

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820210727.2

[51] Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 9/34 (2006.01)

H04N 5/225 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 201278038Y

[22] 申请日 2008.10.6

[21] 申请号 200820210727.2

[30] 优先权

[32] 2008.2.14 [33] JP [31] 2008-033396

[73] 专利权人 富士能株式会社

地址 日本国埼玉县

[72] 发明人 筱原义和

[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 2 页 说明书 9 页 附图 12 页

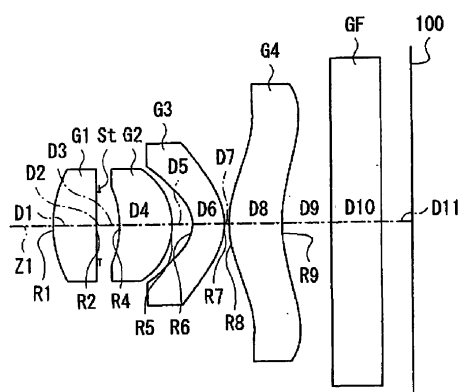
[54] 实用新型名称

摄像透镜及摄像装置

[57] 摘要

本实用新型提供一种容易谋求广角化并且可实现制造适应性良好的透镜系统的摄像透镜、及装载此摄像透镜可得到高解像的摄像图像的摄像装置。从物体侧起依次具备：由正透镜而成的第 1 透镜 (G1)、光阑 (St)、由正透镜而成的第 2 透镜 (G2)、由负弯月形透镜而成的第 3 透镜 (G3)、和光轴附近的形状为将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜的第 4 透镜 (G4)，另外，按照第 2 透镜 (G2) 和第 3 透镜 (G3) 之间的空气间隔被形成为周边部比光轴附近更小，并且满足以下方式构成。此处， f_1 为第 1 透镜 (G1) 的焦距， f_2 为第 2 透镜 (G2) 的焦距， f_3 为第 3 透镜 (G3) 的焦距， f 为整个系统的焦距： $f_1 > f_2 > |f_3| \cdots (1)$ ； $1.0 < f/f_2 < 1.5 \cdots (2)$ 。

实施例 1



1. 一种摄像透镜，其特征在于，

从物体侧起依次具备：

由凸面朝向物体侧的正透镜而成的第1透镜；

光阑；

由凸面朝向像侧的正透镜而成的第2透镜；

由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜而成的第3透镜；和

光轴附近的形状为将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜的第4透镜，并且

被构成为上述第2透镜和上述第3透镜之间的空气间隔的周边部比光轴附近更小，并且满足以下条件：

$$f1 > f2 > |f3| \cdots \cdots (1)$$

$$1.0 < f/f2 < 1.5 \cdots \cdots (2)$$

式中，

f1：第1透镜的焦距

f2：第2透镜的焦距

f3：第3透镜的焦距

f：整个系统的焦距。

2. 根据权利要求1所述的摄像透镜，其特征在于，

进一步满足以下条件：

$$v d3 < 35 \cdots (3)$$

式中，

$v d3$ ：第3透镜的对d线的阿贝数。

3. 根据权利要求1或2所述的摄像透镜，其特征在于，

进一步满足以下条件：

$$0.2 < Bf/TL < 0.5 \cdots (4)$$

式中，

Bf：后焦距，即是空气换算长的后焦距

TL：全长，即从最靠物体侧的面到像面的光轴上距离。

4. 根据权利要求1或2所述的摄像透镜，其特征在于，

进一步满足以下条件：

$$0.7 < Y_{\max}/f < 0.9 \cdots (5)$$

式中，

$Y_{\max}$ ：最大像高。

5. 一种摄像装置，其特征在于，具备：

根据权利要求1或2所述的摄像透镜；和

将上述摄像透镜形成的光学像所对应的摄像信号输出的摄像元件。

摄像透镜及摄像装置

技术领域

本实用新型涉及一种在 CCD(Charge Coupled Device) 或 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等摄像元件上成像被照射体的光学像的摄像透镜、以及装载此摄像透镜而进行摄影的数码静止照相机或带摄像头的手机及个人数字助理(PDA: Personal Digital Assistance) 等摄像装置。

背景技术

近几年, 随着个人电脑在一般家庭等的普及, 急速普及可将摄影的风景或人物像等的图像信息输入到个人电脑的数码静止照相机。而且, 在手机上装载图像输入用相机模组的情况也多起来。在具有这种摄像功能的设备上使用 CCD 或 CMOS 等摄像元件。近几年, 该些摄像元件的紧凑化得以发展, 对摄像设备整体及装载于此的摄像透镜也要求紧凑性。而且, 同时摄像元件的高像素也在发展, 要求摄像透镜的高解像、高性能化。例如要求对应于 200 万像素以上, 优选对应于 500 万像素以上的高像素的性能。

为了满足这种要求, 在以往开发了使用整体为 4 片透镜的构成的摄像透镜(参照专利文献 1 至 3)。

【专利文献 1】专利公开 2002-228922 号公报

【专利文献 2】专利公开 2004-53813 号公报

【专利文献 3】专利公开 2004-102234 号公报

以往, 公知的有在 4 片结构的摄像透镜中, 将孔径光阑配置在最靠物体侧的透镜(参照专利文献 1)。然而, 随着广角化, 若将孔径光阑配置在最物体侧, 则存在制造误差或对于透镜面的偏位的性能恶化的感度易变大, 制造适应性不良的倾向。另外, 在专利文献 2、3 公开有将孔径光阑配置在第 1 透镜和第 2 透镜之间的摄像透镜, 但在透镜系统内第 1 透镜的光焦度相对强, 若要谋求广角化, 则尤其产生像面弯曲的性能恶化, 成为在性能上不充分的透镜系

统。希望开发即使谋求了广角化也与高性能的例如 200 万像素以上更优选从 500 万像素到 1000 万像素左右的高像素对应的性能的透镜。

实用新型内容

本实用新型是借鉴于这种问题点而提出的，其目的在于，提供一种可容易谋求广角化并且可实现制造适应性良好的透镜系统的摄像透镜、及装载此摄像透镜可得到高解像的摄像图像的摄像装置。

根据本实用新型的摄像透镜，从物体侧起依次具备：由凸面朝物体侧的正透镜而成的第1透镜、光阑St、由凸面朝向像侧的正透镜而成的第2透镜、由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜而成的第3透镜、和光轴附近的形状为将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜的第4透镜，并且被构成为第2透镜和第3透镜之间的空气间隔的周边部比光轴附近更小，且满足以下条件。此处， f_1 设为第1透镜的焦距， f_2 设为第2透镜的焦距， f_3 设为第3透镜的焦距， f 设为整个系统的焦距：

$$f_1 > f_2 > |f_3| \cdots \cdots (1)$$

$$1.0 < f/f_2 < 1.5 \cdots \cdots (2)。$$

在根据本实用新型的摄像透镜中，在整体为 4 片结构的透镜系统，通过适当设定各透镜要素的构成，而易谋求广角化且易得到制造适应性良好的透镜系统。尤其，通过在第 1 透镜和第 2 透镜之间配置光阑，对制造误差等的性能恶化的敏感度变小，制造适应性优异。而且，通过在透镜系统内相对地将第 1 透镜的光焦度减弱而将第 2 透镜及第 3 透镜的光焦度增强，来改善伴随广角化的像面弯曲的性能恶化等，且容易广角化。

而且，通过进一步适当采用且满足以下优选的构成，可使光学性能更加良好的同时，容易谋求广角化。

根据本实用新型的摄像透镜，优选满足以下条件。由此，有利于色像差的校正。此处， v_{d3} 为第 3 透镜的对 d 线的阿贝数：

$$v_{d3} < 35 \cdots (3)。$$

而且，优选满足以下条件。由此，谋求全长的短缩化，且可确保在配置滤光片等光学部件时所需要的后焦距。

$$0.2 < Bf/TL < 0.5 \cdots (4)$$

此处，Bf为后焦距（空气换算长），TL为全长（从最物体侧的面到像面的光轴上距离）。

而且，根据本实用新型的摄像透镜，满足以下条件，比较适于在广角侧的使用。

$$0.7 < Y_{\max}/f < 0.9 \cdots (5)$$

此处，Y_{max}为最大像高。

根据本实用新型的摄像装置，具备：根据本实用新型的摄像透镜、和将与由此摄像透镜形成的光学像相对应的摄像信号输出的摄像元件。

在根据本实用新型的摄像装置中，根据由本实用新型的摄像透镜得到的比较广角且高解像的光学像就可得到高解像的摄像信号。

根据本实用新型的摄像透镜，在整体为4片结构的透镜系统中，使各透镜要素的构成最佳化，尤其在第1透镜和第2透镜之间配置光阑的同时，在透镜系统内相对地将第1透镜的光焦度减弱而将第2透镜及第3透镜的光焦度增强，所以，可容易谋求广角化，且实现制造适应性良好的透镜系统。

而且，根据本实用新型的摄像装置，将上述本实用新型的高性能摄像透镜形成的光学像所对应的摄像信号输出，所以，可得到比较广角且高解像的摄像图像。

附图说明

图1是表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第1构成例，是对应于实施例1的透镜剖面图。

图2是表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第2构成例，是对应于实施例2的透镜剖面图。

图3是表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第3构成例，是对应于实施例3的透镜剖面图。

图4是表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第4构成例，是对应于实施例4的透镜剖面图。

图5是表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第5构成例，是对应于实施例5的透镜剖面图。

图 6 是表示本实用新型的实施例 1 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示非球面的数据。

图 7 是表示本实用新型的实施例 2 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示非球面的数据。

图 8 是表示本实用新型的实施例 3 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示非球面的数据。

图 9 是表示本实用新型的实施例 4 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示非球面的数据。

图 10 是表示本实用新型的实施例 5 所涉及的摄像透镜的透镜数据的图，(A) 表示基本透镜数据，(B) 表示非球面的数据。

图 11 是对各实施例归纳表示关于条件式的值的图。

图 12 是表示本实用新型的实施例 1 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示散光像差、(C) 表示畸变像差。

图 13 是表示本实用新型的实施例 2 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示散光像差、(C) 表示畸变像差像差。

图 14 是表示本实用新型的实施例 3 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示散光像差、(C) 表示畸变像差像差。

图 15 是表示本实用新型的实施例 4 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示散光像差、(C) 表示畸变像差。

图 16 是表示本实用新型的实施例 5 所涉及的摄像透镜的诸像差的像差图，(A) 表示球面像差、(B) 表示散光像差、(C) 表示畸变像差。

图中：G1-第1透镜，G2-第2透镜，G3-第3透镜，G4-第4透镜，GF-光学部件，St-孔径光阑， R_i -从物体侧第*i*个透镜面的曲率半径， D_i -从物体侧第*i*个和第*i*+1个透镜面的面间隔，Z1-光轴，100-摄像元件。

具体实施方式

以下，参照附图对本实用新型的实施方式进行详细说明。

图 1 表示本实用新型的一实施方式所涉及的摄像透镜的第 1 构成例。此构成例对应于后述的第 1 数值实施例（图 6 (A)、(B)）的透镜构成。图 2～图 5 表示第 2～第 5 的构成例，对应于后述的第 2～第 5 的数值实施例（图 7

(A)、(B)～图10(A)、(B))的透镜构成。在图1～图5中,符号 R_i 表示,以最靠物体侧的构成要素的面为第1个,按照朝向像侧(成像侧)依次增加的方式附上符号的第 i 个面的曲率半径。符号 D_i 表示第 i 个面和第 $i+1$ 个面的光轴Z1上的面间隔。

本实施方式所涉及的摄像透镜为适用于使用CCD或CMOS等摄像元件的各种摄像设备,尤其比较小型的移动终端设备例如数码静止相机、带摄像头的手持、及PDA等。此摄像透镜沿着光轴Z1从物体侧起依次具备:第1透镜G1、第2透镜G2、第3透镜G3、第4透镜G4。此摄像透镜还具有光阑St。此光阑St为光学孔径光阑,配置在第1透镜G1和第2透镜G2之间。

本实施方式所涉及的摄像装置具备本实施方式所涉及的摄像透镜、和与此摄像透镜形成的光学像相对应的摄像信号输出的CCD等摄像元件100。摄像元件100配置在此摄像透镜的成像面(摄像面)。在第4透镜G4和摄像元件100之间,也可按照装载透镜的相机侧的构成而配置各种光学部件GF。例如,也可配置摄像面保护用玻璃罩或红外线截止滤光片等的平板状光学部件。此时,作为光学部件GF,也可以是使用例如在平板状玻璃罩施加红外线截止滤光片或ND滤光片等有滤光效果的涂层的光学部件。

而且,在此摄像透镜中,也可在第1透镜G1至第4透镜G4的所有透镜,或者在至少1个透镜面形成红外线截止滤光片或ND滤光片等有滤光效果的涂层或防止反射的涂层。

在此摄像透镜中,第1透镜G1由凸面朝向物体侧的正透镜而成。第1透镜G1优选为凸面朝向物体侧的正弯月形透镜。第2透镜G2由凸面朝向像侧的正透镜而成。第2透镜G2优选为凸面朝向像侧的正弯月形透镜。第3透镜G3由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜而成。

第4透镜G4的光轴附近的形状为将凸面朝向物体侧的正弯月形透镜。第4透镜G4的两面为非球面形状。对第1透镜G1、第2透镜G2、及第3透镜G3,也优选在至少1面分别包括有非球面。第4透镜G4的像侧的面优选被形成为在光轴附近朝像侧是凹形状而在周边部朝像侧是凸形状的非球面。而且,物体侧的面优选被形成为在光轴附近朝物体侧是凸形状且在周边部朝物体侧是凹形状的非球面。此处,关于非球面形状,尤其,通过使第4透镜G4在中心部和周边部变化成不同的形状,而在从像面的中心部至周边部可良好地校正像面弯

曲。在第4透镜G4中，与第1透镜G1、第2透镜G2、及第3透镜G3相比，光束按每个视角被分离。因此，通过将最接近于摄像元件100的最终透镜面的第4透镜G4的像侧的面形成为：在光轴附近朝像侧成为凹形状而在周边部朝像侧成为凸形状，可适当校正每个视角的像差，光束对摄像元件的入射角度被抑制为规定角度以下。从而，可减少在成像面整个领域的光量不均匀的同时，有利于补正像面弯曲或歪曲像差等。

本实施方式所涉及的摄像透镜构成为满足以下条件，并在透镜系统内相对地使得第1透镜G1的光焦度减弱而使得第2透镜G2及第3透镜G3的光焦度变得较强。为了将第3透镜G3的光焦度增强，第2透镜G2和第3透镜G3之间的空气间隔D5被构成为周边部比光轴附近更小。通过这种构成，第3透镜G3的物体侧面的曲率半径R6的绝对值比第2透镜G2的像侧的面的曲率半径R5的绝对值更小，可使第3透镜G3的光焦度增强。

$$f_1 > f_2 > |f_3| \cdots \cdots (1)$$

$$1.0 < f/f_2 < 1.5 \cdots \cdots (2)$$

式中， f_1 为第1透镜G1的焦距， f_2 为第2透镜G2的焦距， f_3 为第3透镜G3的焦距， f 为整个系统的焦距。

而且，优选满足以下条件。式中， v_{d3} 为第3透镜G3的对d线的阿贝数。而且， B_f 为后焦距（backfocus）（空气换算长）， TL 为全长（从最靠物体侧的面到像面的光轴上距离）。 Y_{max} 为最大像高。

$$v_{d3} < 35 \cdots (3)$$

$$0.2 < B_f/TL < 0.5 \cdots (4)$$

$$0.7 < Y_{max}/f < 0.9 \cdots (5)$$

接着，更加详细说明如以上构成的摄像透镜的作用及效果，尤其有关条件式的作用及效果。

在本实施方式所涉及的摄像透镜中，在整体为4片结构的透镜系统中，通过将各透镜要素的构成适当设定，容易谋求广角化，且容易得到制造适应性良好的透镜系统。尤其，通过将光阑St配置在第1透镜G1和第2透镜G2之间，对制造误差等的性能恶化的敏感度变小，制造适应性优异。

而且，满足条件式（1）、（2），通过在透镜系统内相对地将第1透镜G1的光焦度减弱而将第2透镜G2及第3透镜G3的光焦度增强，来改善伴随广角化的

像面弯曲的性能恶化等，容易广角化。更详细地，通过满足在条件式（1）的 $f_1 > f_2$ 的关系，在正透镜之中第2透镜G2占主要的成像功能，在谋求广角化时，可得到像面弯曲少的性能良好的透镜系统。若 $f_1 > f_2$ 的关系反过来，则成为像面弯曲大的透镜系统。而且，通过满足 $f_2 > |f_3|$ 的关系，可减轻轴上色像差和倍率色像差，成为对应于高像素化的透镜系统。若 $f_2 > |f_3|$ 的关系反过来，则成为色像差大的透镜系统。

条件式（2）意味着在整体所占的第2透镜G2的光焦度大。若低于条件式（2）的下限，则光焦度集中在第1透镜G1而成为像面弯曲大的透镜系统。若超过条件式（2）的上限，第2透镜G2的光焦度变得过强，则成为轴上色像差和倍率色像差大的透镜系统。为了进行更良好的像差校正，关于第2透镜G2优选满足以下条件式（2A）：

$$1.0 < f/f_2 < 1.3 \cdots \cdots (2A)。$$

条件式（3）规定第3透镜G3的适当的色散。若超过条件式（3）的上限，则色像差校正成为不充分。为了进行更良好的色像差校正，优选第3透镜G3的阿贝数 v_{d3} 满足以下条件式（3A）：

$$v_{d3} < 30 \cdots (3A)。$$

条件式（4）表示后焦距Bf在全长TL中所占有的比例。另外，条件式（4）的后焦距Bf值在配置滤光片或玻璃罩等时为空气换算长。若低于条件式（4）的下限，则后焦距变短，不能确保配置红外截止滤光片或低通滤波器或玻璃罩等的空间。而且，相反若超过上限，后焦距变得过长，则全长变得过长而成为商品价值低的设计。关于后焦距Bf，更优选为满足以下条件式（4A）。

$$0.3 < Bf/TL < 0.5 \cdots (4A)$$

条件式（5）是与摄影视角相当的式子。本实施方式所涉及的摄像透镜比较适合用于满足条件式（5）的广角侧。

如同以上，根据本实施方式所涉及的摄像透镜，在整体为4片结构的透镜系统中，使各透镜要素的构成最佳化，所以，容易谋求广角化，且实现制造适应性良好的透镜系统。而且，通过适当满足优选的条件，即使谋求了广角化，也可得到高性能的例如对应于200万像素以上，更优选也可对应于从500万像素到1000万像素的高像素的性能。而且，根据本实施方式所涉及的摄像装置，将按照由本实施方式所涉及的高性能的摄像透镜形成的光学像相对应的摄像信号

输出，所以，可得到比较广角且高解像的摄影图像。

【实施例】

接着，对本实施方式所涉及的摄像透镜的具体的数值实施例进行说明。在以下，归纳多个数值实施例进行说明。

图6(A)、(B)表示对应于图1所示的摄像透镜的构成的具体透镜数据。尤其在图6(A)表示其基本的透镜数据，在图6(B)表示关于非球面的数据。在图6(A)所示的透镜数据的面号码 S_i 的栏表示关于实施例1所涉及的摄像透镜，将最物体侧的构成要素的面设为第1个，按照随着朝向像侧依次增加的方式附上符号的第 i 个面的号码。在曲率半径 R_i 的栏表示对应于在图1所附上的符号 R_i 且从物体侧起第 i 个面的曲率半径的值(mm)。对面间隔 D_i 的栏也同样表示从物体侧第 i 个面 S_i 和第 $i+1$ 个面 S_{i+1} 的光轴上的间隔(mm)。在 N_{dj} 栏表示从物体侧第 j 个光学要素的对 d 线(587.6nm)的折射率的值。在 v_{dj} 栏表示从物体侧第 j 个光学要素的对 d 线的阿贝数的值。

此实施例1所涉及的摄像透镜，第1透镜G1至第4透镜G4的两面皆为非球面形状。在图6(A)的基本透镜数据中，作为这些非球面的曲率半径表示光轴附近的曲率半径的数值。

在图6(B)表示实施例1的摄像透镜的非球面数据。在作为非球面数据所示的数值中，记号“E”表示续于其后的数值以10为底的“幂指数”，表示用以其10为底的指数函数所表示的数值乘算“E”之前的数值。例如，若为「1.0E-02」，则表示「 1.0×10^{-2} 」。

作为实施例1的摄像透镜的非球面数据，记下根据以下的式(A)所表示的非球面形状的式中的各系数 B_n 、 K 的值。详而言之， Z 表示从距光轴高度为 h 的位置的非球面上的点下垂到非球面顶点的接平面(垂直于光轴的平面)的垂线的长度(mm)。

$$Z = CC \cdot h^2 / \{1 + (1 - K \cdot CC^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum B_n \cdot h^n \dots\dots (A)$$

($n=3$ 以上的整数)

式中，

Z : 非球面的深度(mm)

h : 从光轴到透镜面的距离(高度)(mm)

K : 远心率

CC: 近轴曲率=1/R

(R: 近轴曲率半径)

B_n : 第n次的非球面系数

实施例1的摄像透镜, 作为非球面系数 B_n 有效使用 $B_3 \sim B_{16}$ 的次数而表示。

如同以上实施例1的摄像透镜, 将对应于图2所示的摄像透镜的构成的具体透镜数据作为实施例2而示于图7(A)、(B)。而且, 同样将对应于图3~图5所示的摄像透镜的构成的具体透镜数据作为实施例3~5而示于图8(A)、(B)~图10(A)、(B)。在这些实施例2~5中, 如同实施例1的摄像透镜, 第1透镜G1至第4透镜G4的两面皆成为非球面形状。

而且, 在图11对各实施例归纳表示关于上述各条件式的值。由图11可知, 各实施例的值成为各条件式的数值范围内。

图12(A)~图12(C)分别表示实施例1的摄像透镜的球面像差、散光像差、及畸变像差(歪曲像差)。另外, 在散光像差图中, S表示弧矢方向像差, 而T表示子午方向的像差。Y表示像高。

同样地, 在图13(A)、(B)、(C)~图16(A)、(B)、(C)表示实施例2~5所涉及的摄像透镜的诸像差。

从以上各数值数据及各像差图可知, 关于各实施例, 各透镜要素的构成被最佳化, 保持良好的光学性能, 并可实现广角且谋求小型化的透镜系统。尤其, 可得到适合于800万像素左右的像素数的性能。

另外, 本实用新型不限于上述实施方式及各实施例, 可进行种种变形实施。例如, 各透镜成分的曲率半径、面间隔及折射率的值等不限于在上述各数值实施例所示的值, 可取其他值。

而且, 在上述各实施例中皆在固定焦点使用的前提下进行了说明, 但也可设为可调整焦距的构成。例如, 也可采用通过将透镜系统整体重复移动或在光轴上移动局部透镜而能自动聚焦的构成。

而且, 在上述各实施例中, 表示了适合于800万像素左右的像素数的设计例, 但本实用新型的摄像透镜, 例如, 即使为1000万像素左右的更高的像素数, 也可得到良好的性能。而且, 即使比800万像素低的像素数也可得到良好的性能。

实施例 1

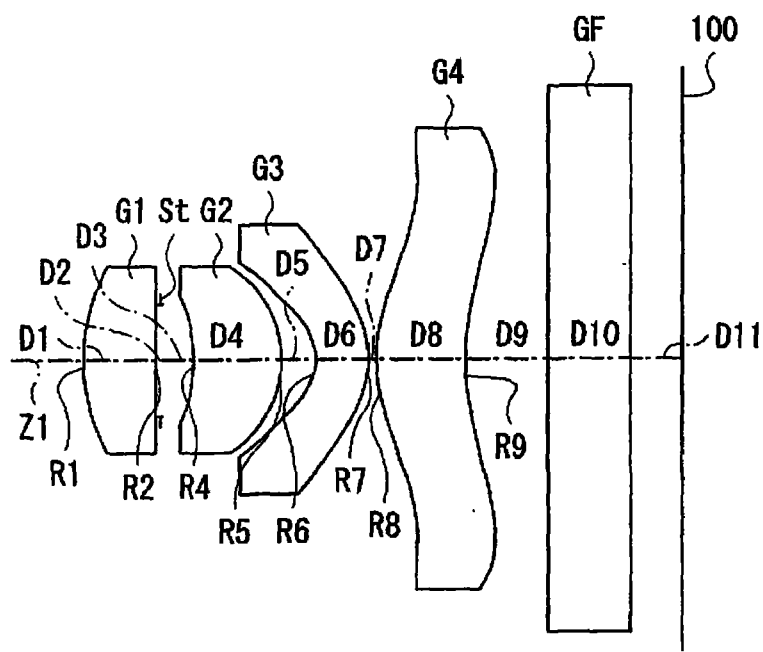


图 1

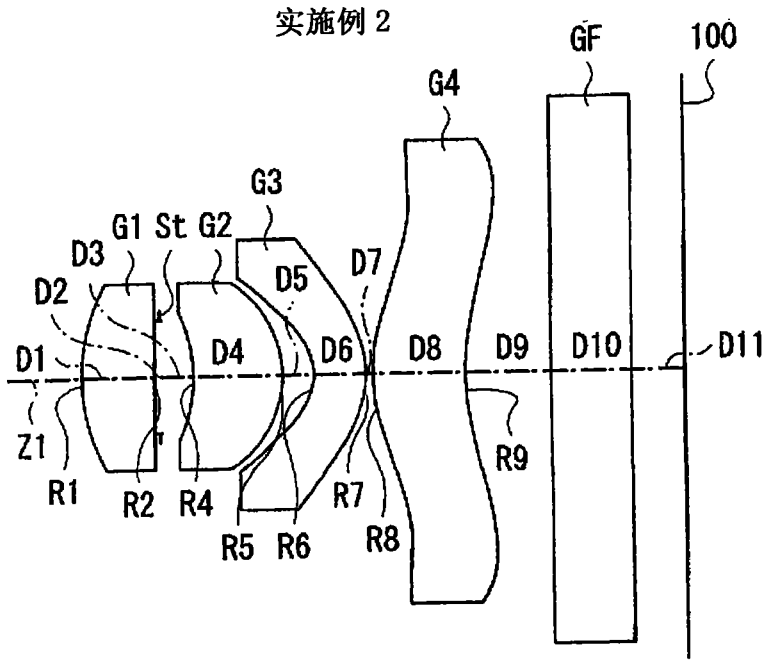


图 2

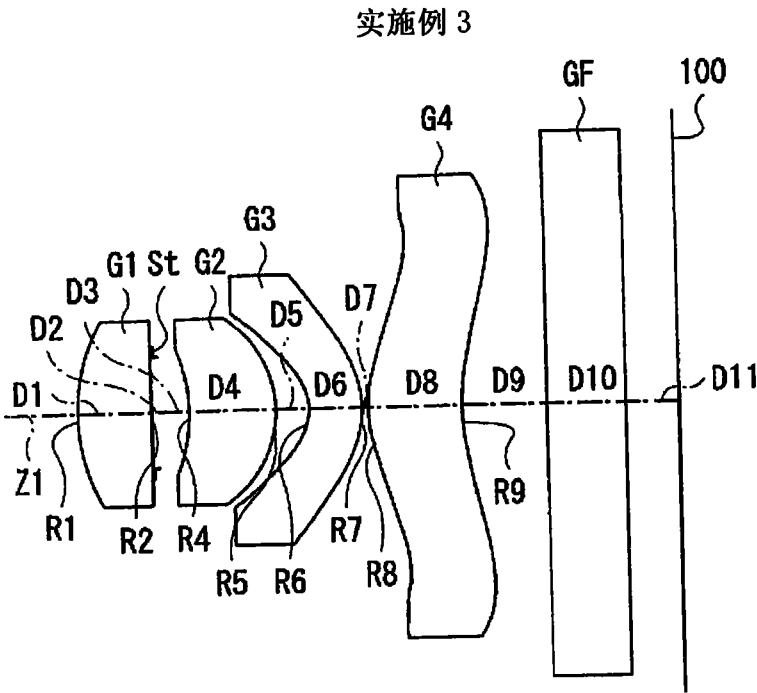


图 3

实施例 4

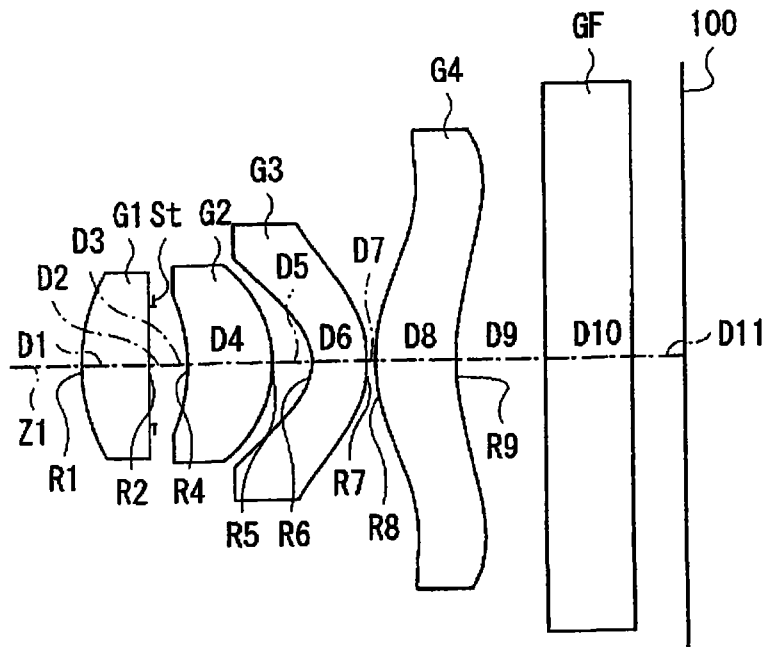


图 4

实施例 5

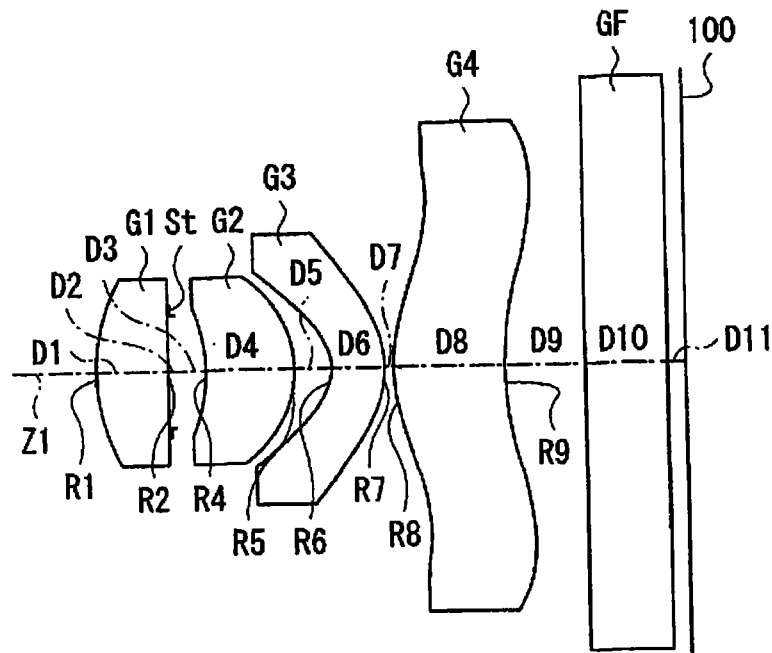


图 5

实施例 1•基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	2.389	0.88	1.511956	56.5
	2	12.6549	0.06		
	3(光阑)	—	0.41		
G2 {	4	-3.0266	1.07	1.511956	56.5
	5	-1.3461	0.41		
G3 {	6	-0.6753	0.65	1.620288	25.5
	7	-1.3953	0.10		
G4 {	8	1.7577	1.10	1.511956	56.5
	9	3.7296	1.00		
GF {	10	∞	0.98	1.518463	64.1
	11	∞	0.64		

实施例 1•非球面数据					
	K	B3	B4	B5	B6
1	0.00E+00	-1.39E-02	4.11E-02	4.00E-03	-9.87E-02
2	0.00E+00	9.88E-03	-8.37E-02	1.08E-01	1.59E-01
4	-1.00E+00	8.20E-02	-4.17E-01	6.38E-01	-6.23E-01
5	-1.00E+00	2.21E-02	-2.11E-01	1.95E-01	-1.23E-01
6	-9.52E-01	-6.02E-02	-6.85E-02	3.56E-02	-6.49E-02
7	-1.00E+00	-5.78E-02	8.48E-02	-8.92E-02	2.72E-02
8	-9.09E-01	-3.40E-02	-5.45E-02	3.73E-02	-4.87E-03
9	-1.92E-06	-7.21E-04	-9.85E-03	-4.06E-04	2.08E-04
	B7	B8	B9	B10	B11
1	1.38E-01	-2.93E-02	-9.67E-02	7.94E-02	2.14E-02
2	-4.04E-01	-2.18E-01	1.52E-01	9.89E-01	-6.04E-01
4	4.00E-02	5.55E-01	-9.29E-01	5.53E-01	5.56E-02
5	-2.47E-02	6.58E-03	1.51E-02	2.58E-02	4.26E-03
6	-7.30E-03	5.19E-02	4.25E-02	-2.58E-02	-3.92E-03
7	6.63E-04	1.03E-03	2.88E-03	-1.18E-03	1.37E-04
8	-2.52E-03	1.04E-03	-6.20E-04	1.26E-04	5.58E-05
9	-1.04E-03	2.72E-04	1.11E-04	-3.40E-05	-3.91E-06
	B12	B13	B14	B15	B16
1	-1.54E-02	-7.13E-02	4.91E-02	1.46E-02	-1.32E-02
2	-2.95E-01	-1.53E-02	1.74E-01	-2.27E-01	2.23E-01
4	-7.09E-02	-9.42E-02	9.43E-02	-1.81E-01	9.66E-02
5	-1.06E-02	-9.38E-03	-2.65E-03	-4.28E-03	7.54E-03
6	-4.37E-03	-2.98E-03	-2.98E-04	0.00E+00	1.96E-03
7	-6.81E-05	-1.12E-04	-8.36E-05	-1.73E-05	3.99E-05
8	2.01E-07	-4.28E-06	-2.45E-07	-6.90E-07	-2.10E-07
9	1.05E-06	5.09E-07	-9.97E-08	-2.49E-08	1.94E-09

图 6

(A)

实施例 2·基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Nd _i (折射率)	ν_{di} (阿贝数)
G1 {	1	2.4075	0.88	1.511956	56.5
	2	12.8176	0.06		
	3(光阑)	—	0.42		
G2 {	4	-3.0728	1.07	1.511956	56.5
	5	-1.2964	0.37		
G3 {	6	-0.6593	0.65	1.620288	25.5
	7	-1.4665	0.10		
G4 {	8	1.6053	1.17	1.511956	56.5
	9	3.5277	1.00		
GF {	10	∞	0.98	1.518463	64.1
	11	∞	0.64		

(B)

实施例 2·非球面数据					
面号码	K	B3	B4	B5	B6
1	0.00E+00	-2.96E-03	2.64E-02	2.90E-03	-9.01E-02
2	0.00E+00	-3.12E-03	-2.73E-02	2.38E-02	1.49E-01
4	-1.00E+00	4.00E-02	-3.21E-01	5.81E-01	-6.66E-01
5	-1.00E+00	2.10E-02	-2.02E-01	1.89E-01	-1.25E-01
6	-9.59E-01	-2.92E-02	-6.61E-02	2.71E-02	-7.13E-02
7	-9.98E-01	-6.13E-02	9.99E-02	-9.19E-02	2.38E-02
8	-9.55E-01	-5.86E-02	-4.61E-02	4.42E-02	-9.00E-03
9	-4.29E-09	-6.89E-03	-5.90E-03	-2.96E-03	7.23E-04
	B7	B8	B9	B10	B11
1	1.44E-01	-2.91E-02	-1.02E-01	7.44E-02	2.12E-02
2	-3.45E-01	-1.46E-01	9.89E-02	9.64E-01	-6.47E-01
4	2.67E-02	5.94E-01	-8.61E-01	5.93E-01	2.37E-02
5	-2.07E-02	6.64E-03	1.26E-02	2.56E-02	4.52E-03
6	-1.07E-02	5.09E-02	4.36E-02	-2.49E-02	-3.49E-03
7	-6.01E-04	5.99E-04	3.00E-03	-9.96E-04	2.92E-04
8	-2.85E-03	1.29E-03	-5.81E-04	1.37E-04	5.76E-05
9	-8.10E-04	1.69E-04	1.12E-04	-3.00E-05	-6.18E-06
	B12	B13	B14	B15	B16
1	-1.45E-02	-6.99E-02	5.04E-02	1.59E-02	-1.50E-02
2	-2.76E-01	-3.70E-02	1.88E-01	-1.70E-01	2.02E-01
4	-1.59E-01	-1.74E-01	8.17E-02	-1.07E-01	1.42E-01
5	-9.91E-03	-9.02E-03	-2.76E-03	-4.77E-03	7.63E-03
6	-3.91E-03	-2.51E-03	5.08E-04	0.00E+00	1.29E-03
7	-6.36E-06	-1.05E-04	-9.92E-05	-3.07E-05	4.22E-05
8	-1.40E-06	-5.32E-06	-3.18E-07	-6.96E-07	2.38E-07
9	1.34E-06	6.25E-07	-7.33E-08	-3.76E-08	2.02E-09

图 7

(A)

实施例 3·基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Nd _j (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
G1 {	1	2.437	0.87	1.511956	56.5
	2	13.4644	0.06		
	3(光阑)	—	0.42		
G2 {	4	-3.1731	1.07	1.511956	56.5
	5	-1.3207	0.38		
G3 {	6	-0.6521	0.65	1.620288	25.5
	7	-1.538	0.10		
G4 {	8	1.4733	1.18	1.511956	56.5
	9	3.4945	1.00		
GF {	10	∞	0.98	1.518463	64.1
	11	∞	0.64		

(B)

实施例3·非球面数据					
面号码	K	B3	B4	B5	B6
1	0.00E+00	-3.23E-03	2.72E-02	-1.82E-03	-8.67E-02
2	0.00E+00	-5.22E-03	-1.80E-04	-5.65E-02	1.86E-01
4	-1.00E+00	3.43E-02	-2.83E-01	5.15E-01	-6.59E-01
5	-1.00E+00	2.23E-02	-1.89E-01	1.77E-01	-1.33E-01
6	-8.71E-01	2.76E-03	-7.58E-02	1.41E-02	-7.58E-02
7	-8.41E-01	-7.50E-02	1.07E-01	-9.03E-02	2.35E-02
8	-4.90E-01	-9.16E-02	-4.51E-02	5.16E-02	-1.22E-02
9	-3.30E-01	-7.08E-03	-3.28E-03	-4.73E-03	8.69E-04
	B7	B8	B9	B10	B11
1	1.46E-01	-2.81E-02	-1.07E-01	7.38E-02	2.53E-02
2	-2.73E-01	-7.27E-02	-4.04E-02	8.49E-01	-6.79E-01
4	6.37E-02	6.40E-01	-8.50E-01	5.37E-01	-8.28E-02
5	-1.63E-02	9.02E-03	1.19E-02	2.65E-02	4.56E-03
6	-1.04E-02	5.37E-02	4.77E-02	-2.29E-02	-3.54E-03
7	-6.55E-04	3.65E-04	3.06E-03	-9.20E-04	3.74E-04
8	-2.82E-03	1.52E-03	-5.41E-04	1.23E-04	5.30E-05
9	-5.32E-04	8.49E-05	1.20E-04	-2.31E-05	-1.01E-05
	B12	B13	B14	B15	B16
1	-1.52E-02	-7.09E-02	5.00E-02	1.75E-02	-1.58E-02
2	-2.10E-01	9.92E-02	3.28E-01	-1.34E-01	-4.68E-02
4	-2.28E-01	-1.22E-01	2.91E-01	9.66E-02	-1.63E-01
5	-1.02E-02	-9.50E-03	-3.15E-03	-4.97E-03	8.19E-03
6	-4.86E-03	-3.59E-03	-5.68E-04	0.00E+00	1.98E-03
7	8.16E-06	-1.22E-04	-1.26E-04	-4.39E-05	5.35E-05
8	-2.91E-06	-5.52E-06	1.47E-07	-7.31E-07	2.30E-07
9	1.28E-06	7.57E-07	-1.66E-08	-5.43E-08	3.01E-09

图 8

实施例 4•基本透镜数据					
	S _i (面号码)	R _i (曲率半径)	D _i (面间隔)	N _{dj} (折射率)	ν_{dj} (阿贝数)
(A)	G1 { 1	2.3981	0.74	1.511956	56.5
	2	24.0152	0.05		
	3(光阑)	—	0.39		
	G2 { 4	-2.8241	0.93	1.511956	56.5
	5	-1.284	0.41		
	G3 { 6	-0.6162	0.60	1.609879	27.2
	7	-1.2937	0.10		
	G4 { 8	1.4478	0.88	1.511956	56.5
	9	2.9445	1.00		
	GF { 10	∞	0.95	1.518463	64.1
	11	∞	0.58		

实施例 4•非球面数据					
面号码	K	B3	B4	B5	B6
1	0.00E+00	-1.68E-02	4.51E-02	9.75E-03	-1.59E-01
2	0.00E+00	2.47E-02	-1.78E-01	2.61E-01	2.61E-01
4	-1.00E+00	8.72E-02	-5.16E-01	9.15E-01	-9.94E-01
5	-1.00E+00	1.86E-02	-2.40E-01	2.57E-01	-1.99E-01
6	-5.45E-01	-2.48E-02	-3.35E-02	7.69E-02	-1.14E-01
7	-9.85E-01	-1.02E-01	1.12E-01	-1.11E-01	5.39E-02
8	-6.52E-03	-8.73E-02	-5.44E-02	3.23E-02	4.79E-04
9	-1.86E-02	1.59E-02	-4.05E-02	9.09E-03	-1.78E-03
	B7	B8	B9	B10	B11
1	2.40E-01	-7.20E-02	-2.03E-01	2.01E-01	6.24E-02
2	-7.84E-01	-6.41E-01	6.46E-01	2.50E+00	-1.66E+00
4	9.58E-02	1.08E+00	-2.06E+00	1.35E+00	2.99E-01
5	-3.94E-02	3.05E-02	5.03E-02	6.06E-02	3.58E-03
6	-2.96E-02	9.10E-02	8.70E-02	-5.80E-02	-2.65E-03
7	1.75E-03	2.23E-04	3.77E-03	-4.33E-03	-2.47E-04
8	-4.05E-03	1.48E-03	-1.42E-03	2.82E-04	1.45E-04
9	-3.73E-05	1.65E-04	7.46E-05	-1.10E-04	8.80E-06
	B12	B13	B14	B15	B16
1	-4.41E-02	-2.32E-01	1.64E-01	4.76E-02	-4.50E-02
2	-1.03E+00	-2.29E-01	5.35E-01	-7.77E-01	1.23E+00
4	-1.55E-02	-3.75E-01	-6.93E-02	-1.17E+00	1.22E+00
5	-3.83E-02	-3.16E-02	-5.57E-03	-1.15E-02	2.62E-02
6	-7.14E-03	-8.42E-03	-6.81E-03	0.00E+00	7.95E-03
7	-5.30E-05	8.65E-05	4.72E-05	4.43E-05	3.54E-06
8	5.69E-06	-1.06E-05	-8.34E-07	-2.66E-06	7.39E-07
9	5.95E-06	1.75E-06	-1.81E-07	-4.67E-08	-6.55E-08

图 9

实施例 5•基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Nd _j (折射率)	ν_d (阿贝数)
G1 {	1	2.1643	0.91	1.511956	56.5
	2	8.1905	0.06		
	3(光阑)	—	0.42		
G2 {	4	-3.3286	1.07	1.533675	55.4
	5	-1.4162	0.43		
G3 {	6	-0.6667	0.65	1.620288	25.5
	7	-1.5134	0.10		
G4 {	8	1.5658	1.38	1.511956	56.5
	9	3.3876	1.00		
GF {	10	∞	0.98	1.518463	64.1
	11	∞	0.23		

实施例 5•非球面数据					
面号码	K	B3	B4	B5	B6
1	0.00E+00	-6.24E-03	3.59E-02	2.33E-03	-8.85E-02
2	0.00E+00	2.58E-03	-1.59E-02	-5.39E-02	2.05E-01
4	-1.00E+00	3.74E-02	-2.94E-01	5.20E-01	-6.54E-01
5	-1.00E+00	2.82E-02	-1.96E-01	1.80E-01	-1.28E-01
6	-8.23E-01	1.22E-02	-7.80E-02	1.26E-02	-7.95E-02
7	-7.78E-01	-7.11E-02	1.07E-01	-9.26E-02	2.33E-02
8	-5.61E-01	-8.11E-02	-5.05E-02	5.04E-02	-1.16E-02
9	-9.96E-01	-9.76E-03	-5.86E-03	-1.90E-03	9.42E-04
	B7	B8	B9	B10	B11
1	1.43E-01	-2.82E-02	-1.08E-01	7.59E-02	2.84E-02
2	-2.51E-01	-1.50E-02	-1.49E-01	7.88E-01	-6.78E-01
4	7.71E-02	6.43E-01	-8.67E-01	5.10E-01	-7.64E-02
5	-1.64E-02	7.43E-03	1.05E-02	2.45E-02	3.91E-03
6	-1.23E-02	5.35E-02	4.76E-02	-2.27E-02	-3.33E-03
7	-6.70E-04	4.28E-04	3.09E-03	-8.98E-04	3.86E-04
8	-2.59E-03	1.58E-03	-5.47E-04	1.10E-04	4.90E-05
9	-6.98E-04	3.22E-05	1.29E-04	-1.82E-05	-9.78E-06
	B12	B13	B14	B15	B16
1	-1.50E-02	-7.16E-02	4.93E-02	1.75E-02	-1.59E-02
2	-1.57E-01	1.76E-01	3.82E-01	-1.53E-01	-1.72E-01
4	-2.75E-01	-9.03E-02	4.00E-01	1.86E-01	-3.53E-01
5	-9.59E-03	-7.85E-03	-2.59E-03	-4.95E-03	7.43E-03
6	-4.91E-03	-3.60E-03	-4.57E-04	0.00E+00	1.99E-03
7	5.17E-06	-1.26E-04	-1.31E-04	-4.59E-05	5.55E-05
8	-3.30E-06	-5.26E-06	3.64E-07	-6.73E-07	2.14E-07
9	1.29E-06	6.88E-07	-3.98E-08	-5.81E-08	7.61E-09

图 10

有关条件式的值						
	式的号码	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
f		4.56	4.56	4.56	4.14	4.56
$Y_{\max}$		3.57	3.57	3.57	3.24	3.57
TL		7.30	7.33	7.35	6.05	6.98
Bf		2.63	2.62	2.62	2.53	2.21
f_1	(1)	5.60	5.63	5.66	5.14	5.47
f_2	(1)	3.90	3.63	3.69	3.82	3.87
f_3	(1)	-3.23	-2.79	-2.53	-2.90	-2.72
f/f_2	(2)	1.17	1.26	1.24	1.08	1.18
f_1/f_2		1.44	1.55	1.53	1.35	1.41
f_2/f_3		-1.21	-1.30	-1.46	-1.32	-1.42
νd_3	(3)	25.5	25.5	25.5	27.2	25.5
Bf/TL	(4)	0.36	0.36	0.36	0.42	0.32
$Y_{\max}/f$	(5)	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78

图 11

实施例 1

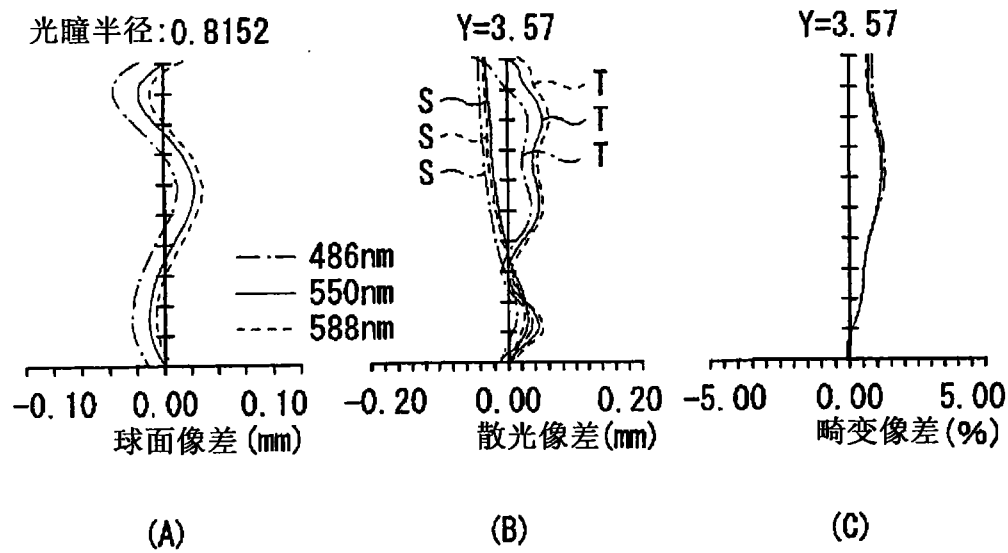


图 12

实施例 2

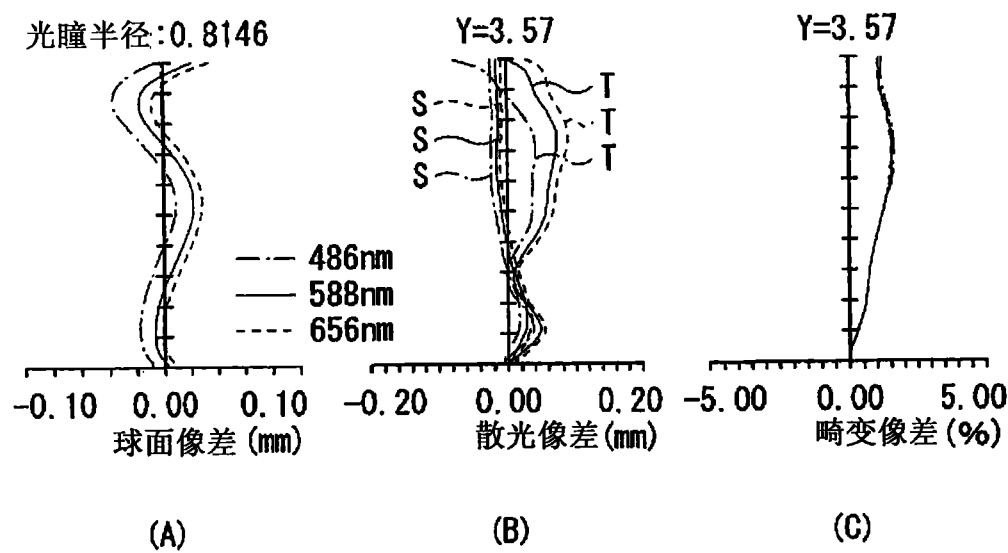


图 13

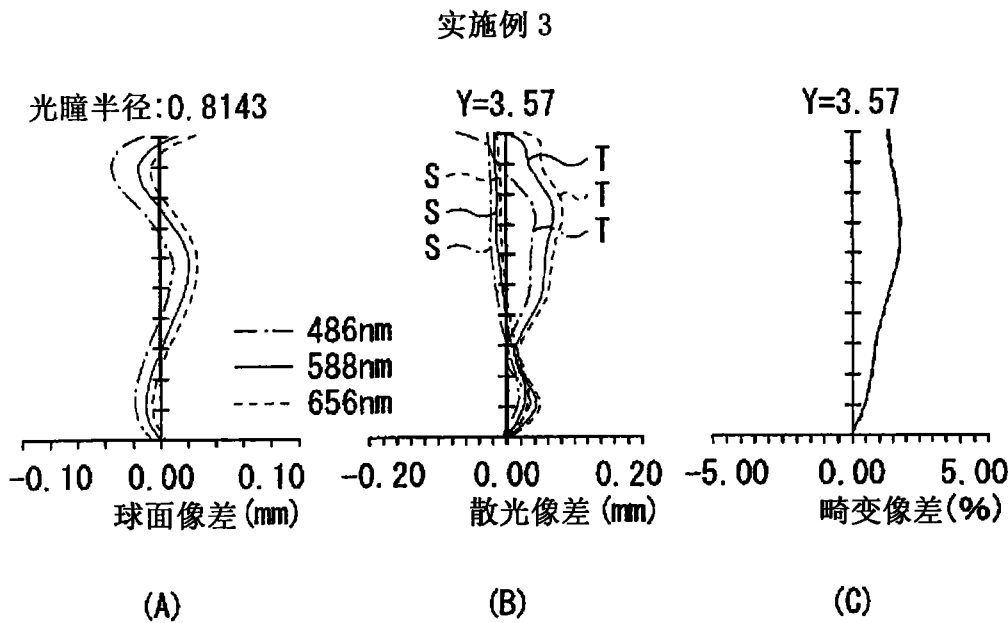


图 14

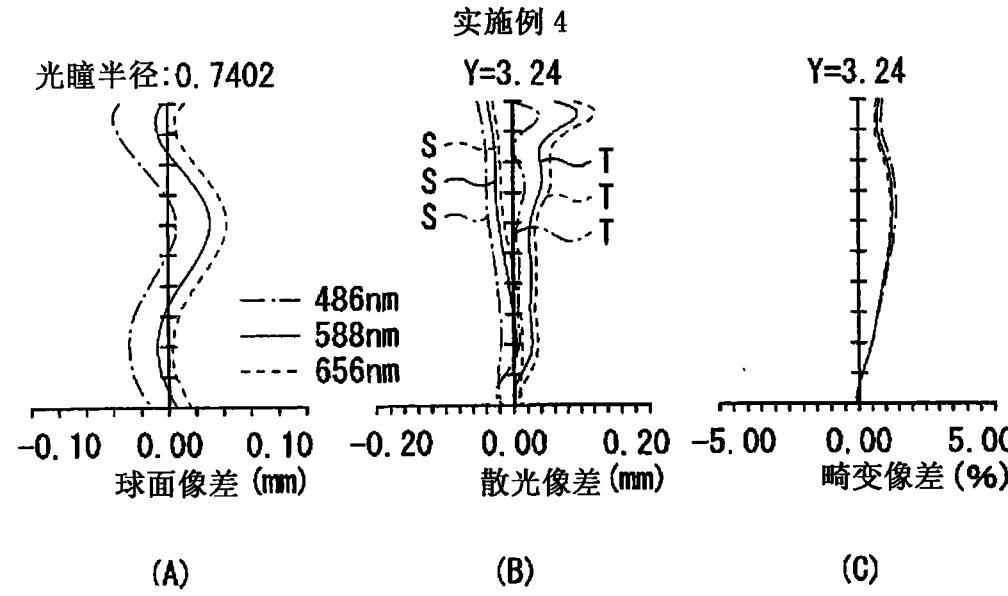


图 15

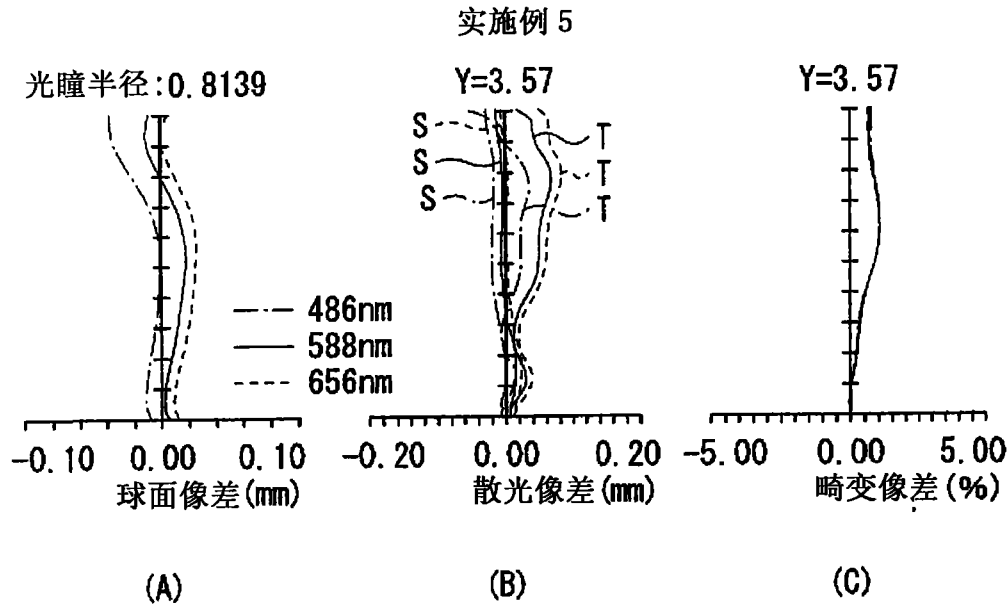


图 16