



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101334576 B

(45) 授权公告日 2010. 12. 15

(21) 申请号 200810100027. 2

(22) 申请日 2008. 06. 03

(30) 优先权数据

2007-168010 2007. 06. 26 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 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 11021

代理人 李香兰

(51) Int. Cl.

G03B 17/02 (2006. 01)

G03B 17/12 (2006. 01)

H04N 5/225 (2006. 01)

审查员 张广平

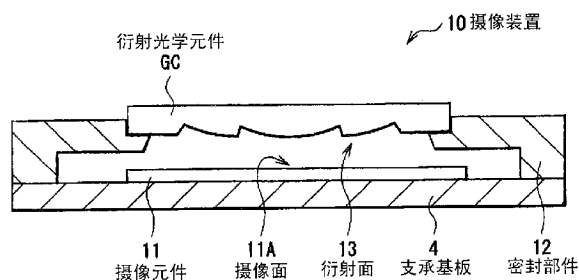
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 18 页

(54) 发明名称

摄像装置、照相机模件以及移动终端设备

(57) 摘要

本发明提供摄像装置、照相机模件以及移动终端设备,能够不仅在与摄像透镜组合时谋求小型化并且谋求降低在透镜系统产生的色差。摄像装置 (10) 具备:摄像元件 (11),输出由摄像透镜形成的光学像所对应的摄像信号;衍射光学元件 (GC),设在摄像元件 (11) 的摄像面 (11A) 侧。衍射光学元件 (GC) 的摄像侧的面和摄像元件 (11) 的摄像面 (11A) 之间由密封部件 (12) 密封。衍射光学元件 (GC) 具有补正在摄像透镜产生的色差的功能。此衍射光学元件 (GC) 的至少一面为平面,且在该平面具有衍射结构。



1. 一种摄像装置,其特征在于,具备:

摄像元件,输出光学像所对应的摄像信号,和

衍射光学元件,设在上述摄像元件的摄像面侧,

上述衍射光学元件,以平行平板为基板,在其至少一方的平面具有衍射结构,

该摄像装置还具备:密封上述衍射光学元件的摄像侧的面和上述摄像元件的摄像面之间的密封部件,

并且,上述衍射光学元件具有对在该摄像装置的物体侧所设置的摄像透镜产生的色差进行补正的功能,上述摄像透镜为色差补正不充分的摄像透镜,该摄像透镜使被摄体的光学像成像在上述摄像元件的摄像面。

2. 根据权利要求1所述的摄像装置,其特征在于:

上述衍射光学元件,以平行平板为基板,在其摄像侧平面具有衍射结构。

3. 根据权利要求1或2所述的摄像装置,其特征在于,

满足以下条件式:

$$0.3\text{mm} < D_{\text{last}} \cdots \cdots (1)$$

其中,

D_{last} :衍射光学元件的摄像侧的面和摄像元件的摄像面的距离。

4. 根据权利要求2所述的摄像装置,其特征在于:

上述衍射光学元件的物体侧的平面形成有红外截止滤光膜。

5. 一种照相机模件,其特征在于,具备:

摄像装置,具有摄像元件和衍射光学元件,该摄像元件输出光学像所对应的摄像信号;该衍射光学元件设在上述摄像元件的摄像面侧且以平行平板为基板并在其至少一方的平面具有衍射结构;和

摄像透镜,设在上述摄像装置的物体侧并介由上述衍射光学元件使被摄体的光学像成像在上述摄像元件的摄像面上,该摄像透镜为色差补正不充分的摄像透镜,

并且,上述衍射光学元件,具有补正在上述摄像透镜产生的色差的功能。

6. 根据权利要求5所述的照相机模件,其特征在于,

上述摄像透镜以2片或3片结构构成。

7. 一种移动终端设备,其特征在于,

具备权利要求5所述的照相机模件。

摄像装置、照相机模件以及移动终端设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有 CCD (Charge Coupled Device) 或 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等摄像元件的摄像装置、及具备该摄像装置的照相机模件、以及移动电话机或个人数字助理 (PDA : Personal Digital Assistance) 等的移动终端设备。

[0002] 背景技术

[0003] 近几年, CCD 或 CMOS 等摄像元件的小型化及高像素化发展迅速。因此, 对于摄像设备本体以及其所装载的透镜也要求小型且高性能。这种情况下, 近年来, 为了谋求小型化而开发了由 2 片或 3 片的非常少的透镜片数构成的摄像透镜。例如在专利文献 1 中, 公开有利用 2 片构成且有效使用非球面而谋求了小型化和高性能化的摄像透镜。

[0004] 【专利文献 1】专利第 3685486 号公报

[0005] 然而, 存在用少的透镜片数难于兼顾透镜系统的全长缩短化和色差补正的问题。例如 2 片构成的摄像透镜的情况, 可以认为通过从物体侧起依次配置正透镜和负透镜且在负透镜使用高色散材料来补正色差, 但难于在全长缩短化的同时对色差进行充分补正。因此, 透镜系统中当使摄像装置侧具有未能完全补正的色差补正功能时, 在像差补正上是有利的。

[0006] 发明内容

[0007] 本发明是鉴于所涉及的问题点而提出的, 其目的在于, 提供摄像装置、照相机模件以及移动终端设备, 不仅在与摄像透镜组合时可谋求小型化, 并且可谋求降低透镜系统中产生的色差。

[0008] 根据本发明的摄像装置, 具备: 摄像元件, 输出光学像所对应的摄像信号, 和衍射光学元件, 设在摄像元件的摄像面侧, 该衍射光学元件优选以平行平板为基板且在其至少一方的平面具有衍射结构, 该摄像装置进一步具备密封衍射光学元件的摄像侧的面和摄像元件的摄像面之间的密封部件, 并且, 上述衍射光学元件具有对在该摄像装置的物体侧所设置的摄像透镜产生的色差进行补正的功能, 上述摄像透镜为色差补正不充分的摄像透镜, 该摄像透镜使被摄体的光学像成像在上述摄像元件的摄像面。

[0009] 在根据本发明的摄像装置, 通过在摄像元件的摄像面侧设置衍射光学元件, 可使衍射光学元件具有补正在摄像透镜产生的色差的功能。由此, 即使与色差补正不充分的摄像透镜组合, 也可使其色差补正成为可能。由此, 摄像透镜能为重点置于全长缩短化的设计, 在与摄像透镜组合时整体可谋求小型化。

[0010] 通过将衍射光学元件的衍射结构设在平面, 可以将制造误差所引起的性能劣化抑制至很小, 制造适应性优越。

[0011] 另外, 特别优选在衍射光学元件中的摄像侧的平面具有衍射结构。通过在摄像侧的平面设置衍射结构, 不仅使衍射结构为简单结构并且有利于像差补正。

[0012] 由此, 能够保护衍射面及摄像面且防止附着灰尘等。

[0013] 并且, 衍射光学元件的物体侧的平面形成有红外截止滤光膜也可。由此, 可使 1 个

光学部件具有多个光学功能,有利于部件数消减。

[0014] 另外,在根据本发明的摄像装置中,优选满足以下条件式。式中, D_{last} 表示衍射光学元件的摄像侧的面和摄像元件的摄像面之间的距离。由此,有利于色差补正。

[0015] $0.3\text{mm} < D_{last}$ (1)

[0016] 本发明所涉及的照相机模件,具备:本发明所涉及的摄像装置和摄像透镜,该摄像透镜设在上述摄像装置的物体侧,并介由衍射光学元件使被摄体的光学像成像在摄像元件的摄像面上。

[0017] 在本发明所涉及的照相机模件中,由于摄像装置侧设有衍射光学元件,所以可使衍射光学元件具有补正在摄像透镜产生的色差的功能。由此,即使在摄像透镜单体未能充分进行色差补正,也可使其色差补正成为可能。由此,作为摄像透镜可使用重点置于全长缩短化的透镜,与摄像透镜组合的整体可谋求小型化。并且,根据色差补正后的高清晰的光学像,可获得高清晰的摄像信号。

[0018] 本发明所涉及的移动终端设备,具备本发明所涉及的照相机模件。

[0019] 在本发明所涉及的移动终端设备中,根据由本发明的照相机模件所获得的高清晰的光学像,可获得高清晰的摄像信号,根据其摄像信号可获得高清晰的摄像图像。

[0020] 根据本发明的摄像装置或照相机模件,由于在摄像元件的摄像面侧设置衍射光学元件,所以,可使衍射光学元件具有补正在摄像透镜产生的色差的功能,作为摄像透镜可使用重点置于全长缩短化的透镜。由此,与摄像透镜组合时整体可谋求小型化,并可谋求在透镜系统产生的色差的降低。

[0021] 另外,根据本发明的移动终端设备,由于装载了上述本发明的小型、且色差降低后的照相机模件,所以,在谋求照相机部分的小型化的同时,尤其获得色差降低后的高清晰的摄像信号,根据其摄像信号可获得高清晰的摄像图像。

附图说明

[0022] 图 1 是表示本发明的一实施方式所涉及的摄像装置的一构成例的剖视图。

[0023] 图 2 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件的一构成例的立体图。

[0024] 图 3 是表示本发明的一实施方式所涉及的移动终端设备的一构成例的立体图。

[0025] 图 4 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 1 构成例的图,是对应于实施例 1 的透镜剖视图。

[0026] 图 5 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 2 构成例的图,是对应于实施例 2 的透镜剖视图。

[0027] 图 6 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 3 构成例的图,是对应于实施例 3 的透镜剖视图。

[0028] 图 7 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 4 构成例的图,是对应于实施例 4 的透镜剖视图。

[0029] 图 8 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 5 构成例的图,是对应于实施例 5 的透镜剖视图。

[0030] 图 9 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 6 构成例的图,是对应于实施例 6 的透镜剖视图。

[0031] 图 10 是表示本发明的一实施方式所涉及的照相机模件中的摄像透镜的第 7 构成例的图,是对应于实施例 7 的透镜剖视图。

[0032] 图 11 是表示实施例 1 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0033] 图 12 是表示实施例 2 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0034] 图 13 是表示实施例 3 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0035] 图 14 是表示实施例 4 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0036] 图 15 是表示实施例 5 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0037] 图 16 是表示实施例 6 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0038] 图 17 是表示实施例 7 所涉及的摄像光学系统的透镜数据的图,(A) 表示基本透镜数据,(B) 表示有关非球面的数据,(C) 表示有关衍射面的数据。

[0039] 图 18 是关于各实施例综合表示有关条件式的值的图。

[0040] 图 19 是表示实施例 1 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0041] 图 20 是表示实施例 2 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0042] 图 21 是表示实施例 3 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0043] 图 22 是表示实施例 4 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0044] 图 23 是表示实施例 5 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0045] 图 24 是表示实施例 6 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0046] 图 25 是表示实施例 7 所涉及的摄像光学系统中的诸像差的像差图,(A) 表示球差,(B) 表示像散,(C) 表示畸变。

[0047] 图中:

[0048] GC- 衍射光学元件,G1- 第 1 透镜,G2- 第 2 透镜,G3- 第 3 透镜,St- 孔径光阑,Ri- 从物体侧起第 i 透镜面的曲率半径,Di- 从物体侧起第 i 和第 i+1 透镜面的面间隔,Z1- 光轴,10- 摄像装置,11- 摄像元件,12- 密封部件,13- 衍射面。

具体实施方式

[0049] 图 1 表示本实施方式所涉及的摄像装置的一构成例。图 2 表示组装了图 1 所示的摄像装置 10 的照相机模件的一构成例。图 3(A)、(B) 以装载了该照相机模件的移动终端设

备为一例,表示带照相机的移动电话机。另外,图 4~图 10 表示与图 1 所示的摄像装置 10 组合使用的摄像透镜 20 的第 1~第 7 的构成例。

[0050] 本实施方式所涉及的摄像装置 10,如图 1 所示,具备:摄像元件 11,输出由摄像透镜 20(例如图 4)形成的光学像所对应的摄像信号;和衍射光学元件 GC,设在摄像元件 11 的摄像面 11A 侧。此摄像装置 10,衍射光学元件 GC 的摄像侧的面和摄像元件 11 的摄像面 11A 之间由密封部件 12 密封。摄像元件 11 为例如 CCD 或 CMOS 等固体摄像元件。

[0051] 衍射光学元件 GC,通过在例如玻璃或塑料基板的表面以同心圆状形成多个锯齿形状的段差,使其对通过光线具有衍射作用。这种结构被称为基诺全息图。本实施方式中的衍射光学元件 GC 具有对摄像透镜 20 产生的色差进行补正的功能。此衍射光学元件 GC,至少 1 个面为平面,且在该平面上具有例如如基诺全息图型的衍射结构。例如,将平行平面作为基板,将其至少 1 个面形成为衍射结构。此时,特别优选在其摄像侧的平面具有衍射结构。另外,此时,也可在物体侧的平面形成红外截止滤光膜。

[0052] 需要说明的是,也可将衍射光学元件 GC 构成为:在由具有曲率的面和与其曲面对应的平面构成的基板的、其平面具有衍射结构(下述的实施例 6)。另外,在此所说的“具有曲率的面”是指,曲率不为零的面。另外,曲率为零的面为平面。

[0053] 此摄像装置 10 优选满足以下条件式。式中, D_{last} 表示衍射光学元件 GC 的摄像侧的面和摄像元件 11 的摄像面 11A 之间的距离。

[0054] $0.3\text{mm} < D_{last} \dots\dots (1)$

[0055] 图 3(A)、(B) 所示的带照相机的移动电话机具备上部框体 2A 和下部框体 2B,且按照两者在图 3(A) 的箭头方向旋转自如的方式构成。下部框体 2B 设有操作键 21 等。上部框体 2A 设有照相机部 1(图 3(B) 及显示部 22(图 3(A)) 等。显示部 22 由 LCD(液晶面板)或 EL(Electro-Luminescence) 面板等显示面板构成。显示部 22 被配置在折叠时为内面的一侧。此显示部 22 除显示有关电话功能的各种菜单之外,还可显示由照相机部 1 摄影的图像等。照相机部 1 被配置在例如上部框体 2A 的背面侧。在此,设置照相机部 1 的位置不限定于此。

[0056] 照相机部 1 具有本实施方式所涉及的组装了摄像装置 10 的照相机模件。此照相机模件,如图 2 所示,具备:镜筒 3,收纳有下述的摄像透镜 20;支承镜筒 3 的支承基板 4;和摄像元件 11(图 1),被设置在支承基板 4 上与摄像透镜 20 的成像面对应的位置。此照相机模件还具备:可挠性基板 5,与支承基板 4 上的摄像元件 11 电连接;外部连接端子 6,被构成为可不仅与可挠性基板 5 电连接、且与带照相机移动电话机等中的终端设备本体侧的信号处理电路连接。这些构成要素被构成为一体。

[0057] 需要说明的是,本实施方式所涉及的移动终端设备不限定于带照相机的移动电话机,也可以是例如数字静态照相机或 PDA 等。

[0058] 图 4 表示摄像透镜 20 的第 1 构成例,该摄像透镜 20 与图 1 所示的摄像装置 10 组合使用,同时被一体化使用作为图 2 所示的照相机模件。此构成例对应于下述第 1 数值实施例(图 11(A)、(B)、(C)) 的透镜构成。同样,将下述第 2~第 7 的数值实施例的透镜构成所对应的第 2~第 7 构成例的断面构成示于图 5~图 10。图 4~图 10 中,符号 R_i 表示以最靠近物体侧的构成要素的面作为第 1 号且按照随着朝向像侧(成像侧)依次增加的方式附上符号的第 i 号的面(即第 i 面)的曲率半径。符号 D_i 表示第 i 面和第 $i+1$ 面的光轴

Z1 上的面间隔。

[0059] 摄像透镜 20 在与摄像装置 10 的衍射光学元件 GC 组合使用的前提下被进行光学设计。按照此摄像透镜 20 和衍射光学元件 GC 组合后的整体光学系统的成像位置与摄像装置 10 的摄像面 11A 一致的方式进行光学设计。

[0060] 图 4～图 6 所示的第 1 至第 3 的构成例,是用 2 片透镜构成摄像透镜 20 的例子。即,这些构成例所涉及的摄像透镜 20,沿光轴 Z1 从物体侧起依次由孔径光阑 St、第 1 透镜 G1、第 2 透镜 G2 构成。在这些构成例中,第 1 透镜 G1 由凸面朝向像侧的正透镜构成。第 2 透镜 G2 例如由光焦度弱的正或负的弯月形透镜构成。第 1 透镜 G1 及第 2 透镜 G2 优选使用适宜的非球面。

[0061] 另外,图 7～图 10 所示的第 4 至第 7 的构成例,是用 3 片透镜构成摄像透镜 20 例子。即,这些构成例所涉及的摄像透镜 20,沿光轴 Z1 从物体侧起依次由孔径光阑 St、第 1 透镜 G1、第 2 透镜 G2、第 3 透镜 G3 构成。在这些构成例中,第 1 透镜 G1 由凸面朝向物体侧的正透镜构成。第 2 透镜 G2 例如由光焦度弱的正或负的弯月形透镜而成。第 3 透镜 G3 被形成为:例如光轴附近的形状是凸面朝向物体侧的弯月形状。各透镜优选使用适宜的非球面。

[0062] 接着,说明如以上构成的摄像装置、照相机模件以及移动终端设备的作用及效果。

[0063] 在图 2 所示的照相机模件中,由摄像透镜 20 形成的光学像通过摄像装置 10 的摄像元件 11 被转换成电的摄像信号,该摄像信号经由可挠性基板 5 及外部连接端子 6,被输出至终端设备本体侧的信号处理电路。在此,此照相机模件中,通过使用本实施方式所涉及的摄像装置 10,可获得高清晰的摄像信号。在终端设备本体侧,基于该摄像信号可生成高清晰的图像。

[0064] 在本实施方式所涉及的摄像装置 10 及照相机模件中,通过在摄像元件 11 的摄像面 11A 侧设有衍射光学元件 GC,可使衍射光学元件 GC 具有补正摄像透镜 20 所产生的色差的功能。由此,即使与色差补正不充分的摄像透镜 20 组合,也就可对其色差进行补正。由此,摄像透镜 20 能为重点置于全长缩短化的设计,在与摄像透镜 20 组合时整体可谋求小型化。另外,即使摄像透镜 20 的透镜片数为 2 片或 3 片的少的透镜构成,通过在与衍射光学元件 GC 组合的整体上进行像差补正,也可获得高清晰的光学像。并且,根据该色差补正后的高清晰的光学像,可获得高清晰的摄像信号。

[0065] 在本实施方式所涉及的摄像装置 10 中,通过衍射光学元件 GC 的衍射结构设在平面,可以将制造误差所引起的性能劣化抑制至很小,制造适应性优越。尤其,将衍射光学元件 GC 中的摄像侧的平面形成为衍射面 13 时,与将物体侧的面形成为衍射面 13 时相比,不仅衍射结构简单,并且有利于像差补正。将摄像侧的平面形成为衍射面 13,用少的圆环数就容易获得像差补正效果,衍射面 13 的加工也变得容易。

[0066] 另外,在此摄像装置 10 中,进一步具备密封衍射光学元件 GC 的摄像侧的面和摄像元件 11 的摄像面 11A 之间的密封部件 12 时,可保护摄像面 11A 且防止灰尘等附着。摄像侧的平面被形成为衍射面 13 时,也可保护衍射面 13 且防止灰尘等附着。

[0067] 在此摄像装置 10 中,衍射光学元件 GC 除色差补正的功能之外,还可兼具摄像面保护用玻璃罩或红外截止滤光片等其他功能。例如可在衍射光学元件 GC 的物体侧的平面形成红外截止滤光膜。以往,在摄像装置前侧配置红外截止滤光片或保护玻璃,但在本实施方

式所涉及的摄像装置 10 中,可使 1 个光学部件(衍射光学元件 GC)具有红外截止滤光片或保护玻璃等多个光学功能,有利于部件数的消减。即,不增加部件数,可使 1 个光学部件具有多个功能,构成也简单。

[0068] 上述条件式(1),表示衍射光学元件 GC 的摄像侧的面和摄像元件 11 的摄像面 11A 的距离 Dlast 的适当范围。当距离 Dlast 脱离条件式(1)的范围时,衍射光学元件 GC 和摄像面 11A(成像面)的距离过近,无法充分地获得由衍射产生的色差降低的效果。

[0069] 如以上说明,根据本实施方式所涉及的摄像装置 10 或照相机模件,可谋求与摄像透镜 20 组合的整体的小型化,同时,可谋求降低在透镜系统产生的色差。另外,根据本实施方式所涉及的移动终端设备,由于装载了其小型且色差降低后的照相机模件,因此,可谋求照相机部分的小型化,同时特别获得降低了色差的高清晰的摄像信号,从而根据其摄像信号可获得高清晰的摄像图像。

[0070] 实施例

[0071] 接着,关于本实施方式所涉及的摄像装置 10 和摄像透镜 20 组合后的摄像光学系统的具体数值实施例进行说明。以下,综合第 1 至第 7 的数值实施例进行说明。

[0072] 图 11(A)、(B)、(C) 表示对应于图 4 所示的摄像光学系统的构成的具体透镜数据。尤其,在图 11(A) 表示其基本透镜数据,在图 11(B) 表示有关非球面的数据,在图 11(C) 表示有关衍射面的数据。在图 11(A) 所示的透镜数据中的面号码 Si 栏中,表示关于实施例 1 所涉及的摄像光学系统将最靠近物体侧的构成要素的面作为第 1 号而按照随着朝向像侧依次增加的方式附上符号的第 i 号的面(即第 i 面)的号码。在曲率半径 Ri 栏中,按照与图 4 中附上的符号 Ri 对应的方式表示从物体侧起第 i 面的曲率半径的值(mm)。面间隔 Di 的栏也同样表示从物体侧起第 i 面 Si 和第 i+1 面 Si+1 在光轴上的间隔(mm)。在 Ndj 栏表示从物体侧起第 j 光学要素相对于 d 线(587.6nm)的折射率的值。在 vdj 栏表示从物体侧起第 j 光学要素相对于 d 线的阿贝数的值。

[0073] 此实施例 1 所涉及的摄像光学系统,第 1 透镜 G1 及第 2 透镜 G2 的两面皆为非球面形状。在图 11(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。

[0074] 在图 11(B) 表示实施例 1 的摄像光学系统中的非球面数据。在作为非球面数据表示的数值中,记号“E”表示其之后的数值是以 10 为底的“幂指数”,表示由以 10 为底的指数函数表示的数值与“E”之前的数值相乘。例如,若 [1.0-E-02],则表示 [1.0×10⁻²]。

[0075] 作为实施例 1 的摄像光学系统的非球面数据,记述由以下式(A)表示的非球面形状的式中的各系数 B_n, KA 的值。更详细而言, Z 表示从距光轴高度为 h 的位置的非球面上的点下垂至非球面的顶点的切向平面(垂直于光轴的平面)的垂线的长度(mm)。

[0076]
$$Z = CC \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot CC^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum B_n \cdot h^n \dots\dots (A)$$

[0077] (n = 3 以上的整数)

[0078] 其中,

[0079] Z : 非球面的深度 (mm)

[0080] h : 从光轴到透镜面的距离 (高度) (mm)

[0081] KA : 离心率

[0082] CC : 近轴曲率 = 1/R

[0083] (R :近轴曲率半径)

[0084] B_n :第 n 次的非球面系数

[0085] 实施例 1 的摄像光学系统,作为非球面系数 B_n 适当有效地使用 $B_3 \sim B_{10}$ 的次数表示。

[0086] 另外,在此实施例 1 的摄像光学系统中,衍射光学元件 GC 被设为平行平板(两面的曲率为零),其摄像侧的平面被形成为衍射面。衍射光学元件 GC 的衍射结构,由距光轴 Z1 的任意距离 r 被赋予的波面相位的变化量 ϕ 按下述相位差函数计算,且具有赋予相当于该变化量的光程差的形状。在图 11(C) 记述此相位差函数中的系数 C_i ($i = 1 \sim 10$) 的值。在数值中,记号“E”表示其之后的数值是以 10 为底的“幂指数”,表示由以 10 为底的指数函数表示的数值与“E”之前的数值相乘。例如,若 $[1.0E-02]$,则表示 $[1.0 \times 10^{-2}]$ 。

[0087] $\phi(r) = C1 \cdot r^2 + C2 \cdot r^4 + C3 \cdot r^6 + C4 \cdot r^8 + C5 \cdot r^{10} + \dots$

[0088] 与以上实施例 1 的摄像光学系统同样,将对应于图 5 所示的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 2 示于图 12(A)、(B)、(C)。又同样将对应于图 6 的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 3 示于图 13(A)、(B)、(C)。这些实施例 2、3 与实施例 1 的摄像光学系统同样,摄像透镜 20 由第 1 透镜 G1 及第 2 透镜 G2 的 2 片透镜构成。另外,第 1 透镜 G1 及第 2 透镜 G2 的两面皆为非球面形状。另外,衍射光学元件 GC 被设为平行平板(两面的曲率为零),其摄像侧的平面被形成为衍射面。

[0089] 另外,同样的将对应于图 7 所示的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 4 示于图 14(A)、(B)、(C)。又同样,将对应于图 8 所示的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 5 示于图 15(A)、(B)、(C)。同样,将对应于图 9 所示的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 6 示于图 16(A)、(B)、(C),将对应于图 10 所示的摄像光学系统构成的具体透镜数据作为实施例 7 示于图 17(A)、(B)、(C)。

[0090] 这些实施例 4 ~ 7 是以第 1 透镜 G1、第 2 透镜 G2 及第 3 透镜 G3 的 3 片透镜构成摄像透镜 20 的例子。实施例 4 ~ 7 的任一个其第 1 透镜 G1、第 2 透镜 G2 及第 3 透镜 G3 的两面皆为非球面形状。另外,衍射光学元件 GC 在实施例 4、实施例 5 及实施例 7 中,被设为平行平板(两面的曲率为零)。尤其,在实施例 4 中摄像侧的平面被设为衍射面,在实施例 5 中物体侧的平面被设为衍射面,在实施例 7 中两侧的平面分别被设为衍射面。另一方面,实施例 6,衍射光学元件 GC 的物体侧的面被设为平面,摄像侧的面被设为具有曲率的面。并且,物体侧的平面被形成为衍射面。

[0091] 另外,在图 18 中关于各实施例表示作为其他数据的光学系统整体的焦距 f 和各部的焦距的值。需要说明的是,关于实施例 1 ~ 3, f1 表示第 1 透镜 G1 的焦距, f2 表示第 2 透镜 G2 的焦距, f3 表示衍射光学元件 GC 的焦距。关于实施例 4 ~ 7, f1 表示第 1 透镜 G1 的焦距, f2 表示第 2 透镜 G2 的焦距, f3 表示第 3 透镜 G3 的焦距, f4 表示衍射光学元件 GC 的焦距。在图 18 中关于各实施例表示相对于整体焦距 f 的衍射光学元件 GC 的焦距的值 ($f3/f$ 或 $f4/f$)。并且,对于各实施例综合表示有关上述条件式的值 Dlast。如从图 18 可得知,各实施例的值在条件式 (1) 的数值范围内。

[0092] 图 19(A) ~ 图 19(C) 分别表示实施例 1 的摄像光学系统中的球差、像散以及畸变(畸变)。在各像差图表示以 d 线 (587.6nm) 为基准波长的像差。在球差图还表示 F 线(波长 486.1nm)、C 线(波长 656.3nm)有关的像差。在像散图中, S 表示弧矢方向的像差,虚线

T 表示子午方向的像差。

[0093] 同样,将实施例 2 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 20(A) ~图 20(C)。同样,将实施例 3 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 21(A) ~图 21(C),将实施例 4 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 22(A) ~图 22(C),将实施例 5 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 23(A) ~图 23(C),将实施例 6 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 24(A) ~ 图 24(C),将实施例 7 的摄像光学系统有关的诸像差示于图 25(A) ~图 25(C)。

[0094] 从以上各数值数据及各像差图可得知,能够实现关于各实施例不仅通过与摄像透镜 20 组合而谋求小型化、且谋求降低在透镜系统产生的色差的摄像光学系统。

[0095] 需要说明的是,本发明不限于上述实施方式及各实施例,可为各种变形实施。例如,各透镜成分的曲率半径、面间隔及折射率的值等,不限于上述各数值实施例所示的值,可取其他值。

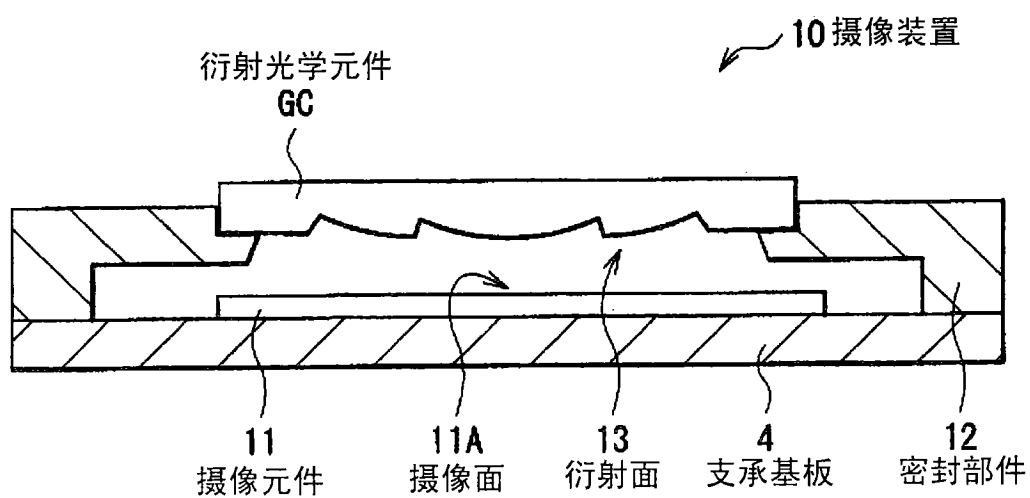


图 1

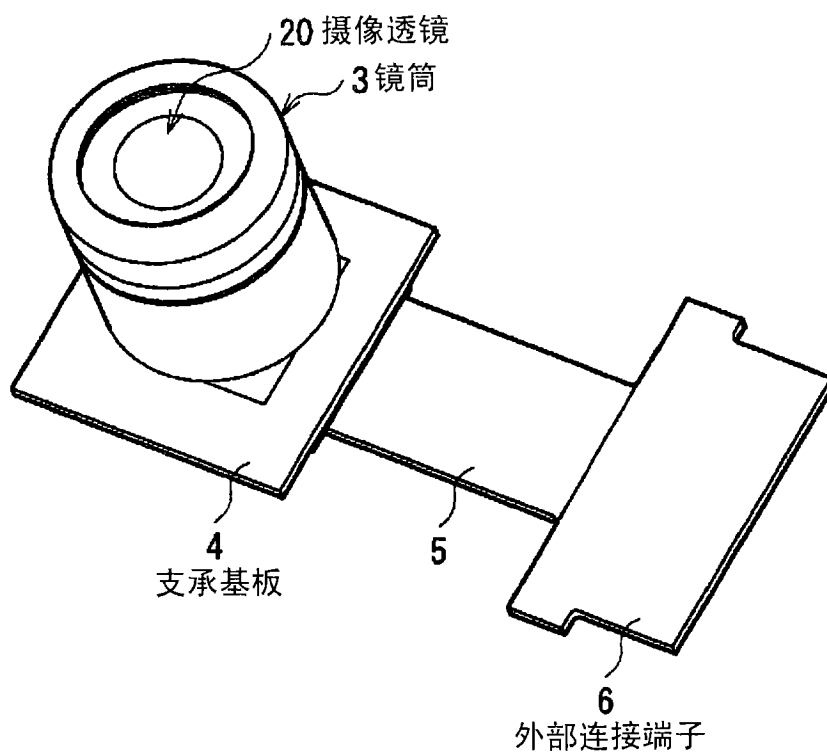


图 2

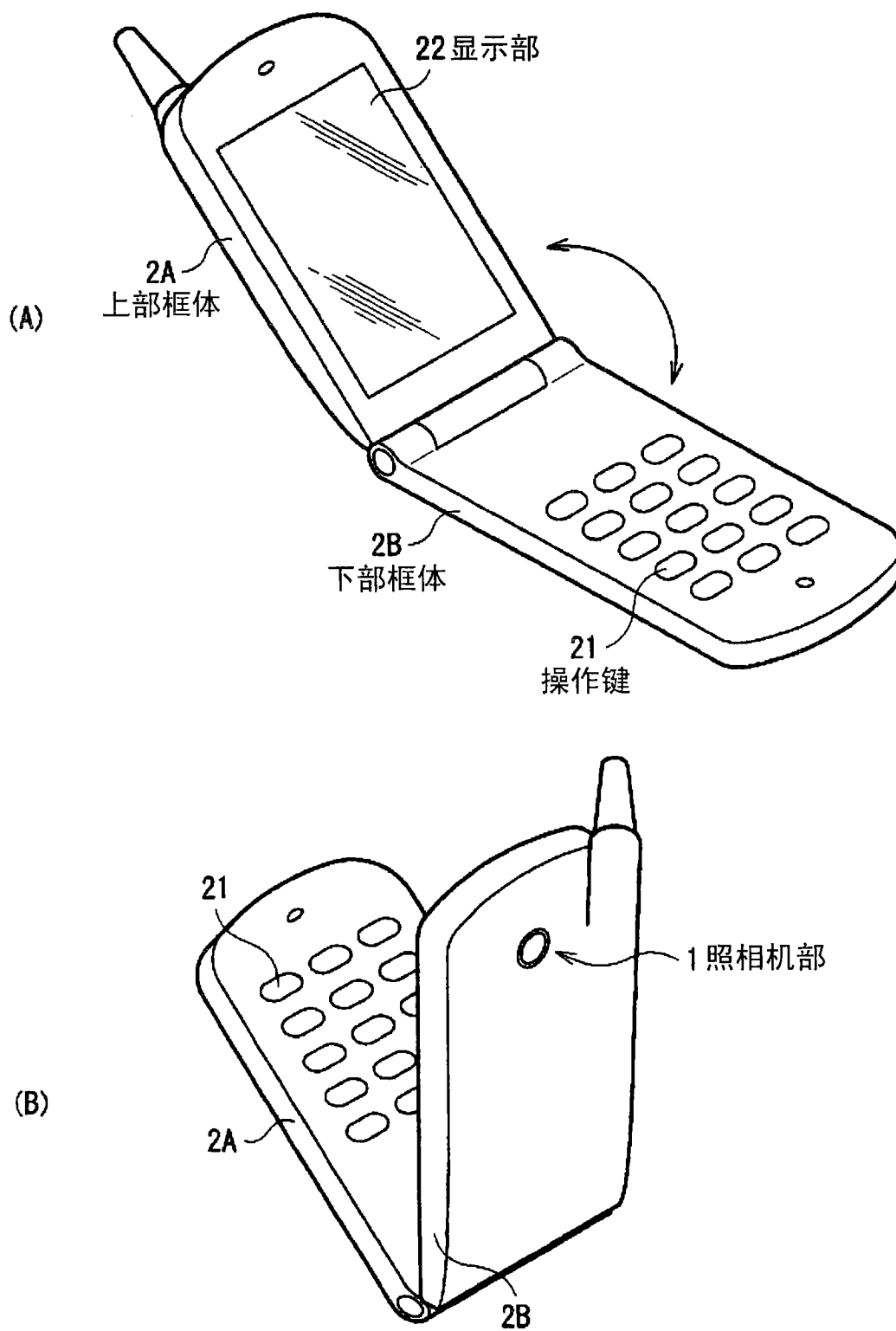


图 3

实施例 1

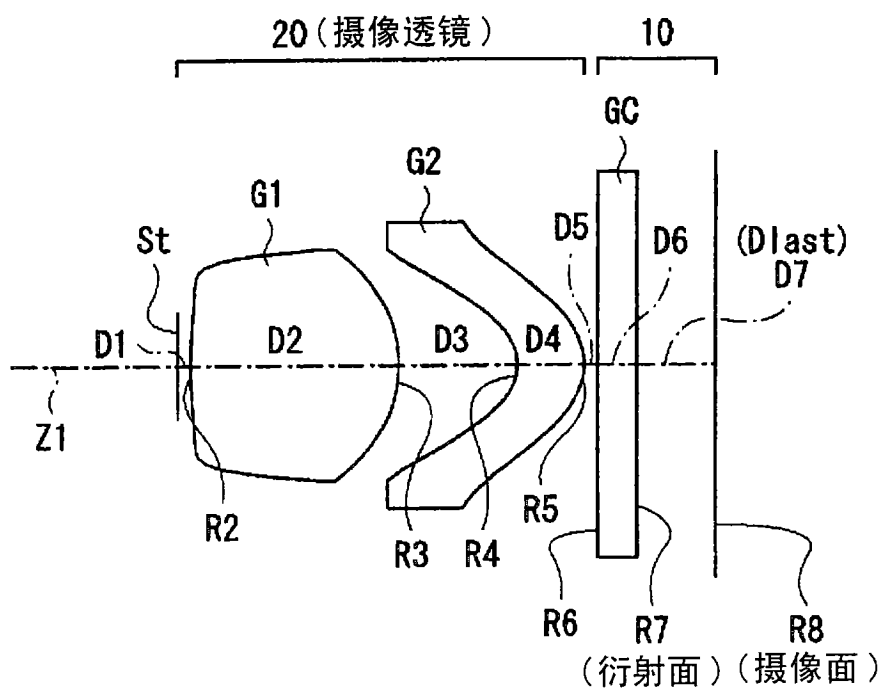


图 4

实施例 2

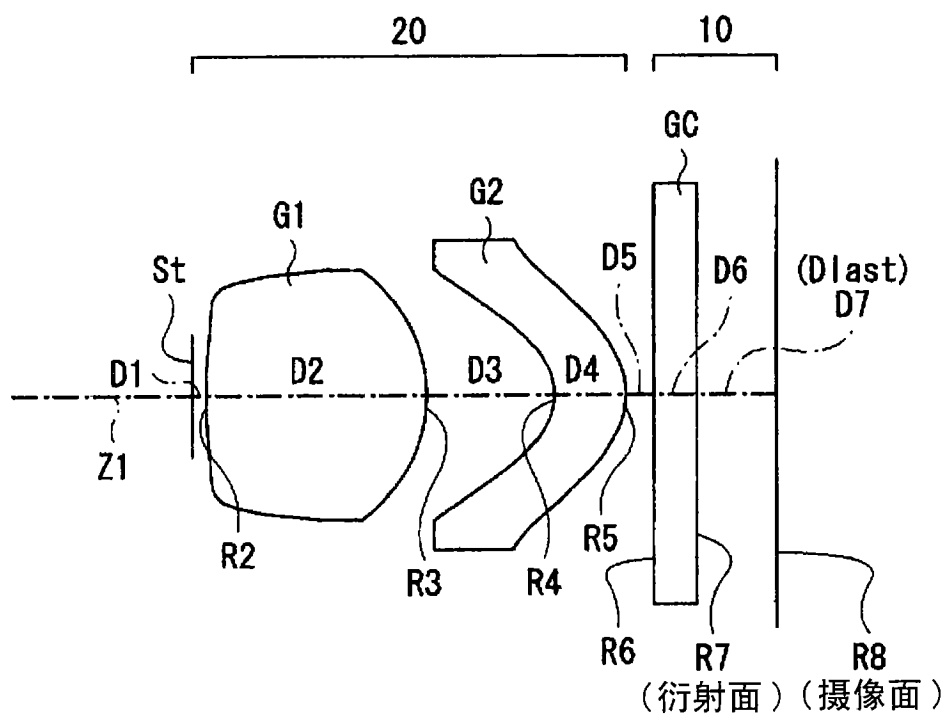


图 5

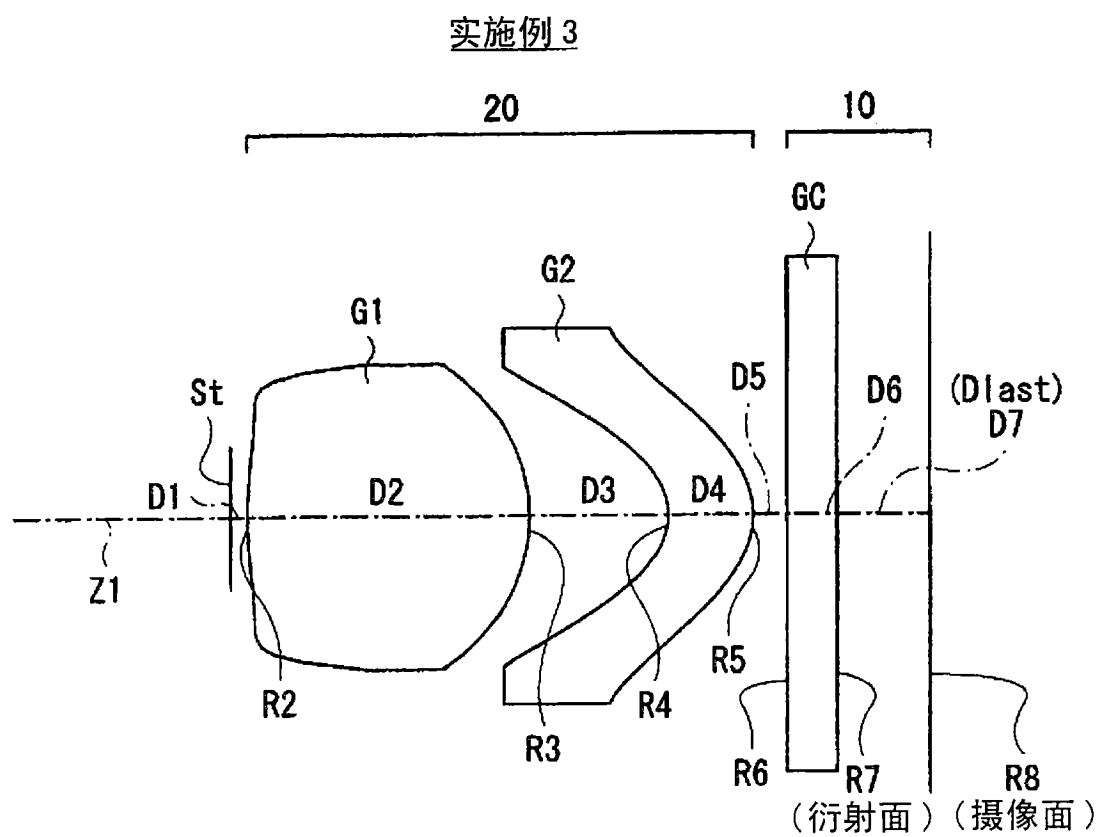


图 6

实施例 4

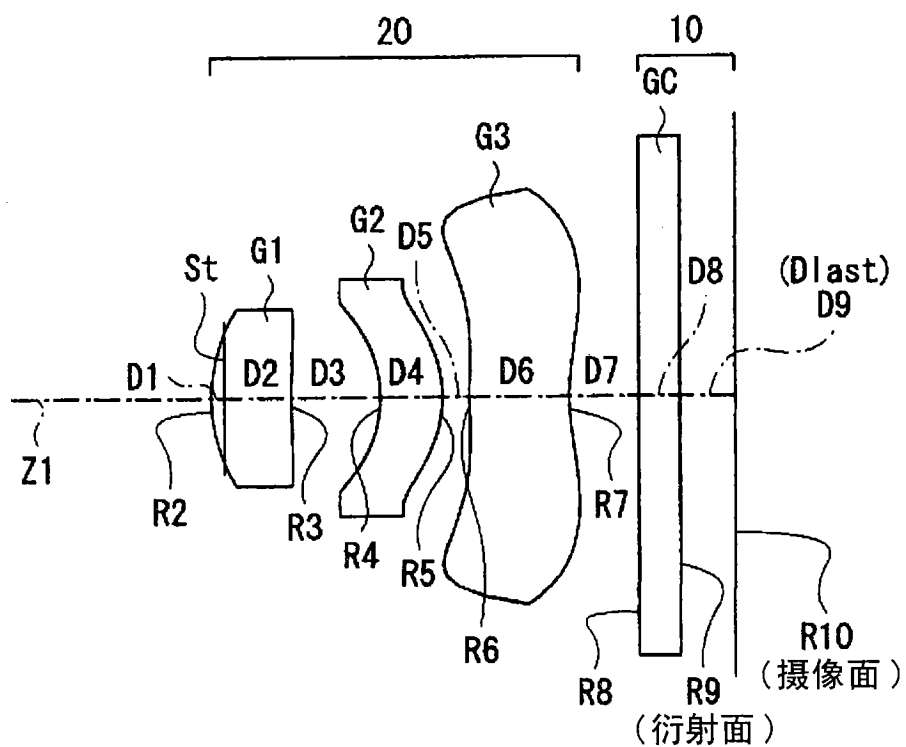


图 7

实施例 5

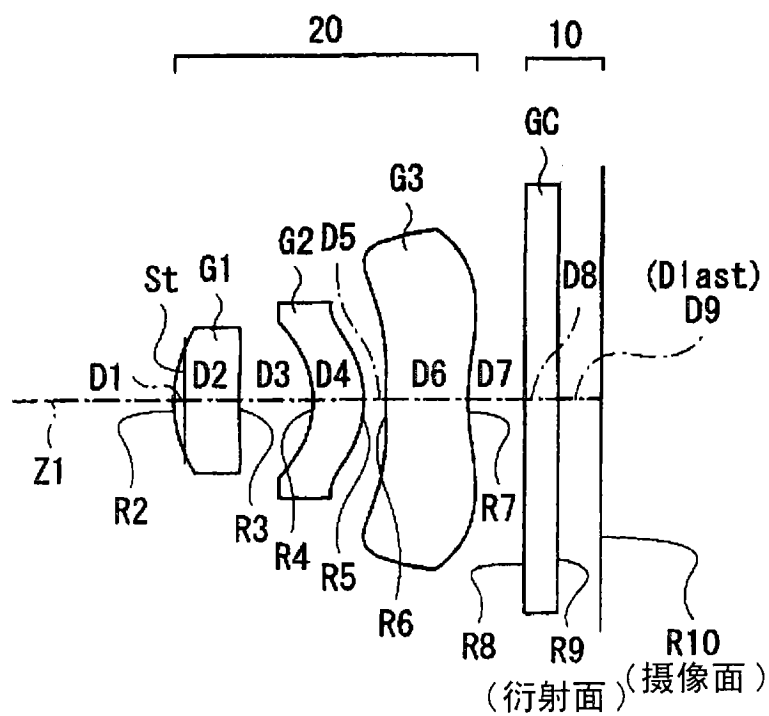


图 8

实施例 6

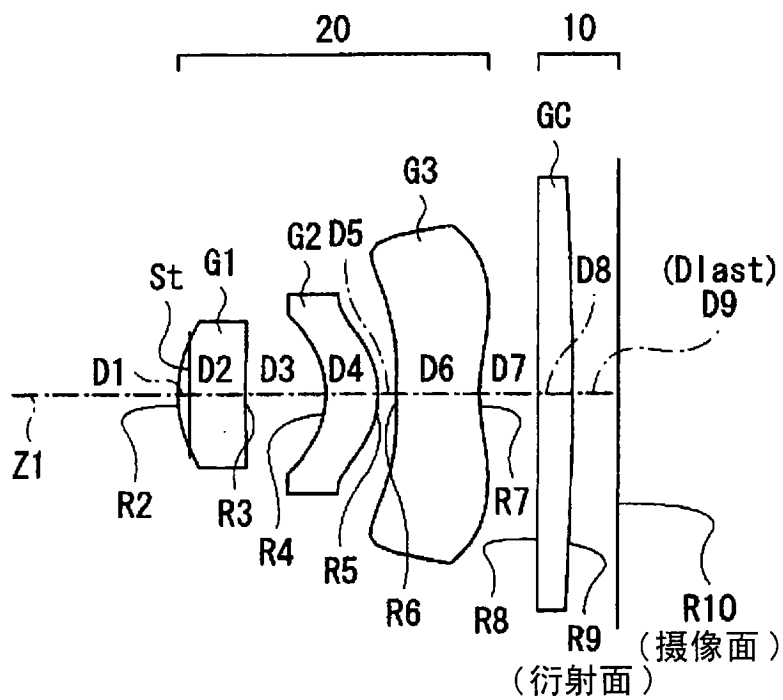


图 9

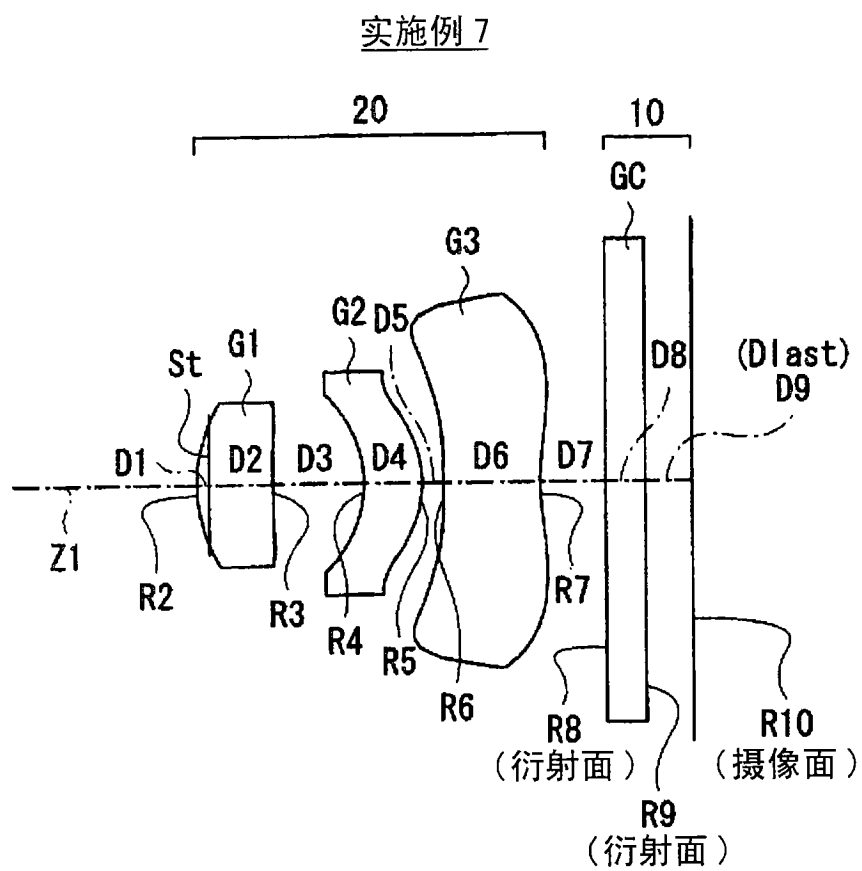


图 10

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)	$\nu d j$ (阿贝数)	
1(孔径光阑)	—	0.09943			
G1 { 2	3.5699	1.60865	1.50957	56.5	
	3	0.9038			
G2 { 4	-0.4142	0.50826	1.50957	56.5	
	5	0.09999			
GC { 6	∞	0.3	1.516	64.2	
	7(衍射面)	0.60547			
8(摄像面)	∞	0			

实施例 1·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	-0.5	-1.63E-01	1.05E+00	-2.94E+00	1.51E+00
3	-5.00E-01	-8.40E-02	1.50E-01	-2.70E-01	-1.70E-02
4	-0.2921737	-3.70E-01	-7.26E-02	-1.58E-01	3.30E-01
5	-0.0000449	-5.54E-02	3.17E-02	6.23E-02	4.87E-02
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	4.90E+00	-2.50E+00	-1.38E+01	1.39E+01	
3	1.01E-01	1.64E-03	-9.52E-02	5.25E-02	
4	3.14E-01	-6.90E-03	-2.01E-01	2.15E-02	
5	2.41E-02	5.48E-02	-1.57E-02	-1.87E-02	

实施例 1·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
7	-3.94E+02	-3.98E+01	6.04E+01	-1.16E+01	-9.09E-01
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
7	8.02E-34	5.09E-39	-4.10E-30	-6.56E-33	-1.05E-35

图 11

实施例 2·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} (折射率)	
1(孔径光阑)	—	0.10066			
2	3.5258	1.56239	1.50957	56.5	
3	-1.1509	0.90242			
4	-0.4646	0.50645	1.60595	27	
5	-0.6399	0.2			
6	∞	0.3	1.5168	64.2	
7(衍射面)	∞	0.55374			
8(摄像面)	∞	0			

(A)

实施例 2·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	-0.4995947	-1.50E-01	9.99E-01	-2.93E+00	1.61E+00
3	-0.2979317	-6.60E-02	1.26E-01	-2.39E-01	-4.61E-04
4	0.0000003	-2.1E-01	1.1E-01	-1.1E-01	3.0E-01
5	-0.0004664	-3.12E-02	-1.83E-02	4.01E-02	4.63E-02
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	4.94E+00	-2.65E+00	-1.40E+01	1.43E+01	
3	9.60E-02	-1.10E-02	-1.00E-01	6.43E-02	
4	2.59E-01	-5.35E-02	-2.14E-01	6.57E-02	
5	2.85E-02	5.95E-02	-1.34E-02	-1.96E-02	

(B)

实施例 2·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
7	-4.36E+02	-3.80E+01	1.66E+02	-5.88E+01	4.86E+00
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
7	7.32E-37	1.52E-41	3.03E-18	2.12E-20	3.38E-23

(C)

图 12

实施例 3·基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	$\nu d j$ (阿贝数)
(A)	1(孔径光阑)	—	0.10068		
	2	3.1723	1.6484	1.50957	56.5
	3	-1.1382	0.8218		
	4	-0.3987	0.50643	1.50957	56.5
	5	-0.543	0.2		
	6	∞	0.3	1.5168	64.2
	7(衍射面)	∞	0.54665		
	8(摄像面)	∞	0		

实施例 3·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	-0.5004077	-1.71E-01	1.11E+00	-3.04E+00	1.47E+00
3	-0.4590436	-8.23E-02	1.45E-01	-2.57E-01	-2.49E-02
4	-0.3174134	-2.51E-01	-9.58E-02	-2.03E-01	2.85E-01
5	-0.025267	2.42E-03	7.07E-02	4.07E-02	1.67E-02
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	5.05E+00	-2.23E+00	-1.38E+01	1.29E+01	
3	8.77E-02	-2.64E-03	-9.01E-02	5.34E-02	
4	2.62E-01	-5.28E-02	-2.04E-01	1.16E-01	
5	5.06E-03	5.11E-02	-1.05E-02	-1.15E-02	

实施例 3·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
7	-3.94E+02	-3.98E+01	6.04E+01	-1.16E+01	-9.09E-01
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
7	7.39E-37	1.83E-41	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

图 13

实施例 4·基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	$\nu d j$ (阿贝数)
(A)	1(孔径光阑)	—	-0.130		
	2	1.652	0.780	1.510852	56
	3	11.639	0.844		
	4	-1.427	0.601	1.533327	55.5
	5	-1.649	0.263		
	6	3.984	0.959	1.510852	56
	7	2.231	0.675		
	8	∞	0.400	1.518249	64.1
	9(衍射面)	∞	0.540		
	10(摄像面)	∞	0.000		

实施例 4·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	0.5749083	-2.33E-03	8.37E-03	-4.87E-02	1.17E-01
3	1	-1.57E-02	1.79E-01	-6.33E-01	5.85E-01
4	1.2401703	-1.10E-01	2.01E-01	-2.12E-01	3.85E-02
5	-1.2396938	-2.43E-01	1.30E-01	6.26E-02	-1.49E-01
6	-197.538883	-8.80E-02	-7.67E-02	4.43E-02	2.23E-02
7	-14.9754729	2.40E-03	-1.01E-01	5.61E-02	2.59E-03
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	-2.01E-02	-9.68E-02	-3.22E-02	7.81E-02	
3	8.65E-01	-2.55E+00	2.22E+00	-7.05E-01	
4	-2.05E-01	3.33E-01	4.19E-01	-4.70E-01	
5	-3.46E-02	1.37E-01	1.17E-01	-1.01E-01	
6	-2.91E-03	-9.13E-03	-2.58E-03	3.03E-03	
7	-1.53E-02	-1.13E-04	4.02E-03	-1.06E-03	

实施例 4·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
9	-2.20E+02	3.94E+01	-5.39E+00	4.60E-01	4.82E-02
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
9	-5.61E-04	-1.00E-03	-1.18E-04	-4.40E-06	2.44E-06

图 14

实施例 5·基本透镜数据					
Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	$\nu d j$ (阿贝数)	
1(孔径光阑)	—	-0.13			
G1 { 2	1.6573	0.77815	1.510852	56	
3	12.1157	0.86631			
G2 { 4	-1.4174	0.6	1.533327	55.5	
5	-1.5928	0.25278			
G3 { 6	4.6197	0.97319	1.510852	56	
7	2.3038	0.675			
GC { 8(衍射面)	∞	0.4	1.51825	64.1	
9	∞	0.51593			
10(摄像面)	∞	0			

实施例 5·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	0.4950657	-3.27E-03	1.24E-02	-5.15E-02	1.23E-01
3	1	-1.60E-02	1.75E-01	-6.26E-01	5.81E-01
4	1.2198381	-1.13E-01	2.05E-01	-2.12E-01	3.57E-02
5	-1.9262322	-2.51E-01	1.31E-01	6.15E-02	-1.50E-01
6	-396.283154	-8.39E-02	-7.34E-02	4.67E-02	2.21E-02
7	-11.209915	-2.90E-02	-7.96E-02	5.45E-02	1.56E-03
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	-3.10E-02	-9.36E-02	-2.93E-02	7.87E-02	
3	8.66E-01	-2.56E+00	2.21E+00	-6.96E-01	
4	-2.13E-01	3.30E-01	4.26E-01	-4.67E-01	
5	-3.58E-02	1.36E-01	1.17E-01	-9.96E-02	
6	-4.05E-03	-9.83E-03	-2.74E-03	3.32E-03	
7	-1.56E-02	-1.29E-04	4.04E-03	-1.05E-03	

实施例 5·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
8	-1.65E+02	3.20E+01	-4.81E+00	6.29E-01	3.20E-02
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
8	-5.82E-03	-1.23E-03	-9.73E-05	9.84E-06	1.88E-06

图 15

实施例 6·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)
(A)	1(孔径光阑)	—	-0.13		
	2	1.6547	0.76948	1.510852	56
	3	10.7627	0.92554		
	4	-1.3386	0.6	1.533327	55.5
	5	-1.4339	0.20745		
	6	4.259	0.95523	1.510852	56
	7	1.8863	0.675		
	8(衍射面)	∞	0.4	1.51825	64.1
	9	-48.2018	0.52964		
	10(摄像面)	∞	0		

实施例 6·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	0.6274431	-7.72E-03	3.11E-02	-9.65E-02	1.58E-01
3	1	-1.31E-02	1.62E-01	-5.95E-01	5.66E-01
4	1.0700853	-8.79E-02	1.47E-01	-2.12E-01	6.40E-02
5	-2.2976438	-2.99E-01	1.31E-01	6.45E-02	-1.43E-01
6	-342.36647	-1.67E-01	-2.66E-02	7.30E-02	2.20E-02
7	-7.7497134	-8.10E-02	-5.54E-02	5.45E-02	2.65E-03
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	-2.08E-03	-1.66E-01	2.23E-03	8.54E-02	
3	8.65E-01	-2.56E+00	2.21E+00	-6.83E-01	
4	-2.22E-01	3.30E-01	4.58E-01	-4.83E-01	
5	-3.07E-02	1.32E-01	1.14E-01	-9.67E-02	
6	-1.15E-02	-1.55E-02	-3.81E-03	5.52E-03	
7	-1.60E-02	-3.75E-04	3.88E-03	-9.78E-04	

实施例 6·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
8	-2.61E+02	1.23E+02	-3.21E+01	3.28E+00	1.74E-01
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
8	-2.87E-02	-3.83E-03	-2.90E-05	7.43E-05	-2.78E-06

图 16

实施例 7·基本透镜数据					
	Si (面号码)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	$\nu d j$ (阿贝数)
(A)	1(孔径光阑)	—	-0.13		
	2	1.6922	0.77809	1.510852	56
	3	13.3617	0.91725		
	4	-1.4458	0.6	1.533327	55.5
	5	-1.5812	0.21536		
	6	4.9118	0.99594	1.510852	56
	7	2.1732	0.675		
	8(衍射面)	∞	0.4	1.51825	64.1
	9(衍射面)	∞	0.47624		
	10(摄像面)	∞	0		

实施例 7·非球面数据					
面号码	KA	B3	B4	B5	B6
2	0.7405992	-1.03E-02	3.48E-02	-1.10E-01	1.58E-01
3	1	-1.43E-02	1.59E-01	-6.01E-01	5.66E-01
4	1.189483	-6.77E-02	1.50E-01	-2.10E-01	5.79E-02
5	-2.7798263	-2.87E-01	1.39E-01	6.70E-02	-1.44E-01
6	-548.665464	-1.81E-01	-2.96E-02	7.44E-02	2.35E-02
7	-16.7275935	-5.38E-02	-5.99E-02	5.05E-02	2.18E-03
面号码	B7	B8	B9	B10	
2	1.32E-02	-1.95E-01	4.11E-02	5.73E-02	
3	8.74E-01	-2.56E+00	2.19E+00	-6.82E-01	
4	-2.36E-01	3.17E-01	4.54E-01	-4.75E-01	
5	-3.34E-02	1.29E-01	1.12E-01	-9.61E-02	
6	-1.08E-02	-1.53E-02	-3.80E-03	5.45E-03	
7	-1.55E-02	-9.44E-05	3.91E-03	-1.04E-03	

实施例 7·衍射面数据					
面号码	C1	C2	C3	C4	C5
8	-1.24E+03	1.86E+02	-3.15E+01	3.39E+00	1.77E-01
9	1.51E+03	-1.43E+02	1.78E+00	6.59E-01	1.84E-02
面号码	C6	C7	C8	C9	C10
8	-2.98E-02	-3.97E-03	-4.73E-05	7.21E-05	-3.47E-06
9	-4.02E-03	-9.46E-04	-7.53E-05	3.32E-06	2.91E-06

图 17

其他的数据							
	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7
f	2.45	2.53	2.48	4.32	4.32	4.32	4.32
f1	1.93	1.91	1.89	3.67	3.67	3.72	3.71
f2	10.04	28.87	15.57	-323.11	127.50	31.74	58.49
f3	14.59	13.18	14.59	-12.70	-10.47	-7.67	-8.69
f4				26.15	34.80	17.83	-30.60
f3/f or f4/f	5.96	5.21	5.88	6.05	8.06	4.13	-7.08
Dlast	0.605	0.55	0.55	0.54	0.52	0.53	0.48

图 18

实施例 1

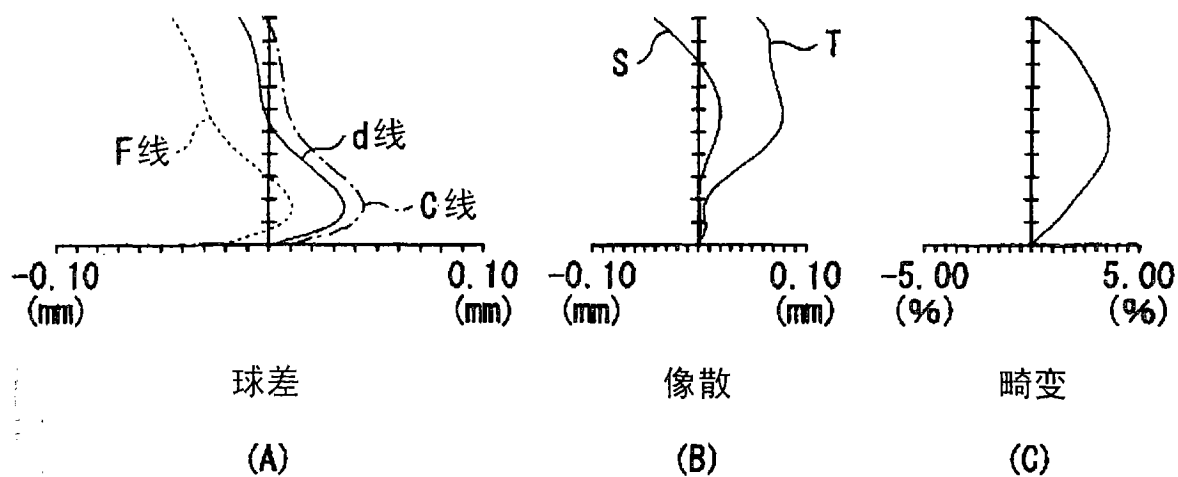


图 19

实施例 2

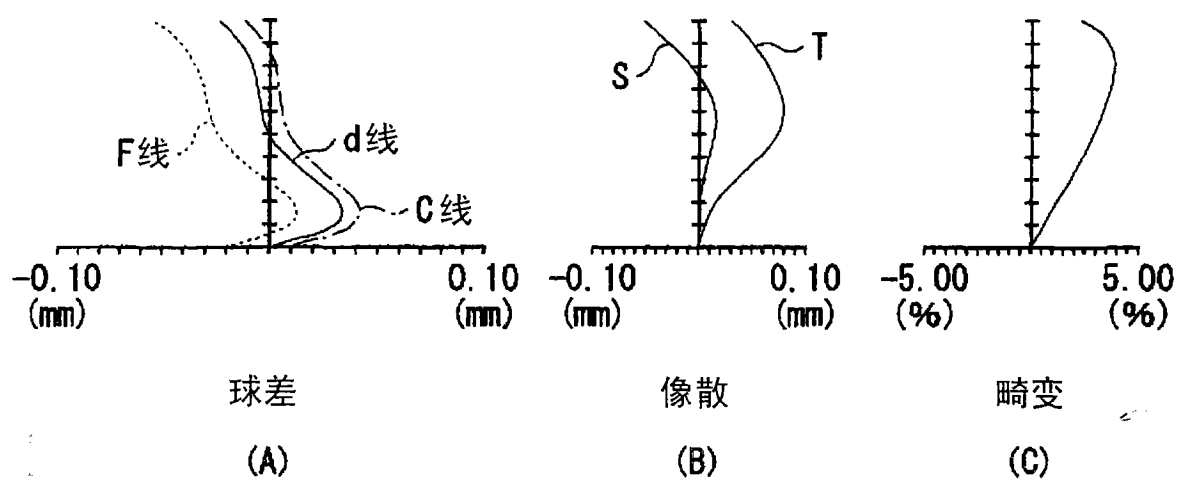


图 20

实施例 3

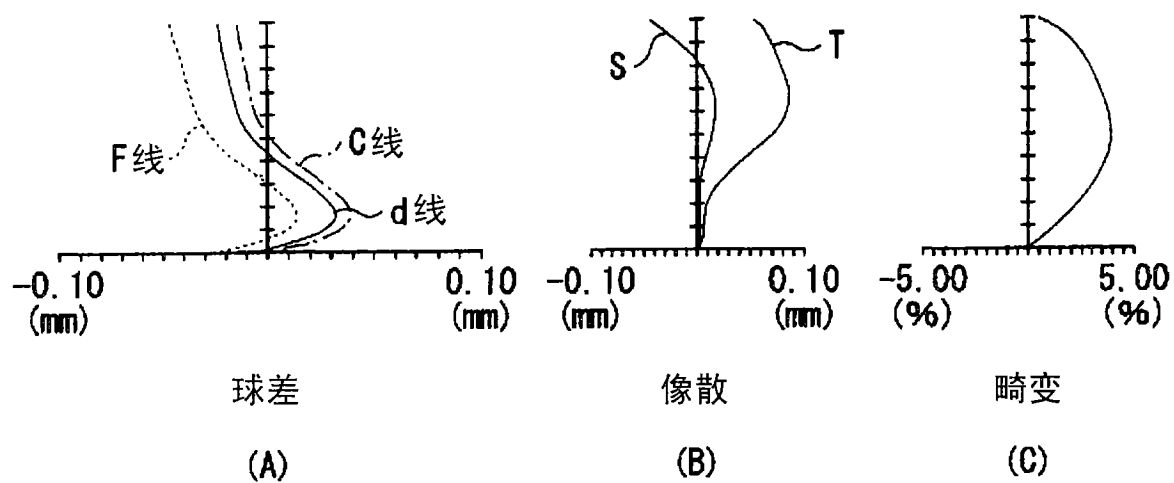


图 21

实施例 4

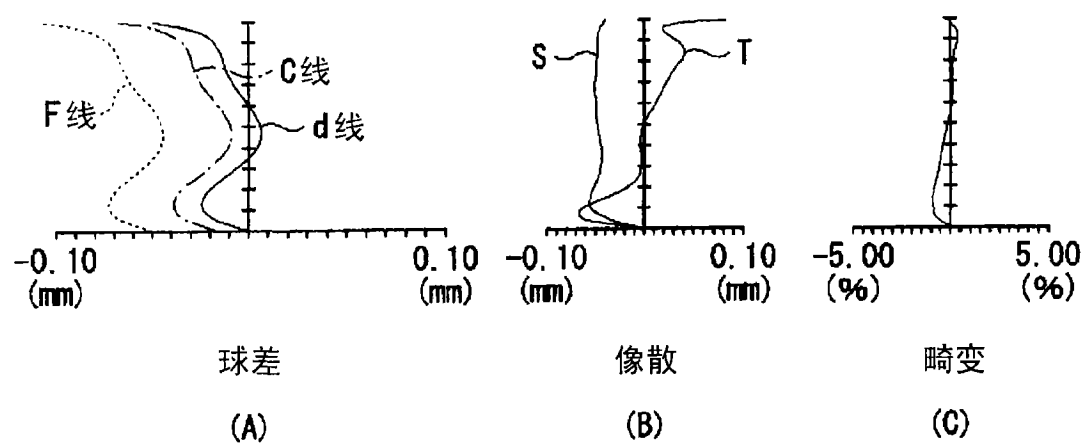


图 22

实施例 5

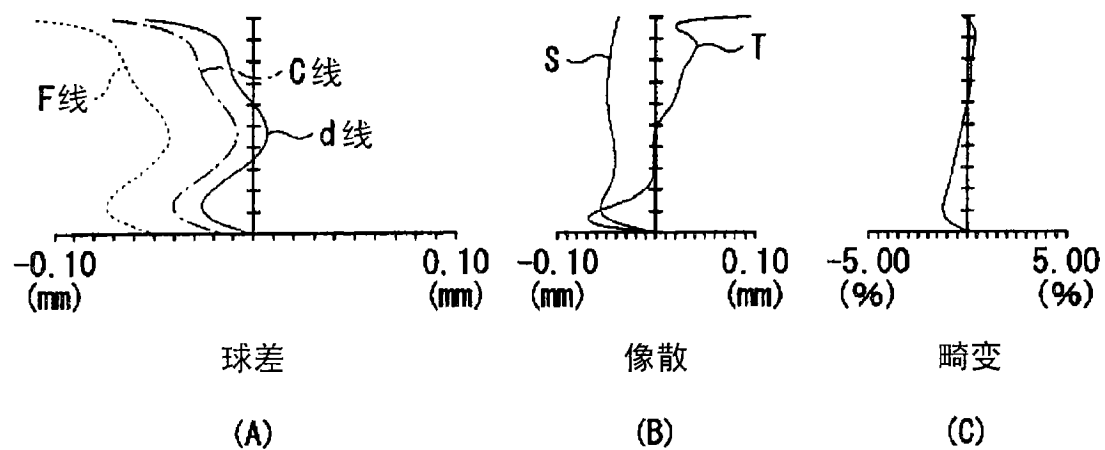


图 23

实施例 6

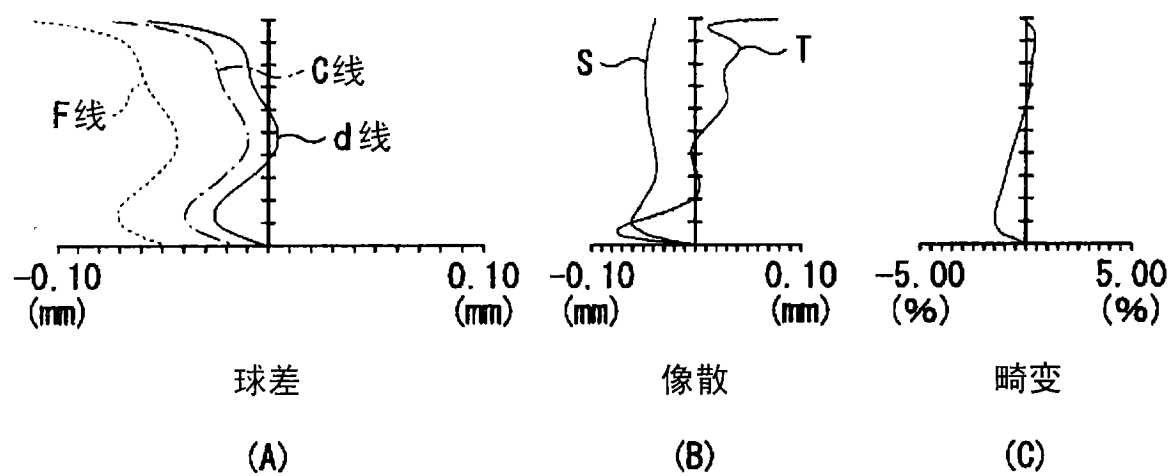


图 24

实施例 7

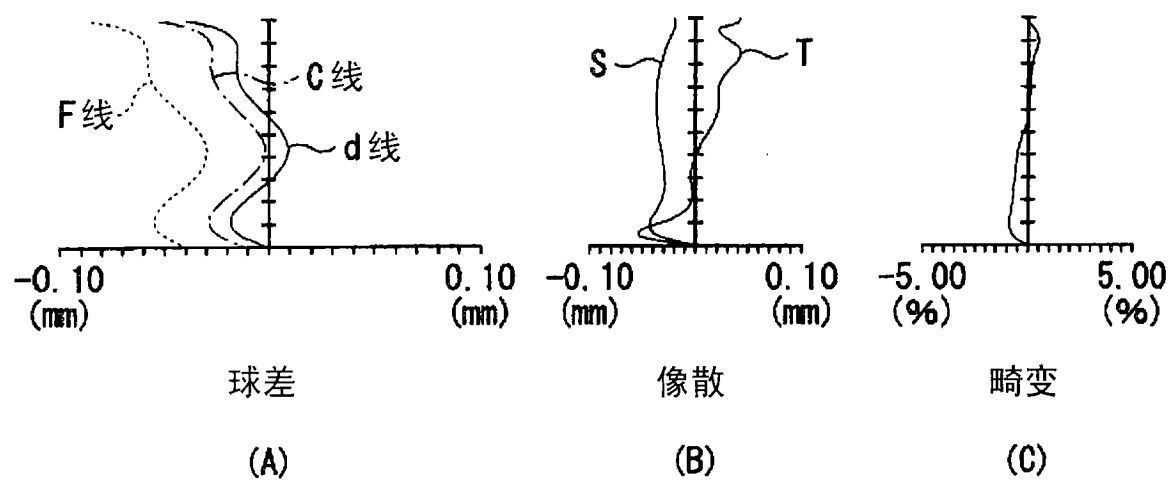


图 25