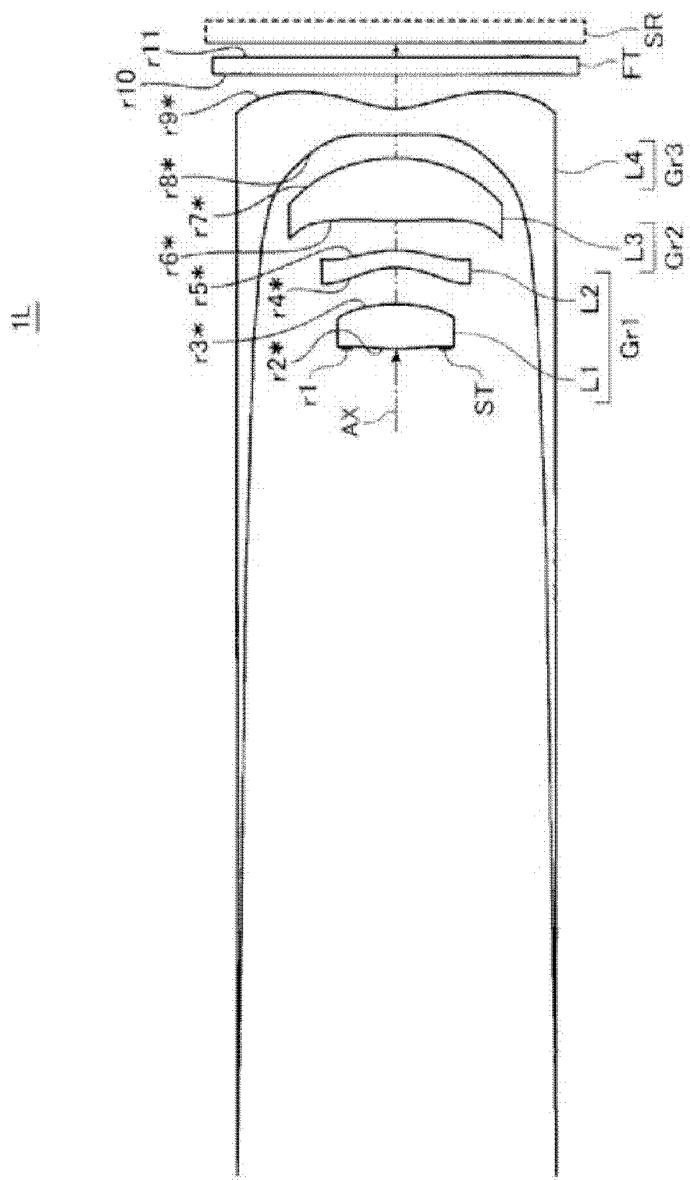


图 16

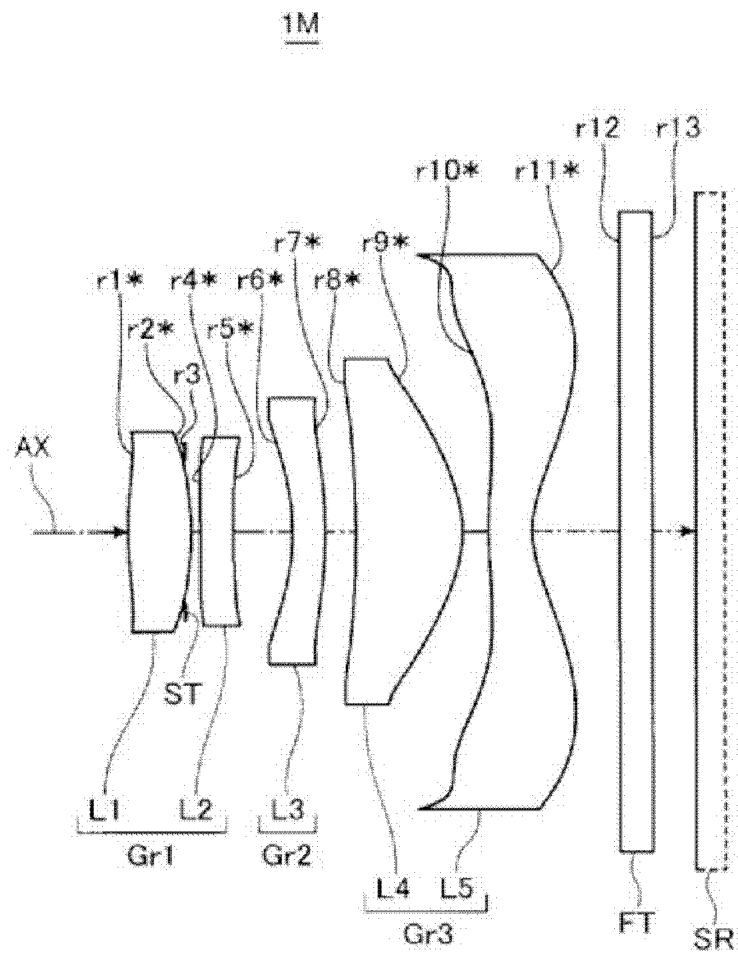


图 17

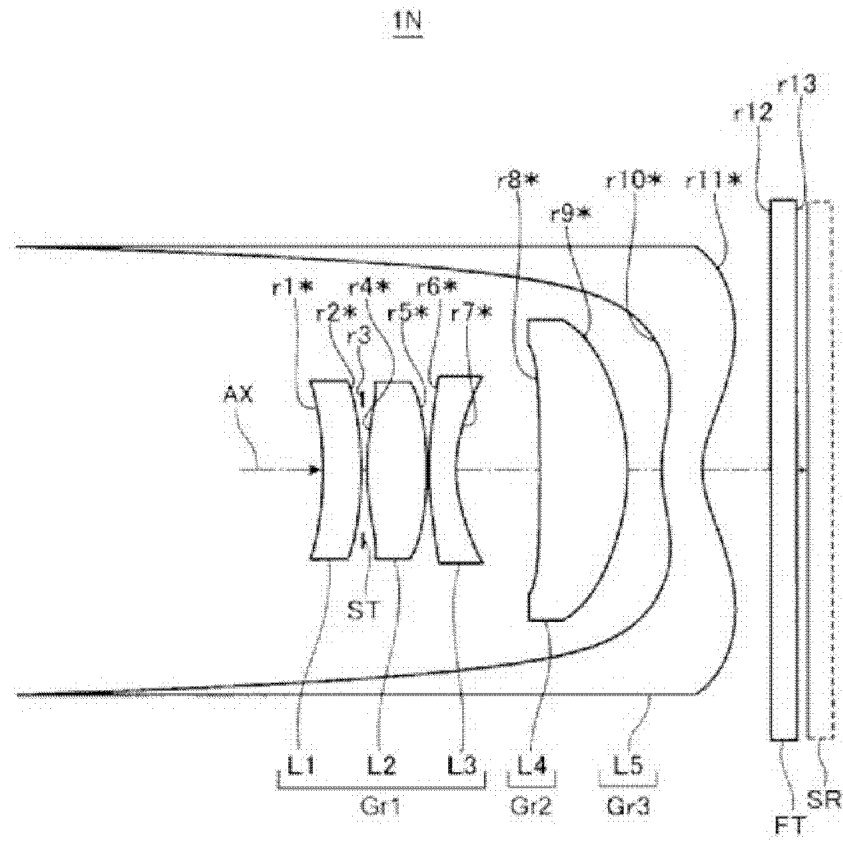


图 18

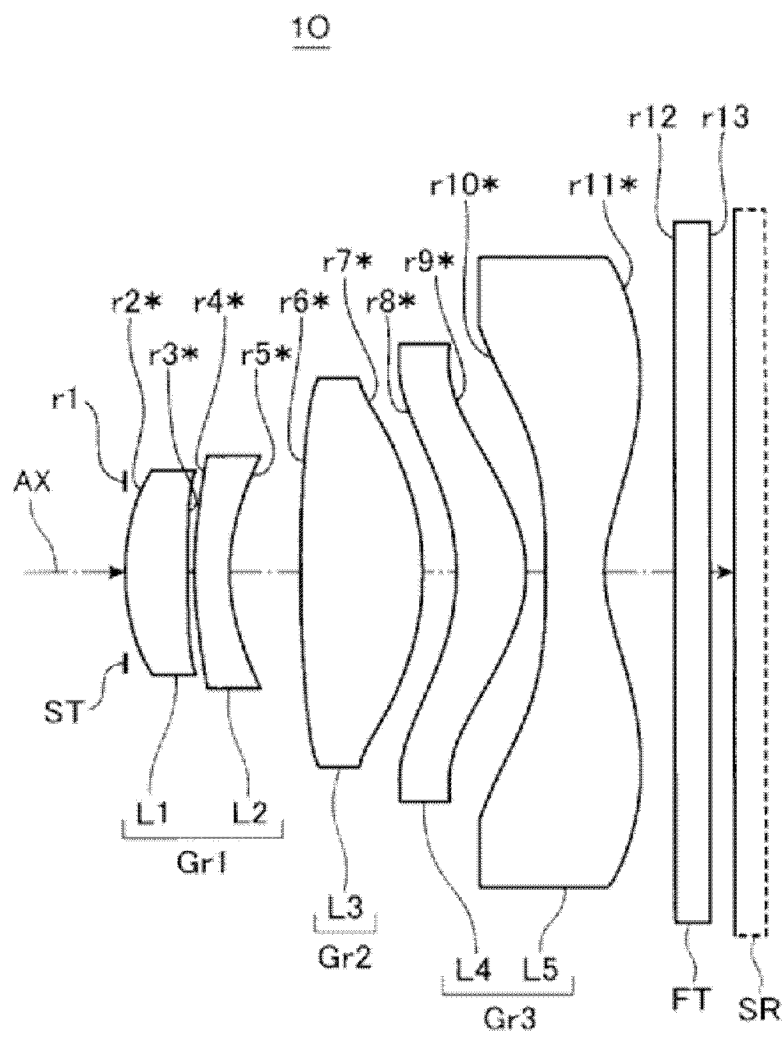


图 19

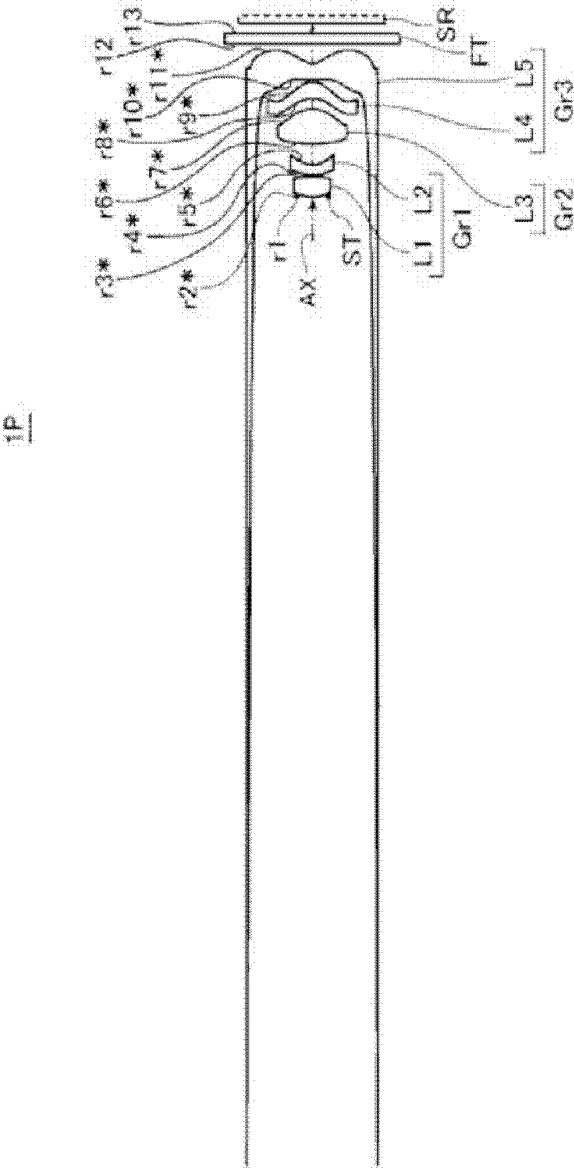


图 20

1Q

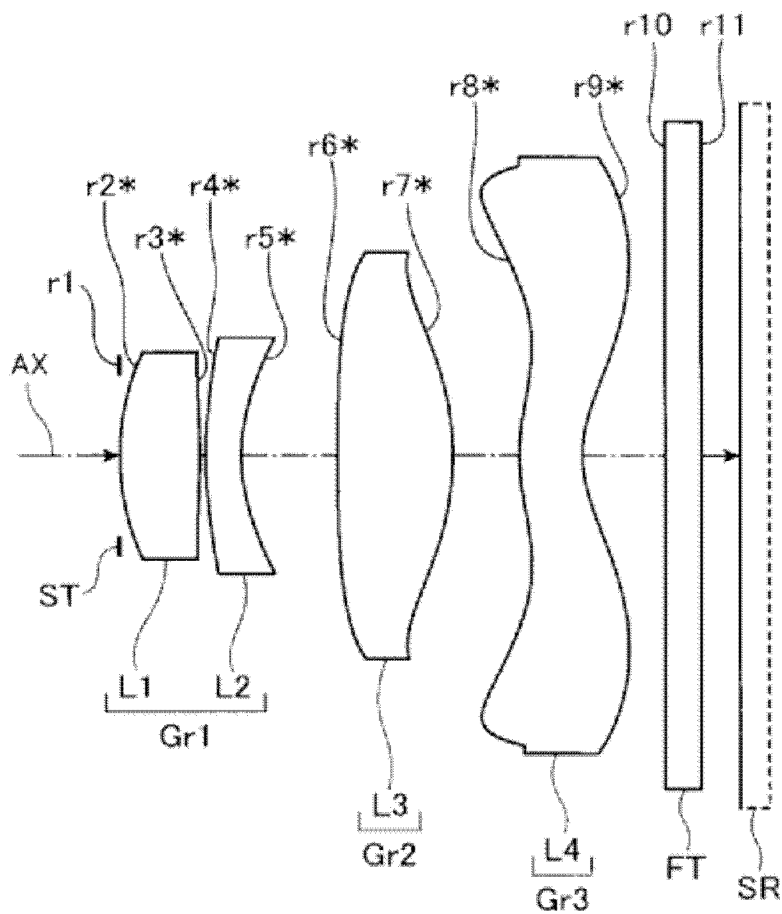


图 21

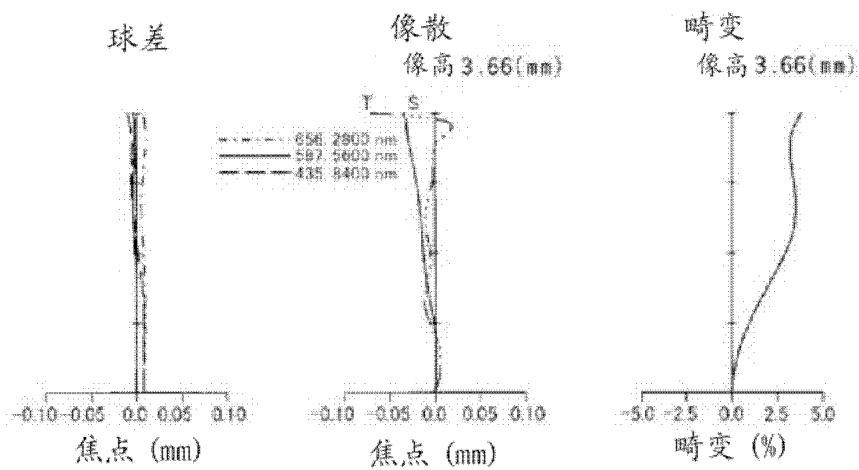


图 22

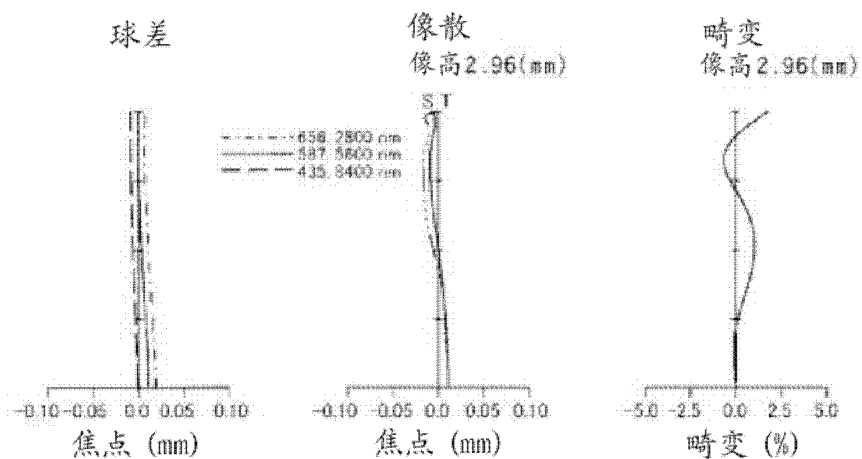


图 23

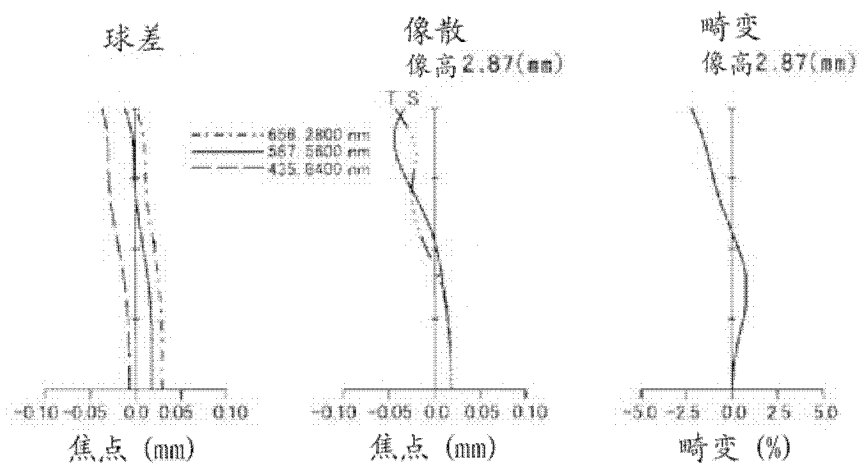


图 24

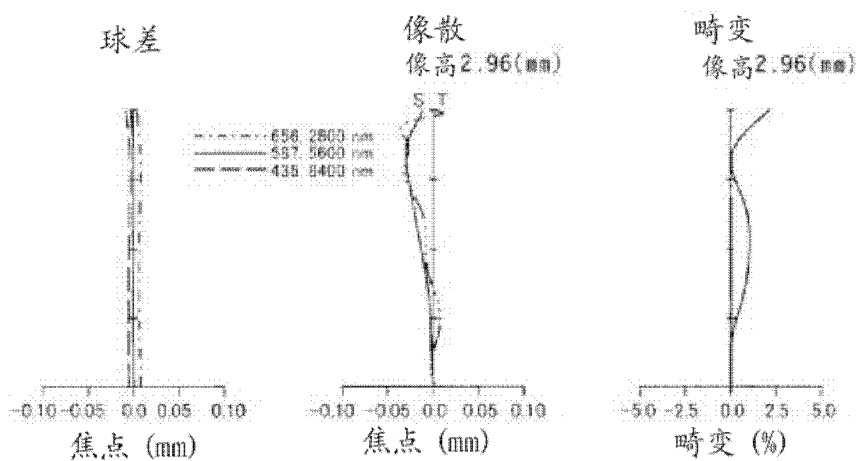


图 25

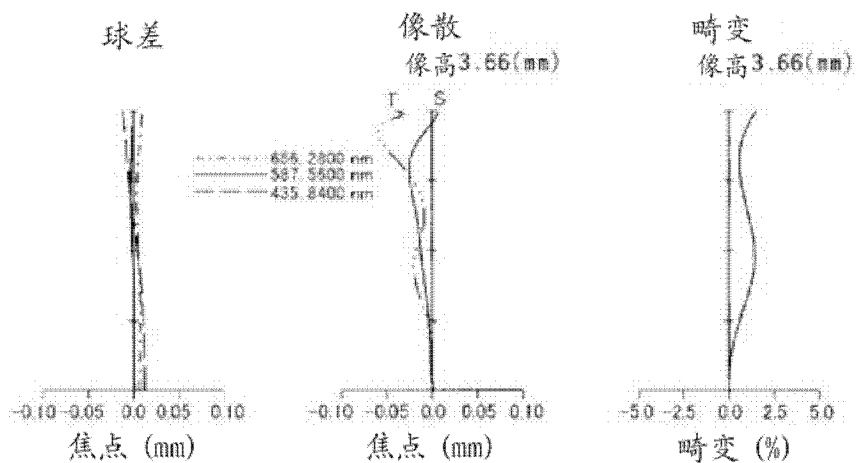


图 26

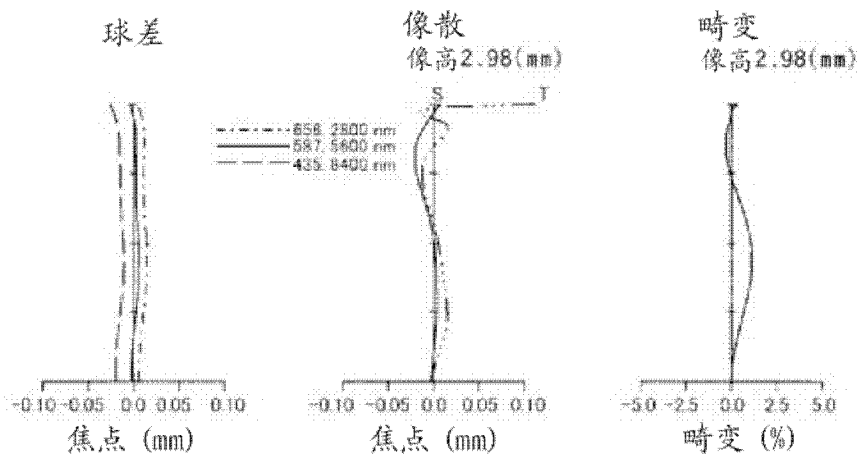


图 27

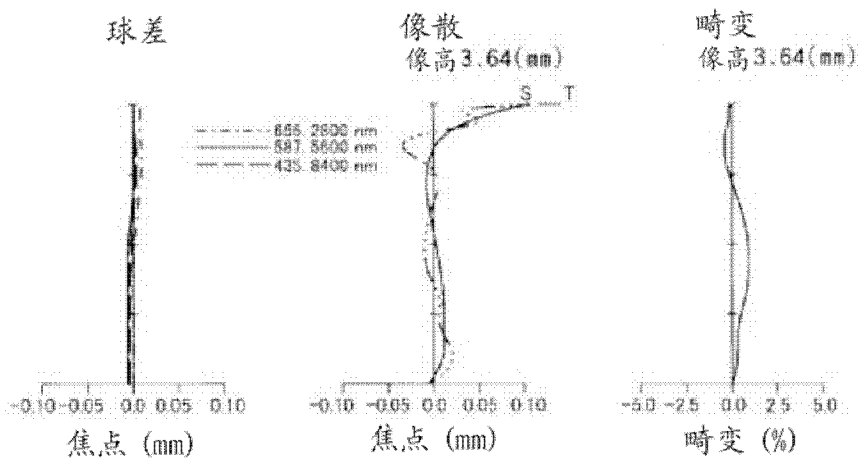


图 28

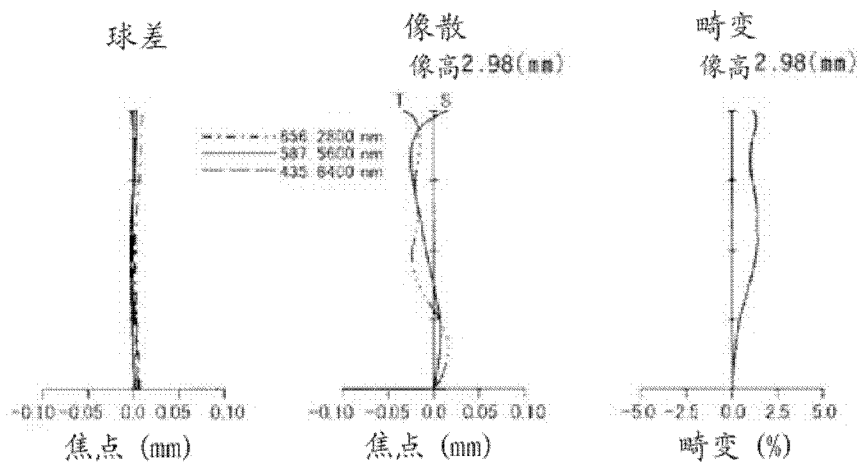


图 29

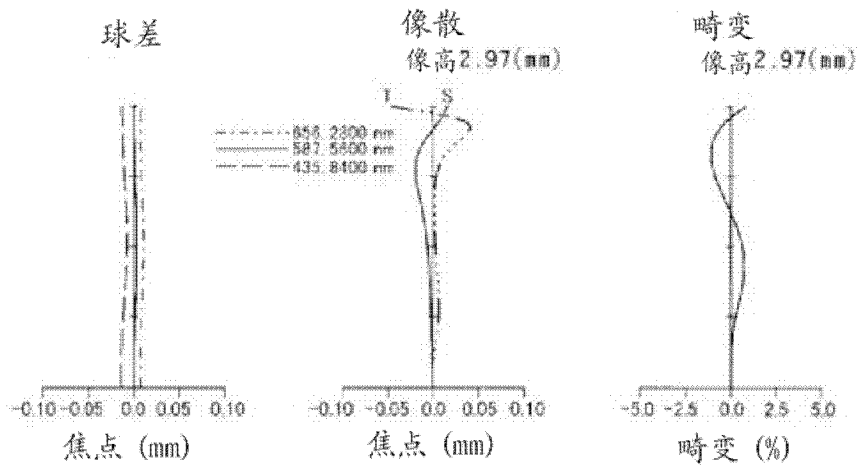


图 30

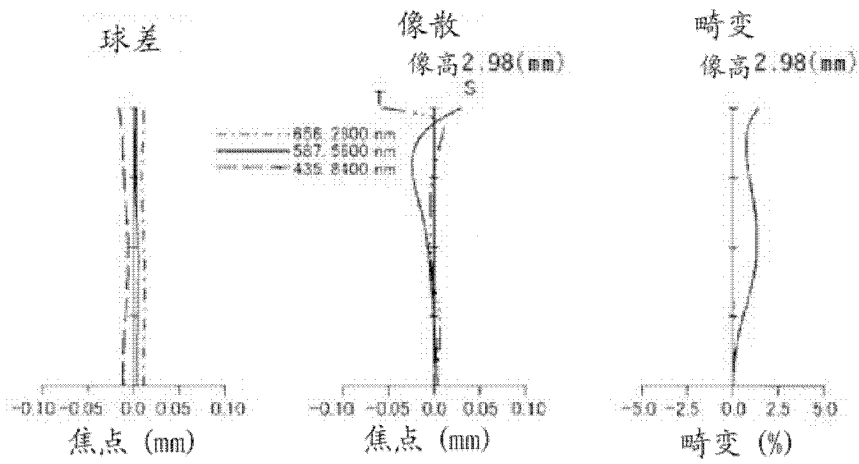


图 31

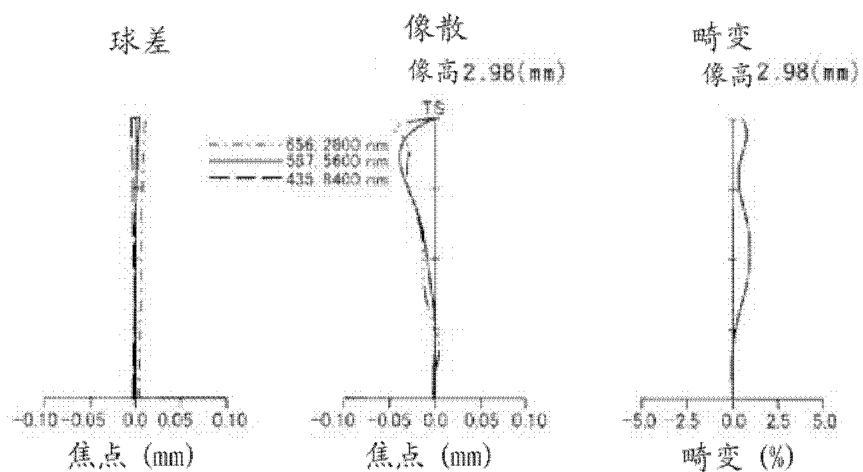


图 32

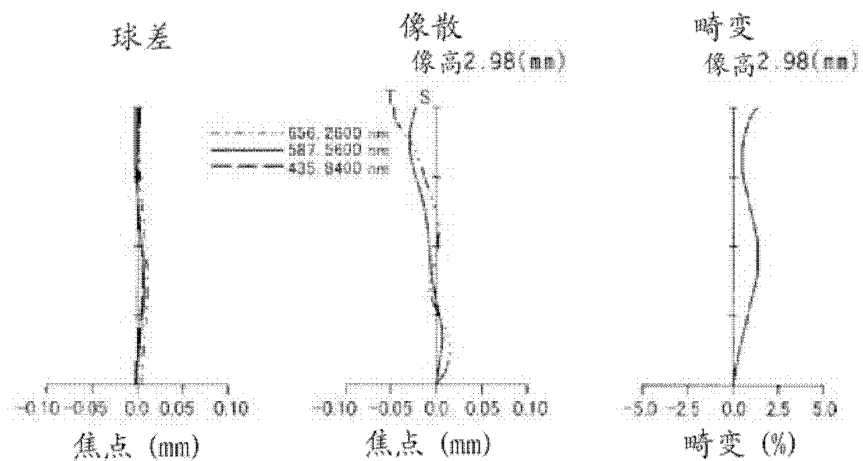


图 33

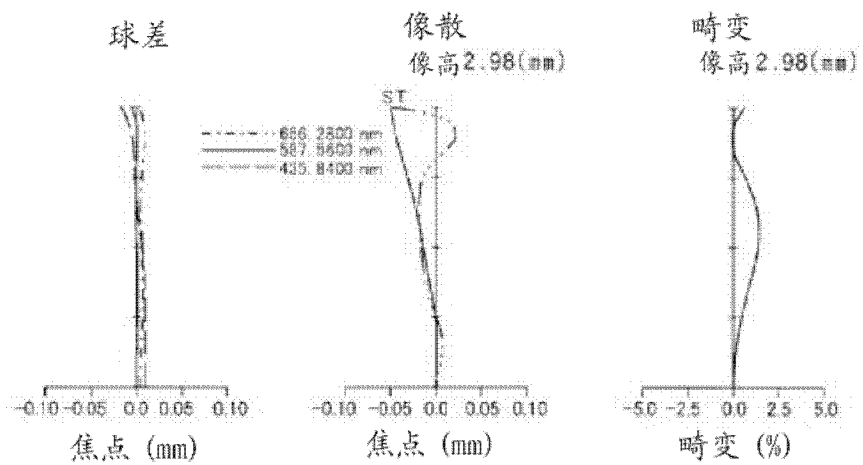


图 34

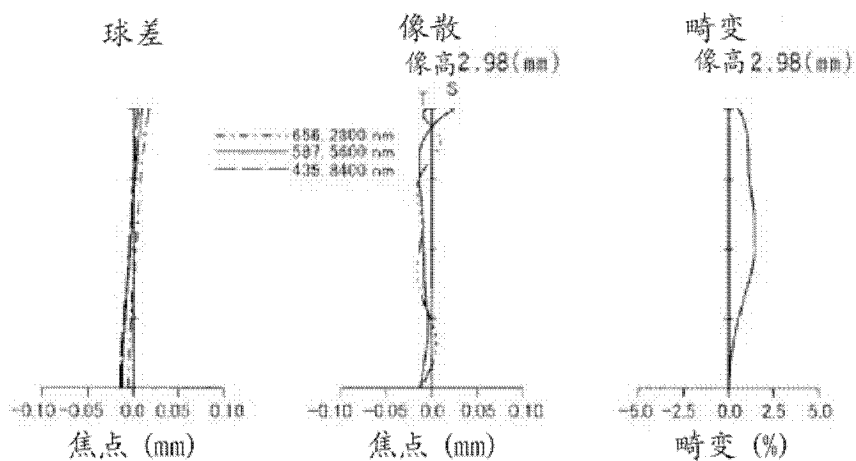


图 35

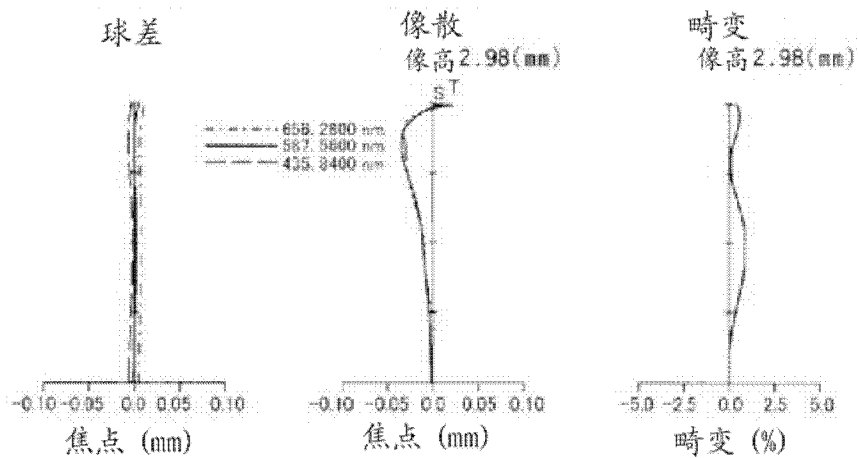


图 36

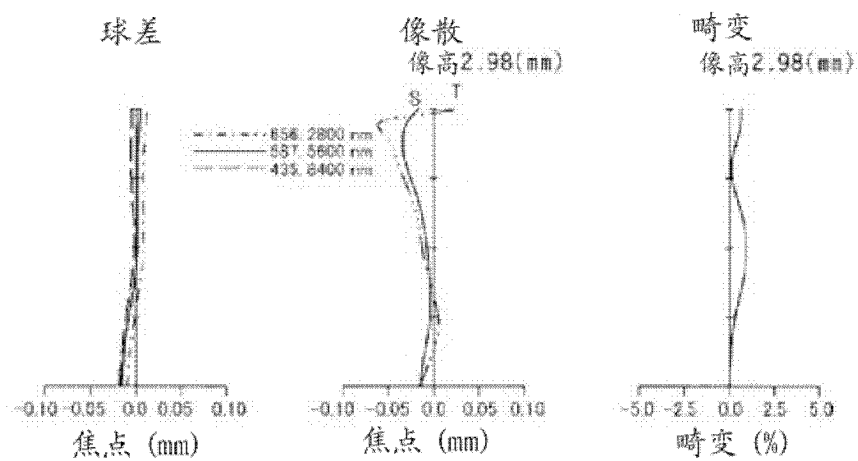


图 37

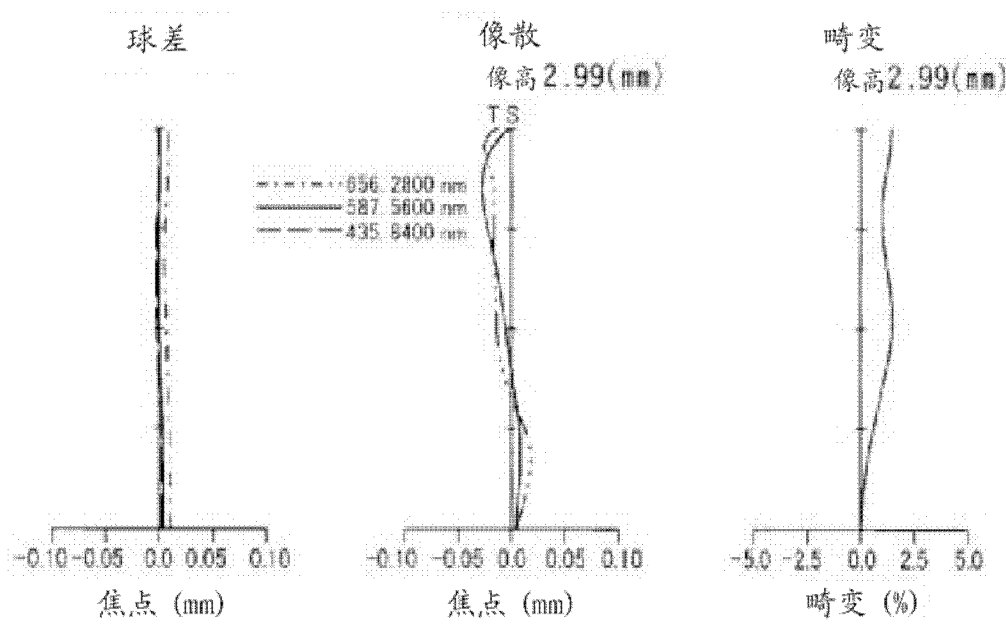


图 38