



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101539659 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 05

(21) 申请号 200910128941. 2

(22) 申请日 2009. 03. 17

(30) 优先权数据

2008-067546 2008. 03. 17 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)

G02B 13/18 (2006. 01)

G03B 19/02 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

审查员 章锦

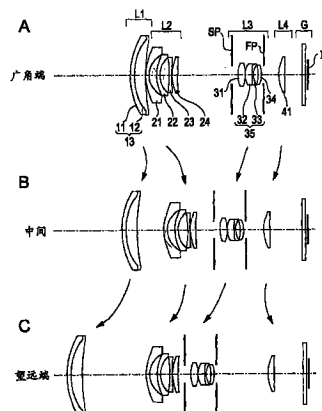
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 17 页

(54) 发明名称

变焦透镜系统和包含变焦透镜系统的照相机

(57) 摘要

本申请提供变焦透镜系统和包含变焦透镜系统的照相机。该变焦透镜系统从物侧到像侧依次包含：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；和具有正折光力的第四透镜单元。相邻的透镜单元之间的距离在变焦过程中改变。通过适当地设置第一透镜单元和第二透镜单元的透镜配置和焦距，实现紧凑的变焦透镜系统。



1. 一种变焦透镜系统,该变焦透镜系统从物侧到像侧依次包含:

具有正光焦度的第一透镜单元,该第一透镜单元由从物侧到像侧依次负透镜元件和正透镜元件构成;

具有负光焦度的第二透镜单元,该第二透镜单元由正透镜元件和三个负透镜元件构成;

具有正光焦度的第三透镜单元;和

具有正光焦度的第四透镜单元,

其中,第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离在望远端比在广角端长,第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离在望远端比在广角端短,并且第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端与在广角端是不同的,并且,

满足以下的条件:

$$8.0 < f1/fw < 13.0$$

$$1.0 < |f2|/fw < 1.7$$

这里, fw 表示变焦透镜系统在广角端的焦距, f1 表示第一透镜单元的焦距, f2 表示第二透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,满足以下的条件:

$$2.0 < m1/fw < 5.0$$

这里, m1 表示第一透镜单元在广角端沿光轴方向的位置与第一透镜单元在望远端沿光轴方向的位置之间的距离。

3. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,满足以下的条件:

$$1.5 < f3/fw < 2.7$$

这里, f3 表示第三透镜单元的焦距。

4. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,满足以下的条件:

$$4.0 < f4/fw < 7.0$$

这里, f4 表示第四透镜单元的焦距。

5. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,第三透镜单元包含被设置为最接近像侧并具有朝像侧凸出的表面的正透镜元件。

6. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,

其中,第一透镜单元中的正透镜元件和负透镜元件构成接合透镜,并且,

满足以下的条件:

$$-3.0 < (R1a+R1b)/(R1a-R1b) < -1.0$$

这里, R1a 和 R1b 分别表示第一透镜单元中的最接近物侧的透镜表面和最接近像侧的透镜表面的曲率半径。

7. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,

其中,第四透镜单元由正透镜元件构成,并且,

其中,满足以下的条件:

$$-1.6 < (R4a+R4b)/(R4a-R4b) < -1.0$$

这里, R4a 和 R4b 分别表示第四透镜单元中的最接近物侧的透镜表面和最接近像侧的透镜表面的曲率半径。

8. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,满足以下的条件:

$$1.9 < N_{2p}$$

$$15 < v_{2p} < 20$$

这里, N_{2p} 和 v_{2p} 分别表示第二透镜单元中的正透镜元件的材料的折射率和阿贝数。

9. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,第三透镜单元包含满足以下条件的负透镜元件:

$$1.9 < N_{3n}$$

$$15 < v_{3n} < 30$$

这里, N_{3n} 和 v_{3n} 分别表示所述负透镜元件的材料的折射率和阿贝数。

10. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中,满足以下的条件:

$$1.5 < D_2/D_1 < 2.5$$

这里, D_1 和 D_2 分别表示第一透镜单元和第二透镜单元沿光轴方向的厚度。

11. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,

其中,在从广角端到望远端的变焦过程中,第一透镜单元移动而形成朝像侧凸起的轨迹,第二透镜单元移动而形成朝像侧凸起的轨迹,第三透镜单元向物侧移动,并且,第四透镜单元移动而形成朝物侧凸起的轨迹,并且,

其中,第一透镜单元在望远端沿光轴方向的位置比第一透镜单元在广角端沿光轴方向的位置更接近物侧。

12. 一种照相机,该照相机包括:

根据权利要求 1 的变焦透镜系统;和

被配置为接收由所述变焦透镜系统形成的光学图像的固态图像拾取元件。

变焦透镜系统和包含变焦透镜系统的照相机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种变焦透镜系统,其适用于诸如视频照相机、电子静态照相机、广播照相机或监视照相机的使用固态图像拾取元件的图像拾取装置,或诸如使用银胶片的照相机的图像拾取装置,并涉及包含所述变焦透镜系统的照相机。

背景技术

[0002] 近年来,诸如使用固态图像拾取元件的视频照相机、电子静态照相机、广播照相机和监视照相机以及使用银胶片的照相机的图像拾取装置已非常复杂并且总体尺寸减小。

[0003] 作为用于图像拾取装置中的图像拍摄光学系统,存在对于具有长的总长度、紧凑的尺寸、高变焦比和高分辨能力的变焦透镜系统的需求。

[0004] 正引导型变焦透镜系统已知为满足该需求的变焦透镜系统。在正引导型变焦透镜系统中,在物侧设置具有正折光力的透镜单元。

[0005] 作为正引导型变焦透镜系统,已知四单元变焦透镜系统,其从物侧到像侧依次包含: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和具有正折光力的第四透镜单元。

[0006] 日本专利特开第 2001-042215 号(美国对应专利:美国专利第 6633437 号)和日本专利特开第 2004-199000 号公开了具有简单结构的四单元变焦透镜系统,其中由一个透镜元件形成第一透镜单元。

[0007] 日本专利特开第 2006-235062 号(美国对应专利:美国专利第 7167320 号)也公开了具有简单结构的四单元变焦透镜系统,其中第一透镜单元由一个负透镜元件和一个正透镜元件构成。

[0008] 日本专利特开第 2006-308649 号(美国对应专利:美国专利第 7333274 号)和日本专利特开第 2000-347102 号(美国对应专利:美国专利第 6867925 号)也公开了四单元变焦透镜系统,其中第一透镜单元由负透镜元件和正透镜元件的接合透镜形成并且第二透镜单元包含三个负透镜元件和一个正透镜元件。

[0009] 日本专利特开第 2006-189627 号(美国对应专利:美国专利申请公开第 2006/0146417A1 号)公开了一种四单元变焦透镜系统,其中第三透镜单元沿具有与光轴垂直(正交)的分量的方向移动,以便校正由变焦透镜系统的振动导致的图像模糊。

[0010] 一般地,为了在维持预定的变焦比的同时减小变焦透镜系统的总体尺寸,在变焦透镜系统中,在增加透镜单元的折光力的同时减少透镜元件的数量。

[0011] 但是,在这种情况下,当透镜元件的厚度随透镜表面的折光力的增加而增加时,变得更加难以校正各种像差。

[0012] 在上述的四单元变焦透镜系统中,为了保证高变焦比和减小的总体尺寸的同时获得高的光学性能,适当地设定透镜单元的折光力和透镜配置以及透镜单元在变焦过程中的移动条件是重要的。

[0013] 特别地,适当地设定透镜单元在变焦过程中的移动条件以及第一和第二透镜单元

的折光力和透镜配置是重要的。

[0014] 如果上述的因素没有被适当地设定,那么在保证最前面透镜的减小的直径并保证高变焦比的同时在整个变焦范围上获得高的光学性能是非常困难的。

发明内容

[0015] 本发明提供实现高变焦比、最前面透镜的小直径并在整个变焦范围上具有高光学性能的紧凑变焦透镜系统。

[0016] 根据本发明的一个方面的变焦透镜系统从物侧到像侧依次包含:具有正光焦度的第一透镜单元;具有负光焦度的第二透镜单元;具有正光焦度的第三透镜单元;和具有正光焦度的第四透镜单元。通过改变相邻透镜单元之间的距离执行变焦,使得第一透镜单元和第二透镜单元之间的距离在望远端比在广角端长,第二透镜单元和第三透镜单元之间的距离在望远端比在广角端短,并且,第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端与在广角端是不同的。

[0017] 在此变焦透镜系统中,第一透镜单元和第二透镜单元的透镜配置和焦距被适当地设定。

[0018] 通过参照附图对示例性实施例的以下描述,本发明的其它特征将变得显而易见。

附图说明

[0019] 图 1A、图 1B 和图 1C 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜系统的截面图。

[0020] 图 2 包含第一实施例中的在广角端的像差图。

[0021] 图 3 包含第一实施例中的在中间变焦位置的像差图。

[0022] 图 4 包含第一实施例中的在望远端的像差图。

[0023] 图 5A、图 5B 和图 5C 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜系统的截面图。

[0024] 图 6 包含第二实施例中的在广角端的像差图。

[0025] 图 7 包含第二实施例中的在中间变焦位置的像差图。

[0026] 图 8 包含第二实施例中的在望远端的像差图。

[0027] 图 9A、图 9B 和图 9C 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜系统的截面图。

[0028] 图 10 包含第三实施例中的在广角端的像差图。

[0029] 图 11 包含第三实施例中的在中间变焦位置的像差图。

[0030] 图 12 包含第三实施例中的在望远端的像差图。

[0031] 图 13A、图 13B 和图 13C 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜系统的截面图。

[0032] 图 14 包含第四实施例中的在广角端的像差图。

[0033] 图 15 包含第四实施例中的在中间变焦位置的像差图。

[0034] 图 16 包含第四实施例中的在望远端的像差图。

[0035] 图 17 是根据本发明的一个实施例的照相机的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0036] 以下将描述根据本发明的实施例的变焦透镜系统和照相机。

[0037] 根据本发明的实施例的变焦透镜系统从物侧到像侧依次包含:具有正折光力

(即,光焦度,其等于焦距的倒数)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和具有正折光力的第四透镜单元。在变焦过程中,相邻的透镜单元之间的距离(第一和第二透镜单元之间的距离、第二和第三透镜单元之间的距离以及第三和第四透镜单元之间的距离)改变。

[0038] 图 1A、图 1B 和图 1C 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜系统的截面图。图 2、图 3 和图 4 分别是第一实施例的变焦透镜系统中的在广角端(短焦距端)、中间变焦位置和望远端(长焦距端)的像差图。

[0039] 图 5A、图 5B 和图 5C 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜系统的截面图。图 6、图 7 和图 8 分别是第二实施例的变焦透镜系统中的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0040] 图 9A、图 9B 和图 9C 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜系统的截面图。图 10、图 11 和图 12 分别是第三实施例的变焦透镜系统中的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0041] 图 13A、图 13B 和图 13C 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜系统的截面图。图 14、图 15 和图 16 分别是第四实施例的变焦透镜系统中的在广角端、中间变焦位置和望远端的像差图。

[0042] 图 17 是示出包含本发明的任一实施例的变焦透镜系统的照相机的主要部分的示意图。在这些实施例中,变焦透镜系统用于诸如视频照相机、数字照相机或银胶片照相机的图像拾取装置中的图像拍摄透镜系统。

[0043] 在变焦透镜系统的截面图中,A、B 和 C 分别表示广角端、中间变焦位置和望远端。

[0044] 在变焦透镜系统的截面图中,左侧是物侧(前侧),右侧是像侧(后侧)。

[0045] 在变焦透镜系统的截面图中,L1 表示具有正折光力的第一透镜单元,L2 表示具有负折光力的第二透镜单元,L3 表示具有正折光力的第三透镜单元,L4 表示具有正折光力的第四透镜单元。

[0046] SP 表示设置在第三透镜单元 L3 的物侧的孔径光阑。

[0047] FP 表示设置在第三透镜单元 L3 的像侧的耀斑截止光阑(flare-cutstop)。

[0048] G 表示与滤光器、面板、晶体低通滤波器或红外截止滤波器对应的光学块。

[0049] IP 表示像面。当实施例的变焦透镜系统被用作视频照相机或数字静态照相机中的图像拍摄光学系统时,像面 IP 对应于诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取面。当实施例的变焦透镜系统被用作银胶片照相机中的图像拍摄光学系统时,像面 IP 对应于胶片表面。

[0050] 在像差图中,d 和 g 分别表示 d 线和 g 线。 ΔM 和 ΔS 分别表示子午像面和弧矢像面。横向色差由 g 线表示, ω 表示半场角,FNO 表示 f 数。

[0051] 在以下的实施例中,广角端和望远端指的是用于变焦的透镜单元被放置在光轴上的机械可移动范围的两端的变焦位置。

[0052] 在实施例中,透镜单元在从广角端向望远端的变焦过程中如箭头所示地移动。

[0053] 具体而言,在从广角端到望远端的变焦过程中,第一透镜单元 L1 向像侧移动,然后向物侧移动。换句话说,第一透镜单元 L1 移动而形成朝像侧凸起的轨迹。此外,第二透镜单元 L2 向像侧移动,然后向物侧移动。换句话说,第二透镜单元 L2 移动而形成朝像侧凸

起的轨迹。

[0054] 在从广角端到望远端的变焦过程中,第三透镜单元 L3 向物侧移动。第四透镜单元 L4 移动而形成朝物侧凸起的轨迹,以补偿由于变焦导致的像面变化。

[0055] 变焦透镜系统采用通过沿光轴移动第四透镜单元 L4 以执行聚焦的后聚焦方法。

[0056] 为了在望远端从无限远物体向近距离物体执行聚焦,在透镜截面图中示出的第四透镜单元 L4 朝物侧(前侧)移动。

[0057] 在实施例中,孔径光阑 SP 和耀斑截止光阑 FP 在变焦过程中与第三透镜单元 L3 一起移动。当孔径光阑 SP 与第三透镜单元 L3 一起移动时,移动单元的数量比当孔径光阑 SP 与第三透镜单元 L3 分开移动时少。这可容易地简化机械结构。

[0058] 在实施例中,第一透镜单元 L1 由一个正透镜元件和一个负透镜元件构成。第二透镜单元 L2 由三个负透镜元件和一个正透镜元件构成。

[0059] 并且,满足以下的条件:

$$[0060] \quad 8.0 < f1/fw < 13.0 \quad (1)$$

$$[0061] \quad 1.0 < |f2|/fw < 1.7 \quad (2)$$

[0062] 这里, fw 表示整个变焦透镜系统在广角端的焦距, f1 表示第一透镜单元 L1 的焦距, f2 表示第二透镜单元 L2 的焦距。

[0063] 条件表达式 (1) 规定了第一透镜单元 L1 的焦距,即折光力。当该值比上限大并且折光力太弱时,正引导型中的折光力的布局被扰乱,并且,第一透镜单元 L1 和第三透镜单元 L3 的移动行程(移动量)增加以获得高的变焦比。

[0064] 结果,变焦透镜系统的总长在望远端增加。当该值比下限小并且折光力太强时,在第一透镜单元 L1 由两个透镜元件构成时在望远端出现许多球面像差。当增加第一透镜单元 L1 中的透镜元件的数量以校正这种情况下的像差时,最前面透镜的直径不希望地增加。

[0065] 条件表达式 (2) 规定了第二透镜单元 L2 的焦距,即折光力。在该值比上限值大并且折光力太弱的情况下,当在广角端增加图像拍摄视角时,最前面透镜的直径增加。

[0066] 为了实现宽的视角以及最前面透镜的更小的直径两者,必须将第二透镜单元 L2 的折光力增加使得该值不超过上限的程度。当该值比下限小并且折光力太强时,不希望地,在广角端出现许多像场弯曲,并且在望远端出现许多球面像差。

[0067] 更优选地将条件表达式 (1) 和 (2) 中的数值设定在以下范围内:

$$[0068] \quad 8.5 < f1/fw < 12.0 \quad (1a)$$

$$[0069] \quad 1.1 < |f2|/fw < 1.6 \quad (2a)$$

[0070] 通过如上所述的那样规定结构,本发明的实施例的正引导型变焦透镜系统可在整个变焦范围上对于像差被适当校正,并且可在维持宽视角和高变焦比的同时,利用最前面透镜的小直径而变得紧凑。

[0071] 虽然通过满足上述的条件实现了满足本发明的初始目的的变焦透镜系统,但更优选地满足以下的条件:

$$[0072] \quad 2.0 < m1/fw < 5.0 \quad (3)$$

[0073] 这里, m1(绝对值)表示第一透镜单元 L1 在广角端沿光轴方向的位置和第一透镜单元 L1 在望远端沿光轴方向的位置之间的距离(位移量)。

[0074] 条件表达式 (3) 规定了由于变焦导致的透镜单元 L1 的位移量。当该值比上限大

并且位移量太大时,变焦透镜系统的总长在望远端不希望地增加,并且这使得最前面透镜的直径增加。此外,当通过可回缩镜筒形成变焦透镜系统时,滑动部分的数量增加,并且镜筒的直径增加。相反,当该值比下限小并且位移量太小时,通过改变第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离获得的变焦效果减小。出于这种原因,为了获得希望的变焦比,需要增加第二透镜单元 L2 或第三透镜单元 L3 的折光力。但是,这导致许多像场弯曲和球面像差。

[0075] 更优选地将条件表达式 (3) 中的数值设定在如下范围内:

$$[0076] \quad 2.5 < m1/fw < 4.5 \quad (3a)$$

[0077] 并且,优选地满足以下的条件:

$$[0078] \quad 1.5 < f3/fw < 2.7 \quad (4)$$

[0079] 这里, $f3$ 表示第三透镜单元 L3 的焦距。

[0080] 条件表达式 (4) 规定了第三透镜单元 L3 的焦距,即折光力。当该值比上限大并且折光力太弱时,通过移动第三透镜单元 L3 获得的变焦效果减小。因此,必须增加第一透镜单元 L1 或第三透镜单元 L3 的位移量。结果,变焦透镜系统在望远端的总长非理想地增加。相反,当该值比下限小并且折光力太强时,在第三透镜单元 L3 处出现许多球面像差和彗形像差。

[0081] 更优选地将条件表达式 (4) 中的数值设定在如下范围内:

$$[0082] \quad 1.7 < f3/fw < 2.5 \quad (4a)$$

[0083] 并且,优选地满足以下的条件:

$$[0084] \quad 4.0 < f4/fw < 7.0 \quad (5)$$

[0085] 这里, $f4$ 表示第四透镜单元 L4 的焦距。

[0086] 条件表达式 (5) 规定了第四透镜单元 L4 的焦距,即折光力。当该值比上限大并且折光力太弱时,补偿由于变焦导致的像场弯曲的效果减弱,并且用于聚焦的移动距离变长。因此,快速聚焦变得困难。相反,当该值比下限小并且折光力太强时,匹兹阀和增加,并且,像场弯曲在整个变焦范围上增加。如果增加第四透镜单元 L4 中的透镜元件的数量以防止像场弯曲,那么第四透镜单元 L4 的重量增加。这增加了用于驱动第四透镜单元 L4 的扭矩。

[0087] 更优选地将条件表达式 (5) 中的数值设定在如下范围内:

$$[0088] \quad 5.0 < f4/fw < 6.5 \quad (5a)$$

[0089] 优选地满足以下的条件:

$$[0090] \quad 0.2 < |\beta 2w| / (1/(ft/fw)^{-1/2}) < 0.6 \quad (6)$$

[0091] 这里, $\beta 2w$ 表示第二透镜单元 L2 在广角端的横向倍率, ft 表示整个透镜系统在望远端的焦距。

[0092] 条件表达式 (6) 规定了第二透镜单元 L2 在广角端的横向倍率。当该值比上限大并且横向倍率的绝对值太大时,难以增加在广角端的图像拍摄视角以及实现宽视角。当该值比下限小并且横向倍率的绝对值太小时,在第二透镜单元 L2 处出现许多像差。特别地,在广角侧出现许多像场弯曲并在望远侧出现许多球面像差。

[0093] 更优选地将条件表达式 (6) 中的数值设定在如下范围内:

$$[0094] \quad 0.3 < |\beta 2w| / (1/(ft/fw)^{-1/2}) < 0.5 \quad (6a)$$

[0095] 优选地满足以下的条件:

[0096] $-3.0 < (R1a+R1b)/(R1a-R1b) < -1.0$ (7)

[0097] 这里, R1a 和 R1b 分别表示第一透镜单元 L1 中的最接近物侧的透镜表面和最接近像侧的透镜表面的曲率半径。

[0098] 条件表达式 (7) 规定了形成第一透镜单元 L1 的接合透镜的形状因子。当条件表达式 (7) 中的值比 -1 小时, 接合透镜的形状类似于具有朝物侧凸起的表面的弯月。当该值比上限大, 并且接合透镜的形状不类似于具有朝物侧凸起的表面的弯月时, 离轴光线的入射角度在广角端增加, 并且这导致许多像散。当该值比下限小并且弯月过度增加时, 在望远端出现许多球面像差。

[0099] 更优选地将条件表达式 (7) 中的数值设定在如下范围内:

[0100] $-2.8 < (R1a+R1b)/(R1a-R1b) < -1.2$ (7a)

[0101] 优选地满足以下的条件:

[0102] $-1.6 < (R4a+R4b)/(R4a-R4b) < -1.0$ (8)

[0103] 这里, R4a 和 R4b 分别表示第四透镜单元 L4 中的最接近物侧的透镜表面和最接近像侧的透镜表面的曲率半径。

[0104] 条件表达式 (8) 规定了形成第四透镜单元 L4 的正透镜元件的形状因子。当条件表达式 (8) 中的值比 -1 小时, 正透镜元件的形状类似于具有朝物侧凸起的表面的弯月。当该值比上限大, 并且正透镜元件的形状不类似于具有朝物侧凸起的表面的弯月时, 消除由于物距的变化在第一透镜单元 L1 中导致的像场弯曲的变化的效果减弱。因此, 变得难以从无限远物体到近距离物体获得良好的图像特性。当该值比下限小并且弯月过度增加时, 离轴光线的入射角度增加, 并且这导致许多像散和横向色差。

[0105] 更优选地将条件表达式 (8) 中的数值设定在如下范围内:

[0106] $-1.50 < (R4a+R4b)/(R4a-R4b) < -1.02$ (8a)

[0107] 优选地满足以下的条件:

[0108] $1.9 < N2p$ (9)

[0109] $15 < v2p < 20$ (10)

[0110] 这里, N2p 和 v2p 分别表示形成第二透镜单元 L2 中的正透镜元件的材料的折射率和阿贝数。

[0111] 条件表达式 (9) 规定了第二透镜单元 L2 中的正透镜元件的折射率。当该值比下限小并且折射率太低时, 正透镜元件的厚度不能被减小, 但第二透镜单元 L2 的厚度增加。结果, 最前面透镜的直径增加。

[0112] 条件表达式 (10) 规定了形成第二透镜单元 L2 中的正透镜元件的材料的阿贝数, 即色散力 (dispersive power)。当该值比上限大并且色散力太小时, 校正色差的效果减弱, 并且必须增加正透镜元件的折光力。结果, 在望远侧出现许多球面像差。

[0113] 当该值比下限值小并且色散力太大时, 这在色差的校正方面是有利的。但是, 在典型的玻璃材料的情况下, 部分色散比率增加, 并且在望远侧出现大量的次级光谱。

[0114] 更优选地将条件表达式 (9) 和 (10) 中的数值设定在如下范围内:

[0115] $1.9 < N2p < 2.2$ (9a)

[0116] $16 < v2p < 19$ (10a)

[0117] 更优选地将条件表达式 (9a) 中的数值设定在如下范围内:

[0118] $1.91 < N_{2p} < 2.10$ (9b)

[0119] 优选地第三透镜单元 L3 具有满足以下的条件的负透镜元件：

[0120] $1.9 < N_{3n}$ (11)

[0121] $15 < v_{3n} < 30$ (12)

[0122] 这里， N_{3n} 表示负透镜元件的材料的折射率， v_{3n} 表示负透镜元件的材料的阿贝数。

[0123] 条件表达式 (11) 规定了形成第三透镜单元 L3 中的负透镜元件的材料的折射率。当该值比下限小并且折射率太低时，负透镜元件的表面的曲率增加。结果，出现许多彗形像差。当通过沿具有与光轴垂直的分量的方向移动第三透镜单元 L3 校正运动模糊（执行图像稳定）时，常常出现像面倾斜。

[0124] 条件表达式 (12) 规定了第三透镜单元 L3 中的负透镜元件的材料的阿贝数，即色散力。当该值比上限大并且色散力太小时，校正色差的效果减弱，并且必须增加负透镜元件的折光力。结果，在整个变焦范围上出现许多球面像差和彗形像差。当该值比下限小并且色散力太大时，这在色差的校正方面是有利的。但是，在典型的玻璃材料的情况下，部分色散比率增加，并且在整个变焦范围上出现大量的轴向次级光谱。

[0125] 更优选地将条件表达式 (11) 和 (12) 中的数值设定在如下范围内：

[0126] $1.9 < N_{3n} < 2.2$ (11a)

[0127] $16 < v_{3n} < 29$ (12a)

[0128] 更优选地将条件表达式 (11a) 中的数值设定在如下范围内：

[0129] $1.95 < N_{3n} < 2.16$ (11b)

[0130] 优选地满足以下的条件：

[0131] $1.5 < D_2/D_1 < 2.5$ (13)

[0132] 这里， D_1 和 D_2 分别表示第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 在光轴上的厚度（第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 中的最接近物侧的透镜表面和最接近像侧的透镜表面之间的距离）。

[0133] 条件表达式 (13) 规定了第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 沿光轴的厚度。为了减小最前面透镜的直径，一般优选地减小在广角侧的从孔径光阑 SP 到第一透镜单元 L1 的距离。

[0134] 在这种情况下，可通过适当地确定第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 的厚度，实现尺寸的减小和高光学性能。当该值比上限大，并且与第一透镜单元 L1 的厚度相比，第二透镜单元 L2 的厚度太大时，可以在第二透镜单元 L2 中获得足够的空气间隙。因此，可以容易地在广角侧校正离轴像差。不幸的是，最前面透镜的直径增加。当该值比下限小，并且与第一透镜单元 L1 的厚度相比，第二透镜单元 L2 的厚度太小时，第二透镜单元 L2 中的空气间隙太小。因此，在广角侧出现许多像场弯曲和像散。

[0135] 更优选地将条件表达式 (13) 中的数值设定在如下范围内：

[0136] $1.6 < D_2/D_1 < 2.4$ (13a)

[0137] 通过在实施例设定上述的条件，可在整个变焦范围上对于像差适当地校正变焦透镜系统，同时维持约 5 的高变焦比和 37 度的宽图像拍摄视角。

[0138] 现在将描述实施例中的变焦透镜单元的透镜配置的特性。

[0139] 在实施例中,在变焦过程中,第一透镜单元 L1 移动而形成朝像侧凸起的轨迹,以增加第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离。此外,第二透镜单元 L2 移动而形成朝像侧凸起的轨迹,使得第二透镜单元 L2 和第三透镜单元 L3 之间的距离在望远端比在广角端短。而且,第三透镜单元 L3 向物侧移动。通过移动第四透镜单元 L4 补偿由变焦引起的像场弯曲。

[0140] 在实施例中,通过在变焦过程中移动第一透镜单元 L1,使变焦透镜系统的在广角端的总长缩短以减小最前面透镜的直径。

[0141] 此外,通过在变焦过程中改变第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离,变焦效果提高。另外,在从广角端到望远端的变焦过程中第三透镜单元 L3 向物侧移动,使得第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4 之间的距离变得在望远端比在广角端长。这使得第三透镜单元 L3 可分担变焦功能。

[0142] 因此,可以减少通过改变第一透镜单元 L1 和第二透镜单元 L2 之间的距离提供的变焦功能,并且其间的距离在望远端减小。结果,在望远侧,变焦透镜系统的总长减小,并且,最前面透镜的直径减小。

[0143] 通过由从物侧向像侧依次排列的负透镜元件 11 和正透镜元件 12 构成的接合透镜 13,形成第一透镜单元 L1。作为消色差透镜单元,第一透镜单元 L1 具有尽可能少数量的透镜元件,以便适当地校正纵向色差并减小第一透镜单元 L1 的尺寸。

[0144] 接合透镜 13 的形状类似于具有向物侧凸起的表面的弯月,使得离轴光线在透镜表面上的入射角度减小,从而减少像散。

[0145] 第二透镜单元 L2 从物侧到像侧包含形状类似于在像侧具有凹面的弯月的两个负透镜元件 21 和 22、在物侧具有凹面的负透镜元件 23 和具有朝物侧凸出的表面的正透镜元件 24。

[0146] 在第四实施例中,第二透镜单元 L2 从物侧到像侧包含形状类似于在像侧具有凹面的弯月的两个负透镜元件 21 和 22、具有朝物侧凸出的表面的正透镜元件 23 和在物侧具有凹面的负透镜元件 24。

[0147] 在这些实施例中,在一定程度上增加第二透镜单元 L2 的负折光力,以便减小第一透镜单元 L1 的尺寸,同时在广角端维持宽的视角(图像拍摄视角)。在这种情况下,在第二透镜单元 L2 处出现像差。特别地,在广角侧出现许多像场弯曲,并且在望远侧出现许多球面像差。

[0148] 因此,在本发明的实施例中,通过由三个负透镜元件分担第二透镜单元 L2 的负折光力,并使物侧的两个负透镜元件具有类似于在像侧具有凹面的弯月的形状,减少这些像差。

[0149] 通过此透镜配置,在实现宽视角的同时,最前面透镜的直径减小并且获得高的光学性能。

[0150] 第一到第三实施例中的正透镜元件 24 和第四实施例中的正透镜元件 23 由阿贝数小于 20 且大于 15 的高色散材料形成。这使得无需在第二透镜单元 L2 中将正透镜元件的折光力增加很多就可校正色差。因此,不需要在必要情况以外还增加这三个负透镜元件的折光力,并且可减小透镜元件的像差。

[0151] 为了增加第二透镜单元 L2 的折光力,如在实施例的变焦透镜系统中那样,由诸如

高色散材料形成正透镜元件是有效的。并且,形成正透镜元件的高色散材料具有大于 1.9 的折射率。这减小正透镜元件的厚度。

[0152] 第三透镜单元 L3 包含由四个透镜元件限定的三个单元,即,从物侧到像侧包含正透镜元件 31、正透镜元件 32 和负透镜元件 33 的接合透镜 35、和正透镜元件 34。

[0153] 在实施例中,在一定的程度上增加第三透镜单元 L3 的折光力,以便增加第三透镜单元 L3 的变焦功能。在这种情况下,在第三透镜单元 L3 处出现像差。特别地,在整个变焦范围上常常出现球面像差、彗形像差和纵向色差。

[0154] 因此,第三透镜单元 L3 的正折光力由具有正折光力的三个正透镜元件分担,以减少这些像差。

[0155] 特别地,通过使得正透镜元件 31 的两个透镜表面均为非球面,适当地校正球面像差和彗形像差。优选地,非球面正透镜元件 31 的形状为使得正折光力从透镜中心向透镜周边减小。接合透镜 35 在物侧具有凸面并在像侧具有凹面。这可校正球面像差和彗形像差两者。

[0156] 负透镜元件 33 由具有大于 1.9 的高折射率的材料形成。这可减小在像侧的透镜表面的曲率,并可减小高次彗形像差。并且,可以减小由于第三透镜单元 L3 的移位偏心导致的像面变化。负透镜元件 33 的材料是阿贝数小于 30 且大于 15 的高色散材料。

[0157] 此结构使得无需将负透镜元件 33 的折光力增加很多就可校正色差。因此,不需要在必要情况以外还增加这三个正透镜元件的折光力,并且可以减少透镜元件处的像差。

[0158] 第三透镜单元 L3 中的最接近像侧的正透镜元件 34 具有朝像侧凸出的表面,以减小从像侧透镜表面发出离轴主光线的角度。这可减小由于第三透镜单元 L3 的移位偏心导致的像面变化。

[0159] 通过这样形成负透镜元件 33 和正透镜元件 34,第三透镜单元 L3 沿具有与光轴垂直的分量的方向被驱动,并由此减小运动模糊校正(图像稳定)过程中的像面变化。这使得易于在维持较高的光学性能的同时校正运动模糊。

[0160] 第四透镜单元 L4 由一个正透镜元件 41 形成。在实施例中,通过移动第四透镜单元 L4 执行聚焦。通过由此使得透镜单元紧凑和轻,可以减小用于聚焦的驱动扭矩。

[0161] 为了减小由于物距的变化导致的像面变化,优选地,第四透镜单元 L4 具有朝物侧凸出的表面。随着物距改变,在第一透镜单元 L1 处导致的像场弯曲改变。为了通过利用第四透镜单元 L4 聚焦来消除像场弯曲的变化,并从无限远物体到近距离物体获得良好的像面特性,优选地第四透镜单元 L4 具有朝物侧凸出的表面。

[0162] 以下将描述与本发明的第一到第四实施例相对应的第一到第四数值例子。在这些数值例子中,i 表示从物侧起的光学表面的序号,ri 表示从物侧起的第 i 个透镜表面的曲率半径,di 表示从物侧起的第 i 个透镜表面的透镜厚度或空气间隙,ndi 表示从物侧起的第 i 个材料的对于 d 线的折射率,v di 表示该材料对于 d 线的阿贝数(v d)。阿贝数 v d 由下式给出:

[0163]
$$v d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

[0164] 这里,Nd 表示对于 d 线(波长:587.6nm)的折射率,NF 表示对于 F 线(波长:486.1nm)的折射率,NC 表示对于 C 线(波长:656.3nm)的折射率。

[0165] 表 1 表示上述的条件表达式和数值例子之间的关系。

[0166] 非球面形状由下式给出：

$$[0167] \quad X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A4 \times H^4 + A6 \times H^6 + A8 \times H^8$$

[0168] 这里，X 轴表示光轴方向，H 轴表示与光轴垂直的方向，光行进方向是正方向，R 表示旁轴曲率半径，K 是锥形常数，A4、A6 和 A8 是非球面系数。

[0169] 在非球面系数的值中，例如，“E-Z”意指“ 10^{-Z} ”。在数值例子中，最后两个表面（第二十三和第二十四表面）构成光学组块 G。

[0170] BF 表示用作从变焦透镜系统的最后表面到旁轴像面的等效空气长度的后焦距。总透镜长度指的是最前面透镜表面和最后透镜表面之间的距离与后焦距的总和。非球形表面的表面号码注有星号“*”。

[0171] 第一数值例子

[0172] 单位 mm

[0173] 表面数据

[0174]	表面号码	r	d	nd	v d
[0175]	1	27.364	1.20	1.84666	23.9
[0176]	2	20.088	4.00	1.77250	49.6
[0177]	3	66.608	(可变)		
[0178]	4	21.154	0.95	1.88300	40.8
[0179]	5	7.854	2.52		
[0180]	6	17.211	0.90	1.88300	40.8
[0181]	7	8.731	3.14		
[0182]	8	-24.403	0.80	1.80400	46.6
[0183]	9	166.576	0.20		
[0184]	10	16.917	1.80	1.92286	18.9
[0185]	11	94.775	(可变)		
[0186]	12(光阑)	∞	1.50		
[0187]	13*	12.089	2.20	1.58313	59.4
[0188]	14w*	-21.698	0.20		
[0189]	15	6.003	2.40	1.48749	70.2
[0190]	16	13.648	0.70	2.00069	25.5
[0191]	17	5.537	1.46		
[0192]	18	-19.438	1.20	1.48749	70.2
[0193]	19	-10.131	0.50		
[0194]	20 耀斑截止光阑	∞	(可变)		
[0195]	21	15.301	2.00	1.48749	70.2
[0196]	22	109.326	(可变)		
[0197]	23	∞	1.10	1.51633	64.1
[0198]	24	∞	(可变)		
[0199]	像面	∞			

[0200] 非球面表面数据

[0201] 第 13 表面

[0202] $K = 1.43178e+000$ $A4 = -2.01411e-004$ $A6 = -1.69744e-006$ $A8 = 2.82246e-008$

[0203] 第 14 表面

[0204] $K = -6.18021e-001$ $A4 = 1.13642e-004$ $A6 = -6.70660e-007$ $A8 = 5.94851e-008$

[0205] 各种数据

[0206] 变焦比 4.81

[0207] 广角 中间 望远

[0208] 焦距 6.22 13.52 29.89

[0209] F 数 2.88 3.49 4.57

[0210] 视角 36.78 18.97 8.84

[0211] 图像高度 4.65 4.65 4.65

[0212] 透镜长度 57.13 59.56 76.99

[0213] BF 6.90 11.59 10.32

[0214] d 30.30 8.78 20.58

[0215] d11 17.49 6.04 2.08

[0216] d20 4.77 5.49 16.35

[0217] d22 5.58 10.26 8.99

[0218] d24 0.60 0.60 0.60

[0219] 变焦透镜单元数据

[0220] 单元 第一表面 焦距

[0221] 1 1 59.97

[0222] 2 4 -8.99

[0223] 3 12 13.91

[0224] 4 21 36.24

[0225] 5 23 ∞

[0226] 第二数值例子

[0227] 单位 mm

[0228] 表面数据

[0229] 表面号码 r d nd v d

[0230] 1 25.682 1.20 1.84666 23.9

[0231] 2 18.458 4.50 1.77250 49.6

[0232] 3 66.212 (可变)

[0233] 4 22.150 0.95 1.88300 40.8

[0234] 5 6.817 2.82

[0235] 6 14.908 0.90 1.88300 40.8

[0236] 7 7.381 2.25

[0237]	8	-41.401	0.80	1.80400	46.6
[0238]	9	32.321	0.20		
[0239]	10	12.019	1.80	1.94595	18.0
[0240]	11	38.931	(可变)		
[0241]	12(光阑)	∞	1.50		
[0242]	13 *	11.453	2.20	1.58313	59.4
[0243]	14 *	-15.809	0.20		
[0244]	15	5.760	2.40	1.48749	70.2
[0245]	16	29.150	0.70	2.00330	28.3
[0246]	17	5.668	1.44		
[0247]	18	-18.717	1.20	1.48749	70.2
[0248]	19	-8.682	0.50		
[0249]	20 耀斑截止光阑	∞	(可变)		
[0250]	21	15.537	2.00	1.48749	70.2
[0251]	22	772.512	(可变)		
[0252]	23	∞	1.10	1.51633	64.1
[0253]	24	∞	(可变)		
[0254]	像面	∞			
[0255]	非球面表面数据				
[0256]	第 13 表面				
[0257]	K = 2.02711e+000 A4 = -2.51997e-004 A6 = 2.64914e-006 A8 = -3.89547e-008				
[0258]	第 14 表面				
[0259]	K = 1.21663e-001 A4 = 2.24871e-004 A6 = 5.72449e-006 A8 = 3.73190e-008				
[0260]	各种数据				
[0261]	变焦比	4.91			
[0262]		广角	中间	望远	
[0263]	焦距	6.09	13.83	29.88	
[0264]	F 数	2.88	3.69	4.96	
[0265]	视角	37.37	18.58	8.84	
[0266]	图像高度	4.65	4.65	4.65	
[0267]	透镜长度	52.41	57.32	77.23	
[0268]	BF	5.78	12.88	9.75	
[0269]	d	30.30	8.15	19.33	
[0270]	d11	12.91	3.61	1.81	
[0271]	d20	5.86	5.12	18.79	
[0272]	d22	4.46	11.56	8.42	
[0273]	d24	0.60	0.60	0.60	

[0274] 变焦透镜单元数据

[0275]	单元	第一表面	焦距
[0276]	1	1	54.12
[0277]	2	4	-7.00
[0278]	3	12	12.24
[0279]	4	21	32.50
[0280]	5	23	∞

[0281] 第三数值例子

[0282] 单位 mm

[0283] 表面数据

[0284]	表面号码	r	d	nd	v d
[0285]	1	29.262	1.20	1.84666	23.9
[0286]	2	21.632	3.60	1.77250	49.6
[0287]	3	63.618	(可变)		
[0288]	4	17.756	0.95	1.88300	40.8
[0289]	5	7.797	2.62		
[0290]	6	17.816	0.90	1.88300	40.8
[0291]	7	8.843	3.07		
[0292]	8	-25.139	0.80	1.80400	46.6
[0293]	9	536.548	0.20		
[0294]	10	16.555	1.80	2.14352	17.8
[0295]	11	38.838	(可变)		
[0296]	12(光阑)	∞	1.50		
[0297]	13 [*]	12.201	2.20	1.58313	59.4
[0298]	14 [*]	-30.548	0.20		
[0299]	15	6.330	2.40	1.48749	70.2
[0300]	16	8.381	0.70	2.14352	17.8
[0301]	17	5.606	1.31		
[0302]	18	-35.476	1.20	1.48749	70.2
[0303]	19	-12.592	0.50		
[0304]	20 耀斑截止光阑	∞	(可变)		
[0305]	21	16.866	2.00	1.48749	70.2
[0306]	22	129.586	(可变)		
[0307]	23	∞	1.10	1.51633	64.1
[0308]	24	∞	(可变)		

[0309] 像面 ∞

[0310] 非球面表面数据

[0311] 第 13 表面

[0312] $K = 9.17559\text{e-}001$ $A4 = -7.37681\text{e-}005$ $A6 = -4.55229\text{e-}007$ $A8 =$

2. 66544e-007

[0313] 第 14 表面

[0314] $K = 1.23791e+000$ $A4 = 1.85426e-004$ $A6 = 4.01899e-007$ $A8 =$

3. 20737e-007

[0315] 各种数据

[0316] 变焦比 4.74

[0317] 广角 中间 望远

[0318] 焦距 6.30 13.72 29.88

[0319] F 数 2.88 3.62 4.83

[0320] 视角 36.42 18.71 8.84

[0321] 图像高度 4.65 4.65 4.65

[0322] 透镜长度 57.28 60.64 79.00

[0323] BF 6.00 11.03 10.58

[0324] d 30.30 9.97 22.96

[0325] d11 17.88 6.09 1.80

[0326] d20 5.95 6.40 16.52

[0327] d22 4.67 9.71 9.25

[0328] d24 0.60 0.60 0.60

[0329] 变焦透镜单元数据

[0330] 单元 第一表面 焦距

[0331] 1 1 70.00

[0332] 2 4 -9.44

[0333] 3 12 13.61

[0334] 4 21 39.54

[0335] 5 23 ∞

[0336] 第四数值例子

[0337] 单位 mm

[0338] 表面数据

[0339] 表面号码 r d nd v d

[0340] 1 28.038 1.20 1.84666 23.9

[0341] 2 22.236 4.00 1.60311 60.6

[0342] 3 148.408 (可变)

[0343] 4 21.448 0.95 1.88300 40.8

[0344] 5 7.219 4.45

[0345] 6 68.955 0.90 1.88300 40.8

[0346] 7 12.592 1.60

[0347] 8 11.919 1.80 1.92286 18.9

[0348] 9 28.100 1.00

[0349] 10 -50.000 0.80 1.80400 46.6

[0350]	11	7993.949	(可变)		
[0351]	12(光阑)	∞	1.50		
[0352]	13 *	10.472	2.20	1.58313	59.4
[0353]	14 *	-19.990	0.20		
[0354]	15	6.153	2.40	1.48749	70.2
[0355]	16	13.839	0.70	2.00069	25.5
[0356]	17	5.481	1.47		
[0357]	18	-20.390	1.20	1.48749	70.2
[0358]	19	-11.660	0.50		
[0359]	20 耀斑截止光阑	∞	(可变)		
[0360]	21	18.000	2.00	1.48749	70.2
[0361]	22	187.114	(可变)		
[0362]	23	∞	0.60	1.51633	64.1
[0363]	24	∞	(可变)		
[0364]	像面	∞			
[0365]	非球面表面数据				
[0366]	第 13 表面				
[0367]	K	= 1.11586e+000	A4 = -1.18995e-004	A6 = -2.40460e-006	A8 = 5.54405e-007
[0368]	第 14 表面				
[0369]	K	= -6.28423e+000	A4 = 1.87183e-004	A6 = -3.58591e-007	A8 = 6.88720e-007
[0370]	各种数据				
[0371]	变焦比	4.70			
[0372]		广角	中间	望远	
[0373]	焦距	6.36	13.75	29.87	
[0374]	F 数	2.88	3.58	4.77	
[0375]	视角	36.18	18.68	8.84	
[0376]	图像高度	4.65	4.65	4.65	
[0377]	透镜长度	56.75	59.67	77.58	
[0378]	BF	4.89	11.61	10.59	
[0379]	d	30.30	9.36	21.75	
[0380]	d11	16.38	5.22	1.56	
[0381]	d20	6.31	4.61	14.82	
[0382]	d22	3.90	10.61	9.60	
[0383]	d24	0.60	0.60	0.60	
[0384]	变焦透镜单元数据				
[0385]	单元 第一表面	焦距			
[0386]	1	1	63.81		

[0387] 2 4 -8.77
 [0388] 3 12 12.98
 [0389] 4 21 40.70
 [0390] 5 23 ∞
 [0391] 表 1
 [0392]

	第一例子	第二例子	第三例子	第四例子
条件表达式 (1)	9.65	8.89	11.11	10.04
条件表达式 (2)	1.45	1.15	1.50	1.38
条件表达式 (3)	3.19	4.08	3.45	3.28
条件表达式 (4)	2.24	2.01	2.16	2.04
条件表达式 (5)	5.83	5.34	6.28	6.40
条件表达式 (6)	0.45	0.39	0.38	0.39
条件表达式 (7)	-2.39	-2.27	-2.70	-1.47
条件表达式 (8)	-1.33	-1.04	-1.30	-1.21
条件表达式 (9)	1.92286	1.94595	2.14352	1.92286
条件表达式 (10)	18.9	18.0	17.8	18.9
条件表达式 (11)	2.00069	2.00330	2.14352	2.00069
条件表达式 (12)	25.5	28.3	17.8	25.5
条件表达式 (13)	1.98	1.71	2.15	2.21

[0393] 现在将参照图 17 描述使用根据任一实施例的变焦透镜系统作为图像拍摄光学系统的数字静态照相机。

[0394] 参照图 17, 数字静态照相机包含照相机体 20、由根据上述的第一到第四实施例中的任一个的变焦透镜系统形成的图像拍摄光学系统 21、诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态图像拾取元件 (光电转换元件) 22、存储器 23 和取景器 24。固态图像拾取元件 22 结合到照相机体 20 中, 并接收通过图像拍摄光学系统 21 形成的光学物像。存储器 23 存储关于通过固态图像拾取元件 22 光电转换的物像的信息。取景器 24 由例如液晶显示面板形成, 并允许通过其观察在固态图像拾取元件 22 上形成的物像。

[0395] 通过这样对于诸如数字静态照相机的图像拾取装置应用根据本发明的实施例中的任一个的变焦透镜系统, 能够实现具有高光学性能的紧凑图像拾取装置。

[0396] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明, 但应理解, 本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释以包含所有的变型以及等同的结构和功能。

图 1A

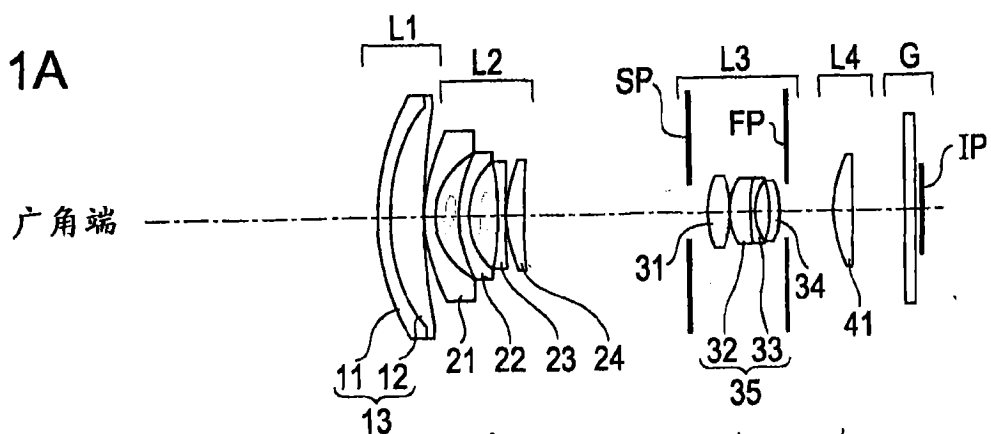


图 1B

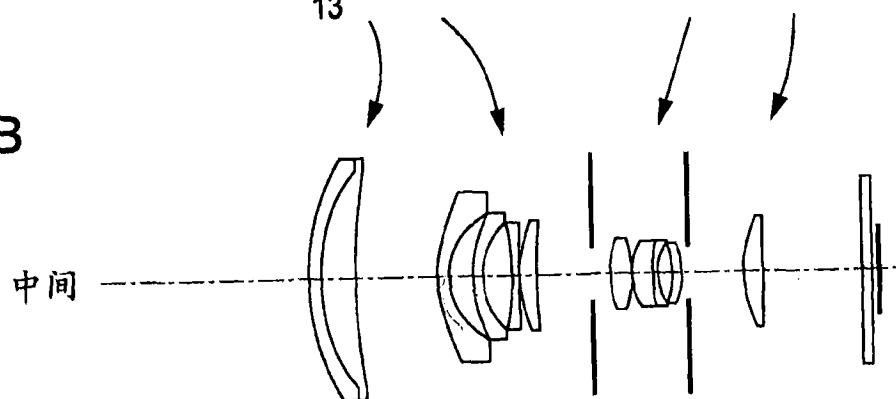
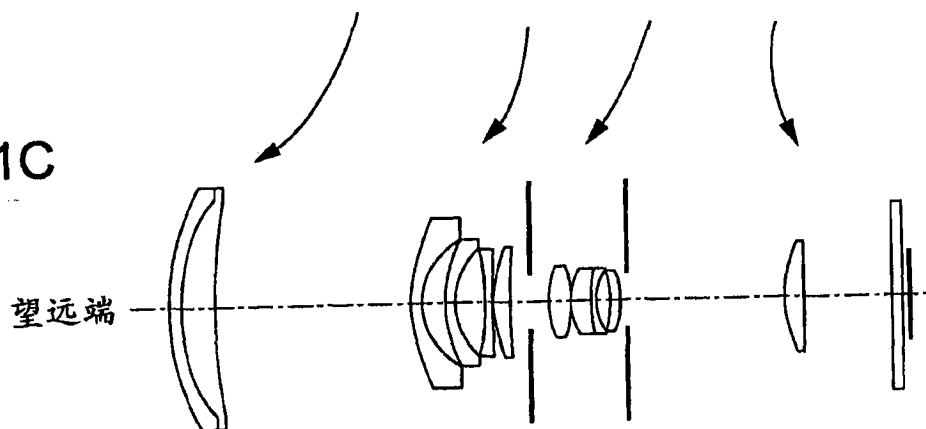
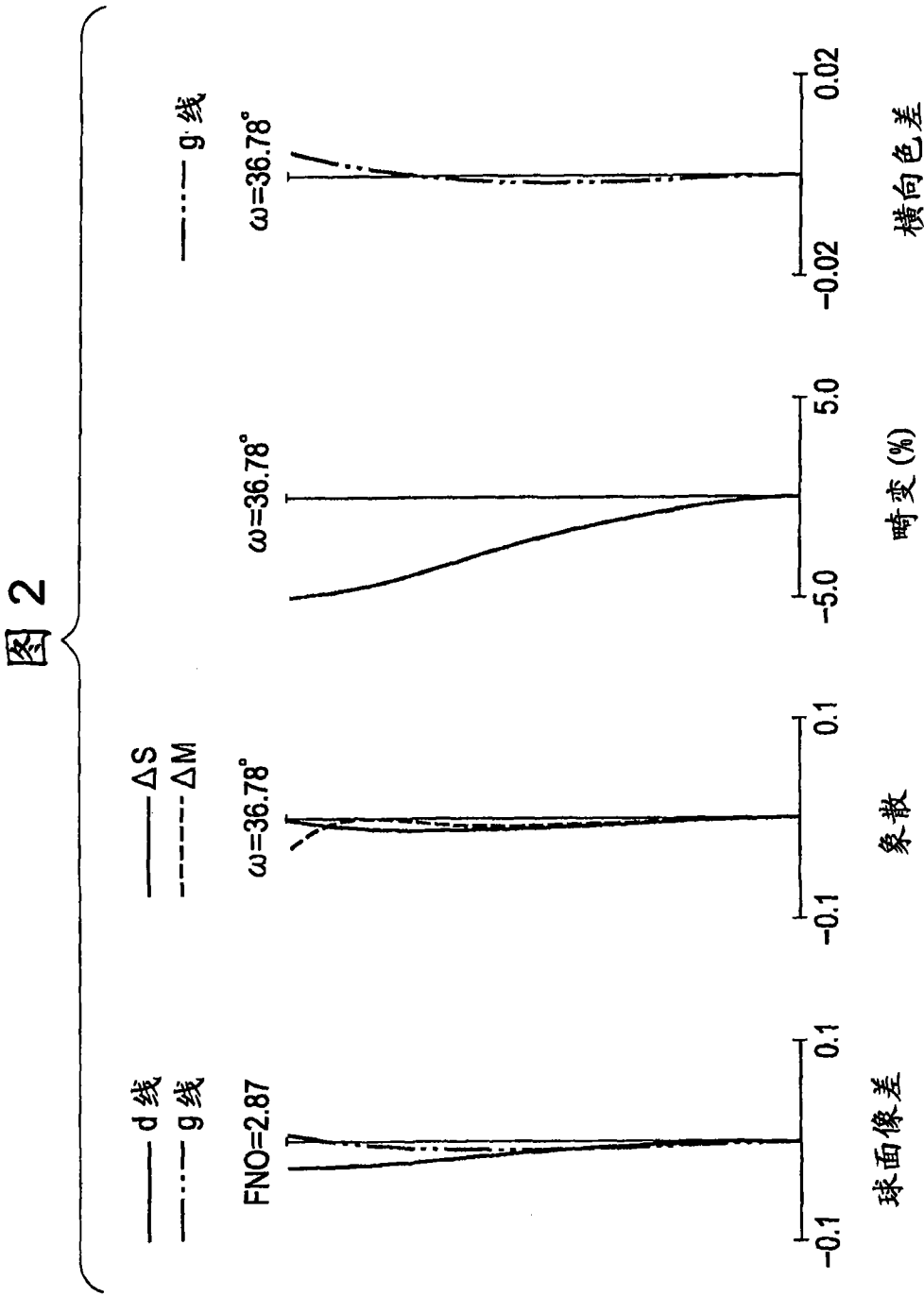
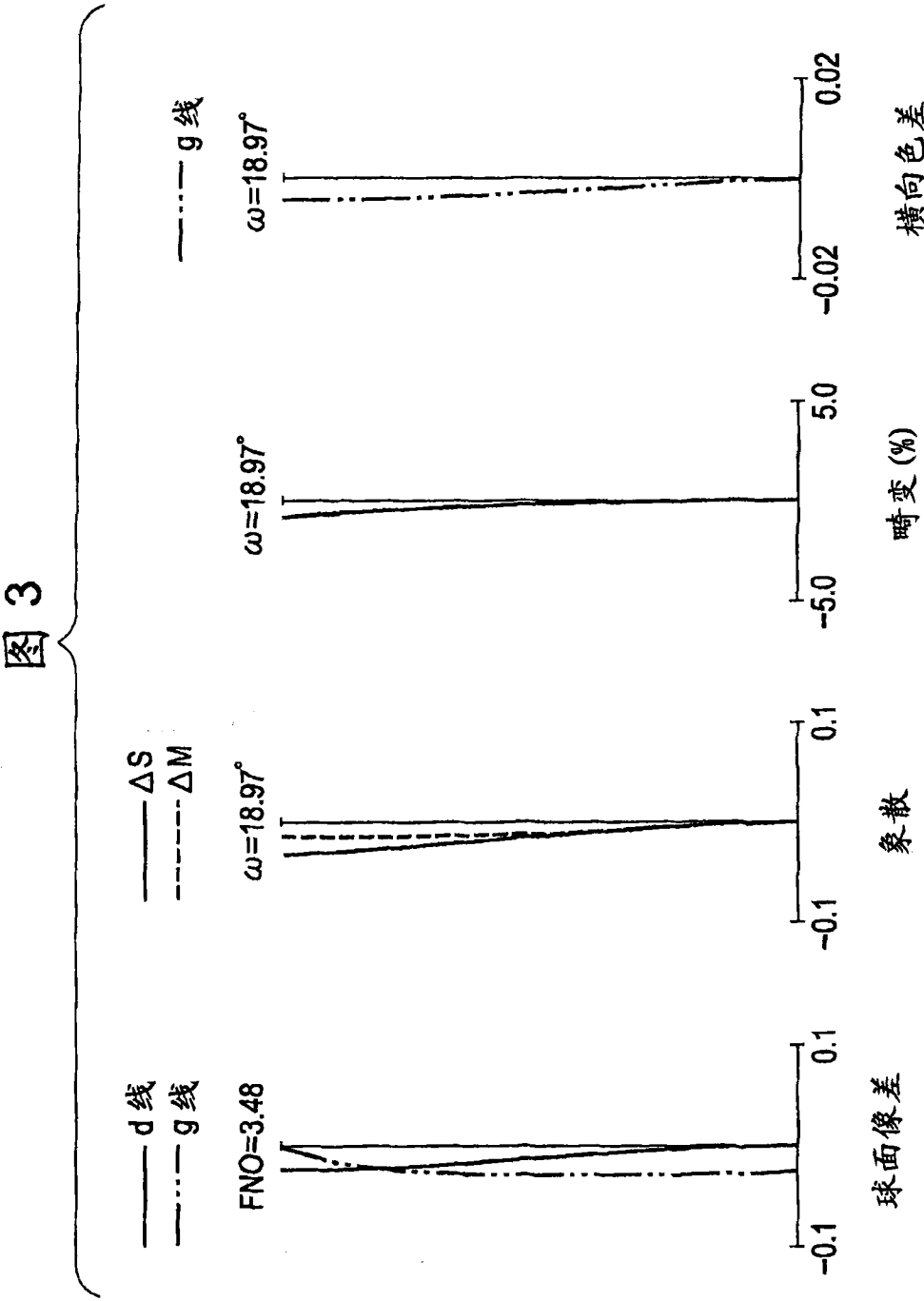
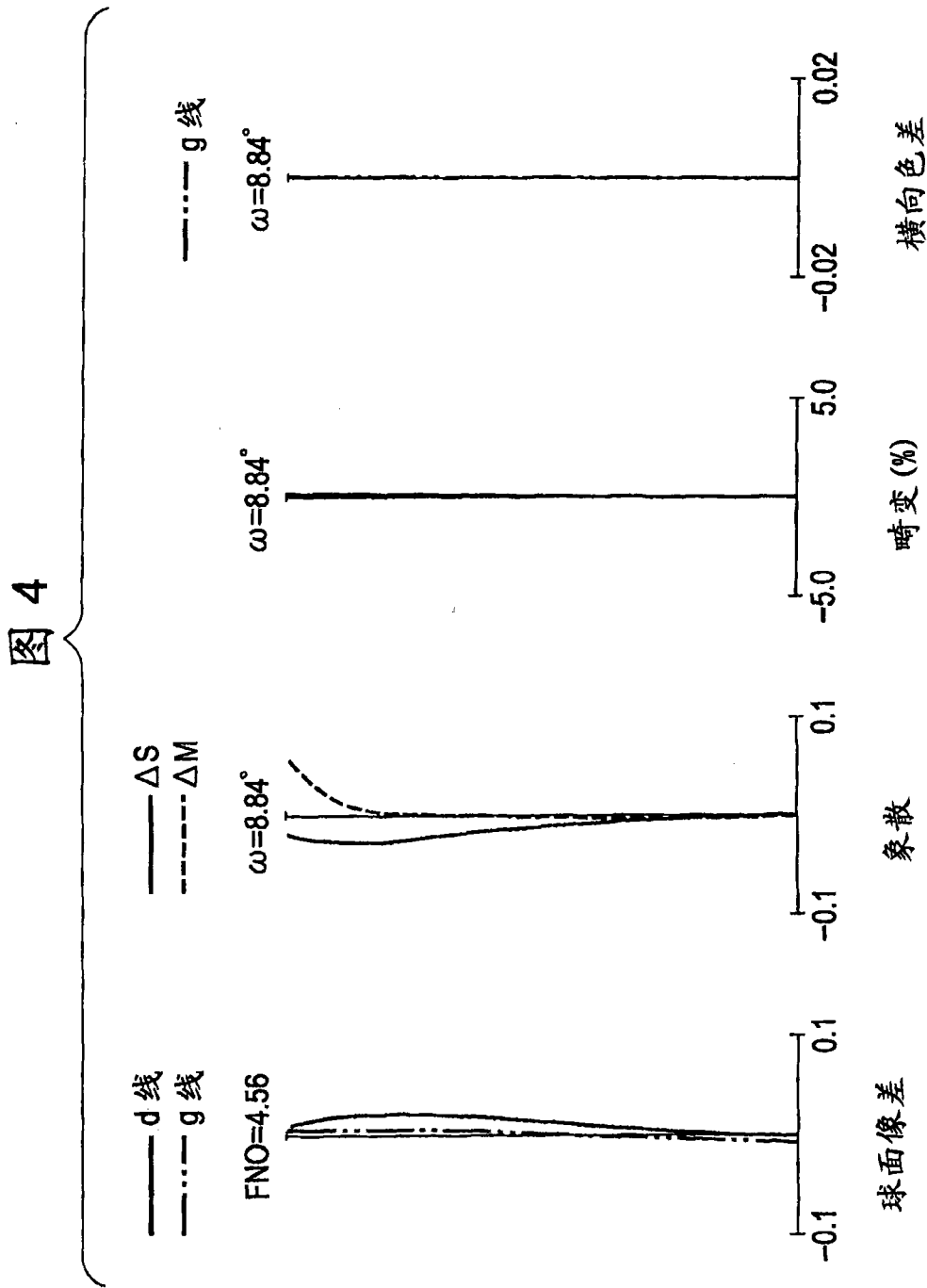


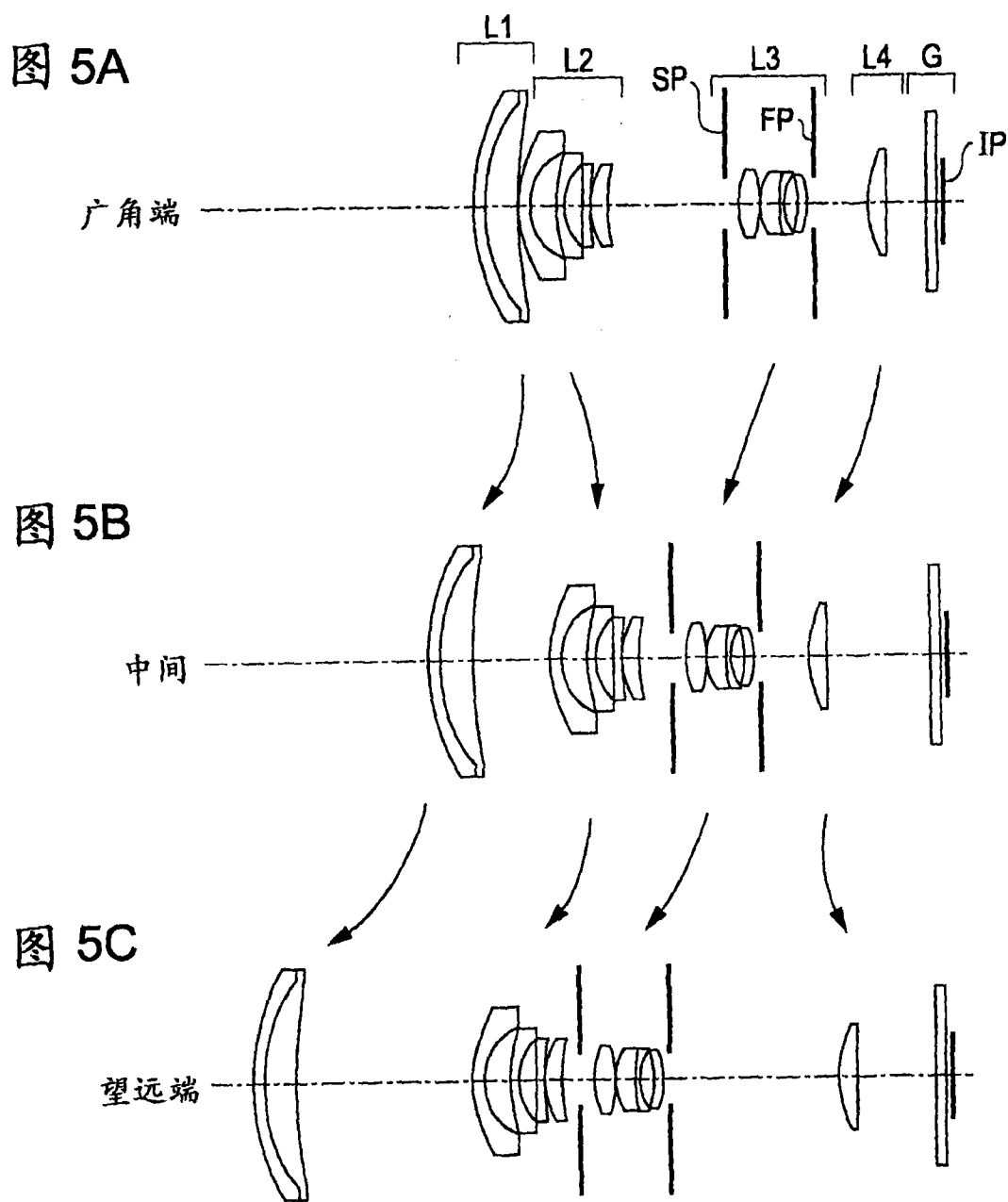
图 1C

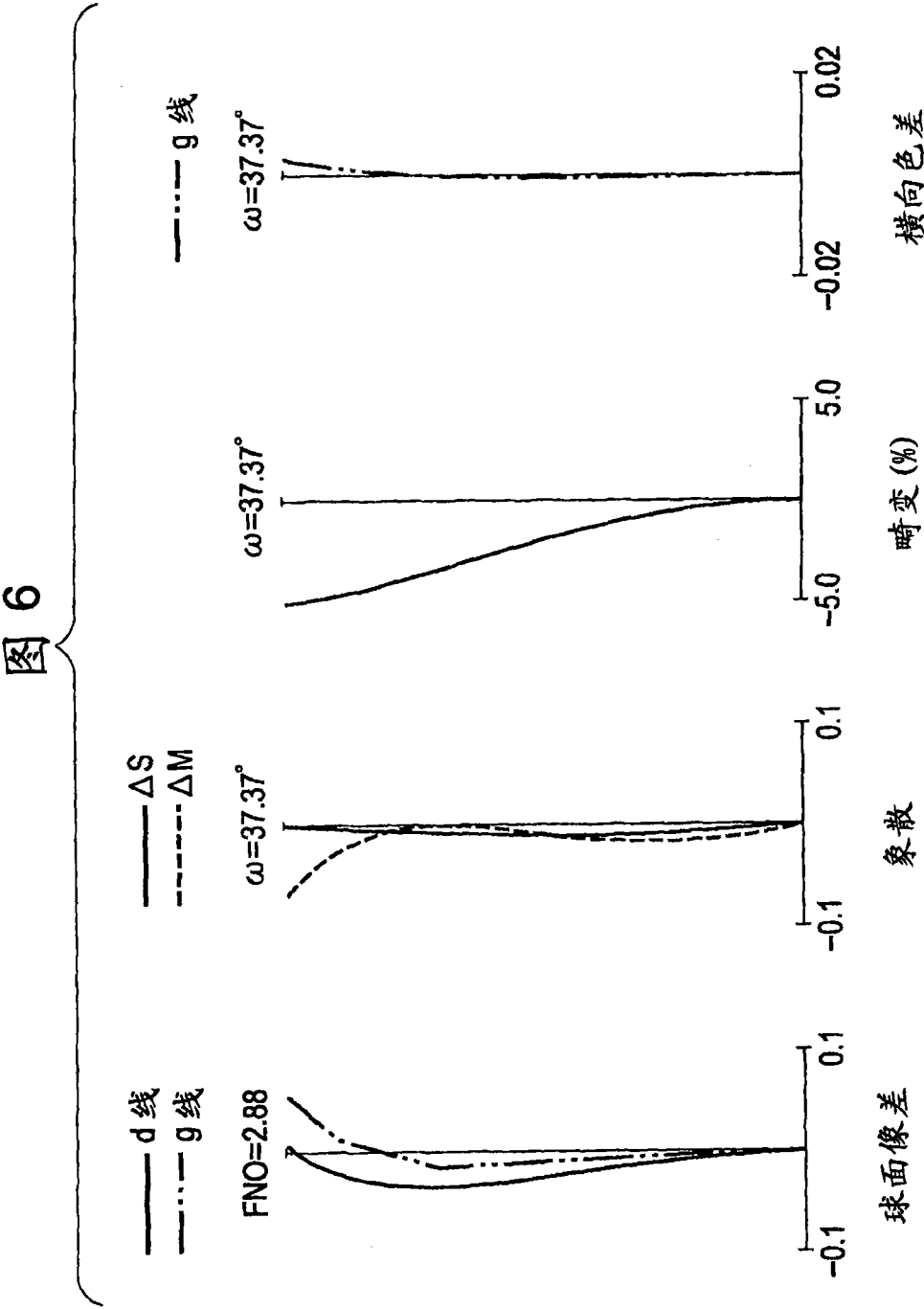


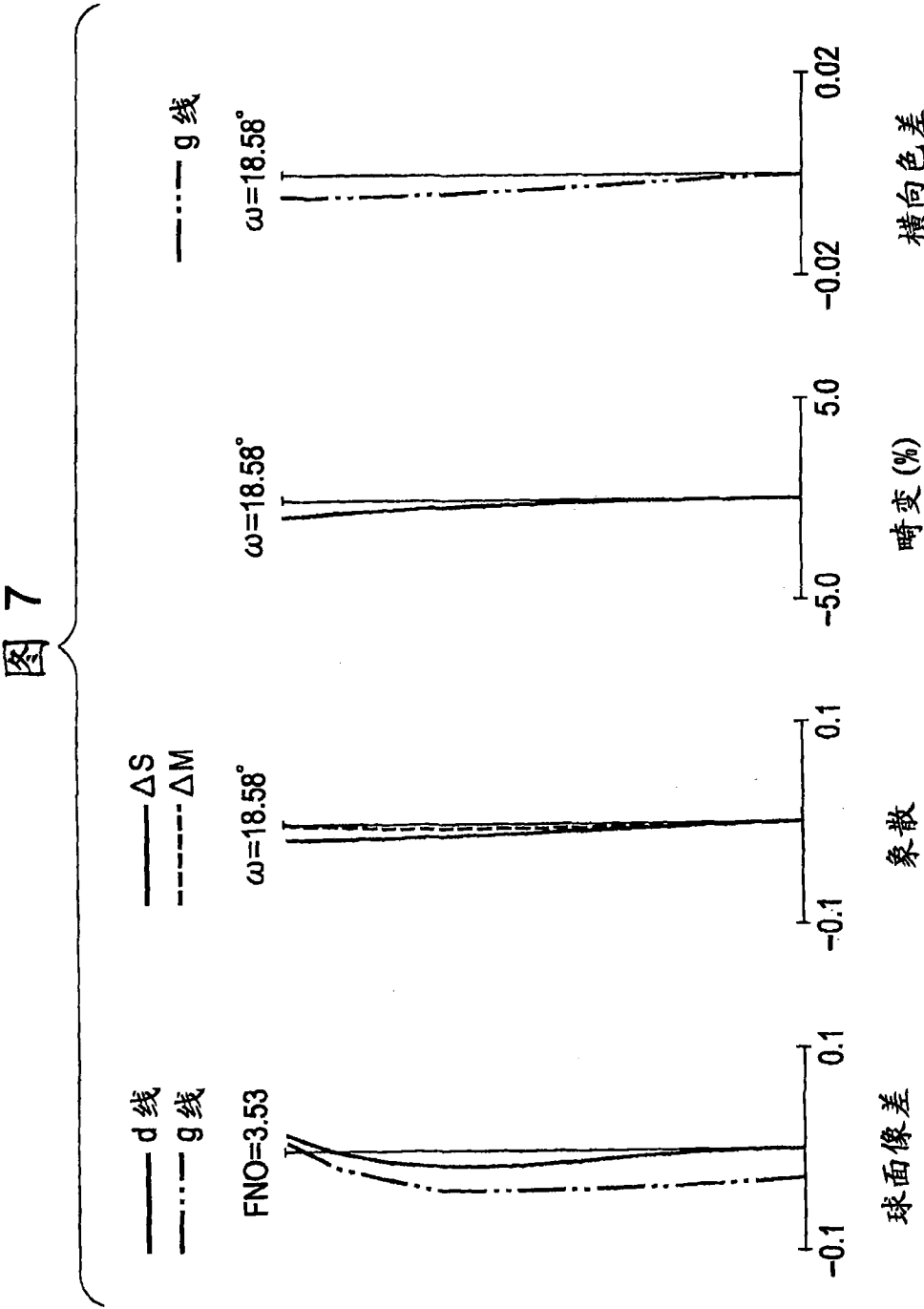


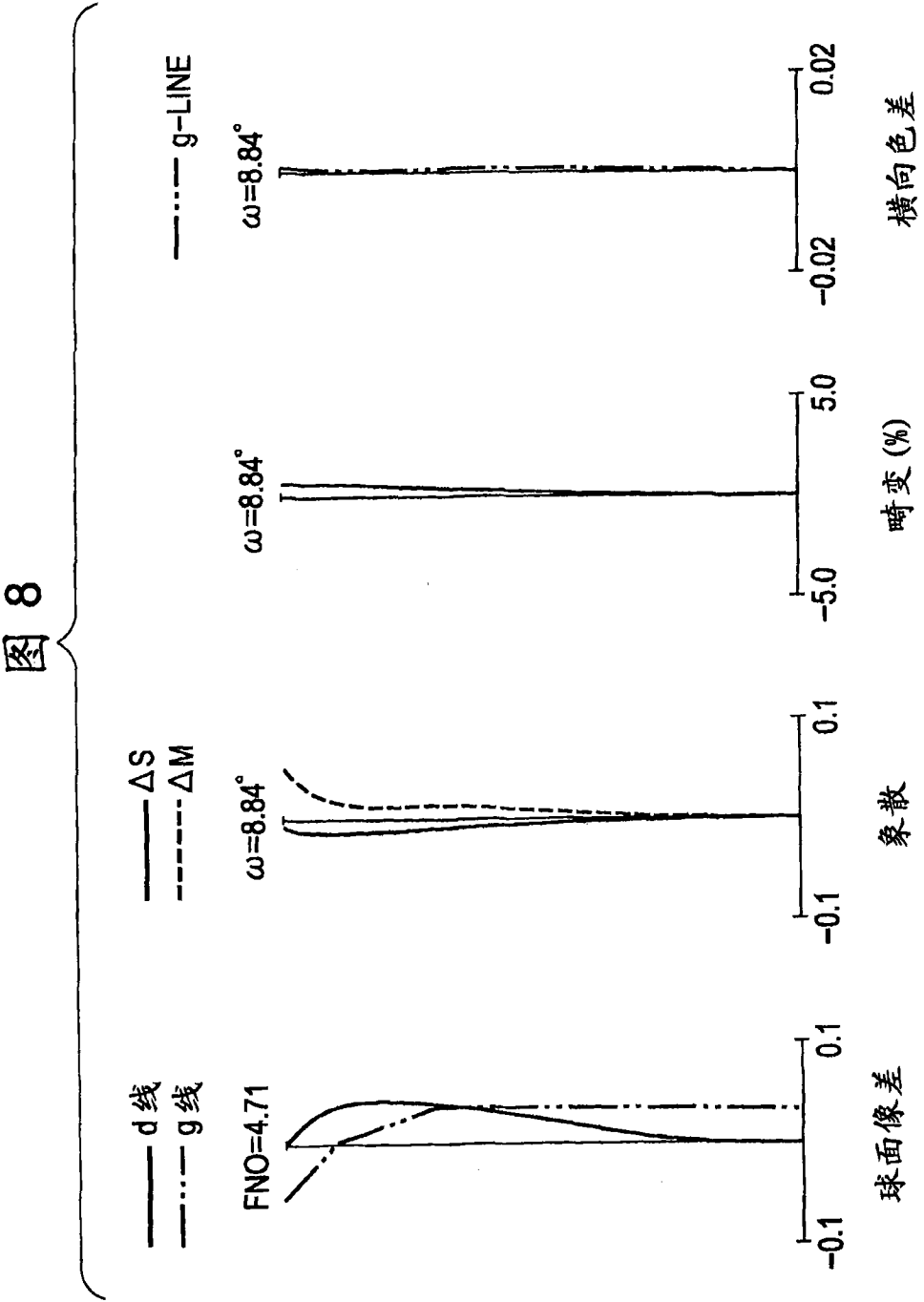


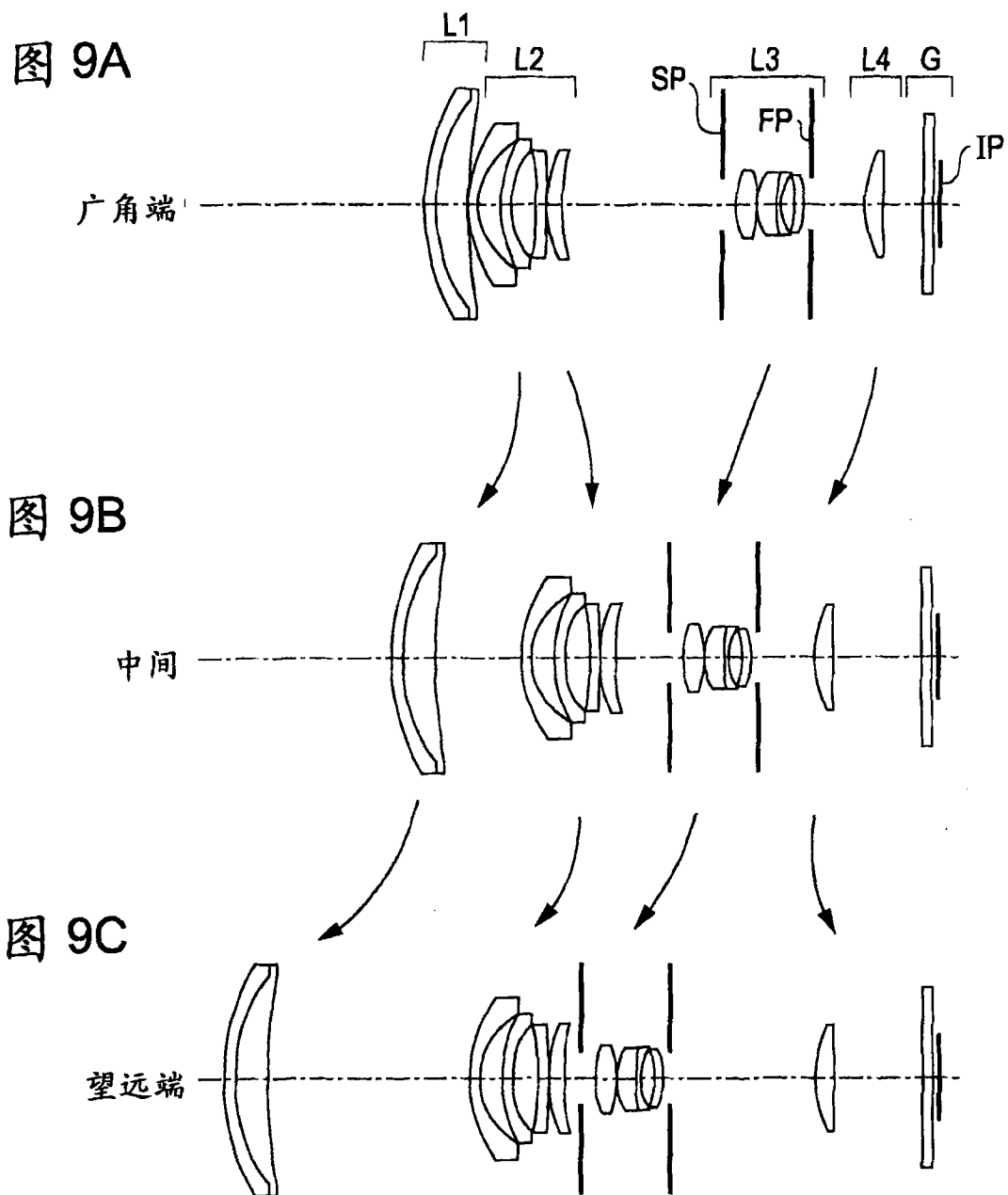












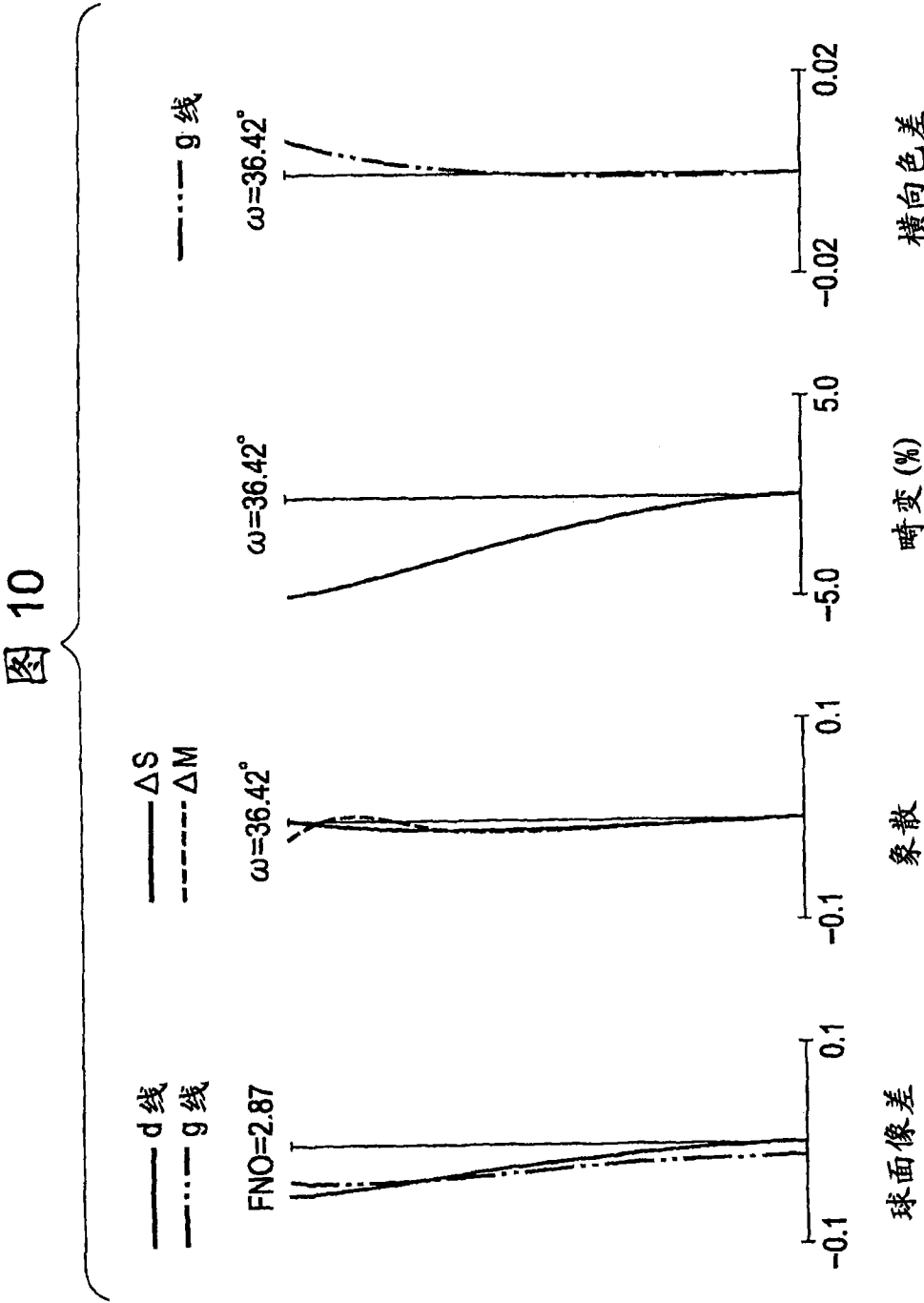
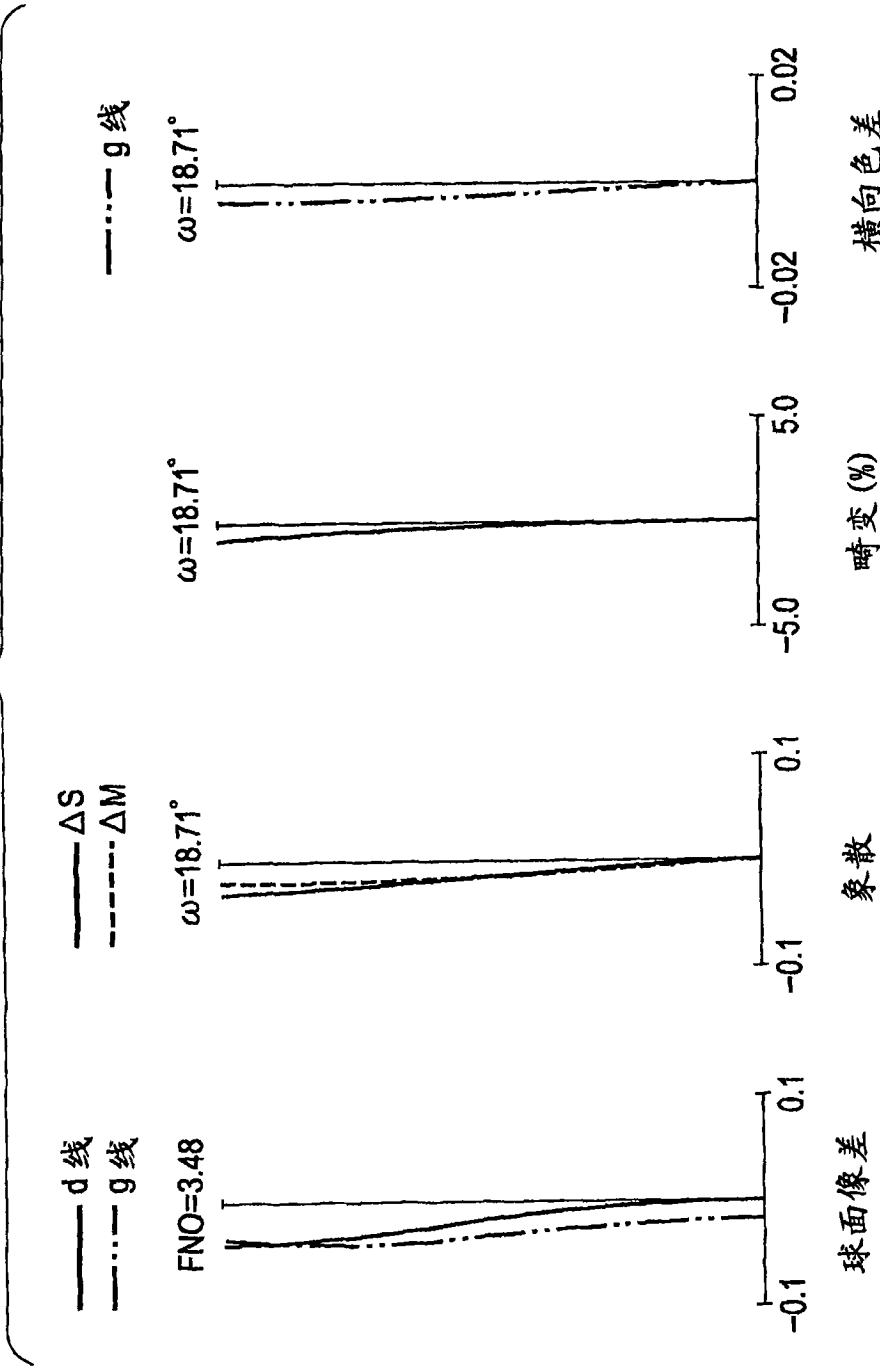
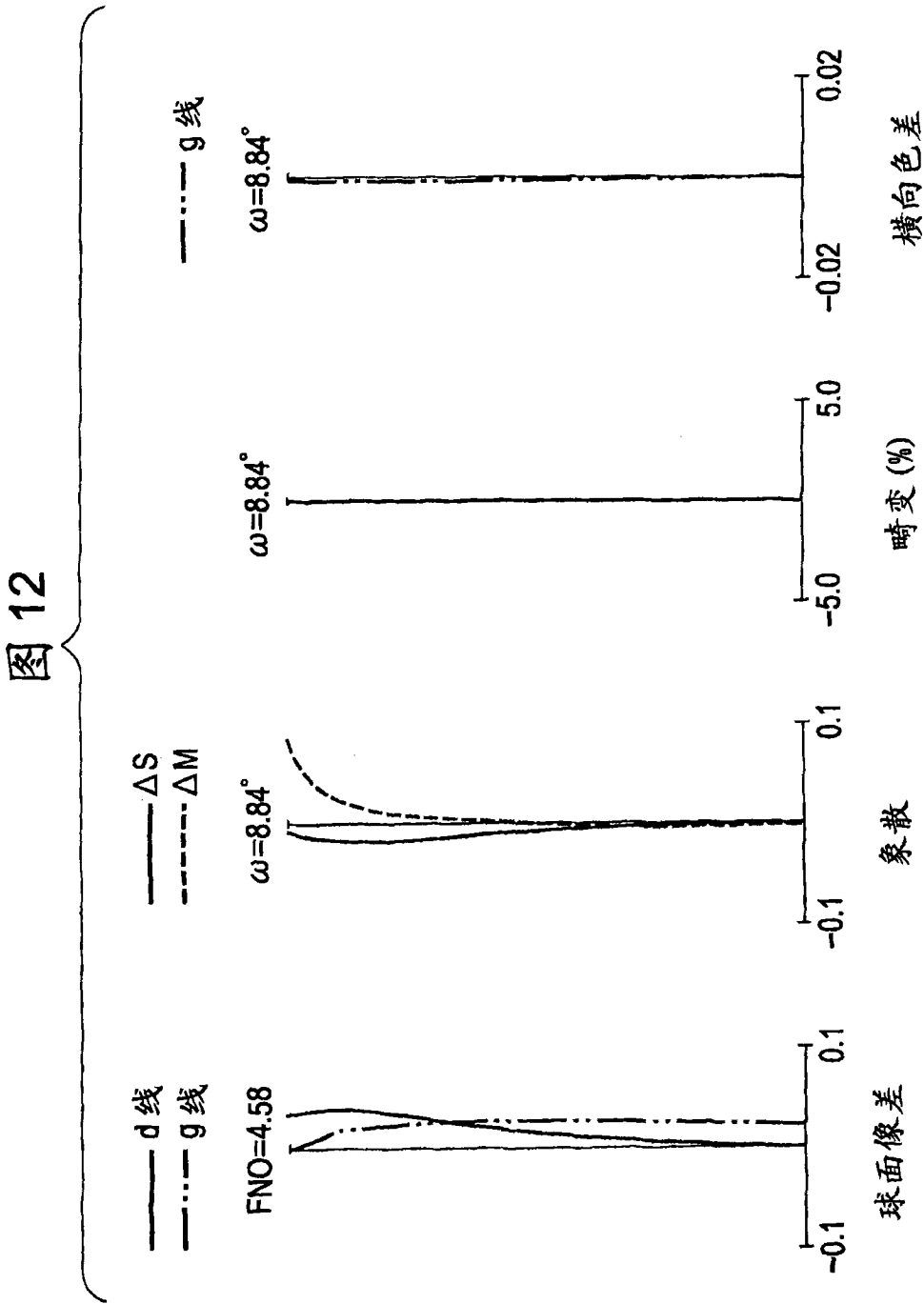
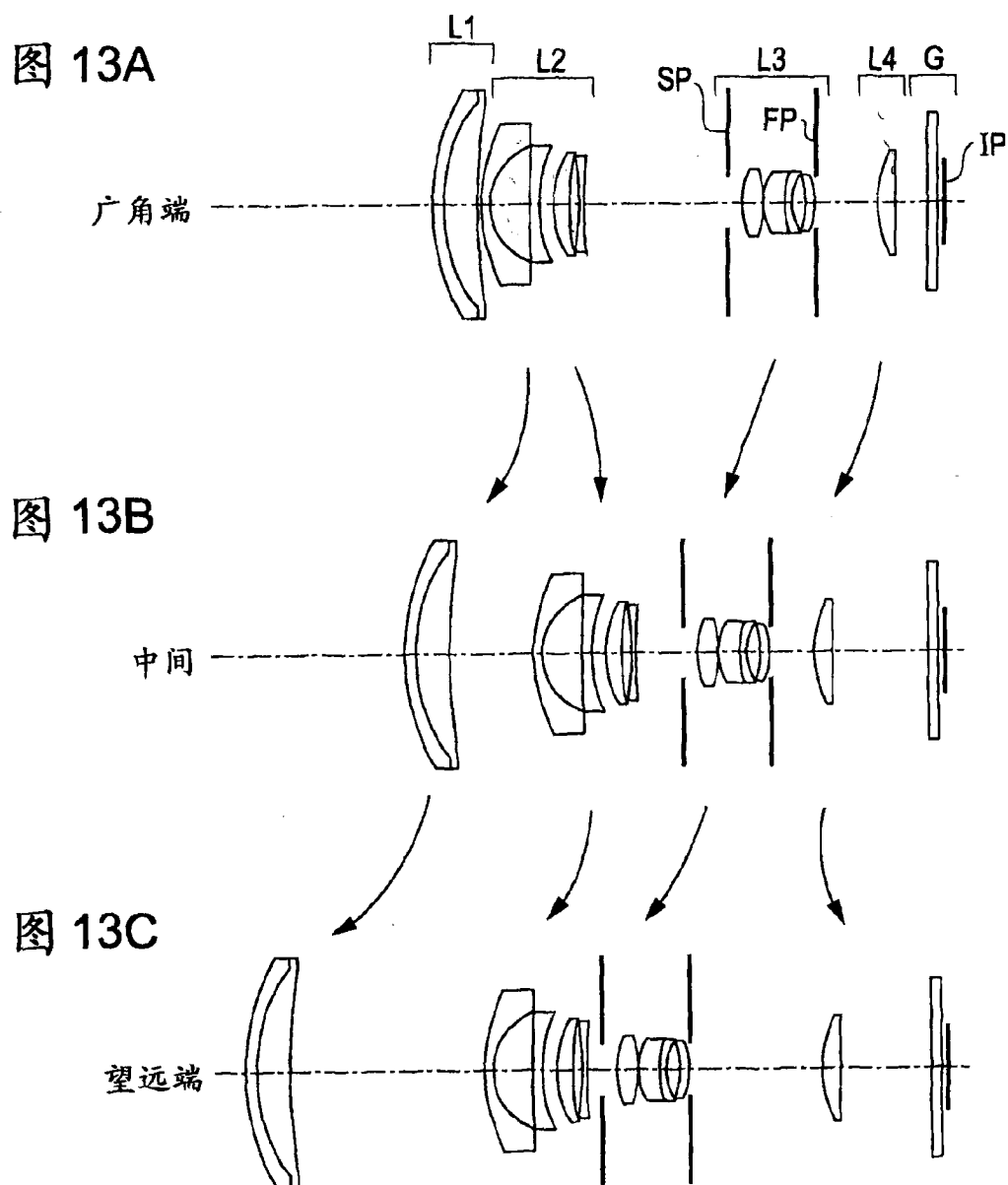
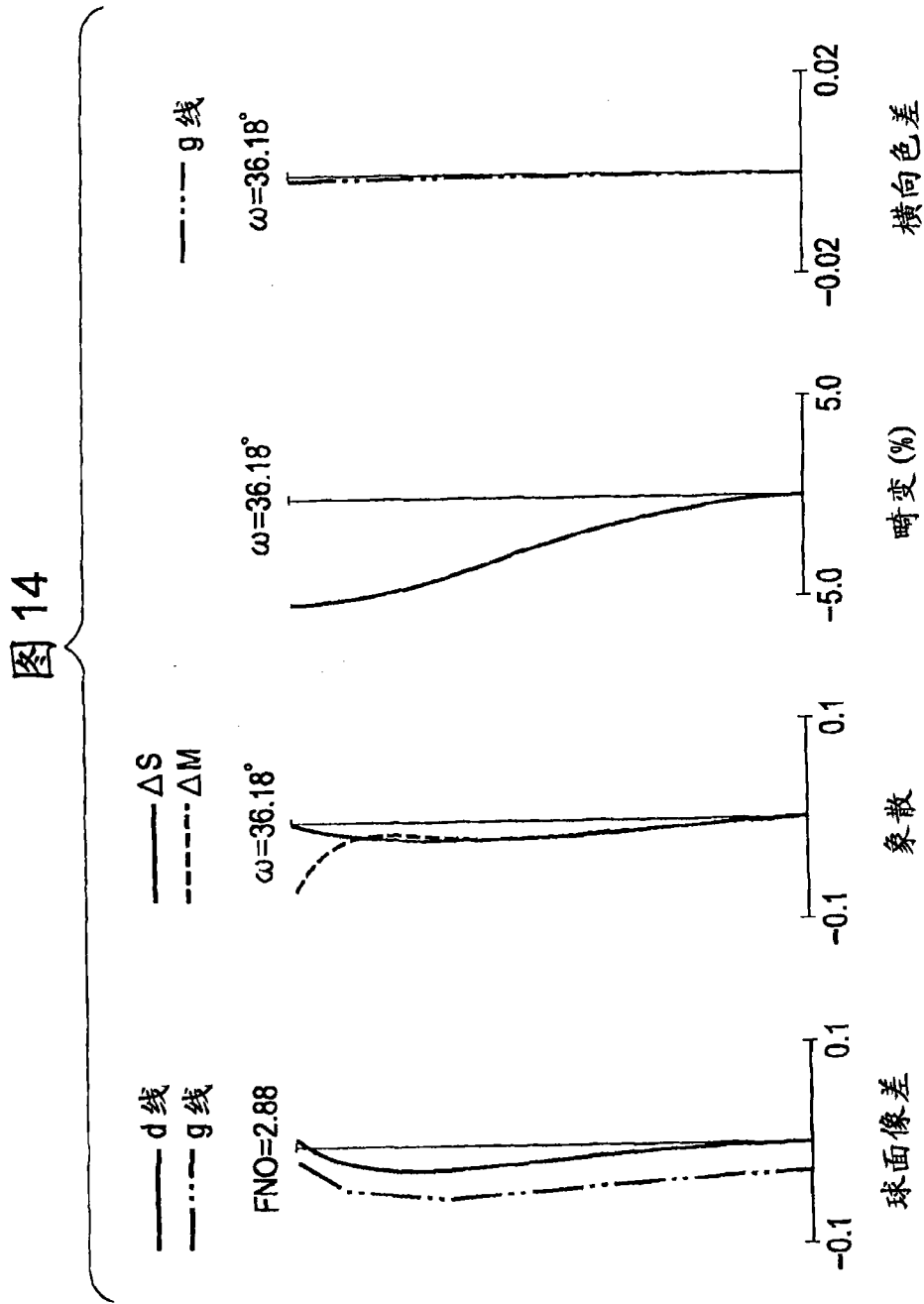


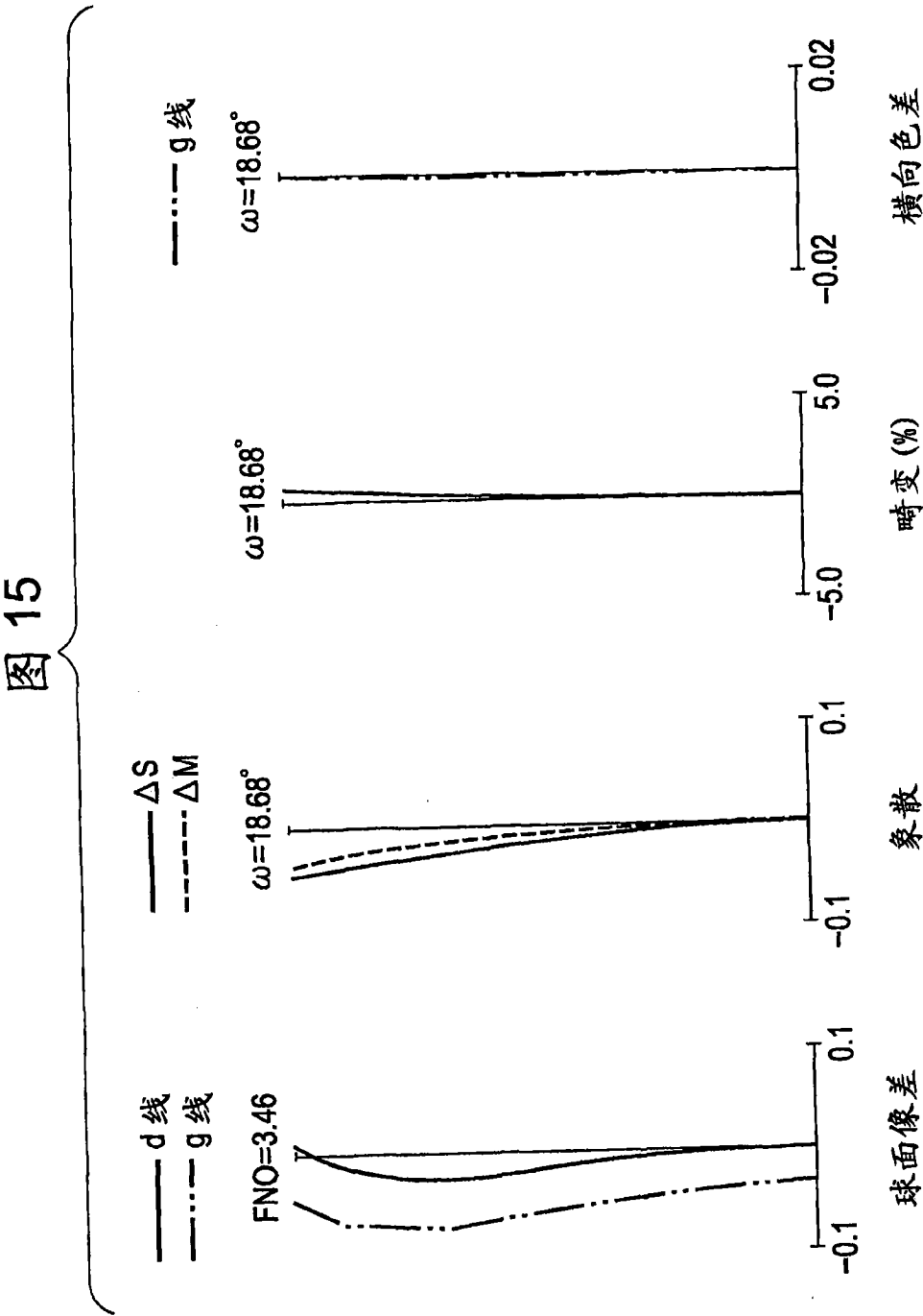
图 11

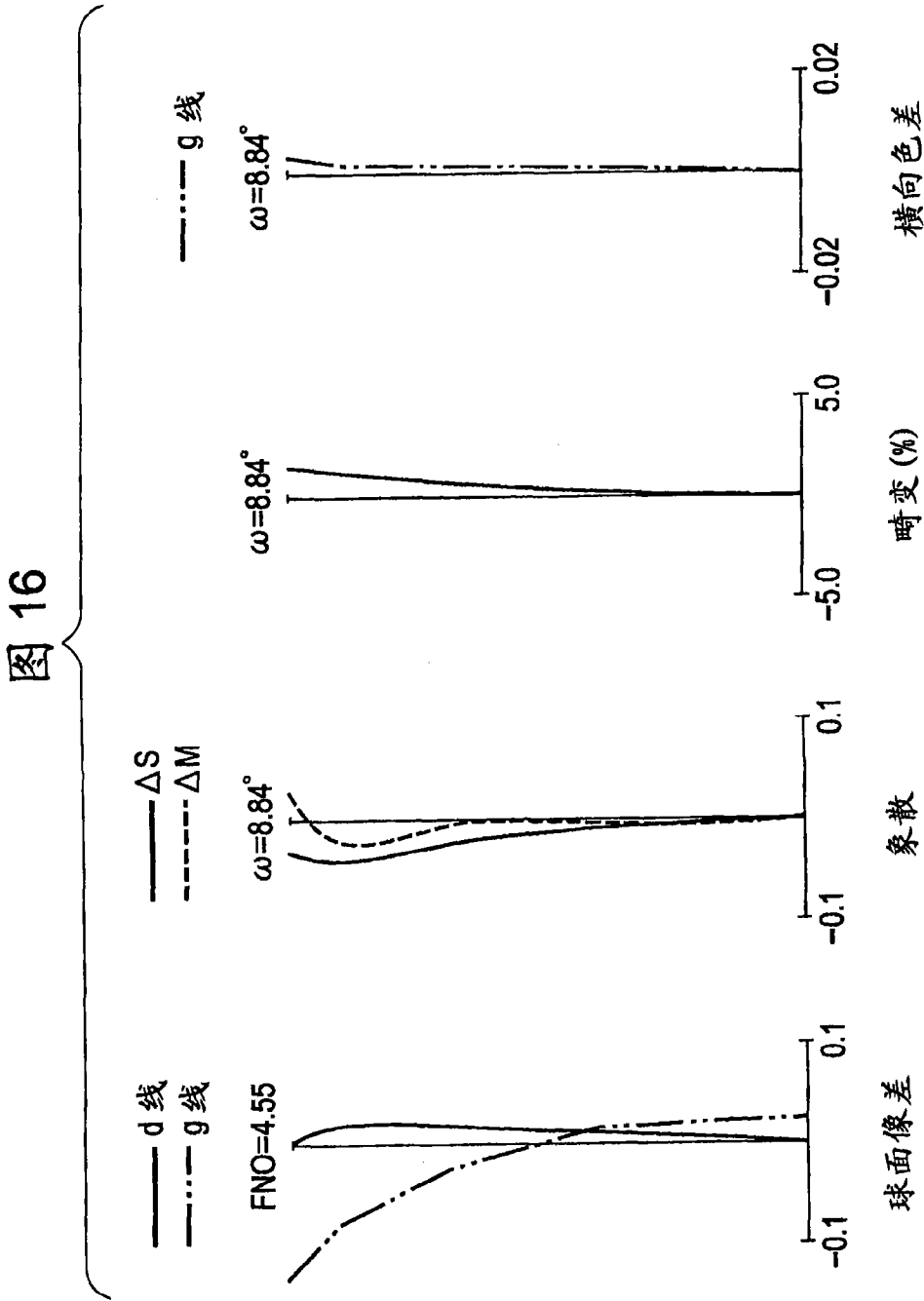












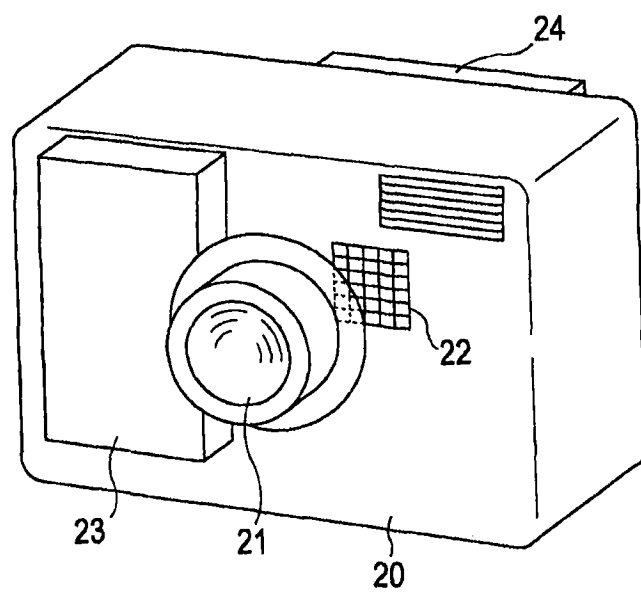


图 17