

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101324699 B

(45) 授权公告日 2010.08.18

(21) 申请号 200810125581.6

(22) 申请日 2008.06.13

(30) 优先权数据

2007-157265 2007.06.14 JP

(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

(56) 对比文件

CN 1841116 A, 2006.10.04, 全文.

US 6069743 A, 2000.05.30, 全文.

CN 1800899 A, 2006.07.12, 全文.

审查员 邓泽微

(51) Int. Cl.

G02B 15/16 (2006.01)

G02B 9/34 (2006.01)

G03B 19/02 (2006.01)

G03B 19/18 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

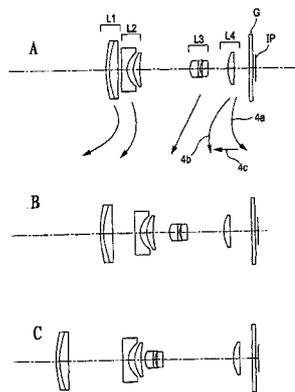
权利要求书 1 页 说明书 14 页 附图 17 页

(54) 发明名称

变焦透镜系统和包括其的图像拾取设备

(57) 摘要

提供了一种简单、紧凑、高变焦比的变焦透镜系统,其在所有变焦位置表现出高的光学性能。该系统按从物侧到像侧的顺序包括:分别具有正、负、正和正折光力的第一至第四透镜组。在变焦期间,第一到第二透镜组的距离变为最小。第一透镜组被放置为在望远端比在广角端更接近物体。所述透镜组移动,以使得第二到第三透镜组的距离在望远端比在广角端小,而第三到第四透镜组的距离在望远端比在广角端大。第二透镜组按从物侧到像侧的顺序包含负透镜元件和正透镜元件。第一到第二透镜组的距离在广角端和在望远端分别为 d_{1w} 和 d_{1t} ,对在变焦期间获得的最小的第一到第二透镜组距离 d_{1min} 进行适当设定。



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组;
具有负折光力的第二透镜组;
具有正折光力的第三透镜组;和
具有正折光力的第四透镜组,
其中第一透镜组和第二透镜组之间的距离在变焦期间的中途点变为最小,
其中第一透镜组被放置为在望远端比在广角端更接近物侧,
其中第一到第四透镜组以这样的方式移动:第二透镜组和第三透镜组之间的距离在望远端比在广角端小,而第三透镜组和第四透镜组之间的距离在望远端比在广角端大,
其中第二透镜组由按从物侧到像侧顺序的负透镜元件和正透镜元件组成,
其中满足以下条件:
$$10 < (d1t-dlmin)/(dlw-dlmin) < 90$$

这里 $d1w$ 和 $d1t$ 分别表示在广角端和望远端处第一透镜组和第二透镜组之间的距离,且 $d1min$ 表示第一透镜组和第二透镜组之间的最小距离, $d1min$ 在变焦期间的中途点获得,
其中满足以下条件:
$$0.28 < (TD2+TD3)/ft < 0.34$$

这里 $TD2$ 和 $TD3$ 分别表示第二透镜组和第三透镜组沿光轴的厚度,而 ft 表示整个变焦透镜系统在望远端的焦距,
其中满足以下条件:
$$-1.9 < f2/fw < -1.3$$

这里 $f2$ 表示第二透镜组的焦距,而 fw 表示整个变焦透镜系统在广角端的焦距,并且其中满足以下条件:
$$0.005 < (dlw-dlmin)/ft < 0.05$$

这里 ft 表示整个变焦透镜系统在望远端的焦距。
2. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中第一透镜组由具有负透镜元件和正透镜元件的粘合透镜组成。
3. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,
其中第二透镜组的负透镜元件在其物侧和像侧均具有非球面表面,并且
其中第二透镜组的正透镜元件是其在物侧的表面凸起的弯月形。
4. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中第四透镜组由单一正透镜元件组成。
5. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中第三透镜组由按从物侧到像侧顺序的粘合透镜和正透镜元件组成,在所述粘合透镜中正透镜元件和负透镜元件粘合在一起。
6. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中第三透镜组由按从物侧到像侧顺序的正透镜元件和粘合透镜组成,在所述粘合透镜中正透镜元件和负透镜元件粘合在一起。
7. 根据权利要求 1 的变焦透镜系统,其中变焦透镜系统在固态图像拾取器件上形成图像。
8. 一种图像拾取设备,包括:
根据权利要求 1-7 中任一项的变焦透镜系统;和
固态图像拾取器件,被配置为接收由所述变焦透镜系统形成的图像的光。

变焦透镜系统和包括其的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及适用于诸如摄影机、卤化银胶片照相机、广播照相机和数字静物照相机之类的照相机的变焦透镜系统,以及涉及包括该变焦透镜系统的图像拾取设备。

背景技术

[0002] 诸如摄影机、数字静物照相机、广播照相机和卤化银胶片静物照相机之类的包括固态图像拾取器件的新近图像拾取设备具有较高功能和较小尺寸。

[0003] 包括在这样的图像拾取设备中的摄像光学系统被期望是具有短的总长度和高变焦比的紧凑透镜系统,并且被期望在所有变焦位置表现出良好的光学性能。

[0004] 例如,日本专利特开 No. 3-296706 和美国专利申请 No. 6975461 和 No. 6853496 公开了紧凑型四组变焦透镜系统,这些系统具有高变焦比并且通过移动各个透镜组来执行变焦,所述各个透镜组按从物侧到像侧的顺序具有为正、负、正和正的折光力。

[0005] 此外,美国专利申请 No. 6069743 和 No. 6577450 公开了四组变焦透镜系统,这些变焦透镜系统中的每一个包括由一对负透镜元件和正透镜元件组成的第二透镜组。

[0006] 通常,包括多个透镜组(每个透镜组包括较多数目透镜元件)的变焦透镜系统具有对于每个透镜组的长光轴。

[0007] 此外,包括在变焦和聚焦期间移动大距离的透镜组的变焦透镜系统具有长的总长度。

[0008] 当增大各透镜组的折光力来减小变焦透镜系统的尺寸时,各透镜组在变焦期间的移动距离减小,由此可以减小总长度。然而,透镜组折光力的简单增大增加了变焦期间的像差变化。难以用良好的方式来补偿这样的像差。

[0009] 即,为了同时实现光学系统的紧凑、高变焦比和良好的光学性能,重要的是适当地设置各个透镜组的变焦期间的移动条件、折光力和配置。

发明内容

[0010] 本发明提供一种变焦透镜系统,该变焦透镜系统具有高变焦比和简单、紧凑的配置,同时所有变焦位置处表现出高光学性能。

[0011] 根据本发明的一个方面,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组;具有负折光力的第二透镜组;具有正折光力的第三透镜组;和具有正折光力的第四透镜组。第一透镜组和第二透镜组之间的距离在变焦期间的中途点变为最小。第一透镜组被放置为在望远端比在广角端更接近物侧。第一到第四透镜组以这样的方式移动:第二透镜组和第三透镜组之间的距离在望远端比在广角端小,而第三透镜组和第四透镜组之间的距离在望远端比在广角端大。第二透镜组由按从物侧到像侧顺序的负透镜元件和正透镜元件组成。在该变焦透镜系统中,满足以下条件:

[0012] $10 < (d1t-d1min)/(d1w-d1min) < 90$

[0013] 其中 $d1w$ 和 $d1t$ 分别表示在广角端和望远端处第一透镜组和第二透镜组之间的距

离,且 $d_{1\min}$ 表示第一透镜组和第二透镜组之间的最小距离, $d_{1\min}$ 在变焦期间的中途点获得。

[0014] 根据下面参考附图对示例性实施方案的描述,本发明的另外特征将变得显而易见。

附图说明

[0015] 图 1A 是根据本发明第一实施方案的变焦透镜系统的截面图。

[0016] 图 1B 是根据第一实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0017] 图 1C 是根据第一实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0018] 图 2A 是示出根据第一实施方案的变焦透镜系统在广角端的像差的示意图。

[0019] 图 2B 是示出根据第一实施方案的变焦透镜系统在中间变焦位置的像差的示意图。

[0020] 图 2C 是示出根据第一实施方案的变焦透镜系统在望远端的像差的示意图。

[0021] 图 3A 是根据本发明第二实施方案的变焦透镜系统的截面图。

[0022] 图 3B 是根据第二实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0023] 图 3C 是根据第二实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0024] 图 4A 是示出根据第二实施方案的变焦透镜系统在广角端的像差的示意图。

[0025] 图 4B 是示出根据第二实施方案的变焦透镜系统在中间变焦位置的像差的示意图。

[0026] 图 4C 是示出根据第二实施方案的变焦透镜系统在望远端的像差的示意图。

[0027] 图 5A 是根据本发明第三实施方案的变焦透镜系统的截面图。

[0028] 图 5B 是根据第三实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0029] 图 5C 是根据第三实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0030] 图 6A 是示出根据第三实施方案的变焦透镜系统在广角端的像差的示意图。

[0031] 图 6B 是示出根据第三实施方案的变焦透镜系统在中间变焦位置的像差的示意图。

[0032] 图 6C 是示出根据第三实施方案的变焦透镜系统在望远端的像差的示意图。

[0033] 图 7A 是根据本发明第四实施方案的变焦透镜系统的截面图。

[0034] 图 7B 是根据第四实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0035] 图 7C 是根据第四实施方案的变焦透镜系统的另一个截面图。

[0036] 图 8A 是示出根据第四实施方案的变焦透镜系统在广角端的像差的示意图。

[0037] 图 8B 是示出根据第四实施方案的变焦透镜系统在中间变焦位置的像差的示意图。

[0038] 图 8C 是示出根据第四实施方案的变焦透镜系统在望远端的像差的示意图。

[0039] 图 9 示意性示出包括根据任何实施方案的变焦透镜系统的图像拾取设备的相关部分。

具体实施方式

[0040] 根据本发明实施方案的各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组、具有负折光力的第二透镜组、具有正折光力的第三透镜组和具有正折光力的第四透镜组。

[0041] 第一透镜组和第二透镜组之间的距离在变焦期间的中途点变得最小。

[0042] 第一透镜组被放置为在望远端比在广角端更接近物侧。在该变焦透镜系统中,这

些透镜组在变焦期间以这样的方式移动；第二透镜组和第三透镜组之间的距离在望远端比在广角端小，而第三透镜组和第四透镜组之间的距离在望远端比在广角端大。

[0043] 图 1A 到 1C 是根据本发明第一实施方案的变焦透镜系统的截面图。图 2A 到 2C 是示出根据第一实施方案的变焦透镜系统分别在广角端（短焦距端）、在中间变焦位置和望远端（长焦距端）的像差的示图。第一实施方案的变焦透镜系统具有 4.76 的变焦比和 3.25 到 5.88 的 f 数。

[0044] 图 3A 到 3C 是根据本发明第二实施方案的变焦透镜系统的截面图。图 4A 到 4C 是示出根据第二实施方案的变焦透镜系统分别在广角端、在中间变焦位置和望远端的像差的示图。第二实施方案的变焦透镜系统具有 4.79 的变焦比和 3.30 到 5.70 的 f 数。

[0045] 图 5A 到 5C 是根据本发明第三实施方案的变焦透镜系统的截面图。图 6A 到 6C 是示出根据第三实施方案的变焦透镜系统分别在广角端、在中间变焦位置和望远端的像差的示图。第三实施方案的变焦透镜系统具有 4.79 的变焦比和 2.93 到 5.36 的 f 数。

[0046] 图 7A 到 7C 是根据本发明第四实施方案的变焦透镜系统的截面图。图 8A 到 8C 是示出根据第四实施方案的变焦透镜系统分别在广角端、在中间变焦位置和望远端的像差的示图。第四实施方案的变焦透镜系统具有 4.77 的变焦比和 3.28 到 5.71 的 f 数。

[0047] 图 1A、3A、5A 和 7A 的每一个示出广角端处的透镜位置，图 1B、3B、5B 和 7B 的每一个示出中间变焦位置处的透镜位置，并且图 1C、3C、5C 和 7C 的每一个示出望远端处的透镜位置。

[0048] 图 9 示意性示出包括根据本发明的任何实施方案的变焦透镜系统的图像拾取设备的相关部分。

[0049] 根据第一到第四实施方案的变焦透镜系统是包括在诸如数字静物照相机和卤化银胶片照相机之类的图像拾取设备中的摄像透镜系统。在各变焦透镜系统的截面图中，物体位于左（前）侧，而图像形成在右（后）侧。

[0050] 当第一到第四实施方案的变焦透镜系统用作包括在投影仪等中的投影透镜时，屏幕位于左侧而图像被投影到右侧上。

[0051] 参照各截面图，变焦透镜系统包括：具有正折光力（光焦度，或焦距的倒数）的第一透镜组 L1、具有负折光力的第二透镜组 L2、具有正折光力的第三透镜组 L3、具有正折光力的第四透镜组 L4 和光学块 G，该光学块 G 等价于例如光学滤波器、面板、石英低通滤波器或红外截止滤波器。

[0052] 当变焦透镜系统用作摄影机或者数字式静物照相机的摄像光学系统时，像面 IP 用作诸如电荷耦合器件（CCD）传感器或者互补金属氧化物半导体（CMOS）传感器之类的固态图像拾取器件（光电转换元件）的图像拾取平面。

[0053] 在各个像差图中， F_{no} 表示 f 数， d 和 g 分别表示 g 线和 d 线， ΔM 和 ΔS 分别表示 d 线的子午像面和弧矢像面，而 ω 表示半视角。在 g 线中示出横向色差。

[0054] 在各实施方案中，广角端和望远端处的变焦位置是如下的变焦位置：在所述变焦位置中，放大倍率变化透镜组（第二透镜组 L2 和第三透镜组 L3）位于该放大倍率变化透镜组可以沿光轴机械移动的范围内的最末端。

[0055] 在各个实施方案中，透镜组 L1 到 L4 在从广角端到望远端的变焦期间按各个箭头的指示移动。

[0056] 下文将给出具体的描述。

[0057] 第一透镜组 L1 沿朝像侧凸起的轨迹移动,以便被放置为在望远端比在广角端更接近于物侧。第二透镜组 L2 也沿朝像侧凸起的轨迹移动,以便被放置为在大约中央变焦位置处最接近像侧。第三透镜组 L3 朝物侧单调移动。第四透镜组 L4 沿朝物侧凸起的轨迹移动。

[0058] 第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离(沿光轴从第一透镜组 L1 的后端到第二透镜组 L2 的前端的距离)在从广角端到望远端的变焦期间首先减小但是随后增大。

[0059] 在该情形中,整个系统在第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离为最小即 d_{lmin} 的变焦位置处的焦距在下文中表示为 f_a 。

[0060] 此外,透镜组移动,使得透镜组之间的距离如下变化。第一透镜组 L1 与第二透镜组 L2 之间的距离在望远端比在广角端大,第二透镜组 L2 与第三透镜组 L3 之间的距离在望远端比在广角端小,并且第三透镜组 L3 与第四透镜组 L4 之间的距离在望远端比在广角端大。

[0061] 在各个实施方案中,透镜组被布置为使得在整个系统中在广角端产生基本上后聚焦折光力并且在望远端产生基本上远摄折光力。以这种方式,实现高变焦比(大约 5)。

[0062] 此外,通过移动所有透镜组执行的变焦有利于折光力的高效分布。

[0063] 此外,总的光程可以在广角端减小。因此,例如,可以提供适用于数字照相机的具有高变焦比的紧凑型变焦透镜系统。

[0064] 各个实施方案的变焦透镜系统是后聚焦型,其中通过沿光轴移动第四透镜组 L4 来执行聚焦。

[0065] 在望远端,为了从聚焦在无穷远物体变为聚焦在近物体,如箭头 4c 所示向前移动第四透镜组 L4。曲线 4a 和曲线 4b 是为了补偿从广角端到望远端的变焦期间发生的像面变化而使第四透镜组 L4 移动所沿的轨迹。曲线 4a 示出了聚焦在无穷远物体的情形,而图 4b 示出了聚焦在近物体的情形。

[0066] 在各个实施方案中,移动具有小重量的第四透镜组 L4 以便进行聚焦。这有利于快速聚焦。

[0067] 将按照从物侧到像侧的顺序描述各个实施方案中的透镜组 L1 至 L4 的配置。第一透镜组 L1 是负透镜元件和正透镜元件被粘合在一起的粘合透镜。该粘合透镜是其在物侧的表面为凸起的弯月形。

[0068] 第二透镜组 L2 由负透镜元件和正透镜元件组成。更具体地,该负透镜元件在其物侧和像侧都具有凹面(双凹形)。正透镜元件是其在物侧的表面为凸起的弯月形。该负透镜元件的前表面和后表面是非球面的。

[0069] 在第一至第三实施方案中的每一个中,第三透镜组 L3 由粘合透镜和双凸正透镜元件组成,在该粘合透镜中正透镜元件和负透镜元件被粘合在一起。该粘合透镜是其在物侧的表面为凸起的弯月形。

[0070] 在第四实施方案中,第三透镜组 L3 由双凸正透镜元件和粘合透镜组成,在该粘合透镜中正透镜元件和负透镜元件被粘合在一起。该粘合透镜是其在物侧的表面为凸起的弯月形。

[0071] 在第一至第四实施方案中的每一个中,第四透镜组 L4 由单一正透镜元件组成,该

单一正透镜元件是其在物侧的表面为凸起的弯月形。

[0072] 每个实施方案提供紧凑变焦透镜系统,该紧凑变焦透镜系统在整个系统中包括很少的透镜元件,同时实现高光学性能。

[0073] 在每个实施方案中,具有正折光力的第一透镜组 L1 是具有最大有效直径的透镜组。第一透镜组 L1 的双透镜配置减小了透镜元件的数目,从而实现了紧凑光学系统。

[0074] 此外,构成包括正透镜元件和负透镜元件的粘合透镜的双透镜配置非常有助于色差消除,特别是补偿从广角端至望远端的横向色差,以及补偿望远端的纵向色差。

[0075] 具有负折光力的第二透镜组 L2 部分负责放大倍率变化功能。由于第二透镜组 L2 的负折光力大,因此第二透镜组 L2 中发生的像差也大。

[0076] 第二透镜组 L2 的双透镜配置使得能够实现良好的像差补偿,同时维持大的负折光力。尽管具有这样的简单透镜配置,然而第二透镜组 L2 有助于实现具有高变焦比并且表现出高光学性能的变焦透镜系统。

[0077] 具有正折光力的第三透镜组 L3 总共包括三个透镜元件。在第三透镜组 L3 中,负透镜元件补偿由正透镜元件引起的纵向色差。这有助于实现良好的光学性能。

[0078] 具有正折光力的第四透镜组 L4 有效地补偿未被第三透镜组 L3 补偿的轴向像差和各种离轴像差。

[0079] 因此,根据每个实施方案,尽管减小透镜元件的数目以便减小变焦透镜系统的总长度,然而可以提供具有约 5 的变焦比并且表现出明亮且高的光学性能的变焦透镜系统。

[0080] 为了实现根据各个实施方案的变焦透镜系统的良好光学性能或紧凑的总尺寸,需要满足下列条件中的至少一个。通过各个条件提供了各种优点。

[0081] 将在广角端处和望远端处的第一透镜组 L1 与第二透镜组 L2 之间的距离被分别定义为 d_{1w} 和 d_{1t} 。第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的最小距离被定义为 d_{1min} ,该最小距离在变焦期间的中途点处获得。

[0082] 第二透镜组 L2 和第三透镜组 L3 的轴上厚度(沿光轴从物侧表面到像侧表面的长度)被分别定义为 TD_2 和 TD_3 。整个系统在广角端和望远端的焦距被分别定义为 f_w 和 f_t 。第二透镜组 L2 的焦距被定义为 f_2 。

[0083] 在该情形中,满足下列条件表达式中的至少一个:

$$[0084] \quad 10 < (d_{1t}-d_{1min})/(d_{1w}-d_{1min}) < 90 \dots (1)$$

$$[0085] \quad 0.28 < (TD_2+TD_3)/f_t < 0.34 \dots (2)$$

$$[0086] \quad -1.9 < f_2/f_w < -1.3 \dots (3)$$

$$[0087] \quad 0.005 < (d_{1w}-d_{1min})/f_t < 0.05 \dots (4)$$

[0088] 下面给出条件表达式 (1)-(4) 的技术含义。

[0089] 在由四个透镜组 L1 至 L4 组成的各个实施方案的变焦透镜系统中,第二透镜组 L2 的折光力被设定为满足条件表达式 (3) 的充分大的值。这确保了预定的变焦比(约 5)。在该情形中,期望第二透镜组 L2 由三个或更多个透镜元件组成。

[0090] 然而,如果第二透镜组 L2 由三个透镜元件组成,则变焦透镜系统的总长度增大。

[0091] 为了避免这种情况,每个实施方案的第二透镜组 L2 由一对负透镜元件和正透镜元件组成,以便实现紧凑的变焦透镜系统。

[0092] 第二透镜组 L2 的这种双透镜配置可能倾向于增加变焦期间发生的像场弯曲变

化。这可能导致难以在接近广角端的中间变焦位置进行像场弯曲补偿。

[0093] 因此,在每个实施方案中,第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离变化,使得第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离在广角端附近的特定变焦位置(焦距 f_a)处略微减小,但随后大大增大。

[0094] 即,满足条件表达式(1)。因此,广角端附近的变焦位置处的像场弯曲被很好地补偿。

[0095] 如果超过条件表达式(1)的上限,即如果在广角端附近的变焦位置处,第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离变化过小,则中间变焦位置(焦距 f_a)处的像场弯曲补偿可能难于进行。

[0096] 如果超过条件表达式(1)的下限,即如果在广角端附近的变焦位置处,第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离变化过大,则需要广角端处在第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间提供足够大的距离。这是不期望的,因为整个系统变大。

[0097] 条件表达式(2)表达了第二透镜组 L2 和第三透镜组 L3 的轴上厚度的总和,通过望远端的焦距对该总和进行归一化。如果超过条件表达式(2)的上限,即如果第二透镜组 L2 和第三透镜组 L3 中至少一个的轴上厚度过大,则整个系统变得大。

[0098] 如果超过条件表达式(2)的下限,即如果第二透镜组 L2 和第三透镜组 L3 中至少一个的轴上厚度过小,则包括在第二透镜组 L2 中的两个透镜元件之间的空气间隙变得过小。因此,两个透镜元件的布置可能困难。此外,在广角端附近的变焦位置处,周边彗形像差补偿可能变得不期望地困难。

[0099] 条件表达式(3)表示了借助整个系统在广角端的焦距归一化的第二透镜组 L2 的焦距。

[0100] 如果超过条件表达式(3)的上限,即如果第二透镜组 L2 的折光力过小,则系统的总尺寸变得不期望的大。

[0101] 如果超过条件表达式(3)的下限,即,如果第二透镜组 L2 的折光力过小,则难以很好地补偿在广角端附近的变焦位置处的图像周边部分中出现的彗形耀斑。

[0102] 条件表达式(4)是关于在广角端处的从第一透镜组 L1 的后端到第二透镜组 L2 的前端的轴上长度。具体地,条件表达式(4)是关于在广角端处从第一透镜组 L1 的后端至第二透镜组 L2 的前端的轴上长度与前述轴上长度最小的变焦位置(焦距 f_a)处的该轴上长度之间的差异,该最小轴上长度发生在变焦期间的中途点。借助整个系统在望远端的焦距对该差异进行归一化。

[0103] 如果超过条件表达式(4)的上限,则需要充分增大广角端处第一透镜组 L1 和第二透镜组 L2 之间的距离。这可能不期望地增大整个系统的尺寸。

[0104] 如果超过条件表达式(4)的下限,即如果在广角端附近的变焦位置处的前述距离的变化过小,则难以补偿中间变焦位置(焦距 f_a)处的像场弯曲变化。

[0105] 在各个实施方案中,条件表达式(1)-(4)的更理想的设定如下:

$$[0106] \quad 30 < (d_{1t}-d_{1min})/(d_{1w}-d_{1min}) < 70 \cdots (1a)$$

$$[0107] \quad 0.31 < (TD2+TD3)/f_t < 0.34 \quad \cdots (2a)$$

$$[0108] \quad -1.6 < f_2/f_w < -1.4 \quad \cdots (3a)$$

$$[0109] \quad 0.007 < (d_{1w}-d_{1min})/f_t < 0.03 \quad \cdots (4a)$$

[0110] 另外,在各个实施方案中,可以在相对于第一透镜组 L1 的物侧或者在相对于第四透镜组 L4 的像侧提供具有小折光力的透镜组。

[0111] 作为替代,可以在相对于第一透镜组 L1 的物侧或者在相对于第四透镜组 L4 的像侧提供望远变换透镜 (teleconverter lens) 或广角变换透镜 (wide converter lens)。

[0112] 如上文所述,在各个实施方案中,适当考虑诸如透镜组的配置和用于在变焦期间移动透镜组的方法之类的设置。因此,当减小透镜元件的数目以便减小变焦透镜系统的总长度时,可以提供变焦比约为 5、表现出明亮的高光学性能并且适于在例如数字静物照相机中使用的变焦透镜系统。

[0113] 接下来,将给出根据本发明实施方案的数值实例。在各个数值实例中, i 表示从物侧起计数的透镜表面的序号, R_i 表示第 i 个透镜表面 (第 i 表面) 的曲率半径, D_i 表示第 i 表面与第 $(i+1)$ 表面之间的距离, N_i 表示对于 d 线的折射率,而 v_i 表示阿贝数。

[0114] 最接近像侧的两个表面构成光学块 G。

[0115] 当 X 是在距光轴高度 h 处在光轴方向上离表面顶点的位移时,非球面表面的形状如下表示:

$$[0116] \quad X = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Ah^2 + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10}$$

[0117] 在上述表达式中, k 表示锥体常数; A 、 B 、 C 、 D 和 E 分别是第二、第四、第六、第八和第十次的非球面常数;而 R 表示旁轴曲率半径。

[0118] 另外, " $e-0X$ " 表示 " $\times 10^{-X}$ ", f 表示焦距, Fno 表示 f 数,且 ω 表示半视角。

[0119] 下表 5 示出以上所示的条件表达式 (1)-(4) 和数值实例之间的关系。

[0120] 数值实例 1

$$[0121] \quad f = 6.76 \sim 32.19 \quad Fno = 3.24 \sim 5.882 \quad \omega = 59.6 \sim 13.6$$

$$[0122] \quad R1 = 36.425 \quad D1 = 0.90 \quad N1 = 1.846660 \quad v1 = 23.9$$

$$[0123] \quad R2 = 20.870 \quad D2 = 2.60 \quad N2 = 1.804000 \quad v2 = 46.6$$

$$[0124] \quad R3 = 423.219 \quad D3 = \text{可变}$$

$$[0125] \quad * R4 = -120.928 \quad D4 = 1.65 \quad N3 = 1.848620 \quad v3 = 40.0$$

$$[0126] \quad * R5 = 5.369 \quad D5 = 1.97$$

$$[0127] \quad R6 = 9.531 \quad D6 = 1.70 \quad N4 = 1.922860 \quad v4 = 18.9$$

$$[0128] \quad R7 = 21.305 \quad D7 = \text{可变}$$

$$[0129] \quad * R8 = 5.124 \quad D8 = 2.30 \quad N5 = 1.882997 \quad v5 = 40.8$$

$$[0130] \quad R9 = 16.216 \quad D9 = 0.70 \quad N6 = 1.808095 \quad v6 = 22.8$$

$$[0131] \quad R10 = 4.203 \quad D10 = 0.52$$

$$[0132] \quad R11 = 10.171 \quad D11 = 1.80 \quad N7 = 1.487490 \quad v7 = 70.2$$

$$[0133] \quad R12 = -14.353 \quad D12 = \text{可变}$$

$$[0134] \quad R13 = 12.341 \quad D13 = 1.80 \quad N8 = 1.487490 \quad v8 = 70.2$$

$$[0135] \quad R14 = 131.500 \quad D14 = \text{可变}$$

$$[0136] \quad R15 = \infty \quad D15 = 1.00 \quad N9 = 1.516330 \quad v9 = 64.1$$

$$[0137] \quad R16 = \infty$$

$$[0138] \quad \backslash \text{焦距 } 6.76 \quad 14.94 \quad 32.19$$

$$[0139] \quad \text{可变范围} \backslash$$

- [0140] D3 1.20 6.79 16.40
 [0141] D7 15.09 4.97 1.17
 [0142] D12 5.851 1.02 21.19
 [0143] D14 4.69 6.23 3.85
 [0144] 非球面系数
 [0145] 第4表面 :k = 0.00000e+00A = 0 B = 1.11274e-05
 [0146] C = 0.00000e+00D = 0.00000e+00 E = 0.00000e+00
 [0147] 第5表面 :k = -2.79279e+00A = 0 B = 1.72320e-03
 [0148] C = -3.57723e-05D = 8.38261e-07 E = -9.90647e-09
 [0149] 第8表面 :k = -2.67014e-01A = 0 B = -9.28612e-05
 [0150] C = 2.70007e-06D = -1.61409e-07 E = 0.00000e+00
 [0151] 表1
 [0152]

变焦比	4.76			
	广角	中间(d1min)	中间	望远
焦距	6.76	7.42	15.26	32.19
Fno	3.24	3.37	4.33	5.88
视角	29.8°	27.6°	14.2°	6.8°
像高	3.88	3.88	3.88	3.88
总透镜长度	44.20	42.57	46.88	58.70
BF	6.13	6.44	7.70	5.30

[0153]

D3	1.2	0.92	6.79	16.4
D7	15.09	13.03	4.97	1.17
D12	5.85	6.23	11.02	21.19
D14	4.69	5.00	6.23	3.85

[0154] 变焦透镜组数据

[0155]

组	前表面序号	焦距
1	1	51.54
2	4	-10.40
3	8	12.30

组	前表面序号	焦距
4	13	27.80

[0156] 数值实例 2

[0157] $f = 6.76 \sim 32.35$ $F_{no} = 3.30 \sim 5.69$ $2\omega = 59.6 \sim 13.6$

[0158] $R1 = 33.137$ $D1 = 0.90$ $N1 = 1.846660$ $v1 = 23.9$

[0159] $R2 = 19.192$ $D2 = 2.80$ $N2 = 1.804000$ $v2 = 46.6$

[0160] $R3 = 242.172$ $D3 = \text{可变}$

[0161] * $R4 = -96.261$ $D4 = 1.65$ $N3 = 1.848620$ $v3 = 40.0$

[0162] * $R5 = 5.396$ $D5 = 1.89$

[0163] $R6 = 9.316$ $D6 = 1.80$ $N4 = 1.922860$ $v4 = 18.9$

[0164] $R7 = 20.239$ $D7 = \text{可变}$

[0165] * $R8 = 5.232$ $D8 = 2.10$ $N5 = 1.882997$ $v5 = 40.8$

[0166] $R9 = 8.992$ $D9 = 0.90$ $N6 = 1.922860$ $v6 = 18.9$

[0167] $R10 = 4.476$ $D10 = 0.49$

[0168] $R11 = 10.995$ $D11 = 1.70$ $N7 = 1.603112$ $v7 = 60.6$

[0169] $R12 = -17.967$ $D12 = \text{可变}$

[0170] $R13 = 11.887$ $D13 = 1.80$ $N8 = 1.487490$ $v8 = 70.2$

[0171] $R14 = 91.923$ $D14 = \text{可变}$

[0172] $R15 = \infty$ $D15 = 1.00$ $N9 = 1.516330$ $v9 = 64.1$

[0173] $R16 = \infty$

[0174] \ 焦距 6.76 15.26 32.35

[0175] 可变范围 \

[0176] $D3$ 1.20 7.43 16.37

[0177] $D7$ 16.47 5.78 1.68

[0178] $D12$ 7.50 12.19 20.99

[0179] $D14$ 3.91 5.67 3.96

[0180] 非球面系数

[0181] 第 4 表面 : $k = 0.00000e+00$ $A = 0$ $B = 1.61717e-05$

[0182] $C = 0.00000e+00$ $D = 0.00000e+00$ $E = 0.00000e+00$

[0183] 第 5 表面 : $k = -2.66336e+00$ $A = 0$ $B = 1.62355e-03$

[0184] $C = -3.08981e-05$ $D = 7.08247e-07$ $E = -8.07232e-09$

[0185] 第 8 表面 : $k = -2.08095e-01$ $A = 0$ $B = -1.18950e-04$

[0186] $C = 7.75056e-07$ $D = -1.84441e-07$ $E = 0.00000e+00$

[0187] 表 2

[0188]

变焦比	4.79			
	广角	中间(d1min)	中间	望远
焦距	6.76	7.42	15.26	32.35
Fno	3.30	3.42	4.32	5.69
视角	29.8°	27.6°	14.2°	6.8°
像高	3.88	3.88	3.88	3.88
透镜总长度	46.43	44.55	48.42	60.36
BF	5.23	5.55	6.99	5.28

[0189]

D3	1.2	0.76	7.43	16.37
D7	16.47	14.31	5.78	1.68
D12	7.5	7.91	12.19	20.99
D14	3.91	4.23	5.67	3.96

[0190] 变焦透镜组数据

[0191]

组	前表面序号	焦距
1	1	49.51
2	4	-10.19
3	8	12.41
4	13	27.80

[0192] 数值实例 3

[0193] $f = 6.76 \sim 32.35$ $Fno = 2.93 \sim 5.35$ $2\omega = 59.6 \sim 13.6$ [0194] $R1 = 37.196$ $D1 = 0.90$ $N1 = 1.846660$ $v1 = 23.9$ [0195] $R2 = 21.532$ $D2 = 2.70$ $N2 = 1.804000$ $v2 = 46.6$ [0196] $R3 = 440.672$ $D3 = \text{可变}$ [0197] $*R4 = -107.214$ $D4 = 1.65$ $N3 = 1.848620$ $v3 = 40.0$ [0198] $*R5 = 5.516$ $D5 = 1.93$ [0199] $R6 = 9.693$ $D6 = 1.80$ $N4 = 1.922860$ $v4 = 18.9$ [0200] $R7 = 21.867$ $D7 = \text{可变}$ [0201] $*R8 = 5.118$ $D8 = 2.30$ $N5 = 1.882997$ $v5 = 40.8$ [0202] $R9 = 16.888$ $D9 = 0.70$ $N6 = 1.808095$ $v6 = 22.8$ [0203] $R10 = 4.211$ $D10 = 0.52$

- [0204] R11 = 10.186 D11 = 1.80 N7 = 1.487490 v 7 = 70.2
 [0205] R12 = -14.473 D12 = 可变
 [0206] R13 = 14.277 D13 = 1.80 N8 = 1.603112 v 8 = 60.6
 [0207] R14 = 91.600 D14 = 可变
 [0208] R15 = ∞ D15 = 0.50 N9 = 1.516330 v 9 = 64.1
 [0209] R16 = ∞
 [0210] \ 焦距 6.76 14.94 32.35
 [0211] 可变范围 \
 [0212] D3 1.20 7.61 17.46
 [0213] D7 14.85 4.83 1.01
 [0214] D12 5.25 9.95 20.08
 [0215] D14 4.84 6.36 3.70
 [0216] 非球面系数
 [0217] 第 4 表面 :k = 0.00000e+00A = 0 B = 6.10931e-06
 [0218] C = 0.00000e+00 D = 0.00000e+00 E = 0.00000e+00
 [0219] 第 5 表面 :k = -2.94241e+00 A = 0 B = 1.67564e-03
 [0220] C = -3.45129e-05 D = 7.52887e-07 E = -8.61464e-09
 [0221] 第 8 表面 :k = -2.30344e-01A = 0 B = -1.37478e-04
 [0222] C = 2.42068e-06 D = -2.36697e-07 E = 0.00000e+00
 [0223] 表 3
 [0224]

变焦比	4.79			
	广角	中间 (d1min)	中间	望远
焦距	6.76	7.42	14.94	32.35
Fno	2.93	3.04	3.92	5.35
视角	29.8°	27.6°	14.5°	6.8°
像高	3.88	3.88	3.88	3.88
透镜总长度	43.84	41.99	46.98	59.95
BF	6.43	6.79	7.95	5.29

[0225]

D3	1.2	0.75	7.61	17.46
D7	14.85	12.82	4.83	1.01
D12	5.25	5.51	9.95	20.08
D14	4.84	5.20	6.36	3.7

[0226] 变焦透镜组数据

[0227]

组	前表面序号	焦距
1	1	52.48
2	4	-10.61
3	8	12.25
4	13	27.80

[0228] 数值实例 4

[0229] $f = 6.78 \sim 32.36$ $F_{no} = 3.28 \sim 5.712$ $\omega = 56.0 \sim 13.2$

[0230] $R1 = 24.751$ $D1 = 0.90$ $N1 = 1.846660$ $v1 = 23.9$

[0231] $R2 = 15.330$ $D2 = 3.30$ $N2 = 1.772499$ $v2 = 49.6$

[0232] $R3 = 135.311$ $D3 = \text{可变}$

[0233] $*R4 = -57.014$ $D4 = 1.30$ $N3 = 1.861530$ $v3 = 40.4$

[0234] $*R5 = 5.643$ $D5 = 2.16$

[0235] $R6 = 9.619$ $D6 = 1.70$ $N4 = 1.922860$ $v4 = 18.9$

[0236] $R7 = 20.484$ $D7 = \text{可变}$

[0237] $*R8 = 7.587$ $D8 = 2.20$ $N5 = 1.519480$ $v5 = 61.8$

[0238] $R9 = -15.058$ $D9 = 0.32$

[0239] $R10 = 6.462$ $D10 = 1.60$ $N6 = 1.772499$ $v6 = 49.6$

[0240] $R11 = 15.488$ $D11 = 1.10$ $N7 = 1.846660$ $v7 = 23.9$

[0241] $R12 = 4.018$ $D12 = \text{可变}$

[0242] $R13 = 9.638$ $D13 = 2.10$ $N8 = 1.487490$ $v8 = 70.2$

[0243] $R14 = -225.919$ $D14 = \text{可变}$

[0244] $R15 = \infty$ $D15 = 0.30$ $N9 = 1.516330$ $v9 = 64.1$

[0245] $R16 = \infty$

[0246] \ 焦距 6.78 13.75 32.36

[0247] 可变范围 \

[0248] $D3$ 1.80 4.99 15.16

[0249] $D7$ 15.15 5.81 1.41

[0250] $D12$ 5.19 9.20 15.64

[0251] $D14$ 1.45 2.84 1.08

[0252] 非球面系数

[0253] 第 4 表面 : $k = 0.00000e+00$ $A = 0$ $B = 2.48921e-04$

[0254] $C = -1.97347e-06$ $D = 0.00000e+00$ $E = 0.00000e+00$

[0255] 第 5 表面 : $k = -2.86375e+00$ $A = 0$ $B = 1.85358e-03$

[0256] $C = -2.41558e-05$ $D = 8.96295e-07$ $E = -1.58748e-08$

[0257] 第 8 表面 : $k = -2.33660e+00$ $A = 0$ $B = 1.30026e-04$

[0258] $C = 1.26205e-05$ $D = -1.57731e-06$ $E = 0.00000e+00$

[0259] 表 4

[0260]

变焦比	4.77			
	广角	中间(d1min)	中间	望远
焦距	6.78	7.42	13.75	32.36
Fno	3.28	3.37	4.33	5.71
视角	29°	26.9 (15.3 (6.6 (
像高	3.76	3.76	3.76	3.76
透镜总长度	43.28	40.04	42.54	52.99
BF	4.46	4.73	5.85	4.10

[0261]

D3	1.8	0.44	4.99	15.16
D7	15.15	11.67	5.81	1.41
D12	5.19	6.51	9.2	15.64
D14	1.45	1.72	2.84	1.08

[0262] 变焦透镜组数据

[0263]

组	前表面序号	焦距
1	1	41.41
2	4	-9.92
3	8	11.33
4	13	19.02

[0264] 表 5

[0265]

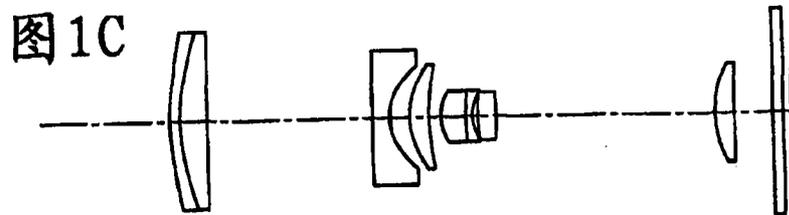
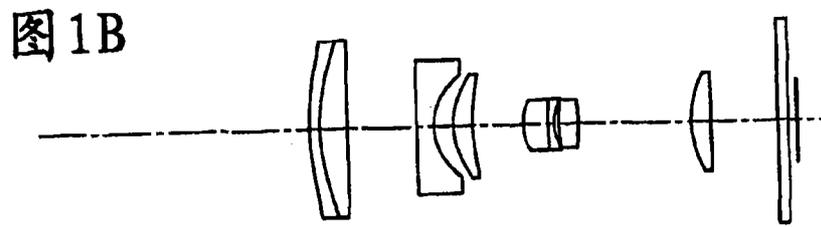
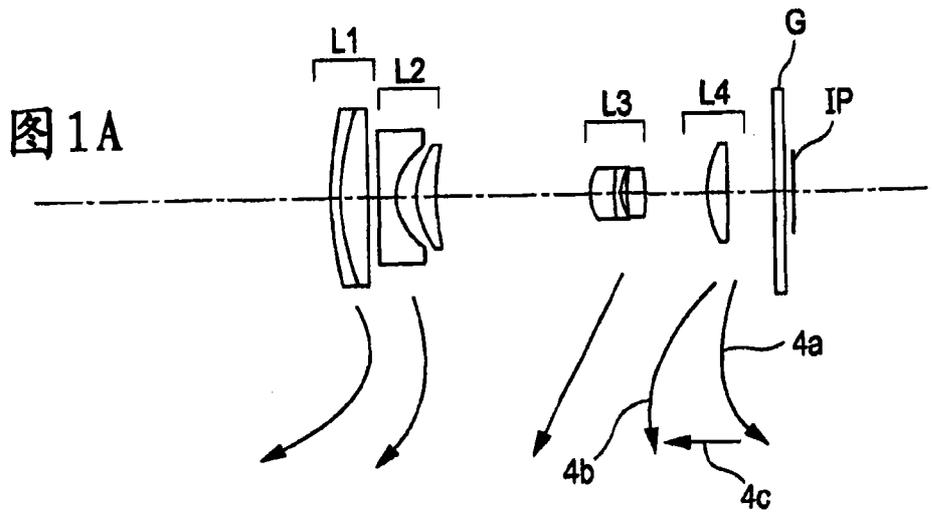
数值实例	条件表达式			
	1	2	3	4
1	55.3	0.33	-1.54	0.009
2	35.2	0.33	-1.51	0.014
3	37.0	0.33	-1.57	0.014
4	10.9	0.32	-1.46	0.042

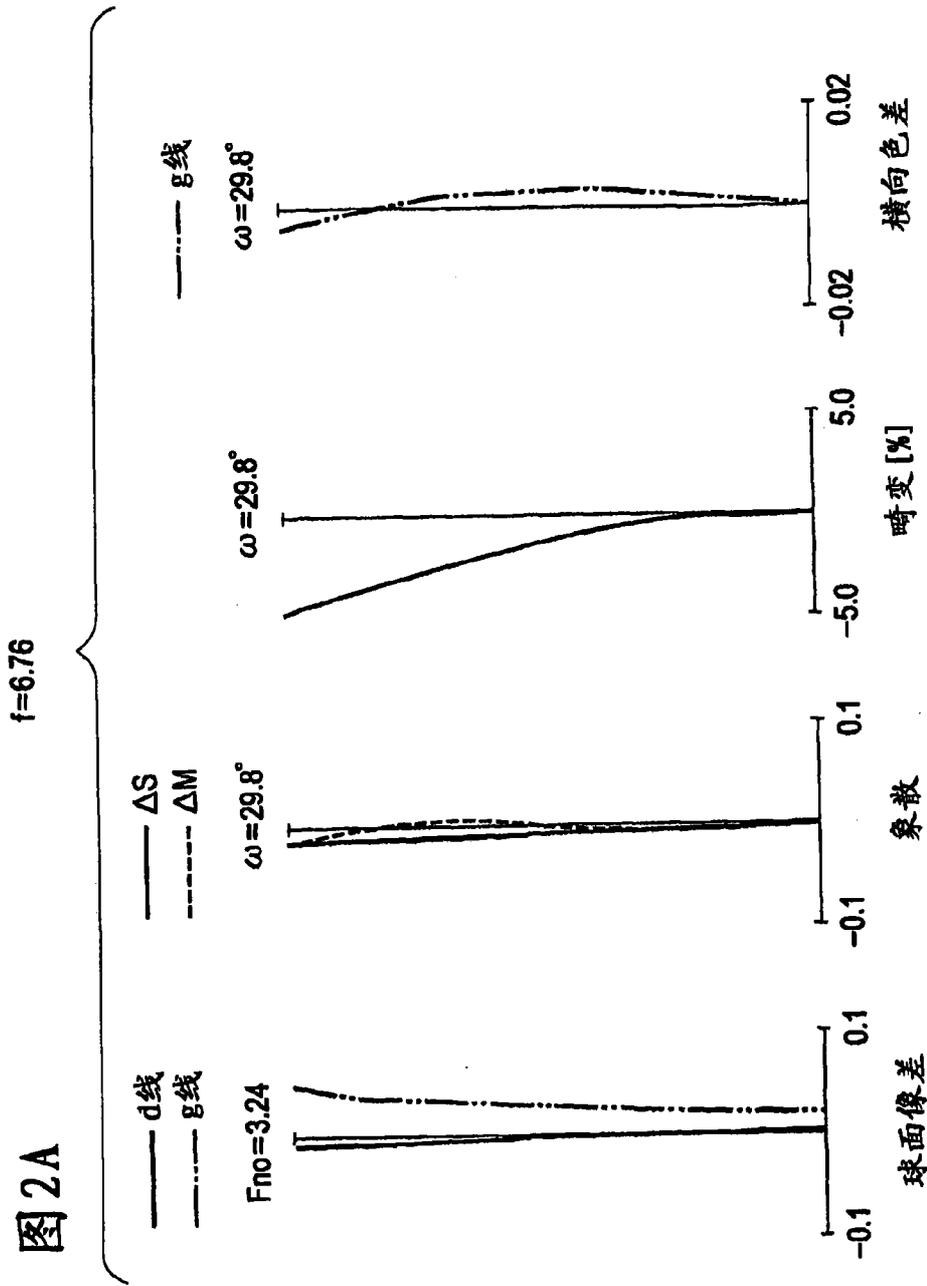
[0266] 接下来,将参照图 9 描述数字静物照相机的一个实施方案,该数字静物照相机包括根据第一至第四实施方案中任一个的变焦透镜系统作为摄像光学系统。

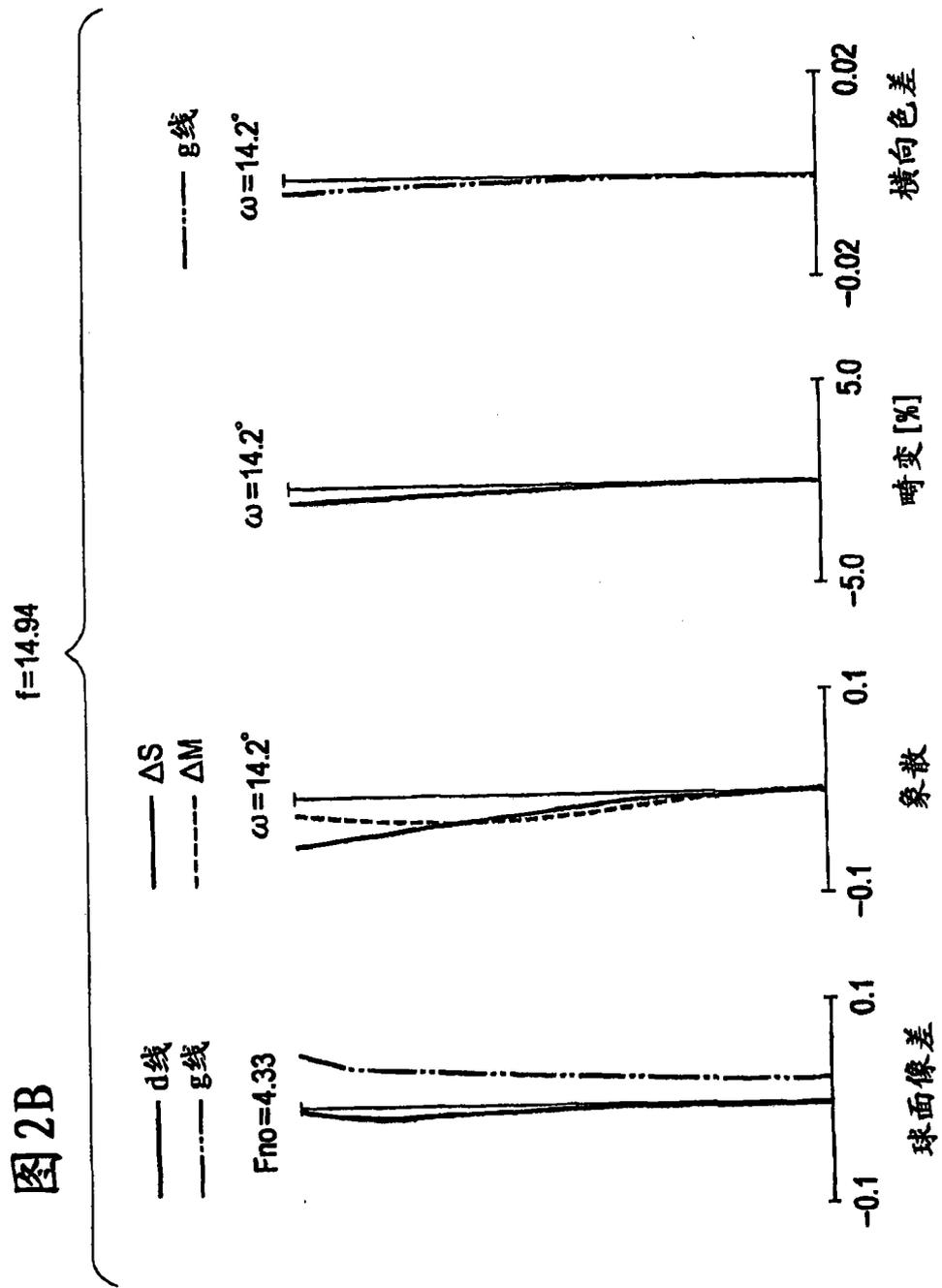
[0267] 在图 9 中,照相机体 20 被提供有摄像光学系统 21,该摄像光学系统是第一至第四实施方案中的任一个中所述的变焦透镜系统。照相机体 20 容纳有固态图像拾取器件(光电转换元件)22,如 CCD 传感器或 CMOS 传感器,该器件接收由摄像光学系统 21 形成的物体图像的光。照相机体 20 还被提供有:存储器 23,该存储器存储关于物体图像的信息,该物体图像经过由所述固态图像拾取器件 22 执行的光电转换;和取景器 24,该取景器是例如液晶显示板,通过该取景器观察在固态图像拾取器件 22 上形成的物体图像。

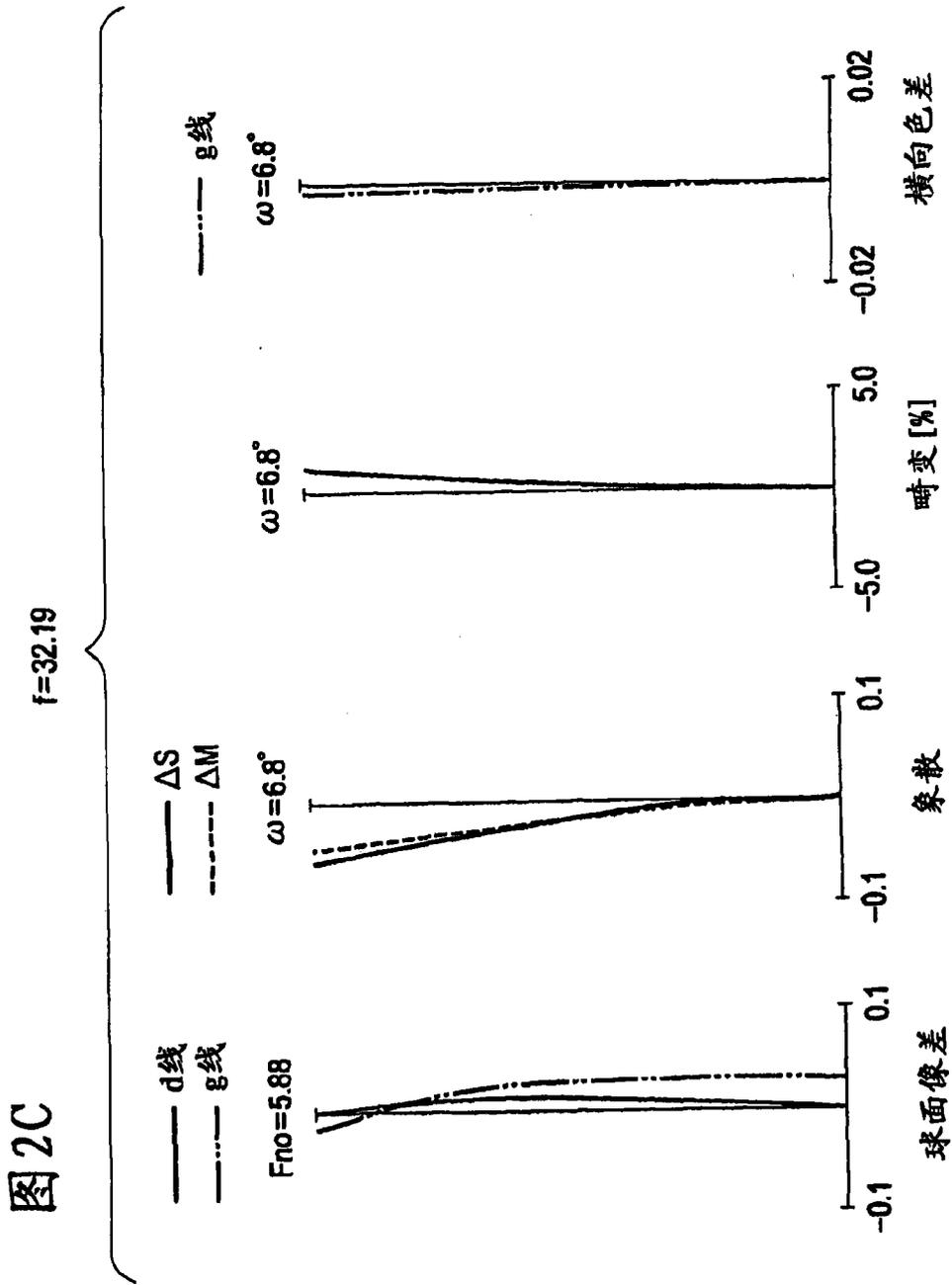
[0268] 通过将根据本发明任一实施方案的变焦透镜系统应用于诸如数字静物照相机的图像拾取设备,可以提供具有高光学性能的紧凑图像拾取设备。

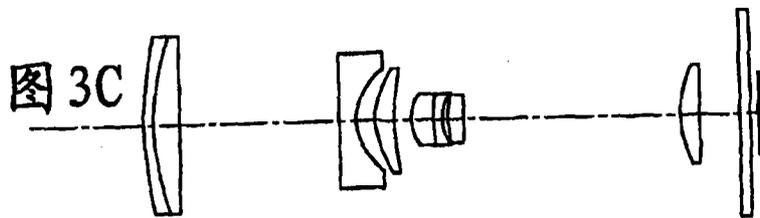
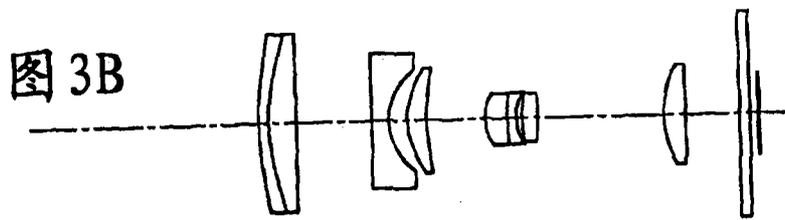
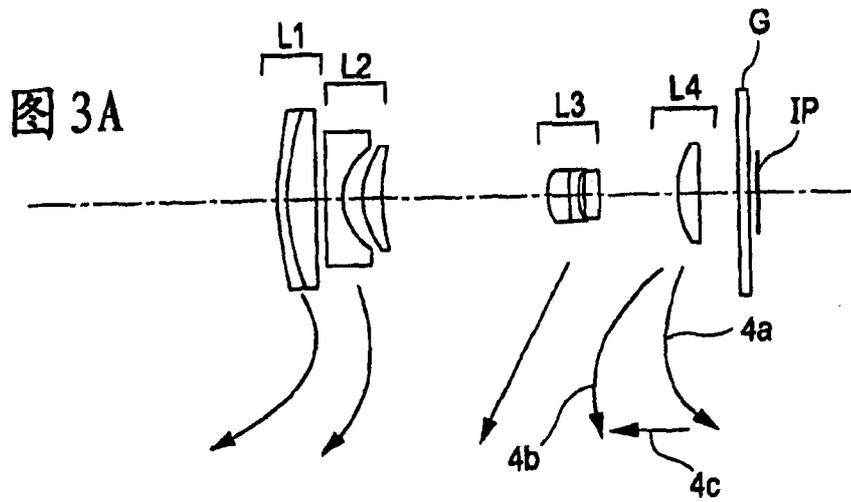
[0269] 尽管参照示例性实施方案对本发明进行了说明,然而应当理解,本发明不局限于所公开的示例性实施方案。以下权利要求的范围应被给予最宽的解释,以便涵盖所有的变化以及等同结构和功能。











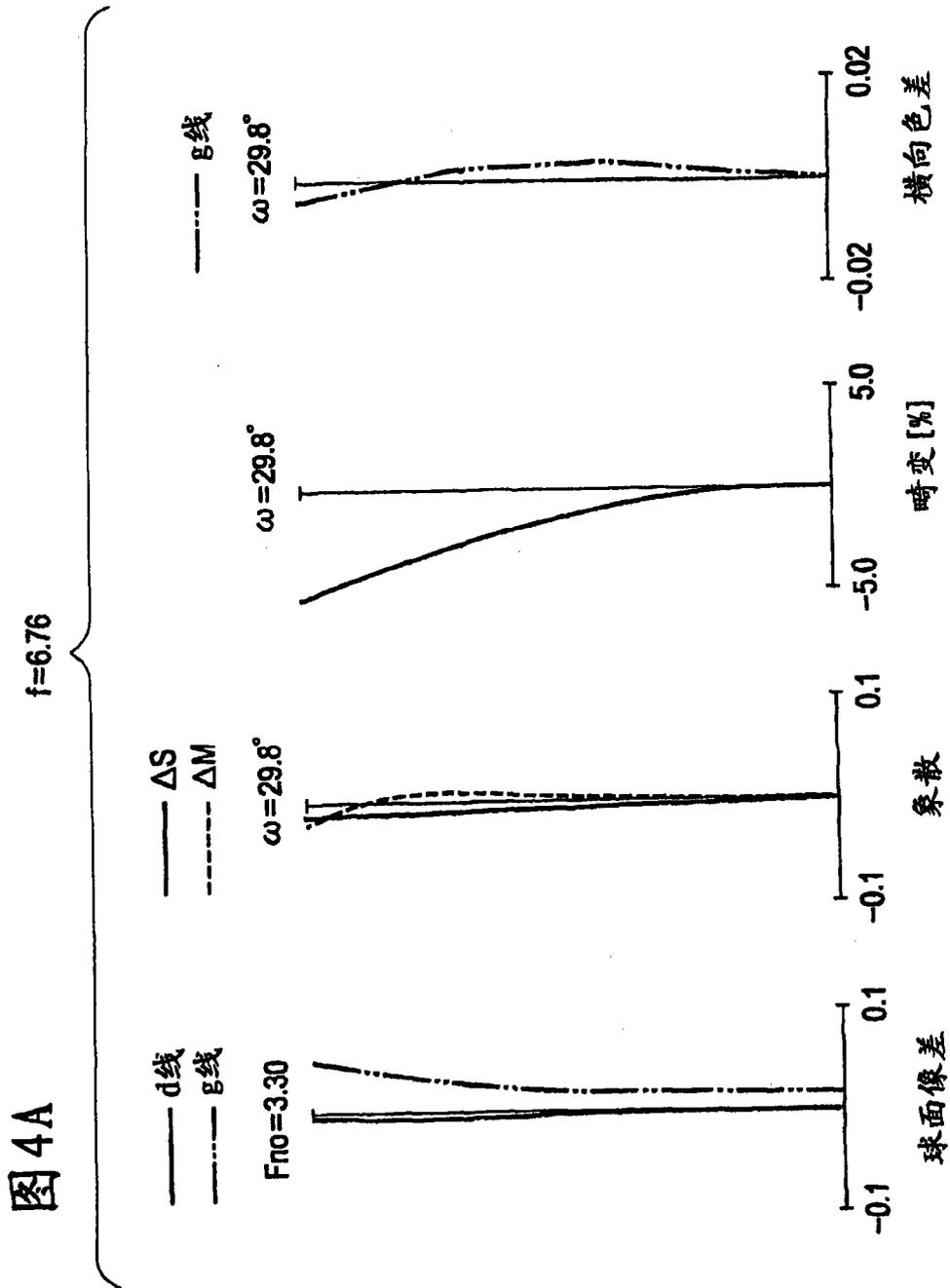
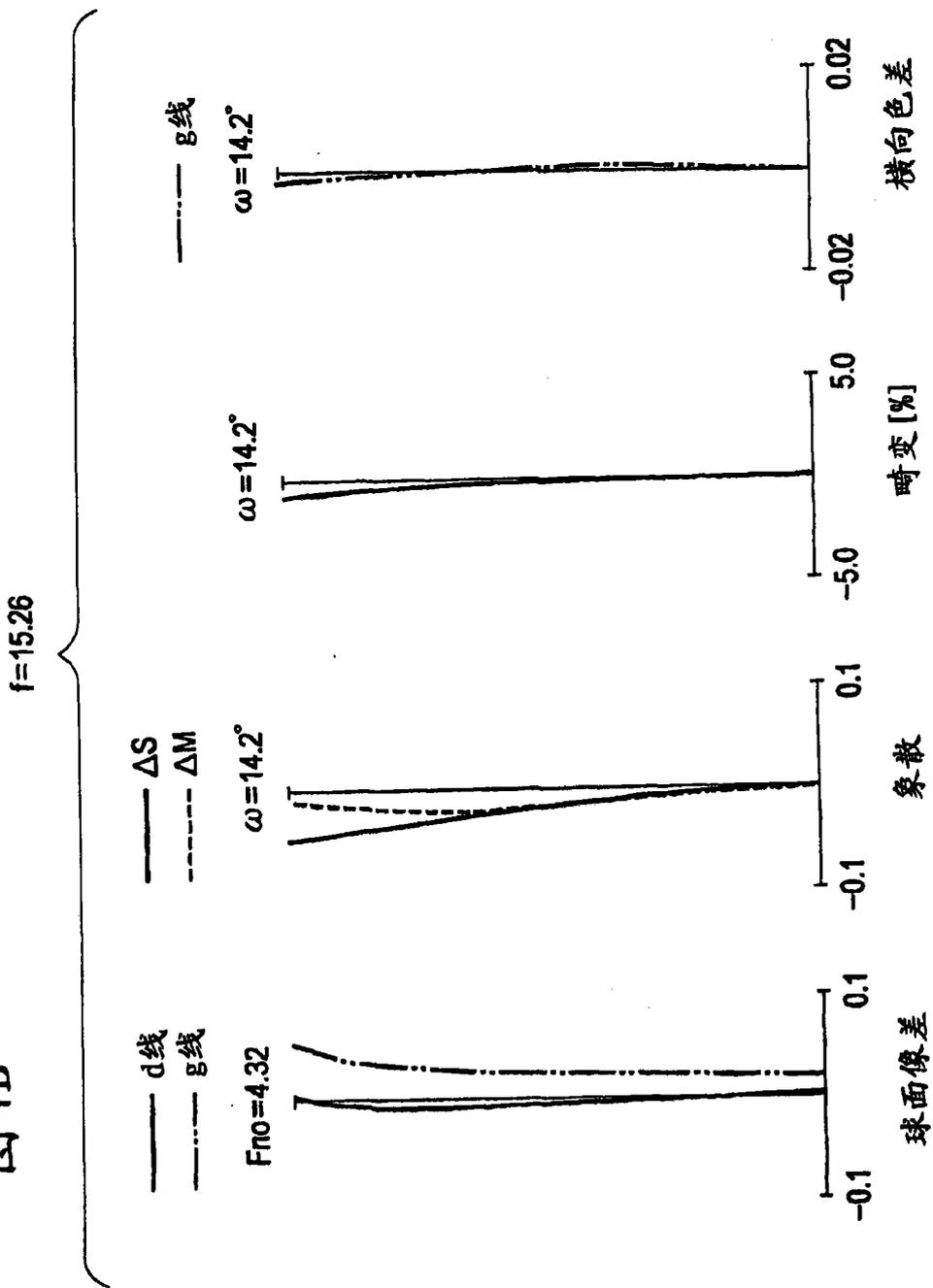
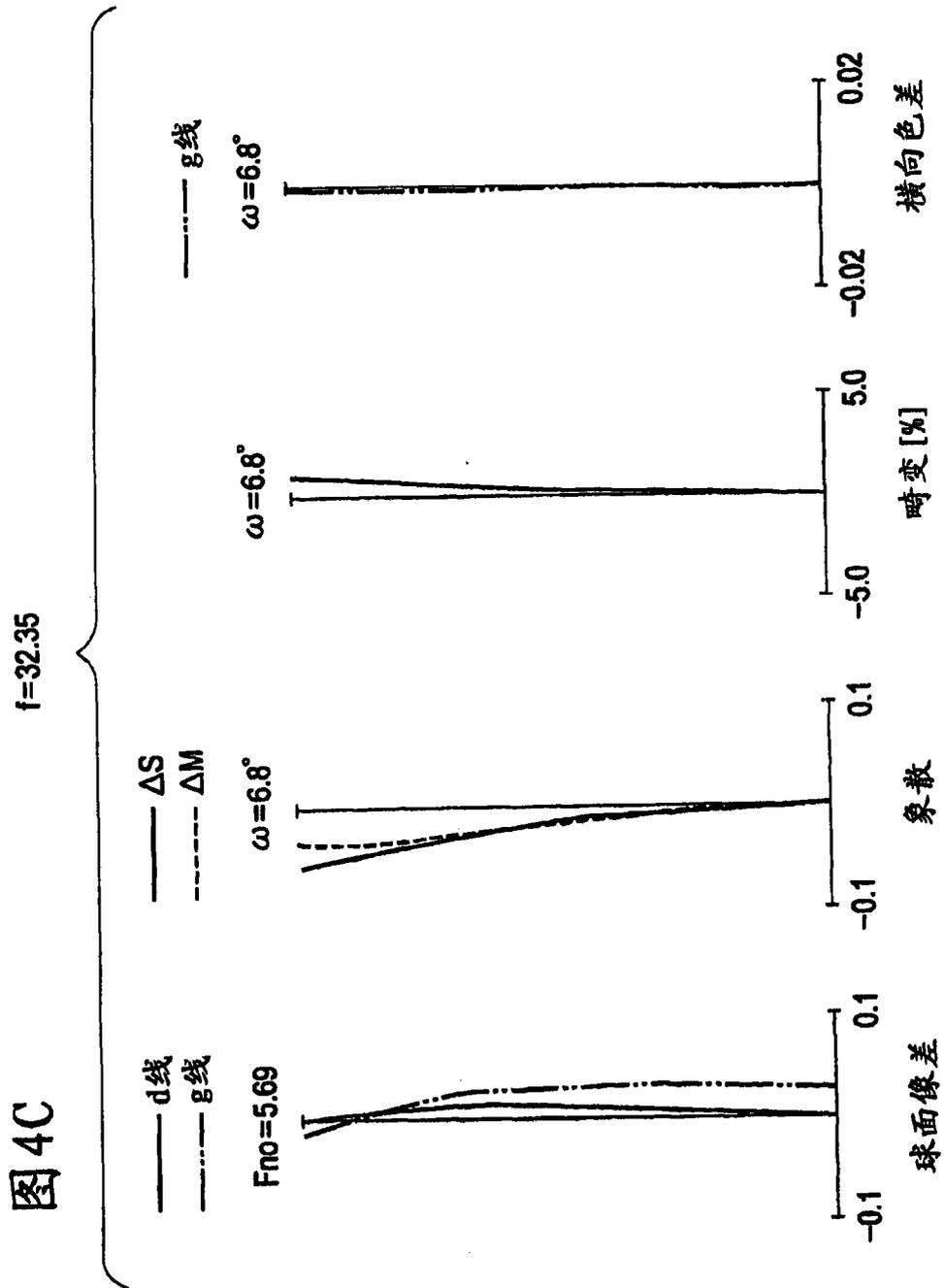
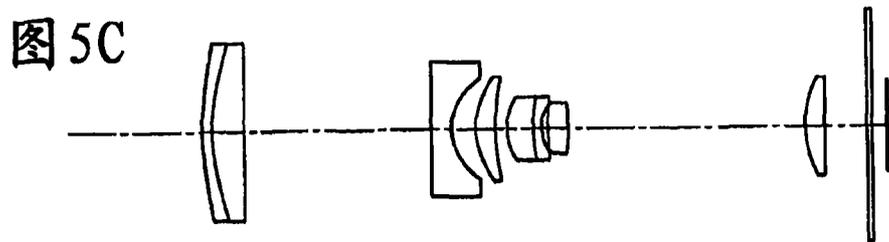
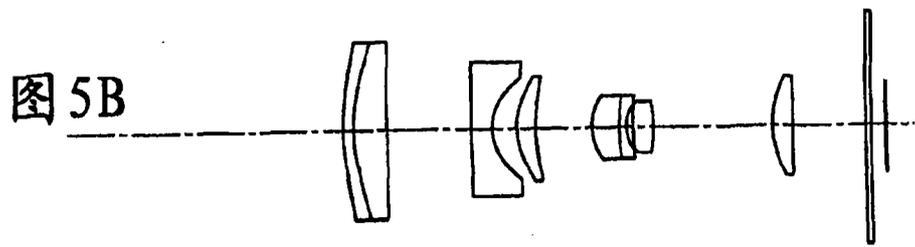
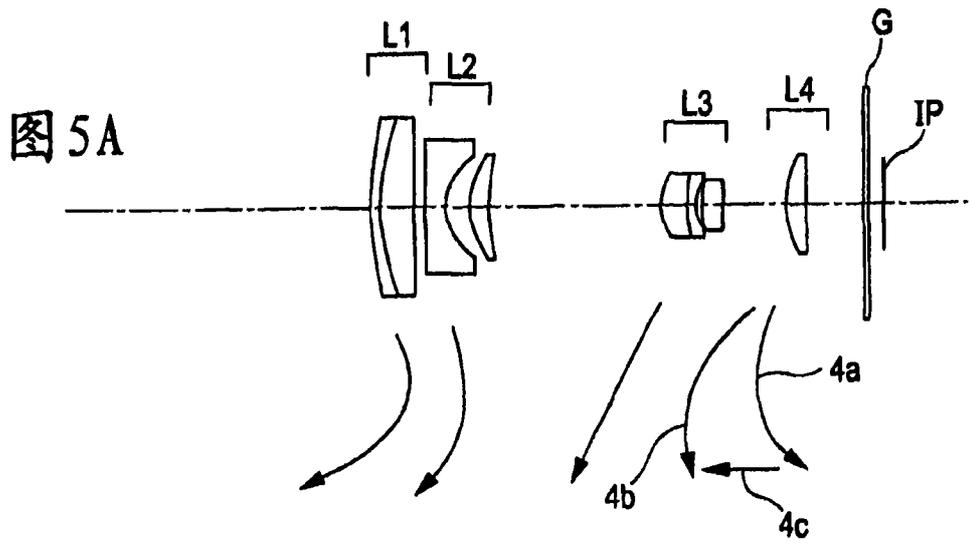
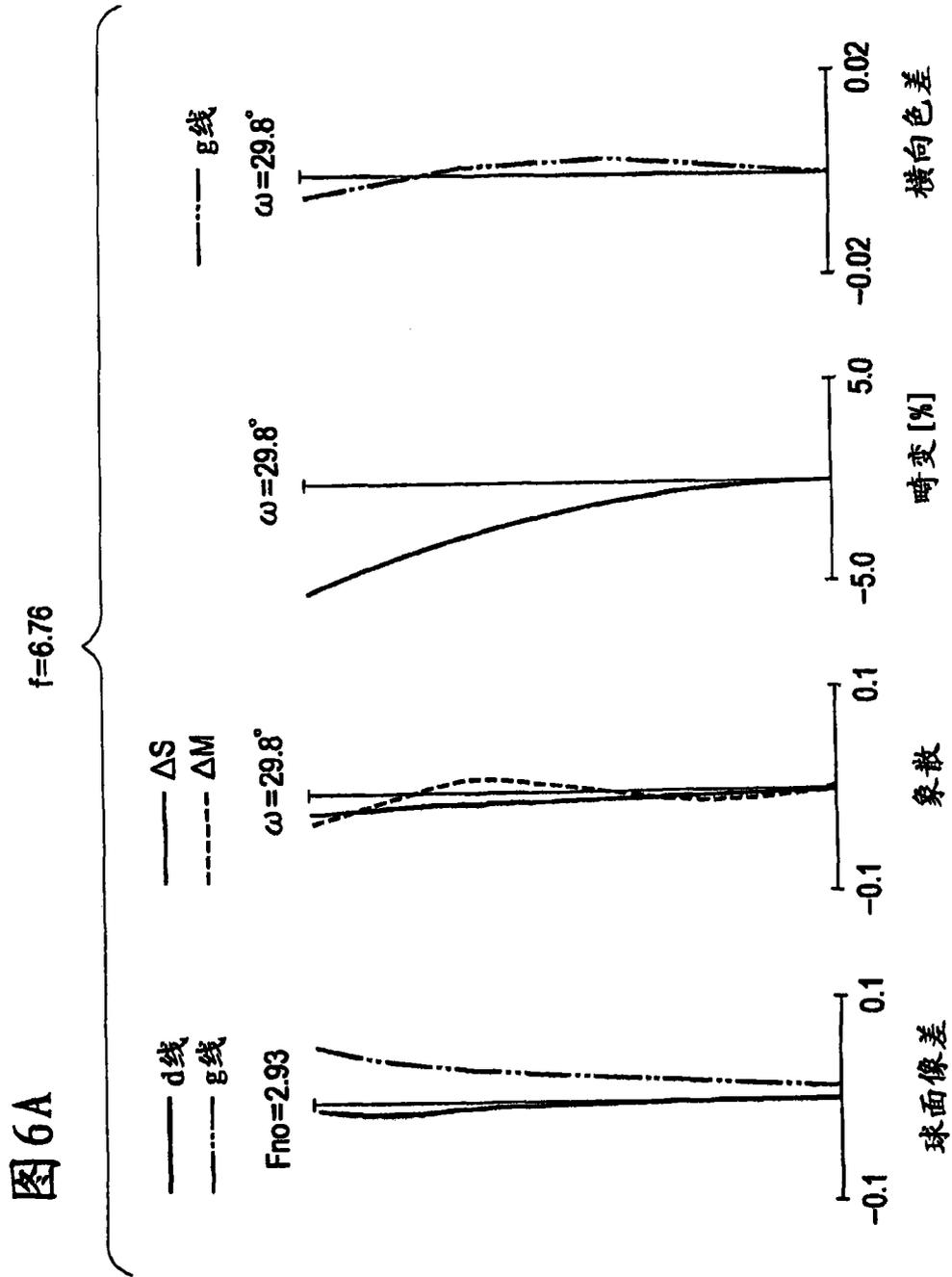


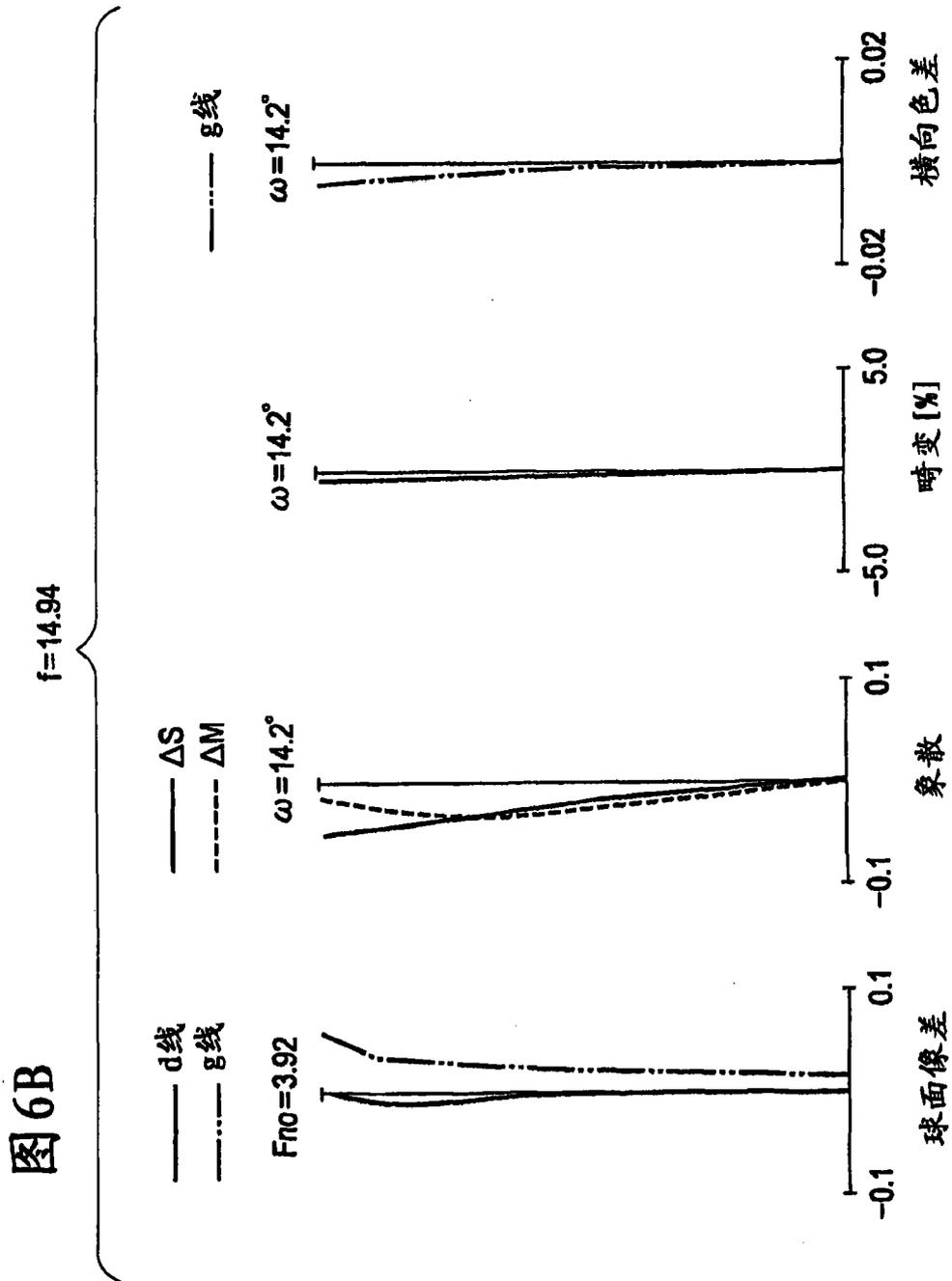
图4B

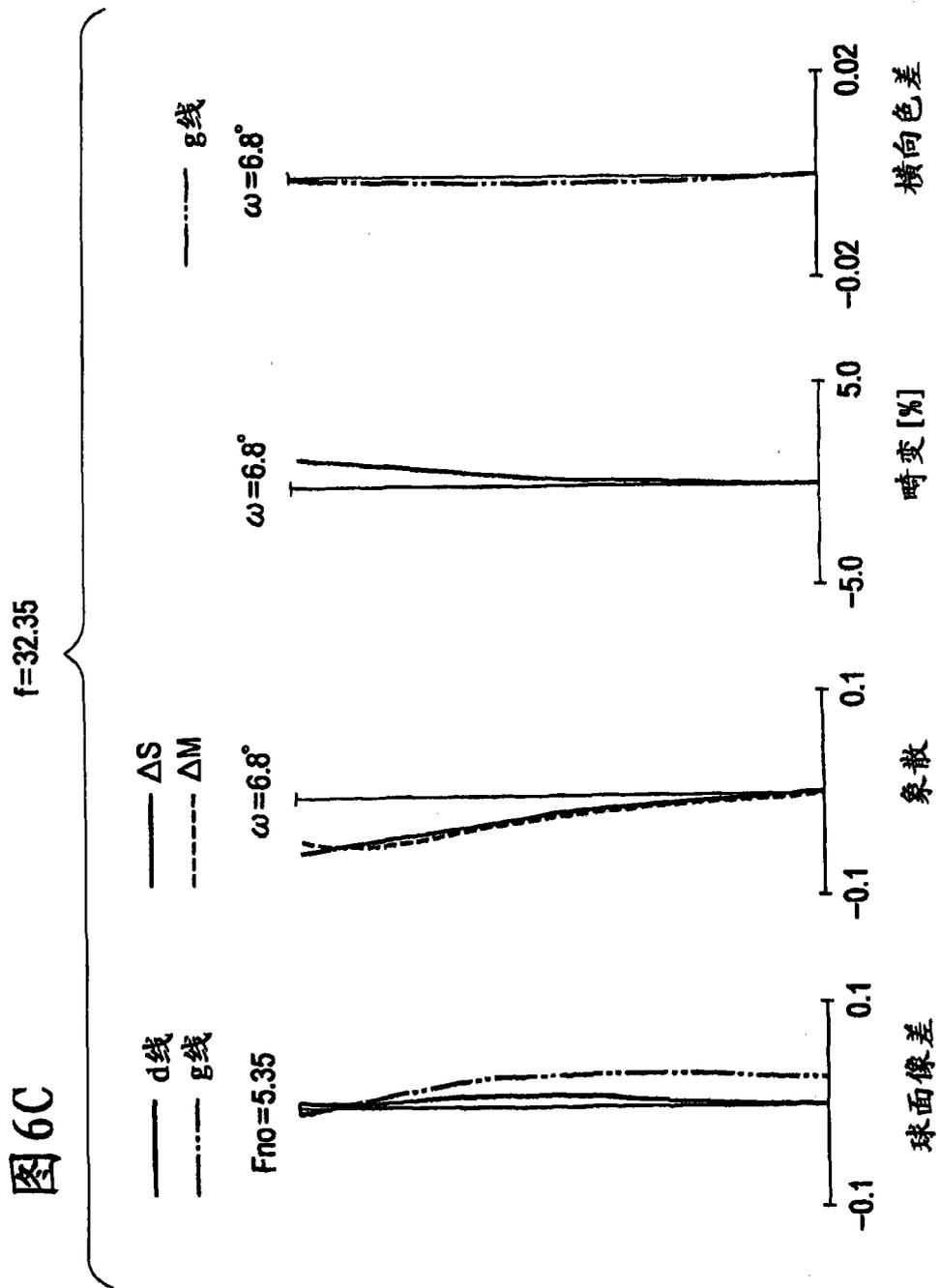


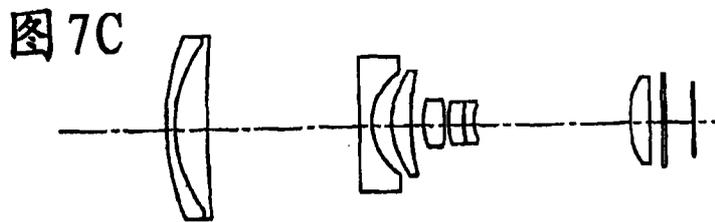
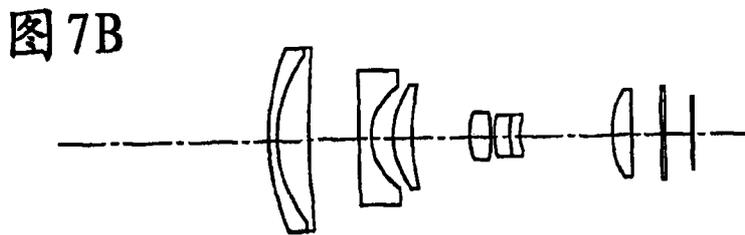
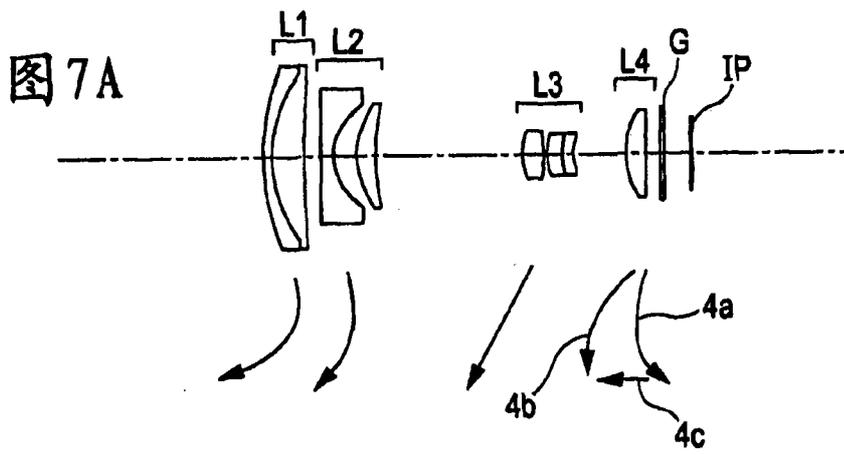


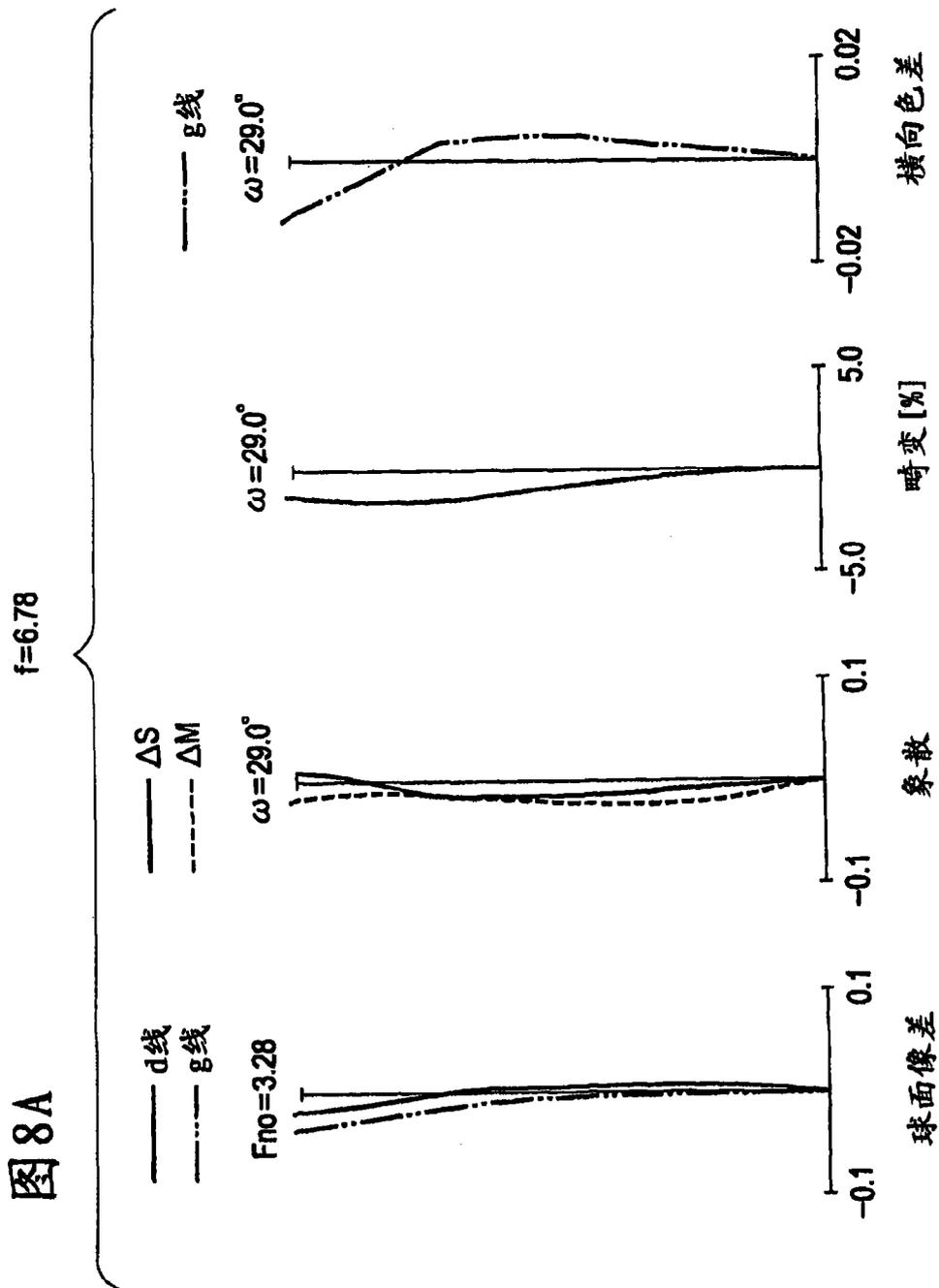


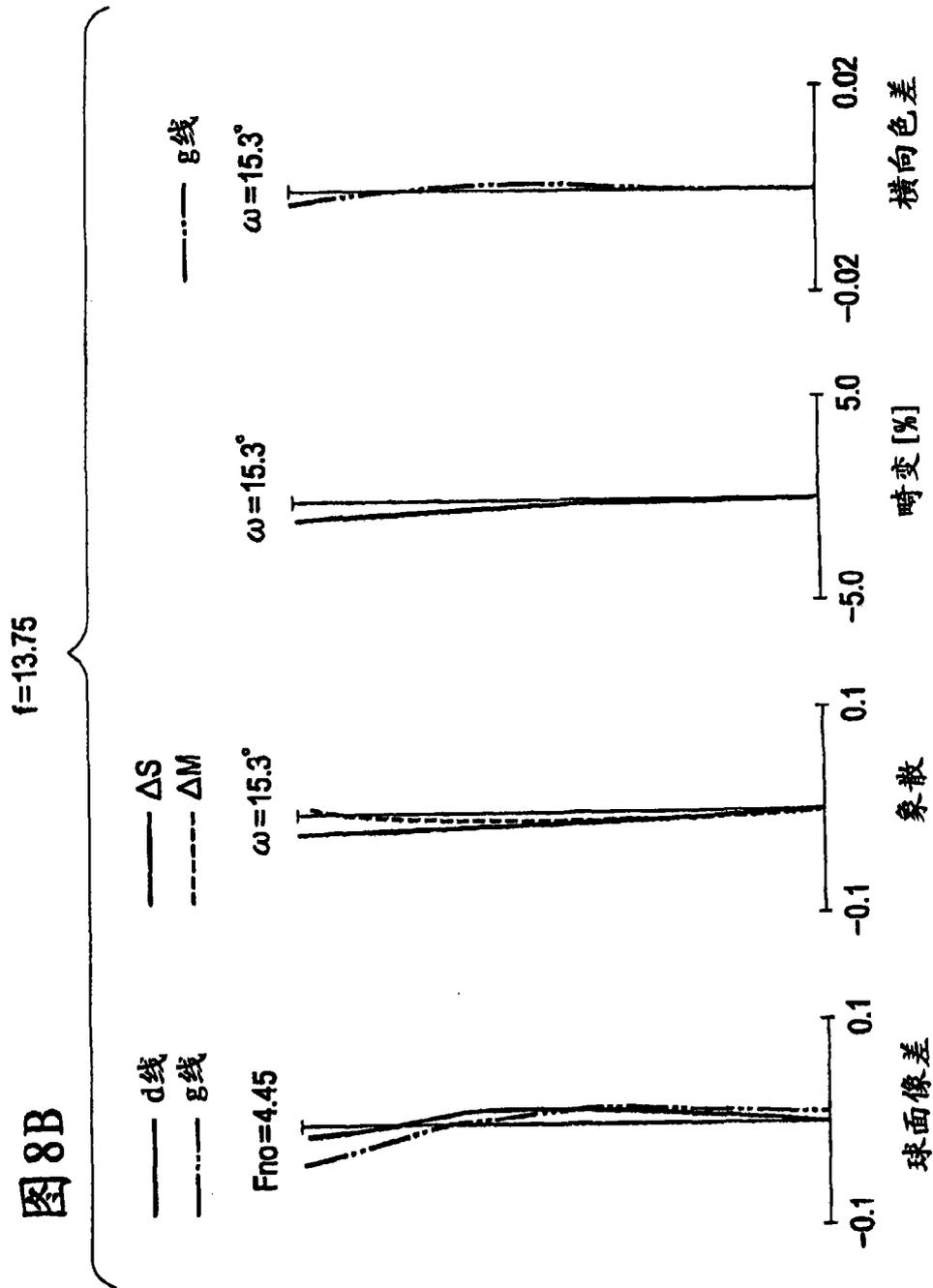


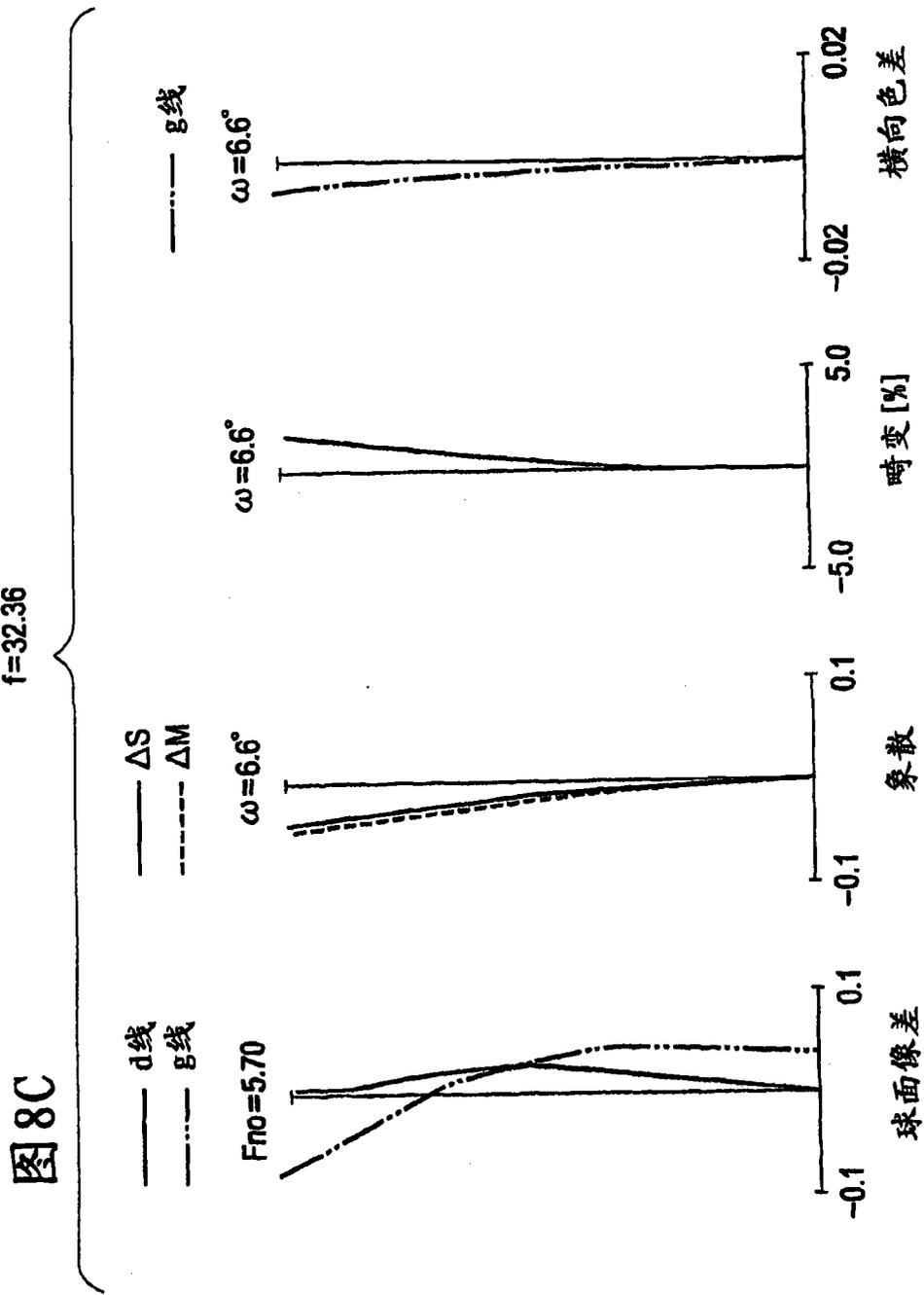












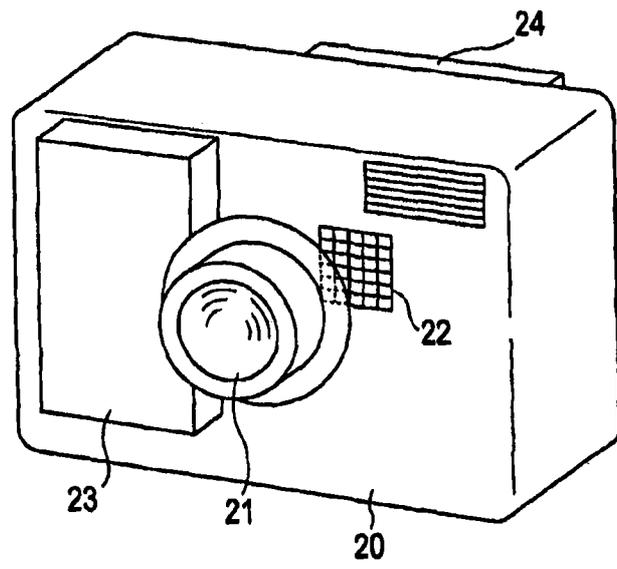


图 9