

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 9/34 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)  
G02B 1/04 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610071746.7

[45] 授权公告日 2008年2月20日

[11] 授权公告号 CN 100370303C

[22] 申请日 2006.3.24

[21] 申请号 200610071746.7

[30] 优先权

[32] 2005.3.25 [33] JP [31] 2005-088556

[73] 专利权人 富士能株式会社

地址 日本国埼玉县

[72] 发明人 佐藤贤一

[56] 参考文献

JPP2000-131610A 2000.5.12

CN1285523A 2001.2.28

JPP2004-354869A 2004.12.16

JPP2004-354870A 2004.12.16

US2005/0030405A1 2005.2.10

审查员 魏会敏

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李香兰

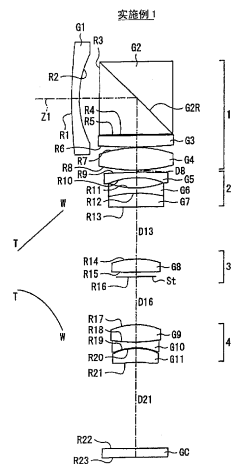
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 8 页

[54] 发明名称

变焦透镜

[57] 摘要

一种变焦透镜，从物体侧开始依次具有：具有正折射力，并且，具有将光程折曲大致 90 度的直角棱镜 (G2) 的第一透镜组 (10)；具有负折射力的第二透镜组 (20)；具有正折射力，并且，在最靠近像面侧具有光圈的第三透镜组 (30)；和具有正折射力的第四透镜组 (40)。所述第四透镜组 (40) 由具有负折射力的接合透镜 (G9、G10)、和至少一个面是非球面且使凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 (G11) 构成，并且，满足以下式。  $f_2$  表示第二透镜组 (20) 的焦距， $f_4$  表示第四透镜组 (40) 的焦距， $T_f$  表示摄远端的整个系统的焦距。  $-0.45 < f_2/T_f < -0.3 \dots\dots (1)$ 、 $0.8 < f_4/T_f < 1.3 \dots\dots (2)$ 。从而，提供适合搭载在摄像装置上实现薄型化的变焦透镜。



1. 一种变焦透镜，从物体侧开始依次具有：具有正折射力，并且，具有将光程折曲大致 90 度的反射部件的第一透镜组；具有负折射力的第二透镜组；具有正折射力，并且，在最靠近像面侧具有光圈的第三透镜组；和具有正折射力的第四透镜组，

在沿光轴变焦时，所述第二透镜组移动，并且，在变焦时及聚焦时，所述第四透镜组移动，

所述第四透镜组由具有负折射力的接合透镜、和至少一个面是非球面且使凸面朝向物体侧的正弯月形透镜构成，

并且，满足以下条件，

$$-0.45 < f_2/T_f < -0.3 \dots \dots (1)$$

$$0.8 < f_4/T_f < 1.3 \dots \dots (2)$$

其中，

$f_2$ ：第二透镜组的焦距，

$f_4$ ：第四透镜组的焦距，

$T_f$ ：摄远端的整个系统的焦距，

所述第一透镜组整体上具有正折射力，从物体侧开始依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、作为所述反射部件的直角棱镜、凸面朝向像面侧的正透镜、和两面凸形状的正透镜构成。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜，其特征在于，

所述第三透镜组由一片透镜构成，所述一片透镜由塑料材料构成，且将至少一个面设为非球面。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的变焦透镜，其特征在于，

所述第二透镜组整体上具有负折射力，从物体侧开始依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、具有负折射力的接合透镜构成，该接合透镜满足以下条件，

$$25 > \gamma P \dots \dots (3)$$

而且， $\gamma P$ ：第二透镜组的接合透镜中的正透镜的阿贝数。

## 变焦透镜

### 技术领域

本发明涉及适合使用在具有摄像功能的小型机器，例如，PDA (Personal Digital Assistant: 个人数字助理)、摄像机及数码照相机 (数码相机) 等的变焦透镜。

### 背景技术

在数码照相机等中，使用 CCD (Charge Coupled Device: 电荷耦合元件) 或 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor: 互补金属氧化物半导体) 等摄像元件。这些摄像元件近年来变得非常小型化。因而，摄像元件主体、以及搭载在其的透镜也需要小型轻量化。另外，近年来，为了实现高画质，开发了像素数多的摄像元件，与此伴随的是，透镜系统也需要具有更清晰且高对比的性能。另外，需要在画质不劣化的前提下能够变焦的光学变焦方式，希望开发搭载变焦透镜的紧凑化的摄像装置。

在此，在搭载变焦透镜的摄像装置中，其厚度大大取决于透镜系统的大小。尤其，在将构成透镜系统的各光学部件在不改变光轴的方向的情况下直线排列在一个方向上时，摄像装置的厚度方向的大小事实上由最靠近物体侧的光学部件到摄像元件的长度确定。另一方面，为了满足近年来对摄像元件的高像素化及高性能化要求，增加了透镜个数，从而，缩短透镜系统的整个长度变得更加困难。因而，实现摄像装置整体的薄型化变得困难。因而，建议的有，为了薄型化摄像装置而将透镜系统的光程在中途折曲的，所谓的折射光学系统的变焦透镜。

作为使用了折射透镜系统的例子，在例如，专利文献 1 中记载有变焦透镜。在专利文献 1 中，公开了以下所述的结构，即：从物体侧开始依次由具有正折射力的第一透镜组、具有负折射力的第二透镜组、具有正折射力的第三透镜组、具有正折射力的第四透镜组构成，通过移动第二透镜组

和第四透镜组，实现变焦，的变焦透镜，在第一透镜组内，配置有棱镜，所述棱镜具有将光程大致折曲 90° 的反射面。

【专利文献 1】特开 2000—131610 号公报

在将专利文献 1 中记载的变焦透镜搭载在摄像装置的情况下，作为摄像装置的厚度取决于折曲光程的部分即第一透镜组的大小，而不是透镜的整个长度。因而，在薄型化的方面来说，优选小型化第一透镜组，但在专利文献 1 中记载的变焦透镜中，尤其最靠近物体侧的透镜大，需要在小型化的方面改良。另外，希望的是，整体上缩小透镜的直径，开发适合搭载在摄像装置实现薄型化的变焦透镜。

## 发明内容

本发明是鉴于上述问题做成的，其目的在于提供适合搭载在摄像装置实现小型化的的变焦透镜。

本发明的变焦透镜，从物体侧开始依次具有：具有正折射力，并且，具有将光程折曲大致 90 度的反射部件的第一透镜组；具有负折射力的第二透镜组；具有正折射力，并且，在最靠近像面侧具有光圈的第三透镜组；和具有正折射力的第四透镜组，在沿光轴变焦时，第二透镜组移动，并且在变焦时及聚焦时，第四透镜组移动，第四透镜组由具有负折射力的接合透镜、和至少一个面是非球面且使凸面朝向物体侧的正弯月形透镜构成，并且，满足以下条件，其中， $f_2$ ：第二透镜组的焦距， $f_4$ ：第四透镜组的焦距， $Tf$ ：摄远端的整个系统的焦距，

$$-0.45 < f_2/Tf < -0.3 \dots \dots (1)$$

$$0.8 < f_4/Tf < 1.3 \dots \dots (2)。$$

在本发明的变焦透镜中，在第一透镜组内配置将光程折曲大致 90° 的光学部件而构成弯曲光学系统，另外，通过适当设定各组的结构来实现薄型化。另外，在变焦时，第二透镜组移动，并且，在变焦时及聚焦时，第四透镜组移动，但满足这些透镜组的适当的条件，实现透镜系统整体的小型化。

还有，进而，通过根据所要求的规格等适当采用接下来的优选条件，获得有利于小型化以及更良好的像差性能。

在本发明的变焦透镜中,优选的是,第一透镜组整体上具有正折射力,从物体侧开始依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、作为反射部件的直角棱镜、凸面朝向像面侧的正透镜、和两面凸形状的正透镜构成。

在本发明的变焦透镜中,优选的是,第三透镜组由一片透镜构成,一片透镜由塑料材料构成,且将至少一个面设为非球面。

另外,优选的是,第二透镜组整体上具有负折射力,从物体侧开始依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜、具有负折射力的接合透镜构成,该接合透镜满足以下条件,式中, $\gamma P$ :第二透镜组的接合透镜中的正透镜的阿贝数,

$$25 > \gamma P \cdots \cdots (3)。$$

(发明的效果)

根据本发明的变焦透镜可知,在第一透镜组内配置将光程折曲 $90^\circ$ 的光学部件来构成易于薄型化的弯曲光学系统,并且,由于满足(1)、(2),恰当设置了各组的结构及折射力,因此,能够获得搭载在摄像装置上适合薄型化的变焦透镜。

## 附图说明

图1表示本发明的一实施方式的变焦透镜的第一构成例,是对应实施例1的透镜剖视图。

图2表示本发明的一实施方式的变焦透镜的第二构成例,是对应实施例2的透镜剖视图。

图3是表示实施例1的变焦透镜的基本的透镜数据的图。

图4是表示实施例1的变焦透镜的其他的透镜数据的图,(A)表示伴随变焦而移动的部分的面间隔的数据,(B)表示非球面的数据。

图5是表示实施例2的变焦透镜的基本的透镜数据的图。

图6是表示实施例2的变焦透镜的其他的透镜数据的图,(A)表示伴随变焦而移动的部分的面间隔的数据,(B)表示非球面的数据。

图7是关于各实施例综合表示条件式的值的图。

图8是表示实施例1的变焦透镜的广角端的各个像差的像差图,(A)表示球面像差,(B)表示像散,(C)表示畸变,(D)表示倍率色像差。

图 9 是表示实施例 1 的变焦透镜的摄远端的各个像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散，(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色像差。

图 10 是表示实施例 2 的变焦透镜的广角端的各个像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散，(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色像差。

图 11 是表示实施例 2 的变焦透镜的摄远端的各个像差的像差图，(A) 表示球面像差，(B) 表示像散，(C) 表示畸变，(D) 表示倍率色像差。

## 具体实施方式

以下，参照图面，对本发明的实施方式进行详细的说明。

图 1 表示本发明的一实施方式的变焦透镜的第一构成例，是实施例 1 的透镜剖视图。该构成例对应于后述的第一数值实施例（图 3、图 4 (A)、(B)）的透镜结构。图 2 表示第二构成例。该构成例对应于后述的第二数值实施例（图 5、图 6 (A)、(B)）的透镜结构。在图 1、图 2 中，符号  $R_i$  表示将最靠近物体侧的构成要素的面作为第一个，并以朝向像侧（成像侧）依次增加的方式附加了符号的第  $i$  个面的曲率半径。符号  $D_i$  表示第  $i$  个面和第  $i+1$  个面之间在光轴  $Z_1$  上的面间隔。还有，关于  $D_i$ ，只对伴随变焦而变化的部分的面间隔  $D_8$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{16}$ 、 $D_{21}$  附加了符号。还有，各构成例的基本结构都相同，因此，下面，将图 1 所示的第一构成例作为基础进行说明。

该变焦透镜搭载在具有摄像功能的小型机器，例如，PDA (Personal Digital Assistant: 个人数字助理)、摄像机及数码照相机（数码相机）等使用。该变焦透沿光轴  $Z_1$  从物体侧开始依次具有：具有正折射力的第一透镜组 10、具有负折射力的第二透镜组 20、具有正折射力，并且，在最靠近像面侧的位置具有光圈  $st$  的第三透镜组 30、和具有正折射力的第四透镜组 40。在第一透镜组 10 内，配置有作为将光程大致折曲  $90^\circ$  的反射部件的直角棱镜  $G_2$ 。

在该变焦透镜的成像面（摄像面）上，配置有例如，未图示的摄像元件。在第四透镜组 40 和摄像面之间，也可以根据安装透镜的照相机侧的结构，配置各种光学部件  $GC$ 。也可以配置例如，摄像面保护用玻璃罩或各种滤光器等光学部件  $GC$ 。

该变焦透镜在变焦时，第二透镜组 20 在光轴上移动，并且，在变焦时及聚焦时，第四透镜组 40 在光轴上移动。第二透镜组 20 主要承担变焦作用，第四透镜组 40 承担对伴随变焦的像面变动的补正作用。第二透镜组 20 和第四透镜组 40 随着从广角端向摄远端变焦，按图中实线所示的轨迹移动。第一透镜组 10 及第三透镜组 30 在变焦时及聚焦时固定。还有，在图 1、图 2 中，W 表示在广角端的透镜位置，T 表示在摄远端的透镜位置。

该变焦透镜满足以下的条件式 (1)、(2)。f<sub>2</sub> 表示第二透镜组 20 的焦距，f<sub>4</sub> 表示第四透镜组 40 的焦距，T<sub>f</sub> 表示在摄远端的整个系统的焦距。

$$0.24 < f_1 / f_t < 0.29 \dots \dots (1)$$

$$-0.55 < f_2 / f_3 < -0.44 \dots \dots (2)$$

第一透镜组 10 整体上具有正折射力，从物体侧开始依次由例如，凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 G1、作为反射部件的直角棱镜 G2、凸面朝向像面侧的正透镜 G3、和两面凸形状的正透镜 G4 构成。直角棱镜 G2 具有将光程大致折曲 90° 的反射面 G2R。还有，也可以取代直角棱镜 G2 而使用反射镜等其他光学部件。

为了实现搭载在摄像装置的情况下的薄型化，优选的是，充分实现第一透镜组 10 的小型化。例如，直角棱镜 G2 的前后的透镜 G1、G3 的折射率高，优选的是，例如，将对 d 线的折射率设为比 1.8 更大。由此，能够缩小透镜 G1、G3 的透镜直径及透镜厚度，并且，能够形成整体上比较灵巧的形状，使之不具有大的曲率。另外，能够实现直角棱镜 G2 的小型化。

第二透镜组 20 作为整体具有负折射力，从物体侧开始依次由例如，凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 G5、和具有负折射力的接合透镜构成。接合透镜例如从物体侧依次由两面凹透镜 G6、和凸面朝向物体侧的正透镜 G7 构成。第二透镜组 20 内的接合透镜，优选的是，满足以下条件。式中，γ<sub>P</sub> 表示接合透镜中的正透镜 G7 的阿贝数。

$$25 > \gamma_P \dots \dots (3)$$

第三透镜组 30 例如由从物体侧开始依次由一片透镜 G8、和光圈 St 构成。优选的是，透镜 G8 由塑料材构成，至少一面为非球面。通过将光圈 St 配置在比透镜 G8 更靠近像侧，有利于实现整个长度的缩短。

第四透镜组 40 由具有负折射力的接合透镜、和至少一面为非球面且

凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 G11 构成。接合透镜例如从物体侧开始依次由凸面朝向物体侧的正透镜 G9、和凹面朝向像侧的负透镜 G10 构成。

其次，对以上构成的变焦透镜的作用及效果进行说明。

在该变焦透镜中，入射在第一透镜组 10 的物体光通过直角棱镜 G2 的反射面 G2R 向第二透镜组 20 侧大致折曲  $90^\circ$ ，并成像在以与第一透镜组 10 的入射面正交的方式配置的未图示的摄像元件上。变焦是通过沿光轴 Z1 移动第二透镜组 20 和第四透镜组 40 并改变彼此之间的间隔而进行。

条件式 (1) 规定了第二透镜组 20 的焦距  $f_2$  和摄远端的整个系统的焦距  $Tf$  之间的恰当的关系。如果超过上限，则第二透镜组 20 的折射力变得过大，焦点位置对移动误差的变动幅度变大，故不优选。另外，如果小于下限，则第二透镜组 20 的移动量变得过大，透镜系统变大，故不优选。

条件式 (2) 规定了第四透镜组 40 的焦距  $f_4$  和摄远端的整个系统的焦距  $Tf$  之间的恰当的关系。如果小于下限，则第四透镜组 40 的折射力变得过大，焦点位置对移动误差的变动幅度变大，故不优选。另外，如果超过上限，则第四透镜组 40 的移动量变得过大，透镜系统变大，故不优选。

条件式 (3) 是良好补正色像差的条件，规定了适合第二透镜组 20 的接合透镜中的正透镜 G7 的透镜材料。如果脱离这范围，难以充分补正色像差，故不优选。

如上所述，根据本实施方式的变焦透镜可知，在第一透镜组 10 内配置将光程大致折曲  $90^\circ$  的直角棱镜 G2 来构成弯曲光学系统，另外，适当设定各组的结构，由此，能够得到适合搭载在摄像装置上实现薄型化的变焦透镜。

(实施例)

其次，对本发明的实施方式的变焦透镜的具体的数值实施例进行说明。以下，综合第一、第二数值实施例（实施例 1、2）进行说明。

图 3、图 4 (A)、(B) 表示对应于图 1 所示的变焦透镜的结构的具体的透镜数据（实施例 1）。尤其，图 3 表示其基本透镜数据，图 4 (A)、(B) 表示其他的数据。另外，图 5、图 6 (A)、(B) 表示对应于图 2 所示的变焦透镜的结构的具体的透镜数据（实施例 2）。尤其，图 5 表示其基本的透镜数据，图 6 (A)、(B) 表示其他的数据。



图 3、图 5 所示的透镜数据的面编号  $S_i$  的栏表示各实施例的变焦透镜中的、第  $i$  个 ( $i=1\sim 23$ ) 的面的符号, 第  $i$  个 ( $i=1\sim 23$ ) 的面的符号是按以下方式附加, 即: 将最靠近物体侧的构成要素的面作为第一个, 并以朝向像侧依次增加的方式附加符号。曲率半径  $R_i$  栏表示对应图 1、图 2 中附加的符号  $R_i$  而从物体侧开始的第  $i$  个面的曲率半径的值。关于面间隔  $D_i$  的栏, 表示同样从物体侧开始的第  $i$  个面  $S_i$  和第  $i+1$  个面  $S_{i+1}$  在光轴上的间隔。曲率半径  $R_i$  及面间隔  $D_i$  的值单位是毫米 (mm)。Ndi 的栏表示面  $S_i$  和面  $S_{i+1}$  之间对  $d$  线 (587.6nm) 的折射率。 $\gamma_{dj}$  的栏表示从物体侧开始第  $j$  个 ( $j=1\sim 12$ ) 的透镜要素的阿贝数的值。图 3、图 5 另外还表示作为各个数据的广角端及摄远端时的整个系统的近轴焦距  $f$  (mm)、F 数 (FNO.)、以及视场角  $2\omega$  ( $\omega$ : 半视场角) 的值。

各实施例的变焦透镜由于第二透镜组 20 及第四透镜组 40 伴随变焦在光轴上移动, 因此, 这些各组的前后的面间隔  $D_8$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{16}$ 、 $D_{21}$  的值可变。图 4 (A)、图 6 (A) 中作为在这些面间隔  $D_8$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{16}$ 、 $D_{21}$  的变焦时的数据, 表示广角端及摄远端的值。各实施例的变焦透镜的变焦比大约为三倍。

在图 3、图 5 的各变焦透镜中, 附加在面编号的左侧的符号 (\*) 表示其透镜面为非球面状。

在实施例 1 的变焦透镜中, 第一透镜组 10 的正透镜 G4 的两个面  $S_7$ 、 $S_8$ 、第三透镜组 30 的透镜 G8 的两个面  $S_{14}$ 、 $S_{15}$ 、第四透镜组 40 的弯月形透镜 G11 的两个面  $S_{20}$ 、 $S_{21}$  为非球面形状。实施例 2 的变焦透镜的同样的面也为非球面形状。图 3、图 5 中的基本透镜数据表示作为这些非球面的曲率半径的光轴附近的曲率半径的数值。

图 4 (B)、图 6 (B) 表示实施例 1、2 的变焦透镜的非球面数据。在作为非球面数据表示的数值中, 记号 “E” 表示接下来连续的数值是将 10 作为底数的 “幂指数”, 并将由该 10 作为底数的指数关系表示的数值, 与 “E” 前的数值进行乘法计算。例如, “1.0E-02” 表示 “ $1.0\times 10^{-2}$ ”。

作为实施例 1 的变焦透镜的非球面数据, 记为由以下的式 (A-1) 表示的非球面形状的式中的各系数  $A_i$ 、 $K$  的值。具体来说,  $Z$  表示从位于距光轴高度  $h$  的位置的非球面上的点下垂到非球面的顶点的切平面 (垂直于

光轴的平面)的垂线的长度(mm)。在实施例1的变焦透镜中,各非球面,只有有效使用偶数次的系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 作为非球面系数。

$$Z=C \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + A_8 \cdot h^8 + A_{10} \cdot h^{10} \cdots \cdots \quad (A-1)$$

其中,

Z: 非球面的深度(mm)

h: 从光轴到透镜面的距离(高度)(mm)

K: 离心率

C: 近轴曲率=1/R(R: 近轴曲率半径)

$A_i$ : 第i次非球面系数

作为实施例2的变焦透镜的非球面数据,记为由以下的式(A-2)表示的非球面形状的式中的各系数 $A_i$ 、K的值。式中的记号表示的意义与式(A-1)相同。在实施例2的变焦透镜中,面S14、S15的非球面形状,只有有效使用偶数次的系数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 作为非球面系数。其他的面的非球面形状有效使用 $A_3 \sim A_{12}$ 范围的所有非球面系数。

$$Z=C \cdot h^2 / \{1 + (1 - k \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + A_3 \cdot h^3 + A_4 \cdot h^4 + A_5 \cdot h^5 + A_6 \cdot h^6 + A_7 \cdot h^7 + A_8 \cdot h^8 + A_9 \cdot h^9 + A_{10} \cdot h^{10} + A_{11} \cdot h^{11} + A_{12} \cdot h^{12} \cdots \cdots \quad (A-2)$$

在图7中,关于各实施例综合表示了上述条件式(1)~(3)的值。由图7可知,各实施例的值在各条件式的数值范围之内。

图8(A)~(D)分别表示实施例1的变焦透镜的在广角端的球面像差、像散、畸变(歪曲像差)、以及倍率色像差。图9(A)~(D)表示在摄远端的上述的各像差。各像差图表示将d线作为基准波长的像差,但球面像差图及倍率色像差图还表示g线(波长435.8nm)、C线(波长653.3nm)的情况下的像差。在像散图中,实线表示径向的像差,虚线表示切向的像差。FNO.表示F值, $\omega$ 表示半视场角。

同样,实施例2的各个像差表示在图10(A)~(D)(广角端)、以及图11(A)~(D)(摄远端)。

从以上的各数值数据及各像差图可知,在各实施例中,良好补正了各像差,从而,能够得到适合搭载在摄像装置实现薄型化的变焦透镜。

还有,本发明不限于上述实施方式及各实施例,可以进行各种变更。

---

例如，各透镜成分的曲率半径、面间隔、以及折射率的值等不限于上述各数值实施例中所示的值，而可以取其他值。

实施例 1

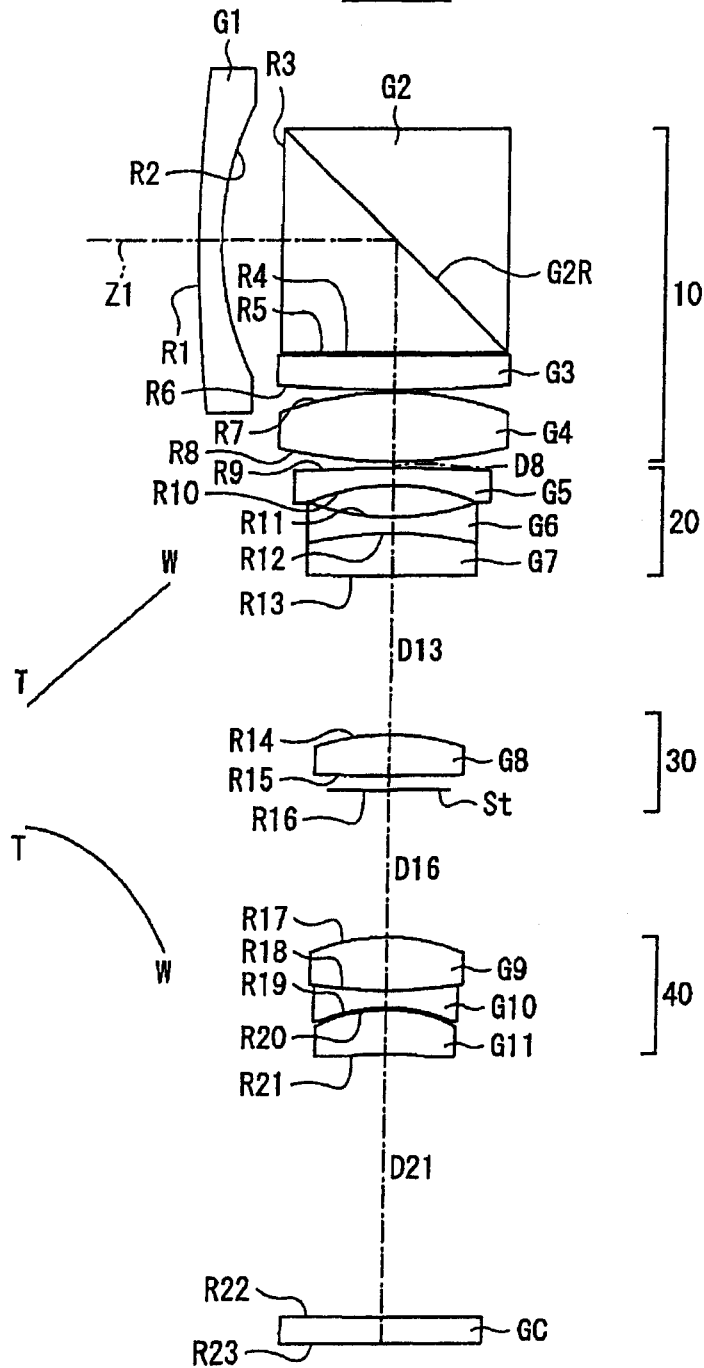


图 1

实施例 2

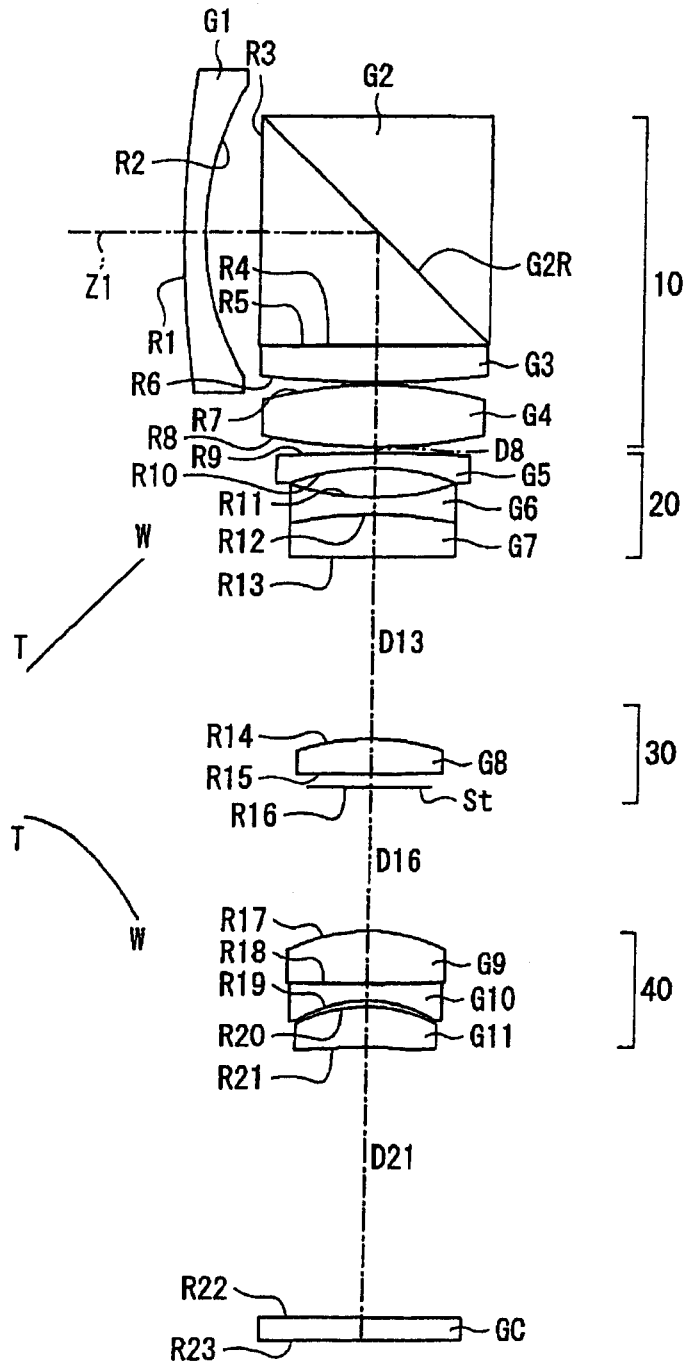


图 2

实施例1·基本透镜数据					
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndi (折射率)	$\nu_{dj}$ (阿贝数)	
10 {	1	72.5600	1.07	1.92286	20.9
	2	14.7478	2.90	1.00000	
	3	$\infty$	10.70	1.83481	
	4	$\infty$	0.13	1.00000	
	5	$\infty$	1.67	1.71736	
	6	-69.5334	0.13	1.00000	
	*7	15.7363	3.30	1.56865	
	*8	-21.2512	D8(可变)	1.00000	
20 {	9	74.0231	0.80	1.72916	54.7
	10	10.0301	1.52	1.00000	
	11	-11.5938	0.81	1.80400	
	12	14.9771	2.07	1.92286	
	13	-400.7889	D13(可变)	1.00000	
30 {	*14	10.9188	2.00	1.50869	56.0
	*15	-76.4357	0.70	1.00000	
	16	(光圈)	D16(可变)	1.00000	
40 {	17	8.7174	2.61	1.83481	42.7
	18	-21.5063	0.80	1.84666	
	19	7.8581	0.13	1.00000	
	*20	8.3223	2.10	1.59380	
	*21	18.9265	D21(可变)	1.00000	
GC {	22	$\infty$	1.30	1.51680	64.2
	23	$\infty$		1.00000	

(\*: 非球面)

( $f=8.20\text{mm}\sim 22.55\text{mm}$ ,  $FNO=3.60\sim 4.29$ ,  $2\omega=64.3^\circ\sim 23.3^\circ$ )

图 3

实施例 1·可变面间隔数据		
面间隔	f=8.20	f=22.55
D8	0.30	7.86
D13	9.62	2.05
D16	7.75	3.34
D21	12.69	17.10

(A)

实施例 1·非球面数据			
非球面系数	面编号		
	第 7 面	第 8 面	第 14 面
K	0.8967	0.9620	1.0017
A <sub>4</sub>	-2.0692E-05	3.7962E-05	1.3122E-05
A <sub>6</sub>	-4.3028E-07	-9.7272E-08	-8.3763E-08
A <sub>8</sub>	2.5322E-08	1.9221E-08	2.4912E-07
A <sub>10</sub>	-3.5126E-10	-3.5547E-10	-8.4461E-09
	第 15 面	第 20 面	第 21 面
K	0.9987	1.2098	1.0617
A <sub>4</sub>	1.6687E-04	7.0039E-04	1.5569E-03
A <sub>6</sub>	4.6494E-06	1.5456E-05	3.3671E-05
A <sub>8</sub>	-2.3911E-07	2.7782E-07	1.4660E-06
A <sub>10</sub>	7.1609E-09	4.7346E-09	1.3569E-08

(B)

图 4

实施例 2·可变面间隔数据					
Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndi (折射率)	$\nu$ dj (阿贝数)	
10	1	39.4181	0.76	1.92286	20.9
	2	10.3791	2.00	1.00000	
	3	$\infty$	8.30	1.83481	
	4	$\infty$	0.05	1.00000	
	5	-241.2155	1.25	1.76182	
	6	-35.3822	0.10	1.00000	
	7	13.8964	2.35	1.58809	
	8	-18.6457	D8(可变)	1.00000	
20	9	58.3809	0.58	1.72916	54.7
	10	8.3596	1.09	1.00000	
	11	-9.2871	0.60	1.80400	
	12	12.9680	1.55	1.92286	
	13	-168.8569	D13(可变)	1.00000	
30	14	8.5418	1.25	1.51007	56.2
	15	-89.7208	0.50	1.00000	
	16	(光圈)	D16(可变)	1.00000	
40	17	5.8907	2.00	1.83481	42.7
	18	-84.1818	0.59	1.84666	
	19	4.5889	0.24	1.00000	
	20	5.7017	1.55	1.51680	
	21	25.0855	D21(可变)	1.00000	
GC	22	$\infty$	0.83	1.51680	64.2
	23	$\infty$		1.00000	

(\*:非球面)

( $f=6.49\text{mm}\sim 18.36\text{mm}$ ,  $FNO=3.64\sim 4.25$ ,  $2\omega=61.4^\circ\sim 21.7^\circ$ )

图 5



实施例 2·可变面间隔数据		
面间隔	f=6.49	f=18.36
D8	0.23	6.86
D13	6.80	0.15
D16	5.79	2.70
D21	9.97	13.06

(A)

实施例 2·非球面数据			
非球面系数	面编号		
	第 7 面	第 8 面	第 14 面
K	0.9042386	0.9770572	1.1329410
A <sub>3</sub>	2.4520549E-04	4.4513974E-04	—————
A <sub>4</sub>	-7.9692904E-05	-1.8004757E-04	6.8550321E-05
A <sub>5</sub>	-2.8018362E-05	6.2236853E-06	—————
A <sub>6</sub>	5.0025113E-06	4.8378460E-06	3.8417326E-06
A <sub>7</sub>	9.0331766E-08	-6.4157530E-08	—————
A <sub>8</sub>	6.6795346E-08	3.0444581E-08	2.0596064E-06
A <sub>9</sub>	-6.6889889E-09	-1.3776770E-08	—————
A <sub>10</sub>	-1.4118112E-09	-2.5760713E-09	-1.0909457E-07
A <sub>11</sub>	-3.7172727E-10	-1.0405539E-10	—————
A <sub>12</sub>	-2.5741176E-11	7.5729919E-12	—————
	第 15 面	第 20 面	第 21 面
K	0.9987394	1.7000254	1.0333767
A <sub>3</sub>	—————	2.4261209E-04	-1.0035360E-04
A <sub>4</sub>	3.6694963E-04	5.3720100E-04	2.7951369E-03
A <sub>5</sub>	—————	8.8773062E-06	-7.2485598E-05
A <sub>6</sub>	2.7410339E-05	3.0577261E-05	7.3517201E-05
A <sub>7</sub>	—————	2.3271041E-07	-4.8998957E-07
A <sub>8</sub>	-1.8018674E-06	2.6163662E-06	1.0875630E-05
A <sub>9</sub>	—————	3.5827687E-11	-1.0550646E-09
A <sub>10</sub>	9.3620748E-08	7.2786675E-08	1.8032897E-07
A <sub>11</sub>	—————	-5.1735533E-11	-1.7358934E-10
A <sub>12</sub>	—————	1.6894719E-13	-2.5370451E-11

(B)

图 6

条件式的值		
条件式	实施例 1	实施例 2
(1) $f2/Tf$	-0.35	-0.35
(2) $f4/Tf$	1.06	1.03
(3) $\nu P$	18.90	18.90

图 7

实施例 1 (广角端)

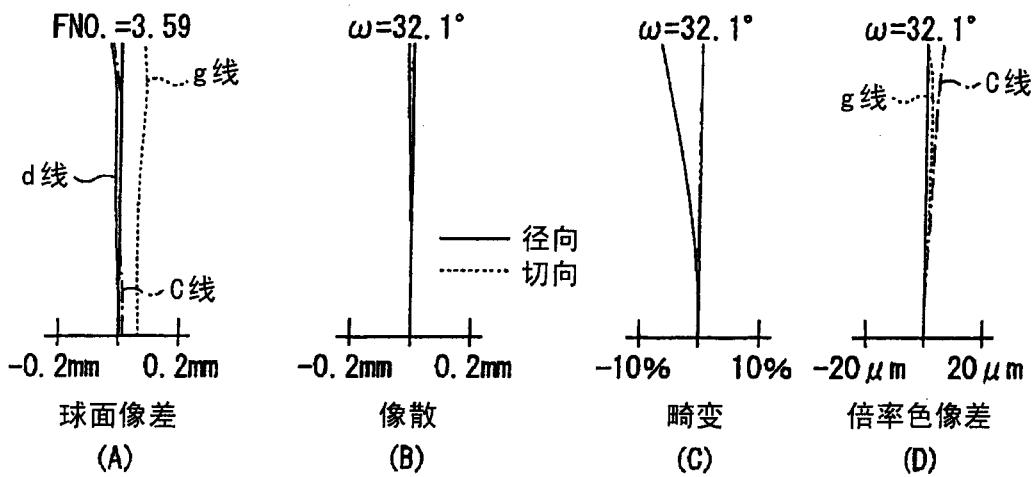


图 8

实施例 2 (广角端)

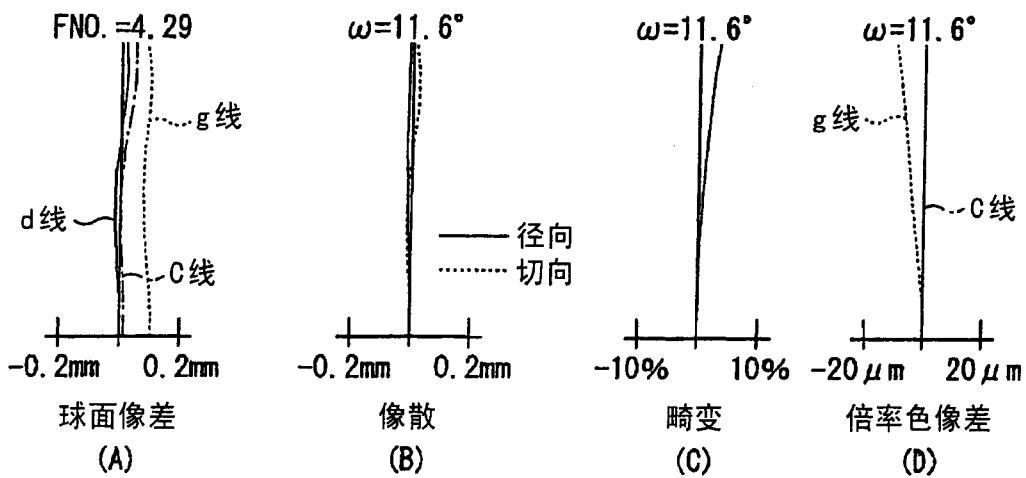


图 9

实施例 2 (广角端)

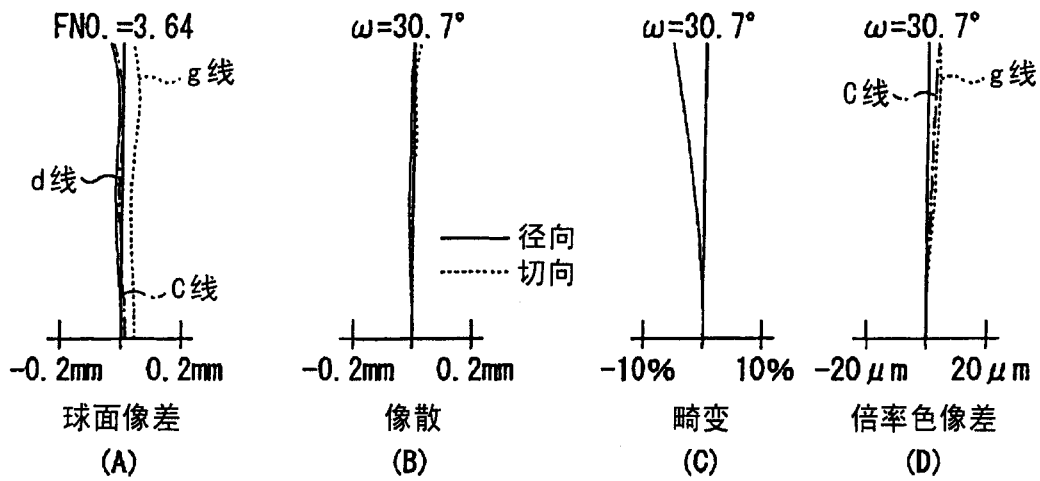


图 10

实施例 2 (摄远端)

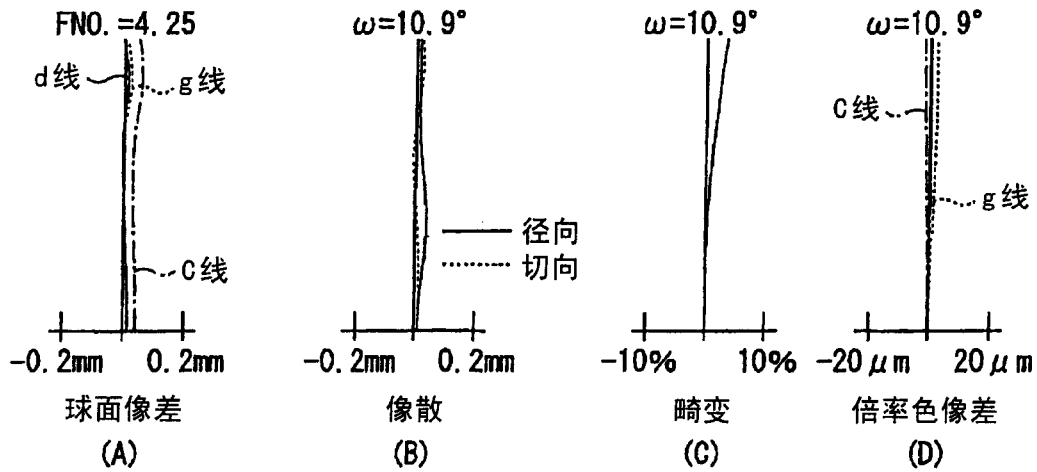


图 11