



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102200625 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201110066338. 3

(22) 申请日 2011. 03. 18

(30) 优先权数据

2010-068921 2010. 03. 24 JP

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 足立要人 三村隆之

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51) Int. Cl.

G02B 15/173 (2006. 01)

G02B 13/18 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005254138 A1, 2005. 11. 17, 说明书第
161、288-289、339-340 段, 图 46、91.

US 4776680 A, 1988. 10. 11, 全文.

JP 特开平 8-211290 A, 1996. 08. 20, 全文.

JP 特开 2003-315676 A, 2003. 11. 06, 全文.

CN 1864087 A, 2006. 11. 15, 全文.

CN 1646966 A, 2005. 07. 27, 全文.

审查员 高迎春

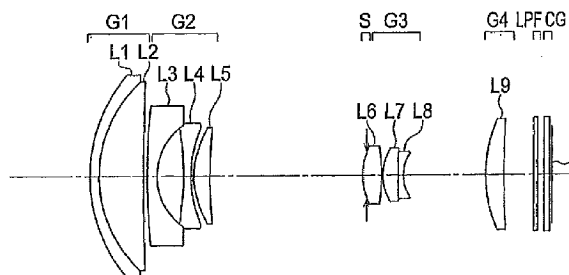
权利要求书1页 说明书27页 附图15页

(54) 发明名称

成像光学系统以及具有该成像光学系统的电
子摄像装置

(57) 摘要

本发明提供成像光学系统以及具有该成像光
学系统的电子摄像装置。本发明的成像光学系统
从物体侧起依次包括正屈光力的第 1 透镜组、负
屈光力的第 2 透镜组、正屈光力的第 3 透镜组、正
屈光力的第 4 透镜组, 所述成像光学系统的特征
在于, 构成所述第 2 透镜组的屈光力最强的正单
透镜对于 d 线的折射率, 在构成所述第 2 透镜组
的透镜的折射率中是最小的。



1. 一种成像光学系统,其从物体侧起依次包括正屈光力的第1透镜组、负屈光力的第2透镜组、正屈光力的第3透镜组、正屈光力的第4透镜组,所述成像光学系统的特征在于,

构成所述第2透镜组的屈光力最强的正单透镜对于d线的折射率,在构成所述第2透镜组的透镜的折射率中是最小的,并且,所述正单透镜形成为凸向物体侧的弯月透镜形状,

所述第2透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:

$$0.40 \leq f_p / (f_w \cdot f_t)^{1/2} \leq 0.90 \quad \cdots \cdots (4-1)$$

其中, f_p 表示所述第2透镜组的所述正单透镜的焦距,

f_w 表示广角端的光学系统整体的焦距,

f_t 表示望远端的光学系统整体的焦距。

2. 根据权利要求1所述的成像光学系统,其特征在于,在所述第2透镜组内具有至少一个中心壁厚比所述正单透镜小的凹透镜。

3. 根据权利要求1所述的成像光学系统,其特征在于,所述第2透镜组中屈光力最强的所述正单透镜位于所述第2透镜组中最靠近像面侧的位置。

4. 根据权利要求1所述的成像光学系统,其特征在于,所述第2透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:

$$1.45 \leq n_{dp} \leq 1.75 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$10 \leq v_{dp} \leq 35 \quad \cdots \cdots (2)$$

其中, n_{dp} 表示所述第2透镜组中的所述正单透镜对于波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$ 的d线的折射率,

v_{dp} 表示所述第2透镜组中的所述正单透镜对于波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$ 的d线的阿贝数 $(n_{dp} - 1) / (n_{Fp} - n_{Cp})$,

n_{dp} 、 n_{Cp} 、 n_{Fp} 分别表示所述正单透镜对于d线、C线、F线的折射率。

5. 根据权利要求1所述的成像光学系统,其特征在于,所述第2透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:

$$0.6 \leq \theta_{gF} \leq 0.75 \quad \cdots \cdots (3)$$

其中, θ_{gF} 表示所述第2透镜组中的所述正单透镜的部分色散比 $\theta_{gF} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$,

n_g 表示所述正单透镜对于波长 $\lambda = 435.84\text{nm}$ 的g线的折射率, n_F 表示所述正单透镜对于波长 $\lambda = 486.13\text{nm}$ 的F线的折射率, n_C 表示所述正单透镜对于波长 $\lambda = 656.27\text{nm}$ 的C线的折射率。

6. 一种电子摄像装置,其特征在于,所述电子摄像装置具有:

权利要求1所述的成像光学系统;以及

光电转换元件,

所述成像光学系统在所述光电转换元件上形成像。

成像光学系统以及具有该成像光学系统的电子摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及成像光学系统,尤其涉及适合于电子摄像光学系统的、高变倍比且成像性能良好的薄型的成像光学系统,以及具有该成像光学系统的电子摄像装置。

背景技术

[0002] 数字相机在高像素数(高像素化)和小型薄型化方面已达到实际应用的水平,在功能方面和市场方面也取代银盐 35mm 胶片相机。因此,作为其后续发展方向之一,在保持现行的小且薄的尺寸的基础上,强烈要求高变倍比和更高像素数。

[0003] 过去,通常采用在高变倍方面比较强的 4 组以上的所谓正主导型(positive lead type)。但是,几乎都是远摄比超过 1 的结构,不能说足够小。

[0004] 在将正主导型的光学系统小型化时,必须缩短望远端的全长。但是,如果在望远端缩短光学系统的全长,则产生负的像面弯曲。因此,不能满足成像性能。

[0005] 作为兼顾小型化和像面弯曲校正的方法,也考虑向正主导型光学系统的第 2 透镜组导入低折射率的凸透镜。

[0006] 例如,在日本特开 2008 — 203453 号公报的实施例 1 中,第 2 透镜组内的透镜中的凸透镜的折射率为最小。

[0007] 另外,例如在日本特开 2009 — 9121 号公报中,是这样的结构:配置了在第 2 透镜组内的透镜中折射率最低的正透镜。

[0008] 【现有技术文献】

[0009] 【专利文献】

[0010] 【专利文献 1】日本特开 2008 — 203453 号公报

[0011] 【专利文献 2】日本特开 2009-9121 号公报

[0012] 在日本特开 2008-203453 号公报公开的光学系统中,凸透镜被配置为接合透镜。因此,针对像散和彗形像差等轴外像差的校正能力下降。并且,变倍比只有 5 倍左右。

[0013] 另外,在日本特开 2009 — 9121 号公报公开的光学系统中,第 2 透镜组的透镜片数为 5 ~ 6 片,光轴方向的全长变长,未能做到小型化。因此,即使是采用沿相机壳体的厚度(进深)方向收纳镜头镜筒单元的所谓伸缩式镜筒,也很难使相机壳体变薄。另外,伸缩式镜筒是指沿相机壳体的厚度(进深)方向收纳镜头镜筒单元的方式的镜筒。

发明内容

[0014] 本发明就是鉴于上述情况而被提出的,其目的在于,提供一种成像光学系统以及具有该成像光学系统的电子摄像装置,该成像光学系统能够同时实现小型化和高变倍比,且能够良好地校正例如在高变倍比和小型化等情况下要求特别严格的像面弯曲。

[0015] 为了解决上述问题并达到目的,基于第一方面的本发明的成像光学系统,其从物体侧起依次包括正屈光力的第 1 透镜组、负屈光力的第 2 透镜组、正屈光力的第 3 透镜组、正屈光力的第 4 透镜组,所述成像光学系统的特征在于,构成所述第 2 透镜组的屈光力最强

的正单透镜对于 d 线的折射率,在构成所述第 2 透镜组的透镜的折射率中是最小的。

[0016] 另外,根据基于第二方面的本发明的电子摄像装置,其特征在于,所述电子摄像装置具有上述的成像光学系统和光电转换元件,成像光学系统在光电转换元件上形成像。

附图说明

[0017] 图 1A、图 1B、图 1C 是示出本发明实施例 1 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,其中图 1A 为广角端,图 1B 为中间,图 1C 为望远端。

[0018] 图 2A、图 2B、图 2C 是表示实施例 1 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差、像散、畸变像差、倍率色差的图,图 2A 表示广角端的状态,图 2B 表示中间的状态,图 2C 表示望远端的状态。

[0019] 图 3A、图 3B、图 3C 是示出本发明实施例 2 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,其中图 3A 为广角端,图 3B 为中间,图 3C 为望远端。

[0020] 图 4A、图 4B、图 4C 是表示实施例 2 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差、像散、畸变像差、倍率色差的图,图 4A 表示广角端的状态,图 4B 表示中间的状态,图 4C 表示望远端的状态。

[0021] 图 5A、图 5B、图 5C 是示出本发明实施例 3 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,其中图 5A 为广角端,图 5B 为中间,图 5C 为望远端。

[0022] 图 6A、图 6B、图 6C 是表示实施例 3 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差、像散、畸变像差、倍率色差的图,图 6A 表示广角端的状态,图 6B 表示中间的状态,图 6C 表示望远端的状态。

[0023] 图 7A、图 7B、图 7C 是示出本发明实施例 4 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,其中图 7A 为广角端,图 7B 为中间,图 7C 为望远端。

[0024] 图 8A、图 8B、图 8C 是表示实施例 4 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差、像散、畸变像差、倍率色差的图,图 8A 表示广角端的状态,图 8B 表示中间的状态,图 8C 表示望远端的状态。

[0025] 图 9A、图 9B、图 9C 是示出本发明实施例 5 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,其中图 9A 为广角端,图 9B 为中间,图 9C 为望远端。

[0026] 图 10A、图 10B、图 10C 是表示实施例 5 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差、像散、畸变像差、倍率色差的图,图 10A 表示广角端的状态,图 10B 表示中间的状态,图 10C 表示望远端的状态。

[0027] 图 11 是示出装配了本发明的成像光学系统的数字相机 40 的外观的前视立体图。

[0028] 图 12 是数字相机 40 的后视立体图。

[0029] 图 13 是示出数字相机 40 的光学结构的剖面图。

[0030] 图 14 是信息处理装置的一例,即电脑 300 的已打开盖的状态的前视立体图,所述信息处理装置内置有本发明的成像光学系统来作为物镜光学系统。

[0031] 图 15 是电脑 300 的摄影光学系统 303 的剖面图。

[0032] 图 16 是电脑 300 的侧视图。

[0033] 图 17A、图 17B、图 17C 是示出信息处理装置的一例,即手机的图,所述信息处理装置内置有本发明的成像光学系统来作为摄影光学系统,图 17A 表示手机 400 的主视图,图

17B 表示侧视图,图 17C 表示摄影光学系统 405 的剖面图。

具体实施方式

[0034] 下面,根据附图详细地说明将本发明的成像光学系统应用于变焦镜头的实施例。另外,本发明不受本实施例的限定。另外,在说明实施例之前,说明本实施方式的成像光学系统的作用效果。

[0035] 在说明实施例之前,说明本实施方式的成像光学系统的作用效果。

[0036] 本实施方式的成像光学系统从物体侧起依次包括正屈光力的第 1 透镜组、负屈光力的第 2 透镜组、正屈光力的第 3 透镜组、正屈光力的第 4 透镜组,所述成像光学系统的特征在于,构成所述第 2 透镜组的屈光力最强的正单透镜对于 d 线的折射率,在构成所述第 2 透镜组的透镜的折射率中是最小的。

[0037] 在正主导型(正极优先型)的成像光学系统中,具有珀兹伐和(Petzval sum)容易为负且像面弯曲的校正不足的特点。另外,如果缩短全长,则由于特别是第 2 透镜组的负屈光力增大,所以使得像面弯曲的校正更加困难。因此,通过减小第 2 透镜组中的正单透镜的折射率,能够减小珀兹伐和,能够降低像面弯曲的变焦变动。

[0038] 并且,通过把凸透镜的前后设为空气界面,使凸透镜容易形成屈光力。因此,能够进一步减小珀兹伐和,能够进行像面校正。另外,也容易实施非球面的导入。因此,也能够良好地校正轴外的各种像差,因而是优选方式。

[0039] 并且,根据本实施方式,优选在所述第 2 透镜组内具有至少一个中心壁厚比所述正单透镜小的凹透镜。

[0040] 通过在第 2 透镜组内配置中心壁厚比正单透镜(凸透镜)小的凹透镜,能够增大凹透镜的形状自由度。结果,能够容易增大第 2 透镜组的屈光力,能够向物体侧配置入射光瞳位置。即,能够抑制朝向第 1 透镜组的入射光线高度,能够提高第 1 透镜组的屈光力。

[0041] 因此,能够进行负的像面弯曲校正,同时容易缩短全长,所以是优选方式。另外,优选适当地确保正单透镜(凸透镜)的光路长度,由此能够降低此时产生的广角端的像散和望远端的球面像差和彗形像差的变动。

[0042] 并且,根据本实施方式,优选所述第 2 透镜组中屈光力最强的所述正单透镜位于所述第 2 透镜组中最靠近像面侧的位置。

[0043] 通过将第 2 透镜组中的凸透镜配置在最靠近像面侧的位置,能够将第 2 透镜组的主点位置配置在物体侧。结果,能够向物体侧配置入射光瞳位置,因而能够保持良好的光学性能,并且能够实现镜头的物镜直径的小型化。

[0044] 并且,根据本发明的实施方式,优选所述第 2 透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:

[0045] $1.45 \leq n_{dp} \leq 1.75 \cdots \cdots (1)$

[0046] $10 \leq v_{dp} \leq 35 \cdots \cdots (2)$

[0047] 其中, n_{dp} 表示所述第 2 透镜组中的所述正单透镜的 d 线(波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$) 的折射率,

[0048] v_{dp} 表示所述第 2 透镜组中的所述正单透镜的 d 线(波长 $\lambda = 587.6\text{nm}$) 的阿贝数 $(n_{dp} - 1) / (n_{Fp} - n_{Cp})$,

- [0049] n_{dp} 、 n_{Cp} 、 n_{Fp} 分别表示所述正单透镜对于 d 线、C 线、F 线的折射率。
- [0050] 条件式(1)规定了构成第 2 透镜组的凸透镜的折射率的条件。
- [0051] 条件式(2)规定了构成第 2 透镜组的凸透镜的阿贝数的条件。
- [0052] 通过满足条件式(1),能够降低第 2 透镜组内的珀兹伐和。换言之,即使增大第 2 透镜组的屈光力,也能够将变焦时的像面弯曲变动控制在最小限度,能够缩短全长。
- [0053] 如果低于条件式(1)的下限值,则由于没有实际存在的玻璃,所以不能实现期望的光学系统。
- [0054] 如果超过条件式(1)的上限值,则像面弯曲的校正不足。
- [0055] 另外,通过满足条件式(2),能够实现第 2 透镜组的像面弯曲校正,进而能够良好地校正第 2 透镜组内的色差。
- [0056] 如果低于条件式(2)的下限值,则导致色差校正不足。
- [0057] 如果超过条件式(2)的上限值,则导致色差校正过度。
- [0058] 即,通过同时满足条件式(1)、(2),能够实现全长变短、色差得到良好校正的变倍光学系统。
- [0059] 并且,也可以取代条件式(1)而满足条件式(1-1)。
- [0060] $1.60 \leq n_{dp} \leq 1.75 \cdots \cdots (1-1)$
- [0061] 并且,也可以取代条件式(1)而满足条件式(1-2)。
- [0062] $1.60 \leq n_{dp} \leq 1.70 \cdots \cdots (1-2)$
- [0063] 并且,也可以取代条件式(2)而满足条件式(2-1)。
- [0064] $10 \leq v_{dp} \leq 30 \cdots \cdots (2-1)$
- [0065] 并且,也可以取代条件式(2)而满足条件式(2-2)。
- [0066] $15 \leq v_{dp} \leq 25 \cdots \cdots (2-2)$
- [0067] 由此,能够有效地实现全长变短、色差得到良好校正的变焦镜头。
- [0068] 并且,根据本发明的优选方式,优选所述第 2 透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:
- [0069] $0.6 \leq \theta_{gF} \leq 0.75 \cdots \cdots (3)$
- [0070] 其中, θ_{gF} 表示所述第 2 透镜组中的所述正单透镜的部分色散比 $\theta_{gF} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C)$,
- [0071] n_g 、 n_F 、 n_C 分别表示正单透镜的 g 线(波长 $\lambda = 435.84\text{nm}$)的折射率, F 线(波长 $\lambda = 486.13\text{nm}$)的折射率, C 线(波长 $\lambda = 656.27\text{nm}$)的折射率。
- [0072] 条件式(3)规定了构成第 2 透镜组的正单透镜的部分色散比的条件。
- [0073] 通过满足条件式(3),能够充分校正二次光谱,而且缩短全长。如果低于条件式(3)的下限,则导致二次光谱的校正不足。如果超过条件式(3)的上限,则导致二次光谱的校正过度。
- [0074] 并且,根据本发明的优选方式,优选所述第 2 透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:
- [0075] $0.20 \leq f_p / (f_w \cdot f_t)^{1/2} \leq 1.00 \cdots \cdots (4)$
- [0076] 其中, f_p 表示所述第 2 透镜组的所述正单透镜的焦距,
- [0077] f_w 表示广角端的光学系统整体的焦距,

[0078] f_t 表示望远端的光学系统整体的焦距。

[0079] 条件式(4)规定了构成第2透镜组的正单透镜的屈光力的条件。

[0080] 通过满足条件式(4),能够增强构成第2透镜组的正单透镜的屈光力。换言之,能够减小第2透镜组的珀兹伐和,能够减小光学系统整体的像面弯曲。

[0081] 如果低于条件式(4)的下限,则导致正单透镜的屈光力过大,像面弯曲的校正过度。

[0082] 如果超过条件式(4)的上限,则导致正单透镜的屈光力过小,像面弯曲的校正不足。

[0083] 并且,也可以取代条件式(4)而满足条件式(4-1)。

[0084] $0.40 \leq f_p/(f_w \cdot f_t)^{1/2} \leq 0.90 \quad \cdots \cdots (4-1)$

[0085] 并且,也可以取代条件式(4)而满足条件式(4-2)。

[0086] $0.45 \leq f_p/(f_w \cdot f_t)^{1/2} \leq 0.85 \quad \cdots \cdots (4-2)$

[0087] 由此,能够实现有效地校正像面弯曲且全长较短的变焦镜头。

[0088] 并且,根据本发明的优选方式,优选所述第2透镜组中屈光力最强的所述正单透镜满足以下条件:

[0089] $-0.5 \leq (R1+R2)/(R1-R2) < 1.0 \quad \cdots \cdots (5)$

[0090] 其中, $R1$ 表示所述第2透镜组的最靠近物体侧的面的曲率半径,

[0091] $R2$ 表示所述第2透镜组的最靠近像面侧的面的曲率半径。

[0092] 第2透镜组的正单透镜形成为凸向物体侧的弯月透镜形状,由此能够进一步向物体侧配置第2透镜组整体的主点位置。由此,能够容易以较小的移动量进行较大的变倍,保持良好的光学性能,并实现光学系统的小型化。

[0093] 如果条件式(5)超过上限而增大,则导致在正单透镜(凸透镜)的最靠近物体侧的面产生的、广角端的像散和望远端的球面像差和彗形像差的校正变得困难,所以不希望超过上限。

[0094] 并且,如果条件式(5)低于下限而减小,则不能使第2透镜组的主点位置靠近物体侧,难以实现小型化。

[0095] 并且,通过取代条件式(5)而满足条件式(5-1),能够更有效地实现小型化。

[0096] $-0.7 \leq (R1+R2)/(R1-R2) < 1.0 \quad \cdots \cdots (5-1)$

[0097] 并且,根据本发明的电子摄像装置,其特征在于,所述电子摄像装置具有上述的成像光学系统和光电转换元件,成像光学系统在光电转换元件上形成像。

[0098] 由此,能够获得小型且高变倍比的电子摄像装置。

[0099] 下面,依次详细说明各个实施例。

[0100] 说明本发明的实施例1的变焦镜头。图1A、图1B、图1C是示出本发明实施例1的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,图1A表示广角端的状态,图1B表示中间焦距状态,图1C表示望远端的状态。

[0101] 图2A、图2B、图2C是表示实施例1的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)、倍率色差(CC)的图,图2A表示广角端的状态,图2B表示中间焦距状态,图2C表示望远端的状态。并且, FIY 表示像高。另外,像差图中的符号也在后面叙述的实施例中共用。

[0102] 如图 1A、图 1B、图 1C 所示, 实施例 1 的变焦镜头从物体侧起依次具有: 正屈光力的第 1 透镜组 G1、负屈光力的第 2 透镜组 G2、孔径光阑 S、正屈光力的第 3 透镜组 G3 以及正屈光力的第 4 透镜组 G4。另外, 在下面的全部实施例中, 在镜头剖面图中, CG 表示玻璃罩, I 表示电子摄像元件的摄像面。

[0103] 本变焦镜头从广角端向望远端的变倍比为 7.0 倍, 光学全长在望远端达到最长, 是 40.1mm。

[0104] 第 1 透镜组 G1 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L1 与凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L2 的接合透镜构成, 整体上具有正的屈光力。

[0105] 第 2 透镜组 G2 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L3、双凹负透镜 L4 和凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L5 构成, 整体上具有负的屈光力。

[0106] 正弯月透镜 L5 由第 2 透镜组 G2 中折射率最低的介质构成, 并良好地校正整体的珀兹伐和。

[0107] 第 3 透镜组 G3 从物体侧起依次由双凸正透镜 L6、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L7 与凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L8 的接合透镜构成, 整体上具有正的屈光力。

[0108] 第 4 透镜组 G4 由一片双凸正透镜 L9 构成。

[0109] 在进行极近物点的摄影时, 使第 4 透镜组 G4 沿光轴方向移动, 由此进行对焦。

[0110] 在从广角端向望远端变倍时, 第 1 透镜组 G1 向物体侧移动。第 2 透镜组 G2 向像侧移动。第 3 透镜组 G3 向物体侧移动。第 4 透镜组 G4 向物体侧移动后再向像侧移动。

[0111] 第 1 透镜组 G1 的正弯月透镜 L2 的像侧的面、第 2 透镜组 G2 的正弯月透镜 L5 的两面、第 3 透镜组 G3 的双凸正透镜 L6 的两面、第 4 透镜组 G4 的双凸正透镜 L9 的物体侧的面这 6 个面, 被设置成为非球面。

[0112] 说明本发明的实施例 2 的变焦镜头。图 3A、图 3B、图 3C 是示出本发明实施例 2 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图, 图 3A 表示广角端的状态, 图 3B 表示中间焦距状态, 图 3C 表示望远端的状态。

[0113] 图 4A、图 4B、图 4C 是表示实施例 2 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差 (SA)、像散 (AS)、畸变像差 (DT)、倍率色差 (CC) 的图, 图 4A 表示广角端的状态, 图 4B 表示中间焦距状态, 图 4C 表示望远端的状态。

[0114] 如图 3A、图 3B、图 3C 所示, 实施例 2 的变焦镜头从物体侧起依次具有: 正屈光力的第 1 透镜组 G1、负屈光力的第 2 透镜组 G2、孔径光阑 S、正屈光力的第 3 透镜组 G3 以及正屈光力的第 4 透镜组 G4。

[0115] 从广角端向望远端的变倍比为 9.6 倍, 光学全长在望远端达到最长, 是 48.0mm。

[0116] 第 1 透镜组 G1 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L1 与凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L2 与双凸透镜 L3 的接合透镜构成, 整体上具有正的屈光力。

[0117] 正弯月透镜 L2 由具有异常色散性的能量固化型树脂构成。由此, 不需增大第 1 透镜组 G1 的厚度, 即可良好地校正望远端的倍率色差、尤其是二次光谱引起的倍率色差。

[0118] 第 2 透镜组 G2 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L4、双凹负透镜 L5 和凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L6 构成, 整体上具有负的屈光力。

[0119] 正弯月透镜 L6 由第 2 透镜组 G2 中折射率最低的介质构成, 并良好地校正整体的珀兹伐和。

[0120] 第3透镜组G3从物体侧起依次由双凸正透镜L7、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜L8与凸面朝向物体侧的负弯月透镜L9的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0121] 第4透镜组G4由一片双凸正透镜L10构成。

[0122] 在进行极近物点的摄影时,使第4透镜组沿光轴方向移动,由此进行对焦。

[0123] 在从广角端向望远端变倍时,第1透镜组G1向物体侧移动。第2透镜组G2向像侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动后再向像侧移动。

[0124] 第1透镜组G1的双凸透镜L3的像侧的面、第2透镜组G2的双凹负透镜L5的像侧的面、正弯月透镜L6的物体侧的面、第3透镜组G3的双凸正透镜L7的两面、第4透镜组G4的双凸正透镜L10的两面这7个面,被设置成为非球面。

[0125] 说明本发明的实施例3的变焦镜头。图5A、图5B、图5C是示出本发明的实施例3的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,图5A表示广角端的状态,图5B表示中间焦距状态,图5C表示望远端的状态。

[0126] 图6A、图6B、图6C是表示实施例3的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)、倍率色差(CC)的图,图6A表示广角端的状态,图6B表示中间焦距状态,图6C表示望远端的状态。

[0127] 如图5A、图5B、图5C所示,实施例3的变焦镜头从物体侧起依次具有:正屈光力的第1透镜组G1、负屈光力的第2透镜组G2、孔径光阑S、正屈光力的第3透镜组G3以及正屈光力的第4透镜组G4。

[0128] 从广角端向望远端的变倍比为9.6倍,光学全长在望远端达到最长,是47.5mm。

[0129] 第1透镜组G1从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜L1与双凸正透镜L2的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0130] 第2透镜组G2从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜L3、双凹负透镜L4和凸面朝向物体侧的正弯月透镜L5构成,整体上具有负的屈光力。

[0131] 正弯月透镜L5由第2透镜组G2中折射率最低的介质构成,并良好地校正整体的珀兹伐和。

[0132] 第3透镜组G3从物体侧起依次由双凸正透镜L6、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜L7与凸面朝向物体侧的负弯月透镜L8的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0133] 第4透镜组G4由一片双凸正透镜L9构成。

[0134] 在进行极近物点的摄影时,使第4透镜组沿光轴方向移动,由此进行对焦。

[0135] 在从广角端向望远端变倍时,第1透镜组G1向物体侧移动。第2透镜组G2向像侧移动。第3透镜组G3向物体侧移动。第4透镜组G4向物体侧移动后再向像侧移动。

[0136] 第1透镜组G1的双凸正透镜L2的像侧的面、第2透镜组G2的双凹负透镜L4的像侧的面、正弯月透镜L5的物体侧的面、第3透镜组G3的双凸正透镜L6的两面、第4透镜组G4的双凸正透镜L9的两面这7个面,被设置成为非球面。

[0137] 说明本发明的实施例4的变焦镜头。图7A、图7B、图7C是示出本发明实施例4的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,图7A表示广角端的状态,图7B表示中间焦距状态,图7C表示望远端的状态。

[0138] 图8A、图8B、图8C是表示实施例4的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)、倍率色差(CC)的图,图8A表示广角端的状态,图8B表示中

间焦距状态,图 8C 表示望远端的状态。

[0139] 如图 7A、图 7B、图 7C 所示,实施例 4 的变焦镜头从物体侧起依次具有:正屈光力的第 1 透镜组 G1、负屈光力的第 2 透镜组 G2、孔径光阑 S、正屈光力的第 3 透镜组 G3 以及正屈光力的第 4 透镜组 G4。

[0140] 从广角端向望远端的变倍比为 9.6 倍,光学全长在望远端达到最长,是 41.2mm。

[0141] 第 1 透镜组 G1 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L1 与凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L2 与双凸正透镜 L3 的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0142] 正弯月透镜 L2 由具有异常色散性的能量固化型树脂构成。由此,不需增大第 1 透镜组 G1 的厚度,即可良好地校正望远端的倍率色差、尤其是二次光谱引起的倍率色差。

[0143] 第 2 透镜组 G2 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L4、凹面朝向物体侧的正弯月透镜 L5 与双凹负透镜 L6 的接合透镜、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L7 构成,整体上具有负的屈光力。

[0144] 正弯月透镜 L5 由具有异常色散性的能量固化型树脂构成。由此,不需增大第 2 透镜组 G2 的厚度,即可良好地校正广角端的倍率色差、尤其是二次光谱引起的倍率色差。

[0145] 正弯月透镜 L7 由第 2 透镜组 G2 中折射率最低的介质构成,并良好地校正整体的珀兹伐和。

[0146] 第 3 透镜组 G3 从物体侧起依次由双凸正透镜 L8、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L9 与凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L10 的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0147] 第 4 透镜组 G4 由凸面朝向物体侧的一片正弯月透镜 L11 构成。

[0148] 在进行极近物点的摄影时,使第 4 透镜组 G4 沿光轴方向移动,由此进行对焦。

[0149] 第 1 透镜组 G1 的双凸正透镜 L3 的两面、第 2 透镜组 G2 的正弯月透镜 L5 的物体侧的面、双凹负透镜 L6 的像面侧的面、正弯月透镜 L7 的物体侧的面、第 3 透镜组 G3 的双凸正透镜 L8 的两面、正弯月透镜 L9 的物体侧的面、第 4 透镜组 G4 的双凸正透镜 L11 的两面这 10 个面,被设置成为非球面。

[0150] 说明本发明的实施例 5 的变焦镜头。图 9A、图 9B、图 9C 是示出本发明实施例 5 的变焦镜头在无限远物点对焦时的光学结构的、沿着光轴的剖面图,图 9A 表示广角端的状态,图 9B 表示中间焦距状态,图 9C 表示望远端的状态。

[0151] 图 10A、图 10B、图 10C 是表示实施例 5 的变焦镜头在无限远物点对焦时的球面像差(SA)、像散(AS)、畸变像差(DT)、倍率色差(CC)的图,图 10A 表示广角端的状态,图 10B 表示中间焦距状态,图 10C 表示望远端的状态。

[0152] 如图 9A、图 9B、图 9C 所示,实施例 5 的变焦镜头从物体侧起依次具有:正屈光力的第 1 透镜组 G1、负屈光力的第 2 透镜组 G2、孔径光阑 S、正屈光力的第 3 透镜组 G3 以及正屈光力的第 4 透镜组 G4。

[0153] 从广角端向望远端的变倍比为 14.4 倍,光学全长在望远端达到最长,是 58.0mm。

[0154] 第 1 透镜组 G1 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L1 与双凸正透镜 L2 的接合透镜、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L3 构成,整体上具有正的屈光力。

[0155] 第 2 透镜组 G2 从物体侧起依次由凸面朝向物体侧的负弯月透镜 L4、双凹负透镜 L5 以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜 L6 构成,整体上具有负的屈光力。

[0156] 正弯月透镜 L6 由第 2 透镜组 G2 中折射率最低的介质构成,并良好地校正整体的

珀兹伐和。

[0157] 第3透镜组G3从物体侧起依次由双凸正透镜L7、以及凸面朝向物体侧的正弯月透镜L8与凸面朝向物体侧的负弯月透镜L9的接合透镜构成,整体上具有正的屈光力。

[0158] 第4透镜组G4由一片双凸正透镜L10构成。

[0159] 在进行极近物点的摄影时,使第4透镜组G4沿光轴方向移动,由此进行对焦。

[0160] 第1透镜组G1的凸弯月透镜L3的像面侧的面、第2透镜组G2的双凹负透镜L5的物体侧的面、正弯月透镜L6的物体侧的面、第3透镜组G3的双凸正透镜L7的两面、正弯月透镜L8的物体侧的面、第4透镜组G4的双凸正透镜L10的两面这8个面,被设置成为非球面。

[0161] 下面示出构成上述各个实施例的变焦镜头的光学部件的数值数据。另外,在各个实施例的数值数据中, r_1 、 r_2 ...表示各个透镜面的曲率半径, d_1 、 d_2 ...表示各个透镜的壁厚或者空气间隔, nd_1 、 nd_2 ...表示各个透镜对于d线的折射率, v_{d1} 、 v_{d2} ...表示各个透镜的阿贝数, F_{no} 表示F值, f 表示整体系统的焦距。并且,*表示非球面。ER表示有效直径。

[0162] 另外,在把光轴方向设为 z ,把与光轴垂直的方向设为 y ,把圆锥系数设为 K ,把非球面系数设为 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 时,利用下式(I)表示非球面形状。

[0163]
$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K)(y / r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} \dots \dots (I)$$

[0164] 其中, e 表示10的次幂。另外,这些各个数值的记号也在后面叙述的实施例的数值数据中共用。

[0165] 数值实施例1

[0166] 单位:mm

[0167] 面数据

[0168]

面序号	r	d	nd	vd	ER
物面	∞	∞			
1	12.2051	0.7000	1.94595	17.98	7.522
2	9.9298	3.5162	1.62263	58.16	7.020
3*	20365.6694	可变			6.800
4	54.0994	0.7500	1.88300	40.76	5.122
5	4.8062	2.1000			3.655
6	-22.6962	0.6000	1.69350	53.21	3.800
7*	9.5974	0.2000			3.429
8*	6.4751	1.2654	1.62980	19.20	3.447
9	39.0927	可变			3.400
10(光阑)	∞	-0.3000			1.900
11*	4.9906	1.5000	1.51633	64.14	1.948
12*	-11.7157	0.1000			1.875
13	3.9602	1.2035	1.69350	53.21	1.773
14	126.7199	0.4000	1.90366	31.31	1.545
15	2.9820	可变			1.563
16*	10.8265	1.4500	1.53110	55.91	4.002
17	72.3763	可变			4.000
18	∞	0.3000	1.51633	64.14	4.110
19	∞	0.5000			4.115
20	∞	0.6790	1.51633	64.14	4.127
[0169]	像面(摄像面) ∞				
[0170]	非球面数据				
[0171]	第3面				
[0172]	K=0.000				
[0173]	A4=4.02872e-05, A6=-1.74846e-07, A8=2.73292e-09, A10=-2.09410e-11				
[0174]	第7面				
[0175]	K=0.124				
[0176]	A4=-3.96733e-04, A6=2.25803e-05, A8=-7.63555e-07				
[0177]	第8面				
[0178]	K=-0.937				

[0179] $A4=-1.98542e-04$, $A6=1.13819e-05$, $A8=-3.41417e-07$
 [0180] 第 11 面
 [0181] $K=0.000$
 [0182] $A4=-7.61090e-04$, $A6=9.17926e-05$
 [0183] 第 12 面
 [0184] $K=-10.084$
 [0185] $A4=-9.59804e-05$, $A6=1.36092e-04$, $A8=-1.30419e-05$, $A10=2.46559e-06$
 [0186] 第 16 面
 [0187] $K=0.000$
 [0188] $A4=-6.17458e-05$, $A6=1.59931e-05$, $A8=-3.32680e-07$
 [0189] 各种数据
 [0190] 变焦比 6.978
 [0191]

	广角	中间	望远	广角（极近）	中间（极近）	望远（极近）
焦距	5.509	14.478	38.437			
FNO.	3.737	4.762	5.203			
视场角 2ω	0.000	0.000	0.000			
像高	3.830	3.830	3.830			
BF	3.574	9.276	5.846			
镜头全长	36.264	36.355	40.075			
物点距离	∞	∞	∞	∞	∞	200.00
d3	0.248	4.332	9.731	1.218	6.839	0.248
d9	12.452	4.649	0.800	7.927	2.729	12.452
d15	6.505	4.613	10.214	8.209	7.000	6.116
d17	2.367	7.915	4.535	4.005	8.288	2.756
光阑直径	1.900	1.900	1.900			
入射光瞳位置	11.286	21.329	51.783			
出射光瞳位置	-12.143	-8.511	-22.449			
前侧主点位置	14.864	24.022	38.005			
后侧主点位置	-5.329	-14.145	-38.154			

[0193]

镜头	开始面	焦距
L1	1	-66.210
L2	2	15.955
L3	4	-6.017
L4	6	-9.653
L5	8	12.140
L6	11	6.992
L7	13	5.871
L8	14	-3.385

[0194] 变焦镜头组数据

[0195]

组	开始面	组焦距	组结构长度	前侧主点位置	后侧主点位置
G1	1	21.822	4.216	-0.257	-2.777
G2	4	-5.217	4.915	0.615	-3.165
G3	10	8.751	3.403	-2.979	-3.922
G4	16	23.776	1.450	-0.165	-1.105

[0196] 数值实施例 2

[0197] 单位 :mm

[0198] 面数据

[0199]

面序号	r	d	nd	vd	ER
物面	∞	∞			
1	14.0382	0.6899	1.94595	17.98	7.673
2	10.6023	0.3665	1.63387	23.38	7.074
3	11.5697	2.8624	1.67790	55.34	7.048
4*	-75793.8403	可变			6.800
5	93.9163	0.6363	1.88300	40.76	5.233
6	5.1552	2.1734			3.862
7	-41.1036	0.6274	1.74320	49.34	3.800
8*	8.9549	0.4048			3.631
9*	6.7108	1.1933	1.62980	19.20	3.662
10	54.8892	可变			3.600
11(光阑)	∞	-0.3500			2.110
12*	5.5910	1.1695	1.51633	64.14	2.122
13*	-13.7671	0.1000			2.121
14	4.4565	1.4788	1.67790	50.72	2.066
15	15.3688	0.3944	2.00330	28.27	1.807
16	3.3863	可变			1.650
17*	12.2879	2.0078	1.49700	81.54	4.221
18*	-595.0683	可变			4.237
19	∞	0.3000	1.51633	64.14	4.150
20	∞	0.5000			4.146
21	∞	0.5000	1.51633	64.14	4.137
22	∞	0.5010			4.132

像面（摄像面） ∞

[0200] 非球面数据

[0201] 第 4 面

[0202] K=0.000

[0203] A4=2.05540e-05, A6=1.98219e-09, A8=-1.16761e-09, A10=1.19838e-11

[0204] 第 8 面

[0205] K=1.028

[0206] A4=-1.31693e-03, A6=3.93380e-05, A8=-1.05662e-06

- [0207] 第 9 面
- [0208] $K=-1.206$
- [0209] $A4=-7.82471e-04, A6=4.29259e-05, A8=-7.87816e-07$
- [0210] 第 12 面
- [0211] $K=0.000$
- [0212] $A4=-7.35163e-04, A6=2.89169e-05$
- [0213] 第 13 面
- [0214] $K=0.000$
- [0215] $A4=2.35783e-04, A6=3.97826e-05, A8=-2.48480e-06, A10=4.25092e-07$
- [0216] 第 17 面
- [0217] $K=0.000$
- [0218] $A4=-1.26342e-04, A6=2.85270e-06, A8=-3.03124e-07$
- [0219] 第 18 面
- [0220] $K=-4.196$
- [0221] $A4=-7.68705e-06, A6=-2.95930e-06, A8=-1.99269e-07$
- [0222] 各种数据
- [0223] 变焦比 9.630
- [0224]

	广角	中间	望远	广角（极近）	中间（极近）	望远（极近）
焦距	5.410	16.790	52.100			
FNO.	3.918	5.239	6.027			

[0225]

视场角 2ω	0.000	0.000	0.000			
像高	3.830	3.830	3.830			
BF	4.615	11.296	6.552			
镜头全长	41.703	42.740	47.723			
物点距离	∞	∞	∞	∞	∞	200.00
d4	0.361	5.729	11.848	3.167	9.543	0.361
d10	15.968	5.820	0.800	9.727	3.118	15.968
d16	7.004	6.140	14.768	5.639	6.026	6.688
d18	3.086	9.769	5.005	6.718	10.383	3.402
光阑直径	2.110	2.110	2.110			
入射光瞳位置	11.025	24.759	63.277			
出射光瞳位置	-13.630	-11.767	-47.759			
前侧主点位置	14.831	29.326	65.397			
后侧主点位置	-4.909	-16.290	-51.581			

[0226]

镜头	开始面	焦距
L1	1	-50.746
L2	2	174.408
L3	3	17.065
L4	5	-6.198
L5	7	-9.841
L6	9	12.025
L7	12	7.863
L8	14	8.778

[0227] 变焦镜头组数据

[0228]

组	开始面	组焦距	组结构长度	前侧主点位置	后侧主点位置
G1	1	23.617	3.919	-0.194	-2.475
G2	5	-5.624	5.035	0.398	-3.674
G3	11	10.468	2.793	-3.786	-3.917
G4	17	24.251	2.008	0.027	-1.316

[0229]

[0230] 数值实施例 3

[0231] 单位 :mm

[0232] 面数据

[0233]

面序号	r	d	nd	vd	ER
物面	∞	∞			
1	14.2782	0.6502	1.94595	17.98	7.587
2	11.2423	3.0229	1.67790	55.34	7.074
3*	-73816.9294	可变			6.800
4	82.6376	0.6393	1.88300	40.76	5.220
5	5.1180	2.1872			3.853
6	-38.9398	0.5643	1.74320	49.34	3.800
7*	9.3716	0.3633			3.644
8*	6.6523	1.2348	1.62980	19.20	3.672
9	48.8218	可变			3.600
10(光阑)	∞	-0.3500			2.100
11*	5.6770	1.5000	1.51633	64.14	2.109
12*	-13.6326	0.1000			2.110
13	4.3843	1.4155	1.67790	50.72	2.055
14	13.8824	0.3961	2.00330	28.27	1.808
15	3.3901	可变			1.650
16*	13.8743	1.6000	1.49700	81.54	4.078
17*	-908.1765	可变			4.186
18	∞	0.3000	1.51633	64.14	4.120
19	∞	0.5000			4.117
20	∞	0.5000	1.51633	64.14	4.111
21	∞	0.5040			4.107

[0234]

像面(摄像面) ∞

[0235] 非球面数据

[0236] 第 3 面

[0237] K=0.000

[0238] A4=2.14759e-05, A6=2.21108e-08, A8=-1.31981e-09, A10=1.18716e-11

[0239] 第 7 面

- [0240] $K=1.861$
- [0241] $A4=-1.49755e-03, A6=3.72890e-05, A8=-9.74767e-07$
- [0242] 第 8 面
- [0243] $K=-1.680$
- [0244] $A4=-6.84639e-04, A6=4.18018e-05, A8=-5.50154e-07$
- [0245] 第 11 面
- [0246] $K=0.000$
- [0247] $A4=-7.39357e-04, A6=2.58199e-05$
- [0248] 第 12 面
- [0249] $K=0.000$
- [0250] $A4=2.67649e-04, A6=-5.51889e-06, A8=1.17249e-05, A10=-1.05257e-06$
- [0251] 第 16 面
- [0252] $K=0.000$
- [0253] $A4=-6.64758e-04, A6=3.07346e-05, A8=-2.37901e-06$
- [0254] 第 17 面
- [0255] $K=0.000$
- [0256] $A4=-5.81441e-04, A6=2.07326e-05, A8=-1.99372e-06$
- [0257] 各种数据
- [0258] 变焦比 9.630
- [0259]
- | | 广角 | 中间 | 望远 | 广角 (极近) | 中间 (极近) | 望远 (极近) |
|----|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 焦距 | 5.410 | 16.789 | 52.098 | | | |
- [0260]

FNO.	3.954	5.381	6.271			
视场角 2ω	0.000	0.000	0.000			
像高	3.830	3.830	3.830			
BF	4.664	11.555	6.559			
镜头全长	41.377	42.321	47.253			
物点距离	∞	∞	∞	∞	∞	200.00
d3	0.251	5.387	11.468	2.904	9.214	0.251
d9	16.156	5.931	0.800	9.872	3.209	16.156
d15	6.983	6.124	15.104	5.668	6.027	6.621
d17	3.132	10.028	5.015	6.902	10.714	3.494
光阑直径	2.100	2.100	2.100			
入射光瞳位置	10.630	23.210	58.524			
出射光瞳位置	-12.833	-11.157	-41.469			
前侧主点位置	14.367	27.589	54.108			
后侧主点位置	-4.906	-16.290	-51.582			

[0261]

镜头	开始面	焦距
L1	1	-62.390
L2	2	16.582
L3	4	-6.203
L4	6	-10.113
L5	8	12.092
L6	11	7.973
L7	13	8.916
L8	14	-4.557

[0262] 变焦镜头组数据

[0263]

组	开始面	组焦距	组结构长度	前侧主点位置	后侧主点位置
G1	1	23.286	3.673	-0.185	-2.317
G2	4	-5.678	4.989	0.407	-3.608
G3	10	10.338	3.062	-3.630	-3.936
G4	16	27.512	1.600	0.016	-1.053

[0264]

[0265] 数值实施例 4

[0266] 单位 :mm

[0267] 面数据

[0268]

面序号	r	d	nd	vd	ER
物面	∞	∞			
1	12.9837	0.6300	1.94595	17.98	6.615
2	10.3471	0.1500	1.63494	23.22	6.055
3*	10.7059	2.4395	1.61881	63.85	6.030
4*	-171.0581	可变			5.650
5	329136.3206	0.4500	2.00330	28.27	4.589
6	6.1657	1.4211			3.678
7*	-42.8104	0.4804	1.63494	23.22	3.684
8	-10.8625	0.5000	1.77377	47.18	3.675
9*	7.6760	0.2000			3.482
10*	6.1392	1.3000	1.62980	19.20	3.504
11	324.1097	可变			3.450
12(光阑)	∞	-0.2000			1.850
13*	5.5846	1.4000	1.58313	59.38	1.882
14*	-14.0167	0.0446			1.861
15*	3.7068	2.3942	1.51633	64.14	1.821
16	279.7276	0.3523	2.00330	28.27	1.399
17	2.9742	可变			1.302
18*	8.7590	1.9227	1.58313	59.38	4.702
19*	46280.0000	可变			4.709
20	∞	0.3000	1.51633	64.14	4.366
21	∞	0.5000			4.336
22	∞	0.5000	1.51633	64.14	4.259
23	∞	0.4970			4.209

像面（摄像面） ∞

[0270] 非球面数据

[0271] 第 3 面

- [0272] $K=0.000$
- [0273] $A4=6.87586e-06, A6=-5.39937e-07$
- [0274] 第 4 面
- [0275] $K=-1.000$
- [0276] $A4=3.00789e-05, A6=-1.93704e-08, A8=-2.09144e-10$
- [0277] 第 7 面
- [0278] $K=0.000$
- [0279] $A4=-2.17420e-04, A6=-8.46972e-06, A8=5.72783e-09$
- [0280] 第 9 面
- [0281] $K=0.000$
- [0282] $A4=-4.16070e-04, A6=-4.08445e-05$
- [0283] 第 10 面
- [0284] $K=0.000$
- [0285] $A4=-6.81102e-04, A6=-4.38347e-05$
- [0286] 第 13 面
- [0287] $K=-0.178$
- [0288] $A4=8.10235e-04, A6=1.47070e-04, A8=6.97154e-06, A10=2.84551e-06$
- [0289] 第 14 面
- [0290] $K=-3.249$
- [0291] $A4=1.68031e-03, A6=1.16330e-04, A8=3.00974e-05, A10=5.06249e-07$
- [0292] 第 15 面
- [0293] $K=-0.163$
- [0294] $A4=3.91452e-04, A6=-1.93288e-04, A8=7.80962e-05, A10=-1.12898e-05$
- [0295] 第 18 面
- [0296] $K=0.000$
- [0297] $A4=-5.13572e-04, A6=1.23209e-05, A8=-2.56619e-07$
- [0298] 第 19 面
- [0299] $K=0.000$
- [0300] $A4=-5.42480e-04, A6=3.34890e-06$
- [0301] 各种数据
- [0302] 变焦比 9.599
- [0303]

	广角	中间	望远	广角(极近)	中间(极近)	望远(极近)
焦距	5.169	16.800	49.611			
FNO.	3.910	5.612	6.262			
视场角 2ω	0.000	0.000	0.000			
像高	3.830	3.830	3.830			
BF	3.093	9.557	3.190			
镜头全长	34.082	36.780	40.980			
物点距离	∞	∞	∞	∞	∞	200.00
d4	0.243	5.168	11.494	1.578	8.927	0.243
d11	12.519	4.120	0.696	6.152	2.124	12.519
d17	4.742	4.450	12.114	4.297	5.097	4.489
d19	1.568	8.002	1.665	6.166	8.000	1.821
光阑直径	1.850	1.850	1.850			
入射光瞳位置	9.108	19.970	57.695			
出射光瞳位置	-11.567	-10.760	-134.431			
前侧主点位置	12.455	22.878	89.422			
后侧主点位置	-4.671	-16.272	-49.114			

[0304]

镜头 开始面 焦距

[0305]

L1	1	-60.941
L2	2	418.237
L3	3	16.366
L4	5	-6.146
L5	7	22.792
L6	8	-5.745
L7	10	9.920
L8	13	7.033

[0306] 变焦镜头组数据

[0307]

组	开始面	组焦距	组结构长度	前侧主点位置	后侧主点位置
G1	1	22.060	3.219	-0.074	-2.006
G2	5	-5.230	4.351	0.329	-2.911
G3	12	8.127	3.991	-5.372	-4.621
G4	18	15.023	1.923	-0.000	-1.215

[0308] 数值实施例 5

[0309] 单位 :mm

[0310] 面数据

[0311]

面序号	r	d	nd	vd	ER
物面	∞	∞			
1	29.6438	0.8000	1.94595	17.98	9.277
2	22.7582	2.5000	1.43875	94.93	8.873
3	-919.7113	0.2000			8.648
4	18.4752	1.8420	1.58913	61.14	7.654
5*	124.5971	可变			7.500
6	854.6114	0.6000	1.88300	40.76	5.135
7	6.2969	2.0000			4.003
8*	-15.9456	0.6000	1.86400	40.58	4.000

[0312]

9	11.3216	0.1824			3.801
10*	6.3382	1.5000	1.62980	19.20	3.890
11	1859.5060	可变			3.900
12(光阑)	∞	-0.0642			2.300
13*	6.4671	1.6937	1.51633	64.14	2.404
14*	-16.3815	0.6243			2.313
15*	6.7315	1.7713	1.73310	48.91	2.217
16	29.3758	0.4546	2.00330	28.27	1.900
17	4.6579	可变			1.949
18*	12.8433	2.1364	1.53110	55.91	4.362
19*	-8239.2978	可变			4.400
20	∞	0.6429	1.51633	64.14	4.178
21	∞	0.5000			4.159
22	∞	0.5000	1.51633	64.14	4.136
23	∞	0.2260			4.125

像面（摄像面） ∞

[0313] 非球面数据

[0314] 第 5 面

[0315] K=0.000

[0316] A4=3.72259e-06, A6=-2.07222e-09, A8=-1.91172e-11, A10=1.86542e-13

[0317] 第 8 面

[0318] K=-62.178

[0319] A4=-3.56643e-04, A6=-1.18653e-07

[0320] 第 10 面

[0321] K=-7.971

[0322] A4=1.34475e-03, A6=-2.98368e-05, A8=3.63953e-07

[0323] 第 13 面

[0324] K=0.000

[0325] A4=5.20471e-04, A6=1.61643e-04, A8=-1.21576e-05, A10=2.04496e-06

[0326] 第 14 面

[0327] K=0.000

[0328] A4=3.34744e-03, A6=-2.70328e-05, A8=-4.89982e-07, A10=2.93219e-06

[0329] 第 15 面

[0330] K=0.998

[0331] A4=1.22876e-03, A6=-1.31583e-04, A8=3.18278e-06, A10=4.01703e-07

[0332] 第 18 面

[0333] K=0.000

[0334] A4=-1.78516e-04, A6=8.62892e-07, A8=-5.24052e-07

[0335] 第 19 面

[0336] K=0.000

[0337] A4=-8.59778e-05, A6=-4.95316e-07, A8=-5.01498e-07

[0338] 各种数据

[0339] 变焦比 14.419

[0340]

	广角	中间	望远	广角（极近）	中间（极近）	望远（极近）
焦距	5.493	20.736	79.198			
FNO.	4.335	5.452	6.059			
视场角 2 ω	0.000	0.000	0.000			
像高	3.830	3.830	3.830			
BF	4.999	15.070	6.341			
镜头全长	52.630	53.898	57.884			
物点距离	∞	∞	∞	∞	∞	200.00
d5	0.287	9.221	16.333	4.329	14.011	0.287
d11	20.652	7.593	0.700	11.733	4.550	20.652
d17	9.852	5.174	17.670	6.679	6.839	9.549
d19	3.519	13.366	4.790	9.688	12.198	3.822
光阑直径	2.300	2.300	2.300			

[0341]

入射光瞳位置 12.017 38.582 102.149

出射光瞳位置 -24.596 -11.561 -106.938

前侧主点位置 16.490 43.172 125.977

后侧主点位置 -5.267 -20.286 -78.901

[0342]

镜头	开始面	焦距
L1	1	-109.777
L2	2	50.659
L3	4	36.584
L4	6	-7.187
L5	8	-7.586
L6	10	10.095
L7	13	9.213
L8	15	11.530

[0343] 变焦镜头组数据

[0344]

组	开始面	组焦距	组结构长度	前侧主点位置	后侧主点位置
G1	1	27.112	5.342	1.383	-2.175
G2	6	-5.804	4.882	0.506	-3.250
G3	12	12.686	4.980	-4.286	-5.682
G4	18	24.147	2.136	0.002	-1.393

[0345] 下面示出各个实施例的条件式对应值。

[0346]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
(1) ndp	1.62980	1.62980	1.62980	1.62980	1.62980
(2) vdp	19.20	19.20	19.20	19.20	19.20
(3) θgF	0.695	0.695	0.695	0.695	0.695
(4) $fp/(fw \cdot ft)^{1/2}$	0.848	0.716	0.720	0.620	0.491
(5) $(R1-R2)/(R1+R2)$	-0.72	-0.78	-0.76	-0.96	-0.99
fp	12.1402	12.0246	12.092	9.9205	10.0952
fw	5.417	5.410	5.410	5.167	5.410
ft	37.873	52.100	52.100	49.596	78.099
$R1$	6.4751	6.7108	6.6523	6.1392	6.3382
$R2$	39.0927	54.8892	48.8218	324.1097	1859.506

[0347]

[0348] 以上所述的本发明的成像光学系统(变焦镜头)能够应用于利用 CCD 或 CMOS 等电子摄像元件拍摄物体的像的摄影装置中,尤其能够应用于数字相机和摄像机、作为信息处理装置的示例的电脑、电话、便携式终端、尤其是携带方便的手机等。下面示例其实施方式。

[0349] 图 11~图 13 表示已将本发明的成像光学系统装配在数字相机的摄影光学系统 41 中的结构的示意图。图 11 是表示数字相机 40 的外观的前视立体图,图 12 是数字相机 40 的后视立体图,图 13 是表示数字相机 40 的光学结构的剖面图。

[0350] 在该示例中,数字相机 40 包括具有摄影用光路 42 的摄影光学系统 41、具有取景器用光路 44 的取景器光学系统 43、快门按钮 45、闪光灯 46、液晶显示监视器 47 等。并且,当摄影者按压配置在相机 40 上部的快门按钮 45 时,与该动作联动,通过摄影光学系统 41、例如实施例 1 的变焦镜头 48 进行摄影。

[0351] 通过摄影光学系统 41 形成的物体像被形成于 CCD49 的摄像面上。被该 CCD49 感光的物体像通过图像处理单元 51,作为电子图像显示在设于相机背面的液晶显示监视器 47 上。并且,在该图像处理单元 51 中配置有存储器等,也能够记录所拍摄的电子图像。另外,该存储器可以与图像处理单元 51 分体设置,也可以构成为:利用软盘或存储卡、MO 等,以电子方式进行记录和写入。

[0352] 另外,在取景器用光路 44 上配置有取景器用物镜光学系统 53。该取景器用物镜光学系统 53 由盖透镜 54、第 1 棱镜 10、孔径光阑 2、第 2 棱镜 20、调焦用透镜 66 构成。通过该取景器用物镜光学系统 53 在成像面 67 上形成物体像。该物体像被形成于作为正像部件的波罗棱镜 55 的视野框 57 上。在该波罗棱镜 55 的后方配置有将形成为正像的像引导到观察者眼球 E 的目镜光学系统 59。

[0353] 根据这样构成的数字相机 40,能够实现具有小且薄的变焦镜头的电子摄像装置,该变焦镜头减少了摄影光学系统 41 的透镜片数。另外,本发明不限于上述的伸缩式数字相机,也能够适用于采用弯曲光学系统的弯折式数字相机。

[0354] 接着,图 14~图 16 示出信息处理装置的一例,即电脑,该信息处理装置内置有本发明的成像光学系统来作为物镜光学系统。图 14 是电脑 300 的、打开了盖的状态的前视立体图,图 15 是电脑 300 的摄影光学系统 303 的剖面图,图 16 是图 14 的侧视图。如图 14~图 16 所示,电脑 300 具有键盘 301、信息处理单元和记录单元、监视器 302 和摄影光学系统 303。

[0355] 其中,键盘 301 用于由操作者从外部输入信息。信息处理单元和记录单元被省略图示。监视器 302 用于对操作者显示信息。摄影光学系统 303 用于拍摄操作者本人和周围的像。监视器 302 可以是液晶显示元件或 CRT 显示器等。作为液晶显示元件,存在有利用未图示的背照灯从背面进行照明的透射型液晶显示元件、反射来自前面的光而进行显示的反射型液晶显示元件。并且,在图中将摄影光学系统 303 内置在监视器 302 的右上部,但不限于该位置,也可以是监视器 302 的周围或键盘 301 的周围等任何位置。

[0356] 该摄影光学系统 303 在摄影光路 304 上具有:例如由实施例 1 的变焦镜头构成的物镜光学系统 100;和对像进行感光的电子摄像元件芯片 162。这些部件被内置在电脑 300 中。

[0357] 在镜框的前端配置有用于保护物镜光学系统 100 的玻璃罩 102。

[0358] 电子摄像元件芯片 162 感光得到的物体像通过端子 166 被输入到电脑 300 的处理

单元。并且,物体像最终作为电子图像显示在监视器 302 上。作为图像的一例,在图 14 中示出了由操作者拍摄的图像 305。并且,该图像 305 也能够通过处理单元从远方显示在通信对象的电脑上。向远方传递图像时利用互联网或电话。

[0359] 接着,图 17 示出信息处理装置的一例,即电话、尤其是携带方便的手机,所述信息处理装置内置有本发明的成像光学系统来作为摄影光学系统。图 17A 示出了手机 400 的主视图,图 17B 示出了侧视图,图 17C 示出了摄影光学系统 405 的剖面图。如图 17A ~ 17C 所示,手机 400 具有传声器部 401、扬声器部 402、输入拨号键 403、监视器 404、摄影光学系统 405、天线 406 和处理单元。

[0360] 其中,传声器部 401 用于将操作者的声音作为信息进行输入。扬声器部 402 用于输出通话对象的声音。输入拨号键 403 用于由操作者输入信息。监视器 404 用于显示操作者本人和通话对象等的摄影像、电话号码等信息。天线 406 用于进行通信电波的发送和接收。处理单元(未图示)用于进行图像信息和通信信息、输入信号等的处理。

[0361] 其中,监视器 404 是液晶显示元件。并且,图中的各个构成要素的配置位置不限于图示的位置。该摄影光学系统 405 具有配置在摄影光路 407 上的物镜光学系统 100 和对物体像进行感光的电子摄像元件芯片 162。物镜光学系统 100 例如采用实施例 1 的变焦镜头。这些部件被内置在手机 400 中。

[0362] 在镜框的前端配置有用于保护物镜光学系统 100 的玻璃罩 102。

[0363] 电子摄像元件芯片 162 感光得到的物体像通过端子 166 被输入到未图示的图像处理单元。并且,物体像最终作为电子图像显示在监视器 404 上或者通信对象的监视器上、或者显示在双方的监视器上。并且,处理单元包括信号处理功能。在向通信对象发送图像的情况下,利用该功能将电子摄像元件芯片 162 感光得到的物体像的信息转换为能够发送的信号。

[0364] 另外,本发明能够在不脱离其宗旨的范围内实现各种变形例。

[0365] 根据本发明能够发挥如下效果:提供一种成像光学系统以及具有该成像光学系统的电子摄像装置,该成像光学系统能够同时实现小型化和高变倍比,能够良好地校正例如在高变倍比和小型化时要求特别严格的像面弯曲。

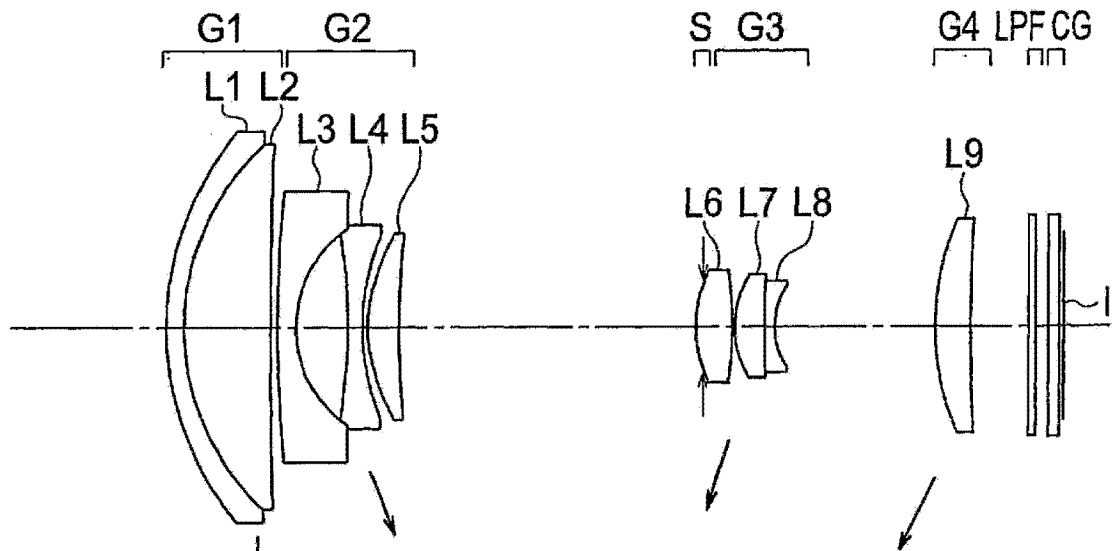


图 1A

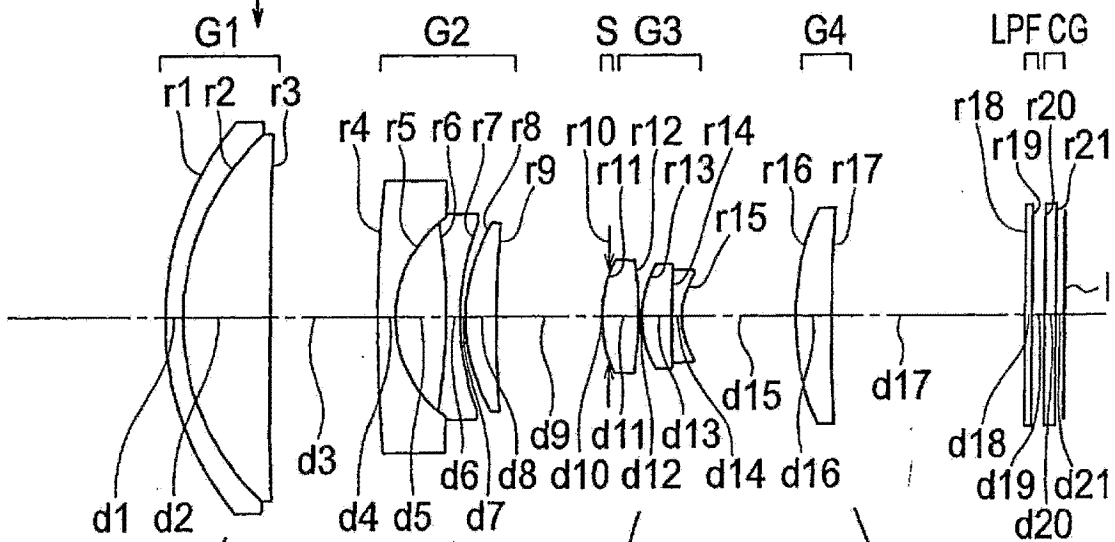


图 1B

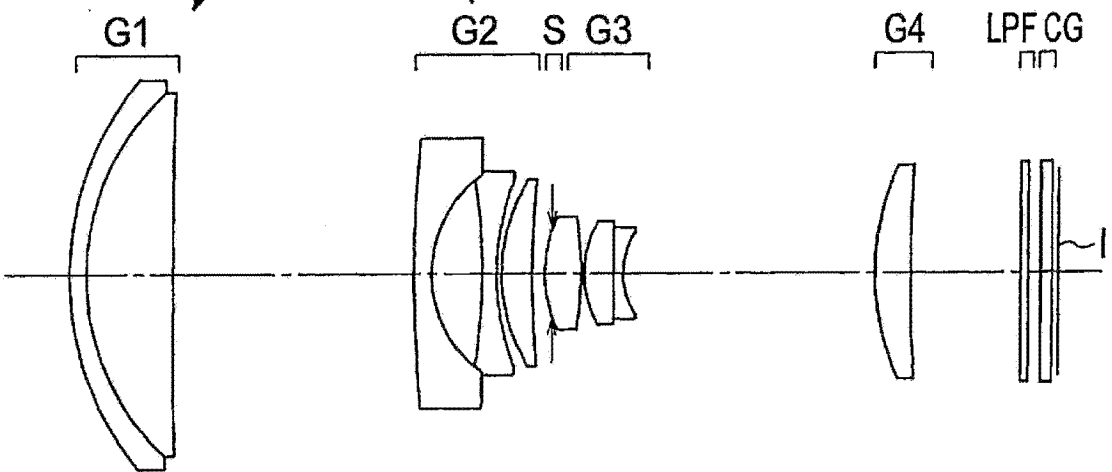


图 1C

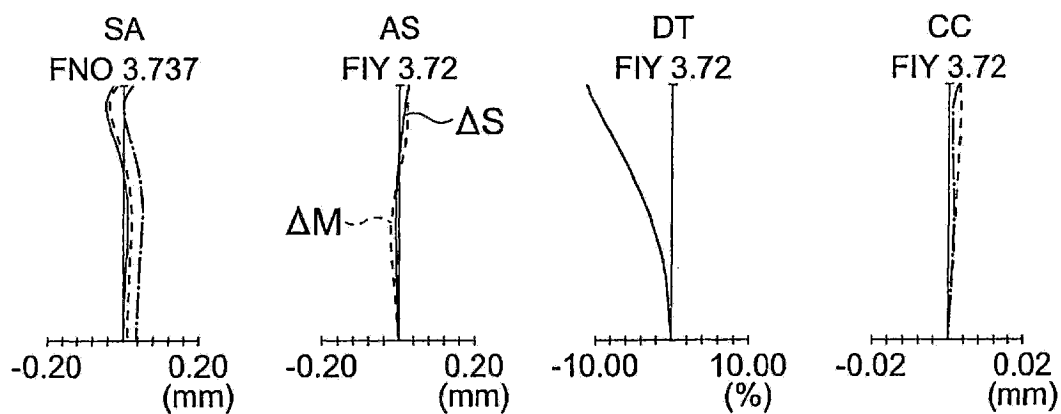


图 2A

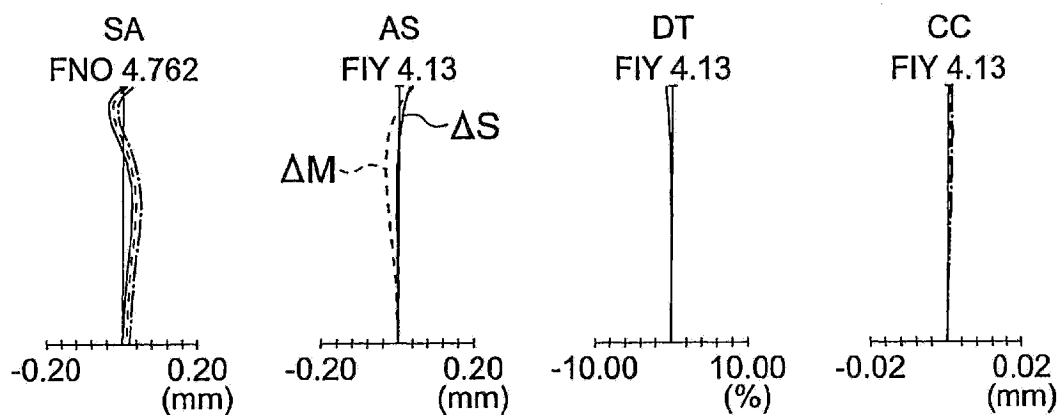
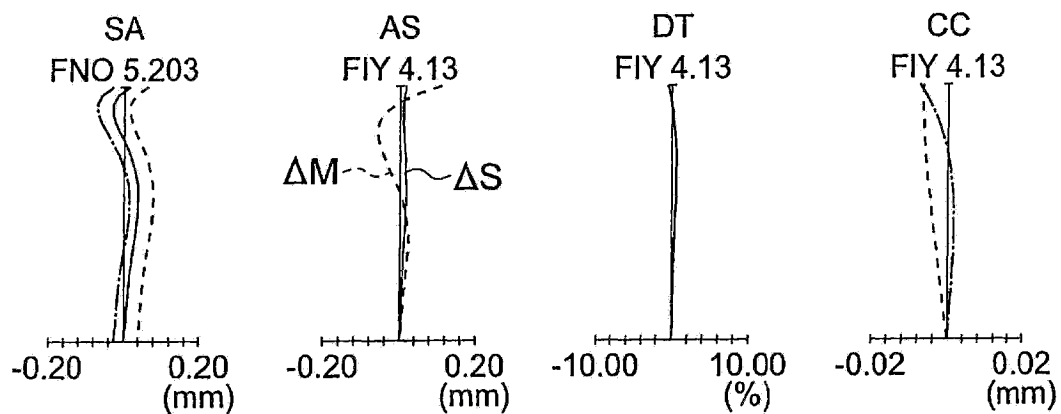


图 2B



435.84 ————
656.27 ————
587.56 ————

图 2C

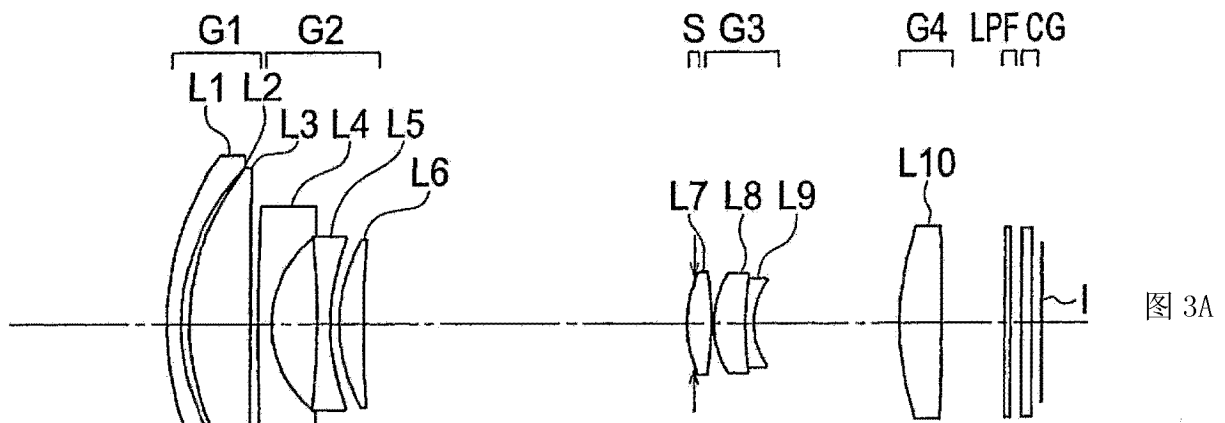


图 3A

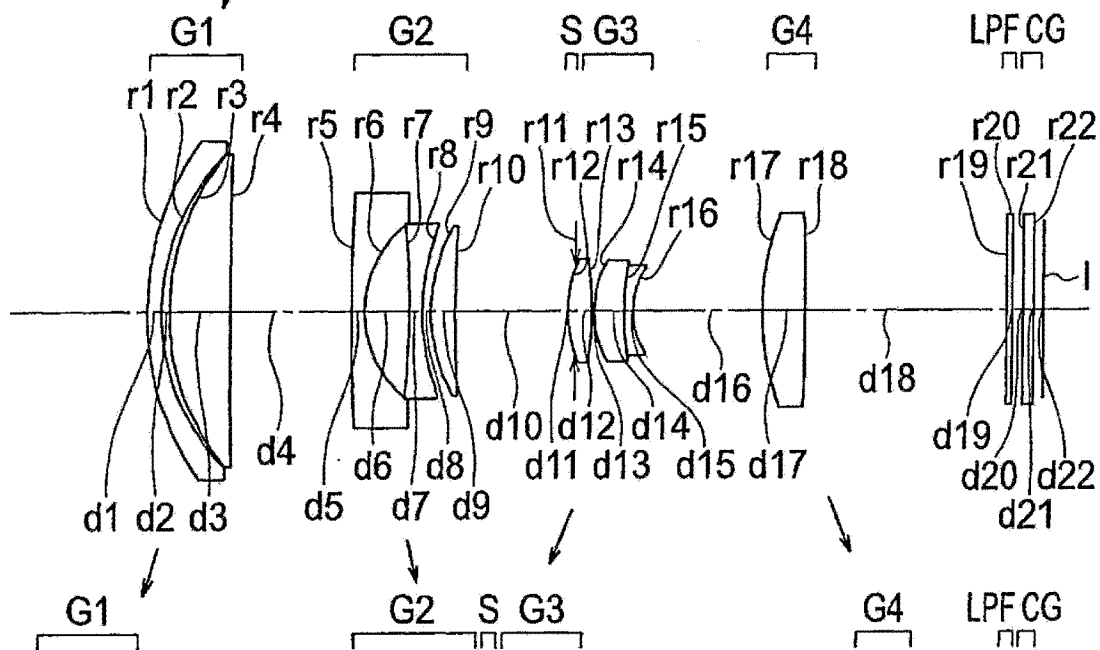


图 3B

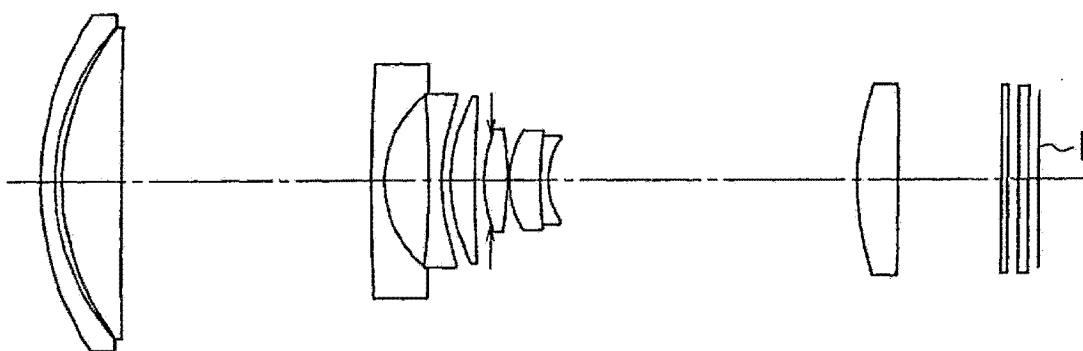


图 3C

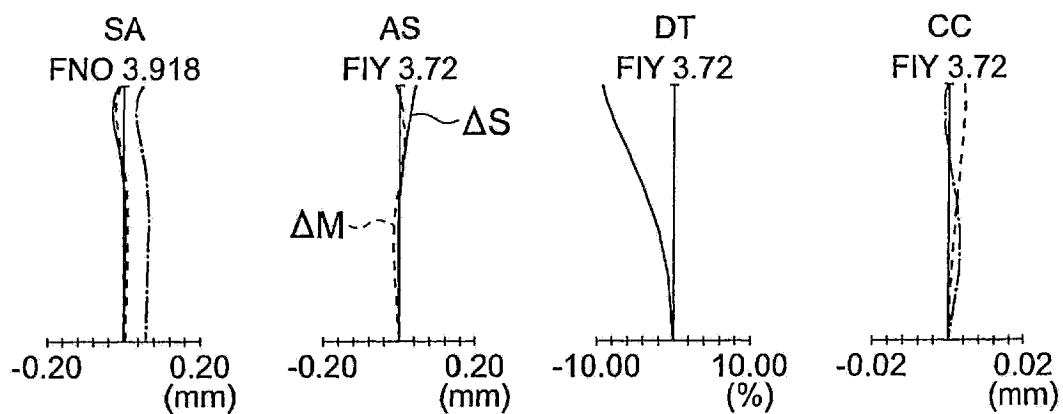


图 4A

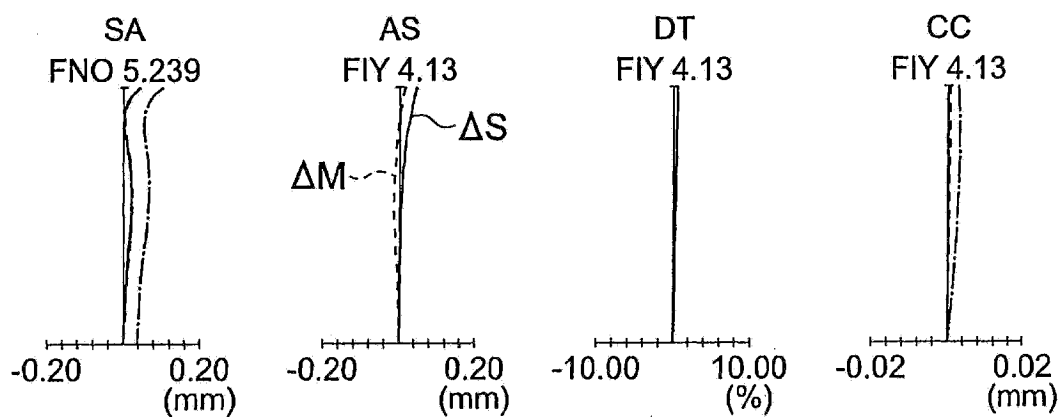
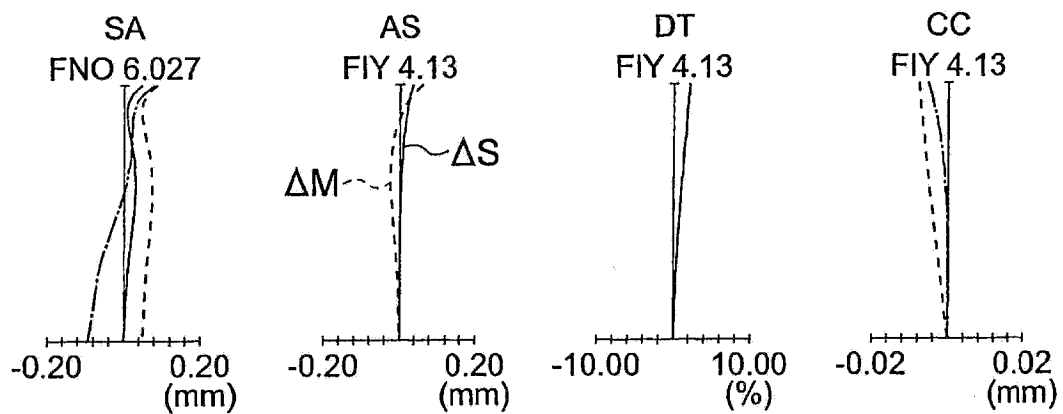


图 4B



435.84 ————
 656.27 - - - -
 587.56 ————

图 4C

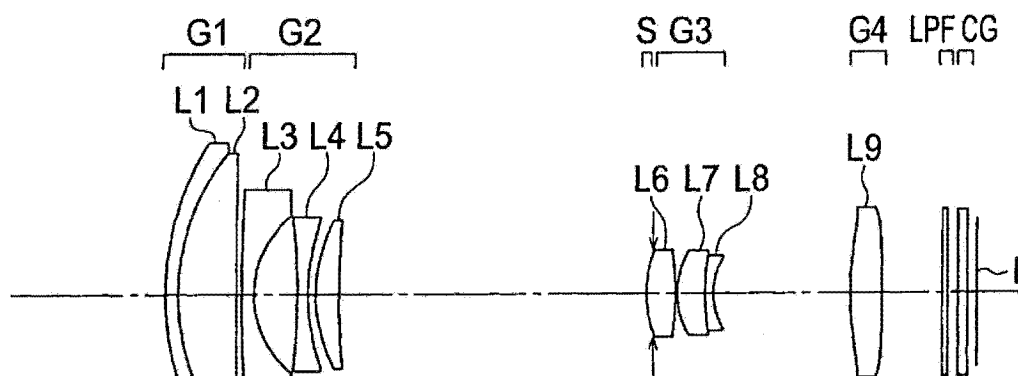


图 5A

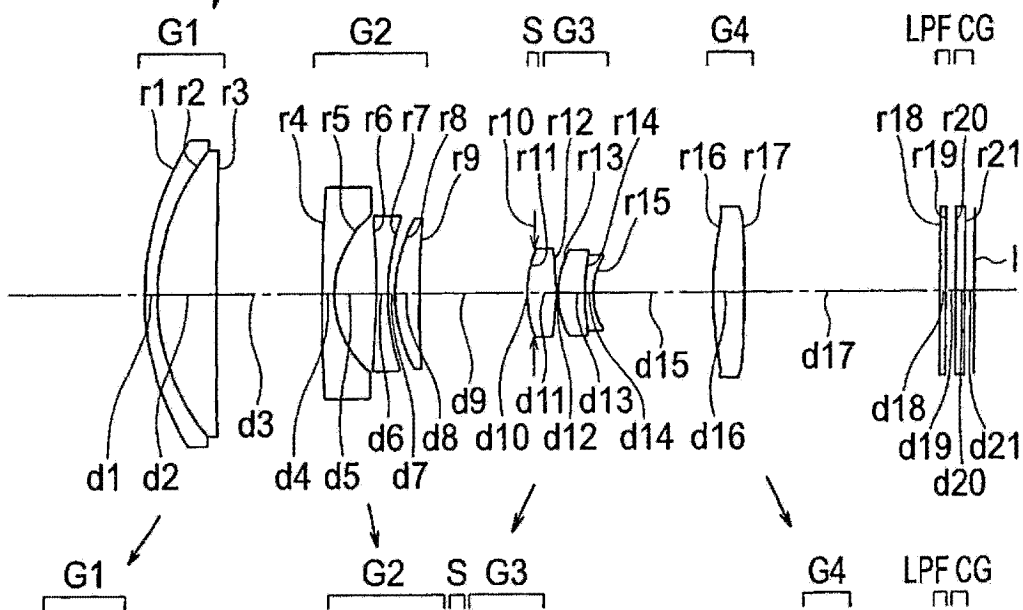


图 5B

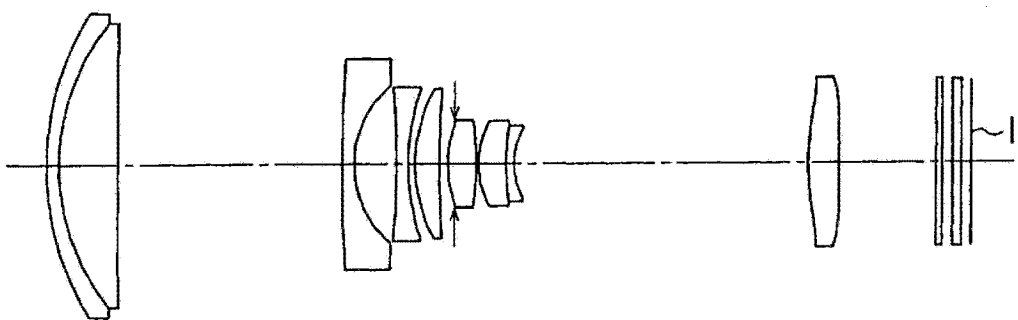


图 5C

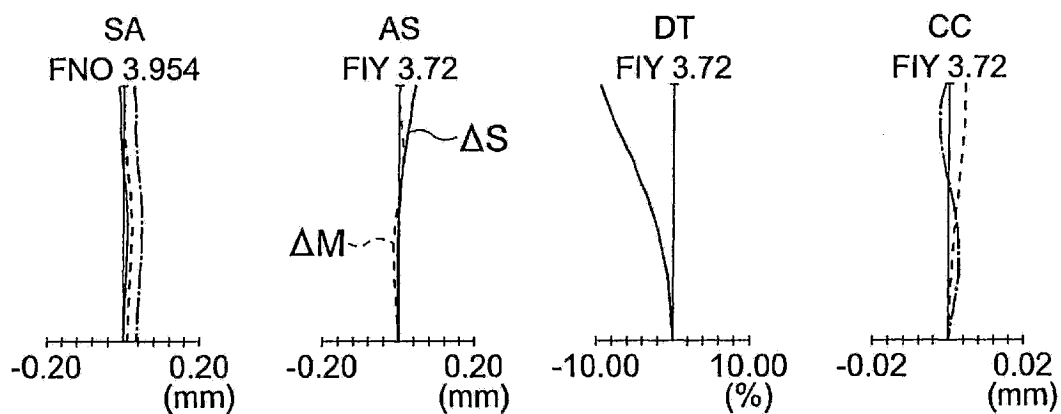


图 6A

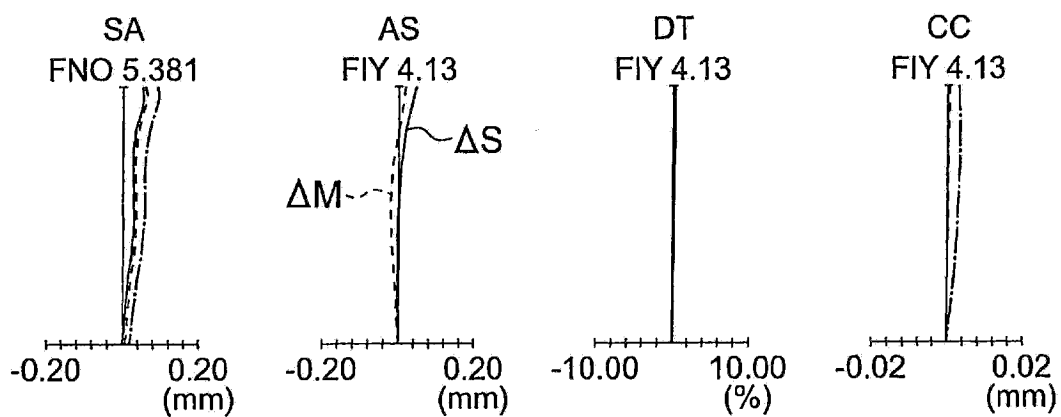
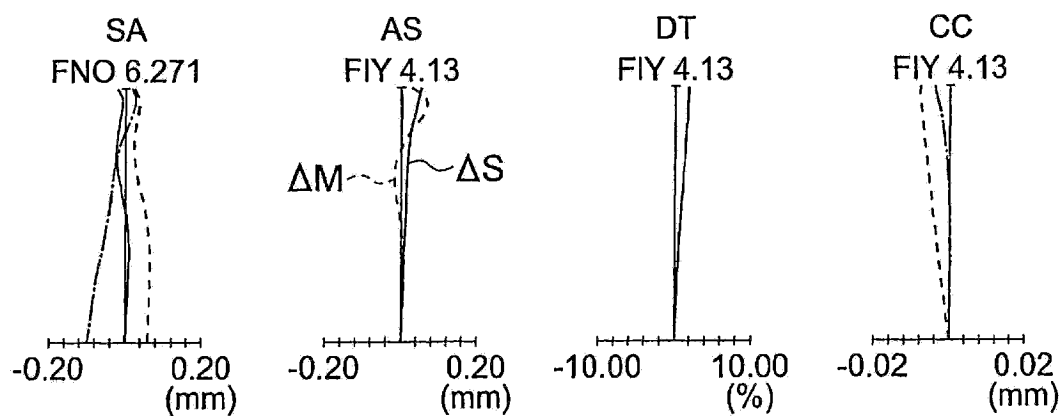


图 6B



435.84 ————
656.27 - - - - -
587.56 ————

图 6C

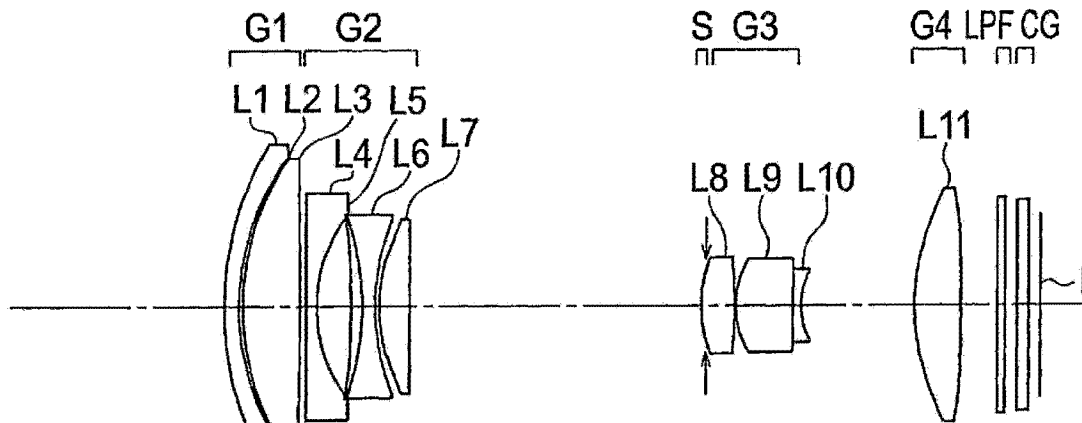


图 7A

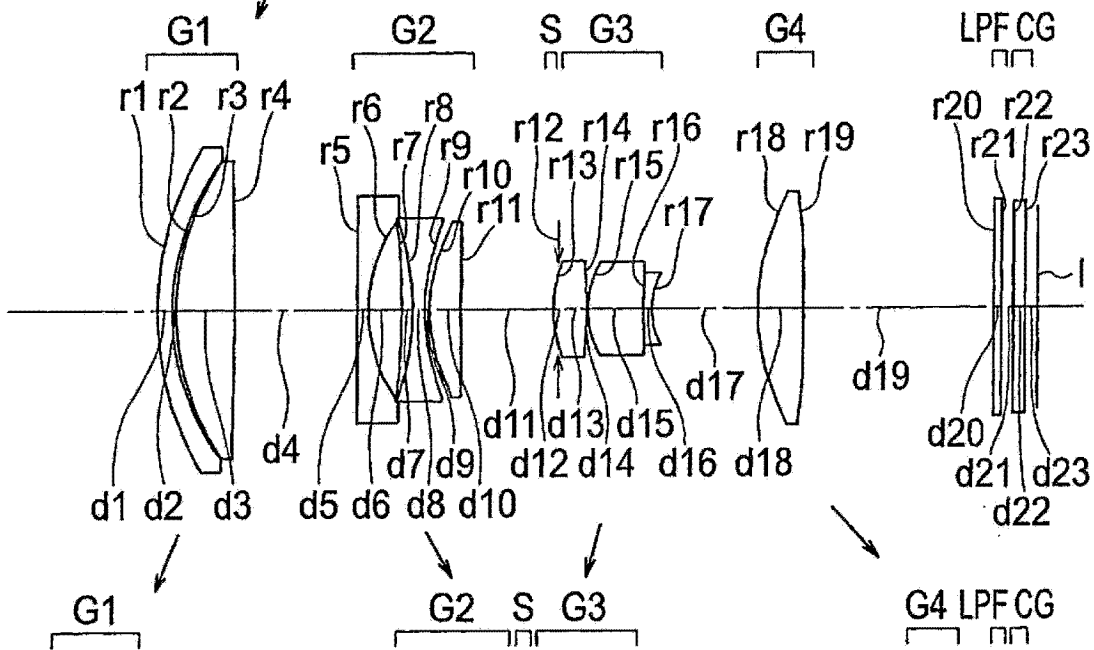


图 7B

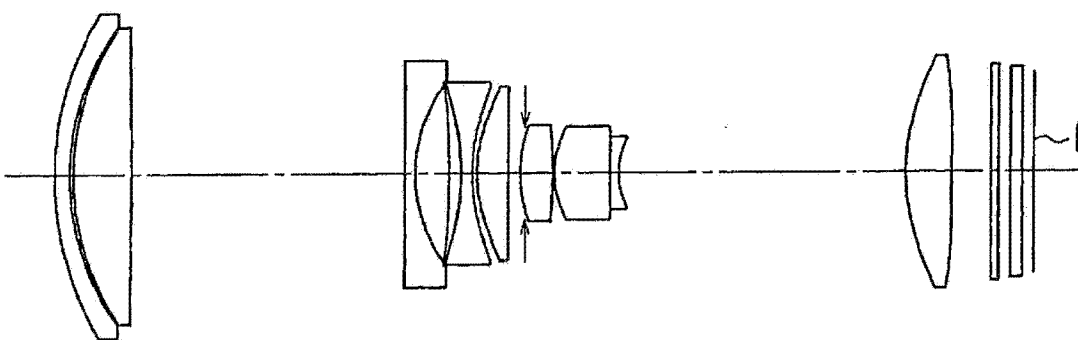


图 7C

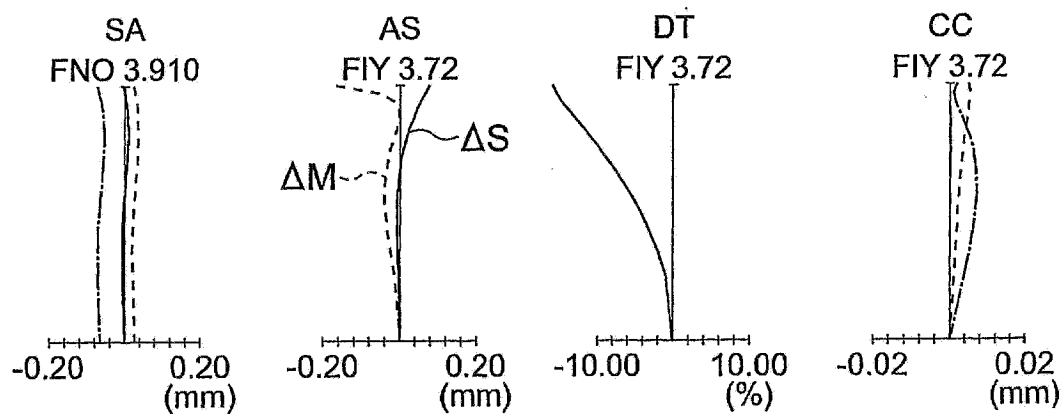


图 8A

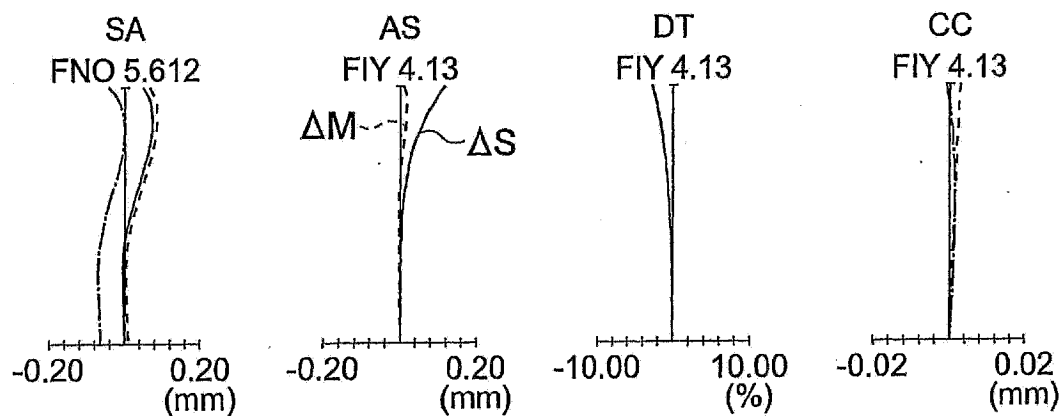


图 8B

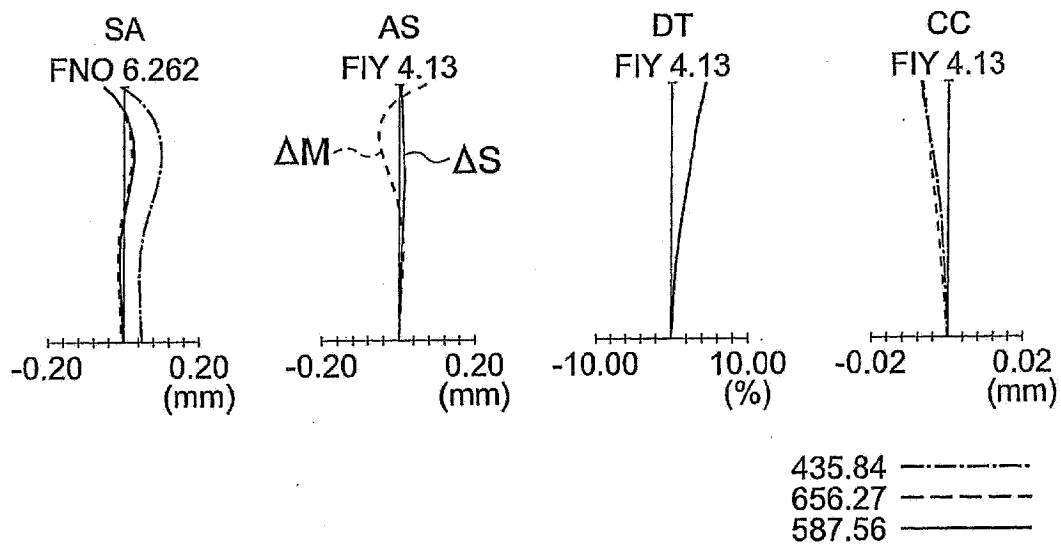


图 8C

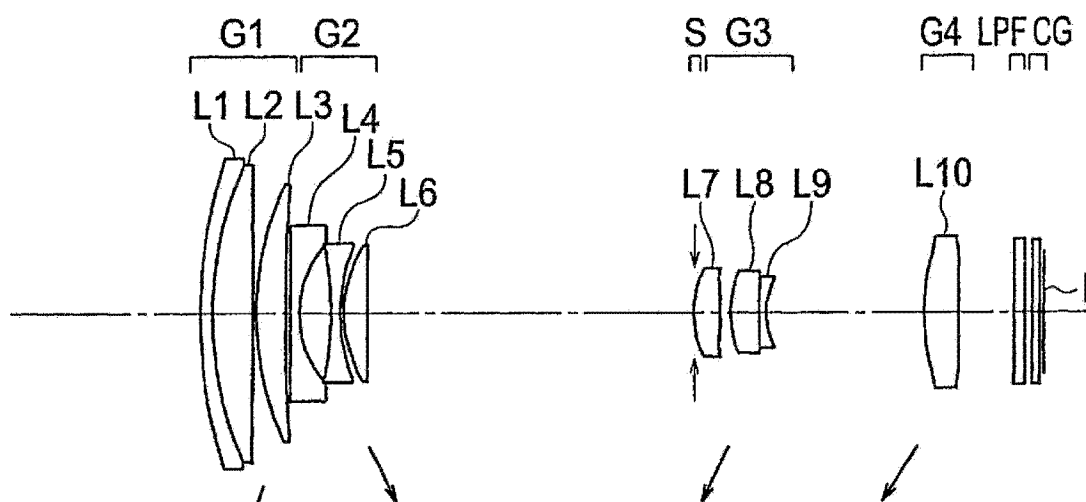


图 9A

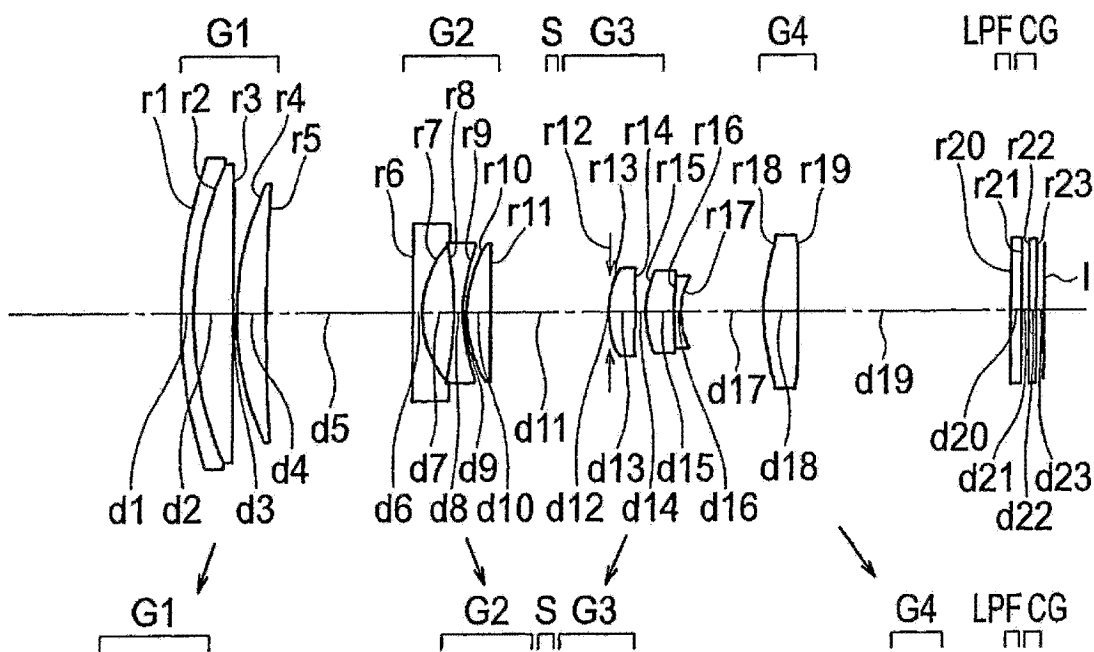


图 9B

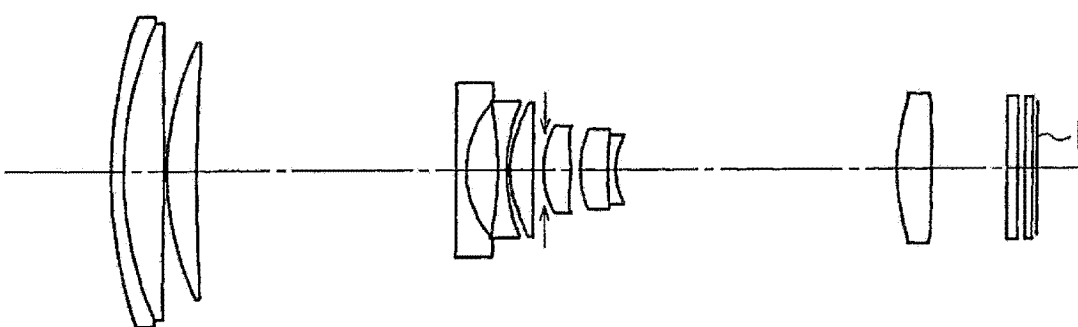


图 9C

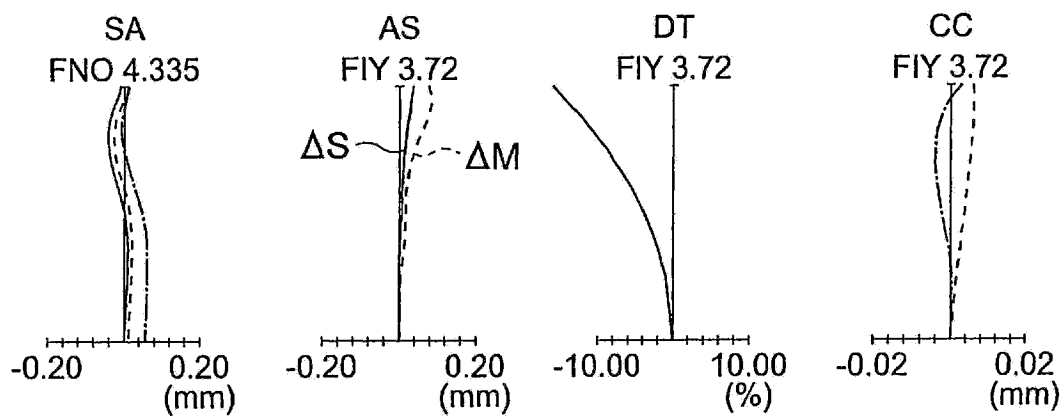


图 10A

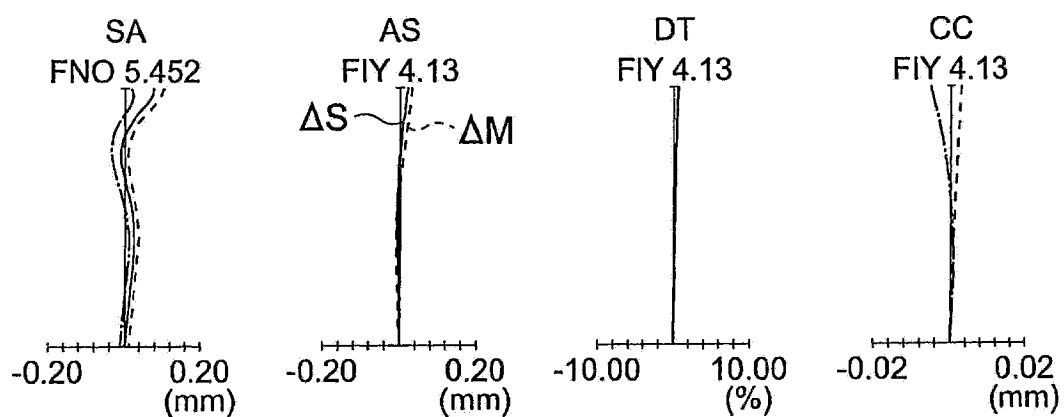
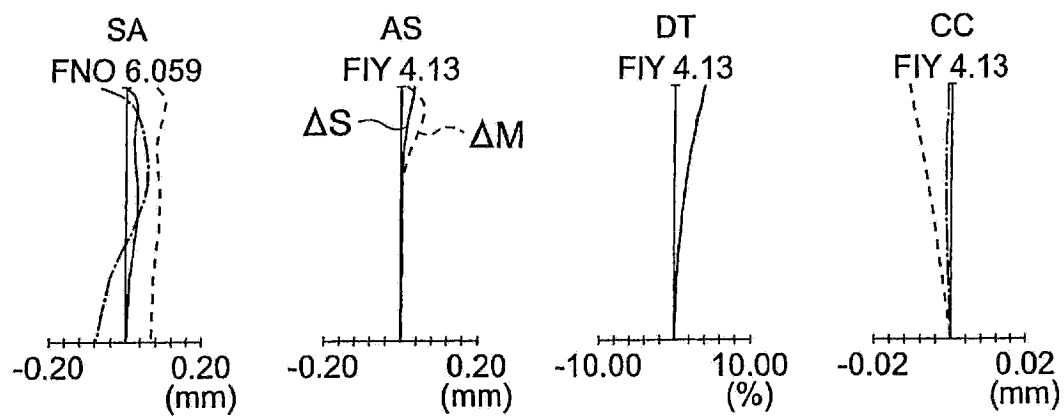


图 10B



435.84 ————
656.27 - - - - -
587.56 ————

图 10C

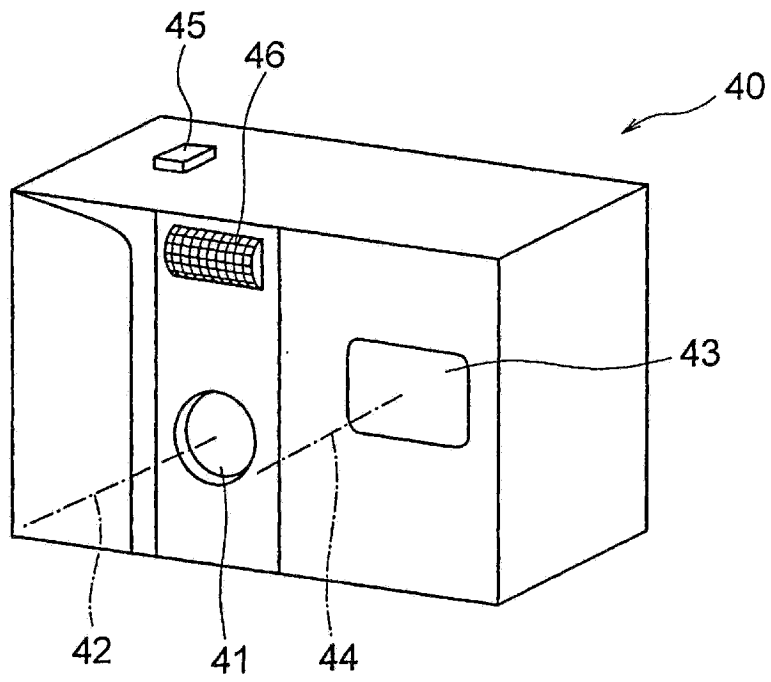


图 11

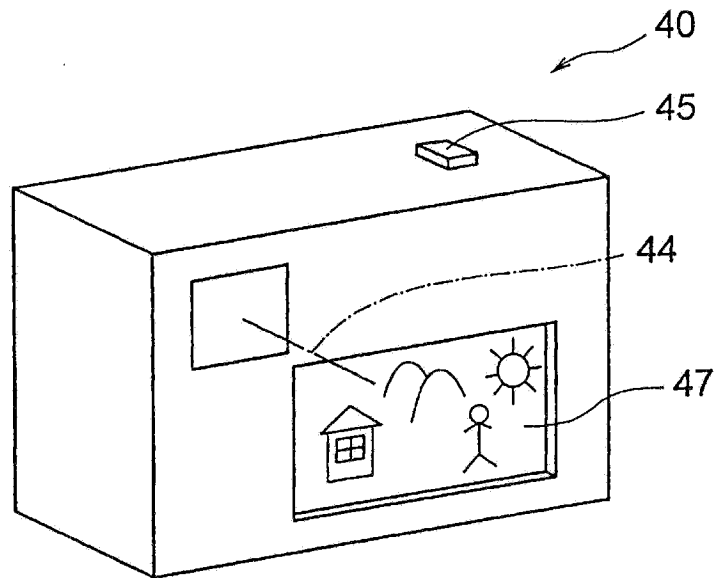


图 12

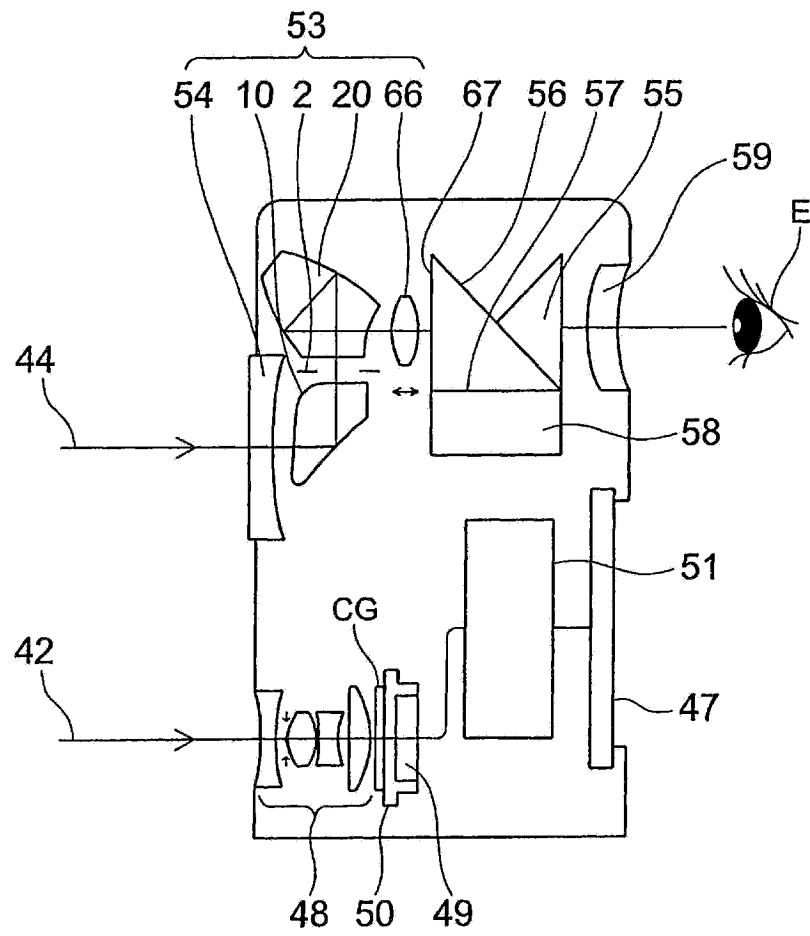


图 13

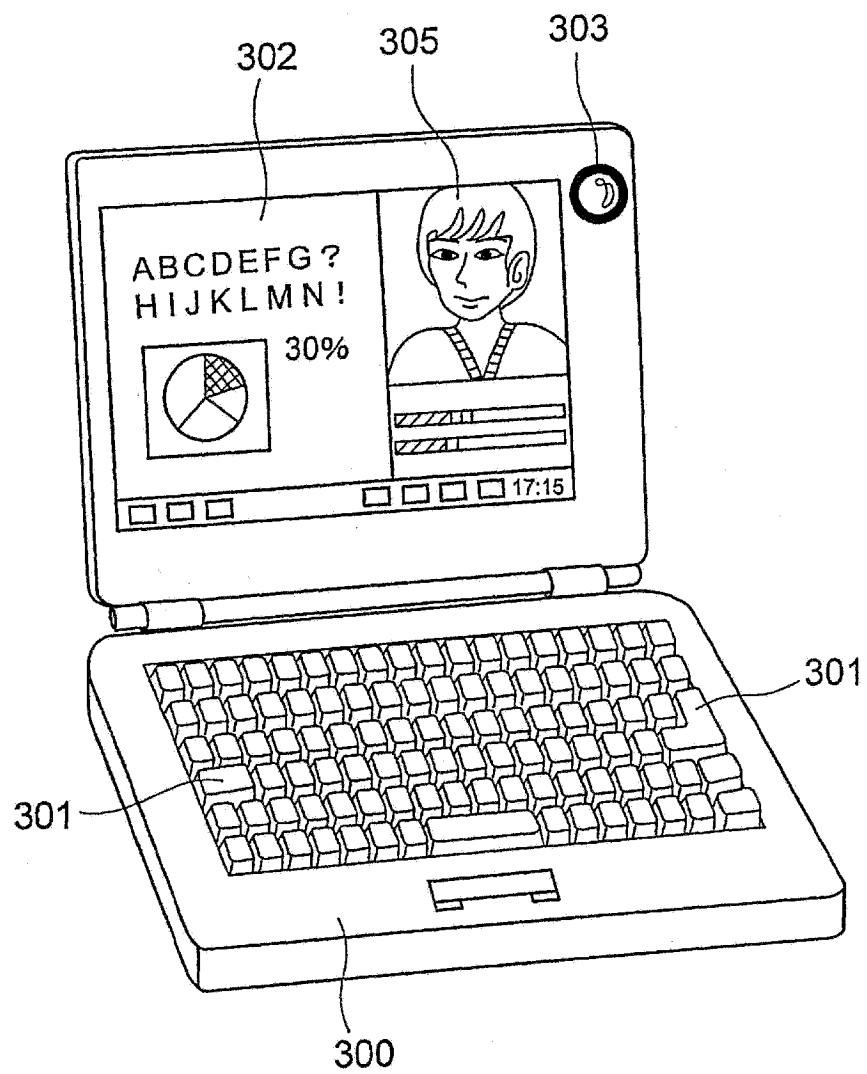


图 14

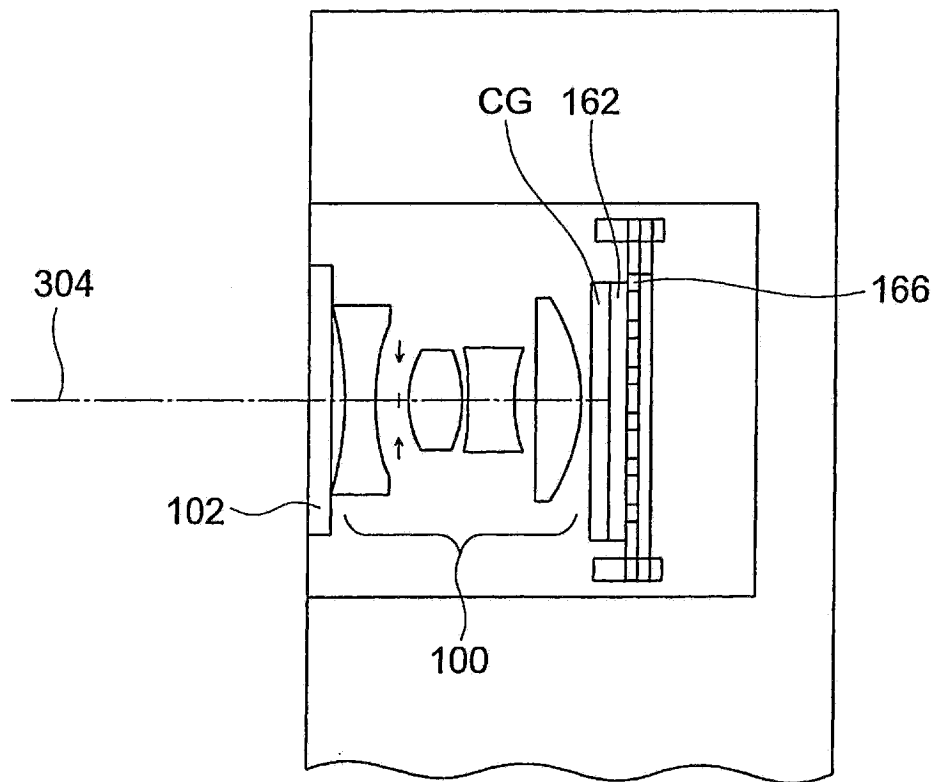


图 15

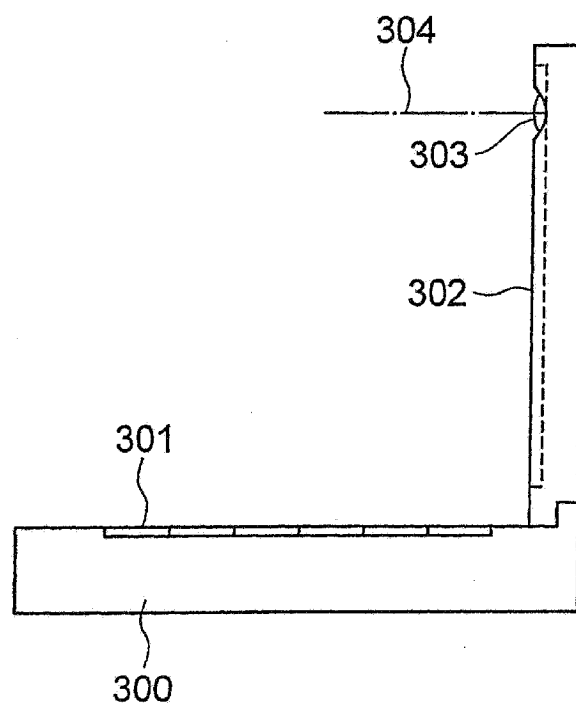


图 16

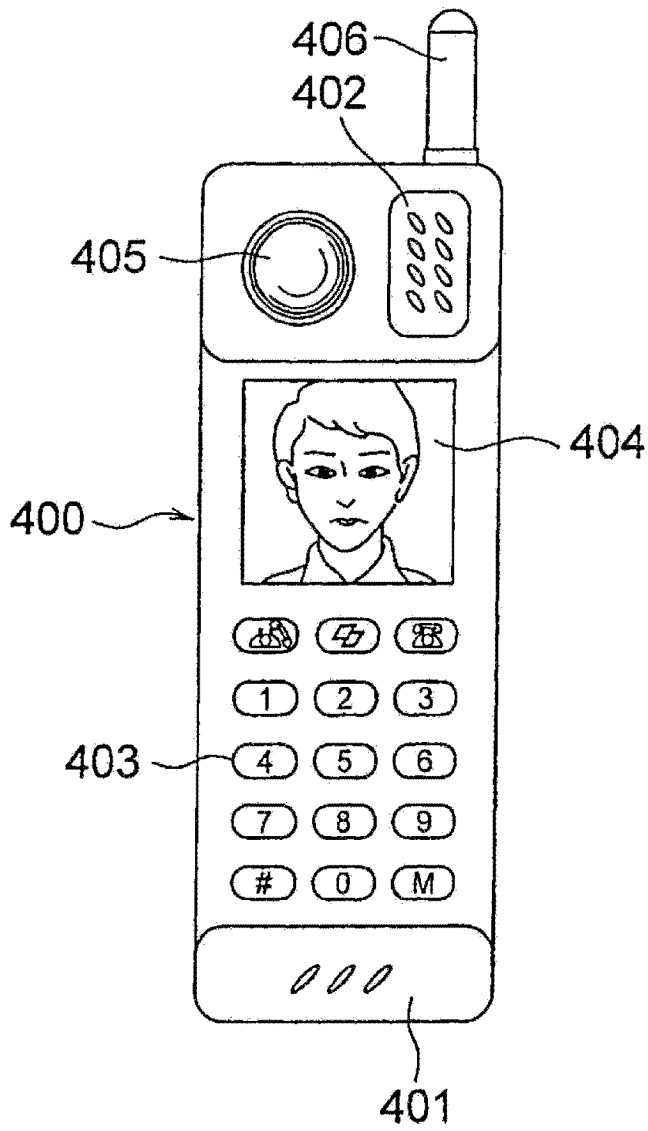


图 17A

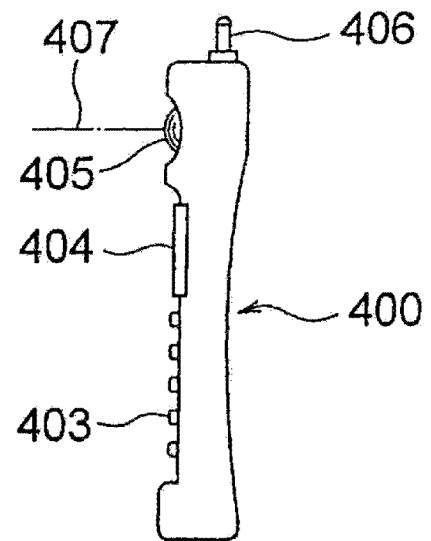


图 17B

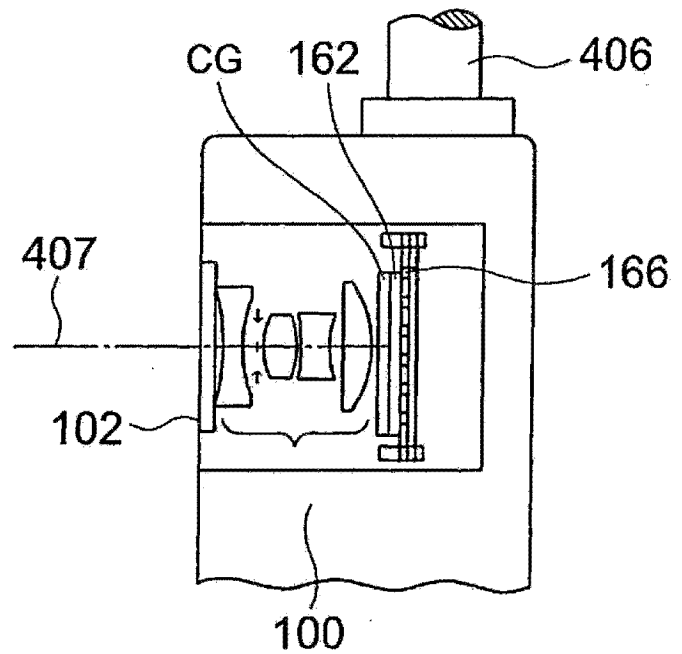


图 17C