



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101620313 B

(45) 授权公告日 2011. 02. 16

(21) 申请号 200910149618. 3

(22) 申请日 2009. 06. 15

(30) 优先权数据

2008-170863 2008. 06. 30 JP

(73) 专利权人 富士能株式会社

地址 日本国埼玉县

(72) 发明人 富冈右恭

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 李贵亮

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

H04N 5/225(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2005-99758 A, 2005. 04. 14, 全文.

CN 1656407 A, 2005. 08. 17, 全文.

JP 特开 2006-119574 A, 2006. 05. 11, 全文.

CN 1444737 A, 2003. 09. 24, 全文.

CN 1403844 A, 2003. 03. 19, 全文.

JP 特开 2004-61938 A, 2004. 02. 26, 全文.

审查员 胡颀

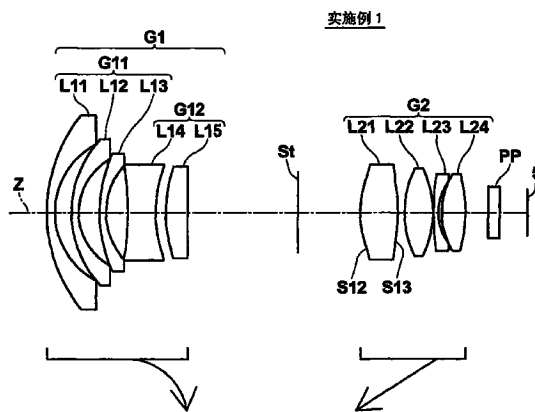
权利要求书 1 页 说明书 19 页 附图 13 页

(54) 发明名称

变倍光学系统及摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种变倍光学系统以及摄像装置, 该变倍光学系统谋求小型、大口径比、进一步的广角化, 保持可取得高图像质量的图像的高光学性能。变倍光学系统从物侧依次具备: 负的第 1 透镜组 (G1)、光阑、正的第 2 透镜组 (G2)。第 1 透镜组 (G1) 从物侧依次配置包括 3 片负弯月形透镜的第 1 子透镜组 (G11)、包括双凹透镜及正透镜的第 2 子透镜组 (G12) 而构成。第 2 透镜组 (G2) 包括: 配置在最靠近物侧的至少 1 面为非球面的第 1 正透镜 (L21)、配置在该第 1 正透镜 (L21) 的像侧之后的第 2 正透镜 (L22)。变倍光学系统将第 1 透镜组 (G1) 的焦距的绝对值设为  $|f_1|$ , 将在广角端的整个系统的焦距设为  $f$  时, 满足下述条件式 (1):  $1.9 < |f_1|/f_w < 3.6 \dots (1)$ 。



1. 一种变倍光学系统,其特征在于,

从物侧依次具备:具有负的折射力的第1透镜组、光阑、具有正的折射力的第2透镜组,通过使上述第1透镜组和上述第2透镜组的光轴上的间隔变化而进行变倍,通过沿着光轴移动上述第1透镜组而进行伴随该变倍的像面位置的校正,

上述第1透镜组由从物侧依次配置的包括3片负弯月形透镜的第1子透镜组、以及包括双凹透镜和正透镜的第2子透镜组构成,

上述第2透镜组包括:配置在最靠近物侧且至少1面为非球面的第1正透镜;配置在该第1正透镜的像侧之后的第2正透镜,

将上述第1透镜组的焦距的绝对值设为 $|f1|$ ,将在广角端的整个系统的焦距设为 $f_w$ 时,满足下述条件式(1):

$$1.9 < |f1|/f_w < 3.6 \cdots (1),$$

将在上述第1子透镜组包含的所有负弯月形透镜的对d线的折射率的平均设为 $N_{1m}$ 时,满足下述条件式(2):

$$N_{1m} > 1.70 \cdots (2),$$

将上述第2子透镜组中包含的正透镜的对d线的阿贝数设为 $v_{2p}$ 时,至少具有1个满足下述条件式(3)的正透镜:

$$v_{2p} < 20.0 \cdots (3).$$

2. 如权利要求1所述的变倍光学系统,其特征在于,

上述第1透镜组由从物侧依次配置的负弯月形透镜、负弯月形透镜、负弯月形透镜、双凹透镜、正透镜这5片单透镜构成。

3. 如权利要求1或2所述的变倍光学系统,其特征在于,

上述第2透镜组为由从物侧依次配置的作为上述第1正透镜的双凸透镜、作为上述第2正透镜的双凸透镜、将凹面朝向像侧的负弯月形透镜、以及双凸透镜构成的4片结构。

4. 如权利要求3所述的变倍光学系统,其特征在于,

将上述第2透镜组的上述负弯月形透镜对d线的折射率设为 $N_{23}$ 时,满足下述条件式(4):

$$N_{23} > 1.95 \cdots (4).$$

5. 如权利要求1或2所述的变倍光学系统,其特征在于,

在上述第2透镜组的像侧还具备在变倍时固定且具有负的折射力的第3透镜组。

6. 如权利要求1或2所述的变倍光学系统,其特征在于,

在上述第1子透镜组中包含的至少1个负弯月形透镜具有至少1面的非球面。

7. 一种摄像装置,其特征在于,

具备权利要求1至6中的任一项所述的变倍光学系统。

## 变倍光学系统及摄像装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在视频摄像机或电子静止摄像机等使用的变倍光学系统及摄像装置,尤其涉及一种可适合作为监视摄像机用途使用的变倍光学系统及具备该变倍光学系统的摄像装置。

### 背景技术

[0002] 过去,为了运转无人的设备而使用监视摄像机,但在近几年其需要增大,其中也要求可变倍的监视摄像机。作为这种监视摄像机用的变倍光学系统要求大口径比的明亮的光学系统,以便在低照度的拍摄条件下也能够确定被摄体。而且,作为适用于监视摄像机的光学系统要求紧凑且具有良好的光学性能的光学系统。

[0003] 作为大口径比且小型、具有良好的光学性能,并可搭载于监视摄像机的变倍光学系统,例如,公知的有下述专利文献 1、2 所记载的变倍光学系统。在专利文献 1 记载有从物侧依次具有负的第 1 组、光阑、正的第 2 组并且第 1 组由负、负、正的 3 片单透镜构成的光学系统。在专利文献 2 记载有从物侧依次具有负的第 1 组、正的第 2 组,第 2 组在组中包括光阑,在第 2 组的最靠近物侧配置负弯月形透镜和正透镜的粘合透镜的光学系统。

[0004] 专利文献 1:日本专利公开 2006-119574 号公报

[0005] 专利文献 2:日本专利公开 2007-94174 号公报

[0006] 但是,对监视摄像机用途的光学系统要求进一步的广角化,以便能够监视到宽的范围。而且,在近几年,即使监视摄像机用途也要求更高图像质量的影像的呼声越来越高,因此,对可对应于具有 100 万像素以上的摄像元件的摄像机的变倍光学系统的要求提高。然而,在以往的光学系统中,维持监视摄像机用途所需要的大口径比且谋求广角化,并且,实现可对应于近几年的高像素化的光学性能很困难。

### 发明内容

[0007] 本发明是借鉴于上述情况而被提出的,其目的在于,提供一种小型且大口径比,并谋求进一步的广角化,保持可取得高图像质量的图像的高光学性能的变倍光学系统及具备该变倍光学系统的摄像装置。

[0008] 本发明的变倍光学系统的特征在于,从物侧依次具备:具有负的折射力的第 1 透镜组、光阑、具有正的折射力的第 2 透镜组,通过使第 1 透镜组和第 2 透镜组的光轴上的间隔变化而进行变倍,通过沿着光轴移动第 1 透镜组而进行伴随该变倍的像面位置的校正,第 1 透镜组从物侧依次配置包括 3 片负弯月形透镜的第 1 子透镜组、包括双凹透镜及正透镜的第 2 子透镜组而构成,上述第 2 透镜组包括:配置在最靠近物侧的至少 1 面为非球面的第 1 正透镜、配置在该第 1 正透镜的像侧之后的第 2 正透镜,将第 1 透镜组的焦距的绝对值设为  $|f_1|$ ,将在广角端的整个系统的焦距设为  $f_w$  时,满足下述条件式 (1):

[0009]  $1.9 < |f_1|/f_w < 3.6 \dots (1)$

[0010] 将包括在第 1 子透镜组的所有负弯月形透镜对 d 线的折射率的平均设为  $N_{1m}$  时,

优选满足下述条件式 (2) :

$$[0011] \quad N1m > 1.70 \cdots (2)$$

[0012] 将包括在上述第 2 子透镜组的正透镜对 d 线的阿贝数设为  $v2p$  时, 优选满足下述条件式 (3) 的正透镜至少有 1 个 :

$$[0013] \quad v2p < 20.0 \cdots (3)$$

[0014] 另外, [配置在第 1 正透镜的像侧之后的第 2 正透镜] 不表示第 1 正透镜和第 2 正透镜之间的距离, 而表示在第 1 正透镜和第 2 正透镜之间没有具有光焦度 (パワー) 的光学要素。

[0015] 本发明的变倍光学系统通过在物侧配置具有至少 3 片负弯月形透镜的第 1 子透镜组, 可控制畸变像差并实现广角化。而且, 通过将第 2 透镜组的最靠近物侧的透镜设为非球面透镜, 容易校正具有伴随口径比的增大而增加的趋势的球面像差, 所以容易实现大口径比。而且, 由该非球面透镜对球面像差以外的像差也容易校正, 因此, 容易谋求小型化且得到高的光学性能。而且, 本发明的变倍光学系统通过满足条件式 (1), 将对整个系统的第 1 透镜组的光焦度之比保持在适当的范围, 可谋求小型化且抑制在望远端的球面像差, 可实现大口径比且可取得高图像质量的图像的光学系统。

[0016] 而且, 在本发明的变倍光学系统中也可构成为第 1 透镜组从物侧依次配置负弯月形透镜、负弯月形透镜、负弯月形透镜、双凹透镜、正透镜的 5 片单透镜而构成。

[0017] 而且, 在本发明的变倍光学系统中也可构成为第 2 透镜组为从物侧依次配置双凸透镜的上述第 1 正透镜、双凸透镜的上述第 2 正透镜、将凹面朝向像侧的负弯月形透镜、双凸透镜而构成的 4 片结构。

[0018] 而且, 在本发明的变倍光学系统中, 将第 2 透镜组的上述负弯月形透镜在 d 线的折射率设为  $N23$  时, 优选满足下述条件式 (4) :

$$[0019] \quad N23 > 1.95 \cdots (4)$$

[0020] 而且, 在本发明的变倍光学系统中也可构成为在第 2 透镜组的像侧还具备有在变倍时固定的具有负的折射力的第 3 透镜组。

[0021] 而且, 在本发明的变倍光学系统中, 优选包括在第 1 子透镜组的至少 1 个负弯月形透镜具有至少 1 面的非球面。

[0022] 本发明的摄像装置的特征在于, 具备上述记载的变倍光学系统。

[0023] 根据本发明的变倍光学系统, 在从物侧依次具备具有负的折射力的第 1 透镜组、光阑、具有正的折射力的第 2 透镜组的系统中, 在第 1 透镜组的物侧至少具有 3 片负弯月形透镜, 在第 2 透镜组的最靠近物侧配置非球面透镜, 适当地设定各透镜组的结构, 使得满足条件式 (1), 所以可实现小型且大口径比, 并谋求广角化, 保持可取得高图像质量的图像的高光学性能的光学系统。

[0024] 本发明的摄像装置由于具备有本发明的变倍光学系统, 所以可构成为小型, 具有宽的视野范围, 在低照度的摄影条件下也可以良好地使用, 可以得到高图像质量的影像。

#### 附图说明

[0025] 图 1 是表示本发明的实施例 1 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。

[0026] 图 2 是表示本发明的实施例 2 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。

- [0027] 图 3 是表示本发明的实施例 3 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。
- [0028] 图 4 是表示本发明的实施例 4 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。
- [0029] 图 5 是表示本发明的实施例 5 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。
- [0030] 图 6 是表示本发明的实施例 6 所涉及的变倍光学系统的透镜结构的剖面图。
- [0031] 图 7 是本发明的实施例 1 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0032] 图 8 是本发明的实施例 2 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0033] 图 9 是本发明的实施例 3 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0034] 图 10 是本发明的实施例 4 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0035] 图 11 是本发明的实施例 5 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0036] 图 12 是本发明的实施例 6 所涉及的变倍光学系统的各像差图。
- [0037] 图 13 是本发明的实施方式所涉及的摄像装置的简略剖面图。
- [0038] 图中 :1- 变倍光学系统,5- 摄像元件,6- 透镜装置,7- 摄像机本体,8- 光阑机构,9- 变焦旋钮,10- 监视摄像机,11- 聚焦旋钮,G1- 第 1 透镜组,G11- 第 1 子透镜组,G12- 第 2 子透镜组,G2- 第 2 透镜组,St- 孔径光阑,Z- 光轴。

### 具体实施方式

- [0039] 以下,对本发明的实施方式,参照图面详细地说明。
- [0040] 图 1 是表示本发明的一实施方式所涉及的变倍光学系统的结构的剖面图。该图 1 的结构例对应于后述的实施例 1 的变倍光学系统。另外,图 1 的左侧为物侧,右侧为像侧,图 1 表示在广角端的无限远对焦时的透镜配置,在其下用箭头示意地表示从广角端向望远端变倍时的各透镜组的移动轨迹。
- [0041] 该变倍光学系统沿着光轴 Z 从物侧依次具备:具有负的折射力的第 1 透镜组 G1、孔径光阑 St、具有正的折射力的第 2 透镜组 G2。这种负的光焦度(パワー)先行的结构具有适于广角化,还具有比较容易确保后焦点(バックフォーカス)的特点。
- [0042] 另外,图 1 所示的孔径光阑 St 未必表示大小或形状,是表示光轴 Z 上的位置。
- [0043] 在图 1 中,考虑将变倍光学系统适用于摄像装置的情况,也图示有配置在变倍光学系统的成像面的摄像元件 5。摄像元件 5 拍摄通过变倍光学系统成像的被摄体的像,配置成摄像元件 5 的成像面位于变倍光学系统的成像面。
- [0044] 将变倍光学系统适用于摄像装置时,根据装载透镜的摄像机侧的结构,优选在光学系统和成像面(摄像面)之间配置盖玻璃、红外线截止滤光器、低通滤光器等各种滤光器等,在图 1 中表示将假定这些的平行平板状光学构件 PP 配置在第 2 透镜组 G2 和摄像元件 5 之间的例。
- [0045] 该变倍光学系统构成为,通过使第 1 透镜组 G1 和第 2 透镜组 G2 的光轴 Z 上的间隔变化而进行变倍,通过沿着光轴 Z 移动第 1 透镜组 G1 而进行伴随该变倍的像面位置的校正。第 1 透镜组 G1 及第 2 透镜组 G2 伴从从广角端向望远端变倍,描绘在图 1 用实线箭头所示的轨迹而移动。而且,该变倍光学系统通过沿着光轴 Z 移动第 1 透镜组 G1 而进行聚焦,第 1 透镜组 G1 也兼备作为聚焦组的功能。
- [0046] 第 1 透镜组 G1 从物侧依次配置至少包括 3 片负弯月形透镜的第 1 子透镜组 G11、从物侧依次包括双凹透镜和正透镜的第 2 子透镜组 G12 而构成。

[0047] 如图 1 所示的例,例如第 1 透镜组 G1 可构成为从物侧依次包括:作为 3 片负弯月形透镜的透镜 L11、L12、L13,作为双凹透镜的透镜 L14,作为正透镜的透镜 L15 这 5 片单透镜。在此例中,第 1 子透镜组 G11 由透镜 L11、L12、L13 构成,第 2 子透镜组 G12 由透镜 L14、L15 构成。

[0048] 通过在透镜系统的最靠近物侧配置负弯月形透镜,望远端的球面像差的校正变得容易,且有利于广角化。另外,本实施方式的特征在于,变倍光学系统构成为包括至少 3 片负弯月形透镜,可得到用如下所述的以往技术得不到的效果。

[0049] 专利文献 1 所记载的以往的光学系统也在第 1 透镜组的最靠近物侧具有 1 片负弯月形透镜,但仅是 1 片,所以伴随将系统广角化畸变(歪曲)像差增大。与此相对,在本实施方式的变倍光学系统中,在第 1 透镜组 G1 的最靠近物侧至少配置 3 片负弯月形透镜,所以抑制畸变像差并实现广角化。

[0050] 另外,也可构成为,在第 1 透镜组 G1 的第 1 子透镜组 G11 中包含的至少 1 个负弯月形透镜具有至少 1 面的非球面,此时,可更加良好地校正各种像差。

[0051] 如由图 1 的透镜 L14 所示那样,第 1 透镜组 G1 的第 2 子透镜组 G12 包括负的双凹透镜,由此,容易确保第 1 透镜组 G1 所需要的负的光焦度,可由较少的片数谋求小型化,并高效地进行像差校正。

[0052] 而且,如由图 1 的透镜 L15 例示的那样第 1 透镜组 G1 包括正透镜的情况来看,利用该正透镜可以对物侧的发散光束施加会聚作用而引导到正的第 2 透镜组,并且能够可容易得到在第 1 透镜组 G1 的像差的平衡。

[0053] 第 2 透镜组 G2 构成为,具备配置在最靠近物侧的至少 1 面被作成非球面的第 1 正透镜、配置在该第 1 正透镜的像侧之后的第 2 正透镜。

[0054] 例如,如图 1 所示的例,第 2 透镜组 G2 可以构成为从物侧依次配置:作为至少 1 面被做成非球面的双凸形状的正透镜的透镜 L21,作为双凸形状的正透镜的透镜 L22,作为将凹面朝向像侧的负弯月形透镜的透镜 L23,作为双凸形状的透镜 L24 的 4 片单透镜而构成。

[0055] 在第 2 透镜组 G2 中,通过将最靠近物侧的透镜 L21 设为非球面透镜,容易校正关于通过透镜周边部的光线的各种像差。尤其,容易进行伴随大口径比发生的球面像差的校正,容易确保大口径比。假设,透镜 L21 由球面透镜构成的情况下,随着从光轴离开而朝向周边,正的光焦度变强,并存在越是周边部、球面像差越过度校正的忧虑。对此,如本实施方式,将透镜 L21 设为非球面透镜,如图 1 所示的例,若将透镜 L21 的形状构成为正的光焦度随着从光轴附近朝向周边变弱,则能够防止球面像差变得校正过剩,且能够控制球面像差的发生量,所以容易实现大口径比。

[0056] 另外,通过将透镜 L21 设为非球面透镜,也容易校正球面像差以外的各种像差,容易谋求小型化并确保高光学性能。尤其,如图 1 所示的例,通过设为物侧的面 S12 及像侧的面 S13 的两面为非球面的双凸透镜,可谋求小型化并得到更高的像差校正效果。在此,该透镜 L21 的双凸形状根据如下情况而决定:即为了在物侧会聚光束而适合大曲率的凸形状的情况、以及为了在像侧使色像差校正良好而适合凸形状的情况。

[0057] 而且,如图 1 所示的例,在第 2 透镜组 G2 中包含的正的透镜全部由双凸透镜构成的情况下,容易确保为了会聚由第 1 透镜组 G1 发散的光束所需要的正光焦度,可由较少的片数谋求小型化并效率良好地进行像差校正。

[0058] 在本变倍光学系统中,通过采用上述的结构而谋求广角化,维持大口径比并以紧凑的结构容易实现可取得高图像质量图像的高光学性能。例如,图 1 所示的变倍光学系统为由 5 片第 1 透镜组 G1 和 4 片第 2 透镜组 G2 构成的整体为 9 片结构的系统,作为变倍光学系统被紧凑地构成。

[0059] 但是,本发明的变倍光学系统不限于图 1 所示的透镜片数或透镜形状,可取各种方式。例如,本发明的变倍光学系统也可以在第 2 透镜组 G2 的像侧还具备在变倍时固定的具有负的折射力的第 3 透镜组。通过追加该第 3 透镜组能够改变像尺寸,并能够对应于摄像元件的尺寸变更。具体地,作为摄像元件可对应于将 6mm 尺寸的 CCD 变更为 8mm 尺寸的 CCD 的情况等。

[0060] 本发明的变倍光学系统除了上述结构以外,通过进一步采用以下优选的方式可得到更加良好的光学性能。

[0061] 本变倍光学系统,将第 1 透镜组 G1 的焦距的绝对值设为  $|f1|$ ,将在广角端的整个系统的焦距设为  $f_w$  时,优选满足下述条件式 (1) :

$$[0062] \quad 1.9 < |f1|/f_w < 3.6 \cdots (1)$$

[0063] 条件式 (1) 关于第 1 透镜组 G1 的焦距和广角端的整个系统的焦距之比,可以说关于第 1 透镜组 G1 相对于整个系统的光焦度比。若超过条件式 (1) 的上限,则第 1 透镜组 G1 的负的折射力变弱,伴随变倍的第 1 透镜组 G1 的移动量增大而导致光学系统的大型化。另外,若低于条件式 (1) 的下限,则第 1 透镜组 G1 的负的折射力强,在望远端球面像差变得校正不足。

[0064] 另外,在专利文献 2 记载的实施例 1 ~ 4 皆不满足条件式 (1),取比条件式 (1) 的下限小的值。相对于此,在本实施方式的变倍光学系统中,通过满足条件式 (1),光学系统的小型化的同时,能够抑制望远端的球面像差的增大,并能够实现高的光学性能。

[0065] 另外,本变倍光学系统为了谋求更小型化并得到良好的光学性能,优选满足下述条件式 (1-1)。

$$[0066] \quad 2.4 < |f1|/f_w < 3.2 \cdots (1-1)$$

[0067] 而且,本变倍光学系统将包括在第 1 子透镜组 G11 的所有负弯月形透镜对 d 线的折射率的平均设为  $N1m$  时,优选满足下述条件式 (2)。若低于条件式 (2) 的下限,则第 1 透镜组 G1 的负的折射力弱,导致光学系统的大型化。

$$[0068] \quad N1m > 1.70 \cdots (2)$$

[0069] 另外,本变倍光学系统为了谋求更小型化,优选满足下述条件式 (2-1) :

$$[0070] \quad N1m > 1.84 \cdots (2-1)$$

[0071] 而且,本变倍光学系统将包括在第 2 子透镜组 G12 的正透镜的对 d 线的阿贝数设为  $v2p$  时,优选为具有至少一个满足下述条件式 (3) 的正透镜。若超过条件式 (3) 的上限,则导致在望远端轴上色像差的增大。

$$[0072] \quad v2p < 20.0 \cdots (3)$$

[0073] 而且,本变倍光学系统,在第 2 透镜组 G2 具有将凹面朝向像侧的负弯月形透镜的情况下,将该负弯月形透镜对 d 线的折射率设为  $N23$  时,优选满足下述条件式 (4)。若低于条件式 (4) 的下限,则该负弯月形透镜的像侧的凹面的曲率减小 (きつくなり),像面弯曲 (像場湾曲) 增大,从画面中心部到画面周边部不能维持高光学性能。

[0074]  $N23 > 1.95 \cdots (4)$

[0075] 另外,本变倍光学系统例如在屋外等严格的环境中使用时,在配置于最靠近物侧的透镜优选使用强于由风雨引起的表面劣化、由直射日光引起的温度变化,而且,优选使用强于油脂/洗涤剂化学药品的材质,即,耐水性、耐气候性、耐酸性、耐药品性等较高的材质,而且,优选使用坚固且难以破裂的材质。从以上情况来看作为配置在最靠近物侧的材质具体地优选使用玻璃,或者也可以使用透明的陶瓷。

[0076] 作为形成非球面形状的透镜材质,优选使用塑料,此时,可精度良好地制作非球面形状,并能够谋求轻量化及低成本化。

[0077] 要求本变倍光学系统可以在宽的温度范围使用的情况下,作为各透镜的材质优选使用线膨胀系数小的材质。而且,在严格环境中使用本变倍光学系统时,优选施加保护用的多层膜涂层。另外,也可以在保护用涂层以外,施加用于减少使用时的重像光等的防反射涂层膜。

[0078] 在图 1 所示的例中,表示了透镜系统和成像面之间配置光学构件 PP 的例,但也可以代替低通滤光器或将特定的波长区域截止的各种滤光器等,在各透镜之间配置这些各种滤光器,或者也可以在任意透镜的透镜面施加具有与各种滤光器同样的作用的涂层。

[0079] 如上说明,根据本实施方式的变倍光学系统,通过根据所要求的规格等适当采用上述优选的结构,能够维持紧凑的结构和大口径比,谋求进一步的广角化,能够容易得到与具有 100 万像素以上的摄像元件的摄像机对应的高图像质量的图像。

[0080] [ 实施例 ]

[0081] 接着,对本发明所涉及的变倍光学系统的具体数值实施例进行说明。

[0082] < 实施例 1 >

[0083] 实施例 1 的透镜剖面图为图 1 所示,更详细地,实施例 1 的变倍光学系统的第 1 透镜组 G1 从物侧依次包括:作为将凸面朝向物侧的弯月形状的负透镜 L11、L12、L13,双凹形状的负透镜 L14,将凸面朝向物侧的平凸形状的正透镜 L15。第 2 透镜 G2 从物侧依次包括:在光轴附近为双凸形状的正透镜 L21、双凸形状的正透镜 L22、将凸面朝向物侧的弯月形状的负透镜 L23、双凸形状的正透镜 L24。在实施例 1 的变倍光学系统中,透镜 L21 的物侧的面 S12 和像侧的面 S13 为非球面。孔径光阑 St 在变倍时固定位置,光阑直径可变。

[0084] 在表 1 表示实施例 1 所涉及的变倍光学系统的透镜数据,在表 2 表示非球面数据,在表 3 表示各种数据。另外,以下所述的表 1~表 3 中的记号的意义对后述实施例也同样。

[0085] 在表 1 的透镜数据中, Si 表示将最靠近物侧的结构要素的面作为第 1 个,随着朝向像侧依次增加的第 i 个 (i = 1、2、3、...) 面号码, Ri 表示第 i 个面的曲率半径, Di 表示第 i 个面和第 i+1 个面的光轴 Z 上的面间隔。而且, Ndj 表示将最靠近物侧的透镜为第 1 个,随着朝向像侧依次增加的第 j 个 (j = 1、2、3、...) 的光学要素对 d 线 (波长 587.6nm) 的折射率, v<sub>dj</sub> 表示第 j 个光学要素对 d 线的阿贝数。另外,在透镜数据中也包括孔径光阑 St 及光学构件 PP 而表示。透镜数据的曲率半径将向物侧凸的情况设为正,将向像侧凸的情况设为负。

[0086] 而且,在表 1 的透镜数据中,非球面在面号码附上 \* 号,作为非球面的曲率半径表示近轴曲率半径的数值。表 2 的非球面数据表示关于这些非球面的非球面系数。非球面系数为在由以下式 (A) 表示的非球面式中的各系数 K、B<sub>m</sub> (m = 3、4、5、...) 的值。

[0087]  $Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum B_m \cdot h^m \dots (A)$

[0088] 此处，

[0089]  $Zd$  :非球面的深度 (从高度  $h$  的非球面上的点向与非球面顶点相切的垂直于光轴的平面的所引画的垂线的长度)，

[0090]  $h$  :高度 (从光轴到透镜面的距离)，

[0091]  $C$  :近轴曲率半径的倒数，

[0092]  $K$ 、 $B_m$  :非球面系数 ( $m = 3, 4, 5, \dots 20$ )

[0093] 在表 1 的透镜数据中,与为了进行变倍间隔变化的、第 1 透镜组  $G1$  和孔径光阑  $St$  的间隔、孔径光阑  $St$  和第 2 透镜组  $G2$  的间隔、第 2 透镜组  $G2$  和光学构件  $PP$  的间隔相对应的面间隔,在表栏中分别记载为可变  $D1$ 、可变  $D2$ 、可变  $D3$ 。

[0094] 在表 3 的各种数据表示广角端和望远端的整个系统的焦距、 $F$  值 ( $Fno.$ )、全视场角、可变  $D1$ 、可变  $D2$ 、可变  $D3$  的值。作为在透镜数据及各种数据中的长度单位在此使用  $mm$ ，但即使光学系统放大比例或缩小比例,也可得到同等的光学性能,所以单位不限于  $mm$ ,也可以使用其他适当的单位。

[0095] 【表 1】

[0096] 实施例 1 透镜数据

[0097]

$S_i$	$R_i$	$D_i$	$N_{dj}$	$v_{dj}$
1	21.3671	1.10	1.83481	42.7
2	10.6261	2.23		
3	14.9132	0.95	1.88300	40.8
4	8.4452	2.79		
5	19.7316	0.87	1.88300	40.8
6	9.7910	2.93		
7	-38.6003	3.74	1.80400	46.6
8	18.4696	1.37		
9	20.6244	2.92	1.92286	18.9
10	$\infty$	可变 $D1$		
11 (孔径光阑)	-	可变 $D2$		
12*	13.2894	5.00	1.56883	56.3
13*	-23.0141	0.89		
14	14.0731	3.79	1.49700	81.6
15	-13.9494	0.10		
16	41.3953	0.65	2.00069	25.5
17	7.3588	0.46		
18	10.5646	3.17	1.51633	64.1
19	-20.2979	可变 $D3$		
20	$\infty$	1.50	1.51633	64.1
21	$\infty$			

[0098] [表 2]

[0099] 实施例 1 非球面数据

[0100]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.08095E-04	-1.92549E-04	1.85737E-05	-1.83773E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.67736E-07	-9.10310E-09	1.67155E-09	-1.15204E-10	2.49218E-12
B12	B13	B14	B15	B16
6.18458E-13	1.01136E-13	1.41690E-14	5.77915E-16	1.03866E-16
B17	B18	B19	B20	
8.64951E-18	4.26468E-19	3.77745E-20	-2.04645E-20	

[0101]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.13402E-04	1.25108E-04	9.31170E-06	9.77685E-07
B7	B8	B9	B10	B11
-6.53401E-07	6.56800E-08	-1.42610E-09	1.16421E-10	1.14149E-11
B12	B13	B14	B15	B16
1.17958E-12	1.16141E-13	2.07224E-14	-2.53220E-16	1.86787E-16
B17	B18	B19	B20	
1.31494E-17	1.36290E-18	1.14002E-19	-7.42899E-21	

[0102] [表 3]

[0103] 实施例 1 各种数据

[0104]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.21	1.33	146.3	14.90	8.24	3.00
望远端	5.87	2.13	57.7	1.59	1.59	9.65

[0105] &lt; 实施例 2 &gt;

[0106] 实施例 2 的透镜剖面图为图 2 所示。实施例 2 的变倍光学系统的基本透镜结构与实施例 1 的结构相同,但替代实施例 1 的平凸形状的 L15,在实施例 2 中使用将凸面朝向物侧的弯月形状的正透镜 L15 这一点不同。而且,在实施例 2 的变倍光学系统中透镜 L21 的物侧的面 S12 和像侧的面 S13 为非球面。

[0107] 在表 4 表示实施例 2 所涉及的变倍光学系统的透镜数据,在表 5 表示非球面数据,在表 6 表示各种数据。

[0108] [表 4]

[0109] 实施例 2 透镜数据

[0110]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1	18.8544	1.67	1.88300	40.8
2	9.6898	2.70		
3	12.0747	1.07	1.88300	40.8
4	6.6167	3.26		
5	14.7479	1.64	1.81600	46.6
6	9.5646	3.03		
7	-31.7750	3.05	1.79952	42.2
8	11.3138	0.24		
9	10.8296	1.55	1.92286	18.9
10	39.8198	可变 D1		
11(孔径光阑)	-	可变 D2		
12*	13.4759	4.93	1.56384	60.7
13*	-21.7202	0.85		
14	14.0015	3.75	1.49700	81.6
15	-14.6216	0.10		
16	99.6937	0.65	2.00330	28.3
17	7.8269	0.50		
18	9.3574	3.08	1.57135	53
19	-21.9950	可变 D3		
20	∞	1.50	1.51633	64.1
21	∞			

[0111] 【表 5】

[0112] 实施例 2 非球面数据

[0113]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.22394E-04	-1.89270E-04	1.88796E-05	-1.80161E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.62004E-07	-8.18066E-09	1.77722E-09	-1.02954E-10	3.56884E-12
B12	B13	B14	B15	B16
6.97472E-13	1.02216E-13	1.34937E-14	5.02023E-16	6.25009E-17
B17	B18	B19	B20	
1.62167E-17	-1.16728E-18	-1.66021E-19	-2.47243E-20	

[0114]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	6.16264E-05	1.25613E-04	9.02996E-06	9.06119E-07
B7	B8	B9	B10	B11
-6.63016E-07	6.42661E-08	-1.57622E-09	9.94129E-11	9.97829E-12
B12	B13	B14	B15	B16
1.05375E-12	1.09930E-13	2.04023E-14	-3.75122E-16	1.27890E-16
B17	B18	B19	B20	
3.29006E-18	1.34527E-18	2.51249E-19	-8.47282E-22	

[0115] 【表 6】

[0116] 实施例 2 各种数据

[0117]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.26	1.33	147.8	9.75	9.69	3.00
望远端	6.02	2.59	56.6	3.76	1.04	11.65

[0118] < 实施例 3 >

[0119] 实施例 3 的透镜剖面图为图 3 所示。实施例 3 的变倍光学系统的基本透镜结构与实施例 2 的结构相同。而且,在实施例 3 的变倍光学系统中,透镜 L21 的物侧的面 S12 和像侧的面 S13 为非球面。

[0120] 在表 7 表示实施例 3 所涉及的变倍光学系统的透镜数据,在表 8 表示非球面数据,在表 9 表示各种数据。

[0121] [ 表 7 ]

[0122] 实施例 3 透镜数据

[0123]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1	21.8943	1.26	1.83481	42.7
2	11.7335	2.92		
3	14.6451	1.10	1.88300	40.8
4	10.1764	2.84		
5	16.4676	0.95	1.88300	40.8
6	10.7445	4.17		
7	-35.7810	3.10	1.80400	46.6
8	16.1017	1.81		
9	21.6836	3.10	1.92286	18.9
10	604.6536	可变 D1		
11(孔径光阑)	-	可变 D2		
12*	10.7994	4.24	1.49700	81.6
13*	-93.9686	0.78		
14	10.0028	2.86	1.72916	54.7
15	-32.2976	0.32		
16	36.8848	0.82	2.00069	25.5
17	6.3990	0.67		
18	14.4120	1.58	1.61800	63.4
19	-18.2038	可变 D3		
20	$\infty$	1.50	1.51633	64.1
21	$\infty$			

[0124] (表 8)

[0125] 实施例 3 非球面数据

[0126]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.42339E-04	-1.92648E-04	1.79668E-05	-1.96683E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.81872E-07	-1.07471E-08	1.52696E-09	-1.29680E-10	1.29811E-12
B12	B13	B14	B15	B16
5.02428E-13	9.27482E-14	1.33641E-14	4.68051E-16	1.75699E-17
B17	B18	B19	B20	
1.52034E-17	6.55289E-19	8.24566E-20	-2.58498E-20	

[0127]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.78558E-04	1.25369E-04	9.28153E-06	1.01005E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-6.48018E-07	6.65048E-08	-1.33908E-09	1.26638E-10	1.23257E-11
B12	B13	B14	B15	B16
1.27699E-12	1.19744E-13	2.31475E-14	-5.37227E-16	2.52236E-16
B17	B18	B19	B20	
3.02821E-18	1.08655E-18	1.24629E-19	-8.39075E-21	

[0128] [表 9]

[0129] 实施例 3 各种数据

[0130]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.21	1.33	146.2	20.13	7.64	3.00
望远端	5.87	1.95	57.3	1.40	2.61	8.03

[0131] &lt; 实施例 4 &gt;

[0132] 实施例 4 的透镜剖面图为图 4 所示。实施例 4 的变倍光学系统的基本透镜结构与实施例 2 的结构相同。而且,在实施例 4 的变倍光学系统中,透镜 L21 的物侧的面 S12 和像侧的面 S13 为非球面。

[0133] 在表 10 表示实施例 4 所涉及的变倍光学系统的透镜数据,在表 11 表示非球面数据,在表 12 表示各种数据。

[0134] (表 10)

[0135] 实施例 4 透镜数据

[0136]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1	22.6668	1.10	1.74320	49.3
2	10.5107	2.50		
3	14.2655	1.10	1.72916	54.7
4	8.4469	3.01		
5	20.6186	0.96	1.75500	52.3
6	9.0955	2.97		
7	-39.4534	3.81	1.88300	40.8
8	18.7657	1.56		
9	21.0326	2.94	1.92286	18.9
10	593.0192	可变 D1		
11(孔径光阑)	-	可变 D2		
12*	13.1879	5.00	1.51633	64.1
13*	-22.8785	0.81		
14	12.8396	3.71	1.49700	81.6
15	-15.3298	0.10		
16	38.9170	0.65	2.00330	28.3
17	7.6036	0.54		
18	10.7694	3.18	1.48749	70.2
19	-16.9744	可变 D3		
20	$\infty$	1.50	1.51633	64.1
21	$\infty$			

[0137] [表 11]

[0138] 实施例 4 非球面数据

[0139]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.16876E-04	-1.96860E-04	1.82714E-05	-1.84730E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.66369E-07	-8.74938E-09	1.71948E-09	-1.08203E-10	3.23459E-12
B12	B13	B14	B15	B16
7.10596E-13	1.10558E-13	1.52918E-14	7.10077E-16	9.63697E-17
B17	B18	B19	B20	
8.17578E-18	8.37191E-21	3.43247E-20	-1.87125E-20	

[0140]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.25697E-04	1.29797E-04	9.51603E-06	9.77232E-07
B7	B8	B9	B10	B11
-6.55098E-07	6.53666E-08	-1.46105E-09	1.11890E-10	1.09550E-11
B12	B13	B14	B15	B16
1.12103E-12	1.10930E-13	1.97343E-14	-4.55564E-16	1.85969E-16
B17	B18	B19	B20	
1.83389E-17	1.39513E-18	2.26193E-19	-6.26961E-21	

[0141] 【表 12】

[0142] 实施例 4 各种数据

[0143]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.20	1.33	146.2	14.94	8.26	3.00
望远端	5.86	2.09	57.8	1.94	1.35	9.91

[0144] &lt; 实施例 5 &gt;

[0145] 实施例 5 的透镜剖面图为图 5 所示。实施例 5 的变倍光学系统的基本透镜结构与实施例 1 的结构相同,但替代实施例 1 的平凸形状的 L15,在实施例 5 中使用双凸形状的正的透镜 L15 这一点不同。而且,在实施例 5 的变倍光学系统中,透镜 L12 的物侧的面 S3 及像侧的面 S4、透镜 L21 的物侧的面 S12 及像侧的面 S13 为非球面。

[0146] 在表 13 表示实施例 5 所涉及的变倍光学系统的透镜数据,在表 14 表示非球面数据,在表 15 表示各种数据。

[0147] [ 表 13 ]

[0148] 实施例 5 透镜数据

[0149]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1	20.1765	1.10	1.83481	42.7
2	10.4650	2.28		
3*	14.7312	1.11	1.88300	40.8
4*	8.1241	2.85		
5	19.4521	0.95	1.88300	40.8
6	9.6912	2.92		
7	-39.6839	3.76	1.80400	46.6
8	17.9064	1.34		
9	20.2777	2.93	1.92286	18.9
10	-1980.4893	可变 D1		
11(孔径光阑)	-	可变 D2		
12*	13.7193	5.00	1.56384	60.7
13*	-23.9587	0.92		
14	13.9038	3.80	1.49700	81.6
15	-14.3098	0.10		
16	30.4983	0.65	2.00069	25.5
17	7.3508	0.45		
18	10.6952	3.14	1.48749	70.2
19	-19.6277	可变 D3		
20	$\infty$	1.50	1.51633	64.1
21	$\infty$			

[0150] [表 14]

[0151] 实施例 5 非球面数据

[0152]

S3 (第3面)				
K	B3	B4	B5	B6
1.00000E+00	1.25479E-05	2.63261E-06	2.98723E-07	3.51345E-08
B7	B8	B9	B10	B11
2.93760E-09	2.63735E-10	1.59042E-11	8.96750E-13	1.42999E-14
B12	B13	B14	B15	B16
-2.62719E-15	-8.72492E-17	1.15866E-16	1.06375E-18	4.99750E-18
B17	B18	B19	B20	
1.69493E-18	-7.63607E-20	1.88484E-21	-1.76211E-21	

[0153]

S4 (第4面)				
K	B3	B4	B5	B6
1.00000E+00	-5.51292E-06	-1.25074E-06	-1.28714E-07	-1.28303E-08
B7	B8	B9	B10	B11
-8.75487E-10	-5.72206E-11	-9.54933E-13	3.77160E-13	7.47451E-14
B12	B13	B14	B15	B16
1.20874E-14	1.48614E-15	1.75368E-16	1.32086E-17	4.24735E-18
B17	B18	B19	B20	
7.81487E-19	-3.52864E-19	-2.14844E-20	-6.31658E-22	

[0154]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.11889E-04	-1.93702E-04	1.84727E-05	-1.84079E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.67209E-07	-8.96922E-09	1.68936E-09	-1.12686E-10	2.75765E-12
B12	B13	B14	B15	B16
6.50917E-13	1.04257E-13	1.45299E-14	5.90089E-16	1.04034E-16
B17	B18	B19	B20	
8.38415E-18	3.41338E-19	5.36328E-20	-2.00175E-20	

[0155]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.15043E-04	1.26074E-04	9.41671E-06	9.82025E-07
B7	B8	B9	B10	B11
-6.53865E-07	6.55345E-08	-1.44622E-09	1.13618E-10	1.11189E-11
B12	B13	B14	B15	B16
1.14405E-12	1.12814E-13	2.03552E-14	-2.89827E-16	1.78906E-16
B17	B18	B19	B20	
1.33286E-17	1.37166E-18	1.15638E-19	-8.92651E-21	

[0156] 【表 15】

[0157] 实施例 5 各种数据

[0158]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.16	1.33	144.1	14.92	8.23	3.00
望远端	5.75	2.11	58.6	1.40	1.67	9.56

[0159] &lt; 实施例 6 &gt;

[0160] 实施例 6 的透镜剖面图为图 6 所示。实施例 6 的变倍光学系统由第 1 透镜组 G1、孔径光阑 St、第 2 透镜组 G2、第 3 透镜组 G3 构成。实施例 6 的变倍光学系统的第 1 透镜组 G1 及第 2 透镜组 G2 的基本的透镜结构与实施例 2 的结构相同。实施例 6 的变倍光学系统的第 3 透镜组 G3 是在变倍时不移动的具有负的折射力的固定组，由双凹形状的负透镜 L31 和双凸形状的正透镜 L32 这 2 片结构构成。在实施例 6 中，可变 D3 与上述的实施例不同，成为第 2 透镜组 G2 和第 3 透镜组 G3 的间隔。在实施例 6 的变倍光学系统中，透镜 L21 的物侧的面 S12 和像侧的面 S13 为非球面。

[0161] 在表 16 表示实施例 6 所涉及的变倍光学系统的透镜数据，在表 17 表示非球面数据，在表 18 表示各种数据。

[0162] 【表 16】

[0163] 实施例 6 透镜数据

[0164]

Si	Ri	Di	Ndj	vdj
1	22.3555	1.10	1.77250	49.6
2	10.3707	2.32		
3	13.5408	1.11	1.80610	40.9
4	9.2119	2.84		
5	22.0033	0.95	1.83481	42.7
6	9.8981	2.95		
7	-43.7206	3.74	1.80400	46.6
8	16.8156	1.29		
9	17.5091	2.93	1.92286	18.9
10	119.6821	可变 D1		
11(孔径光阑)	-	可变 D2		
12*	15.5208	4.91	1.62230	53.2
13*	-23.0179	0.73		
14	17.4185	3.65	1.49700	81.6
15	-12.9384	0.10		
16	68.4022	0.66	2.00069	25.5
17	8.7393	0.50		
18	13.1033	3.00	1.48749	70.2
19	-18.1878	可变 D3		
20	-39.7756	0.60	1.83400	37.2
21	12.6481	0.58		
22	19.6969	1.94	1.72825	28.5
23	-18.5569	1.00		
24	$\infty$	1.50	1.51633	64.1
25	$\infty$			

[0165] (表 17)

[0166] 实施例 6 非球面数据

[0167]

S12 (第12面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.27635E-04	-1.91886E-04	1.86163E-05	-1.82308E-06
B7	B8	B9	B10	B11
-1.65910E-07	-8.87062E-09	1.69405E-09	-1.12796E-10	2.73575E-12
B12	B13	B14	B15	B16
6.54279E-13	1.04944E-13	1.48198E-14	7.89654E-16	1.21896E-16
B17	B18	B19	B20	
9.18565E-18	6.70802E-19	9.24759E-20	-2.56006E-20	

[0168]

S13 (第13面)				
K	B3	B4	B5	B6
0.00000E+00	1.12348E-04	1.24777E-04	9.34471E-06	9.78904E-07
B7	B8	B9	B10	B11
-6.54142E-07	6.55343E-08	-1.44394E-09	1.14030E-10	1.11794E-11
B12	B13	B14	B15	B16
1.15291E-12	1.16181E-13	2.02734E-14	-2.69148E-16	2.25854E-16
B17	B18	B19	B20	
1.41335E-17	1.51171E-18	7.19957E-20	4.89494E-22	

[0169] (表 18)

[0170] 实施例 6 各种数据

[0171]

	焦距	Fno.	全视场角	可变 D1	可变 D2	可变 D3
广角端	2.89	1.78	144.7	14.90	8.21	1.00
望远端	7.68	2.97	57.6	2.52	1.01	8.20

[0172] 在表 19 表示对应于实施例 1 ~ 6 中的条件式 (1) ~ (4) 的值。从表 19 可知实施例 1 ~ 6 均满足条件式 (1) ~ (4)。

[0173] 【表 19】

[0174]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
条件式 (1) $ f1 /fw$	2.8	2.1	3.5	2.8	2.9	2.3
条件式 (2) $N1m$	1.87	1.86	1.87	1.74	1.87	1.80
条件式 (3) $\nu 2p$	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9	18.9
条件式 (4) $N23$	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

[0175] 在图 7(A) ~ 图 7(C) 分别表示实施例 1 所涉及的变倍光学系统的广角端的球面像差、非点像差、畸变(畸变像差)的各像差图,在图 7(D) ~ 图 7(F) 分别表示实施例 1 所涉及的变倍光学系统的望远端的球面像差、非点像差、畸变的各像差图。在各像差图表示以  $d$  线为基准波长的像差,但在球面像差图也表示对  $g$  线(波长 436nm)、 $C$  线(波长 656.3nm)的像差。球面像差图的  $Fno.$  表示  $F$  值,非点像差图、畸变像差图的  $\omega$  表示半视场角。而且,同样在图 8(A) ~ 图 8(F)、图 9(A) ~ 图 9(F)、图 10(A) ~ 图 10(F)、图 11(A) ~ 图 11(F)、图 12(A) ~ 图 12(F) 分别表示实施例 2、实施例 3、实施例 4、实施例 5、实施例 6 的变倍光学系统的各像差图。

[0176] 从以上的数据可知实施例 1 ~ 6 在变倍比约 2.7 倍的变倍光学系统中构成为小型,成为广角端的  $F$  值为 1.33 ~ 1.78 的大口径比的明亮的透镜系统,而且,具有广角端的全视场角为  $144^\circ \sim 148^\circ$  的宽的视场角,并良好地校正了各像差,广角端及望远端皆在可视区域具有高光学性能。

[0177] 在图 13 表示作为本发明的摄像装置的一实施方式,搭载本发明的实施方式所涉及的变倍光学系统的监视摄像机的简要结构图。在图 13 所示的监视摄像机 10 由透镜装置 6、摄像机本体 7 构成。在透镜装置 6 的内部配置有变倍光学系统 1。另外,在图 13 中,简要地表示具有第 1 透镜组  $G1$ 、孔径光阑  $St$ 、第 2 透镜组  $G2$  的变倍光学系统 1。

[0178] 而且,在摄像机本体 7 的内部配置有对通过变倍光学系统 1 而成像的被摄体像进行拍摄的摄像元件 5。作为摄像元件 5 的具体例可以举出将通过变倍光学系统形成的光学像变换成电信号的 CCD(Charge Coupled Device) 或 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等。摄像元件 5 配置成其摄像面与变倍光学系统 1 的成像面一致。

[0179] 在透镜装置 6 的上方设有用于变更孔径光阑  $St$  的光阑直径的光阑机构 8。在透镜装置 6 的下方设有用于变更变倍光学系统 1 的倍率的变焦旋钮 9、用于调整变倍光学系统 1 的聚焦的聚焦旋钮 11。

[0180] 本发明的实施方式所涉及的变倍光学系统 1 因具有上述的优点,所以本实施方式的摄像装置可构成为小型,即使在低照度的摄影条件下也可良好地使用,可以拍摄宽的范围且可得到高图像质量的影像。

[0181] 以上,例举了实施方式及实施例而说明了本发明,但本发明不限于上述实施方式及实施例,可以进行各种变形。例如,各透镜成分的曲率半径、面间隔、折射率以及阿贝数的值不限于在上述各数值实施例所示的值,可取其他的值。

[0182] 而且,在上述实施方式中,作为摄像装置例举监视摄像机为例而进行了说明,但本发明不限于此,例如,也可适用于电视摄像机、视频摄像机、电子静止相机等其他摄像装置。

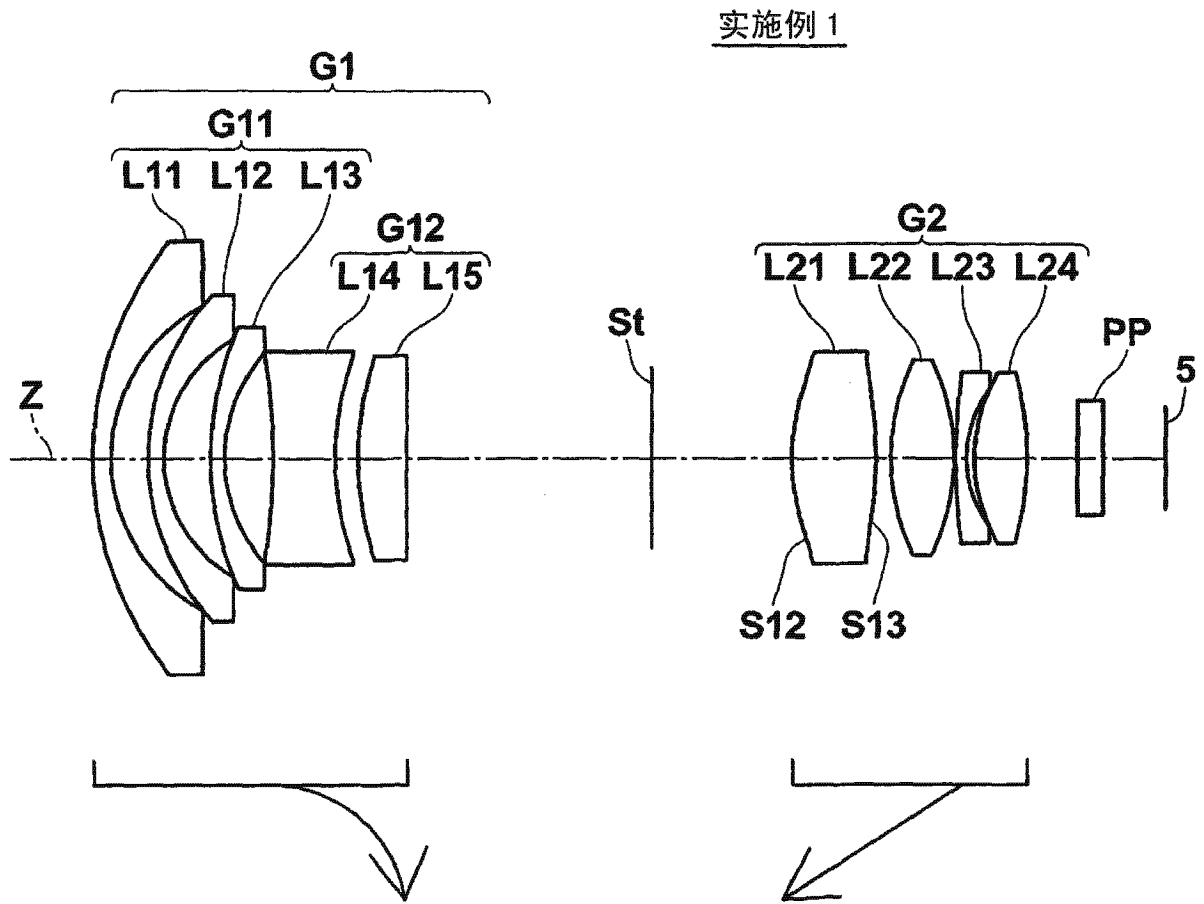


图 1

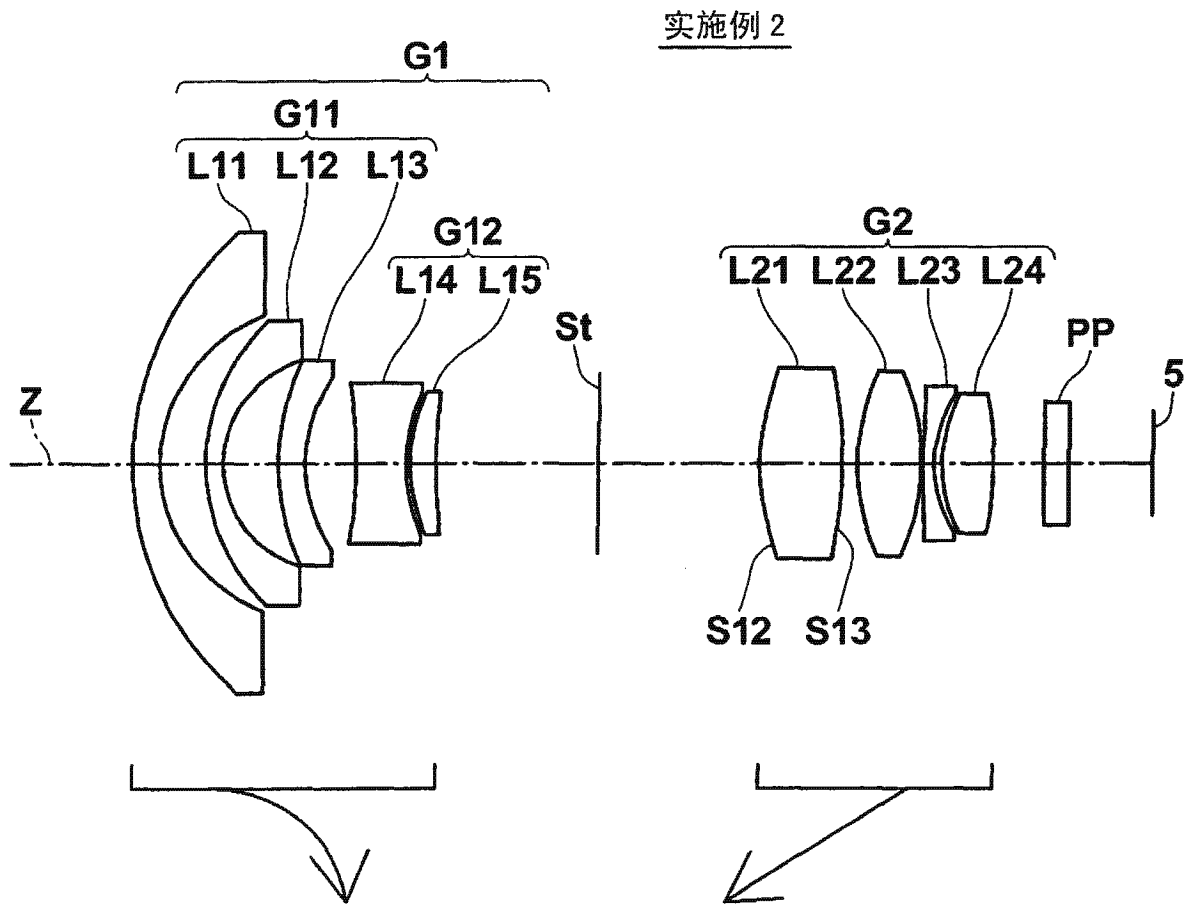
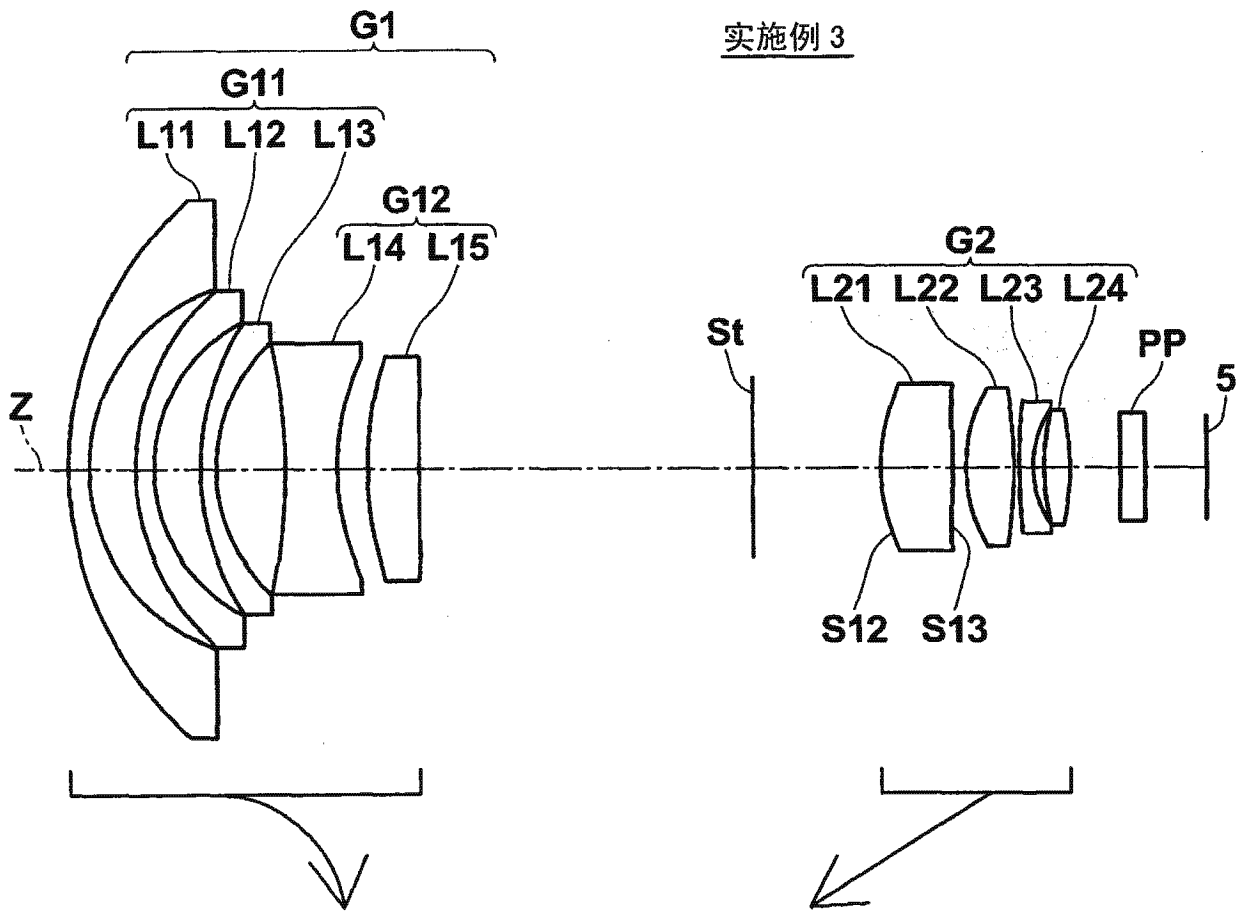


图 2



实施例 3

图 3

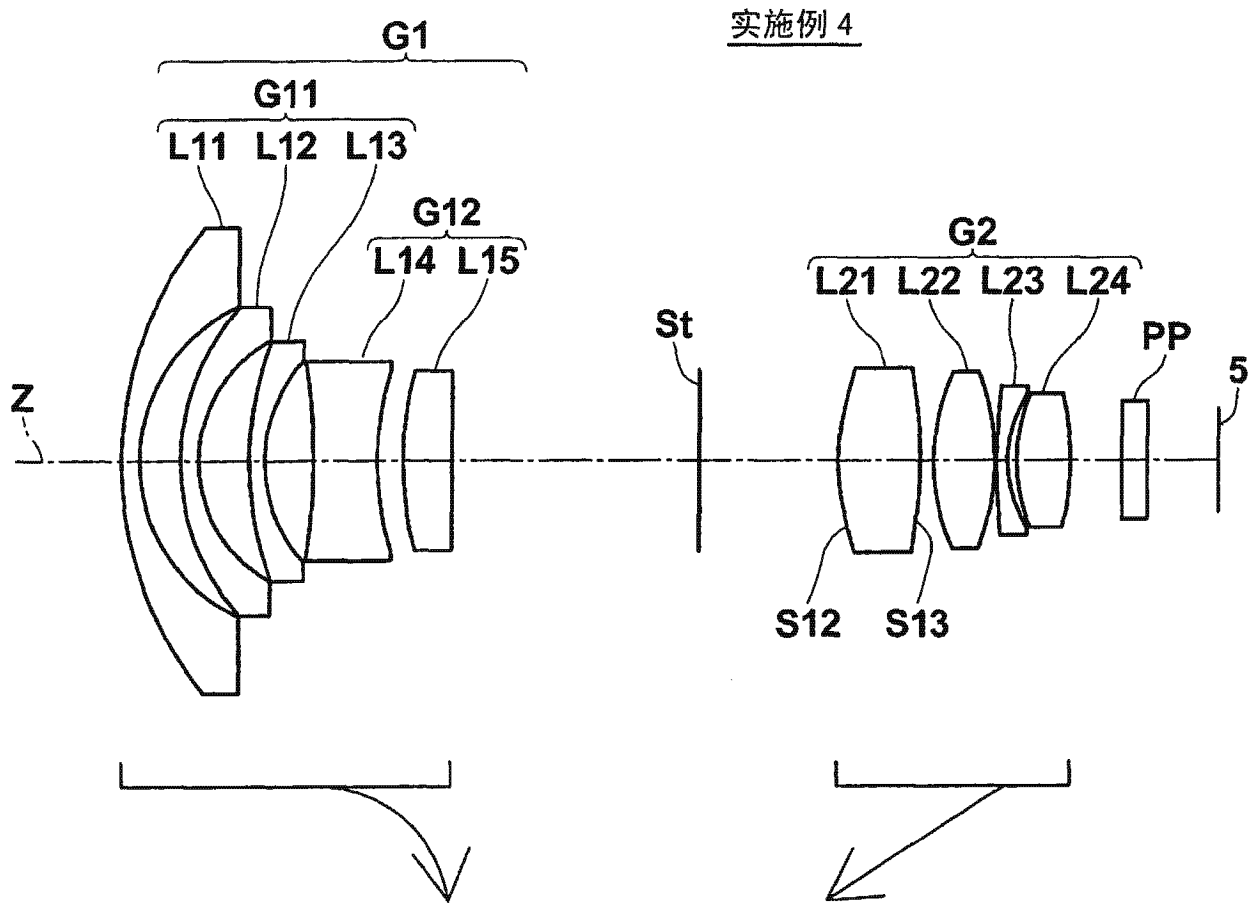


图 4

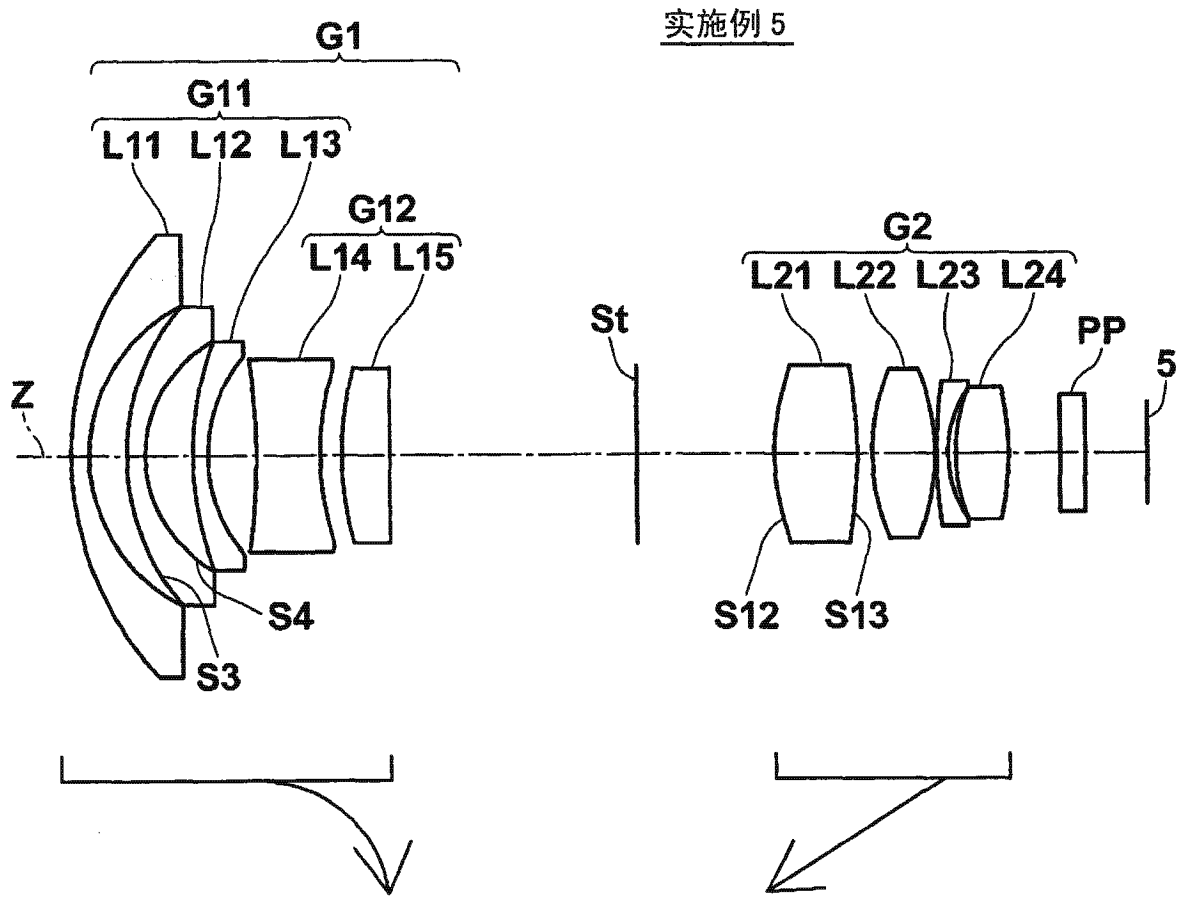


图 5

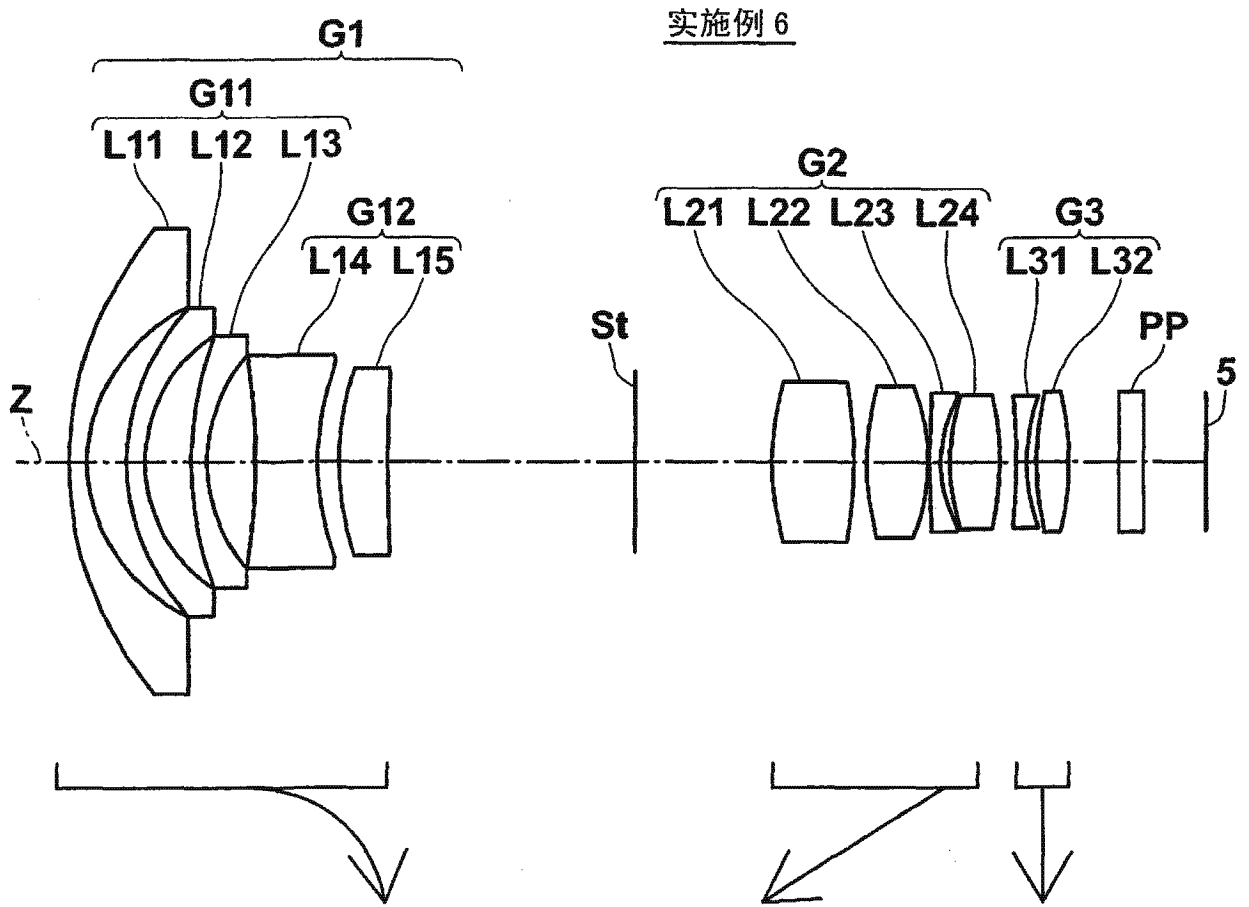
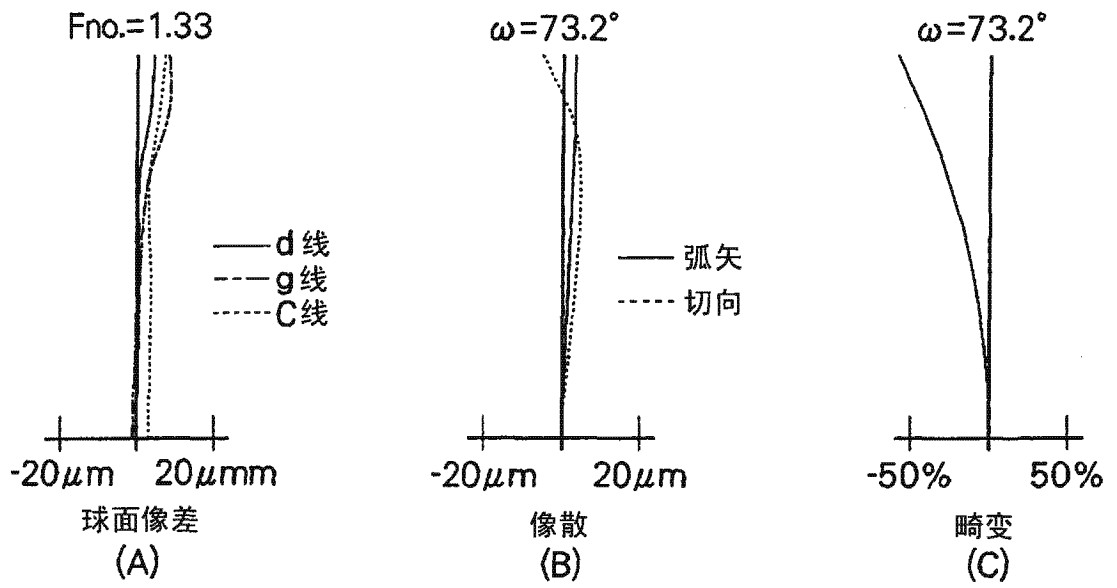


图 6

实施例 1

广角端



望远端

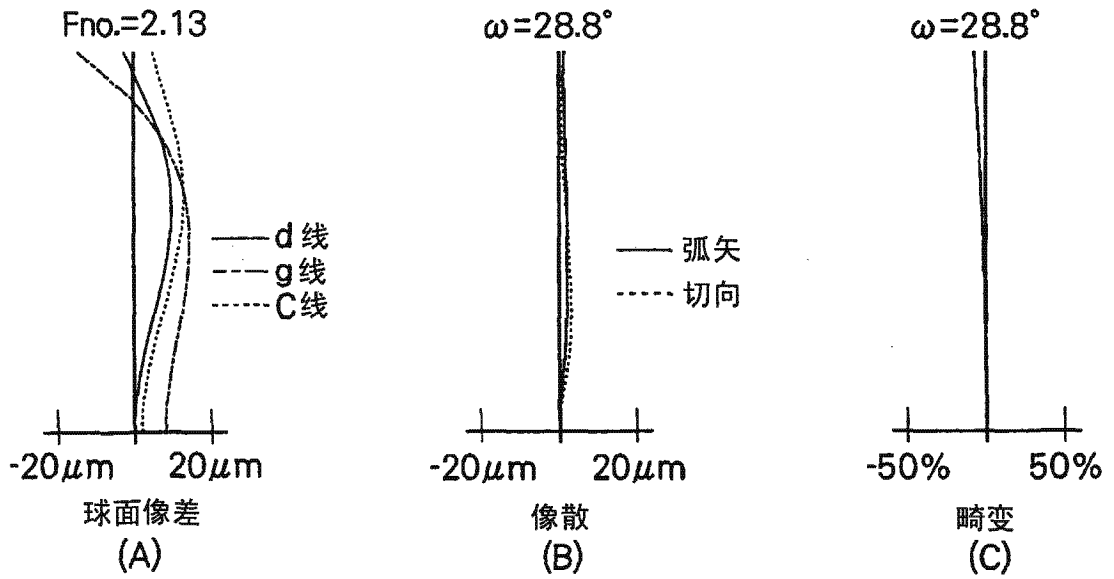
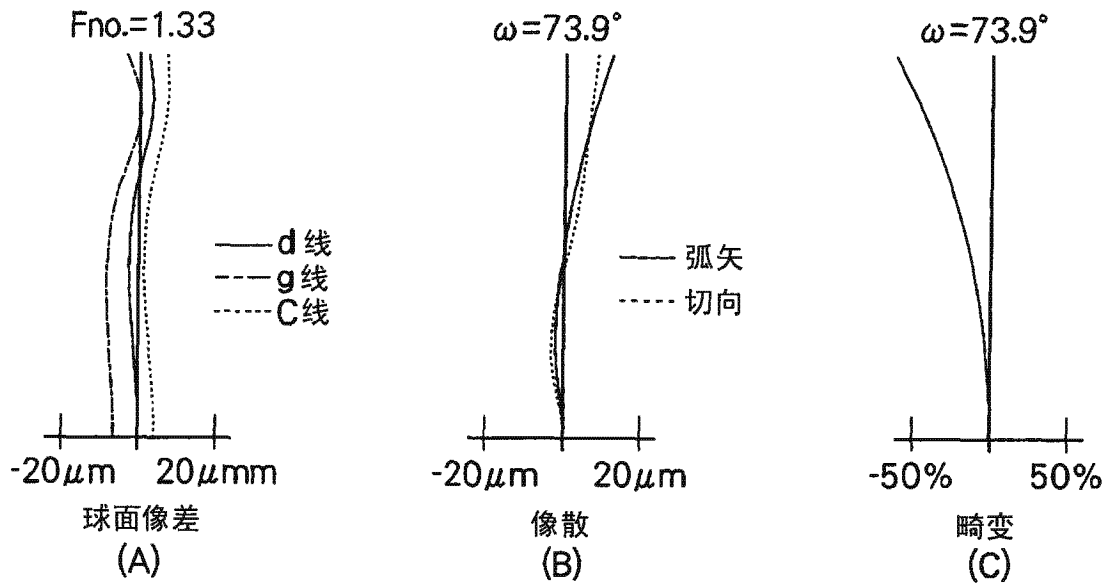


图 7

实施例 2

广角端



望远端

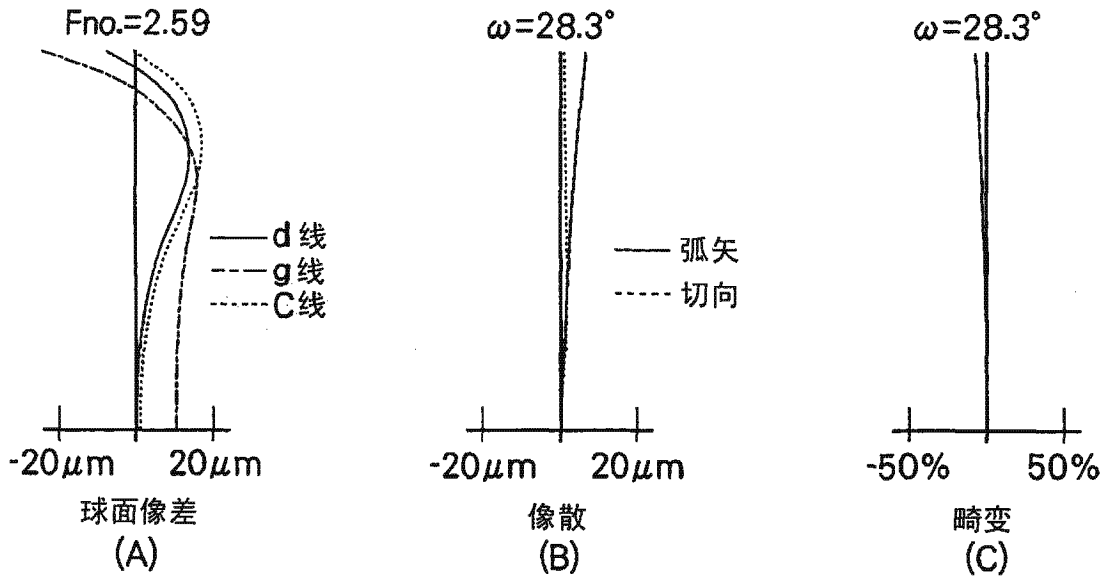
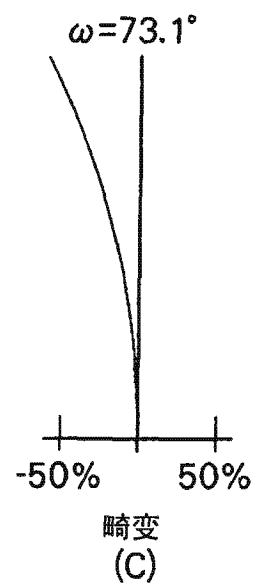
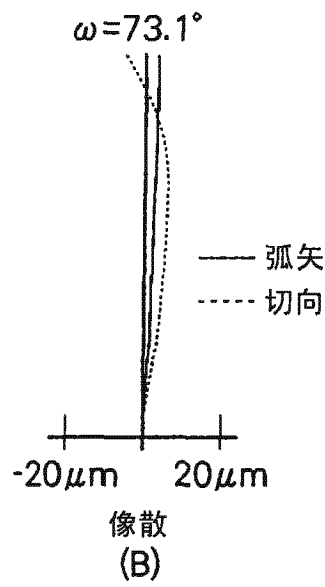
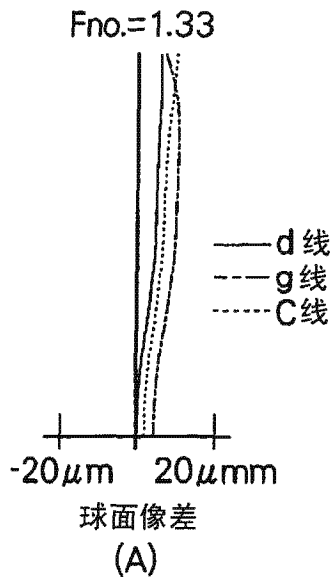


图 8

实施例 3

广角端



望远端

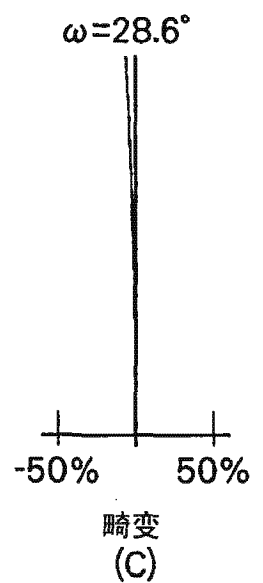
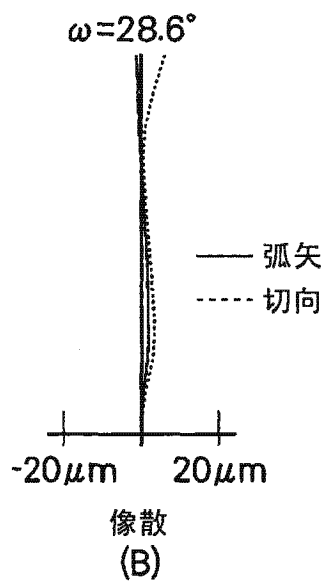
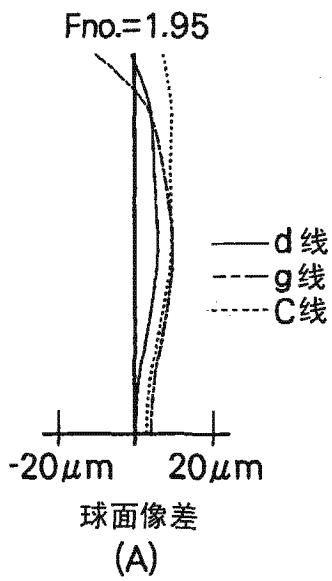
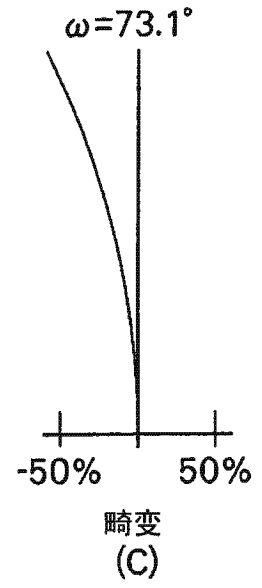
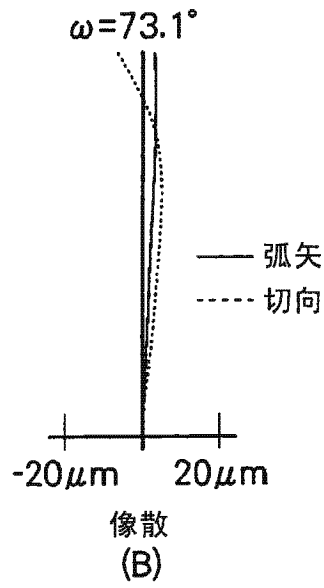
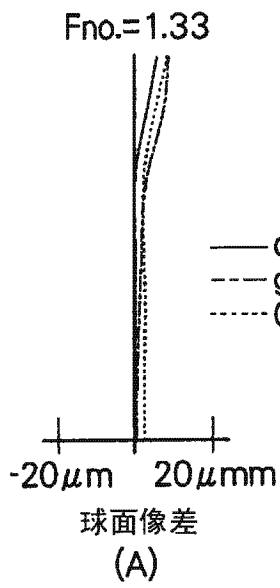


图 9

实施例 4

广角端



望远端

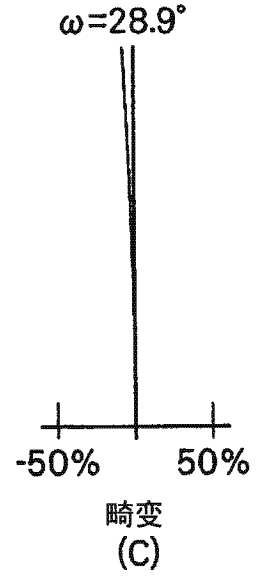
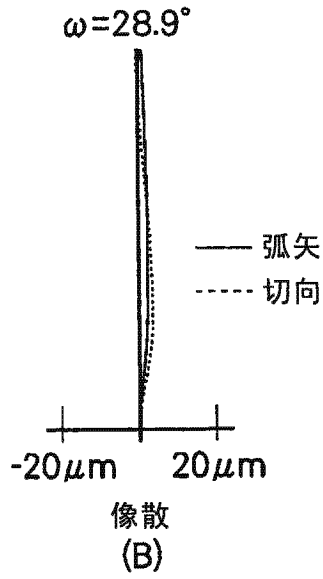
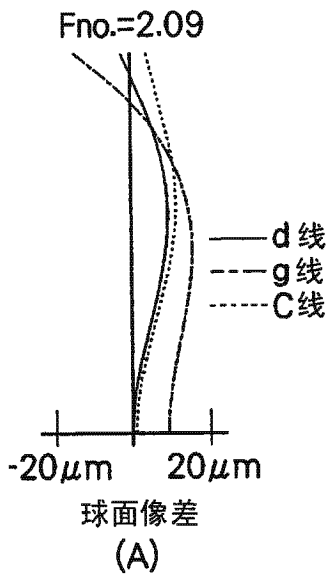
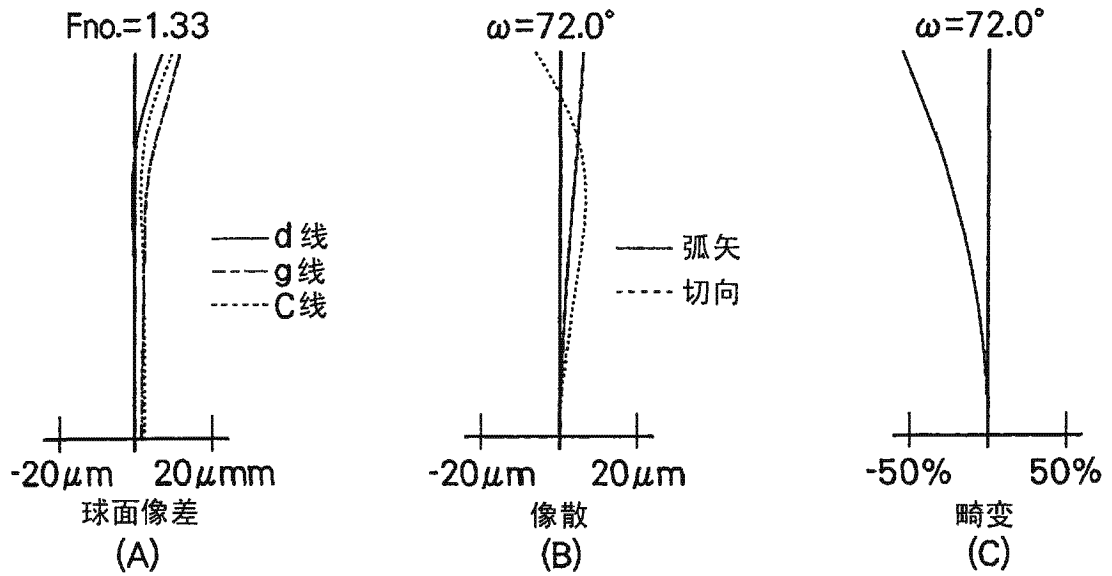


图 10

实施例 5

广角端



望远端

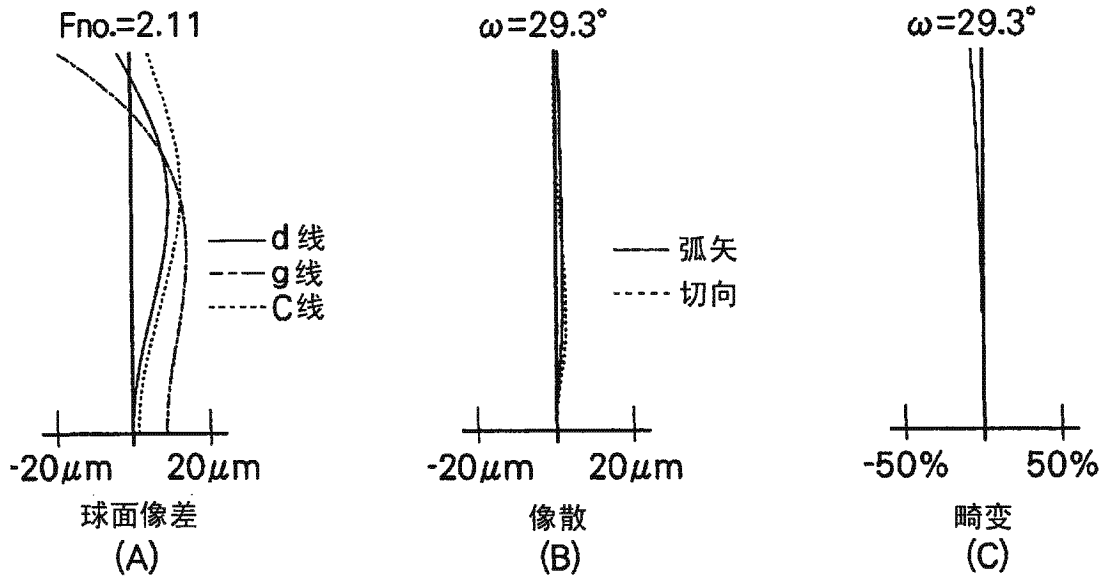


图 11

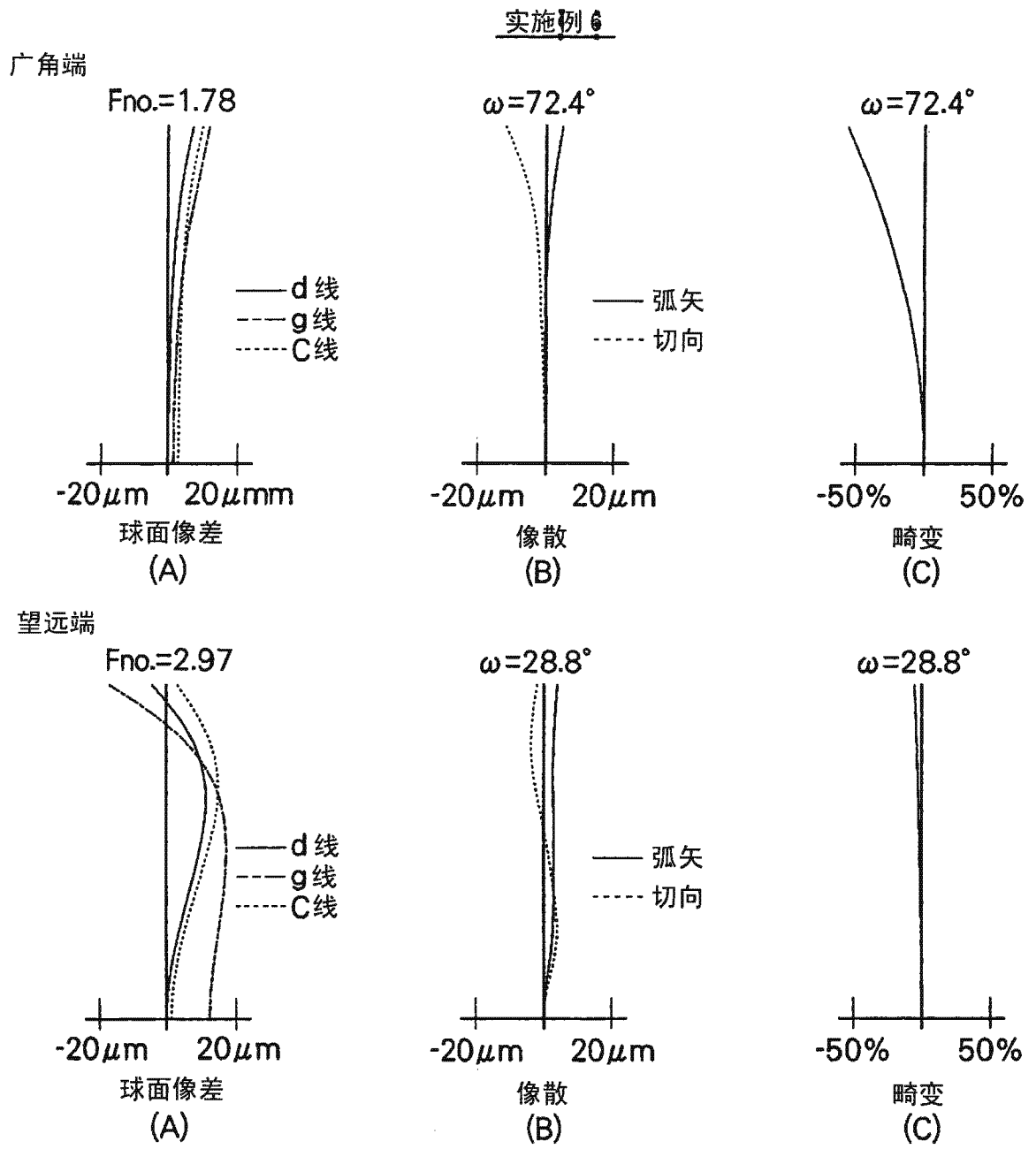


图 12

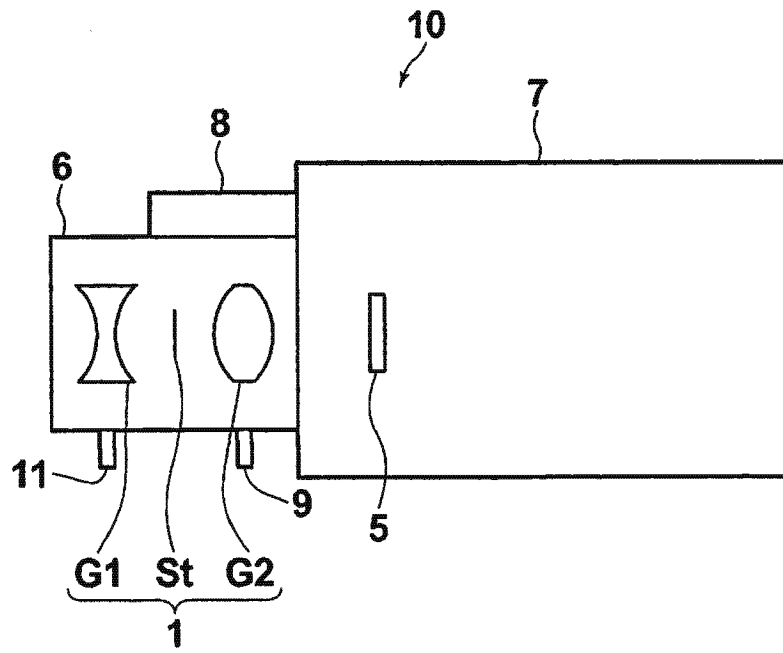


图 13