



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102109665 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 12

(21) 申请号 201010597795. 0

页第 11 行 - 第 15 页第 14 行、图 12.

(22) 申请日 2010. 12. 21

US 2006/0132928 A1, 2006. 06. 22, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 陈嘉佳

2009-294302 2009. 12. 25 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 难波则广

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 15/173 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101144899 A, 2008. 03. 19, 说明书第 12

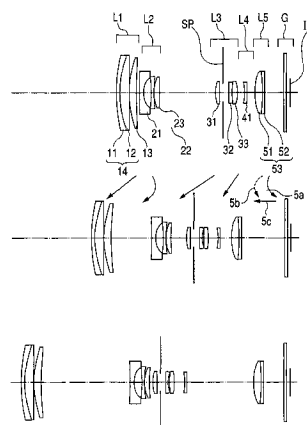
权利要求书 2 页 说明书 19 页 附图 11 页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明公开了变焦透镜以及包括该变焦透镜的图像拾取装置,该变焦透镜从物侧到像侧顺序包括:具有两个正透镜和一个负透镜的正的第一透镜单元;具有正透镜和负透镜的负的第二透镜单元;正的第三透镜单元;和包括透镜单元的后组,其中:相对于广角端,在望远端,第一透镜单元和第二透镜单元之间的间距、第二透镜单元和第三透镜单元之间的间距、以及第三透镜单元和后组之间的间距分别改变;以及适当地设定第一透镜单元的正透镜中的具有最大阿贝数的正透镜的材料的焦距和阿贝数、第二透镜单元的正透镜的材料的折射率和阿贝数、以及第一透镜单元的焦距。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧顺序包括:

具有正折光力的第一透镜单元;

具有负折光力的第二透镜单元;

具有正折光力的第三透镜单元;以及

包括至少一个透镜单元的后组,其中:

相对于广角端,在望远端,第一透镜单元和第二透镜单元之间的间距增大,第二透镜单元和第三透镜单元之间的间距减小,并且第三透镜单元和后组之间的间距改变;

第一透镜单元包括两个正透镜和一个负透镜,并且第二透镜单元包括负透镜和正透镜;以及

满足下列条件表达式:

$$80.0 < v_{1p};$$

$$1.0 < f_{1p}/f_1 < 1.6;$$

$$v_{2p} < 18.4;$$

$$1.90 < N_{2p}; \text{和}$$

$$-6.5 < M_1/f_w < -4.0,$$

其中 v_{1p} 表示构成第一透镜单元的两个正透镜中的具有最大阿贝数的一个正透镜的材料的阿贝数, N_{2p} 和 v_{2p} 分别表示第二透镜单元的正透镜的材料的折射率和阿贝数, f_1 表示第一透镜单元的焦距, f_{1p} 表示构成第一透镜单元的两个正透镜中的所述具有最大阿贝数的一个正透镜的焦距, M_1 表示在从广角端到望远端变焦期间第一透镜单元的移动量,并且 f_w 表示在广角端的所述变焦透镜的整个系统的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足下列条件表达式:

$$-4.0 < M_3/f_w < -2.7,$$

其中 M_3 表示在从广角端到望远端变焦期间第三透镜单元的移动量。

3. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足下列条件表达式:

$$7.0 < f_1/f_w < 10.0。$$

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足下列条件表达式:

$$1.2 < |f_2|/f_w < 1.6,$$

其中 f_2 表示第二透镜单元的焦距。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足下列条件表达式:

$$1.7 < f_3/f_w < 4.6,$$

其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距。

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足下列条件表达式:

$$0.1 < \Delta N_{1p} < 0.4,$$

其中 ΔN_{1p} 表示构成第一透镜单元的两个正透镜的材料之间的折射率差。

7. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中:

第二透镜单元从物侧到像侧顺序包括在像侧的透镜表面的折光力的绝对值比在物侧的透镜表面的折光力的绝对值大的、具有面向像侧的凹表面的负透镜以及具有面向物侧的凸表面的正透镜;以及

满足下列条件表达式:

$0.52 < d_2 / f_w < 1.00$,

其中 d_2 表示所述第二透镜单元的所述负透镜的在像侧的透镜表面和所述第二透镜单元的所述正透镜的在物侧的透镜表面之间的在光轴上的距离。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜, 其中, 满足下列条件表达式:

$0.029 < (1/v_{2p} - 1/v_{2n}) < 0.050$

其中 v_{2n} 表示构成第二透镜单元的具有最大折光力的绝对值的负透镜的材料的阿贝数。

9. 一种图像拾取装置, 包括:

如权利要求 1 到 8 中任意一个的变焦透镜; 和

用于接收由所述变焦透镜形成的图像的光的图像拾取元件。

变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取装置,该变焦透镜和图像拾取装置适于使用固态图像拾取元件的图像拾取装置(诸如摄像机、电子静态照相机、广播级摄像机或监视摄像机),或诸如卤化银胶片照相机的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 近年来,使用固态图像拾取元件的图像拾取装置(诸如摄像机、数字静态照相机、广播级摄像机或监视摄像机)以及卤化银胶片照相机作为整个装置已被减小尺寸。而且,要求用于该图像拾取装置的摄影光学系统是具有短的总透镜长度、紧凑的(小的)尺寸以及高变焦比(高倍率)的高分辨率变焦透镜。作为满足这些要求的变焦透镜,已知正前置(positive lead)类型的变焦透镜,其具有如下这样的透镜单元,该透镜单元从物侧到像侧顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元,以及包括这些单元之后的至少一个透镜单元的后组。作为正前置类型的变焦透镜,已知由从物侧到像侧顺序具有正折光力、负折光力、正折光力和正折光力的四个透镜单元构成的变焦透镜。

[0003] 在美国专利 No. 7, 738, 181 中,对于第一透镜单元的正透镜使用低色散材料,以便在望远侧执行色差的适当校正。另外,已知由从物侧到像侧顺序具有正折光力、负折光力、正折光力、正折光力和正折光力的五个透镜单元构成的变焦透镜(美国专利 No. 7, 286, 304)。另外,已知由从物侧到像侧顺序包括正折光力、负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的五个透镜单元构成的变焦透镜。美国专利 No. 7, 177, 092 公开了具有近似 10 的变焦比的变焦透镜。

[0004] 一般地,为了获得具有尺寸减小的整个系统且同时具有预定变焦比的变焦透镜,需要提高构成变焦透镜的每个透镜单元的折光力(光焦度=焦距的倒数),以便减少透镜的数目。然而,这种变焦透镜具有伴随变焦的大的像差变化,并且难以在整个变焦范围上获得高的光学性能。特别地,有效前透镜直径变大,并且整个透镜系统的尺寸减小变得不足。同时,难以在望远端校正各种像差(诸如色差)。

[0005] 在上述四单元变焦透镜或五单元变焦透镜中,为了获得高变焦比并且减小整个透镜系统的尺寸并同时获得良好的光学性能,重要的是适当设定每个透镜单元的折光力和透镜配置,以及变焦时每个透镜单元的移动条件。特别地,重要的是适当设定第一透镜单元和第二透镜单元的透镜配置以及在变焦时第一透镜单元和第三透镜单元的移动条件。除非适当设定这些结构,否则难以获得具有小的整个系统、高变焦比和高光学性能的变焦透镜。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供一种具有小的整个光学系统、高变焦比和整个变焦范围上的高光学性能的变焦透镜,以及提供一种包括该变焦透镜的图像拾取装置。

[0007] 根据本发明的变焦透镜从物侧到像侧顺序包括:具有正折光力的第一透镜单元、

具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、以及包括至少一个透镜单元的后组,其中:相对于广角端,在望远端,第一透镜单元和第二透镜单元之间的间距增加,第二透镜单元和第三透镜单元之间的间距减小,并且第三透镜单元和后组之间的间距改变,第一透镜单元包括两个正透镜和一个负透镜,并且第二透镜单元包括一个负透镜和一个正透镜,并且满足下列条件表达式:

[0008] $80.0 < v1p$;

[0009] $1.0 < f1p/f1 < 1.6$;

[0010] $v2p < 18.4$;和

[0011] $1.90 < N2p$,

[0012] 其中 $v1p$ 表示构成第一透镜单元的两个正透镜中的具有最大阿贝数的一个正透镜的材料的阿贝数, $N2p$ 和 $v2p$ 分别表示第二透镜单元的正透镜的材料的折射率和阿贝数, $f1$ 表示第一透镜单元的焦距,并且 $f1p$ 表示构成第一透镜单元的两个正透镜中的具有最大阿贝数的一个正透镜的焦距。

[0013] 根据本发明,获得了一种具有小的整个光学系统、高变焦比和整个变焦范围上的高光学性能的变焦透镜。

[0014] 从下文参考附图对示例性实施例的描述,本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0015] 图 1A、1B 和 1C 分别示出了根据本发明的数字实施例 1 的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。

[0016] 图 2A、2B 和 2C 分别是根据本发明的数字实施例 1 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0017] 图 3A、3B 和 3C 分别示出了根据本发明的数字实施例 2 的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。

[0018] 图 4A、4B 和 4C 分别是根据本发明的数字实施例 2 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0019] 图 5A、5B 和 5C 分别示出了根据本发明的数字实施例 3 的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。

[0020] 图 6A、6B 和 6C 分别是根据本发明的数字实施例 3 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0021] 图 7A、7B 和 7C 分别示出了根据本发明的数字实施例 4 的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。

[0022] 图 8A、8B 和 8C 分别是根据本发明的数字实施例 4 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0023] 图 9A、9B 和 9C 分别示出了根据本发明的数字实施例 5 的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。

[0024] 图 10A、10B 和 10C 分别是根据本发明的数字实施例 5 的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0025] 图 11 是示出了本发明的图像拾取装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0026] 下面,参考附图详细描述本发明的优选实施例。根据本发明的变焦透镜从物侧到像侧顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、以及包括至少一个透镜单元的后组。在变焦过程中,相对于广角端,在望远端,第一透镜单元和第二透镜单元之间的间距增大,第二透镜单元和第三透镜单元之间的间距减小,并且第三透镜单元和后组之间的间距改变。

[0027] 图 1A、1B 和 1C 示出了根据本发明的第一实施例(数字实施例 1)的变焦透镜的在广角端(短焦距端)、中间变焦位置和望远端(长焦距端)的透镜截面。图 2A、2B 和 2C 分别是第一实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。第一实施例的变焦透镜具有 13.32 的变焦比以及 3.21 ~ 6.08 的孔径比。

[0028] 图 3A、3B 和 3C 示出了根据本发明的第二实施例(数字实施例 2)的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。图 4A、4B 和 4C 分别是第二实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。第二实施例的变焦透镜具有 11.41 的变焦比以及 3.43 ~ 5.72 的孔径比。

[0029] 图 5A、5B 和 5C 示出了根据本发明的第三实施例(数字实施例 3)的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。图 6A、6B 和 6C 分别是第三实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。第三实施例的变焦透镜具有 13.82 的变焦比以及 3.36 ~ 6.09 的孔径比。

[0030] 图 7A、7B 和 7C 示出了根据本发明的第四实施例(数字实施例 4)的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。图 8A、8B 和 8C 分别是第四实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。第四实施例的变焦透镜具有 13.54 的变焦比以及 3.37 ~ 6.09 的孔径比。

[0031] 图 9A、9B 和 9C 示出了根据本发明的第五实施例(数字实施例 5)的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的透镜截面。图 10A、10B 和 10C 分别是第五实施例的变焦透镜的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。第五实施例的变焦透镜具有 12.27 的变焦比以及 3.50 ~ 5.97 的孔径比。

[0032] 图 11 是示出了包括本发明的变焦透镜的照相机(图像拾取装置)的主要部分的示意图。各实施例的变焦透镜是用于诸如摄像机、电子照相机、卤化银胶片照相机的图像拾取装置的摄影透镜系统。在透镜截面中,左侧相应于物侧,而右侧相应于像侧。另外, i 指示每个透镜单元从物侧到像侧的顺序,并且 L_i 表示第 i 个透镜单元。 L_r 表示包括至少一个透镜单元的后组。

[0033] 在图 1A 到 1C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三和第四实施例的透镜截面中,变焦透镜包括具有正折光力(光焦度=焦距的倒数)的第一透镜单元 L_1 、具有负折光力的第二透镜单元 L_2 、具有正折光力的第三透镜单元 L_3 。后组 L_r 包括具有负折光力的第四透镜单元 L_4 以及具有正折光力的第五透镜单元 L_5 。第一、第三和第四实施例中的每一个描述了正前置类型的五单元变焦透镜。

[0034] 在图 3A 到 3C 所示的第二实施例的透镜截面中,变焦透镜包括具有正折光力的第一透镜单元 L_1 、具有负折光力的第二透镜单元 L_2 以及具有正折光力的第三透镜单元 L_3 。后

组 Lr 包括具有正折光力的第四透镜单元 L4。第二实施例描述了正前置类型的四单元变焦透镜。

[0035] 在图 9A 到 9C 所示的第五实施例的透镜截面中,变焦透镜包括具有正折光力的第一透镜单元 L1、具有负折光力的第二透镜单元 L2 以及具有正折光力的第三透镜单元 L3。后组 Lr 包括具有正折光力的第四透镜单元 L4 和具有正折光力的第五透镜单元 L5。第五实施例描述了正前置类型的五单元变焦透镜。在各透镜截面中,F 数决定部件(下面称为“孔径光阑”)SP 具有用于决定(限定)开口 F 数(F_{no})光通量的孔径光阑的作用。

[0036] 光学块 G 相应于滤光器、面板、石英低通滤光器或红外截止滤光器等。作为像面 IP,当变焦透镜被用作图像拾取装置(诸如摄像机或数字静态照相机)的摄影光学系统时,设置诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件(光电变换器)的成像平面。可替换地,当变焦透镜被用作卤化银胶片照相机的摄影光学系统时,设置相应于胶片表面的感光表面。在球面像差图中,实线指示 d 线,并且双点划线指示 g 线。在像散图中,虚线指示子午像面,实线指示弧矢像面,并且横向色差由 g 线示出。半视场角(摄影视场角的半值)由 ω 表示,并且 F 数由 F_{no} 表示。应注意,在下面的实施例中,广角端和望远端指的是这样的变焦位置,在该变焦位置用于变焦的透镜单元被定位在光轴上的可机械移动的范围的每一端。在各实施例中,箭头指示在从广角端到望远端变焦过程中或在聚焦过程中的移动轨迹。

[0037] 在各实施例的变焦透镜中,第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的折光力被在某种程度上提高,从而在广角端第一透镜单元 L1 和孔径光阑 SP 之间的距离减小。因此,第一透镜单元 L1 的透镜直径被减小(缩短)。另外,第三透镜单元 L3 的折光力在某种程度上提高,从而孔径光阑 SP 和像面 IP 之间的距离减小。因此,在广角端的总透镜长度(第一透镜表面和像面之间的距离)被缩短。

[0038] 在各实施例的变焦透镜中,当执行从广角端到望远端的变焦时,第一透镜单元 L1 移向物侧,从而与广角端相比,第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的间距在望远端变得更长(更大),由此获得变焦动作。另外,当执行从广角端到望远端的变焦时,第三透镜单元 L3 移向物侧,从而与广角端相比,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距在望远端变得更短(更小),由此获得变焦动作。

[0039] 这样,通过在多个区域(透镜单元)之间分担变焦动作,可缩短在变焦时各透镜单元的移动行程(movement stroke),同时实现较高的变焦比,并且缩短在望远端的整个透镜长度。通过使布置成最靠近像侧的透镜单元沿向物侧凸出的轨迹移动,校正变焦时的焦点变化。对于聚焦,第一透镜单元 L1 或布置成最靠近像侧的透镜单元被移向物侧,从而执行从无限远物体到近侧物体的聚焦。

[0040] 在图 1A 到 1C、5A 到 5C、7A 到 7C 和 9A 到 9C 所示的五单元变焦透镜中,为了在望远端执行从无限远物体到近侧物体的聚焦,如在各透镜截面中由箭头 5c 所示的,第五透镜单元 L5 被向前移动。关于第五透镜单元 L5 的实线曲线 5a 和虚线曲线 5b 分别指示当聚焦在无限远物体上和聚焦在近侧物体上时,用于校正伴随从广角端到望远端的变焦的像面变化的移动轨迹。

[0041] 在图 3A 到 3C 所示的第二实施例中,为了在望远端执行从无限远物体到近侧物体的聚焦,如在透镜截面中由箭头 4c 所示,第四透镜单元 L4 被向前移动。关于第四透镜单元

L4 的实线曲线 4a 和虚线曲线 4b 分别指示当聚焦在无限远物体上和聚焦在近侧物体上时，用于校正伴随从广角端到望远端的变焦的像面变化的移动轨迹。

[0042] 在各实施例中，第一透镜单元 L1 包括两个正透镜和一个负透镜。第二透镜单元 L2 包括负透镜和正透镜。在包括在第一透镜单元 L1 中的正透镜中，其材料具有最大阿贝数 (Abbe number) 的正透镜 G1p 的材料的阿贝数被以 v_{1p} 表示。第二透镜单元 L2 的一个正透镜 G2p 的材料的折射率和阿贝数分别被以 N_{2p} 和 v_{2p} 表示。第一透镜单元 L1 的焦距被以 f_1 表示，第一透镜单元 L1 的正透镜中的其材料具有最大阿贝数的正透镜 G1p 的焦距被以 f_{1p} 表示。在这种情况下，满足下面的条件表达式。

[0043] $80.0 < v_{1p} \dots (1)$

[0044] $1.0 < f_{1p}/f_1 < 1.6 \dots (2)$

[0045] $v_{2p} < 18.4 \dots (3)$

[0046] $1.90 < N_{2p} \dots (4)$

[0047] 条件表达式 (1) 是定义第一透镜单元 L1 中包括的正透镜之中的其材料具有最大阿贝数的正透镜 G1p 的材料的阿贝数的表达式。如果该阿贝数过小并且低于条件表达式 (1) 的下限，即如果色散大，则变得难以在望远侧适当地校正纵向色差和横向色差。具有满足条件表达式 (1) 的大于 80 的阿贝数的低色散材料趋向于具有大的部分色散比，因此其还具有在望远侧适当地校正次级光谱的效果。为了也获得这种效果，希望阿贝数不降低到条件表达式 (1) 的下限之下。

[0048] 条件表达式 (2) 是定义第一透镜单元 L1 的正透镜中的其材料具有最大阿贝数的正透镜 G1p 的焦距的表达式。如果正透镜 G1p 的焦距过大并且高于条件表达式 (2) 的上限，即如果折光力过小，则即使对于正透镜 G1p 使用低色散材料，也变得难以在望远侧适当地校正纵向色差和横向色差。另外，如果正透镜 G1p 的焦距过小并且低于条件表达式 (2) 的下限，即如果折光力过大，则在正透镜 G1p 的望远侧产生大的球面像差，这是不希望的。

[0049] 条件表达式 (3) 是定义包括在第二透镜单元 L2 中的一个正透镜 G2p 的阿贝数的表达式。在高于上限的情况下，即如果色散小，则不能确保足够的与第二透镜单元 L2 的负透镜的材料的阿贝数差，因此增大色差消除所需的各透镜的折光力。结果，第二透镜单元 L2 的尺寸增大。另外，在广角侧产生了大的畸变和像场弯曲，并且在望远侧产生大的球面像差，这是不希望的。

[0050] 条件表达式 (4) 是定义包括在第二透镜单元 L2 中的一个正透镜 G2p 的材料的折射率的表达式。如果折射率过小并且低于下限，则透镜表面曲率变得陡峭，以便获得所希望的折光力。因此，不适当地增加透镜厚度。另外，珀兹伐和 (Petzval sum) 在正方向上变得过大，从而不适当地产生大的像场弯曲。为了实现第二透镜单元 L2 的尺寸减小以及各种像差的适当校正，优选地满足条件表达式 (3) 和 (4) 两者。在各实施例中，尤其优选地如下设定条件表达式 (1) 到 (4) 的数值。

[0051] $81.0 < v_{1p} \dots (1a)$

[0052] $1.000 < f_{1p}/f_1 < 1.595 \dots (2a)$

[0053] $v_{2p} < 18.2 \dots (3a)$

[0054] $1.92 < N_{2p} \dots (4a)$

[0055] 如上所述，根据各实施例，可以获得具有近似为 12 或更大的高变焦比的变焦透

镜,在该变焦透镜中有助于实现前透镜有效直径的尺寸减小,并且在望远侧适当地校正色差。在各实施例中,更优选的是满足下列条件中的一个或多个。

[0056] 在从广角端到望远端变焦期间的第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的移动量分别被以 M1 和 M3 表示。在广角端的变焦透镜的整个系统的焦距被以 f_w 表示。第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 的焦距分别被以 f_2 和 f_3 表示。第一透镜单元 L1 的两个正透镜的材料之间的折射率差被以 ΔN_{lp} 表示。第二透镜单元 L2 从物侧到像侧顺序包括具有面向像侧的凹表面的负透镜以及具有面向物侧的凸表面的正透镜,其中在负透镜中,在像侧的透镜表面的折光力的绝对值比在物侧的透镜表面的折光力的绝对值大。然后,负透镜的像侧的透镜表面和正透镜的物侧的透镜表面之间的在光轴上的距离被以 d_2 表示。包括在第二透镜单元 L2 中的具有最大折光力绝对值的负透镜的材料的阿贝数被以 v_{2n} 表示。在这种情况下,优选地满足下列条件中的一个或多个:

[0057] $-7.0 < M1/f_w < -3.5 \dots (5)$

[0058] $-4.0 < M3/f_w < -2.7 \dots (6)$

[0059] $7.0 < f1/f_w < 10.0 \dots (7)$

[0060] $1.2 < |f2|/f_w < 1.6 \dots (8)$

[0061] $1.7 < f3/f_w < 4.6 \dots (9)$

[0062] $0.1 < \Delta N_{lp} < 0.4 \dots (10)$

[0063] $0.52 < d2/f_w < 1.00 \dots (11)$

[0064] $0.029 < (1/v_{2p} - 1/v_{2n}) < 0.050 \dots (12)$

[0065] 其中移动量 M1 和 M3 是与广角端相比,在望远端在光轴方向上的透镜单元相对于像面的位置差,当位于物侧时符号为负,而当位于像侧时符号为正。

[0066] 接着,描述上述条件表达式的技术含义。条件表达式 (5) 是定义伴随变焦的第一透镜单元 L1 的移动量的表达式。如果在变焦过程中向物侧的移动量过小并且在条件表达式 (5) 的上限之上,变焦效果被削弱。如果提高第一透镜单元 L1 的折光力以便补偿变焦效果,则在望远侧产生大的球面像差。另外,如果提高第二透镜单元 L2 的折光力以便补偿变焦效果,则在广角侧产生大的像场弯曲,并且在望远侧产生大的球面像差。如果在变焦过程中向物侧的移动量过大并且在条件表达式 (5) 的下限之下,总的透镜长度在望远端增加,因此变得难以减小变焦透镜的整个系统的尺寸。

[0067] 条件表达式 (6) 是定义第三透镜单元 L3 在变焦过程中的移动量的表达式。如果在变焦过程中向物侧的移动量过小并且在条件表达式 (6) 的上限之上,变焦效果被削弱。如果提高第一透镜单元 L1 的折光力以便补偿变焦效果,则在望远侧产生大的球面像差。另外,如果提高第二透镜单元的折光力以便补偿变焦效果,则在广角侧产生大的像场弯曲,并且在望远侧产生大的球面像差。如果向物侧的移动量过大并且在条件表达式 (6) 的下限之下,与第三透镜单元 L3 一起移动的孔径光阑 SP 的移动量也增加。因此,伴随变倍的开口 F 数的改变增大,因此在望远端的 F 数不适当地变暗 (dark)。如果使用具有小像素间距的固态图像拾取元件,需要成像透镜具有高的高频的调制传递函数 (MTF)。如果开口 F 数是暗的,则由于衍射的影响而难以增加 MTF,这是不适合的。

[0068] 条件表达式 (7) 是定义第一透镜单元 L1 的焦距、即第一透镜单元 L1 的折光力的表达式。如果焦距过大 (折光力过小) 并且在条件表达式 (7) 的上限之上,变焦效果被削

弱。如果增加在变焦过程中第一透镜单元 L1 的移动量以便补偿变焦效果,则总透镜长度在望远端增加。另外,如果提高第三透镜单元 L3 的折光力以便补偿变焦效果,则诸如球面像差、彗形像差和纵向色差的各像差增加。如果增加透镜数目以便校正各像差,则透镜单元的厚度增加,从而尺寸减小变得困难。如果焦距过小(折光力过大)并且在条件表达式(7)的下限之下,在第一透镜单元 L1 的望远侧产生大的球面像差。如果增加透镜数目以便校正像差,第一透镜单元 L1 的尺寸增大,因此前透镜的直径不适当地增加。

[0069] 条件表达式(8)是定义第二透镜单元 L2 的焦距、即第二透镜单元 L2 的折光力的表达式。如果焦距的绝对值过大(折光力过小)并且在条件表达式(8)的上限之上,第二透镜单元 L2 的变焦效果被削弱,并且因此变得难以获得所希望的倍率。另外,如果焦距的绝对值过小(折光力过大)并且在条件表达式(8)的下限之下,则在第二透镜单元 L2 的广角侧产生大的像场弯曲,并且在第二透镜单元 L2 的望远侧产生大的球面像差。

[0070] 条件表达式(9)是定义第三透镜单元 L3 的焦距、即第三透镜单元 L3 的折光力的表达式。如果焦距过大(折光力过小)并且在条件表达式(9)的上限之上,则第三透镜单元 L3 的变焦效果被削弱,并且因此难以获得所希望的倍率。另外,如果焦距过小(折光力过大)并且在条件表达式(9)的下限之下,则在第三透镜单元 L3 中产生大的球面像差、彗形像差和纵向色差。

[0071] 条件表达式(10)是定义包括在第一透镜单元 L1 中的两个正透镜的材料之间的折射率差的表达式。折射率差过大并且高于条件表达式(10)的上限的情况相应于一个正透镜的折射率过大的情况。一般地,具有高折射率的材料是具有小的阿贝数的高色散材料。因此,在高于上限的情况下,色散变得过高以致于在望远侧产生大的纵向色差和横向色差。另外,折射率差过小并且低于条件表达式(10)的下限的情况相应于两个正透镜两者都具有小折射率的情况。如果第一透镜单元 L1 的折光力被在某种程度上提高,则即使两个正透镜分担折光力,仍在望远侧产生大的球面像差。

[0072] 条件表达式(11)是定义其中凹表面面向像侧的第二透镜单元 L2 的负透镜的像侧的透镜表面和其中凸表面面向物侧的正透镜的物侧的透镜表面之间在光轴上的距离的表达式。第二透镜单元 L2 通过后聚焦(retrofocus)型折光力布置来实现广角和尺寸减小,在该布置中具有负折光力的透镜单元在最前面。这种折光力布置大大依赖负透镜的面向像侧的凹表面和正透镜的面向物侧的凸表面的布置。通过在距离被设为小至某种程度的情况下将各透镜表面的折光力设为更强,可容易地实现广角和尺寸减小。如果间距过大并且在条件表达式(11)的上限之上,第二透镜单元 L2 的在光轴方向上的厚度增大,因此第二透镜单元 L2 的尺寸不适当地增大。如果第二透镜单元 L2 的尺寸增大,第一透镜单元 L1 和孔径光阑 SP 之间的间距增加,从而前透镜的有效直径增加。如果该间距过小并且在条件表达式(11)的下限之下,有助于尺寸减小,但是各透镜表面的折光力变得过强。结果,在广角侧产生大的畸变像差和像场弯曲,并且在望远侧产生大的球面像差。

[0073] 条件表达式(12)是定义正透镜 G2p 和负透镜 G2n 的材料之间的阿贝数的倒数的差的表达式,该负透镜 G2n 是第二透镜单元 L2 的负透镜中的具有最大的折光力绝对值的负透镜。随着阿贝数的倒数的差变得较大,色差消除所需的各透镜的折光力变得较小。阿贝数的倒数的差过大并且在条件表达式(12)的上限之上的情况是正透镜 G2p 的材料的色散太高的情况。一般地,高色散材料具有大的部分色散比。如果超出了上限,则正透镜 G2p 的

材料的部分色散比过大,因此在望远侧次级光谱增加。另外,如果阿贝数的倒数的差过小并且在条件表达式 (12) 的下限之下,色差消除所需的各透镜的折光力变得太大。结果,在广角侧产生大的畸变像差和像场弯曲,并且在望远侧产生大的球面像差。

[0074] 在每个实施例中,更优选的是如下地设定条件表达式 (5) 到 (12) 的数值范围。

[0075] $-6.5 < M1/fw < -4.0 \dots (5a)$

[0076] $-3.8 < M3/fw < -3.0 \dots (6a)$

[0077] $7.4 < f1/fw < 9.0 \dots (7a)$

[0078] $1.3 < |f2|/fw < 1.5 \dots (8a)$

[0079] $1.8 < f3/fw < 4.5 \dots (9a)$

[0080] $0.103 < \Delta N1p < 0.360 \dots (10a)$

[0081] $0.56 < d2/fw < 0.95 \dots (11a)$

[0082] $0.030 < (1/v2p-1/v2n) < 0.045 \dots (12a)$

[0083] 描述了第一到第五实施例的变焦透镜的特性。在图 1A 到 1C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三和第四实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端处的变焦位置的变焦期间,透镜单元之间的间距如下改变。具体地,第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的间距增大,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距减小,并且第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的间距改变。另外,透镜单元移动,从而第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 之间的间距增大。

[0084] 在图 1A 到 1C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三和第四实施例的变焦透镜中,第一透镜单元 L1、第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 被定位成在望远端比在广角端更靠近物侧。另外,第二透镜单元 L2 沿着向像侧凸出的轨迹移动,并且第五透镜单元 L5 沿着向物侧凸出的轨迹移动。在图 1A 到 1C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三和第四实施例的变焦透镜中,F 数决定部件 SP 被在光轴方向上定位在第三透镜单元 L3 中。通过以这种方式布置孔径光阑 SP,可在望远端减小第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距。因此,可确保具有足够的用于变焦的第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距的变化量。因此,可实现具有高变焦比的变焦透镜。另外,在图 1A 到 1C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三和第四实施例的变焦透镜中,第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的间距被设为在望远端比在广角端更大,因此获得了更高的变焦效果。

[0085] 在图 3A 到 3C 所示的第二实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端处的变焦位置的变焦期间,透镜单元之间的间距如下改变。具体地,透镜单元移动,从而第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的间距增大,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距减小,并且第三透镜单元和第四透镜单元 L4 之间的间距增大。在图 3A 到 3C 所示的第二实施例的变焦透镜中,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 被定位为在望远端比在广角端更靠近物侧。另外,第二透镜单元 L2 沿着向像侧凸出的轨迹移动,并且第四透镜单元 L4 沿着向物侧凸出的轨迹移动。在图 3A 到 3C 所示的第二实施例的变焦透镜中,F 数决定部件 SP 被在光轴方向上定位在第三透镜单元 L3 的物侧。

[0086] 在图 9A 到 9C 所示的第五实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端处的变焦位置的变焦期间,透镜单元之间的间距如下改变。具体地,透镜单元移动,从而第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的间距增大,第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的间距减

小,并且第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的间距减小。另外,透镜单元移动,从而第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 之间的间距增大。

[0087] 在图 9A 到 9C 所示的第五实施例的变焦透镜中,第一透镜单元 L1、第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 被定位为在望远端比在广角端更靠近物侧。另外,第二透镜单元 L2 沿着向像侧凸出的轨迹移动,并且第五透镜单元 L5 沿着向物侧凸出的轨迹移动。在图 9A 到 9C 所示的第五实施例的变焦透镜中,F 数决定部件 SP 被在光轴方向上定位在第三透镜单元 L3 的物侧。在图 9A 到 9C 所示的第五实施例的变焦透镜中,第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的间距被设为在望远端比在广角端更大,并且因此获得了更高的变焦效果。

[0088] 在每个实施例中,通过上述结构,在广角端处和望远端处减小总透镜长度的同时,实现了高变焦比。应注意,在每个实施例中,任意透镜单元可被移动以具有在垂直于光轴的方向上的分量,从而移动图像位置以便校正照相机抖动。

[0089] 接着,描述各透镜单元的透镜结构。第一透镜单元 L1 从物侧到像侧顺序包括由负透镜 11(具有负折光力)和正透镜 12(具有正折光力)构成的胶合透镜(cemented lens)14、以及包含具有面向物侧的凸表面的弯月形状的正透镜 13。在各实施例中,为了获得具有高变焦比的小变焦透镜,第一透镜单元 L1 的折光力被在某种程度上提高。在这种情况下,在第一透镜单元 L1 中各种像差增加。特别地,在望远侧产生大的球面像差。在各实施例中,第一透镜单元 L1 的正折光力被胶合透镜 14 和正透镜 13 分担,从而减小各种像差的产生。

[0090] 另外,对于正透镜 12 使用具有大于 80 的阿贝数的低色散材料。因此,在望远侧适当地校正纵向色差和横向色差。应注意,通过在某种程度上增大折光力,提高了正透镜 12 的低色散效果。考虑到在望远侧校正球面像差,优选地对于第一透镜单元 L1 的正透镜使用具有高折射率的材料。一般地,低色散材料具有小折射率。因此,如果正透镜 12 是由低色散材料制成的,则不能增大折射率。因而,在各实施例的变焦透镜中,对于正透镜 13 使用具有比正透镜 12 的材料高的折光力的材料,因此在望远侧减小了球面像差的产生。通过第一透镜单元 L1 的上述透镜结构,在确保高变焦比的同时,在望远侧适当地校正色差。

[0091] 第二透镜单元 L2 从物侧到像侧顺序包括具有面向像侧的凹表面的负透镜 21、负透镜 22、以及具有面向物侧的凸表面的正透镜 23,其中在负透镜 21 中,在像侧的透镜表面的折光力的绝对值大于在物侧的透镜表面的折光力的绝对值。在各实施例中,第二透镜单元 L2 的折光力被在某种程度上提高,以便实现第一透镜单元 L1 的尺寸减小,同时在广角端获得宽的视场角。在这种情况下,在第二透镜单元 L2 中各种像差增大。特别地,在广角侧产生大的像场弯曲,并且在望远侧产生大的球面像差。因此,在各实施例中,由两个负透镜分担第二透镜单元 L2 的负折光力,以便减少各种像差的产生。采用这种透镜结构,在实现广角的同时实现了前透镜的尺寸减小和高性能。

[0092] 另外,对于正透镜 23 使用具有小于 18.4 的阿贝数的高色散材料,从而尽可能地减小了色差消除所需的第二透镜单元 L2 的每个透镜的折光力。因此,减少了第二透镜单元 L2 的透镜数目,从而实现了变焦透镜的整个系统的尺寸减小。另外,对于正透镜 23 使用高色散材料,因此减小了从广角端到望远端的横向色差变化。采用第二透镜单元 L2 的上述透镜结构,在增大第二透镜单元 L2 的折光力的同时,适当地执行了变焦透镜的整个系统的尺寸减小以及色差校正。特别地,如果第二透镜单元 L2 的尺寸被减小,则第一透镜单元 L1 和孔

径光阑 SP 之间的间距减小,从而有助于前透镜直径的尺寸减小。图 1A 到 1C、3A 到 3C、5A 到 5C 和 7A 到 7C 中分别示出的第一到第四实施例中的每一个实施例的第三透镜单元 L3 从物侧到像侧顺序包括具有面向物侧的凸表面的正透镜 31、具有面向像侧的凹表面的负透镜 32、以及正透镜 33。

[0093] 在各实施例中,第三透镜单元 L3 的折光力被在某种程度上提高,以便提高第三透镜单元 L3 的变焦效果,并且减小广角端的总透镜长度。在此情况下,第三透镜单元 L3 中各种像差增大。特别地,在整个变焦范围内产生大的球面像差、彗形像差和纵向色差。因此,在各实施例中,由两个正透镜分担第三透镜单元 L3 的正折光力,以便减少各种像差的产生。在各实施例中,由两个正透镜和一个负透镜构成第三透镜单元 L3。

[0094] 图 9A 到 9C 所示的第五实施例的第三透镜单元 L3 从物侧到像侧顺序包括具有面向物侧的凸表面的正透镜 31、以及具有面向像侧的凹表面的负透镜 32。在图 9A 到 9C 所示的第五实施例中,通过使用第四透镜单元 L4 的正折光力,削弱第三透镜单元 L3 的正折光力。因此,在图 9A 到 9C 所示的第五实施例中,第三透镜单元 L3 中包括一个正透镜。图 1A 到 1C、5A 到 5C 或 7A 到 7C 中分别示出的第一、第三或第四实施例的第四透镜单元 L4 仅由负透镜 41 构成。在各实施例中,由少量透镜构成第四透镜单元 L4,以便实现薄轮廓和轻重量。图 3A 到 3C 所示的第二实施例的第四透镜单元 L4 由胶合透镜 413 构成,在胶合透镜 413 中正透镜 411 和负透镜 412 被彼此胶合。因此,即使折光力被提高,也减小变焦期间的色差变化。图 9A 到 9C 所示的第五实施例的第四透镜单元 L4 仅由正透镜 421 构成。在各实施例中,由少量透镜构成第四透镜单元,以便实现薄轮廓和轻重量。

[0095] 图 1A 到 1C、5A 到 5C、7A 到 7C 或 9A 到 9C 中分别示出的第一、第三、第四或第五实施例的第五透镜单元 L5 从物侧到像侧顺序包括由正透镜 51 和负透镜 52 构成的胶合透镜 53。通过采用胶合透镜,即使各透镜单元的折光力被在某种程度上提高,也可在整个变焦区域上适当地减小横向色差的产生。

[0096] 接着,描述相应于本发明的实施例的数字实施例。在各数字实施例中,i 表示从物侧起的光学表面的顺序。在各数字实施例中,ri 表示从物侧数起的第 i 个透镜表面的曲率半径。符号 di 表示从物侧数起的第 i 个透镜的厚度和空气距离。符号 ndi 和 vdi 分别表示从物侧数起的第 i 个材料玻璃相对于 d 线的折射率和阿贝数。在各数字实施例中,最后两个表面指示滤光器或面板的光学玻璃块表面。以下面的等式 1 表示非球面形状。

[0097] 等式 1

$$[0098] \quad X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}}$$

$$[0099] \quad +A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8 + A10 \times H^{10}$$

[0100] 其中 X 轴相应于光轴方向,H 轴相应于垂直于光轴的方向,光的传播方向为正,R 表示旁轴曲率半径,K 表示圆锥常数,并且 A4、A6、A8 和 A10 分别表示非球面系数。另外,[e+X] 的含义是 $[\times 10^X]$,并且 [e-X] 的含义是 $[\times 10^{-X}]$ 。通过透镜后表面和旁轴像面之间的距离(后焦距)的空气转换获得 BF。总透镜长度是透镜前表面和透镜后表面之间的距离加上后焦距 BF。通过给表面号添加后缀 * 来指示非球面表面。表 1 中示出了在各数字实施例中上述条件表达式和各种数值之间的关系。

[0101] 数字实施例 1

[0102]	单位 :mm				
[0103]	表面数据				
[0104]	表面号	r	d	nd	vd
[0105]	1	47.198	0.90	1.84666	23.9
[0106]	2	28.488	2.50	1.49700	81.5
[0107]	3	539.546	0.20		
[0108]	4	27.858	1.95	1.69680	55.5
[0109]	5	130.634	(可变)		
[0110]	6	-142.993	1.03	1.85135	40.1
[0111]	7 *	5.724	2.27		
[0112]	8	-32.718	0.60	1.80400	46.6
[0113]	9	20.754	0.20		
[0114]	10	10.630	1.40	1.94595	18.0
[0115]	11	41.156	(可变)		
[0116]	12 *	7.790	1.40	1.58313	59.4
[0117]	13 *	-42.498	0.92		
[0118]	14(光阑)	∞	1.48		
[0119]	15	14.621	0.60	1.94595	18.0
[0120]	16	7.752	0.51		
[0121]	17	38.232	1.45	1.60311	60.6
[0122]	18	-10.112	(可变)		
[0123]	19	-22.588	0.50	1.48749	70.2
[0124]	20	23.874	(可变)		
[0125]	21	15.072	2.00	1.69680	55.5
[0126]	22	-42.895	0.60	1.72825	28.5
[0127]	23	240.459	(可变)		
[0128]	24	∞	0.80	1.51633	64.1
[0129]	25	∞	0.90		
[0130]	像面 ∞				
[0131]	非球面表面数据				
[0132]	第 7 表面				
[0133]	K = -1.12918e+000 A4 = 7.09263e-004 A6 = 1.64697e-005 A8 = -3.81294e-007				
[0134]	A10 = 1.79401e-008				
[0135]	第 12 表面				
[0136]	K = -1.22101e+000 A4 = 4.95648e-005 A6 = 7.55352e-006 A8 = 3.03893e-006				
[0137]	A10 = -1.83896e-007				
[0138]	第 13 表面				

[0139] $K = -1.36363e+002$ $A4 = 9.00236e-007$ $A6 = 2.00697e-005$ $A8 = 2.20070e-006$

[0140] $A10 = -1.36759e-007$

[0141] 各种数据

[0142] 变焦比 13.32

[0143] 广角 中间 望远

[0144] 焦距 5.12 17.53 68.25

[0145] F 数 3.21 4.62 6.08

[0146] 半视场角 33.04 12.46 3.25

[0147] 像高 3.33 3.88 3.88

[0148] 总透镜长度 48.61 56.13 75.70

[0149] BF 6.95 13.90 7.26

[0150] d5 0.95 11.54 25.33

[0151] d11 15.79 4.21 0.71

[0152] d18 1.90 2.57 3.04

[0153] d20 2.51 3.39 18.85

[0154] d23 5.52 12.48 5.84

[0155] 变焦透镜单元数据

[0156]

单元	第一表面	焦距
1	1	41.07
2	6	-6.74
3	12	10.27
4	19	-23.73
5	21	23.41
6	24	∞

[0157] 数字实施例 2

[0158] 单位 :mm

[0159] 表面数据

表面号	r	d	nd	vd
[0161] 1	40.508	1.10	1.84666	23.9
[0162] 2	26.505	2.85	1.49700	81.5
[0163] 3	117.405	0.20		
[0164] 4	28.036	2.30	1.69680	55.5
[0165] 5	115.344	(可变)		
[0166] 6	496.060	0.80	1.83481	42.7
[0167] 7	6.978	3.11		
[0168] 8	-19.492	0.65	1.69680	55.5
[0169] 9	27.002	0.95		
[0170] 10	17.132	1.30	1.94595	18.0

[0171]	11	86.758	(可变)		
[0172]	12(光阑)	∞	1.10		
[0173]	13 *	6.129	2.60	1.55332	71.7
[0174]	14 *	-19.640	1.44		
[0175]	15	30.262	0.70	1.80610	33.3
[0176]	16	5.458	0.36		
[0177]	17	7.690	2.20	1.48749	70.2
[0178]	18	43.575	(可变)		
[0179]	19	16.720	2.50	1.65844	50.9
[0180]	20	-30.217	0.80	1.84666	23.9
[0181]	21	-745.365	(可变)		
[0182]	22	∞	0.80	1.51633	64.1
[0183]	23	∞	0.23		
[0184]	像面	∞			
[0185]	非球面表面数据				
[0186]	第 13 表面				
[0187]	K = 8.82654e-002 A4 = 3.72261e-004 A6 = -6.26683e-006 A8 = 7.60386e-007				
[0188]	A10 = -1.17611e-008				
[0189]	第 14 表面				
[0190]	K = -1.54914e+001 A4 = 1.11231e-004 A6 = 9.16897e-006 A8 = 4.07239e-007				
[0191]	A10 = 2.20754e-008				
[0192]	各种数据				
[0193]	变焦比	11.41			
[0194]		广角	中间	望远	
[0195]	焦距	5.13	27.84	58.49	
[0196]	F 数	3.43	4.75	5.72	
[0197]	半视场角	33.64	7.92	3.79	
[0198]	像高	3.41	3.88	3.88	
[0199]	总透镜长度	58.03	68.24	80.67	
[0200]	BF	5.83	14.87	8.72	
[0201]	d5	0.85	19.50	26.21	
[0202]	d11	20.70	3.30	1.55	
[0203]	d18	5.69	5.62	19.24	
[0204]	d21	4.90	13.94	7.79	
[0205]	变焦透镜单元数据				
[0206]					

单元	第一表面	焦距
1	1	44.91
2	6	-7.55
3	12	13.79
4	19	28.92
5	22	∞

[0207] 数字实施例 3

[0208] 单位 :mm

[0209] 表面数据

[0210]	表面号	r	d	nd	vd
[0211]	1	46.369	0.90	1.84666	23.9
[0212]	2	27.571	2.50	1.43875	94.9
[0213]	3	559.981	0.20		
[0214]	4	30.024	1.95	1.77250	49.6
[0215]	5	181.678	(可变)		
[0216]	6	1208.784	1.03	1.85135	40.1
[0217]	7 *	5.930	2.52		
[0218]	8	-37.450	0.60	1.80400	46.6
[0219]	9	24.691	0.20		
[0220]	10	10.171	1.00	2.15000	15.0
[0221]	11	18.413	(可变)		
[0222]	12 *	7.811	1.40	1.58313	59.4
[0223]	13 *	-47.243	0.92		
[0224]	14(光阑)	∞	1.48		
[0225]	15	14.957	0.60	1.94595	18.0
[0226]	16	7.736	0.51		
[0227]	17	30.949	1.45	1.60311	60.6
[0228]	18	-9.935	(可变)		
[0229]	19	-22.814	0.50	1.48749	70.2
[0230]	20	27.914	(可变)		
[0231]	21	14.636	2.00	1.69680	55.5
[0232]	22	-213.155	0.60	1.72825	28.5
[0233]	23	80.738	(可变)		
[0234]	24	∞	0.80	1.51633	64.1
[0235]	25	∞	0.90		

[0236] 像面 ∞

[0237] 非球面表面数据

[0238] 第 7 表面

[0239] $K = -1.06717e+000$ $A4 = 6.59232e-004$ $A6 = 1.99244e-005$ $A8 = -6.18757e-007$

[0240] $A_{10} = 2.60294e-008$

[0241] 第 12 表面

[0242] $K = -1.58528e+000$ $A_4 = 6.04929e-005$ $A_6 = 3.14605e-006$ $A_8 = 4.09286e-006$

[0243] $A_{10} = -3.60415e-007$

[0244] 第 13 表面

[0245] $K = -1.45184e+002$ $A_4 = -4.52161e-005$ $A_6 = 1.30432e-005$ $A_8 = 3.34384e-006$

[0246] $A_{10} = -3.15471e-007$

[0247] 各种数据

[0248] 变焦比 13.82

[0249] 广角 中间 望远

[0250] 焦距 4.96 16.36 68.60

[0251] F 数 3.36 4.65 6.09

[0252] 半视场角 33.88 13.33 3.23

[0253] 像高 3.33 3.88 3.88

[0254] 总透镜长度 48.67 55.53 74.48

[0255] BF 6.49 13.36 7.17

[0256] d5 0.80 10.94 25.72

[0257] d11 16.55 4.87 0.47

[0258] d18 1.90 1.84 2.50

[0259] d20 2.57 4.15 18.26

[0260] d23 5.06 11.93 5.75

[0261] 变焦透镜单元数据

[0262]

单元	第一表面	焦距
1	1	41.50
2	6	-6.86
3	12	10.21
4	19	-25.67
5	21	25.57
6	24	∞

[0263] 数字实施例 4

[0264] 单位 :mm

[0265] 表面数据

表面号	r	d	nd	vd
[0267] 1	40.829	0.90	1.84666	23.9
[0268] 2	28.443	2.80	1.45600	90.3
[0269] 3	-111.369	0.20		
[0270] 4	28.907	1.60	1.60311	60.6

[0271]	5	74.324	(可变)		
[0272]	6	-62.226	1.03	1.85135	40.1
[0273]	7 *	6.063	2.28		
[0274]	8	-23.222	0.60	1.80400	46.6
[0275]	9	28.259	0.20		
[0276]	10	12.482	1.40	2.14352	17.8
[0277]	11	41.723	(可变)		
[0278]	12 *	7.730	1.40	1.58313	59.4
[0279]	13 *	-44.307	0.92		
[0280]	14(光阑)	∞	1.48		
[0281]	15	14.928	0.60	1.94595	18.0
[0282]	16	7.828	0.51		
[0283]	17	44.931	1.45	1.60311	60.6
[0284]	18	-10.044	(可变)		
[0285]	19	-20.840	0.50	1.48749	70.2
[0286]	20	39.734	(可变)		
[0287]	21	15.540	2.00	1.69680	55.5
[0288]	22	-31.360	0.60	1.72825	28.5
[0289]	23	-2306.962	(可变)		
[0290]	24	∞	0.80	1.51633	64.1
[0291]	25	∞	0.90		
[0292]	像面	∞			
[0293]	非球面表面数据				
[0294]	第7表面				
[0295]	K = -8.76488e-001 A4 = 4.28897e-004 A6 = 1.21461e-005 A8 = -2.23456e-007				
[0296]	A10 = 7.87605e-009				
[0297]	第12表面				
[0298]	K = -1.39680e+000 A4 = 2.06320e-004 A6 = 1.68052e-005 A8 = 1.98340e-006				
[0299]	A10 = -1.05023e-007				
[0300]	第13表面				
[0301]	K = -1.22659e+002 A4 = 1.72540e-004 A6 = 2.21046e-005 A8 = 2.00595e-006				
[0302]	A10 = -9.89895e-008				
[0303]	各种数据				
[0304]	变焦比	13.54			
[0305]		广角	中间	望远	
[0306]	焦距	5.07	14.88	68.60	

[0307]	F 数	3.37	4.32	6.09
[0308]	半视场角	33.33	14.60	3.23
[0309]	像高	3.33	3.88	3.88
[0310]	总透镜长度	49.91	56.87	77.21
[0311]	BF	5.73	12.88	7.79
[0312]	d5	1.20	10.84	25.80
[0313]	d11	16.27	5.10	0.28
[0314]	d18	1.90	1.12	3.26
[0315]	d20	4.34	6.46	19.60
[0316]	d23	4.30	11.46	6.36
[0317]	变焦透镜单元数据			
[0318]				

单元	第一表面	焦距
1	1	42.00
2	6	-6.67
3	12	10.41
4	19	-27.97
5	21	22.63
6	24	∞

[0319] 数字实施例 5

[0320] 单位 :mm

[0321] 表面数据

[0322]	表面号	r	d	nd	vd
[0323]	1	41.069	1.10	1.84666	23.9
[0324]	2	26.300	2.85	1.49700	81.5
[0325]	3	121.593	0.20		
[0326]	4	26.171	2.30	1.69680	55.5
[0327]	5	94.129	(可变)		
[0328]	6	110.635	0.80	1.83481	42.7
[0329]	7	6.355	3.11		
[0330]	8	-15.251	0.65	1.69680	55.5
[0331]	9	65.380	0.95		
[0332]	10	17.018	1.30	2.00000	16.0
[0333]	11	53.947	(可变)		
[0334]	12(光阑)	∞	1.10		
[0335]	13 *	6.428	2.60	1.55332	71.7
[0336]	14 *	-16.276	1.44		
[0337]	15	43.996	0.70	1.80610	33.3
[0338]	16	6.230	(可变)		
[0339]	17	11.376	2.20	1.48749	70.2

[0340]	18	-380.889	(可变)		
[0341]	19	19.187	2.50	1.65844	50.9
[0342]	20	-19.742	0.80	1.84666	23.9
[0343]	21	-109.516	(可变)		
[0344]	22	∞	0.80	1.51633	64.1
[0345]	23	∞	0.40		
[0346]	像面	∞			
[0347]	非球面表面数据				
[0348]	第 13 表面				
[0349]	K = -7.75765e-002 A4 = -3.85283e-004 A6 = 5.74360e-006 A8 = -6.92005e-007				
[0350]	A10 = 8.51546e-008				
[0351]	第 14 表面				
[0352]	K = -9.64194e+000 A4 = -2.31393e-005 A6 = 1.79539e-005 A8 = -9.53438e-007				
[0353]	A10 = 1.11464e-007				
[0354]	各种数据				
[0355]	变焦比	12.27			
[0356]		广角	中间	望远	
[0357]	焦距	5.13	27.56	63.00	
[0358]	F 数	3.50	4.63	5.97	
[0359]	半视场角	33.59	8.00	3.52	
[0360]	像高	3.41	3.88	3.88	
[0361]	总透镜长度	60.48	70.69	83.12	
[0362]	BF	6.14	15.43	8.28	
[0363]	d5	0.85	19.50	26.21	
[0364]	d11	20.70	3.30	1.55	
[0365]	d16	2.50	1.50	0.50	
[0366]	d18	5.69	6.372	1.98	
[0367]	d21	5.21	14.50	7.36	
[0368]	变焦透镜单元数据				
[0369]					

单元	第一表面	焦距
1	1	44.45
2	6	-7.29
3	12	22.27
4	17	22.70
5	19	30.75
6	22	∞

[0370] 表 1

[0371]

	数字实施例				
	1	2	3	4	5
条件表达式 (1)	81.5	81.5	94.9	90.3	81.5
条件表达式 (2)	1.471	1.518	1.590	1.190	1.504
条件表达式 (3)	18.0	18.0	15.0	17.8	16.0
条件表达式 (4)	1.94595	1.94595	2.15000	2.14352	2.00000
条件表达式 (5)	-5.287	-4.418	-5.199	-5.386	-4.410
条件表达式 (6)	-3.472	-3.207	-3.419	-3.687	-3.202
条件表达式 (7)	8.017	8.763	8.360	8.287	8.658
条件表达式 (8)	1.315	1.472	1.382	1.315	1.421
条件表达式 (9)	2.004	2.692	2.056	2.054	4.339
条件表达式 (10)	0.200	0.200	0.334	0.106	0.200
条件表达式 (11)	0.600	0.919	0.669	0.608	0.917
条件表达式 (12)	0.031	0.032	0.042	0.031	0.039

[0372] 接着,参考图 11 描述数字静态照相机的实施例,在该数字静态照相机中使用上述各实施例中的变焦透镜作为摄影光学系统。在图 11 中,数字静态照相机包括照相机主体 20 和由上述第一到第五实施例中的变焦透镜的任一个构成的摄影光学系统 21。该数字静态照相机还包括固态图像拾取元件(光电变换器)22(诸如结合在该照相机主体内的 CCD 传感器或 CMOS 传感器),用于接收由摄影光学系统 21 形成的对象图像的光。该数字静态照相机还包括存储器 23,用于记录在由固态图像拾取元件 22 执行的光电变换之后相应于对象图像的信息。该数字静态照相机还包括由液晶显示面板等构成的取景器 24,用于观察在固态图像拾取元件 22 上形成的对象图像。以这种方式,通过将本发明的变焦透镜应用于诸如数字静态照相机的图像拾取装置,实现了具有高光学性能的小型图像拾取装置。

[0373] 虽然已经参考示例实施例描述了本发明,应当理解,本发明不限于公开的示例实施例。下面的权利要求的范围将被给予最宽泛的解释,以便包含所有这些修改以及等同结构和功能。

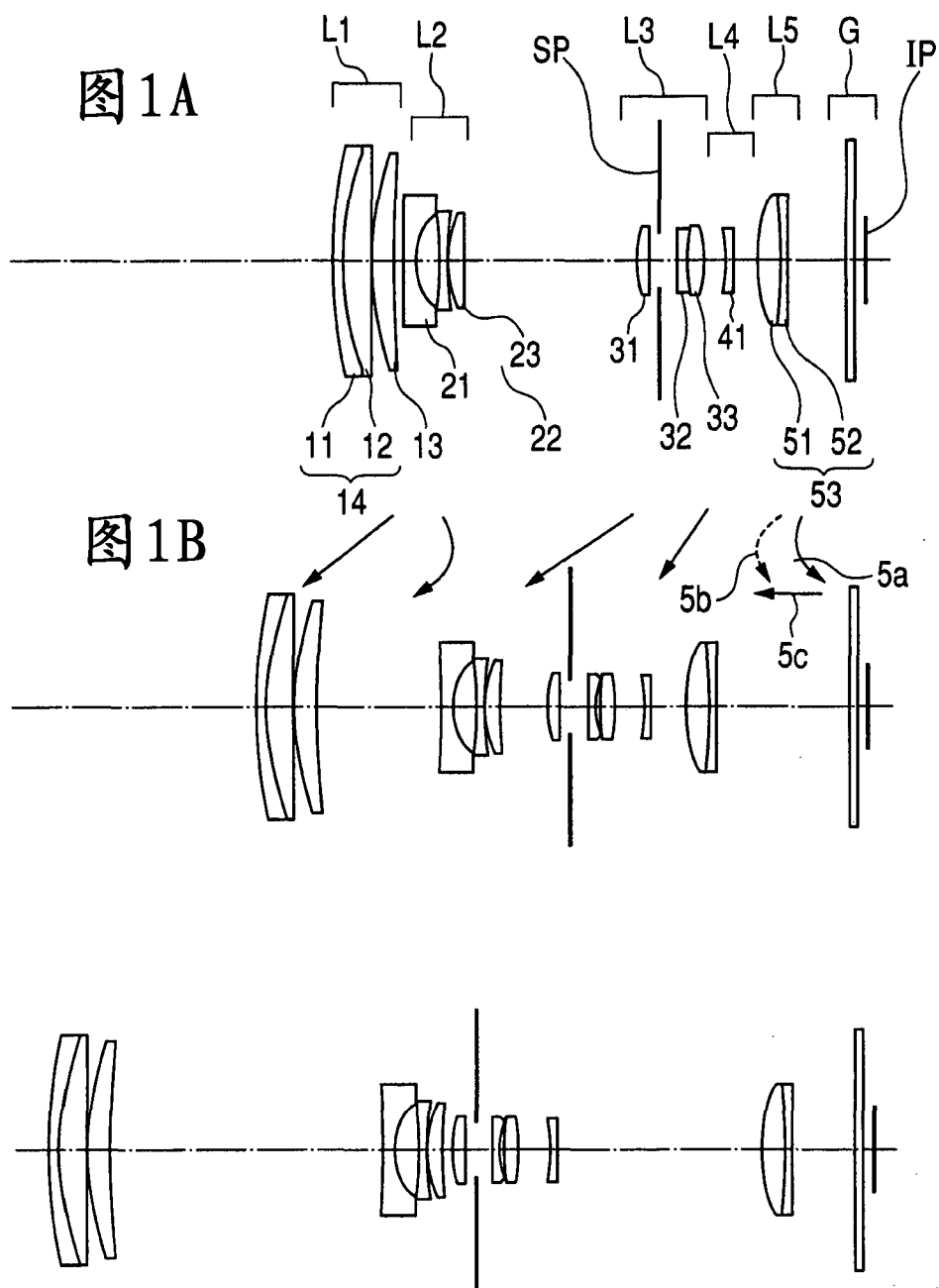


图 1C

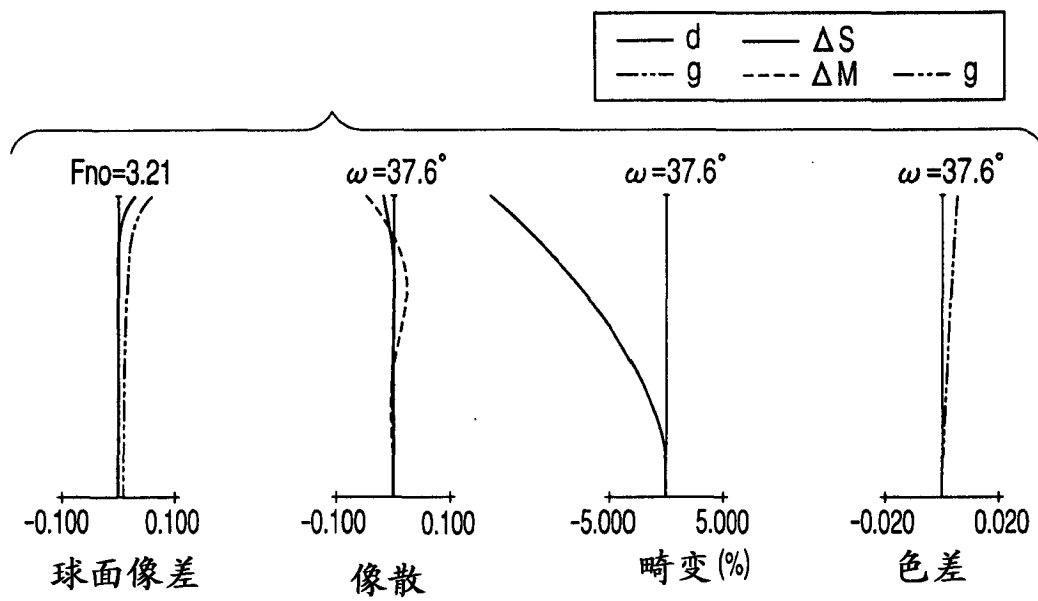


图 2A

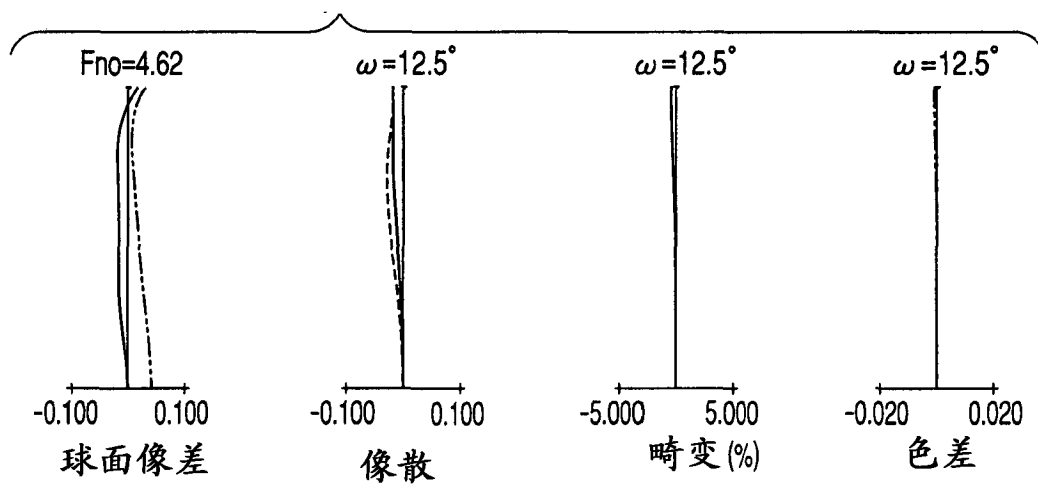


图 2B

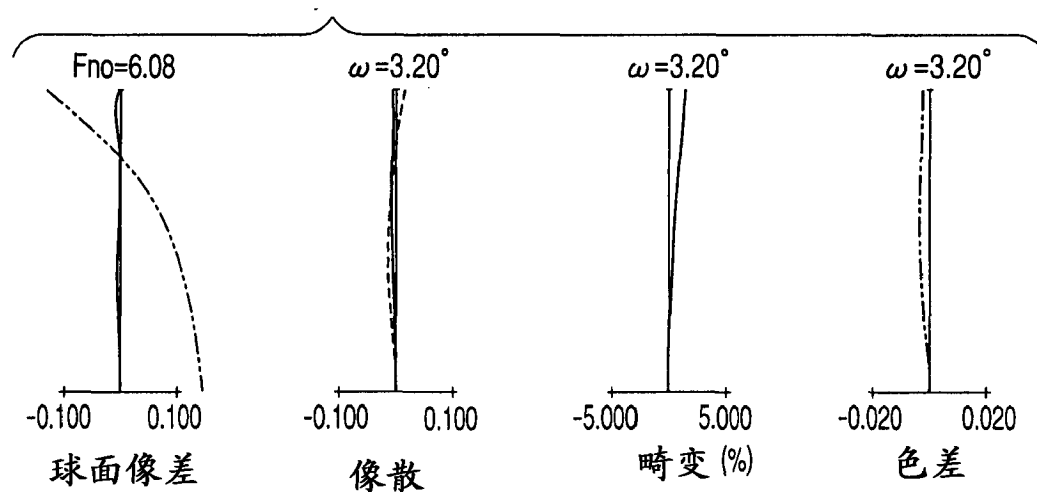
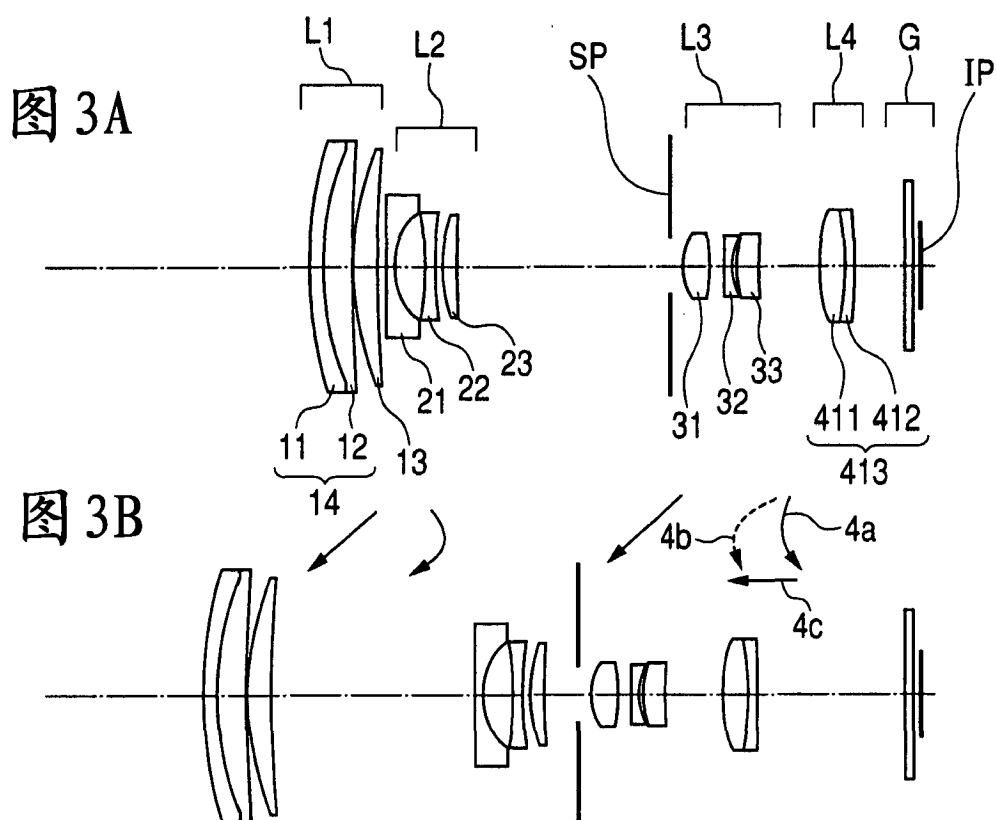


图 2C



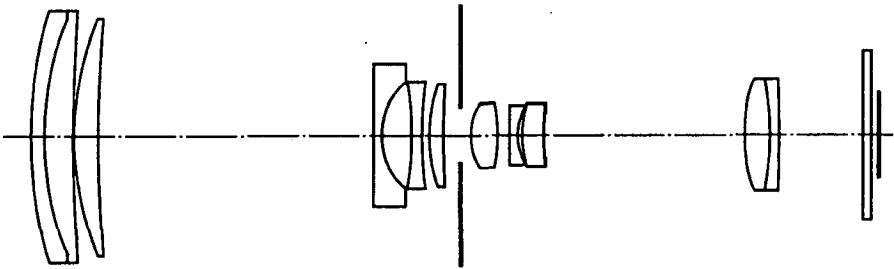


图 3C

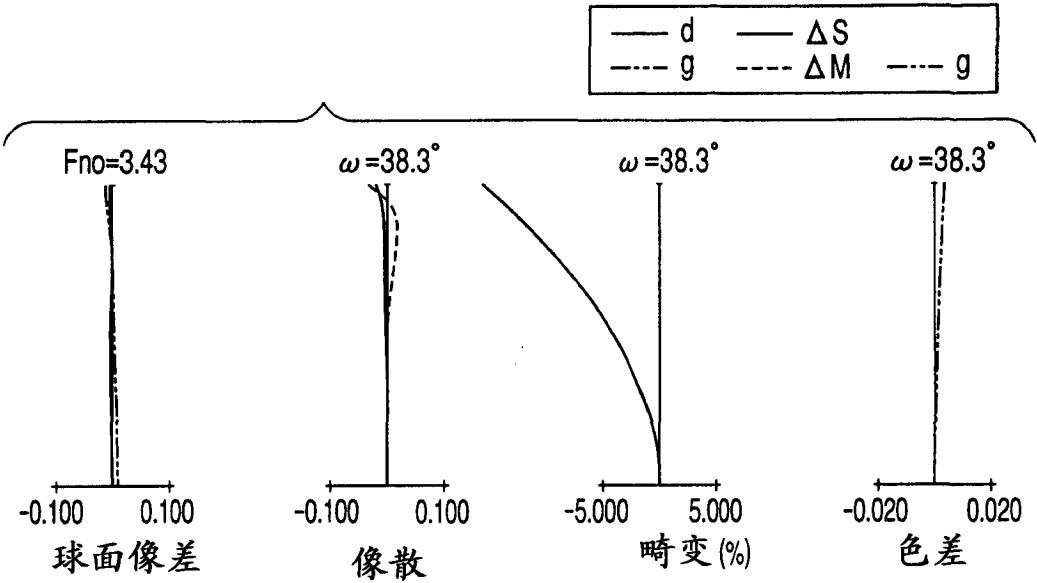


图 4A

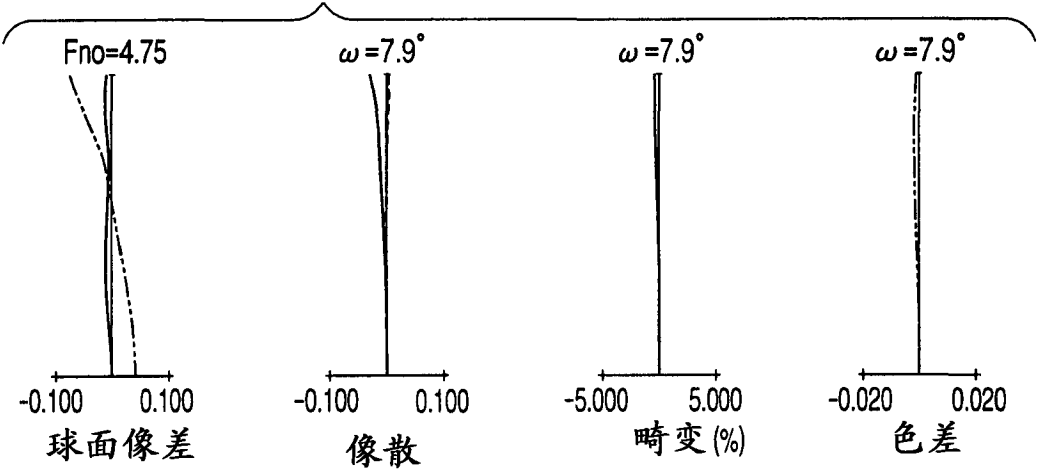


图 4B

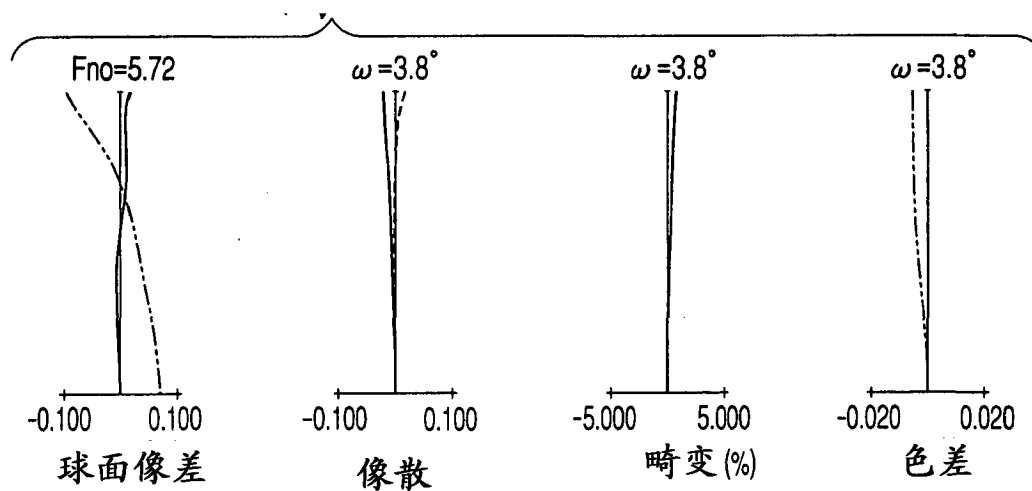
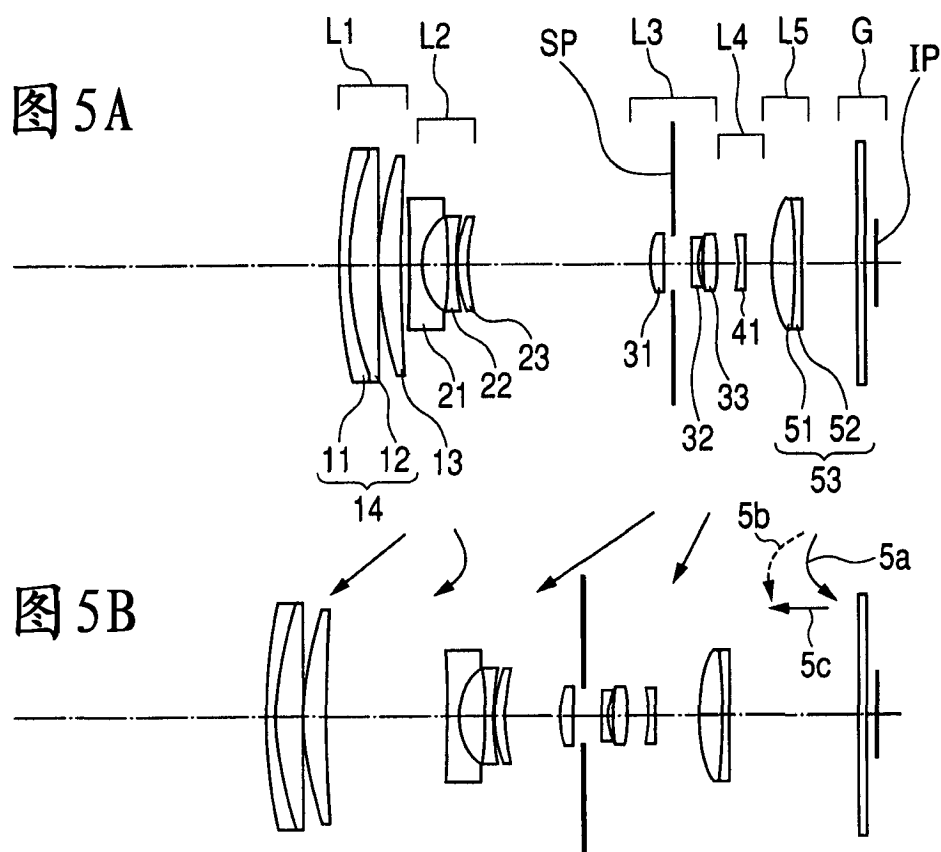


图 4C



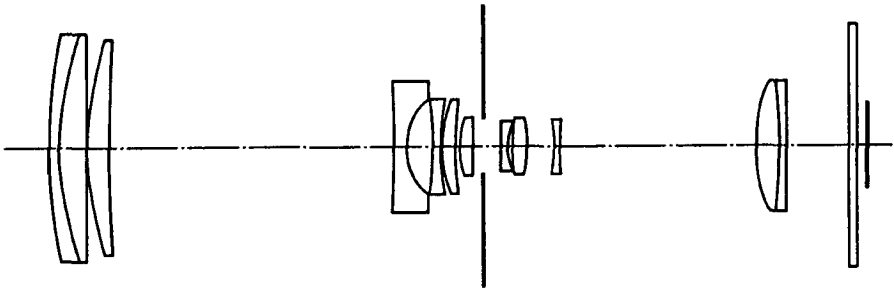


图 5C

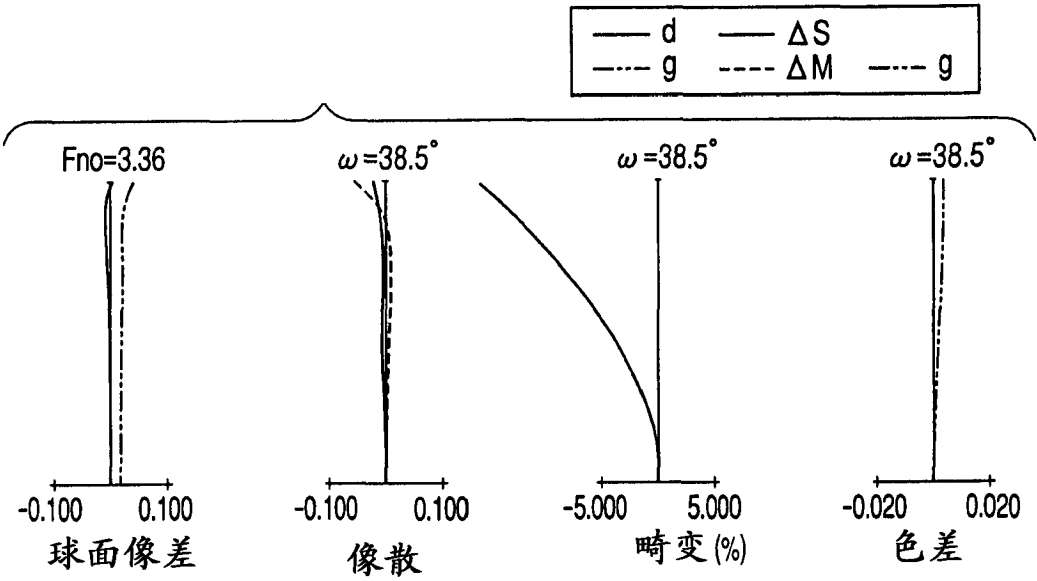


图 6A

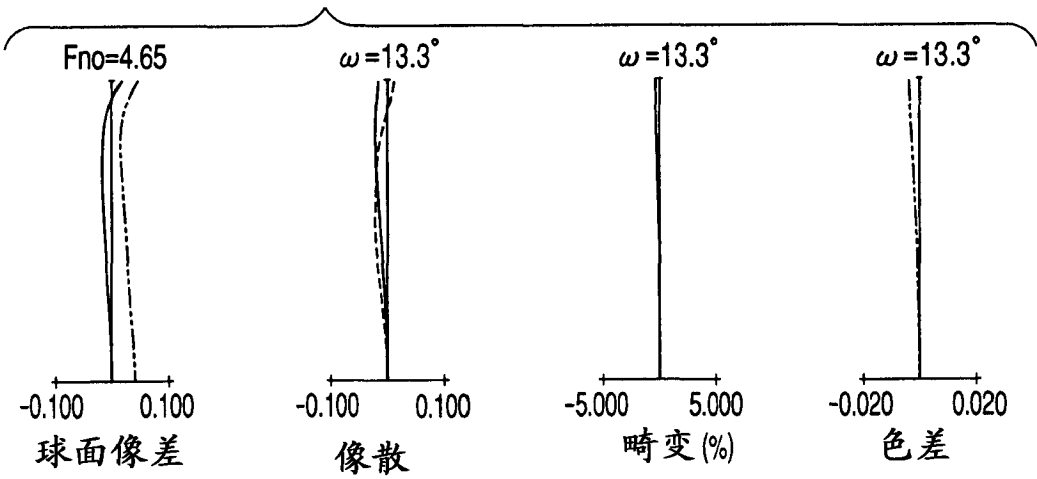


图 6B

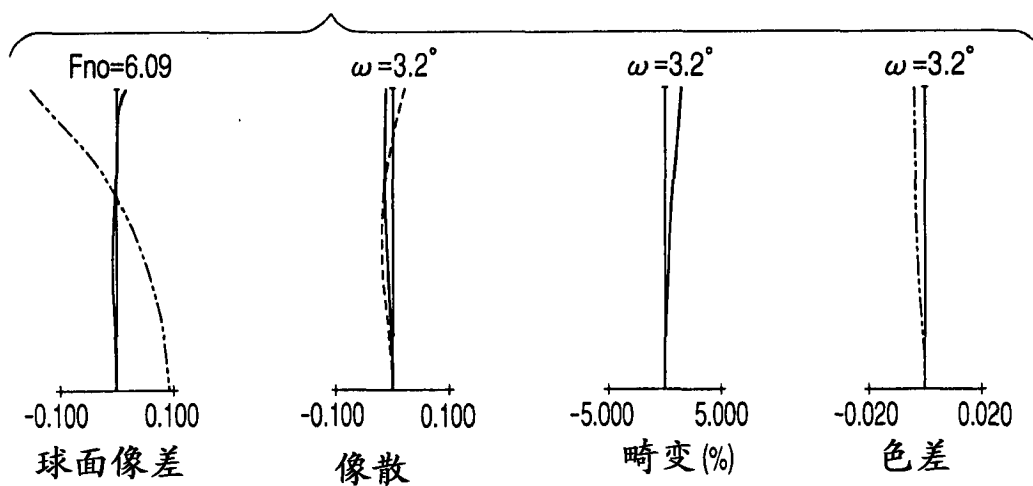
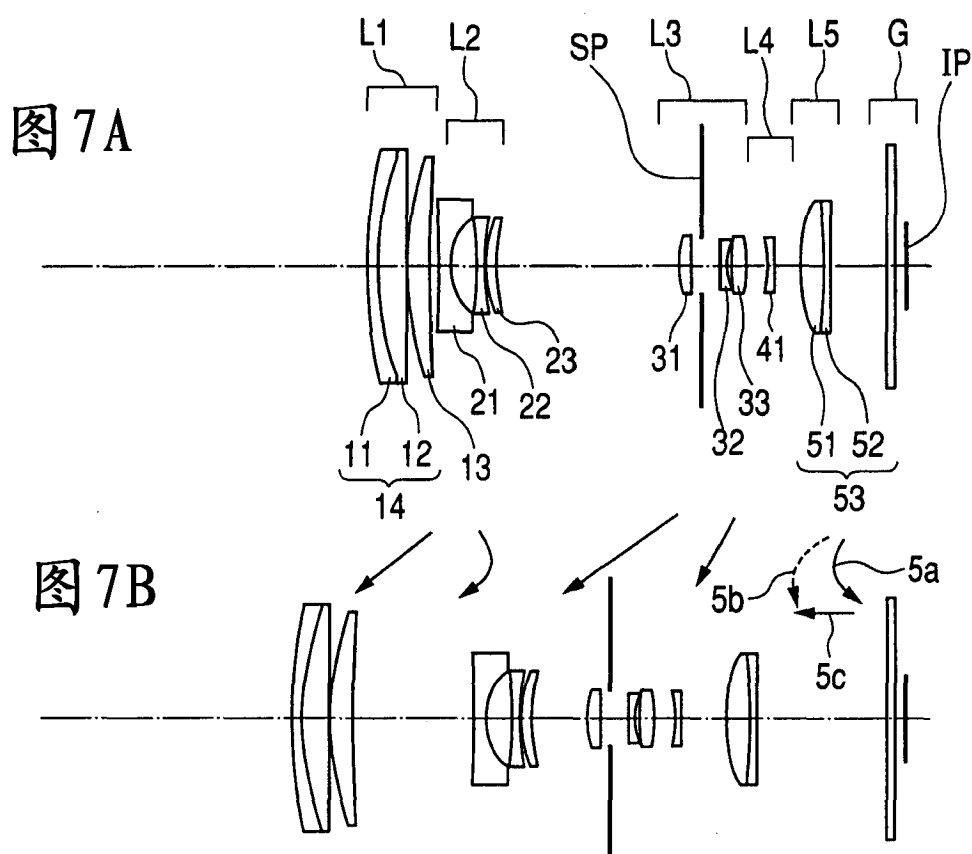


图 6C



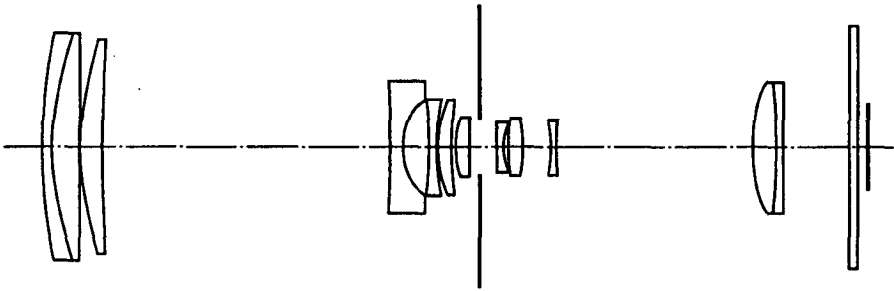


图 7C

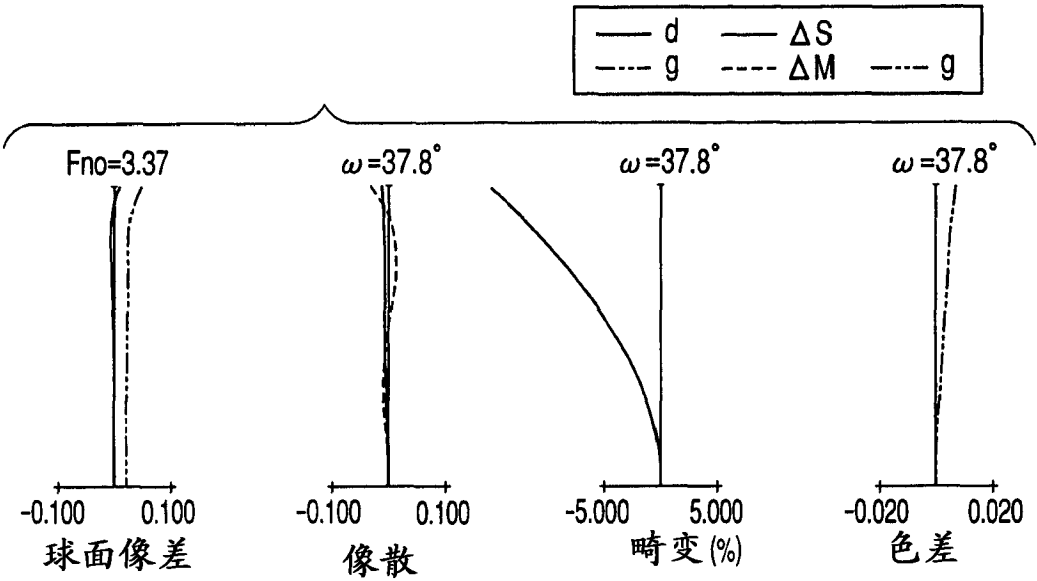


图 8A

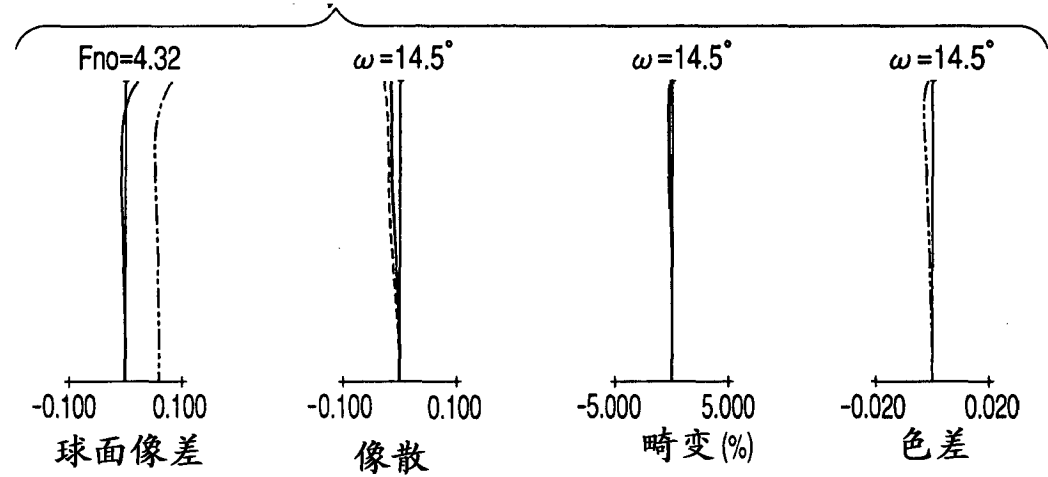


图 8B

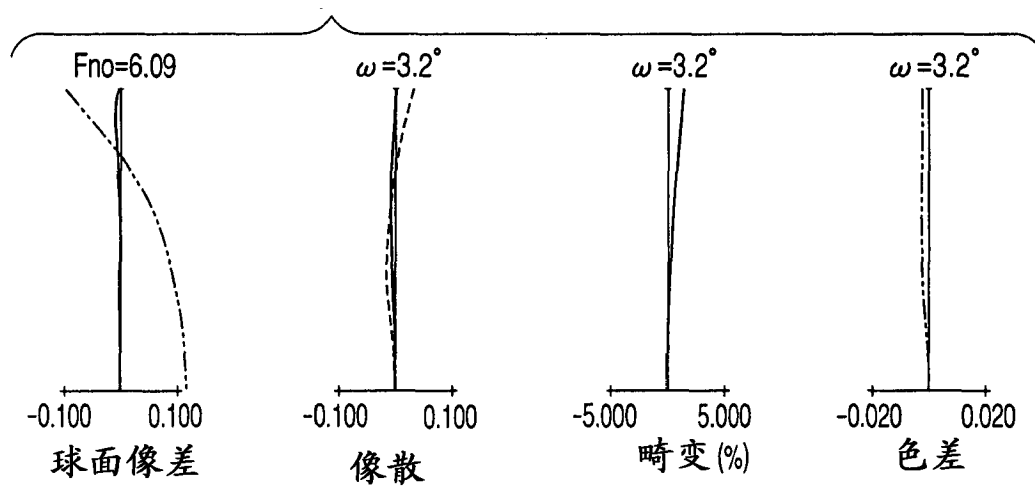
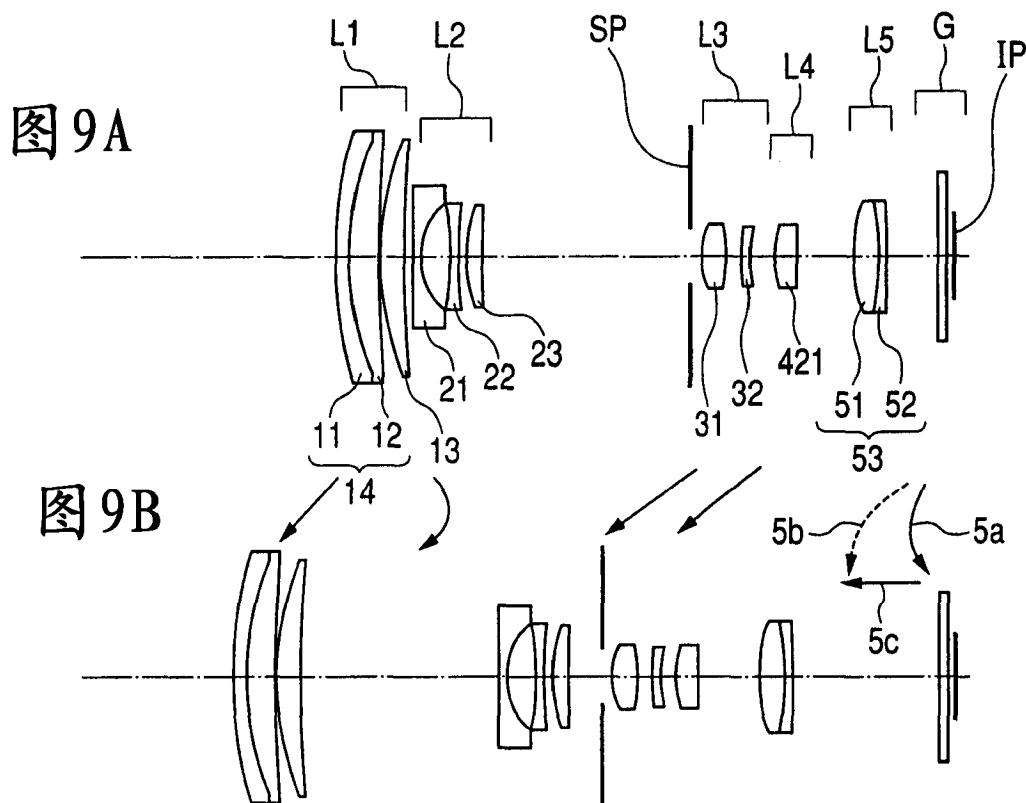


图 8C



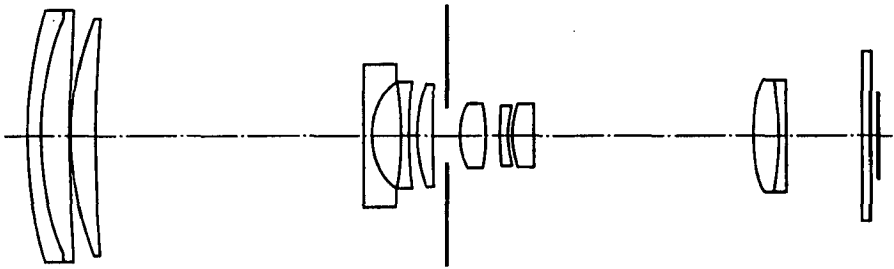


图 9C

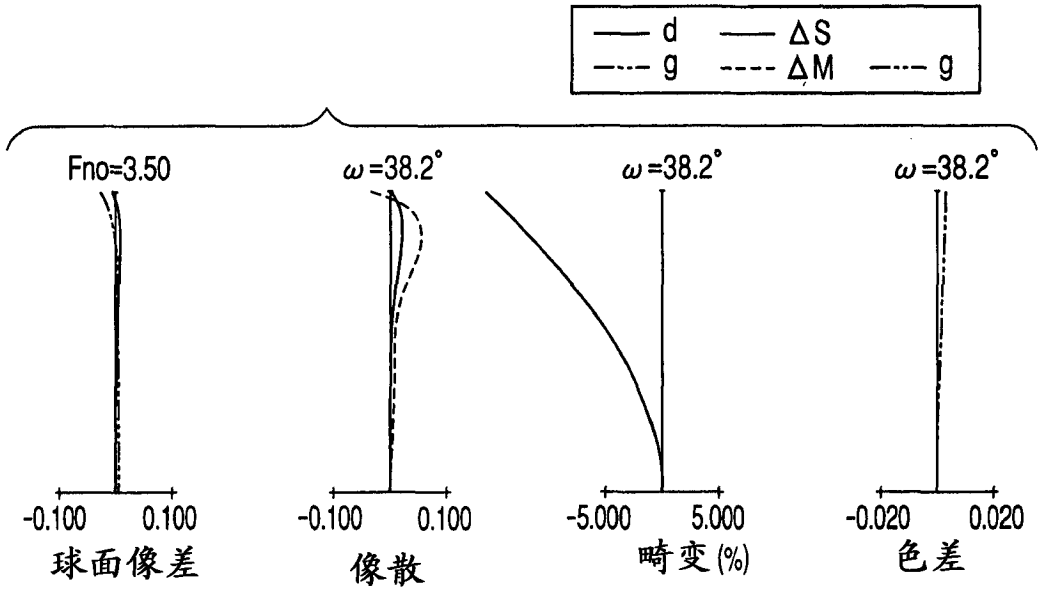


图 10A

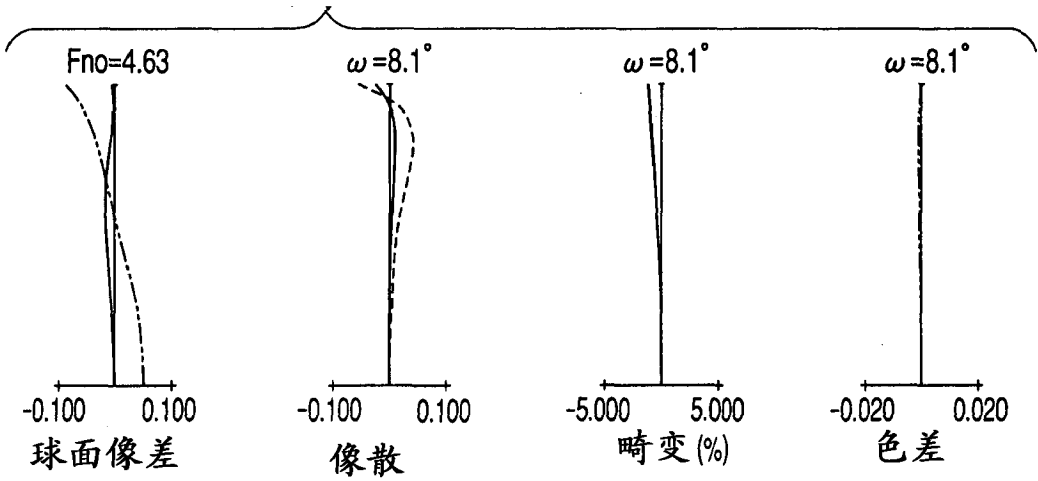


图 10B

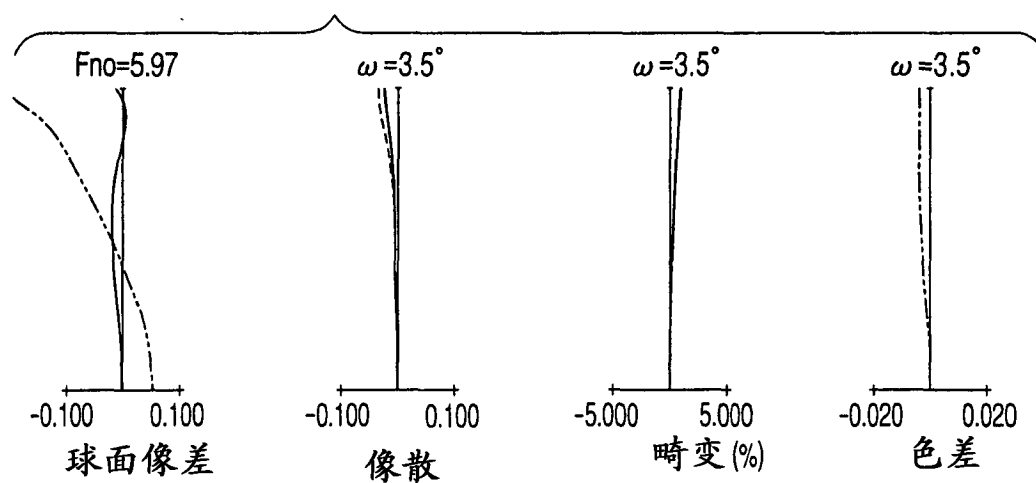


图 10C

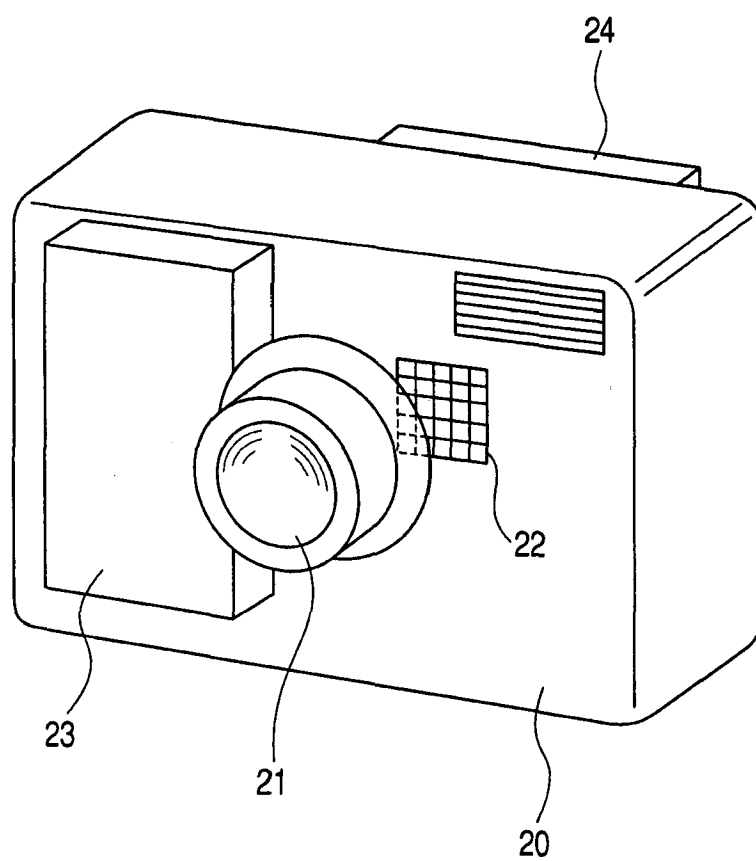


图 11