



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1877387 B

(45) 授权公告日 2010.05.26

(21) 申请号 200610093005.9

W0 2004025348 A1, 2004.03.25, 全文.

(22) 申请日 2006.06.02

US 5818646 A, 1998.10.06, 全文.

(30) 优先权数据

US 20040223232 A1, 2004.11.11, 说明书第

2005-162693 2005.06.02 JP

3 页第 48 段 - 第 4 页第 61 段, 权利要求 1, 图 1.

(73) 专利权人 佳能株式会社

审查员 张瑜

地址 日本东京

(72) 发明人 堀内昭永

(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 曲瑞

(51) Int. Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

G02B 9/60 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2002-107623 A, 2002.04.10, 全文.

US 5583701 A, 1996.12.10, 全文.

JP 10-232420 A, 1998.09.02, 全文.

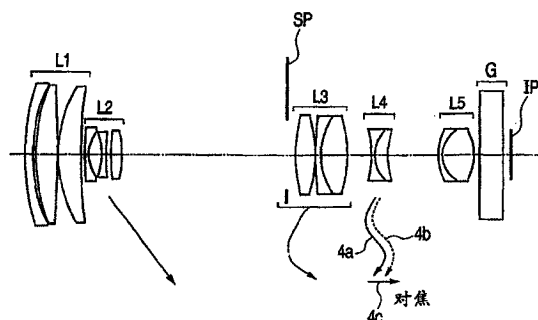
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 11 页

(54) 发明名称

变焦透镜及包含变焦透镜的摄像设备

(57) 摘要

一种变焦透镜, 从物侧到像侧按顺序包含: 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; 具有正光焦度和孔径光阑的第三透镜单元; 具有负光焦度的第四透镜单元; 及具有正光焦度的第五透镜单元, 其中在从广角端到望远端的变焦期间, 第一透镜单元不动, 第二透镜单元朝像侧移动, 并且第三透镜单元和孔径光阑一起移动。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧按顺序包括:
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,该第三透镜单元包括孔径光阑;
具有负光焦度的第四透镜单元;及
具有正光焦度的第五透镜单元,
其中对于变焦,第一透镜单元不进行移动,并且
在从广角端到望远端的变焦期间:
第二透镜单元向像侧移动;并且
第三透镜单元和孔径光阑一起移动,
其中满足以下条件式:
 $0.2 < |f_2/f_A| < 0.4,$

$$f_A = \sqrt{f_w \cdot f_t}$$

其中 f_w 和 f_t 分别表示在广角端整个系统的焦距和在望远端整个系统的焦距, f_2 表示第二透镜单元的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中:
在变焦期间,第四透镜单元移动;并且
在对焦期间,第四透镜单元移动。
3. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中第三透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间沿朝物侧凸起的轨迹移动。

4. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中至少满足以下两个条件中的一个:
 $2.10 < e_{4T}/f_w < 4.35,$
 $0.7 < |f_3/f_4| < 1.3,$

其中 f_3 表示第三透镜单元的焦距, f_4 表示第四透镜单元的焦距,并且 e_{4T} 表示当在望远端对无限远物体执行对焦的情况下,在第四透镜单元和第五透镜单元之间的主点间隔。

5. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中满足下列条件:
 $1.5 < M_2/M_3 < 5.4,$

其中 M_2 表示在从广角端到望远端执行变焦的情况下第二透镜单元的移动量,并且 M_3 表示在第三透镜单元最靠近物侧的情况下第三透镜单元的位置和在第三透镜单元最靠近像侧的情况下第三透镜单元的位置之间的光轴上的距离。

6. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中第二透镜单元包括具有这样的光焦度的非球面形状,即该光焦度随着第二透镜单元中的位置远离透镜中心并且接近透镜周边而变弱。

7. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中满足下列条件:
 $1.76 < N_n < 2.01,$

其中 N_n 表示第二透镜单元的透镜材料的平均折射率。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中满足下列条件:
 $0.46 < |R_{22}/R_{23}| < 0.79,$

其中 R_{2i} 表示从物侧开始数的第二透镜单元的第 i 个透镜表面的曲率半径。

9. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中第一透镜单元包含至少一个负透镜和多个正透镜,正透镜的材料的平均阿贝数等于或大于 68,并且至少一个正透镜的材料的阿贝数等于或大于 70。

10. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中孔径光阑位于第三透镜单元的物侧或第三透镜单元的透镜之间。

11. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其中至少部分第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移位,或关于与光轴正交的轴旋转,并且

其中满足下列条件:

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft < 0.05,$$

其中 EM 和 βa 分别表示在望远端该至少部分第三透镜单元的最大移动量和摄影放大率, ft 表示在望远端整个系统的焦距,并且 βR 表示比该至少部分第三透镜单元更接近像侧的透镜系统的摄影放大率。

12. 一种变焦透镜,从物侧到像侧按顺序包括:

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,该第三透镜单元包括孔径光阑;

具有负光焦度的第四透镜单元;及

具有正光焦度的第五透镜单元,

其中对于变焦,第一透镜单元不进行移动,并且

在从广角端到望远端的变焦期间:

第二透镜单元向像侧移动;并且

第三透镜单元和孔径光阑一起移动,

其中至少部分第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移位,或关于与光轴正交的轴旋转,

其中满足下列条件:

$$1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft < 0.05,$$

其中 EM 和 βa 分别表示在望远端该至少部分第三透镜单元的最大移动量和摄影放大率, ft 表示在望远端整个系统的焦距,并且 βR 表示比该至少部分第三透镜单元更接近像侧的透镜系统的摄影放大率。

13. 一种摄像设备,其特征在于包括:

如权利要求 1 或 12 所述的变焦透镜;及

固态摄像元件,用于接收通过变焦透镜形成的图像。

变焦透镜及包含变焦透镜的摄像设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜及包含变焦透镜的摄像设备,并且本发明适用于例如摄像机或数字静物照相机的电子摄影机,胶片照相机及广播级摄像机。

背景技术

[0002] 迄今为止,用于例如胶片照相机或数字静物照相机的照相机或摄像机的变焦透镜的例子包含使用所谓后对焦系统的变焦透镜,在该系统中位于最接近物侧的第一透镜单元的后面(比第一透镜单元更接近像侧)的透镜单元被移动以便对焦。

[0003] 后对焦系统的变焦透镜在日本专利申请公开 No. H06-148523、H08-005913、H08-146295 及日本专利公开说明书 No. S39-029046 中均有公开。

[0004] 在专利文档中公开的变焦透镜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,具有负光焦度的第四透镜单元,及具有正光焦度的第五透镜单元,这些透镜单元按顺序从物侧到像侧排列。使用 5 个透镜单元执行变焦。变焦透镜是具有高变焦比的变焦透镜。

[0005] 注意,本专利申请的说明书中描述的“光焦度”是指透镜元件或透镜单元的光焦度,并且对应于其焦距的倒数。

[0006] 在日本专利申请公开 No. H06-148523 公开的变焦透镜中,第二透镜单元、第三透镜单元和第四透镜单元被移动以便变焦。变焦透镜具有接近 10 倍的变焦比和接近 2.0 的光圈值。在变焦透镜中,在变焦期间与移动的相应透镜单元相独立地移动孔径光阑。

[0007] 在日本专利申请公开 No. H08-005913 和 H08-146295(对应于美国专利 No. 5,847,882 和美国专利 No. 6,094,312)公开的变焦透镜中,孔径光阑被布置在第二透镜单元和第三透镜单元之间。在从广角端到望远端的变焦期间,第二透镜单元被朝像侧移动,并且用于对焦的第四透镜单元被移动。然而,孔径光阑在变焦透镜中是固定的,因而它在变焦期间不被移动。

[0008] 在日本专利公开说明书 No. S39-029046 公开的变焦透镜中,第二透镜单元和第四透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间被移动。变焦透镜具有接近 4.2 的变焦比。

[0009] 近年来,随着摄像设备的尺寸的降低以及摄像元件的分辨率的提高,需要变焦比高并且其中整个透镜系统的尺寸较小的变焦透镜以作为用于数字照相机、摄像机等等的变焦透镜。

发明内容

[0010] 本发明的一个目的是提供一种改进的变焦透镜及包含该变焦透镜的摄像设备,该变焦透镜的变焦比较高,并且该变焦透镜中整个透镜系统的尺寸较小。

[0011] 为了实现上述目的,本发明提供一种变焦透镜,从物侧到像侧按顺序包括: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,该第三透镜单元包括孔径光阑;具有负光焦度的第四透镜单元;及具有正光焦度的第五透

镜单元,其中对于变焦,第一透镜单元不进行移动,并且在从广角端到望远端的变焦期间:第二透镜单元向像侧移动;并且第三透镜单元和孔径光阑一起移动,其中满足以下条件式:

$$[0012] \quad 0.2 < |f_2/f_A| < 0.4,$$

$$[0013] \quad f_A = \sqrt{f_w \cdot f_t}$$

[0014] 其中 f_w 和 f_t 分别表示在广角端整个系统的焦距和在望远端整个系统的焦距, f_2 表示第二透镜单元的焦距。

[0015] 本发明还提供一种变焦透镜,从物侧到像侧按顺序包括: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,该第三透镜单元包括孔径光阑;具有负光焦度的第四透镜单元;及具有正光焦度的第五透镜单元,其中对于变焦,第一透镜单元不进行移动,并且在从广角端到望远端的变焦期间:第二透镜单元向像侧移动;并且第三透镜单元和孔径光阑一起移动,其中至少部分第三透镜单元在垂直于光轴的方向上移位,或关于与光轴正交的轴旋转,其中满足下列条件:

$$[0016] \quad 1.7 \times 10^{-3} < |(1 - \beta_a) \cdot \beta_R| \cdot EM/f_t < 0.05,$$

[0017] 其中 EM 和 β_a 分别表示在望远端该至少部分第三透镜单元的最大移动量和摄影放大率, f_t 表示在望远端整个系统的焦距,并且 β_R 表示比该至少部分第三透镜单元更接近像侧的透镜系统的摄影放大率。

[0018] 本发明还提供一种摄像设备,其特征在于包括:上述的变焦透镜;及固态摄像元件,用于接收通过变焦透镜形成的图像。

[0019] 基于本发明的一个方面,变焦透镜从物侧到像侧按顺序包含: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孔径光阑;具有负光焦度的第四透镜单元;及具有正光焦度的第五透镜单元,在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元不移动,第二透镜单元朝像侧移动,并且第三透镜单元和孔径光阑一起移动。

[0020] 如以后描述的实施例中那样,不仅可以使其中第四透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间移动,并且在对焦期间移动的模式,而且可以使用其中不执行第四透镜单元的移动的模式。

[0021] 在本专利申请中,描述了最优模式的实施例,在该模式中第三透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间沿向物侧凸起的轨迹移动。然而,本发明中的第三透镜单元的移动轨迹不限于这种轨迹。

[0022] 此外,基于本发明,在变焦透镜中,优选地满足下列三个条件中的至少一个条件。更优选的是满足所有三个条件;

$$[0023] \quad 0.2 < |f_2/f_A| < 0.4,$$

$$[0024] \quad 2.10 < e_{4T}/f_w < 4.35,$$

$$[0025] \quad 0.7 < |f_3/f_4| < 1.3,$$

[0026] 其中

$$[0027] \quad f_A = \sqrt{f_w \cdot f_t}$$

[0028] f_w 和 f_t 分别表示在广角端整个系统的焦距,和在望远端整个系统的焦距, f_2 、 f_3 和 f_4 分别表示第二透镜单元的焦距、第三透镜单元的焦距及第四透镜单元的焦距,并且 e_{4T} 表示当在望远端对无限远物体执行对焦的情况下,在第四透镜单元和第五透镜单元之间的主点间隔。以后描述的实施例公开了满足所有三个条件、作为最优模式的情况。此外,在最优模式的变焦透镜中,同样满足下列条件, $1.5 < M_2/M_3 < 5.4$, 其中 M_2 表示在执行从广角端到望远端的变焦的情况下第二透镜单元的移动量,并且 M_3 表示在第三透镜单元位于最靠近物侧的位置的情况下第三透镜单元的位置和在第三透镜单元位于最靠近像侧的位置的情况下第三透镜单元的位置之间的光轴距离。

附图说明

- [0029] 图 1 是示出基于本发明实施例 1、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图；
- [0030] 图 2 是示出基于本发明实施例 1、处于广角端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0031] 图 3 是示出基于本发明实施例 1、处于中间变焦位置的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0032] 图 4 是示出基于本发明实施例 1、处于望远端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0033] 图 5 是示出基于本发明实施例 2、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图；
- [0034] 图 6 是示出基于本发明实施例 2、处于广角端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0035] 图 7 是示出基于本发明实施例 2、处于中间变焦位置的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0036] 图 8 是示出基于本发明实施例 2、处于望远端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0037] 图 9 是示出基于本发明实施例 3、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图；
- [0038] 图 10 是示出基于本发明实施例 3、处于广角端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0039] 图 11 是示出基于本发明实施例 3、处于中间变焦位置的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0040] 图 12 是示出基于本发明实施例 3、处于望远端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0041] 图 13 是示出基于本发明实施例 4、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图；
- [0042] 图 14 是示出基于本发明实施例 4、处于广角端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0043] 图 15 是示出基于本发明实施例 4、处于中间变焦位置的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0044] 图 16 是示出基于本发明实施例 4、处于望远端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0045] 图 17 是示出基于本发明实施例 5、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图；
- [0046] 图 18 是示出基于本发明实施例 5、处于广角端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0047] 图 19 是示出基于本发明实施例 5、处于中间变焦位置的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- [0048] 图 20 是示出基于本发明实施例 5、处于望远端的变焦透镜的各种像差的曲线图；
- 及
- [0049] 图 21 是示出基于本发明的摄像设备的主要部分示意图。

具体实施方式

[0050] 下面将描述了基于本发明的每个实施例的变焦透镜和包含该变焦透镜的摄像设备。

[0051] 图 1 是示出基于本发明实施例 1、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图。图 2、3 和 4 分别是示出基于实施例 1 的变焦透镜处于广角端、处于中间变焦位置和处于望远端时的像差的曲线图。

[0052] 图 5 是示出基于本发明实施例 2、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图。图 6、7 和 8 分别是示出基于实施例 2 的变焦透镜处于广角端、处于中间变焦位置和处于望远端时的像差的曲线图。

[0053] 图 9 是示出基于本发明实施例 3、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图。图 10、11 和 12 分别是示出基于实施例 3 的变焦透镜处于广角端、处于中间变焦位置和处于望远端时的像差的曲线图。

[0054] 图 13 是示出基于本发明实施例 4、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图。图 14、15 和 16 分别是示出基于实施例 4 的变焦透镜处于广角端、处于中间变焦位置和处于望远端时的像差的曲线图。

[0055] 图 17 是示出基于本发明实施例 5、处于广角端的变焦透镜的透镜剖视图。图 18、19 和 20 分别是示出基于实施例 5 的变焦透镜处于广角端、处于中间变焦位置和处于望远端时的像差的曲线图。

[0056] 图 21 是示出包含基于本发明的变焦透镜的摄像机（摄像设备）的主要部分示意图。

[0057] 基于每个实施例的变焦透镜是用于摄像设备的摄影透镜。在图 1、5、9、13 和 17 的每个透镜剖视图中，左边是物侧（前方）并且右边是像侧（后方）。在透镜剖视图中，参考符号 L1 表示具有正光焦度（光焦度）的第一透镜单元，L2 表示具有负光焦度的第二透镜单元，L3 表示具有正光焦度的第三透镜单元，L4 表示具有负光焦度的第四透镜单元，L5 表示具有正光焦度的第五透镜单元。

[0058] 在透镜剖视图中，参考符号 SP 表示孔径光阑，G 表示例如滤镜或面板（face plate）的镜片，并且 IP 表示像面。

[0059] 当基于本发明的变焦透镜被用作摄像机或数字静物照相机的摄影光学系统时，例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态摄像元件（光电转换器）的摄像表面对应于像面 IP。当基于本发明的变焦透镜被用作卤化银胶片照相机的摄影光学系统时，照相机的胶片表面对应于像面 IP。

[0060] 在图 2 到 4、6 到 8、10 到 12 及 14 到 16 示出的像差曲线图中，参考符号 d 和 g 分别表示 d 线和 g 线。参考符号 ΔM 和 ΔS 分别表示子午像面和弧矢像面。针对 g 线示出放大率的色差。

[0061] 在像差曲线图中，参考符号 ω 表示半视场角并且 F_{no} 表示光圈值。

[0062] 在下列每个实施例中，广角端和望远端分别对应于在用于放大并且在变焦期间移动的第二透镜单元位于一范围的两端之一的情况下的变焦位置，该范围是对于透镜镜筒机构而言第二透镜单元在光轴上可移动的范围。

[0063] 在每个实施例中，如每个透镜剖视图中箭头所示，在从广角端到望远端的变焦期

间,第二透镜单元 L2 朝像侧移动,第三透镜单元 L3 沿朝物侧凸起的轨迹移动,并且第四透镜单元 L4 沿 S 形轨迹移动。

[0064] 对于变焦,第一透镜单元 L1 不进行移动。

[0065] 第四透镜单元 L4 在变焦期间移动,从而校正由放大率的变化所导致的像面变化。第四透镜单元 L4 移动以便对焦。

[0066] 当在望远端从无限远物体到最近物体执行对焦时,第四透镜单元 L4 如每个透镜剖视图中箭头 4c 所示向后移动。

[0067] 针对第四透镜单元 L4 的实曲线 4a 指示这样的移动轨迹,其用于在对无限远物体执行对焦的状态下,校正由在从广角端到望远端的变焦期间放大率的变化所导致的像面变化。针对第四透镜单元 L4 的虚线 4b 指示这样的移动轨迹,其用于在对最近物体执行对焦的状态下,校正由在从广角端到望远端的变焦期间放大率的变化所导致的像面变化。

[0068] 在每个实施例中,轻型的第四透镜单元 L4 被用于对焦,使得驱动对焦透镜单元的致动器的负载降低,以利于快速自动对焦。

[0069] 在每个实施例中,第三透镜单元 L3 和孔径光阑 SP 在变焦期间沿朝物侧凸起的轨迹整体移动。因此,在确保中间变焦位置(广角端和望远端之间的中间位置)有足够的外围光束的同时,实现前透镜直径的减小。

[0070] 尤其是,孔径光阑 SP 位于比第三透镜单元 L3 更接近物侧的位置,或位于第三透镜单元 L3 的内部部分(透镜之间的间隔)中,并且和第三透镜单元 L3 一起移动。因此,与第一透镜单元 L1 的相对距离缩短,以降低离轴光束在穿过第一透镜单元 L1 的情况下的光束高度,使得第一透镜单元 L1 的有效直径降低。因而,实现整个透镜系统的尺寸的降低。

[0071] 在每个实施例中,防振透镜单元被用作整个第三透镜单元 L3 或其部分。防振透镜单元在与光轴正交的方向移位(平行偏心)以具有在垂直于光轴的方向上的分量,或关于与光轴正交的轴旋转(旋转偏心),从而移动对象图像的像面(移动图像位置)。因此,当变焦透镜震动时导致的模糊图像得到校正。注意,对于此校正,孔径光阑 SP 不进行移动。

[0072] 在每个实施例中,满足所有下列条件。然而,基于本发明,在满足条件中的至少一个的情况下,例如在满足三个主要条件(1)到(3)中的至少一个的情况下,针对每个结构获得对应于(所满足的)条件的效果。

[0073] 满足下列条件中的至少一个,

$$[0074] \quad 0.2 |f2/fA| < 0.4 \quad (1),$$

$$[0075] \quad 2.10 < e4T/fw < 4.35 \quad (2),$$

$$[0076] \quad 0.7 < |f3/f4| < 1.3 \quad (3),$$

$$[0077] \quad 1.5 < M2/M3 < 5.4 \quad (4),$$

$$[0078] \quad 1.76 < Nn < 2.01 \quad (5),$$

$$[0079] \quad 0.46 < |R22/R23| < 0.79 \quad (6),$$

$$[0080] \quad 1.7 \times 10^{-3} < |(1-\beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft < 0.05 (7),$$

[0081] 其中

$$[0082] \quad fA = \sqrt{fw \cdot ft}$$

[0083] fw 和 ft 分别表示在广角端整个系统的焦距和在望远端整个系统的焦距, $f2$ 、 $f3$ 和 $f4$ 分别表示第二透镜单元 L2 的焦距、第三透镜单元 L3 的焦距和第四透镜单元 L4 的焦距,

e4T 表示当在望远端对无限远物体执行对焦的情况下,在第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 之间的主点间隔, M2 表示在执行从广角端到望远端的变焦的情况下第二透镜单元 L2 的移动量, M3 表示在第三透镜单元 L3 位于最靠近物侧的位置的情况下第三透镜单元 L3 的位置和在第三透镜单元 L3 位于最靠近像侧的位置的情况下第三透镜单元 L3 的位置之间的光轴距离, n_n 表示第二透镜单元 L2 的透镜材料的平均折射率, R_{2i} 表示从最接近物侧的第二透镜单元 L2 的透镜表面开始数的第 i 个透镜表面的曲率半径(在透镜表面具有非球面形状的情况下的旁轴曲率半径),在防振透镜单元被用作整个第三透镜单元 L3 并且被移动以具有在垂直于光轴的方向上的分量,从而改变由变焦透镜形成的图像的位置的情况下, EM 和 β_a 分别表示在望远端防振透镜单元的最大移动量和摄影放大率,并且 β_R 表示比防振透镜单元更接近像侧的透镜的摄影放大率。

[0084] 接着,描述上述相应条件表达式的技术含义。

[0085] 条件表达式 (1) 被用于将第二透镜单元 L2 的焦距调整为适当值。

[0086] 当第二透镜单元 L2 的焦距变得过长并且因而超出条件表达式 (1) 的上限值时,就像差校正而言是优选的。然而,为了获得高可变比(变焦比),有必要提高由变焦导致的第二透镜单元 L2 的移动量,结果整个透镜系统的尺寸变大,这是不可取的。

[0087] 另一方面,当第二透镜单元 L2 的焦距变得比条件表达式 (1) 的下限值小时,匹兹阀和在负方向增加以倾斜像面。因此,难以在整个屏幕上保持最好光学性能。

[0088] 条件表达式 (2) 涉及望远端第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5 之间的旁轴主点间隔。

[0089] 当主点间隔超出条件表达式 (2) 的上限值并且因而变得过大时,光轴上的不必要间隔增加延长了整个透镜长度,这是不可取的。另一方面,当主点间隔变得比条件表达式 (2) 的下限值小并且因而过窄时,难以保证用于对接近物体进行对焦的第四透镜单元 L4 的馈送间隔。

[0090] 条件表达式 (3) 涉及第三透镜单元 L3 的焦距和第四透镜单元 L4 的焦距之间的比值,并且主要用于保证期望的后焦距。当比值超出条件表达式 (3) 的上限值并且因而第三透镜单元 L3 的焦距变得过长时,后焦距过长。当比值超出条件表达式 (3) 的上限值并且因而第四透镜单元 L4 的焦距变得过短时,由对焦期间第四透镜单元 L4 的移动导致的像差变化变大,这是不可取的。

[0091] 另一方面,当比值变得比条件表达式 (3) 的下限值小并且因而第三透镜单元 L3 的焦距过短时,后焦距缩短。当比值变得比条件表达式 (3) 的下限值小并且因而第四透镜单元 L4 的焦距较长时,由对焦导致的第四透镜单元 L4 的移动量变大,使得整个透镜长度延长,这是不可取的。

[0092] 如上所述,当满足条件表达式 (1) 到 (3) 中的任何一个时,可以实现整个透镜系统的尺寸的缩减。当满足两个或更多条件表达式时,可以容易地实现尺寸的进一步缩减。最好满足三个条件。

[0093] 条件表达式 (4) 涉及由变焦导致的第二透镜单元 L2 的移动量和第三透镜单元 L3 的移动量之间的比值,并且在主要优选地校正变焦期间导致的像差变化时被用于平衡第一透镜单元 L1 的有效直径的降低和整个透镜长度的缩短。

[0094] 当比值超出条件表达式 (4) 的上限值并且因而第二透镜单元 L2 的移动量增加时,

第一透镜单元 L1 和孔径光阑 SP 之间的距离在中间焦点位置和望远端之间的范围中延长。因此,离轴光束和透镜光轴之间的距离增加,使得第一透镜单元 L1 的有效直径变大,这是不可取的。另一方面,当比值变得比条件表达式 (4) 的下限值小并且因而第二透镜单元 L2 的移动量减小时,难以获得期望的变焦比。

[0095] 条件表达式 (5) 被用于缩短第二透镜单元 L2 的焦距,通过该焦距在变焦期间显著影响放大率的变化,并且该焦距与第二透镜单元 L2 的透镜材料的折射率有关。

[0096] 提高变焦比的方法的例子通常包含缩短第二透镜单元 L2 的焦距的方法。然而,当无理地缩短焦距时,匹兹阀和增加以倾斜像面。为了阻止像面的倾斜,重要的是提高组成透镜材料的折射率,并且降低每个透镜表面的曲率。

[0097] 当折射率超出条件表达式 (5) 的上限值并且因而变大时,尽管对于匹兹阀和是优选的,但是慧形像差的校正等等变得不足。

[0098] 另一方面,当折射率变得比条件表达式 (5) 的下限值小时,匹兹阀和在负方向增加,从而倾斜像面。因此,难以保持最好的光学性能。

[0099] 条件表达式 (6) 被用于以平衡方式校正慧形像差、像场弯曲和眩光。

[0100] 当 $|R22/R23|$ 超出条件表达式 (6) 的上限值时,慧形像差变大。另一方面,当 $|R22/R23|$ 小于条件表达式 (6) 的下限值时,像面被弯曲以变成向物侧凹陷,这是不可取的。当 $|R22/R23|$ 不在条件表达式 (6) 的范围内时,存在眩光增加的问题。

[0101] 当 $|(1-\beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft$ 变得比条件表达式 (7) 的下限值小时,防振校正量(像的位移量)过小以致不能获得充分的防振效果。另一方面,当 $|(1-\beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft$ 超出条件表达式 (7) 的上限值时,有必要将校正透镜的直径或校正透镜单元的直径增加到合理数值。因此,例如致动器的驱动机构的负载变大,这是不可取的。

[0102] 在本发明中,更优选的是设置下列表达式 (1a) 到 (7a) 而不是上述条件表达式 (1) 到 (7) 的数值范围。

$$[0103] \quad 0.25 < |f2/fA| < 0.39 \quad (1a)$$

$$[0104] \quad 2.3 < e4T/fw < 4.1 \quad (2a)$$

$$[0105] \quad 0.74 < |f3/f4| < 1.2 \quad (3a)$$

$$[0106] \quad 1.6 < M2/M3 < 5.0 \quad (4a)$$

$$[0107] \quad 1.765 < Nn < 1.95 \quad (5a)$$

$$[0108] \quad 0.47 < |R22/R23| < 0.76 \quad (6a)$$

$$[0109] \quad 6 \times 10^{-3} < |(1-\beta a) \cdot \beta R| \cdot EM/ft < 0.03 \quad (7a)$$

[0110] 如每个实施例中描述的,在具有例如 20 倍变焦比的高变焦比的透镜系统中,望远端的焦距按 35 毫米胶片转换达到接近 1000 毫米。于是,色差校正变成重要目的。

[0111] 因此,基于每个实施例的结构,第一透镜单元 L1 包含至少一个负透镜和两个或更多正透镜。各正透镜的材料的平均阿贝数等于或大于 68,并且至少一个正透镜的材料的阿贝数等于或大于 70。因而,优选地通过该结构校正色差。这是由于第一透镜单元 L1 的透镜结构显著影响各种像差,尤其是望远端的轴向色差。

[0112] 在每个实施例中,第二透镜单元 L2 从物侧到像侧按顺序包含第一透镜,其像面侧的表面是凹面并且具有负光焦度,第二透镜,其物侧的表面是凹面并且具有负光焦度,和第三透镜,其物侧的表面是凸面并且具有正光焦度。

[0113] 当通过每个实施例中描述的变焦类型增加变焦比时,有必要增加第二透镜单元 L2 的移动量,该移动量在变焦期间显著影响放大率的变化,或有必要缩短第二透镜单元 L2 的焦距(以增加光焦度)。

[0114] 然而,由于增加了整个透镜系统的尺寸,所以增加第二透镜单元 L2 的移动量的方法不是优选的。当执行缩短第二透镜单元 L2 的焦距的方法时,尽管整个透镜系统的尺寸不增加,但是在光焦度方面的大负载被加到第二透镜单元 L2 上。因此,难以保持最好的光学性能。因而,在每个实施例中,第二透镜单元 L2 由第一透镜、第二透镜和第三透镜组成,从而保持最好的光学性能。

[0115] 第二透镜单元 L2 的光焦度也可以被加强,结果变焦期间第二透镜单元 L2 的移动量可以被减小以缩短整个透镜长度。

[0116] 第二透镜单元 L2 可以具有非球面,使得可以改进离轴光学性能。第二透镜单元 L2 的非球面可以位于具有小曲率半径的表面,例如具有负光焦度的第一透镜的像侧表面,具有负光焦度的第二透镜的物侧表面,或具有正光焦度的第三透镜的物侧表面。

[0117] 因此,可以有效校正各种像差。尤其是,可以优选地校正离轴眩光。

[0118] 非球面形状是期望的形状,其中光焦度从透镜中心到透镜外围部分降低。

[0119] 在每个实施例中,具有较小光焦度的透镜单元可以被排列在第一透镜单元 L1 的物侧或第五透镜单元 L5 的像侧。

[0120] 增距镜,广角转换镜(wide-converter lens)等等可以被排列在物侧或像侧。

[0121] 如上所述,基于每个实施例,可以获得适用于例如摄像机或数字静物照相机的电子摄影机的变焦透镜,在变焦比是 20 倍的高可变比的同时,该变焦透镜的广角端光圈值接近 1.6,因而光圈比大并且前透镜直径小。

[0122] 此后,将描述对应于实施例 1 到 5 的数值实施例 1 到 5 中的数值数据。在备数值实施例中,"i"表示从物侧开始数的表面顺序,R_i表示第 i 个表面的曲率半径,D_i表示第 i 个表面和第 i+1 个表面之间的间隔。另外,N_i表示基于 d 线的折射率,并且 v_i表示基于 d 线的阿贝数。

[0123] 在数值实施例 1 到 5 中,最接近像侧的两个表面是对应于光学模块的平坦表面。假定 X 表示在对应于相距光轴的高度 h 的位置处,在光轴方向相对表面顶点的位移。在这种情况下,非球面形状通过下列表达式表示,

$$[0124] \quad x = \frac{(1/R) h^2}{1 + \sqrt{1 - (1+k) (h/R)^2}} + B h^4 + C h^6 + D h^8 + E h^{10} + F h^{12}$$

[0125] 其中 R 表示旁轴曲率半径,k 表示锥形常数,并且 B、C、D、E 和 F 表示非球面系数。

[0126] 另外,[e-X]指示 [$\times 10^{-X}$]。此外,f 表示焦距,Fno 表示光圈值,并且 ω 表示半视场角。表 1 示出了上述各条件表达式和数值实施例中各数值之间的关系。

[0127] 数值例子 1

[0128] $f = 1$ 至 19.50 Fno = 1.65 至 3.69 $2\omega = 57.5$ 至 3.2

[0129] R1 = 9.966 D1 = 0.29 N1 = 1.846660 v1 = 23.9

[0130] R2 = 6.564 D2 = 0.12

[0131] R3 = 7.630 D3 = 0.82 N2 = 1.433870 v2 = 95.1

[0132] R4 = -46.775 D4 = 0.05

[0133]	R5 =	5.371	D5 = 0.88	N3 = 1.603112	v3 = 60.6
[0134]	R6 =	23.654	D6 = 可变		
[0135]	R7 =	28.447	D7 = 0.15	N4 = 1.882997	v4 = 40.8
[0136]	R8 =	1.488	D8 = 0.52		
[0137]	R9 = -	2.068	D9 = 0.15	N5 = 1.804000	v5 = 46.6
[0138]	R10 =	8.091	D10 = 0.21		
[0139]	R11 =	6.512	D11 = 0.44	N6 = 1.846660	v6 = 23.9
[0140]	R12 =	-4.557	D12 = 可变		
[0141]	R13 =	光阑	D13 = 0.32		
[0142]	R14 =	5.317	D14 = 0.77	N7 = 1.696797	v7 = 55.5
[0143]	R15 =	-6.321	D15 = 0.05		
[0144]	R16 =	22.247	D16 = 0.17	N8 = 1.846659	v8 = 23.8
[0145]	R17 =	2.590	D17 = 1.07	N9 = 1.696797	v9 = 55.5
[0146]	R18 =	-4.573	D18 = 可变		
[0147]	R19 =	-4.188	D19 = 0.15	N10 = 1.603112	v10 = 60.6
[0148]	R20 =	1.420	D20 = 0.49	N11 = 1.846660	v11 = 23.9
[0149]	R21 =	2.789	D21 = 可变		
[0150]	R22 =	2.470	D22 = 0.15	N12 = 1.846660	v12 = 23.9
[0151]	R23 =	1.173	D23 = 1.20	N13 = 1.583126	v13 = 59.4
[0152]	R24 =	-2.036	D24 = 0.24		
[0153]	R25 =	∞	D25 = 0.90	N14 = 1.516330	v14 = 64.2
[0154]	R26 =	∞			

可变间隔		焦距	1.00	9.31	19.50
[0155]	D 6		0.14	5.50	6.52
	D12		6.31	0.91	0.24
	D18		0.89	2.28	0.28
	D21		2.01	0.65	2.31

[0156] 非球面系数

[0157] R14 $k = 1.48517\text{e}+00$ $B = -7.64901\text{e}-03$ $C = -1.46274\text{e}-03$ $D = 5.13877\text{e}-04$

[0158] $E = 1.05015\text{e}-04$ $F = -6.03397\text{e}-05$

[0159] R24 $k = -5.32458\text{e}+00$ $B = -5.70017\text{e}-02$ $C = 9.57074\text{e}-02$ $D = -1.73295\text{e}-02$

[0160] $E = -1.41032\text{e}-01$ $F = 1.00773\text{e}-01$

[0161] 数值例子 2

[0162] $f = 1$ 至 19.74 $F_{\text{no}} = 1.65$ 至 3.69 $2\omega = 57.5$ 至 3.2

[0163] R1 = 8.823 D1 = 0.29 N1 = 1.846660 v1 = 23.9

[0164] R2 = 6.520 D2 = 0.12

[0165] R3 = 7.080 D3 = 0.97 N2 = 1.433870 v2 = 95.1

[0166]	R4 =	-35.977	D4 = 0.05		
[0167]	R5 =	5.567	D5 = 0.85	N3 = 1.496999	v3 = 81.5
[0168]	R6 =	21.044	D6 = 可变		
[0169]	R7 =	14.019	D7 = 0.15	N4 = 1.772499	v4 = 49.6
[0170]	R8 =	2.002	D8 = 0.71		
[0171]	R9 =	-3.012	D9 = 0.15	N5 = 1.603112	v5 = 60.6
[0172]	R10 =	2.809	D10 = 0.21		
[0173]	R11 =	3.268	D11 = 0.44	N6 = 1.922860	v6 = 18.9
[0174]	R12 =	8.555	D12 = 可变		
[0175]	R13 =	光阑	D13 = 0.32		
[0176]	R14 =	4.870	D14 = 0.69	N7 = 1.696797	v7 = 55.5
[0177]	R15 =	-8.875	D15 = 0.05		
[0178]	R16 =	11.966	D16 = 0.17	N8 = 1.846659	v8 = 23.8
[0179]	R17 =	2.325	D17 = 1.05	N9 = 1.696797	v9 = 55.5
[0180]	R18 =	-3.871	D18 = 可变		
[0181]	R19 =	-4.687	D19 = 0.15	N10 = 1.603112	v10 = 60.6
[0182]	R20 =	1.478	D20 = 0.49	N11 = 1.846660	v11 = 23.9
[0183]	R21 =	2.649	D21 = 可变		
[0184]	R22 =	2.381	D22 = 0.15	N12 = 1.846660	v12 = 23.9
[0185]	R23 =	1.148	D23 = 1.05	N13 = 1.583126	v13 = 59.4
[0186]	R24 =	-2.582	D24 = 0.24		
[0187]	R25 =	∞	D25 = 0.90	N14 = 1.516330	v14 = 64.2
[0188]	R26 =	∞			

		可 变 间 隔		焦 距	1.00	13.73	19.74
[0189]		D 6			0.15	5.20	6.16
		D12			7.15	0.24	0.19
		D18			0.47	1.94	0.22
		D21			1.91	2.30	3.11
[0190]	非球面系数						
[0191]	R14	k = 3.03353e+00	B = -1.17616e-02	C = -7.78876e-04	D =		
							3.47377e-05
[0192]		E = 1.53028e-04	F = -6.81582e-05				
[0193]	R24	k = -2.13890e+00	B = -2.59604e-02	C = 7.58571e-02	D =		
							-2.45756e-02
[0194]		E = -9.17900e-02	F = 6.35268e-02				
[0195]	数值例子 3						
[0196]	f = 1 至 19.50		Fno = 1.65 至 3.69		2 ω = 57.5 至 3.2		
[0197]	R1 =	9.932	D1 = 0.29	N1 = 1.846660	v1 = 23.9		
[0198]	R2 =	6.622	D2 = 0.15				

[0199]	R3 =	7.398	D3 = 0.90	N2 = 1.433870	v2 = 95.1
[0200]	R4 =	-27.686	D4 = 0.05		
[0201]	R5 =	5.289	D5 = 0.72	N3 = 1.603112	v3 = 60.6
[0202]	R6 =	19.119	D6 = 可变		
[0203]	R7 =	48.055	D7 = 0.15	N4 = 2.003300	v4 = 28.3
[0204]	R8 =	1.430	D8 = 0.46		
[0205]	R9 =	-2.922	D9 = 0.15	N5 = 1.772499	v5 = 49.6
[0206]	R10 =	-29.708	D10 = 0.05		
[0207]	R11 =	3.280	D11 = 0.76	N6 = 1.846660	v6 = 23.9
[0208]	R12 =	-2.028	D12 = 0.12	N7 = 1.834807	v7 = 42.7
[0209]	R13 =	16.076	D13 = 可变		
[0210]	R14 =	光阑	D14 = 0.32		
[0211]	R15 =	5.170	D15 = 0.79	N8 = 1.696797	v8 = 55.5
[0212]	R16 =	-5.998	D16 = 0.05		
[0213]	R17 =	25.369	D17 = 0.17	N9 = 1.846659	v9 = 23.8
[0214]	R18 =	2.546	D18 = 1.10	N10 = 1.696797	v10 = 55.5
[0215]	R19 =	-4.534	D19 = 可变		
[0216]	R20 =	-4.579	D20 = 0.15	N11 = 1.603112	v11 = 60.6
[0217]	R21 =	1.525	D21 = 0.49	N12 = 1.846660	v12 = 23.9
[0218]	R22 =	2.939	D22 = 可变		
[0219]	R23 =	2.320	D23 = 0.15	N13 = 1.846660	v13 = 23.9
[0220]	R24 =	1.184	D24 = 1.23	N14 = 1.583126	v14 = 59.4
[0221]	R25 =	-2.180	D25 = 0.24		
[0222]	R26 =	∞	D26 = 0.90	N15 = 1.516330	v15 = 64.2
[0223]	R27 =	∞			

可变间隔		焦距			
		1.00	9.82	19.50	
[0224]	D 6	0.14	5.23	6.20	
	D13	5.97	0.81	0.26	
	D19	0.75	2.60	0.26	
	D22	2.52	0.73	2.66	
[0225]	非球面系数				
[0226]	R15	k = 5.78318e-01	B = -8.11169e-03	C = -1.61157e-04	D = 1.86577e-05
[0227]		E = 9.49501e-05	F = -3.05828e-05		
[0228]	R25	k = -4.81606e+00	B = -4.11528e-02	C = 1.01847e-01	D = -5.18640e-02
[0229]		E = -1.17372e-01	F = 1.00029e-01		
[0230]	数值例子 4				
[0231]	f = 1 至 19.75	Fno = 1.65 至 3.69	2 ω = 57.5 至 3.2		

[0232]	R1 =	8.769	D1 = 0.29	N1 = 1.846660	v1 = 23.9
[0233]	R2 =	6.493	D2 = 0.12		
[0234]	R3 =	6.993	D3 = 1.02	N2 = 1.433870	v2 = 95.1
[0235]	R4 =	-32.095	D4 = 0.05		
[0236]	R5 =	5.526	D5 = 0.85	N3 = 1.496999	v3 = 81.5
[0237]	R6 =	18.437	D6 = 可变		
[0238]	R7 =	10.618	D7 = 0.15	N4 = 1.772499	v4 = 49.6
[0239]	R8 =	1.998	D8 = 0.68		
[0240]	R9 =	-2.941	D9 = 0.15	N5 = 1.603112	v5 = 60.6
[0241]	R10 =	2.815	D10 = 0.21		
[0242]	R11 =	3.281	D11 = 0.44	N6 = 1.922860	v6 = 18.9
[0243]	R12 =	8.599	D12 = 可变		
[0244]	R13 =	光阑	D13 = 0.32		
[0245]	R14 =	4.865	D14 = 0.70	N7 = 1.696797	v7 = 55.5
[0246]	R15 =	-8.557	D15 = 0.05		
[0247]	R16 =	12.257	D16 = 0.17	N8 = 1.846659	v8 = 23.8
[0248]	R17 =	2.317	D17 = 1.07	N9 = 1.696797	v9 = 55.5
[0249]	R18 =	-3.875	D18 = 可变		
[0250]	R19 =	-4.740	D19 = 0.15	N10 = 1.603112	v10 = 60.6
[0251]	R20 =	1.451	D20 = 0.49	N11 = 1.846660	v11 = 23.9
[0252]	R21 =	2.504	D21 = 可变		
[0253]	R22 =	2.389	D22 = 0.15	N12 = 1.846660	v12 = 23.9
[0254]	R23 =	1.200	D23 = 1.16	N13 = 1.583126	v13 = 59.4
[0255]	R24 =	-2.468	D24 = 0.24		
[0256]	R25 =	∞	D25 = 0.90	N14 = 1.516330	v14 = 64.2
[0257]	R26 =	∞			

可变间隔			焦距	1.00	14.13	19.75
[0258]	D 6			0.14	5.13	6.08
	D12			7.43	0.23	0.19
	D18			0.45	1.81	0.22
	D21			1.90	2.74	3.43
[0259]	非球面系数					
[0260]	R8	k = -2.23929e-03	B = -6.76013e-04	C = 3.50842e-04	D =	
					1.15932e-04	
[0261]		E = 1.53210e-04	F = 1.56987e-04			
[0262]	R14	k = 2.72962e+00	B = -1.13848e-02	C = -1.00212e-03	D =	
					2.60387e-04	
[0263]		E = 1.57109e-04	F = -9.63308e-05			
[0264]	R24	k = -2.19862e+00	B = -1.46808e-02	C = 5.84113e-02	D =	

= -1.38768e-02

[0265] E = -7.47825e-02 F = 4.81410e-02

[0266] 数值例子 5

[0267] f = 1 至 19.51 Fno = 1.65 至 3.69 $2\omega = 57.5$ 至 3.2

[0268] R1 = 10.396 D1 = 0.29 N1 = 1.846660 v1 = 23.9

[0269] R2 = 6.685 D2 = 0.12

[0270] R3 = 8.354 D3 = 0.80 N2 = 1.433870 v2 = 95.1

[0271] R4 = -44.119 D4 = 0.05

[0272] R5 = 5.481 D5 = 0.83 N3 = 1.603112 v3 = 60.6

[0273] R6 = 33.961 D6 = 可变

[0274] R7 = 15.602 D7 = 0.15 N4 = 1.882997 v4 = 40.8

[0275] R8 = 1.494 D8 = 0.53

[0276] R9 = -2.164 D9 = 0.15 N5 = 1.804000 v5 = 46.6

[0277] R10 = 7.953 D10 = 0.21

[0278] R11 = 6.163 D11 = 0.49 N6 = 1.846660 v6 = 23.9

[0279] R12 = -4.992 D12 = 可变

[0280] R13 = 6.038 D13 = 0.72 N7 = 1.696797 v7 = 55.5

[0281] R14 = -5.632 D14 = 0.24

[0282] R15 = 光阑 D15 = 0.49

[0283] R16 = 27.735 D16 = 0.17 N8 = 1.846659 v8 = 23.8

[0284] R17 = 2.600 D17 = 0.80 N9 = 1.696797 v9 = 55.5

[0285] R18 = -3.992 D18 = 可变

[0286] R19 = -3.928 D19 = 0.15 N10 = 1.603112 v10 = 60.6

[0287] R20 = 1.292 D20 = 0.49 N11 = 1.846660 v11 = 23.9

[0288] R21 = 2.111 D21 = 可变

[0289] R22 = 2.383 D22 = 0.15 N12 = 1.846660 v12 = 23.9

[0290] R23 = 1.152 D23 = 1.19 N13 = 1.583126 v13 = 59.4

[0291] R24 = -1.961 D24 = 0.24

[0292] R25 = ∞ D25 = 0.90 N14 = 1.516330 v14 = 64.2

[0293] R26 = ∞

可变间隔		焦距	1.00	9.39	19.51
[0294]	D 6		0.15	5.55	6.57
	D12		6.68	1.07	0.19
	D18		0.86	2.03	0.29
	D21		1.17	0.21	1.80

[0295] 非球面系数

[0296] R13 k = 1.78667e+00 B = -5.39312e-03 C = -1.27489e-03 D = 8.32487e-04

[0297] E = 9.08016e-06 F = -8.06772e-05

[0298] R14 $k = 6.04054e-01$ $B = 3.39022e-03$ $C = -1.27568e-04$ $D = 3.19784e-04$

[0299] $E = 4.98840e-05$ $F = -6.39042e-05$

[0300] R24 $k = -7.00958e+00$ $B = 8.51094e-02$ $C = 4.84721e-02$ $D = 4.98282e-02$

[0301] $E = -1.32411e-01$ $F = 6.47299e-02$

[0302] 表 1

条件表达式	数值例子				
	1	2	3	4	5
(1)	0.35	0.37	0.32	0.38	0.37
(2)	2.94	3.58	3.24	3.94	2.40
(3)	0.82	0.78	0.77	0.82	1.11
(4)	3.83	1.88	3.61	1.72	4.91
(5)	1.84	1.77	1.86	1.77	1.84
(6)	0.72	0.66	0.49	0.68	0.69
(7)	0.0091	0.0111	0.0094	0.0114	0.0094

[0304] 接着,参考图 21 描述使用基于本发明的变焦透镜作为摄影光学系统的摄像机的例子。

[0305] 在图 21 中,摄像机包含摄像机机身 10,摄影光学系统 11,例如 CCD 传感器或 CMOS 传感器的固态摄像元件(光电转换器)12,存储器 13 和取景器 14。摄影光学系统 11 包含基于本发明的变焦透镜。固态摄像元件 12 接收由摄影光学系统 11 形成的对象图像。存储器 13 存储对应于经过固态摄像元件 12 的光电转换的对象图像的信息。取景器 14 被用于观察在显示单元(未示出)上显示的对象图像。

[0306] 显示单元包含例如液晶板,并且在其上显示在固态摄像元件 12 上形成的对象图像。

[0307] 如上所述,基于本发明的变焦透镜被应用于例如摄像机的摄像设备。因此,实现小尺寸并且具有高光学性能的摄像设备。

[0308] 基于本发明的变焦透镜可以以相同方式被应用于数字静物照相机。

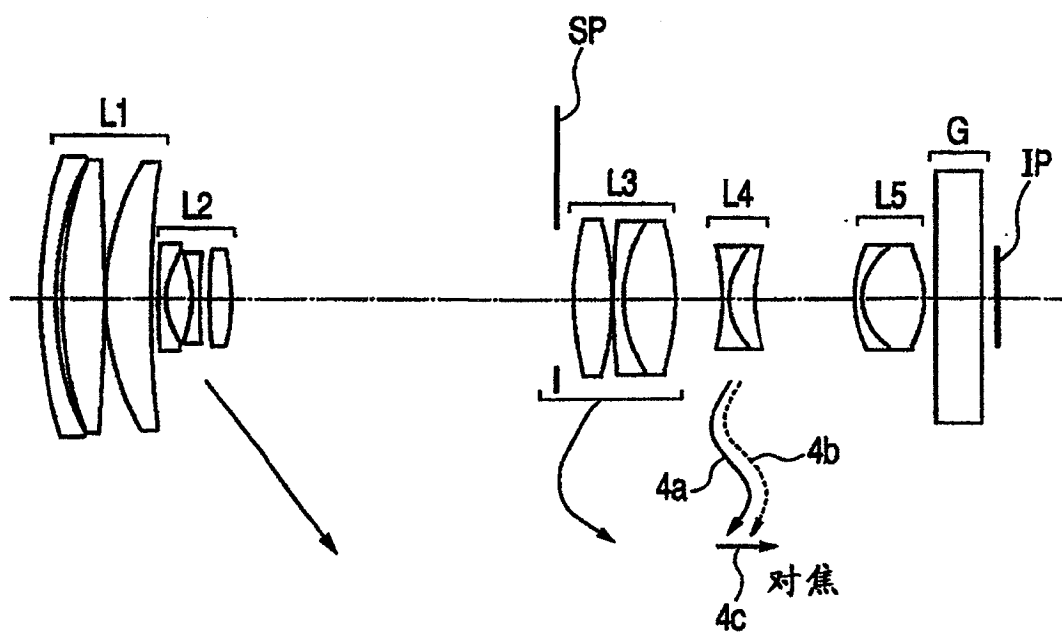


图 1

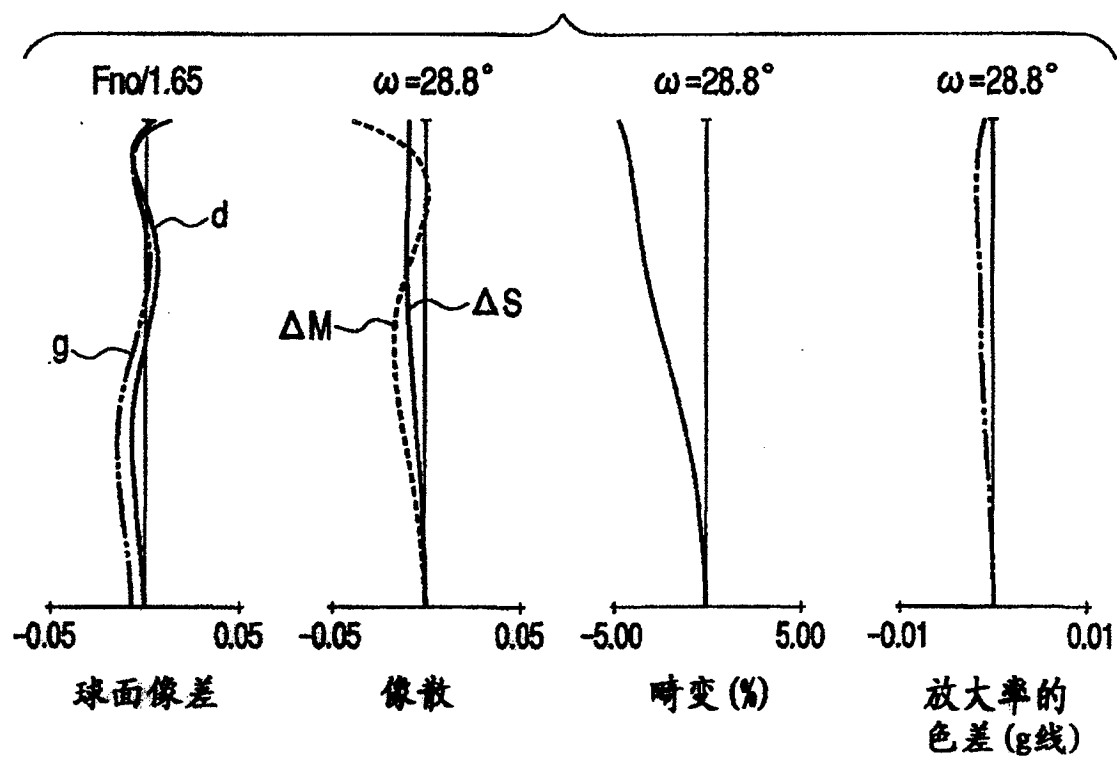


图 2

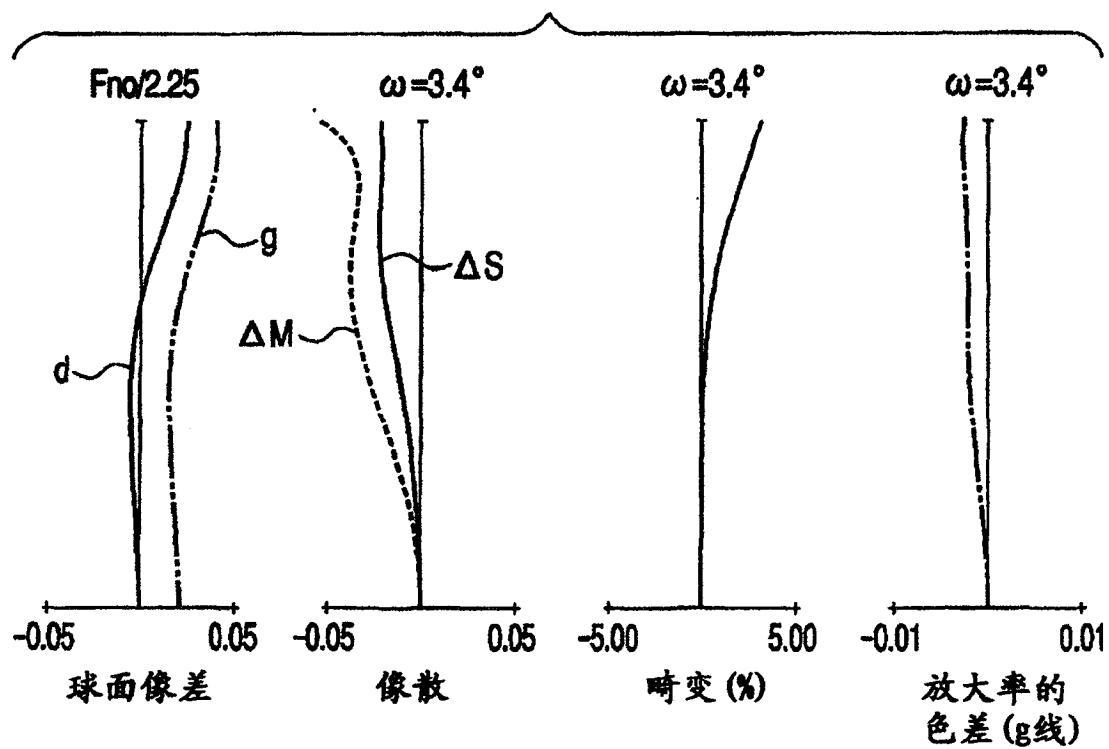


图 3

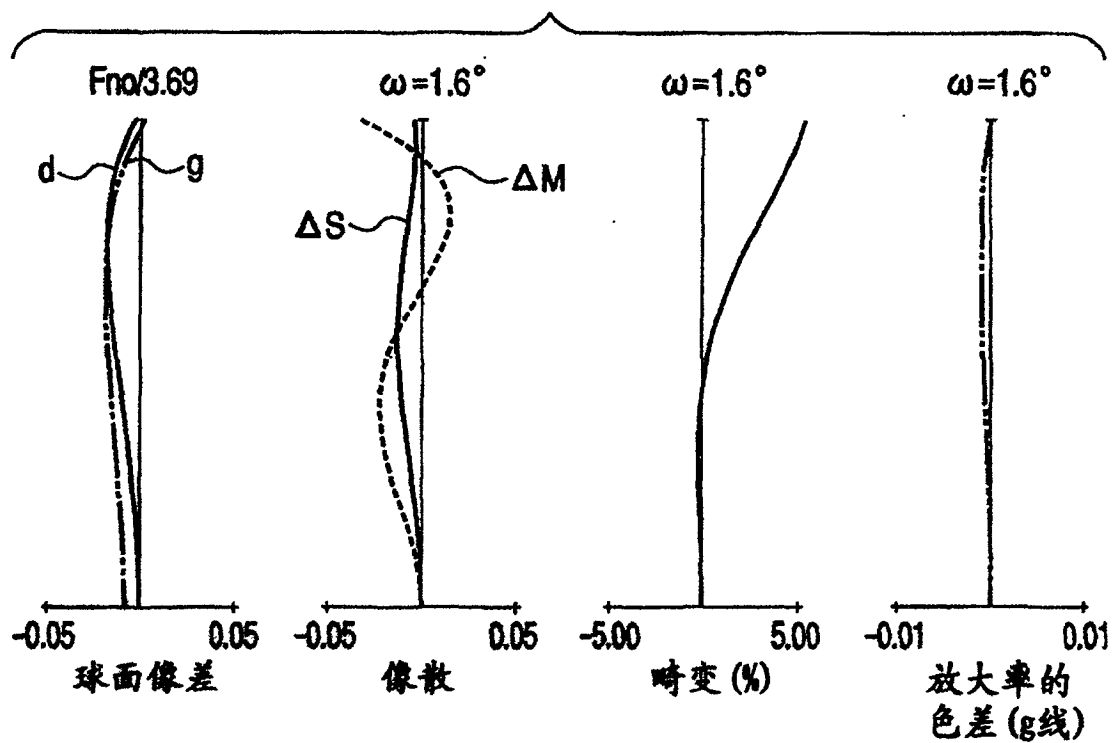


图 4

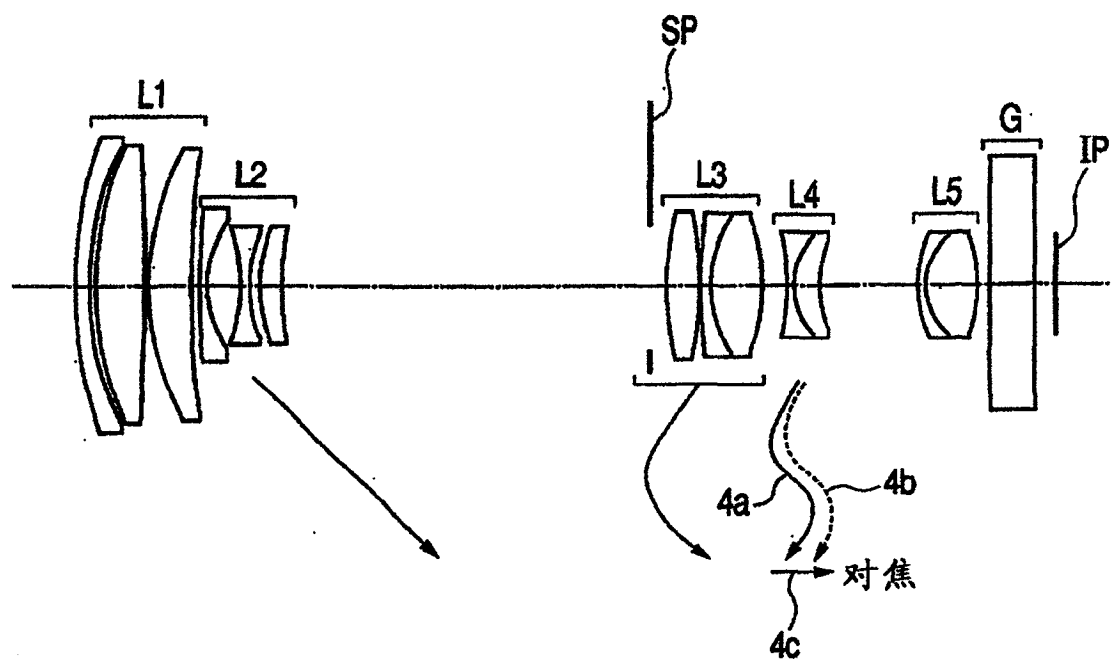


图 5

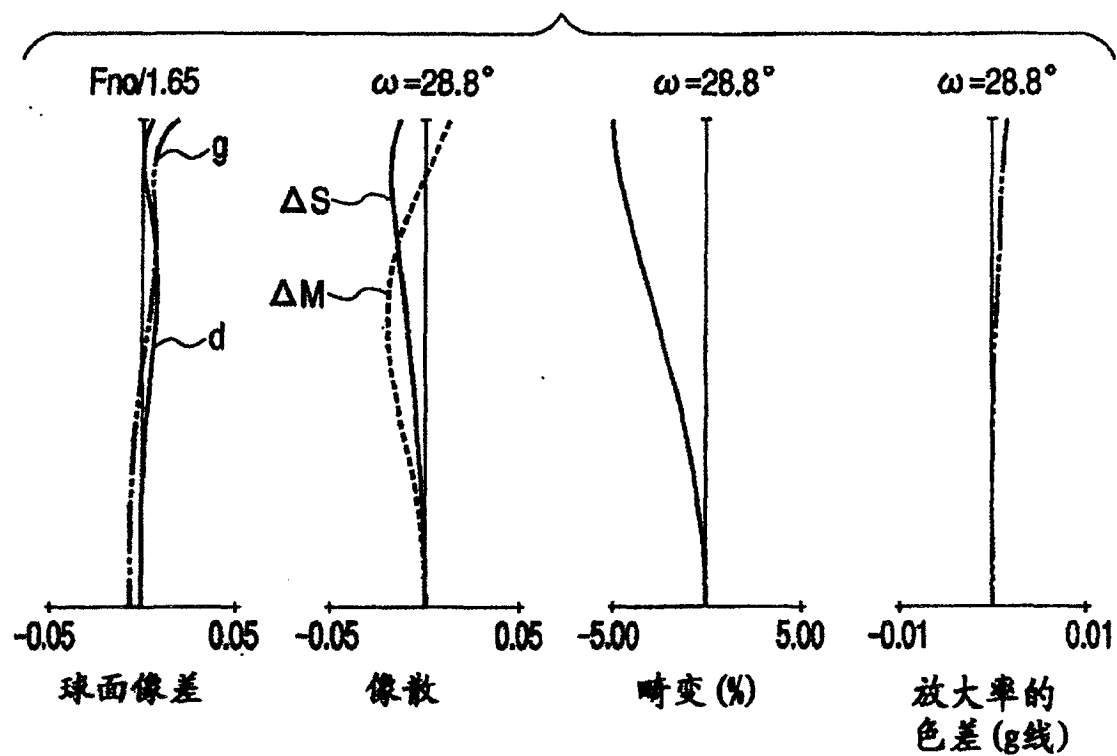


图 6

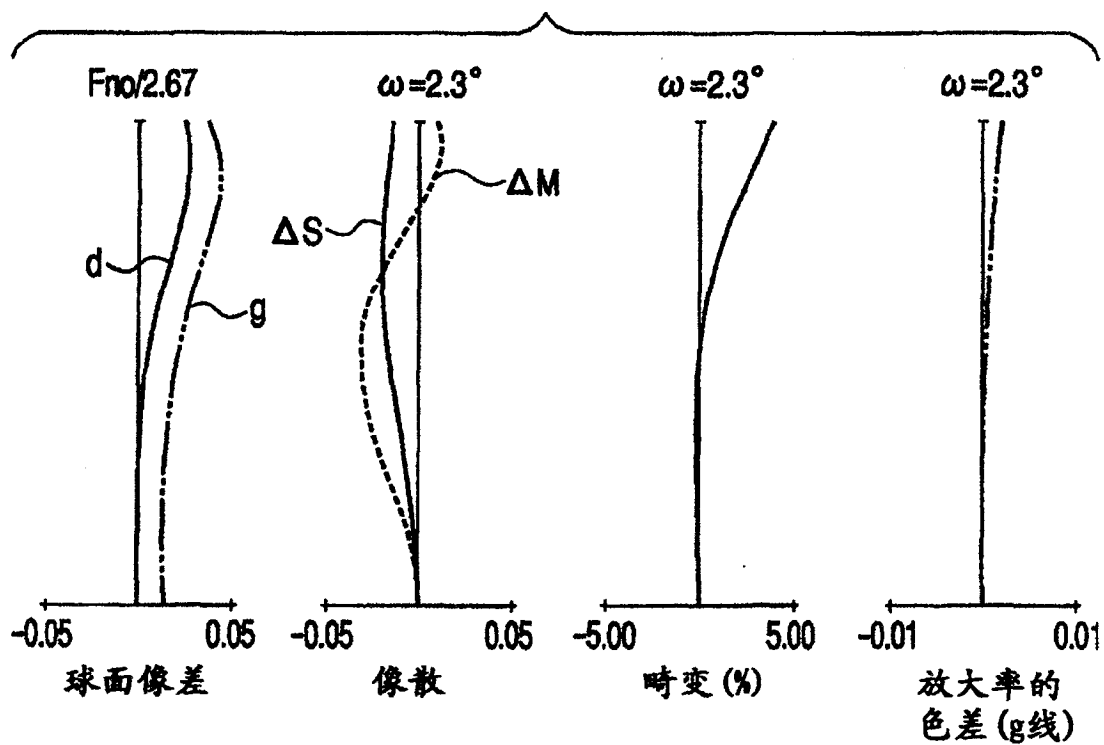


图 7

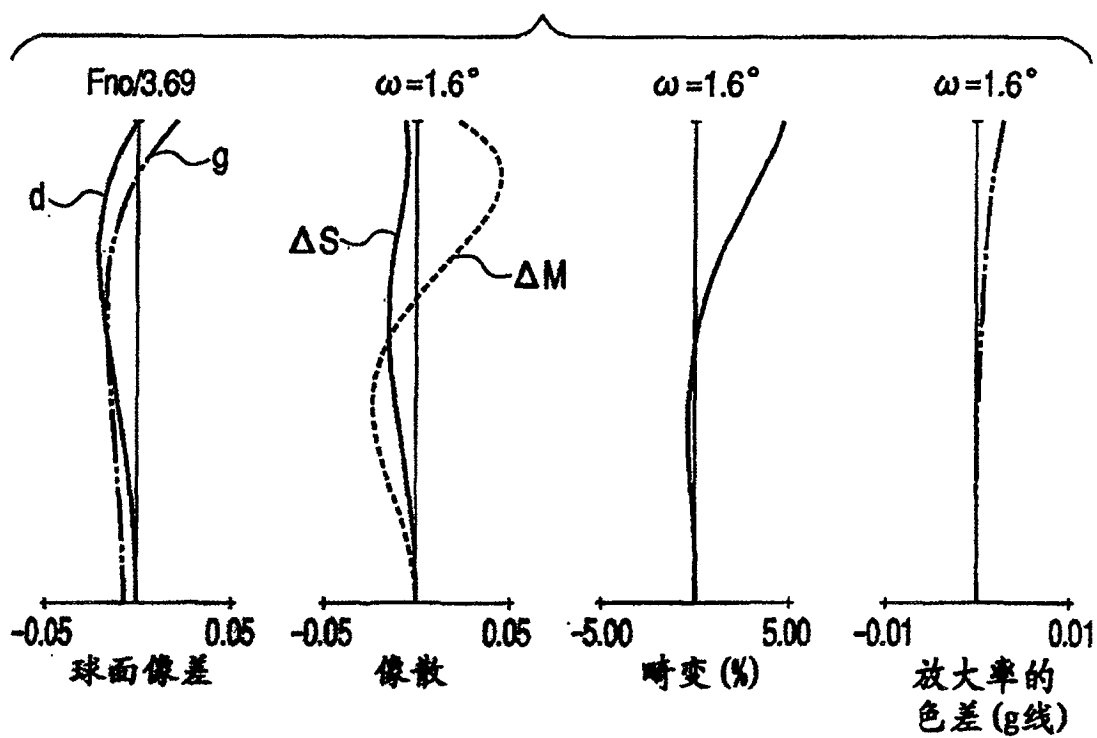


图 8

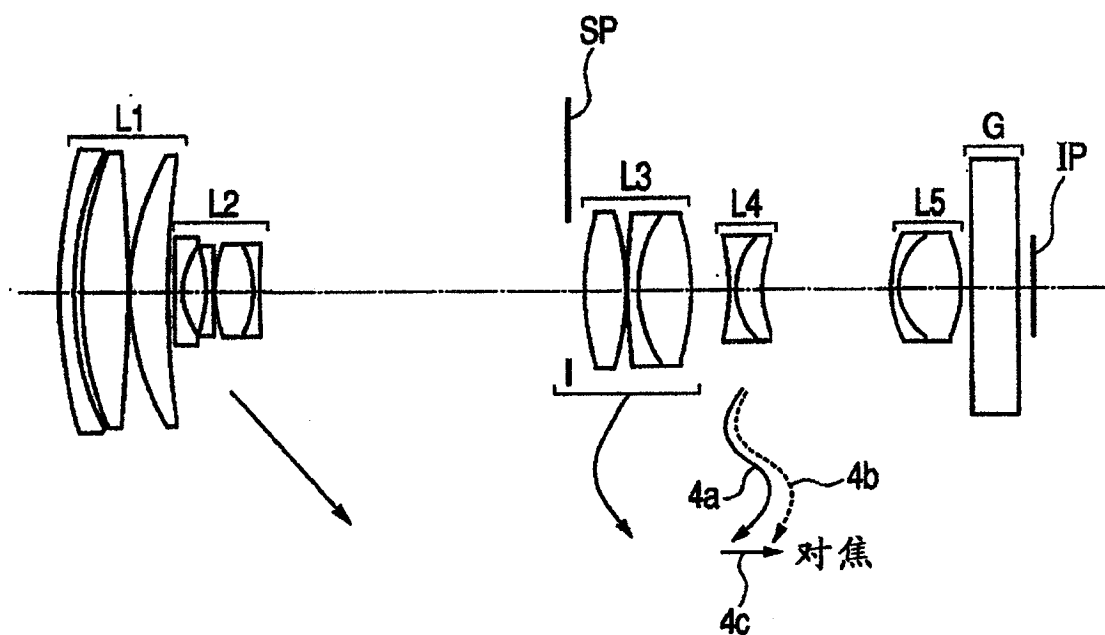


图 9

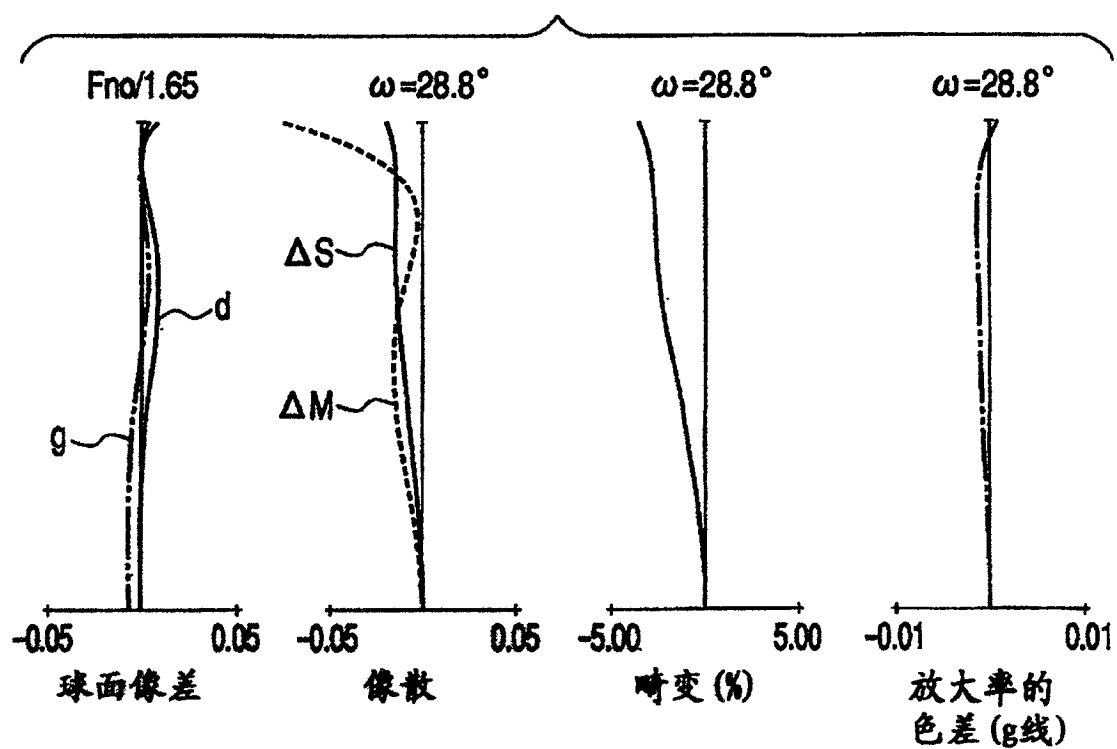


图 10

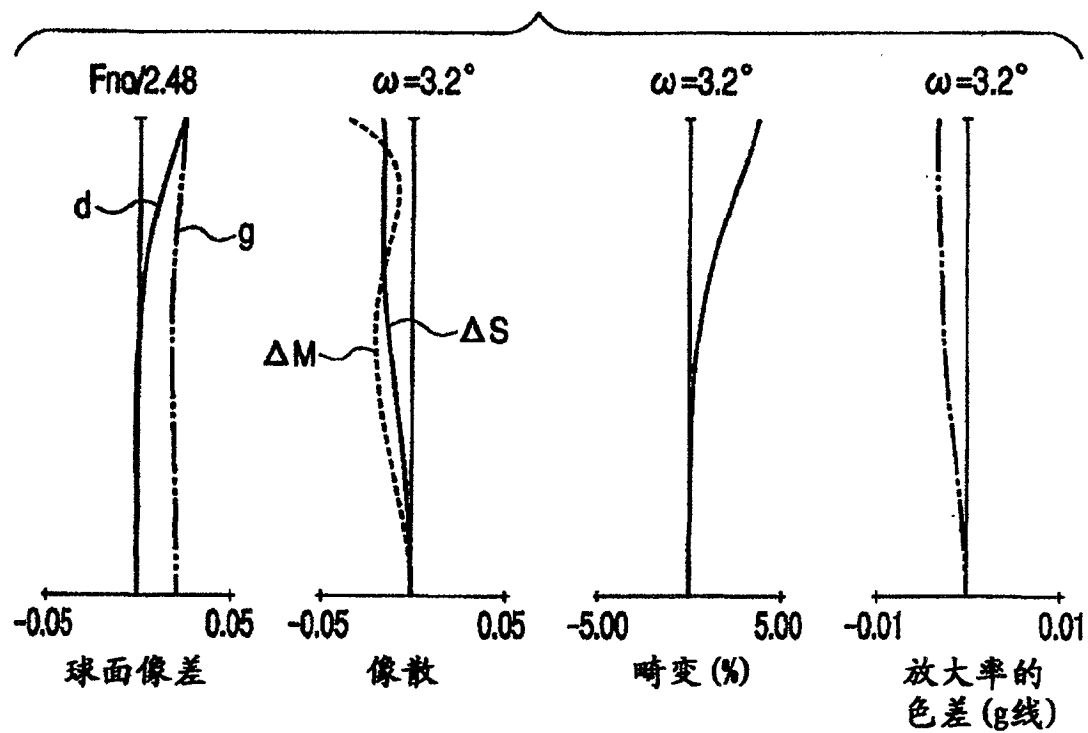


图 11

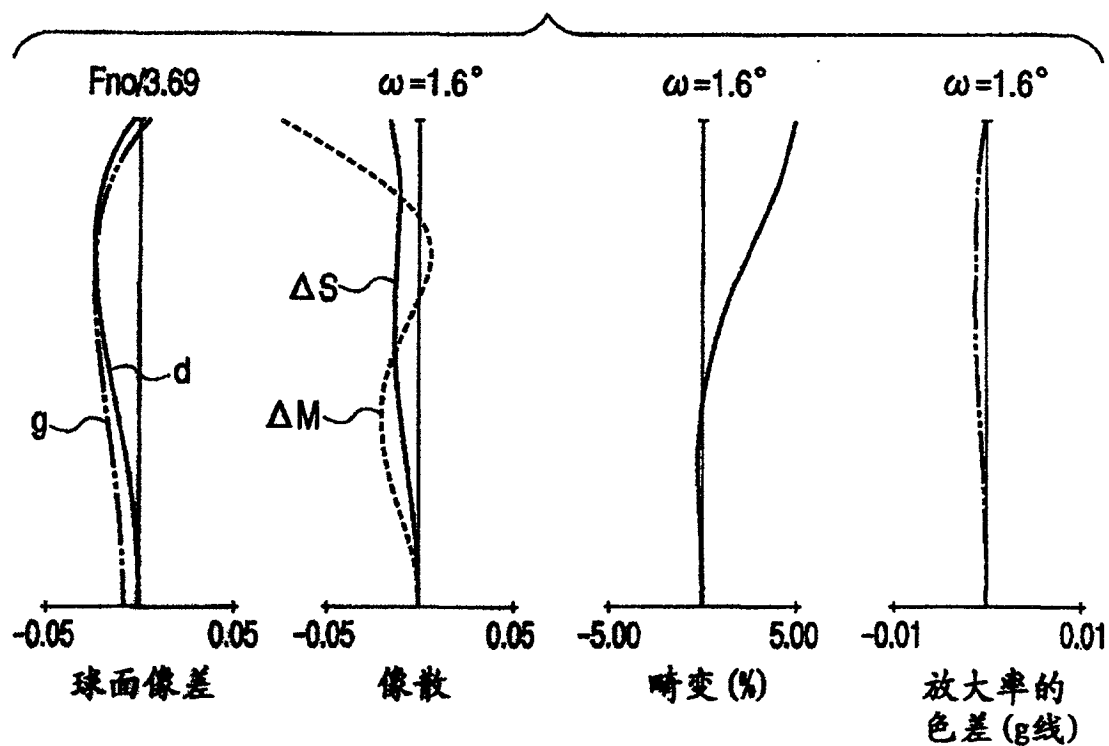


图 12

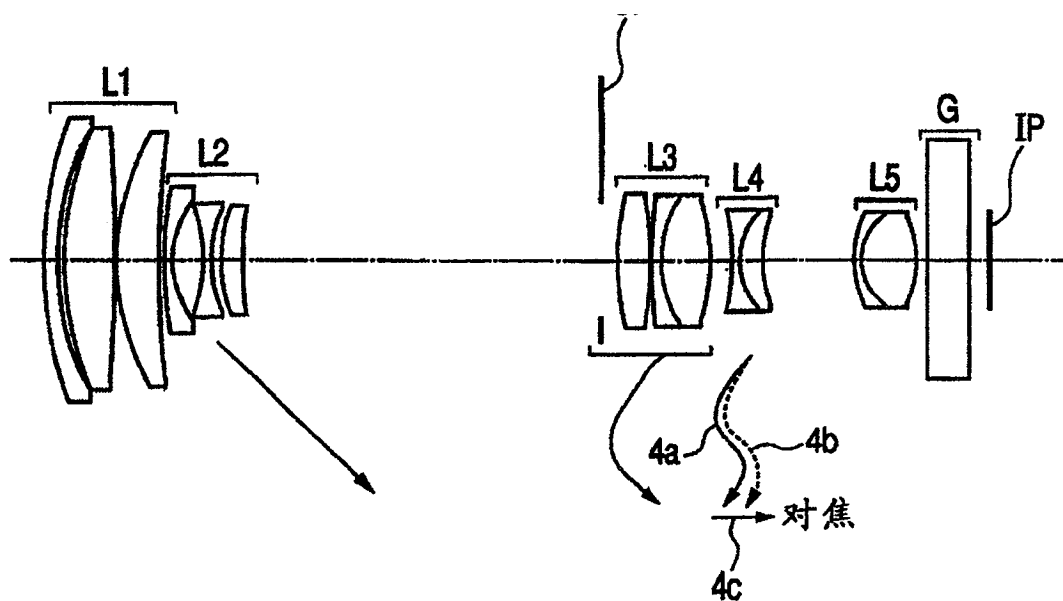


图 13

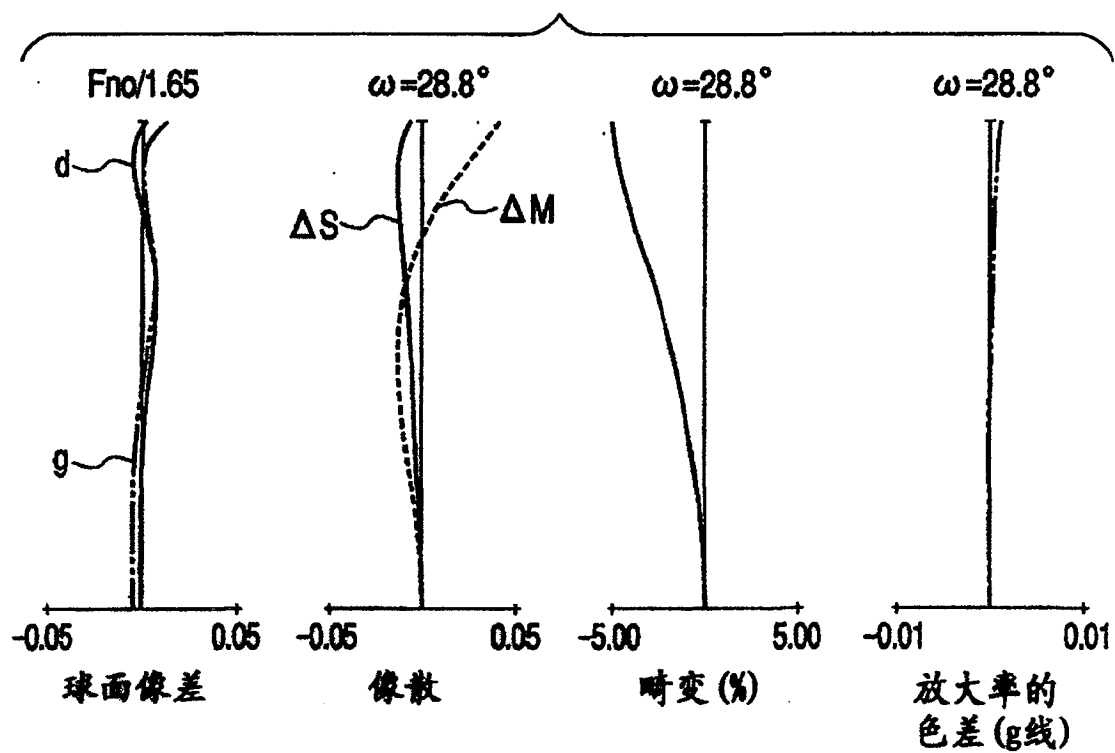


图 14

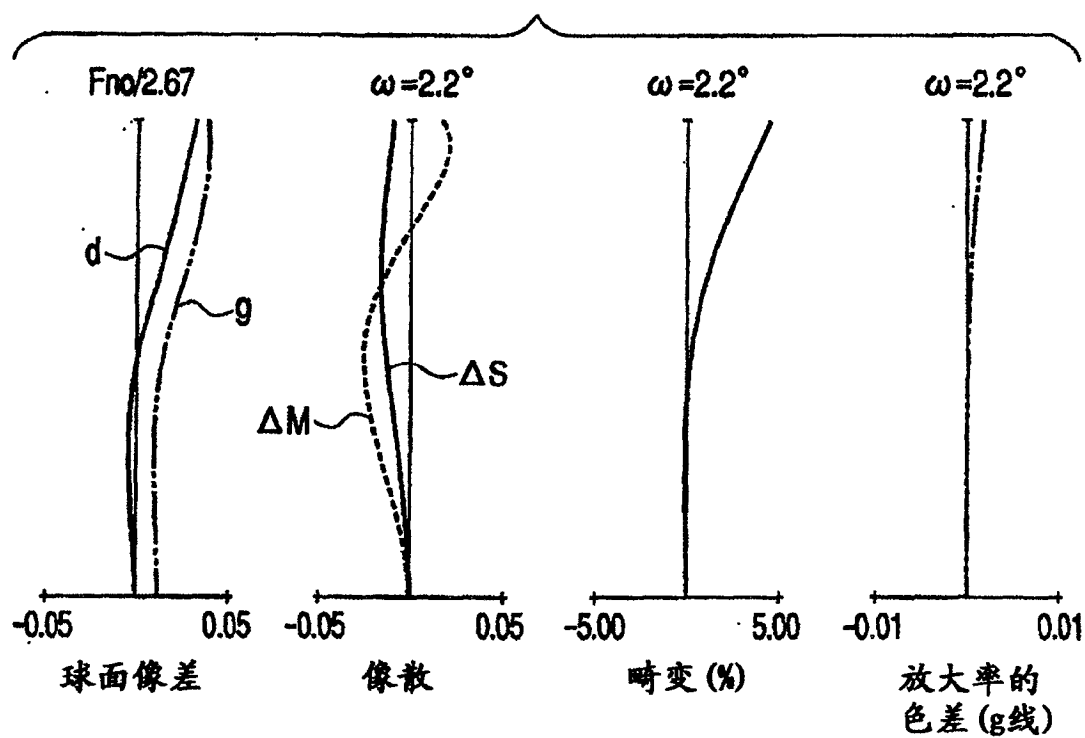


图 15

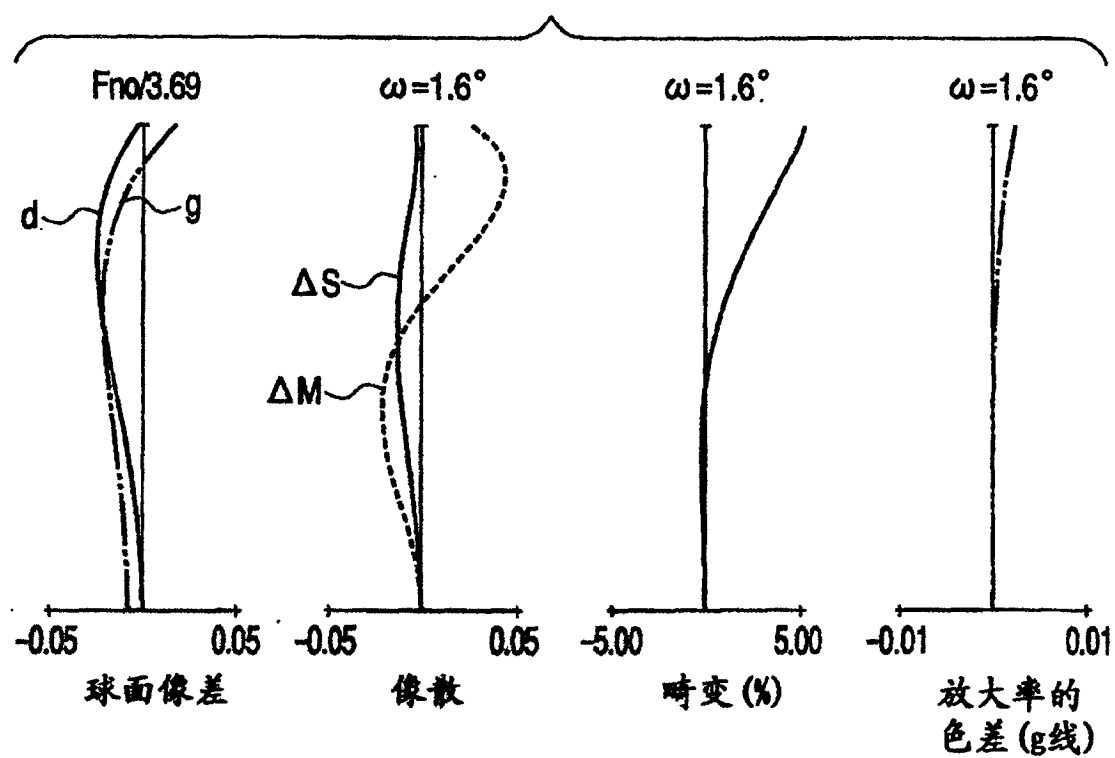


图 16

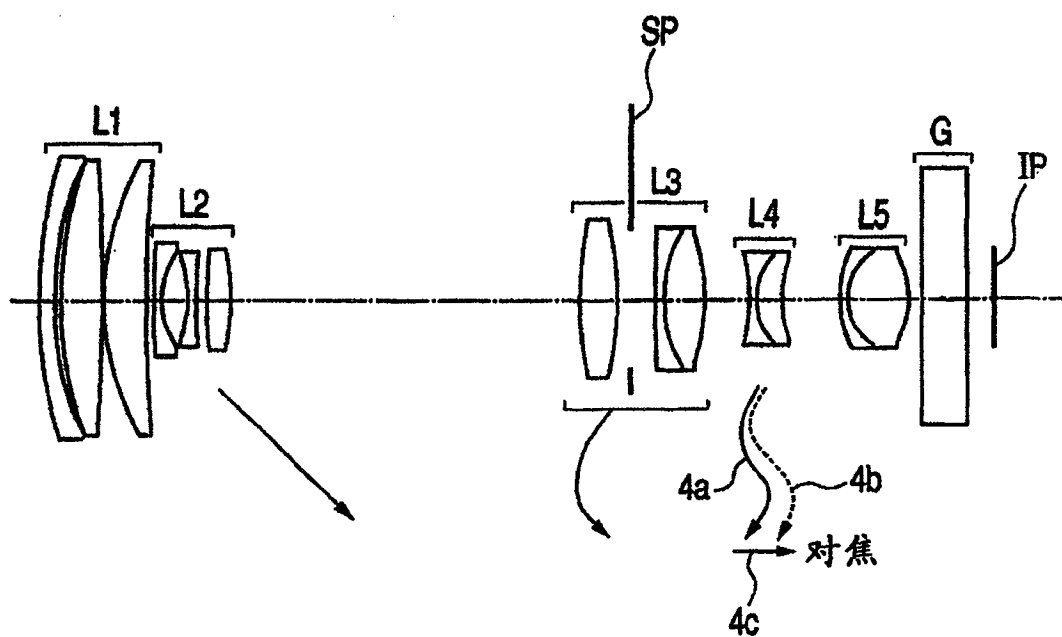


图 17

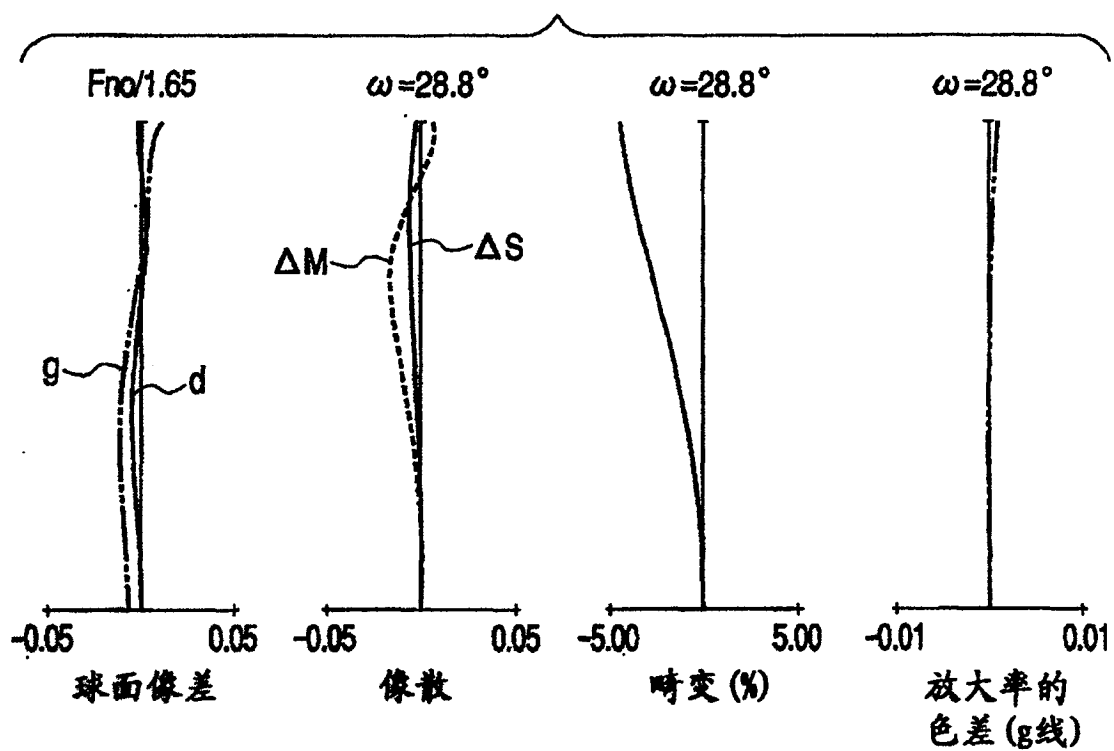


图 18

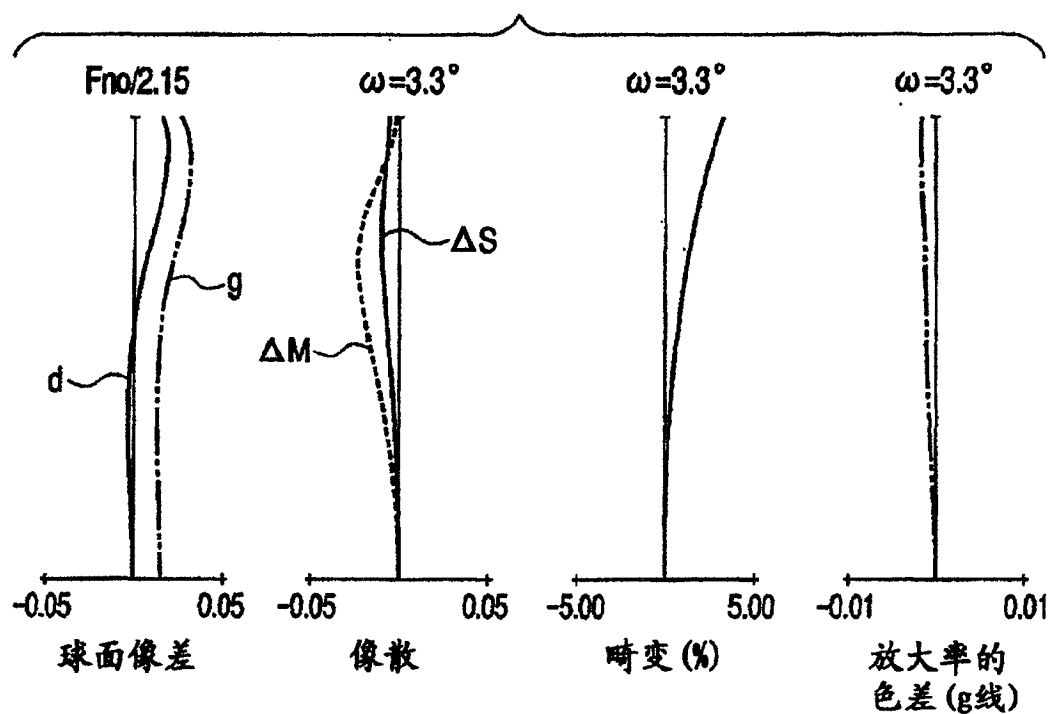


图 19

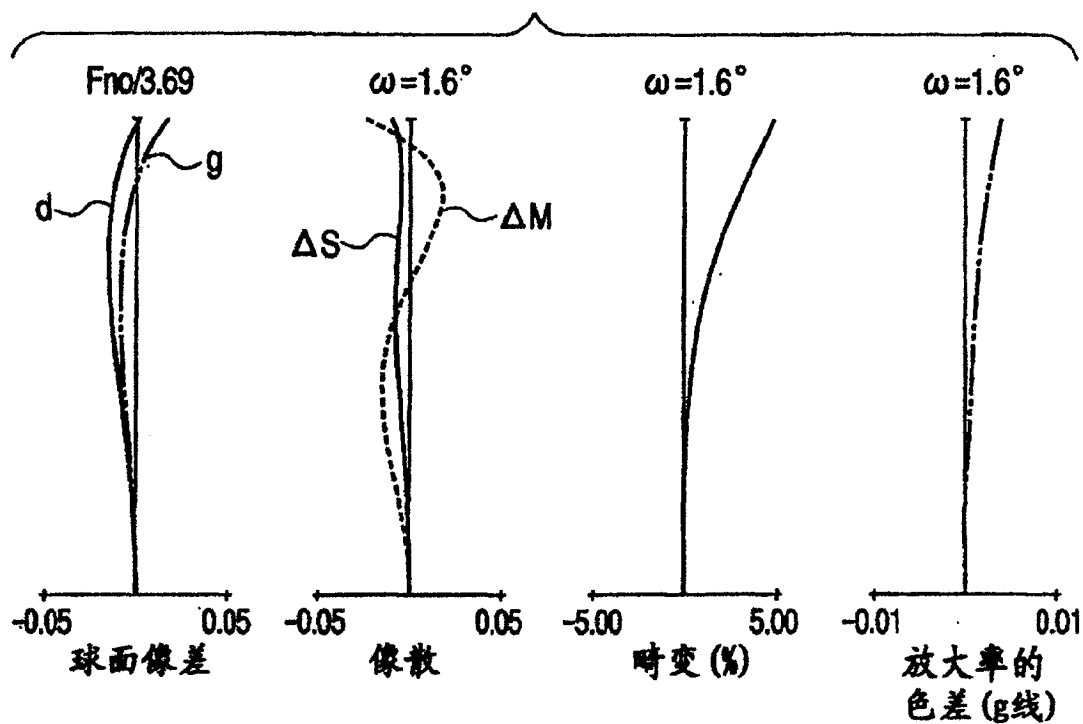


图 20

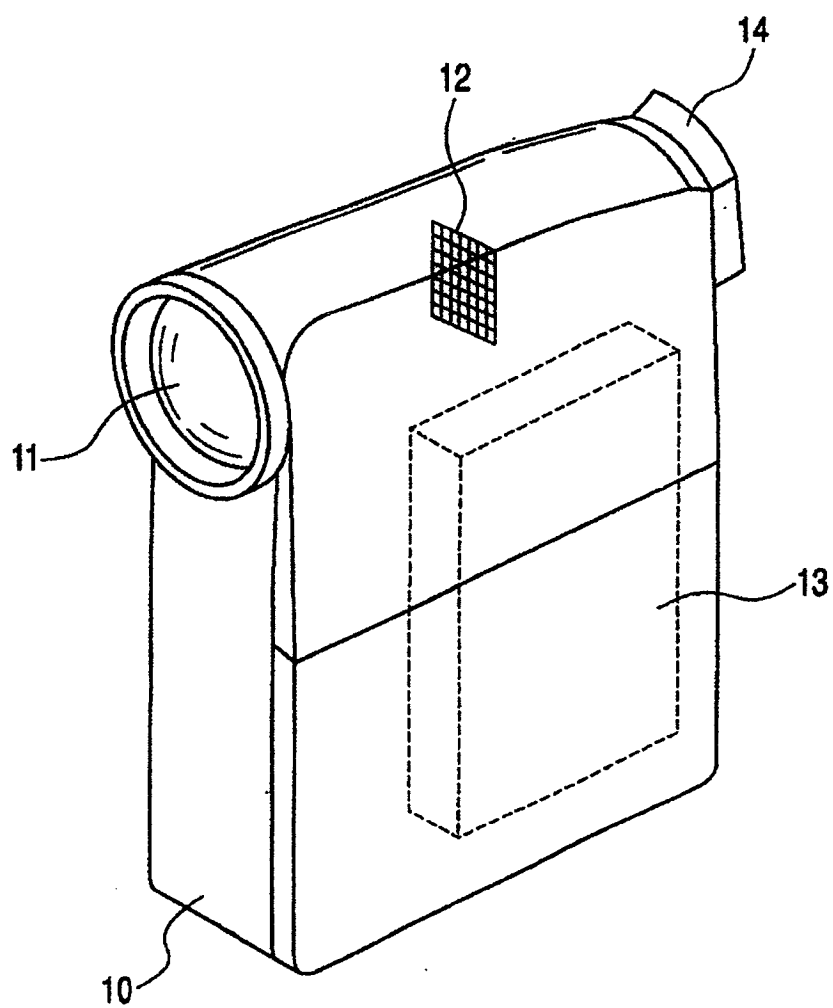


图 21