



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101387743 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 10

(21) 申请号 200810169412. 2

审查员 张中青

(22) 申请日 2006. 12. 20

(30) 优先权数据

2005-366407 2005. 12. 20 JP

(62) 分案原申请数据

200610169075. 8 2006. 12. 20

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 伊藤良纪

(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 15/167(2006. 01)

G02B 9/34(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

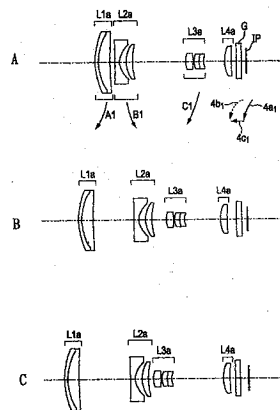
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 13 页

(54) 发明名称

变焦透镜系统和包含该变焦透镜系统的摄像设备

(57) 摘要

至少一个示例性实施例涉及变焦透镜系统，其按从物侧到象侧的顺序分别包含具有正、负、正以及正折光力的第一、第二、第三以及第四透镜单元。与在广角端相比，在望远端，第一透镜单元更接近物侧，第一和第二透镜单元之间的距离更大，第二和第三透镜单元之间的距离更小，并且第三和第四透镜单元之间的距离更大。第一透镜单元包含负和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负和正透镜元件。



1. 一种变焦透镜系统,按从物侧到像侧的顺序包括:

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

具有正折光力的第四透镜单元,

其中第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧;

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大;

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小;

第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端大;

第一透镜单元由负透镜元件和正透镜元件组成;

第二透镜单元由按从物侧到像侧的顺序的负透镜元件和正透镜元件组成;以及

满足下列条件:

$$17 < (v_{11} + v_{22})/2 < 25$$

其中 v_{11} 和 v_{22} 分别是第一透镜单元中的负透镜元件和第二透镜单元中的正透镜元件的材料的阿贝数;

其中,各透镜单元中的每一个在变焦时移动;以及

其中,满足下面条件:

$$4.0 < f_1/f_w < 8.2$$

其中 f_1 是第一透镜单元的焦距, f_w 是整个透镜系统在广角端的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中满足下列条件:

$$3.7 < N_{21} + N_{22} < 4.0$$

其中 N_{21} 和 N_{22} 分别是第二透镜单元中的负透镜元件和正透镜元件的材料的折射系数。

3. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中满足下列条件:

$$0.7 < (R_{21a} + R_{21b}) / (R_{21a} - R_{21b}) < 1.2$$

$$-7 < (R_{21b} + R_{22a}) / (R_{21b} - R_{22a}) < -3.5$$

其中 R_{21a} 和 R_{21b} 分别是第二透镜单元中的负透镜元件的物侧以及像侧表面的曲率半径;并且 R_{22a} 是第二透镜单元中的正透镜元件的物侧表面的曲率半径。

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中第二透镜单元中的负透镜元件是非球面透镜元件。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中第一透镜单元包含通过粘合负透镜元件和正透镜元件形成的粘合透镜部件。

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中第二透镜单元中的正透镜元件是在物侧具有凸面的凹凸透镜元件。

7. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中第三透镜单元按从物侧到像侧的顺序包含正透镜元件和通过粘合正透镜元件和负透镜元件形成的粘合透镜部件。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜系统,其中第四透镜单元包含单个正透镜元件。

9. 一种摄像设备,包括:

固态摄像器件;以及

如权利要求 1 至 8 中的任何一个所述的变焦透镜系统,该变焦透镜系统被配置成引导来自物体的光到该固态摄像器件。

变焦透镜系统和包含该变焦透镜系统的摄像设备

[0001] 本申请是申请号为 200610169075.8、申请日为 2006 年 12 月 20 日、发明名称为“变焦透镜系统和包含该变焦透镜系统的摄像设备”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及变焦透镜系统,并且进一步涉及包含该变焦透镜系统的摄像设备,但不限于此。

背景技术

[0003] 现在,使用固态摄像器件的摄像设备变得越来越复杂和紧凑。这种摄像设备的例子包含摄像机、数字静止图片照相机、广播摄像机以及使用银盐胶片的静止图片照相机。

[0004] 因此,需要一种可用作这种摄像设备的摄影光学系统、并且在能够提供高变焦比的同时具有较短的总透镜长度的紧凑变焦透镜系统。

[0005] 四单元变焦透镜系统已知为具有高变焦比的紧凑变焦透镜系统。四单元变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序包含正、负、正以及正折光力的四个透镜单元,并且通过移动这些透镜单元来执行变焦(例如参见日本专利特许公开 3-296706,美国专利 6,975,461,以及日本专利特许公开 2004-94233)。

[0006] 同样,已知包含由一对负和正透镜单元组成的第二透镜单元的四单元变焦透镜系统(例如参见美国专利 6,069,743 以及美国专利 6,577,450)。

[0007] 为了实现照相机的紧凑以及变焦透镜系统的较高变焦比,当今使用可伸缩变焦透镜系统。可伸缩变焦透镜系统是指在非使用模式(非拍照模式)下把相邻透镜单元之间的距离降低到不同于拍照模式下的距离的变焦透镜系统。这可以减少透镜元件从照相机主体伸出的量。

[0008] 通常,随着变焦透镜系统的每个透镜单元中包含的透镜元件数的增加,光轴上每个透镜单元的长度增加。

[0009] 同时,随着每个透镜单元用于变焦或聚焦的移动量的增加,总透镜长度增加。这导致可伸缩镜筒长度的增加。

[0010] 对于摄像设备的变焦透镜系统,重要的是在整个变焦范围提供预定变焦比以及良好光学性能,同时减少整个透镜系统的尺寸。因此,可以恰当地限定每个透镜单元用于变焦的移动、每个透镜单元的折光力以及每个透镜单元的透镜结构。例如,增加每个透镜单元的折光力可以减少总透镜长度,因为每个透镜单元在变焦期间的移动量减少了。然而,简单地增加每个透镜单元的折光力会导致与变焦相关的象差存在较大变化,并且使得难于有效地校正象差。

[0011] 换言之,虽然紧凑并且良好光学性能之间存在折衷,然而对于变焦透镜系统,重要的是实现两者。

发明内容

[0012] 至少一个示例性实施例涉及一种变焦透镜,该变焦透镜可被用于各种摄像设备(例如,摄像机,胶片照相机,广播摄像机以及数字静止图片照相机)。

[0013] 本发明的至少一个示例性实施例涉及能够在整个变焦范围实现高变焦比和高光学性能、同时具有简单透镜结构和紧凑尺寸的变焦透镜系统。

[0014] 基于本发明的至少一个示例性实施例的一个方面,变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。满足下列条件:

[0015] $-2.0 < f_2/f_w < -1.1$

[0016] $4.5 < f_t/f_w < 7.5$

[0017] $-1.2 < f_{2lgn}/f_w < -0.6$

[0018] 其中 f_{2lgn} 是第二透镜单元中的负透镜元件的焦距。 f_2 是第二透镜单元的焦距;并且 f_w 和 f_t 分别是整个透镜系统在广角端和望远端的焦距。

[0019] 基于本发明的至少一个示例性实施例的另一个方面,变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。满足下列条件:

[0020] $17 < (v_{11} + v_{22})/2 < 25$

[0021] 其中 v_{11} 和 v_{22} 分别是第一透镜单元中的负透镜元件和第二透镜单元中的正透镜元件的材料的阿贝数。

[0022] 基于本发明的至少一个示例性实施例的另一个方面,变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元中的负透镜元件是非球面透镜元件。满足下列条件:

[0023] $0.7 < (R_{21a} + R_{21b}) / (R_{21a} - R_{21b}) < 1.2$

[0024] $-7 < (R_{21b} + R_{22a}) / (R_{21b} - R_{22a}) < -3.5$

[0025] 其中 R_{21a} 和 R_{21b} 分别是第二透镜单元中的负透镜元件的物侧以及象侧表面的曲率半径;并且 R_{22a} 是第二透镜单元中的正透镜元件的物侧表面的曲率半径。

[0026] 基于本发明的至少一个示例性实施例的另一个方面,摄像设备包含固态摄像器件以及被配置成把光线从被摄物引导到固态摄像器件的变焦透镜系统。变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。满足下列条件:

$$[0027] \quad -2.0 < f_2 / f_w < -1.1$$

$$[0028] \quad 4.5 < f_t / f_w < 7.5$$

$$[0029] \quad -1.2 < f_{2lgn} / f_w < -0.6$$

[0030] 其中 f_{2lgn} 是第二透镜单元中的负透镜元件的焦距。 f_2 是第二透镜单元的焦距;并且 f_w 和 f_t 分别是整个透镜系统在广角端和望远端的焦距。

[0031] 基于本发明的至少一个示例性实施例的另一个方面,摄像设备包含固态摄像器件以及被配置成把光线从被摄物引导到固态摄像器件的变焦透镜系统。变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。满足下列条件:

$$[0032] \quad 17 < (v_{11} + v_{22}) / 2 < 25$$

[0033] 其中 v_{11} 和 v_{22} 分别是第一透镜单元中的负透镜元件和第二透镜单元中的正透镜元件的材料的阿贝数。

[0034] 基于本发明的至少一个示例性实施例的另一个方面,摄像设备包含固态摄像器件以及被配置成把光线从被摄物引导到固态摄像器件的变焦透镜系统。变焦透镜系统按从物侧到象侧的顺序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以及具有正折光力的第四透镜单元。第一透镜单元被定位成在望远端比在广角端更接近物侧。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更大。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更小。第三透镜单元和第四透镜单元之间的距离在望远端比在广角端更大。第一透镜单元包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。第二透镜单元中的负透镜元件是非球面透镜元件。满足下列条件:

$$[0035] \quad 0.7 < (R_{21a} + R_{21b}) / (R_{21a} - R_{21b}) < 1.2$$

$$[0036] \quad -7 < (R_{21b} + R_{22a}) / (R_{21b} - R_{22a}) < -3.5$$

[0037] 其中 R_{21a} 和 R_{21b} 分别是第二透镜单元中的负透镜元件的物侧以及象侧表面的曲率半径;并且 R_{22a} 是第二透镜单元中的正透镜元件的物侧表面的曲率半径。

[0038] 因而,本发明的至少一个示例性实施例涉及能够在整个变焦范围实现高变焦比和高光学性能、同时具有简单透镜结构和紧凑大小的变焦透镜系统。此外,通过把示例性实施例的变焦透镜系统引入例如数字静止图片照相机的摄像设备,可以实现具有高光学性能的紧凑摄像设备。

[0039] 参考附图,根据下面示例性实施例的描述会明白本发明的其它特性。

附图说明

[0040] 图 1A 图解了在广角端、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0041] 图 1B 图解了在中间变焦位置、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0042] 图 1C 图解了在望远端、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0043] 图 2A 是图解在广角端、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0044] 图 2B 是图解在中间变焦位置、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0045] 图 2C 是图解在望远端、基于第一示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0046] 图 3A 图解了在广角端、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0047] 图 3B 图解了在中间变焦位置、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0048] 图 3C 图解了在望远端、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0049] 图 4A 是图解在广角端、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0050] 图 4B 是图解在中间变焦位置、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0051] 图 4C 是图解在望远端、基于第二示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0052] 图 5A 图解了在广角端、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0053] 图 5B 图解了在中间变焦位置、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0054] 图 5C 图解了在望远端、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的剖面图。

[0055] 图 6A 是图解在广角端、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0056] 图 6B 是图解在中间变焦位置、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0057] 图 6C 是图解在望远端、基于第三示例性实施例的变焦透镜系统的各种象差的曲线图。

[0058] 图 7 是图解基于本发明的至少一个示例性实施例的摄像设备的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0059] 下面对至少一个示例性实施例的描述在性质上仅仅是示例性的,不被用来以任何

方式限制本发明、其应用或使用。

[0060] 可能不详细讨论相关技术领域的普通技术人员所知的过程、技术、设备以及材料，而是在恰当的情况下把这些过程、技术、设备以及材料当作实现性描述的一部分，例如透镜元件的制造及其材料。

[0061] 在这里所图解和讨论的所有例子中，例如变焦比和 F 数的任何具体数值应当被解释为单纯示例性和非限制性的。因而，示例性实施例的其它例子可以具有不同数值。

[0062] 注意，类似的附图标记和字母在下面的附图中表示类似项目，并且因而一旦在一个附图中定义一个项目，则可能不在之后的附图中讨论。

[0063] 注意，在这里当提及校正或误差（例如，象差）的校正时，意在表示要降低误差和/或误差的校正。

[0064] 现在描述基于本发明的至少一个示例性实施例的变焦透镜系统和包含该变焦透镜系统的摄像设备的示例性实施例。

[0065] 图 1A、图 1B 和图 1C 分别图解了基于本发明的第一示例性实施例的变焦透镜系统在广角端（短焦距端）、中间变焦位置以及望远端（长焦距端）的剖面图。图 2A、图 2B 以及图 2C 是分别图解基于第一示例性实施例的变焦透镜系统在广角端、中间变焦位置以及望远端的各种象差的曲线图。第一示例性实施例的变焦透镜系统具有 4.79 的变焦比以及 3.28 到 5.74 的 F 数。

[0066] 图 3A、图 3B 以及图 3C 分别图解了基于本发明的第二示例性实施例的变焦透镜系统在广角端、中间变焦位置以及望远端的剖面图。图 4A、图 4B 以及图 4C 是分别图解基于第二示例性实施例的变焦透镜系统在广角端、中间变焦位置以及望远端的各种象差的曲线图。第二示例性实施例的变焦透镜系统具有 4.78 的变焦比以及 3.60 到 6.31 的 F 数。

[0067] 图 5A、图 5B 以及图 5C 分别图解了基于本发明的第三示例性实施例的变焦透镜系统在广角端、中间变焦位置以及望远端的剖面图。图 6A、图 6B 以及图 6C 是分别图解基于第三示例性实施例的变焦透镜系统在广角端、中间变焦位置以及望远端的各种象差的曲线图。第三示例性实施例的变焦透镜系统具有 4.79 的变焦比以及 3.28 到 6.02 的 F 数。

[0068] 图 7 是图解包含基于本发明至少一个示例性实施例的变焦透镜系统的摄像设备的主要部分的示意图。

[0069] 至少一个示例性实施例的变焦透镜系统是例如数字静止图片照相机或胶片照相机的摄像设备的摄影透镜系统。在每个剖面图（图 1A 至 1C，图 3A 至 3C 以及图 5A 至 5C）中，左边对应于物侧（或前侧），并且右边对应于象侧（或后侧）。

[0070] 在剖面图中，附图标记 L1a-c 表示具有正折光力的第一透镜单元（折光力=光焦度=焦距的倒数），附图标记 L2a-c 表示具有负折光力的第二透镜单元，附图标记 L3a-c 表示正折光力的第三透镜单元，以及附图标记 L4a-c 表示具有正折光力的第四透镜单元。附图标记 G 表示例如滤光器、面板、晶体低通滤波器或红外截止滤光器的光学模块。

[0071] 附图标记 IP 表示象面。如果变焦透镜系统被用作摄像机或数字静止图片照相机的摄影光学系统，则象面 IP 对应于例如电荷耦合器件 (CCD) 传感器或互补金属氧化物半导体 (CMOS) 传感器的固态摄像器件（光电转换器）的成像表面。

[0072] 在每个象差曲线图（图 2A 至 2C，图 4A 至 4C 以及图 6A 至 6C）中， F_{no} 表示 F 数， ω 表示半视场角，并且 ΔM 和 ΔS 分别表示 d 线的子午象面和弧矢象面。g 线表示放大色

差。球面象差的曲线图中的 Y 轴是入射光瞳半径,象散的、畸变的以及放大色差的曲线图中的 Y 轴是图像高度。

[0073] 在每个示例性实施例中,广角端或望远端的变焦位置是指当放大率变化的透镜单元位于沿光轴可机械移动范围的一端时的变焦位置。

[0074] 在每个示例性实施例中,在从广角端到望远端的变焦期间,透镜单元 L1a-c 至 L4a-c 如箭头所示移动 (A1-A3 ;B1-B3 ;C1-C3 ;4a1-3, 4b1-3 以及 4c1-3)。

[0075] 具体地,第一透镜单元 L1a-c 向物侧直线移动 (A1-A3) 或沿向物侧凸起的轨迹移动。第一透镜单元 L1a-c 进行移动,使得在望远端比在广角端更接近物侧。第二透镜单元 L2a-c 向象侧直线移动 (B1-B3) 或沿向象侧凸起的轨迹移动。第二透镜单元 L2a-c 进行移动,使得在望远端比在广角端更接近象侧。第三透镜单元 L3a-c 向物侧直线移动 (C1-C3)。第四透镜单元 L4a-c 沿向物侧凸起的轨迹移动 (4a1-3)。

[0076] 透镜单元 L1a-c 至 L4a-c 分别移动,使得第一透镜单元 L1a-c 和第二透镜单元 L2a-c 之间的距离在望远端比在广角端更大,第二透镜单元 L2a-c 和第三透镜单元 L3a-c 之间的距离在望远端比在广角端更小,并且第三透镜单元 L3a-c 和第四透镜单元 L4a-c 之间的距离在望远端比在广角端更大。

[0077] 在每个示例性实施例中,基本为反远距类型的折光力分布可以在广角端实现,而基本为望远类型的折光力分布可以在望远端实现。这允许实现具有高变焦比的变焦透镜系统。

[0078] 此外,由于移动所有透镜单元以补偿与变焦和放大率变化操作相关的象面变化,所以能够利于折光力的高效分布。

[0079] 此外,由于光学系统的总长度在广角端能够减少,所以具有高变焦比的紧凑变焦透镜系统可以被实现和使用在摄像设备中,例如使用在数字照相机中。

[0080] 每个示例性实施例采用沿光轴移动第四透镜单元 L4a-c 以实现聚焦的后聚焦型变焦透镜系统。

[0081] 为了在望远端执行从无限远物体到近处物体的聚焦,如箭头 4c1-3 所示前向移动第四透镜单元 L4a-c。实曲线 4a1-3 和虚曲线 4b1-3 分别表示在聚焦于无限远物体和近处物体期间、用于补偿与从广角端到望远端的变焦相关的象面变化的第四透镜单元 L4a-c 的移动。

[0082] 在至少一个示例性实施例中,例如可以重量较轻的第四透镜单元 L4a-c 被移动以利于快速聚焦调节。

[0083] 在至少一些示例性实施例中,每个透镜单元包含按从物侧到象侧的顺序排列的下列透镜元件。第一透镜单元 L1a-c 包含通过粘合负透镜元件和正透镜元件而形成的粘合 (cemented) 透镜部件。这个粘合透镜部件是在物侧具有凸面的凹凸透镜部件。尽管在至少一些示例性实施例中第一透镜单元的粘合透镜按从物侧到象侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件,但本发明不限于此。在物侧可排列正透镜元件而不是负透镜元件。正透镜元件和负透镜元件可以不被粘合。除非另外指定,在至少一些示例性实施例中,术语 " 透镜元件 " 既不表示粘合透镜也不表示接合 (joined) 透镜,而是表示包括单玻璃材料的折射元件。注意,可以在透镜元件的表面上形成消反射膜。

[0084] 第二透镜单元 L2a-c 包含在象侧具有凹面的负凹凸透镜元件,或在两面均具有凹

面的负透镜元件,以及在物侧具有凸面的正透镜元件。负透镜元件的象侧的一个表面或两个表面是非球面的。

[0085] 第三透镜单元 L3a-c 包含在两面上具有凸面的正透镜元件以及通过粘合正透镜元件和负透镜元件形成的粘合透镜部件。这个粘合透镜部件是在物侧具有凸面的凹凸透镜部件。

[0086] 第四透镜单元 L4a-c 包含在物侧具有凸面的正凹凸透镜元件。

[0087] 在至少一个示例性实施例中,如上所述包含非常小数量的透镜元件的变焦透镜系统可以提供高光学性能,同时利于光学系统的紧凑。

[0088] 在至少一个示例性实施例中,具有正折光力的第一透镜单元 L1a-c 具有最大有效孔径。由于这个第一透镜单元 L1a-c 只包含两个透镜元件以促进减少透镜元件总数,所以可以实现光学系统的紧凑。此外,由于第一透镜单元 L1a-c 的两个透镜元件包含正和负透镜元件,所以可以进行色差的有效校正。第一透镜单元 L1a-c 的这个结构尤其能有效地校正从广角端到望远端的放大色差以及在望远端的纵向色差。

[0089] 第二透镜单元 L2a-c 具有强负折光力并且执行部分放大率变化操作。这可以导致在第二透镜单元 L2a-c 中出现高度象差。然而,包含由两个透镜元件组成的两个透镜组的第二透镜单元 L2a-c 能有效校正象差,同时允许保持强负折光力。尽管具有尤其简单的透镜结构,第二透镜单元 L2a-c 可以促进实现能够提供高变焦比和高光学性能的变焦透镜系统。

[0090] 配置具有正折光力的第三透镜单元 L3a-c,使得出现在正透镜元件中的纵向象差被负透镜元件校正。因而,良好的光学性能可以通过小数量的透镜元件实现。

[0091] 具有正折光力的第四透镜单元 L4a-c 包含具有相对弱的折光力的透镜元件。这允许有效校正不能通过第三透镜单元 L3a-c 校正的纵向象差,以及各种倾斜象差。

[0092] 因而,每个上述示例性实施例可以提供变焦比大约为五,并且在只使用小数量的透镜元件时能够提供高光学性能并且达到短总透镜长度的快速变焦透镜系统。

[0093] 为了实现良好的光学性能或利于整个透镜系统的紧凑,至少一个示例性实施例的变焦透镜系统被用来满足至少一个下列条件。这允许对应于每个条件的效果的实现:

$$[0094] \quad -2.0 < f_2/f_w < -1.1 \cdots (1)$$

$$[0095] \quad 4.5 < f_t/f_w < 7.5 \cdots (2)$$

$$[0096] \quad -1.2 < f_{2lgn}/f_w < -0.6 \cdots (3)$$

$$[0097] \quad 4.0 < f_1/f_w < 8.2 \cdots (4)$$

$$[0098] \quad 17 < (v_{11} + v_{22})/2 < 25 \cdots (5)$$

$$[0099] \quad 0.7 < (R_{21a} + R_{21b}) / (R_{21a} - R_{21b}) < 1.2 \cdots (6)$$

$$[0100] \quad -7 < (R_{21b} + R_{22a}) / (R_{21b} - R_{22a}) < -3.5 \cdots (7)$$

$$[0101] \quad 3.7 < N_{21} + N_{22} < 4.0 \cdots (8)$$

[0102] 其中 f_{2lgn} 是第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件的焦距; f_1 和 f_2 分别是第一和第二透镜单元 L1a-c 和 L2a-c 的焦距; f_w 和 f_t 分别是整个透镜系统在广角端和望远端的焦距; v_{11} 和 v_{22} 分别是第一透镜单元 L1a-c 中的负透镜元件和第二透镜单元 L2a-c 中的正透镜元件的材料的阿贝数; N_{21} 和 N_{22} 分别是第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件和正透镜元件的材料的折射系数; R_{21a} 和 R_{21b} 分别是第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件

的物侧以及象侧表面的曲率半径；并且 R22a 是第二透镜单元 L2a-c 中的正透镜元件的物侧表面的曲率半径。

[0103] 现在从技术角度描述每个条件表达式。

[0104] 条件表达式 (1) 涉及通过相对整个透镜系统在广角端的焦距规格化第二透镜单元 L2a-c 的焦距而获得的数值。如果第二透镜单元 L2a-c 的折光力变弱并且超出条件表达式 (1) 的上限,则整个透镜系统的尺寸增加。如果第二透镜单元 L2a-c 的折光力变得过强并且超出条件表达式 (1) 的下限,则难于校正望远侧的慧差。此外,第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件的加大的不均匀厚度比导致制造的困难。

[0105] 条件表达式 (2) 涉及整个透镜系统的变焦比。条件表达式 (2) 定义至少一个示例性实施例的变焦范围,并且从而确保预定变焦比。变焦比取决于例如折光力以及放大率变化透镜单元的移动范围。

[0106] 条件表达式 (3) 涉及通过相对整个透镜系统的焦距规格化第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件的焦距而获得的数值。如果负透镜元件的折光力变弱并且超出条件表达式 (3) 的上限,则前透镜的直径增加。这可以导致整个透镜系统的尺寸的增加。如果负透镜元件的折光力变得过强并且超出条件表达式 (3) 的下限,则难于校正望远区域中的慧差。此外,第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件的加大的不均匀厚度比导致制造的困难。

[0107] 条件表达式 (4) 涉及通过相对整个透镜系统在广角端的焦距规格化第一透镜单元 L1a-c 的焦距而获得的数值。如果第一透镜单元 L1a-c 的折光力变弱并且超出条件表达式 (4) 的上限,则与变焦相关的 F 数波动增加。这使得难于确保望远区域中的期望 F 数。如果第一透镜单元 L1a-c 的折光力变得过强并且超出条件表达式 (4) 的下限,则前透镜直径增加。这可以导致整个透镜系统的尺寸的增加。

[0108] 条件表达式 (5) 涉及第一透镜单元 L1a-c 中的负透镜元件和第二透镜单元 L2a-c 中的正透镜元件的材料的阿贝数的平均值。如果超出条件表达式 (5) 的上或下限,则难于有效地校正广角区域或望远区域中的色差。

[0109] 条件表达式 (6) 涉及第二透镜单元 L2a-c 中的负透镜元件的形状系数。条件表达式 (7) 涉及第二透镜单元 L2a-c 中的负和正透镜元件之间的空气透镜的形状系数。如果超出条件表达式 (6) 或 (7) 的上或下限,则难于有效地校正广角区域中屏幕周边的慧形光斑。

[0110] 条件表达式 (8) 涉及第二透镜单元 L2a-c 中的负和正透镜元件的材料的折射系数的总和。当由满足条件表达式 (8) 的玻璃制成的透镜元件被用于满足条件表达式 (1) 和 (3) 的折光力分布时,可以实现更容易的制造以及象差的有效校正。如果超出条件表达式 (8) 的上限,则过度高的折射系数导致制造的困难。如果超出条件表达式 (8) 的下限,则过度低的折射系数导致第二透镜单元 L2a-c 的厚度、前透镜直径以及整个透镜系统的尺寸的增加。

[0111] 在至少一个示例性实施例中,每个条件表达式 (1) 至 (8) 的数值范围可以定义如下:

[0112] $-1.8 < f_2/f_w < -1.3 \cdots (1a)$

[0113] $4.7 < f_t/f_w < 6.0 \cdots (2a)$

[0114] $-1.1 < f_{2lgn}/f_w < -0.8 \cdots (3a)$

[0115] $5.5 < f_1/f_w < 7.9 \cdots (4a)$

$$[0116] \quad 20 < (v_{11} + v_{22}) / 2 < 24 \cdots (5a)$$

$$[0117] \quad 0.8 < (R_{21a} + R_{21b}) / (R_{21a} - R_{21b}) < 1.1 \cdots (6a)$$

$$[0118] \quad -5.5 < (R_{21b} + R_{22a}) / (R_{21b} - R_{22a}) < -3.6 \cdots (7a)$$

$$[0119] \quad 3.7 < N_{21} + N_{22} < 3.8 \cdots (8a)$$

[0120] 如上所述,在每个示例性实施例中,恰当地定义每个透镜单元的透镜结构,非球面表面的位置以及每个透镜单元在变焦期间的移动。因而,可以提供变焦比大约为 5 或 6 并且能够在只使用小数量的透镜元件时提供高光学性能以及实现短总透镜长度的快速变焦透镜系统。变焦透镜可被用于摄像设备(例如,数字静止图片照相机)。

[0121] 接着,描述本发明的示例性实施例的数值例。在每个数值例中,"i"表示从物侧开始的表面的顺序,R_i表示第 i 个透镜表面(第 i 个表面)的曲率半径,D_i表示第 i 个表面和第 i+1 个表面之间的距离,N_i表示相对于 d 线的折射系数,以及 v_i表示阿贝数。在每个数值例中,最接近图像的两个表面是光学模块 G 的表面。

[0122] 非球面形状被表示如下:

$$[0123] \quad X = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Ah^2 + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10}$$

[0124] 其中,针对表面顶点,X是相距光轴 h 高度处在光轴方向的位移量;k为锥形常数;A、B、C、D以及E分别是 2、4、6、8 以及 10 次项的非球面系数;并且 R 是旁轴曲率半径。

[0125] 另外,"e-0X"表示" $\times 10^{-X}$ ",f表示焦距,Fno表示 F 数,并且 ω 表示半视场角。

[0126] 上述条件表达式和数值例的关系如表格 1 所示。

[0127] 数值例 1

$$[0128] \quad f = 6.45 \sim 30.88 \text{ Fno} = 3.28 \sim 5.742 \quad \omega = 54.9 \sim 12.4$$

$$[0129] \quad R1 = 21.262 \text{ D1} = 0.80 \text{ N1} = 1.846660 \quad v1 = 23.9$$

$$[0130] \quad R2 = 14.820 \text{ D2} = 3.20 \text{ N2} = 1.696797 \quad v2 = 55.5$$

$$[0131] \quad R3 = 145.686 \text{ D3} = \text{变量}$$

$$[0132] \quad * R4 = -57.748 \text{ D4} = 1.20 \text{ N3} = 1.861530 \quad v3 = 40.4$$

$$[0133] \quad * R5 = 5.324 \text{ D5} = 1.94$$

$$[0134] \quad R6 = 9.241 \text{ D6} = 1.70 \text{ N4} = 1.922860 \quad v4 = 18.9$$

$$[0135] \quad R7 = 20.001 \text{ D7} = \text{变量}$$

$$[0136] \quad * R8 = 6.895 \text{ D8} = 2.10 \text{ N5} = 1.516330 \quad v5 = 64.1$$

$$[0137] \quad R9 = -13.974 \text{ D9} = 0.30$$

$$[0138] \quad R10 = 6.242 \text{ D10} = 1.50 \text{ N6} = 1.772499 \quad v6 = 49.6$$

$$[0139] \quad R11 = 13.750 \text{ D11} = 1.10 \text{ N7} = 1.846660 \quad v7 = 23.9$$

$$[0140] \quad R12 = 3.791 \text{ D12} = \text{变量}$$

$$[0141] \quad * R13 = 10.057 \text{ D13} = 1.90 \text{ N8} = 1.583126 \quad v8 = 59.4$$

$$[0142] \quad R14 = 101.381 \text{ D14} = \text{变量}$$

$$[0143] \quad R15 = \infty \text{ D15} = 1.30 \text{ N9} = 1.516330 \quad v9 = 64.1$$

$$[0144] \quad R16 = \infty$$

$$[0145] \quad \backslash \text{ 焦距 } 6.4519.6130.88$$

$$[0146] \quad \text{可变间隔} \backslash$$

- [0147] D31.3011.0913.82
- [0148] D714.733.951.45
- [0149] D125.7010.2815.19
- [0150] D141.442.561.44
- [0151] 非球面系数
- [0152] 第 4 表 面 : $k = 0.00000e+00A = 0B = 6.34186e-05C = 0.00000e+00D = 0.00000e+00E = 0.00000e+00$
- [0153] 第 5 表 面 : $k = -3.49961e+00A = 0B = 2.37000e-03C = -6.03356e-05D = 1.58479e-06E = -1.64088e-08$
- [0154] 第 8 表 面 : $k = -2.26447e+00A = 0B = 1.79021e-04C = 4.68002e-06D = -1.03392e-06E = 0.00000e+00$
- [0155] 第 13 表 面 : $k = 0.00000e+00A = 0B = 1.17574e-05C = 1.75485e-06D = 0.00000e+00E = 0.00000e+00$
- [0156] 数值例 2
- [0157] $f = 6.15 \sim 29.41F_{no} = 3.60 \sim 6.312 \omega = 57.1 \sim 13.0$
- [0158] $R1 = 26.243D1 = 0.80N1 = 1.846660 \vee 1 = 23.9$
- [0159] $R2 = 16.487D2 = 3.20N2 = 1.772499 \vee 2 = 49.6$
- [0160] $R3 = 319.961D3 = \text{变量}$
- [0161] $R4 = 223.029D4 = 1.20N3 = 1.861530 \vee 3 = 40.4$
- [0162] $* R5 = 5.250D5 = 1.88$
- [0163] $R6 = 7.696D6 = 1.90N4 = 1.922860 \vee 4 = 18.9$
- [0164] $R7 = 12.255D7 = \text{变量}$
- [0165] $R8 = 7.056D8 = 2.30N5 = 1.603112 \vee 5 = 60.6$
- [0166] $R9 = -27.965D9 = 0.10$
- [0167] $* R10 = 4.629D10 = 1.40N6 = 1.516330 \vee 6 = 64.1$
- [0168] $R11 = 7.023D11 = 1.00N7 = 1.922860 \vee 7 = 18.9$
- [0169] $R12 = 3.590D12 = \text{变量}$
- [0170] $* R13 = 10.540D13 = 2.20N8 = 1.743300 \vee 8 = 49.3$
- [0171] $R14 = 143.641D14 = \text{变量}$
- [0172] $R15 = \infty D15 = 1.30N9 = 1.516330 \vee 9 = 64.1$
- [0173] $R16 = \infty$
- [0174] \ 焦距 6.1516.6729.41
- [0175] 可变间隔 \
- [0176] D30.609.3112.88
- [0177] D714.003.770.40
- [0178] D124.828.5614.10
- [0179] D141.442.481.73
- [0180] 非球面系数
- [0181] 第 5 表 面 : $k = -9.59561e-01A = 0B = 5.02248e-04C = 9.61875e-06D$

$= -4.59901\text{e-}08\text{E} = 2.29715\text{e-}09$

[0182] 第 10 表 面 : $k = 0.00000\text{e+}00\text{A} = 0\text{B} = -7.19750\text{e-}04\text{C} = -3.33257\text{e-}05\text{D}$
 $= -5.06616\text{e-}06\text{E} = 0.00000\text{e+}00$

[0183] 第 13 表 面 : $k = 0.00000\text{e+}00\text{A} = 0\text{B} = -2.10520\text{e-}05\text{C} = 3.10586\text{e-}06\text{D} =$
 $0.00000\text{e+}00\text{E} = 0.00000\text{e+}00$

[0184] 数值例 3

[0185] $f = 6.45 \sim 30.88\text{Fno} = 3.28 \sim 6.022 \omega = 54.9 \sim 12.4$

[0186] $\text{R1} = 19.889\text{D1} = 0.80\text{N1} = 1.846660 \vee 1 = 23.9$

[0187] $\text{R2} = 16.673\text{D2} = 3.50\text{N2} = 1.487490 \vee 2 = 70.2$

[0188] $\text{R3} = 321.734\text{D3} = \text{变量}$

[0189] $* \text{R4} = -75.058\text{D4} = 1.20\text{N3} = 1.861530 \vee 3 = 40.4$

[0190] $* \text{R5} = 5.223\text{D5} = 1.47$

[0191] $\text{R6} = 8.196\text{D6} = 1.70\text{N4} = 1.846660 \vee 4 = 23.8$

[0192] $\text{R7} = 23.697\text{D7} = \text{变量}$

[0193] $* \text{R8} = 6.141\text{D8} = 2.10\text{N5} = 1.516330 \vee 5 = 64.1$

[0194] $\text{R9} = -14.302\text{D9} = 0.30$

[0195] $\text{R10} = 6.379\text{D10} = 1.50\text{N6} = 1.772499 \vee 6 = 49.6$

[0196] $\text{R11} = 11.201\text{D11} = 1.10\text{N7} = 1.846660 \vee 7 = 23.9$

[0197] $\text{R12} = 3.540\text{D12} = \text{变量}$

[0198] $* \text{R13} = 10.057\text{D13} = 1.90\text{N8} = 1.583126 \vee 8 = 59.4$

[0199] $\text{R14} = 101.381\text{D14} = \text{变量}$

[0200] $\text{R15} = \infty \text{D15} = 1.30\text{N9} = 1.516330 \vee 9 = 64.1$

[0201] $\text{R16} = \infty$

[0202] \ 焦距 6.4519.1130.88

[0203] 可变间隔 \

[0204] D31.3012.6416.99

[0205] D714.803.641.32

[0206] D124.158.9114.33

[0207] D141.442.561.06

[0208] 表 1

[0209]

条件表达式								
	1	2	3	4	5	6	7	8
	$f2/fw$	ft/fw	$f2lgn/fw$	fl/fw	$(v11+v22)/2$	$(R21a+R21b)/$ $(R21a-R21b)$	$(R21b+R22a)/$ $(R21b-R22a)$	$N21+N22$
数值例 1	-1.44	4.79	-0.87	6.09	21.415	0.83	-3.7	3.784
数值例 2	-1.59	4.78	-1.02	6.36	21.415	1.05	-5.3	3.784
数值例 3	-1.66	4.79	-0.87	7.75	23.93	0.87	-4.5	3.709

[0210] 接着,参考图 7 描述使用第一至第三示例性实施例的至少一个的变焦透镜系统作为摄影光学系统的示例性数字静止图片照相机。

[0211] 在图 7 中,数字静止图片照相机包含照相机主体 20,摄影光学系统 21,固态摄像器件(光电转换器)22,存储器 23 以及取景器 24。摄影光学系统 21 是基于至少一个示例性实施例的变焦透镜系统。固态摄像器件 22 是例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器。固态摄像器件 22 被包含在照相机主体 20 中,接收通过摄影光学系统 21 形成的目标图像,并且把所接收的目标图像光电转换成信息,该信息接着被记录在存储器 23 中。例如液晶板的取景器 24 被用于观察在固态摄像器件 22 上形成的目标图像。

[0212] 虽然参考示例性实施例描述了本发明,然而应当理解本发明不限于已公开的示例性实施例。下面权利要求书的范围将基于最广的解释,以涵盖所有修改、等效结构和功能。

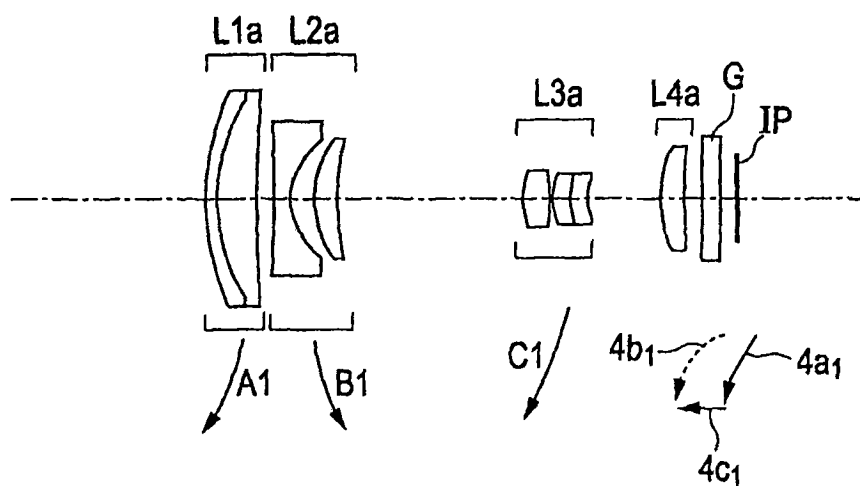


图 1A

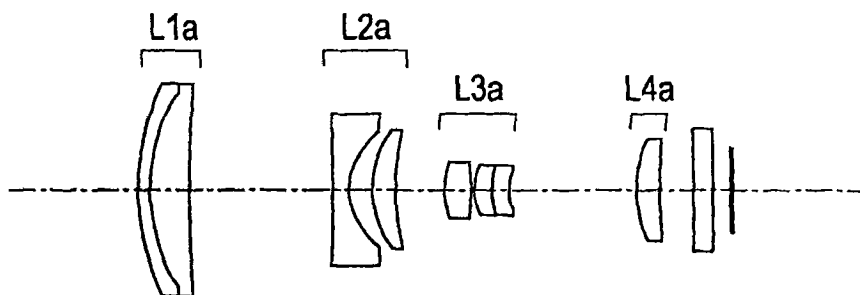


图 1B

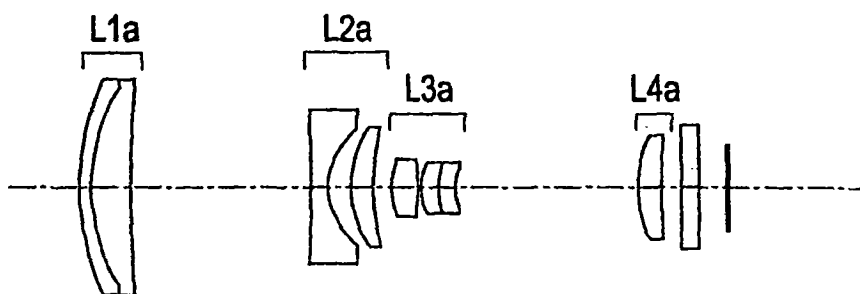


图 1C

图 2A

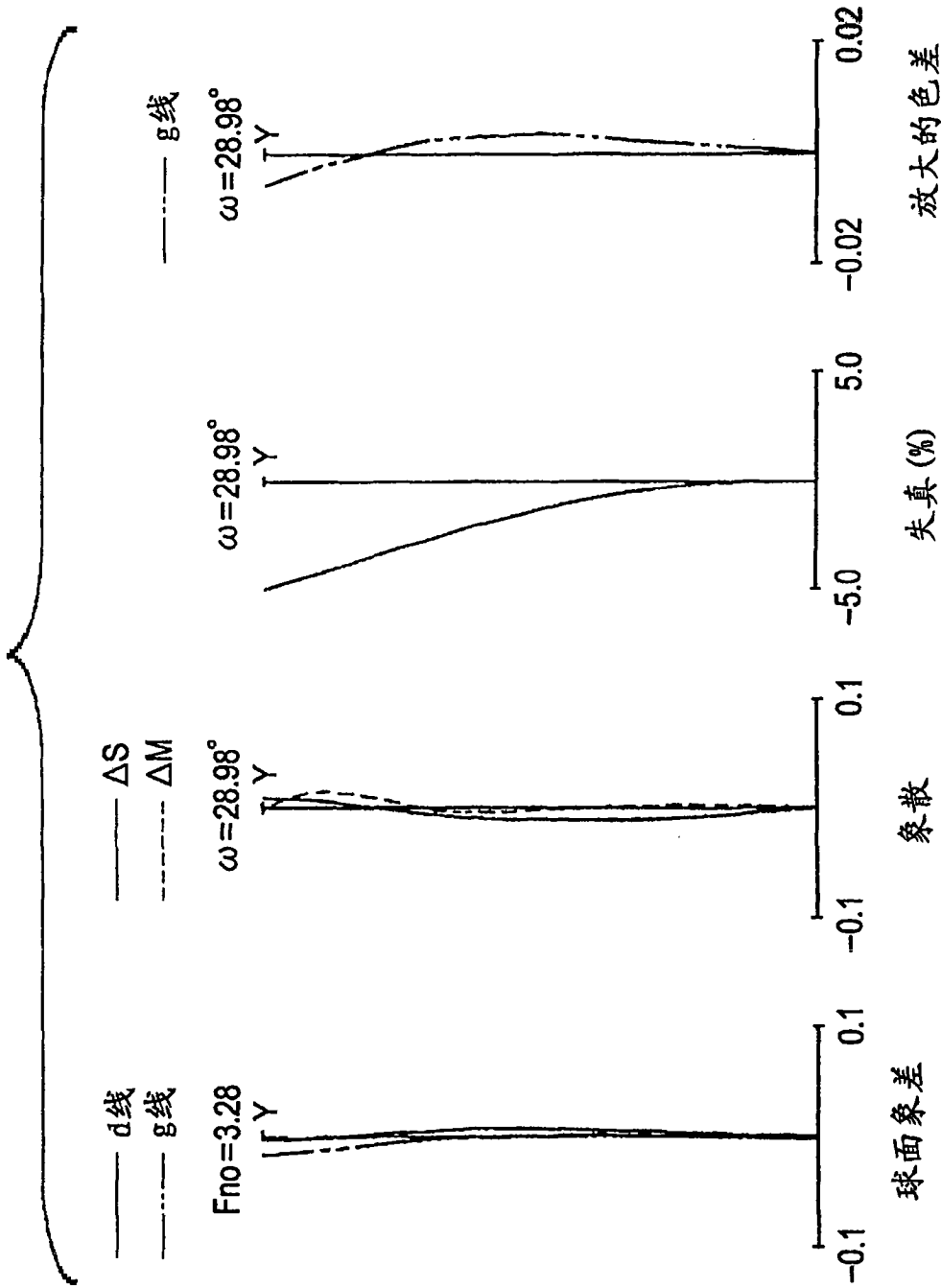


图2B

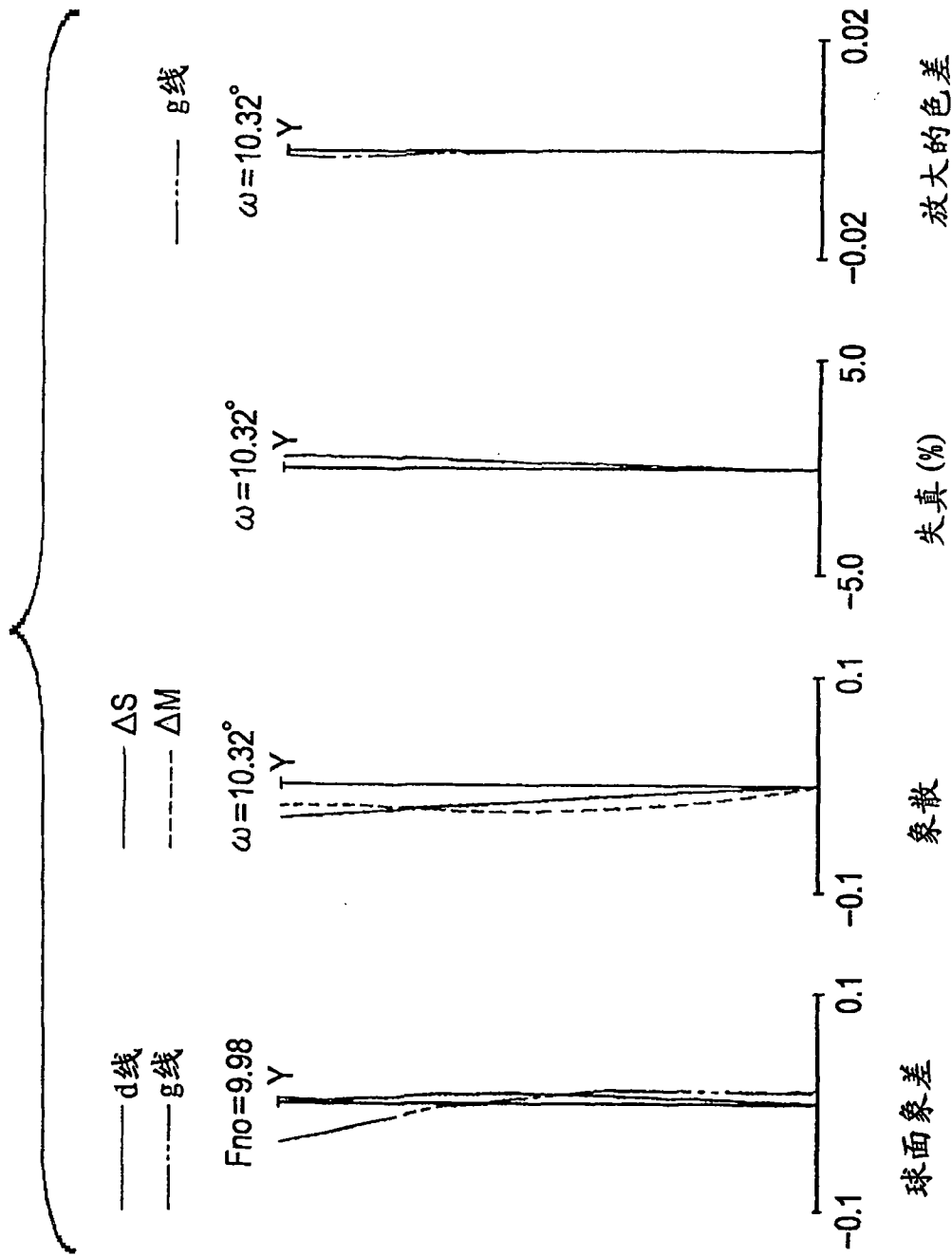
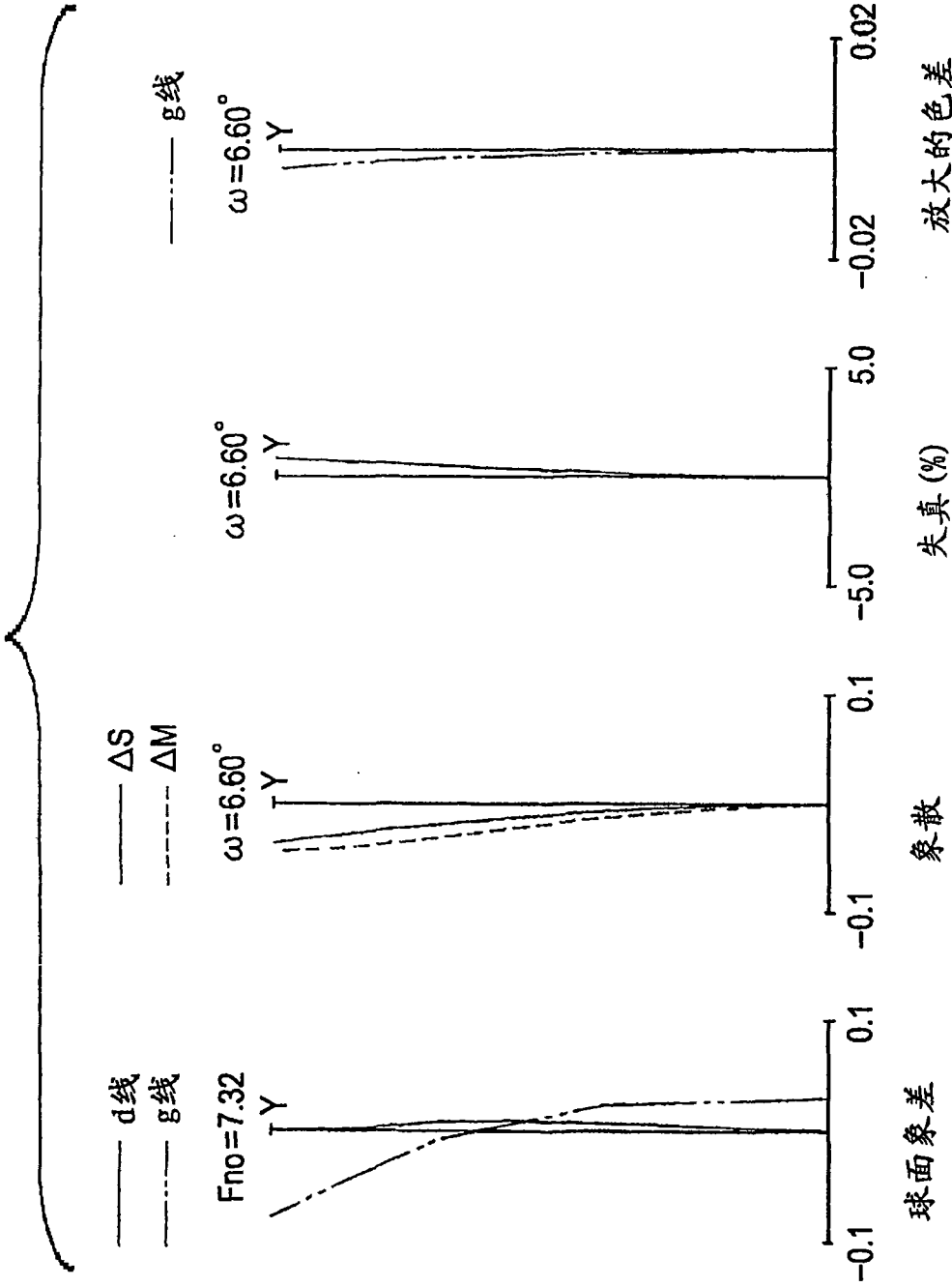


图 2C



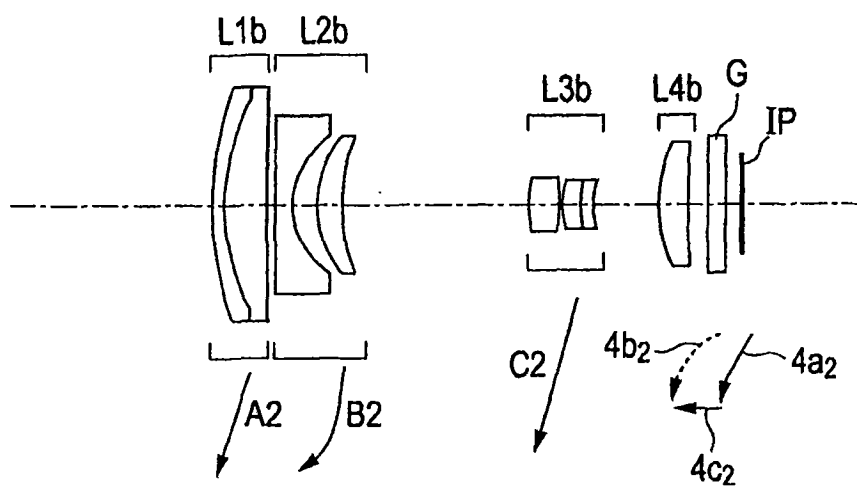


图 3A

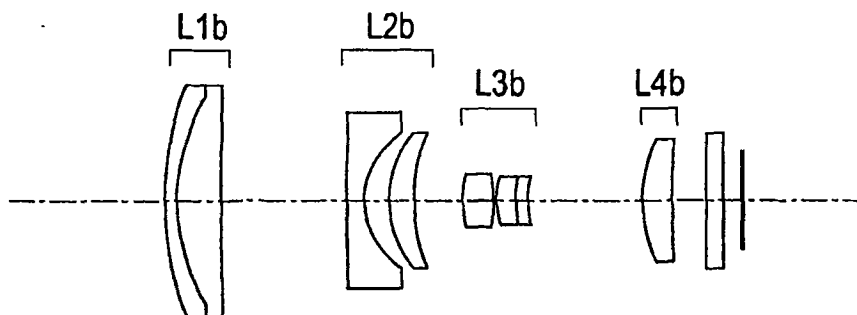


图 3B

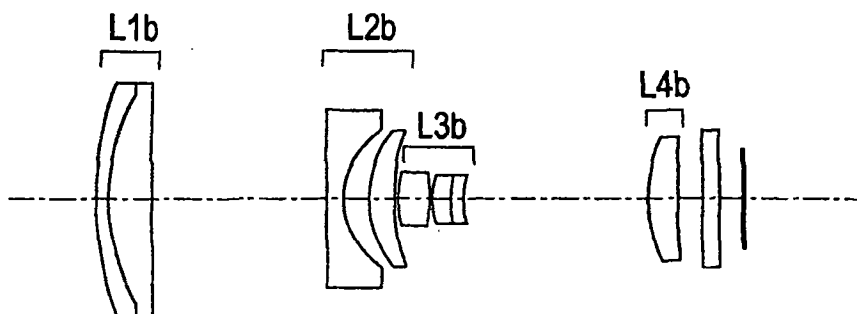
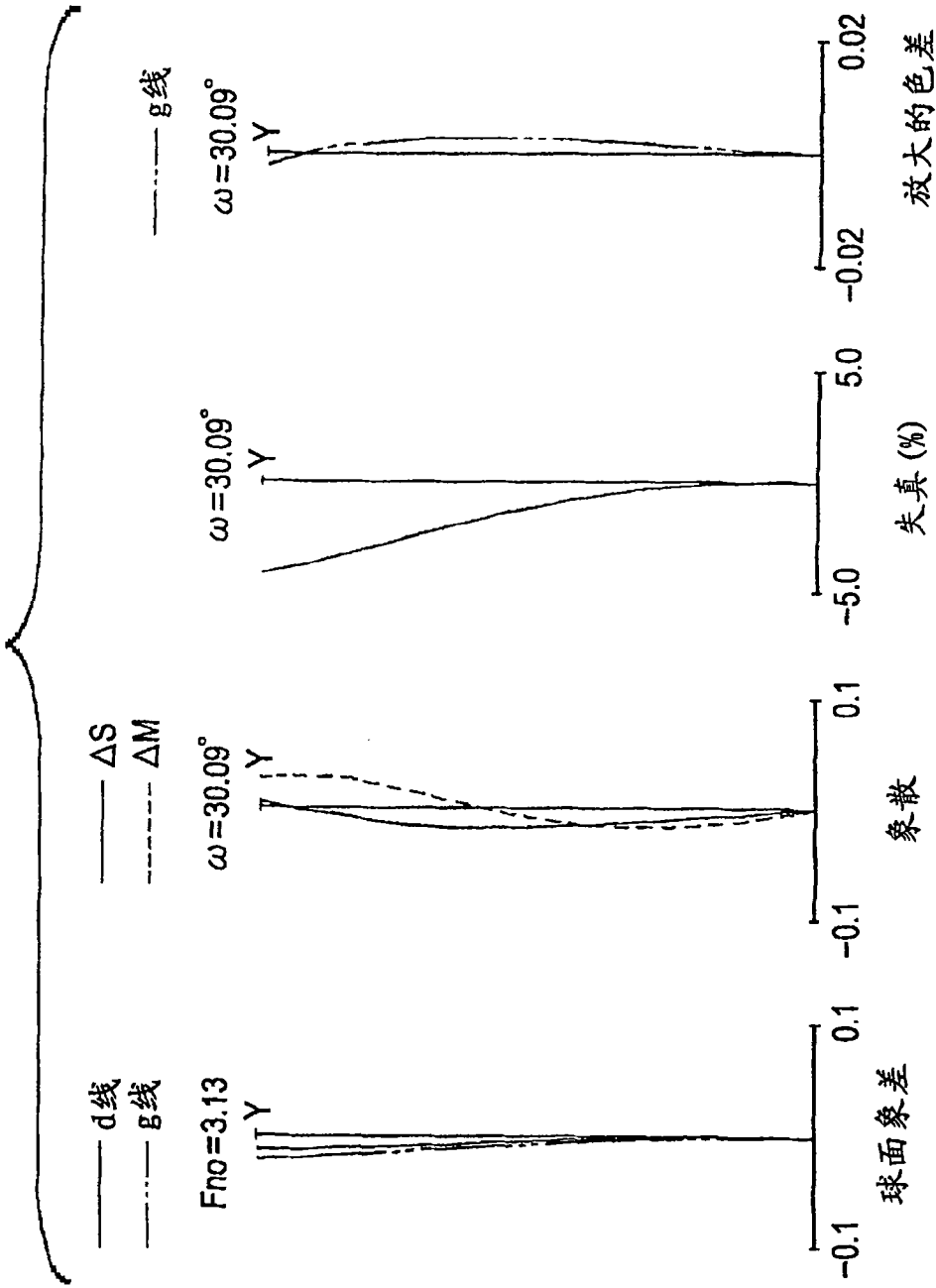


图 3C

图 4A



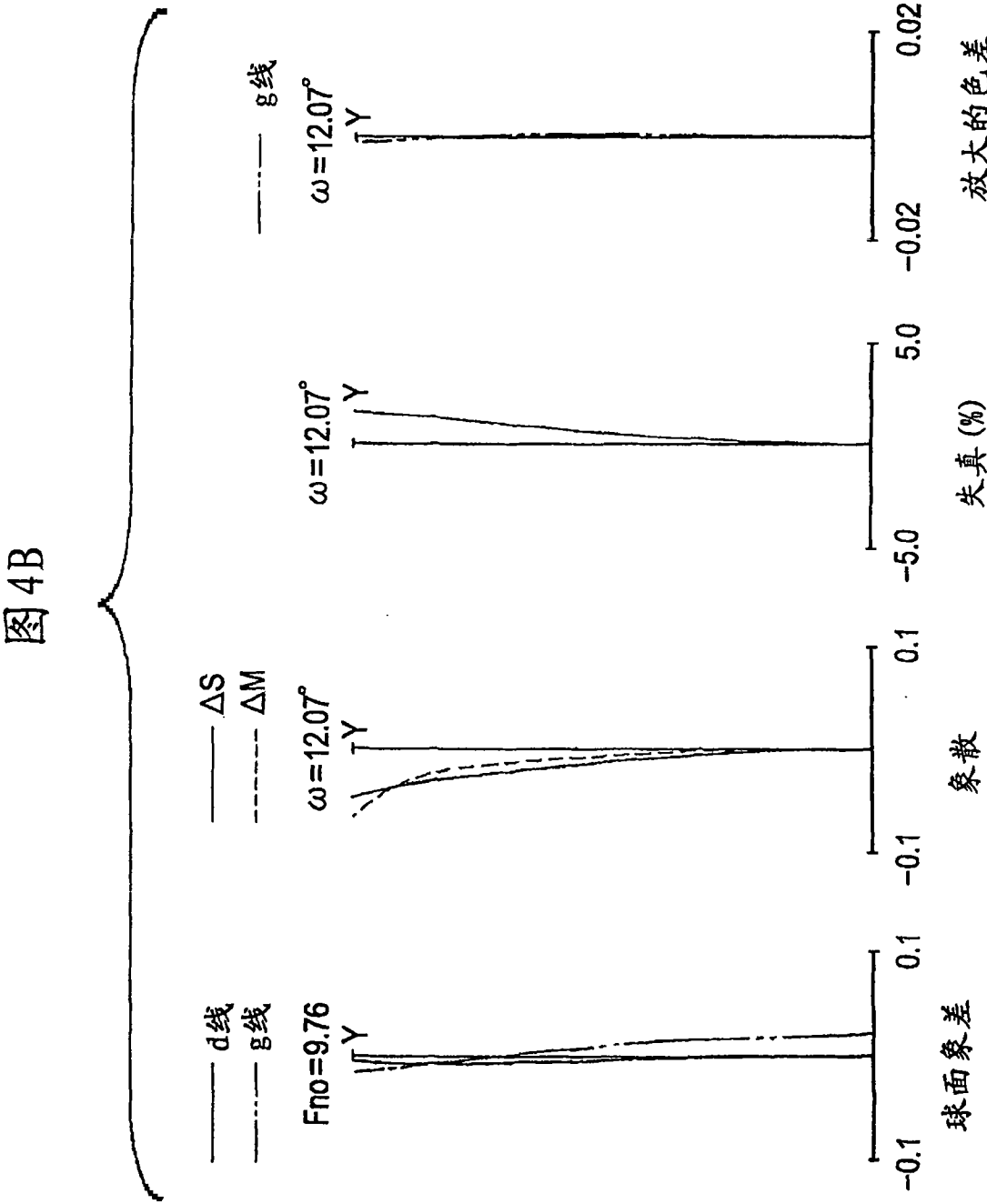
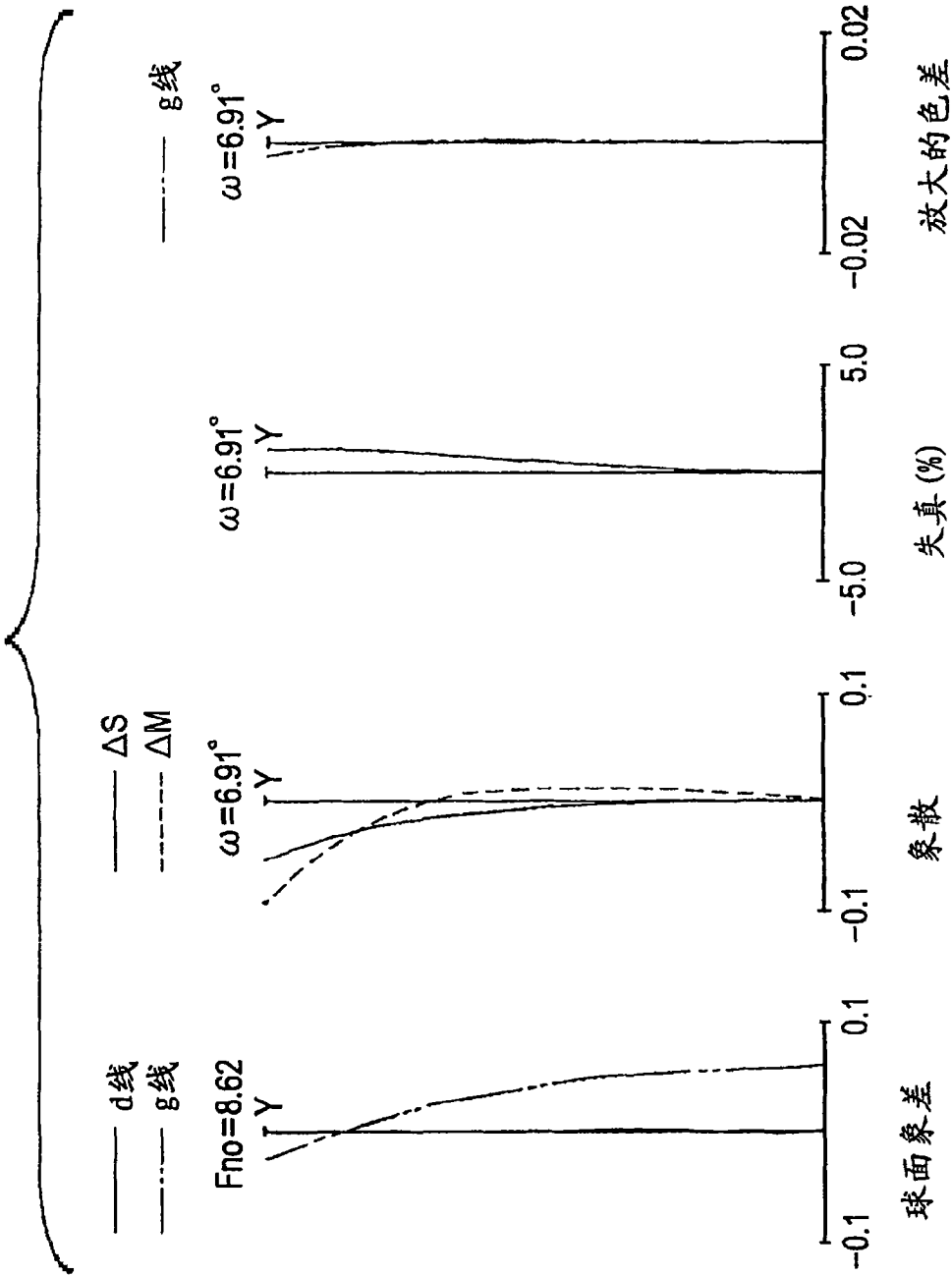


图 4C



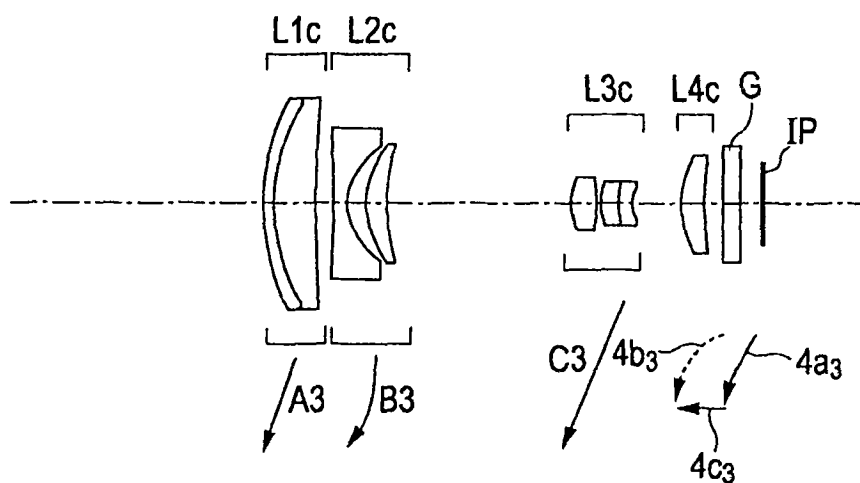


图 5A

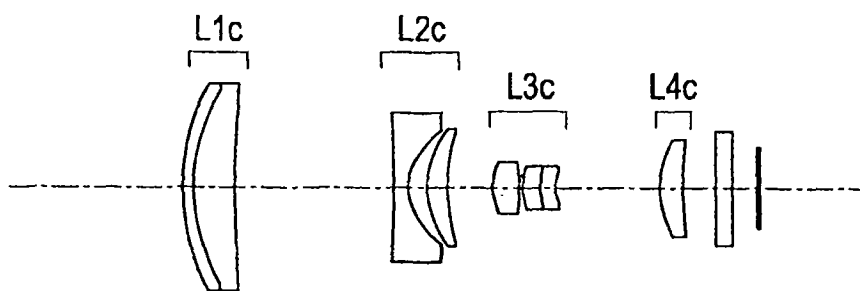


图 5B

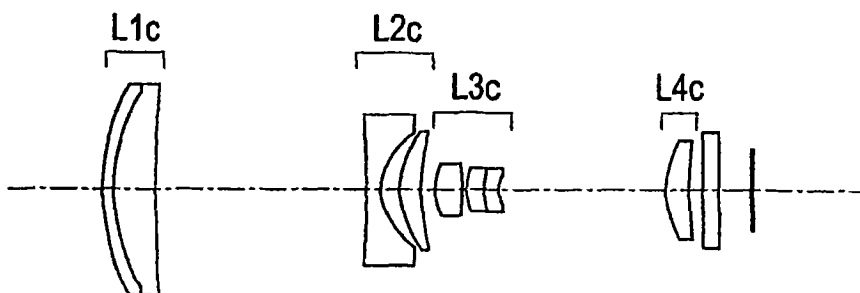


图 5C

图6A

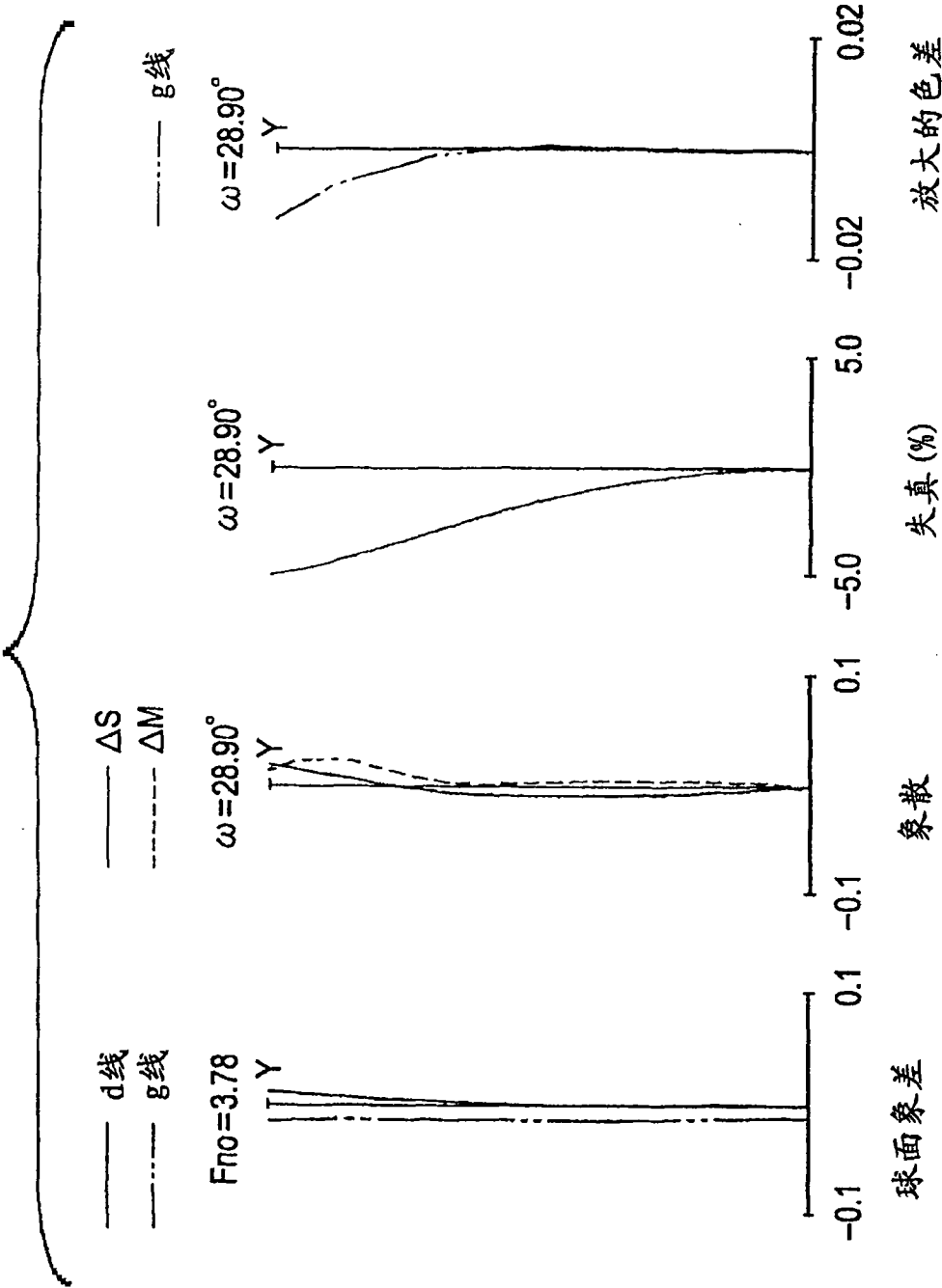


图6B

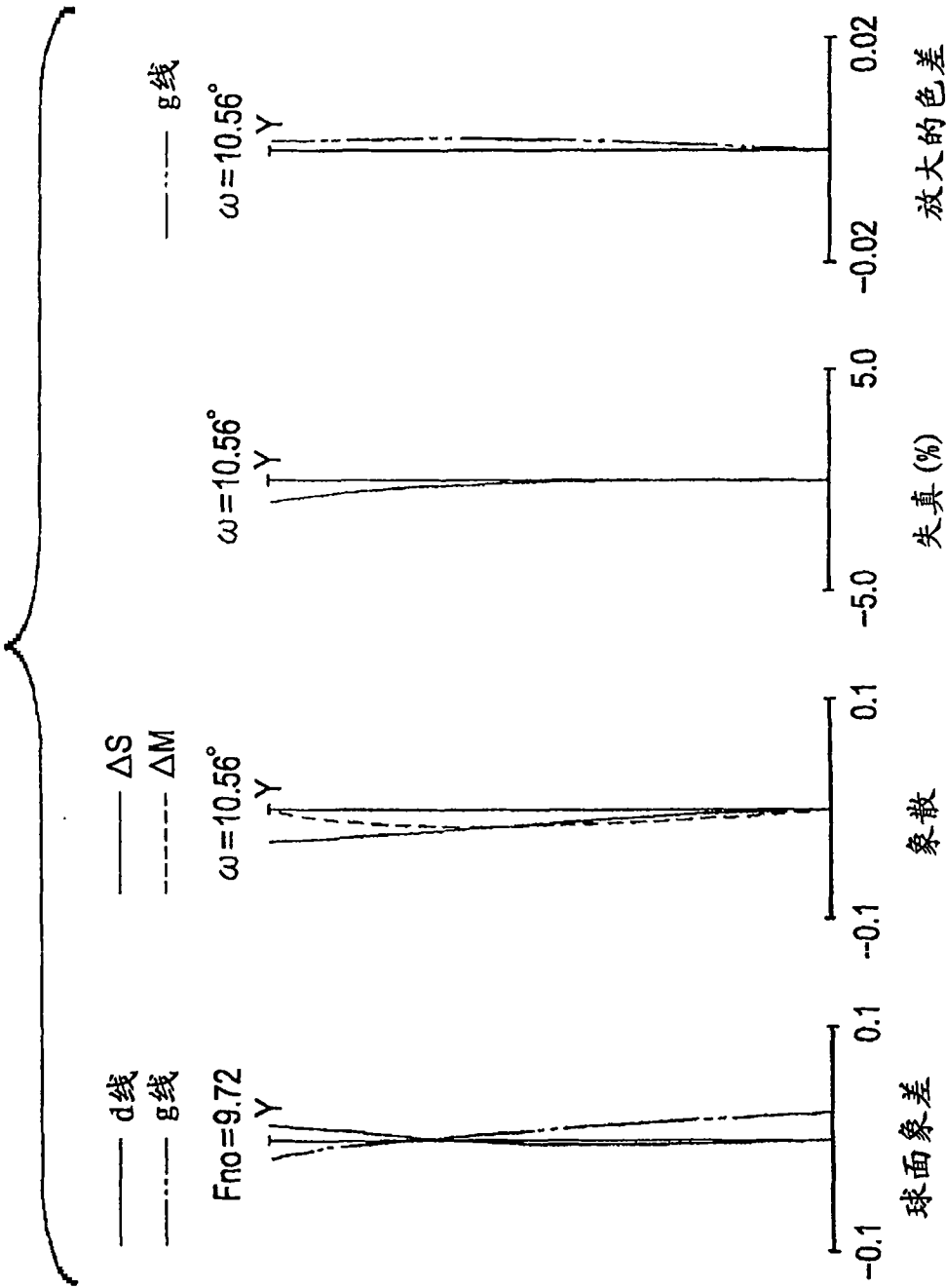
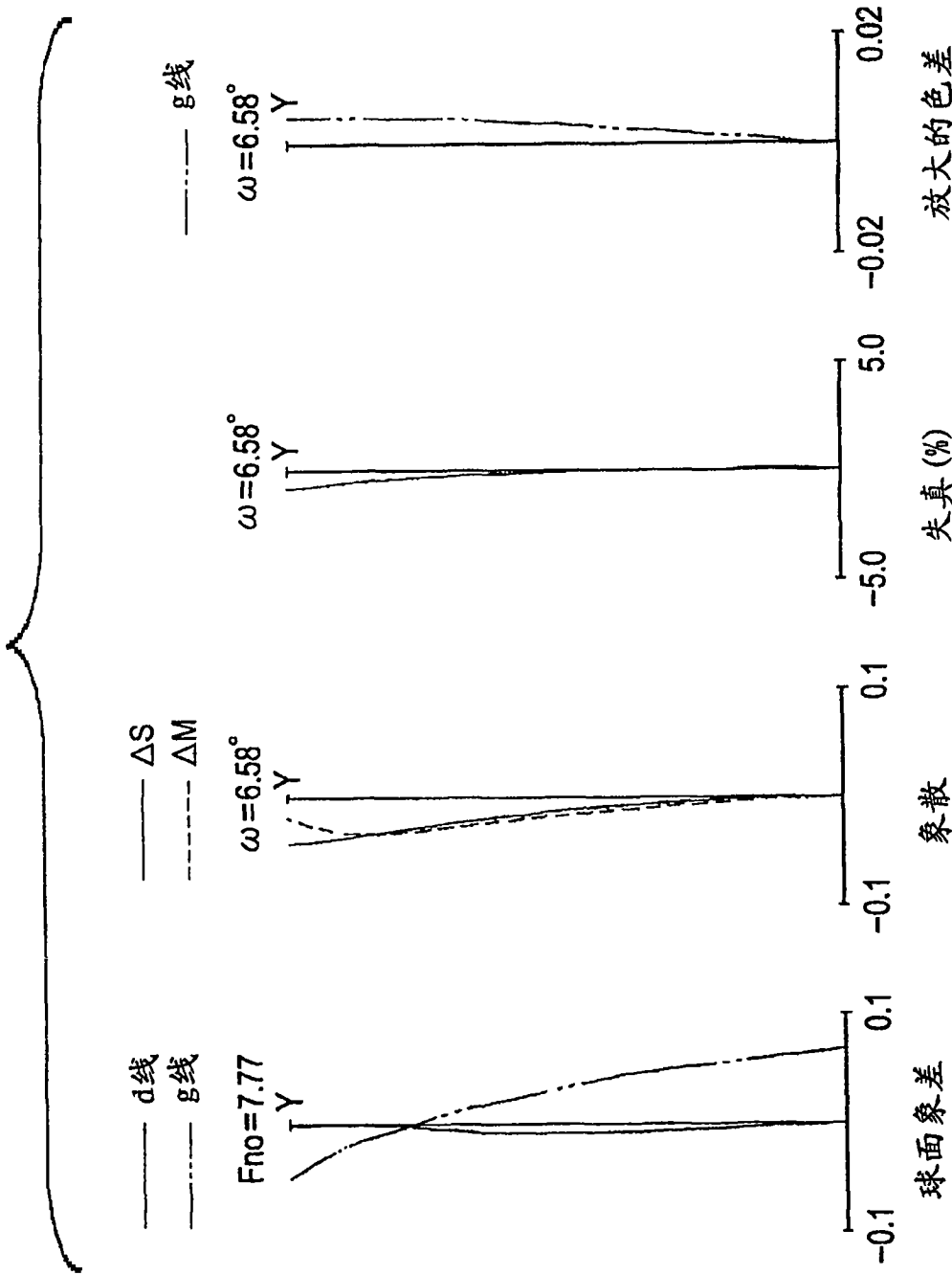


图6C



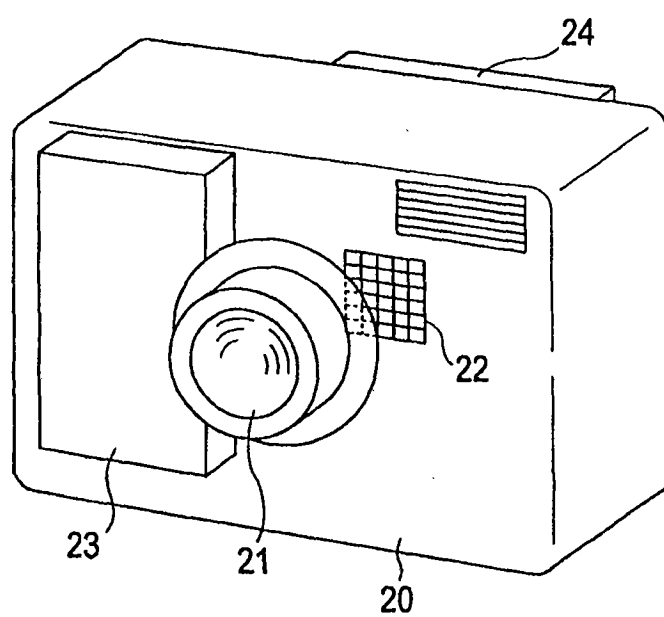


图 7