



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102854610 B

(45)授权公告日 2016.12.21

(21)申请号 201210221974.3

G02B 1/04(2006.01)

(22)申请日 2012.06.28

G02B 5/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102854610 A

(43)申请公布日 2013.01.02

(30)优先权数据

2011-146649 2011.06.30 JP

(73)专利权人 康达智株式会社

地址 日本栃木县

(72)发明人 铃木久则 松冈和雄

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 谢丽娜 关兆辉

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

G02B 13/18(2006.01)

(56)对比文件

CN 201765373 U, 2011.03.16, 参见说明书
[0060]-[0077], [0122]-[0123]实施例1, 说明书
第9-10页表1和表2, 附图1.

CN 101952760 A, 2011.01.19, 说明书
[0036]-[0095]段实施例1, 表1-2, 附图1.

CN 101952760 A, 2011.01.19, 说明书
[0036]-[0095]段实施例1, 表1-2, 附图1.

JP 特开2011-107631 A, 2011.06.02, 全文.

US 2008/0180816 A1, 2008.07.31, 全文.

CN 101755230 A, 2010.06.23, 全文.

CN 201311518 Y, 2009.09.16, 全文.

JP 特开2007-212877 A, 2007.08.23, 全文.

审查员 褚金雷

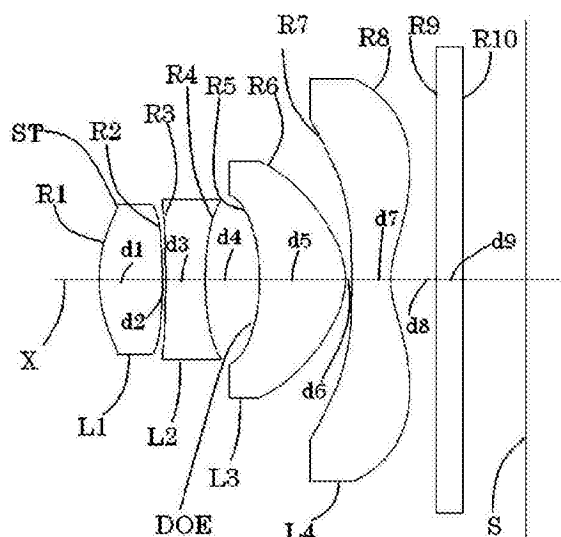
权利要求书1页 说明书21页 附图12页

(54)发明名称

摄像镜头

(57)摘要

本发明提供一种适于小型且高密度像素的摄像元件并适当地校正了像差的、高画质、低成本、小型的摄像镜头。从物体侧依次由第1透镜、第2透镜、第3透镜、第4透镜构成, 由非球面形成所有透镜的两面, 并且在第1透镜的物体侧的面到第3透镜的物体侧的面中的任一个面上形成发挥色差校正功能的衍射光学面, 由塑料材料构成所有透镜。



1. 一种摄像元件用的摄像镜头,其特征在于,

从物体侧依次配置第1透镜、第2透镜、第3透镜、第4透镜而构成,上述第1透镜为双凸透镜,上述第2透镜为双凹透镜,上述第3透镜为凹面朝向物体侧的、具有正光焦度的弯月形透镜,上述第4透镜为双凹透镜,由非球面形成所有透镜的两面,并且在第1透镜的物体侧的面到第3透镜的物体侧的面中的任一个面上形成发挥色像差校正功能的衍射光学面,由塑料材料构成所有透镜,并满足以下的条件式(1)~(4):

$$(1) 0.83 < f/f_{12} < 1.04$$

$$(2) -0.05 < f/f_{34} < 0.08$$

$$(3) -0.07 < f/(V_2 \cdot f_2) + f/(V_d \cdot f_d) < -0.03$$

$$(4) -0.01 < f/f_d < 0.15$$

其中,

f: 整个系统的焦距;

f_{12} : 第1透镜和第2透镜的合成焦距;

f_{34} : 第3透镜和第4透镜的合成焦距;

f_2 : 第2透镜的焦距;

V_2 : 第2透镜的e线的阿贝数;

V_d : 衍射光学面的e线的阿贝数;

f_d : 衍射光学面的焦距。

2. 根据权利要求1所述的摄像镜头,其特征在于,

将孔径光阑配置在第1透镜的物体侧的面上。

摄像镜头

技术领域

[0001] 本发明涉及在CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合器件)传感器、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor,互补金属氧化物半导体)传感器等摄像元件上形成被摄体的像的摄像镜头,尤其涉及搭载于移动电话等移动信息终端(PDA: Personal Digital Assistant,个人数字助理)上的小型摄像镜头。

背景技术

[0002] 近年来,绝大多数移动电话上搭载有相机功能。最近,还出现了搭载有匹敌数字静物相机(digital still camera)的高分辨率的相机功能的移动电话。此外,实现这种相机功能的摄像装置对应于移动电话的小型化、薄型化的要求而日益小型化。组装在摄像装置中的摄像镜头也必然被强烈要求小型化。此外,还强烈要求实现了能够充分适用于摄像元件的高像素化、高分辨率化的高光学性能的摄像镜头。

[0003] 随着摄像元件的小型化、高像素化,像素尺寸日益微细化、高密度化。最近,提出了像素间距低于1.4微米的摄像元件。对与这种摄像元件相对应的摄像镜头要求的性能,只是像差小并不足够。因为还强烈要求具有充分的分辨率的明亮的光学系统、即镜头的大孔径比化。以往,多提出了3枚构成的摄像镜头,但为了适用于上述摄像元件,也提出了4枚构成、5枚构成的摄像镜头。

[0004] 例如,专利文献1所公开的摄像镜头从物体侧开始依次由物体侧的面为凸形状的正的第1透镜、凹面朝向像面侧的负的弯月形的第2透镜、凸面朝向像面侧的正的弯月形的第3透镜、以及两面为非球面形状且像面侧的面在光轴附近为凹形状的正或负的第4透镜构成。在该构成中,通过将第1透镜和第2透镜的阿贝数设定在优选的范围内,可获得轴上色像差和倍率色像差的校正效果;通过将第2透镜和第1透镜的焦距之比以及第3透镜和第4透镜的焦距之比设定在优选的范围内,可确保远心(telecentric)特性并进行轴上色像差和倍率色像差的校正,同时确保整个镜头系统的小型化。

[0005] 此外,专利文献2、专利文献3所公开的摄像镜头通过成为5枚构成而解决了4枚构成的问题点,提出了实用的镜头。

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2007-219079号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2007-264180号公报

[0009] 专利文献3:日本特开2010-197665号公报

发明内容

[0010] 根据专利文献1,能够获得比较良好的像差。但是,为了在对应于上述的小型化、高密度化的摄像元件的同时获得充分的分辨率,要求F/2.4左右的大的孔径比。在专利文献1中,光学全长(total track length:TTL)较长,因此难以小型化。此外,难以在确保大孔径比的同时实现良好的像差校正。专利文献2和专利文献3解决了4枚构成的摄像镜头的问题

而提出了实用的镜头,但摄像镜头的构成枚数较多,因此不利于低成本化。此外,由于多使用制造公差灵敏的透镜,因此在制造成本方面也不利。进而,多用玻璃材料从而也不利于低成本化。此外,在专利文献2和专利文献3中,若为了低成本化而选择塑料透镜,则材料的选项极少,因此存在难以兼顾色像差校正以及其他像差校正的问题。

[0011] 本发明鉴于上述现有技术的问题,其目的在于提供一种与近年来的移动电话的薄型化相对应、小型、有效地校正色像差且良好地校正其他各像差、大孔径比且高性能的摄像镜头。

[0012] 为了解决上述问题,在本发明中,从物体侧依次配置第1透镜、第2透镜、第3透镜、第4透镜而构成,由非球面形成所有透镜的两面,并且在第1透镜的物体侧的面到第3透镜的物体侧的面中的任一个面上形成发挥色像差校正功能的衍射(diffraction)光学面,由塑料材料构成所有透镜。

[0013] 通过上述构成,能够良好地校正各像差,并且通过在最适当的面上形成衍射光学面,而实现了色像差的良好校正。

[0014] 衍射光学面由产生以光程差函数定义的光程差的起伏(relief)构成。相对于通常的玻璃材料的e线中的阿贝数为25至80,衍射光学面的e线的阿贝数约为-3.3、具有以负号示出约大一位的色散(dispersion)的性质。为了校正色像差,已知的是至少组合两种色散不同的材料,但通过进一步在适当的面上形成衍射光学面,能够更有效地实现色像差校正。

[0015] 在未使用衍射光学面的一般的镜头系统中,通常将用于色像差校正的高色散材料的透镜配置在靠近孔径光阑的位置。同样,通过将衍射光学面也配置在靠近孔径光阑的位置,对轴上和轴外的色像差的校正有效。

[0016] 在本发明中,在第1透镜的物体侧的面到第3透镜的物体侧的面中的任一个面上形成衍射光学面。

[0017] 本发明的透镜构成中,为了获得色像差的校正效果,使第2透镜的光焦度为负并且采用色散大的材料。但是,仅通过材料的组合,校正效果有限,怎么都会有色像差残存。因此,本发明为了有效地降低该残存的色像差,而将衍射光学面形成在镜头系统的最适当的位置,能够良好地校正轴上和轴外色像差。

[0018] 此外,在本发明中,为了制造的容易性和低成本化,用塑料材料构成所有的透镜。众所周知,在光学系统中能够选择的塑料材料有限制。即,无法对塑料材料要求如玻璃材料那样的高折射率及低色散的特性。以往,使所有透镜为塑料材料时,难以同时全部校正各像差、场曲(field curvature)以及色像差。在本发明中,衍射光学面起到适当校正色像差的作用,从而易于进行色像差以外的各像差的校正。因此,即使所有的透镜都采用塑料材料,也可以实现像差被良好校正的低成本的摄像镜头。

[0019] 上述构成的摄像镜头,第1透镜为双凸透镜,第2透镜为双凹透镜,第3透镜为凹面朝向物体侧的、具有正光焦度的弯月形透镜,第4透镜为双凹透镜,将孔径光阑配置在第1透镜的物体侧的面上。

[0020] 对使第1透镜为双凸透镜的效果进行说明。第3透镜、第4透镜位于成像面附近,因此成像于光轴上的光线的通过区域狭窄,对轴上色像差校正的参与较小。因此,轴上色像差的校正变成由第1透镜和第2透镜进行,必然需要将第1透镜的光焦度设定得较强。在此,为了将第1透镜的球面像差的产生以及公差灵敏度抑制得较低并平衡性良好地校正其他像

差,使第1透镜为双凸形状较为有效。

[0021] 此外,第2透镜为双凹透镜,在进行色像差校正的同时对像散(astigmatism)和慧差的校正起到了较大的作用。优选第2透镜的物体侧的面的曲率半径比像侧的面大。由此,能够有效地校正倍率的色像差、轴外的各像差。但是,另一方面相对于大孔径比化、广视场角化、光学全长缩短化,若将第2透镜的物体侧的面设定成比像侧的面大的曲率半径,存在轴外像差恶化的倾向。此外,第2透镜的像侧的面的负的光焦度若变得过强,则存在公差灵敏度严格的倾向。在本发明中通过将衍射光学面形成在适当的位置而解决了这些问题。

[0022] 此外,使第3透镜为物体侧的面为凹面的具有正光焦度的弯月形透镜,使第4透镜为具有负光焦度的双凹透镜,从而实现了光学全长的缩短化并良好地校正了与轴外光学相关的各像差。通过使第3透镜为凹面朝向物体侧的具有正光焦度的弯月形透镜,能够在维持适当的后焦距的同时抑制光学全长的增大。此外,通过使第4透镜为双凹形状的透镜,确保了畸变的降低以及入射到摄像元件的主光线角度的远心特性。

[0023] 进而,通过将孔径光阑配置在第1透镜的物体侧的面上,能够将入射到摄像元件的主光线角度抑制在一定的范围内。

[0024] 此外,上述构成的摄像镜头的特征在于,满足以下的条件式:

[0025] (1) $0.83 < f/f_{12} < 1.04$

[0026] (2) $-0.05 < f/f_{34} < 0.08$

[0027] (3) $-0.07 < f/(V_2 \cdot f_2) + f/(V_d \cdot f_d) < -0.03$

[0028] (4) $-0.01 < f/f_d < 0.15$

[0029] 其中,

[0030] f :整个系统的焦距;

[0031] f_{12} :第1透镜和第2透镜的合成焦距;

[0032] f_{34} :第3透镜和第4透镜的合成焦距;

[0033] f_2 :第2透镜的焦距;

[0034] f_d :衍射光学面的焦距;

[0035] V_2 :第2透镜材质的e线的阿贝数;

[0036] V_d :衍射光学面的e线的阿贝数。

[0037] 条件式(1)是用于通过将第1透镜和第2透镜的合成光焦度设为与整个系统的光焦度接近的值来抑制球面像差并校正轴上色像差的条件。若小于条件式(1)的下限值“0.83”,则虽然有利于各像差的校正、大孔径比化、广视场角化,但光学全长变长,因此难以小型化。另一方面,若超过上限值“1.04”,则第1透镜和第2透镜的合成光焦度变得过强,难以进行各像差的校正、大孔径比化、广视场角化。

[0038] 条件式(2)通过使第3透镜和第4透镜的合成光焦度为接近0的值而易于光学全长的缩短化、确保适当的后焦距、校正畸变、控制向摄像元件的主光线入射角度。若小于条件式(2)的下限值“-0.05”,则虽然有利于光学全长的缩短,但畸变向正方向变大的同时主光线入射角度也变大,因此难以校正像差。另一方面,若超过上限值“0.08”,则光学全长变长,难以确保后焦距。

[0039] 条件式(3)是用于规定第2透镜的光焦度和衍射光学面的近轴光焦度之间的关系、实现最佳的色像差校正的条件。若小于条件式(3)的下限值“-0.07”,则用于校正色像差的

第2透镜和衍射光学面的光焦度变得过剩,难以校正色像差。另一方面,若超过上限值“-0.03”,则光焦度反而不足,因此此时也难以校正色像差。

[0040] 已知2枚构成的薄镜头中的色像差校正通过下式给出。

$$[0041] \quad V_1 \cdot f_1 = -V_2 \cdot f_2$$

[0042] 其中,

[0043] V_1 :第1透镜的阿贝数

[0044] f_1 :第1透镜的焦距

[0045] V_2 :第2透镜的阿贝数

[0046] f_2 :第2透镜的焦距

[0047] 例如,若设整个系统的焦距为1.0、 $V_1=56.7$ 、 $V_2=26.0$,则容易得到 $f_1=0.5414$ 、 $f_2=-1.1808$ 、 $1/(V_2 \cdot f_2)=-0.033$ 。同样,若使第2透镜为衍射光学面并给出 $V_2=-3.326$,则得到 $f_1=1.0588$ 、 $f_2=18.01$ 、 $1/(V_2 \cdot f_2)=-0.017$ 。本发明中的第2透镜的位置配置在从孔径光阑最适当地离开的距离。此时,条件式(3)的值成为比上述2枚的薄镜头的值大的绝对值,但通过与衍射光学面组合而能够使该值变化。在本发明中,位于距孔径光阑最远的衍射光学面为第3透镜的物体侧的面。光线在该面通过的区域由透镜聚光,因此成为通过孔径光阑的光线区域的约50%。在这种情况下,为了能够进行与上述薄镜头同等程度的色像差校正,条件式(3)的值“-0.07”成为下限。

[0048] 条件式(4)是用于规定衍射光学面的近轴处的光焦度的范围并与条件式(3)相互结合来实现良好的色像差校正的条件。若小于条件式(4)的下限值“-0.01”,则第2透镜的轴上色像差校正的负担变大,难以校正像差。另一方面,若超过上限值“0.15”,则轴上色像差校正过剩、即短波长相对于基准波长向+方向增大,轴上色像差和倍率色像差的平衡被破坏,难以进行良好的色像差校正。

[0049] 由于光程差函数由高次方程式定义,衍射光学面的近轴处的光焦度未必直接表示实际的色像差校正的状态。但是,设置衍射光学元件的位置和近轴处的光焦度存在一定的倾向。即,在靠近物体侧的一侧配置了衍射光学面时,主要为了校正轴上色像差,而近轴处的光焦度变大。与此相对,在远离物体侧的面上配置衍射光学面时,主要需要校正倍率色像差,因此不必增大近轴处的光焦度。在本发明的第3透镜、第4透镜的构成的情况下,轴外的像差校正量较多,在非球面的作用下倍率色像差的变化变大,因此在衍射光学面中近轴处的光焦度取较小的值,光程差函数的高次项取较大的值。

[0050] 根据本发明,通过在4枚构成的摄像镜头中将衍射光学面配置在最适当的位置,可以提供一种与以往相比良好地校正色像差并实现了与其他像差校正的兼顾的、小型且高性能的摄像镜头。

[0051] 此外,通过对所有的透镜使用塑料材料而能够低成本化。

附图说明

[0052] 图1是本发明的实施例1所涉及的摄像镜头的剖视图。

[0053] 图2是本发明的实施例1所涉及的摄像镜头的各像差图。

[0054] 图3是本发明的实施例2所涉及的摄像镜头的剖视图。

[0055] 图4是本发明的实施例2所涉及的摄像镜头的各像差图。

- [0056] 图5是本发明的实施例3所涉及的摄像镜头的剖视图。
- [0057] 图6是本发明的实施例3所涉及的摄像镜头的各像差图。
- [0058] 图7是本发明的实施例4所涉及的摄像镜头的剖视图。
- [0059] 图8是本发明的实施例4所涉及的摄像镜头的各像差图。
- [0060] 图9是本发明的实施例5所涉及的摄像镜头的剖视图。
- [0061] 图10是本发明的实施例5所涉及的摄像镜头的各像差图。
- [0062] 图11是本发明的实施例6所涉及的摄像镜头的剖视图。
- [0063] 图12是本发明的实施例6所涉及的摄像镜头的各像差图。
- [0064] 附图标记说明
- [0065] ST孔径光阑
- [0066] R1第1透镜的物体侧的面
- [0067] R2第1透镜的像侧的面
- [0068] R3第2透镜的物体侧的面
- [0069] R4第2透镜的像侧的面
- [0070] R5第3透镜的物体侧的面
- [0071] R6第3透镜的像侧的面
- [0072] R7第4透镜的物体侧的面
- [0073] R8第4透镜的像侧的面
- [0074] R9、R10保护玻璃面
- [0075] d1~d9轴上面间隔
- [0076] X光轴
- [0077] S成像面
- [0078] DOE形成了衍射光学面的面

具体实施方式

[0079] 下面,参照附图详细说明将本发明具体化的实施方式。

[0080] 图1、图3、图5、图7、图9、图11分别表示与本发明的实施方式的实施例1~6对应的镜头剖视图。各实施例的基本的透镜构成相同,因此,在此参照实施例1的镜头剖视图对本实施方式的摄像镜头的透镜构成进行说明。

[0081] 如图1所示,本发明的摄像镜头由第1透镜L1、第2透镜L2、第3透镜L3和第4透镜L4构成,其中,第1透镜L1为双凸透镜,第2透镜L2为双凹透镜,第3透镜L3为凹面朝向物体侧的具有正光焦度的弯月形透镜,第4透镜L4为双凹透镜。此外,所有的透镜的两面由非球面形成,所有的透镜由塑料材料构成。

[0082] 另外,在所有的实施例中,第1透镜L1的物体侧的面R1的有效直径的周边兼备孔径光阑(光圈)ST的作用。此外,在第4透镜L4的像侧的面R8和成像面S之间配置有由R9、R10构成的保护玻璃。在剖视图中,d1、d2、...、d9表示面间隔,X表示光轴,DOE表示衍射光学面。

[0083] 在本实施方式中,使所有的透镜面由非球面形成。这些透镜面所采用的非球面形状,在设光轴方向的轴为Z、与光轴正交的方向的高度为Y、圆锥系数为K、非球面系数为 A_{2i} 时,由数学式1表示。

[0084] 此外,在第1透镜L1的物体侧的面R1到第3透镜L3的物体侧的面R5中的任一个面上,形成有作为由数学式2表示的光程差(optical path difference)函数的衍射光学面DOE。

[0085] [数学式1]

$$[0086] \quad Z = \frac{\frac{Y^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1+K) \times \frac{Y^2}{R^2}}} + \sum_{i=2}^{10} A_{2i} \times Y^{2i}$$

[0087] [数学式2]

$$[0088] \quad P = \sum_{i=1}^n B_{2i} Y^{2i}$$

[0089] 其中,

[0090] P:光程差(单位:波长)

[0091] B_{2i} :光程差函数的系数($i=1 \sim n$)。

[0092] 接下来,示出本实施方式所涉及的摄像镜头的实施例。在各实施例中, f 表示整个镜头系统的焦距, F_{no} 表示F值(F number), ω 表示半视场角。此外,面序号表示从物体侧开始数的序号, R 表示曲率半径, d 表示沿光轴的透镜面间的距离(面间隔), n 表示对e线的折射率, v 表示对e线的阿贝数。

[0093] [实施例1]

[0094] 在以下的表1中表示基本的透镜数据。另外,衍射光学面DOE形成在第3透镜L3的物体侧的面R5上。

[0095] [表1]

[0096] 面数据

[0097]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)	1.5750	0.7000	1.53690	56.1
2	-6.2059	0.0394		
3	-9.3660	0.4419	1.61988	25.4
4	3.6306	0.6077		
5(DOE)	-2.3470	0.9602	1.54647	55.8
6	-0.7420	0.0682		
7	-31.0000	0.4349	1.53690	56.1
8	0.8712	0.5000		
9	∞	0.3000	1.51872	64.0
10	∞	0.7076		
像面	∞			

[0098] $f=3.905$ 、 $F_{no}=2.4$ 、 $\omega=36.4^\circ$

[0099] 接下来,在以下的表2中表示实施例1中的非球面系数和衍射光学面中的光程差函数的各系数的值。

[0100] [表2]

[0101] 非球面数据

第1面	第2面
非球面系数 $K = -5.0322E+00$ $A4 = 1.5537E-01$ $A6 = -1.3886E-01$ $A8 = 1.5429E-01$ $A10 = -1.5617E-01$	非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 1.5010E-01$ $A6 = -5.1353E-01$ $A8 = 2.7025E-01$ $A10 = 0.0000E+00$
第3面	第4面
非球面系数 $K = 2.5754E+01$ $A4 = 2.0551E-01$ $A6 = -4.7012E-01$ $A8 = 1.5736E-01$ $A10 = 1.4987E-01$ $A12 = 1.6844E-02$	非球面系数 $K = -4.6191E-01$ $A4 = 1.2878E-01$ $A6 = -9.2016E-02$ $A8 = 1.2306E-01$ $A10 = -1.7668E-01$ $A12 = 1.5738E-01$
第5面	第6面
非球面系数 $K = 4.9274E+00$ $A4 = -2.9530E-02$ $A6 = -3.1755E-02$ $A8 = 8.0141E-01$ $A10 = -2.4276E+00$ $A12 = 2.7718E+00$ $A14 = -1.0642E+00$ $A16 = -6.3964E-02$	非球面系数 $K = -4.3207E+00$ $A4 = -2.5991E-01$ $A6 = 2.7078E-01$ $A8 = -2.4949E-01$ $A10 = 1.1441E-01$ $A12 = -9.1844E-03$ $A14 = -1.2703E-02$ $A16 = 3.2086E-03$

[0102]

第7面	第8面
非球面系数	非球面系数
$K = 0.0000E+00$	$K = -8.0394E+00$
$A4 = -1.2800E-01$	$A4 = -1.0743E-01$
$A6 = 5.2785E-02$	$A6 = 5.0631E-02$
$A8 = -1.0838E-02$	$A8 = -1.9469E-02$
$A10 = 9.1658E-04$	$A10 = 4.8916E-03$
	$A12 = -8.1099E-04$
	$A14 = 8.1033E-05$
	$A16 = -3.9354E-06$

[0103]

第5面
光程差函数的系数
$B2 = 4.6952E-01$
$B4 = -5.5444E+01$
$B6 = 1.1975E+02$
$B8 = 3.1748E+02$
$B10 = -1.5085E+03$
$B12 = 1.9510E+03$
$B14 = -8.4623E+02$

[0104] 以下表示各条件式的值。

[0105] (1) $f/f_{12} = 0.916$ [0106] (2) $f/f_{34} = 0.055$ [0107] (3) $f/(V_2 \cdot f_2) + f/(V_d \cdot f_d) = -0.036$ [0108] (4) $f/f_d = -0.002$

[0109] 从而, 实施例1所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0110] 图2对于实施例1的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。在这些像差图中, 在球面像差图中表示对于F线(486.13nm)、e线(546.07nm)、C线(656.27nm)各波长的像差量, 在像散图中分别表示弧矢像面S中的像差量和子午像面T中的像差量(在图4、6、8、10、12中也相同)。

[0111] 如图2所示, 通过实施例1所涉及的摄像镜头, 良好地校正了色像差, 也适当地校正了其他像差。

[0112] [实施例2]

[0113] 在以下的表3中表示基本的透镜数据。在实施例2中, 与实施例1同样, 衍射光学面DOE形成在第3透镜L3的物体侧的面R5上。

[0114] [表3]

[0115]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)	1.4948	0.6921	1.53690	56.1
2	-6.1721	0.0348		
3	-6.1900	0.3419	1.61988	25.4
4	4.2069	0.6659		
5(DOE)	-2.0009	0.9874	1.54647	55.8
6	-0.7591	0.1184		
7	-39.0506	0.4000	1.53690	56.1
8	0.9166	0.5000		
9	∞	0.3000	1.51872	64.0
10	∞	0.7196		
像面	∞			

[0116] $f=3.945$ 、 $Fno=2.4$ 、 $\omega=36.1^\circ$

[0117] 接下来,在以下的表4中表示实施例2中的非球面系数和衍射光学面中的光程差函数的各系数的值。

[0118] [表4]

[0119] 非球面数据

[0120]

第1面 非球面系数 $K = -7.0303E+00$ $A4 = 2.5117E-01$ $A6 = -2.7772E-01$ $A8 = 3.0853E-01$ $A10 = -2.3573E-01$	第2面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 1.9275E-01$ $A6 = -5.9949E-01$ $A8 = 3.2689E-01$ $A10 = 0.0000E+00$
第3面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 2.8087E-01$ $A6 = -5.8181E-01$ $A8 = 2.1322E-01$ $A10 = 1.9234E-01$	第4面 非球面系数 $K = 1.9620E-01$ $A4 = 1.2876E-01$ $A6 = -6.9953E-02$ $A8 = -1.3282E-01$ $A10 = 2.5491E-01$ $A12 = -1.2644E-01$
第5面 非球面系数 $K = 3.6262E+00$ $A4 = 6.1361E-02$ $A6 = -1.7965E-01$ $A8 = 4.6703E-01$ $A10 = -1.0590E+00$ $A12 = 1.3146E+00$ $A14 = -7.9646E-01$ $A16 = 1.5228E-01$	第6面 非球面系数 $K = -4.1036E+00$ $A4 = -2.1804E-01$ $A6 = 1.8257E-01$ $A8 = -1.5254E-01$ $A10 = 6.0682E-02$ $A12 = -1.7316E-02$ $A14 = 7.0055E-03$ $A16 = -2.7979E-03$
第7面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = -8.2906E-02$ $A6 = 1.6377E-02$ $A8 = -8.9509E-04$ $A10 = -1.8524E-05$	第8面 非球面系数 $K = -7.9280E+00$ $A4 = -9.3842E-02$ $A6 = 4.1803E-02$ $A8 = -1.6624E-02$ $A10 = 4.3649E-03$ $A12 = -7.4908E-04$ $A14 = 7.5889E-05$ $A16 = -3.5520E-06$

[0121]

第5面	
光程差函数的系数	
B2 = -1.0523E+01	
B4 = 2.6333E+01	
B6 = -1.0578E+01	
B8 = -6.6020E+01	
B10 = 6.5088E+01	
B12 = 5.1134E+01	
B14 = -7.4524E+01	

[0122] 以下表示各条件式的值。

[0123] (1) $f/f_{12}=0.943$ [0124] (2) $f/f_{34}=0.024$ [0125] (3) $f/(V_2 \cdot f_2) + f/(V_d \cdot f_d) = -0.053$ [0126] (4) $f/f_d=0.045$

[0127] 从而,实施例2所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0128] 图4对于本实施例2所涉及的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。如图4所示,通过本实施例2所涉及的摄像镜头,良好地校正了色像差,也适当地校正了其他像差。

[0129] [实施例3]

[0130] 在以下的表5中表示基本的透镜数据。在实施例3中,衍射光学面DOE形成在第2透镜L2的物体侧的面R3上。

[0131] [表5]

[0132]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)	1.9890	0.6848	1.53690	56.1
2	6.5000	0.1075		
3(DOE)	-54.9999	0.5506	1.61988	25.4
4	3.9159	0.5259		
5	2.0910	0.7597	1.53690	56.1
6	-0.8465	0.1384		
7	-100.0000	0.4988	1.53690	56.1
8	1.0707	0.6945		
9	∞	0.3000	1.51872	64.0
10	∞	0.5000		
像面	∞			

[0133] $f=3.918$ 、 $Fno=2.4$ 、 $\omega=36.3^\circ$

[0134] 接下来,在以下的表6中表示实施例3中的非球面系数和衍射光学面中的光程差函数的各系数的值。

[0135] [表6]

[0136] 非球面数据

第1面	第2面
非球面系数	非球面系数
$K = 2.0524E+00$	$K = 0.0000E+00$
$A4 = -6.4874E-02$	$A4 = -1.2081E-01$
$A6 = -8.3277E-02$	$A6 = 8.0359E-03$
$A8 = 1.5937E-02$	$A8 = 1.0148E-02$
$A10 = -5.4916E-02$	$A10 = 0.0000E+00$

[0137]

第3面	第4面
非球面系数	非球面系数
$K = 0.0000E+00$	$K = -3.2492E+01$
$A4 = 1.3197E-02$	$A4 = 1.1258E-01$
$A6 = -1.2069E-01$	$A6 = -5.4110E-02$
$A8 = 2.4509E-01$	$A8 = -1.7442E-04$
$A10 = -8.6673E-02$	$A10 = 5.9917E-02$
	$A12 = -1.8474E-02$

[0138]

第5面	第6面
非球面系数	非球面系数
$K = 3.4878E+00$	$K = -4.6595E+00$
$A4 = 7.8833E-02$	$A4 = -2.4079E-01$
$A6 = -1.2240E-01$	$A6 = 2.9356E-01$
$A8 = 3.2610E-01$	$A8 = -2.5053E-01$
$A10 = -7.2611E-01$	$A10 = 1.0805E-01$
$A12 = 1.0216E+00$	$A12 = -1.7426E-02$
$A14 = -8.0528E-01$	$A14 = 2.2176E-03$
$A16 = 2.9082E-01$	$A16 = -5.1649E-04$

第7面	第8面
非球面系数	非球面系数
$K = 0.0000E+00$	$K = -8.3811E+00$
$A4 = -9.2532E-02$	$A4 = -9.8562E-02$
$A6 = 2.4021E-02$	$A6 = 4.4249E-02$
$A8 = -1.3061E-03$	$A8 = -1.8586E-02$
$A10 = -9.8701E-05$	$A10 = 5.4307E-03$
	$A12 = -1.0595E-03$
	$A14 = 1.1940E-04$
	$A16 = -5.9905E-06$

第3面
光程差函数的系数
$B2 = -2.0145E+01$
$B4 = 7.4910E+01$
$B6 = -2.1483E+02$
$B8 = 4.1655E+02$
$B10 = -5.6855E+02$
$B12 = 4.5007E+02$

[0139] 以下表示各条件式的值。

[0140] (1) $f/f_{12}=0.927$ [0141] (2) $f/f_{34}=-0.029$ [0142] (3) $f/(V_2 \cdot f_2)+f/(V_d \cdot f_d)=-0.049$ [0143] (4) $f/f_d=0.086$

[0144] 从而,实施例3所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0145] 图6对于本实施例3所涉及的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。如图6所示,通过实施例3所涉及的摄像镜头,良好地校正了色像差,也适当地校正了其他像差。

[0146] [实施例4]

[0147] 在以下的表7中表示基本的透镜数据。在实施例4中,衍射光学面DOE形成在第1透镜L1的物体侧的面R1上。

[0148] [表7]

[0149]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)(DOE)	1.4925	0.775	1.53690	56.1
2	5.6022	0.040		
3	-5.6025	0.285	1.61988	25.4
4	4.1961	0.691		
5	-2.0025	0.953	1.54647	55.8
6	-0.7678	0.128		
7	-31.7913	0.400	1.53690	56.1
8	0.9400	0.500		
9	∞	0.300	1.51872	64.0
10	∞	0.689		
像面	∞			

[0150] $f=4.0038$ 、 $Fno=2.43$ 、 $\omega=35.6^\circ$

[0151] 接下来,在以下的表8中表示实施例4中的非球面系数和衍射光学面中的光程差函数的各系数的值。

[0152] [表8]

[0153] 非球面数据

第1面 非球面系数 $K = -7.5007E+00$ $A4 = 2.4117E-01$ $A6 = -1.9093E-01$ $A8 = 1.4486E-01$ $A10 = -1.1073E-01$	第2面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 1.6752E-01$ $A6 = -5.4993E-01$ $A8 = 3.1112E-01$ $A10 = 0.0000E+00$
第3面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 2.7752E-01$ $A6 = -5.8953E-01$ $A8 = 2.3311E-01$ $A10 = 1.7859E-01$	第4面 非球面系数 $K = 1.9879E+01$ $A4 = 1.4195E-01$ $A6 = -1.0296E-01$ $A8 = -1.5879E-01$ $A10 = 3.1977E-01$ $A12 = -1.5331E-01$
第5面 非球面系数 $K = 3.7062E+00$ $A4 = 2.1790E-02$ $A6 = -1.5443E-01$ $A8 = 4.8080E-01$ $A10 = -1.0780E-00$ $A12 = 1.2645E+00$ $A14 = -7.2125E-01$ $A16 = 1.0988E-01$	第6面 非球面系数 $K = -4.137E+00$ $A4 = -2.2502E-01$ $A6 = 1.9512E-01$ $A8 = -1.6139E-01$ $A10 = 5.9838E-02$ $A12 = -1.3734E-02$ $A14 = 5.8566E-03$ $A16 = -2.8217E-03$
第7面 非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = -7.2324E-02$ $A6 = 1.7364E-02$ $A8 = -1.0476E-03$ $A10 = -8.7415E-05$	第8面 非球面系数 $K = -8.1384E+00$ $A4 = -9.0489E-02$ $A6 = 4.1382E-02$ $A8 = -1.6468E-02$ $A10 = 4.3533E-03$ $A12 = -7.4999E-04$ $A14 = 7.5974E-05$ $A16 = -3.5192E-06$

[0154]

[0155]

第1面
光程差函数的系数
B2 = -5.1907E-01
B4 = -3.2503E+01
B6 = 1.7225E+02
B8 = -4.6461E+02
B10 = 7.6971E+02
B12 = -7.4711E+02
B14 = 3.2145E+02

[0156] 以下表示各条件式的值。

[0157] (1) $f/f_{12}=0.964$ [0158] (2) $f/f_{34}=-0.023$ [0159] (3) $f/(V_2 \cdot f_2)+f/(V_d \cdot f_d)=-0.042$ [0160] (4) $f/f_d=0.002$

[0161] 从而,实施例4所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0162] 图8对于本实施例4所涉及的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。如图8所示,通过实施例4所涉及的摄像镜头,良好地校正了色像差,也适当地校正了其他像差。

[0163] [实施例5]

[0164] 在以下的表9中表示基本的透镜数据。在实施例5中,衍射光学面DOE形成在第1透镜L1的像侧的面R2上。

[0165] [表9]

[0166]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)	1.5044	0.798	1.53690	56.1
2(DOE)	-7.9825	0.031		
3	7.9875	0.280	1.61988	25.4
4	4.1953	0.686		
5	-2.0035	0.977	1.54647	55.8
6	-0.7733	0.136		
7	-31.0000	0.400	1.53690	56.1
8	0.9400	0.500		
9	∞	0.3000	1.51872	64.0
10	∞	0.6519		
像面	∞			

[0167] $f=3.9688$ 、 $Fno=2.42$ 、 $\omega=35.7^\circ$

[0168] 接下来,在以下的表10中表示实施例5中的非球面系数和衍射光学面中的光程差

函数的各系数的值。

[0169] [表10]

[0170] 非球面数据

第1面	第2面
非球面系数 K = -7.220E+00 A4 = 2.5014E-01 A6 = -2.5686E-01 A8 = 2.5366E-01 A10 = -1.5652E-01	非球面系数 K = 0.0000E+00 A4 = 1.8105E-01 A6 = -6.1122E-01 A8 = 3.7020E-01 A10 = 0.0000E+00
第3面	第4面
非球面系数 K = 0.000E+00 A4 = 2.7406E-01 A6 = -5.8995E-01 A8 = 2.6967E-01 A10 = 1.2870E-01	非球面系数 K = 1.194E+01 A4 = 1.3975E-01 A6 = -7.9377E-02 A8 = -1.5110E-01 A10 = 2.6156E-01 A12 = -1.0700E-01

[0171]

[0172]

第5面	第6面
非球面系数	非球面系数
$K = 3.649E+00$	$K = -4.156E+00$
$A4 = 3.1194E-02$	$A4 = -2.2163E-01$
$A6 = -1.7408E-01$	$A6 = 1.8537E-01$
$A8 = 4.8526E-01$	$A8 = -1.5569E-01$
$A10 = -1.0457E-00$	$A10 = 6.0484E-02$
$A12 = 1.2845E+00$	$A12 = -1.5824E-02$
$A14 = -8.5823E-01$	$A14 = 6.4525E-03$
$A16 = 2.1404E-01$	$A16 = -2.8673E-03$

第7面	第8面
非球面系数	非球面系数
$K = 0.0000E+00$	$K = -8.1127E+00$
$A4 = -7.8722E-02$	$A4 = -9.1716E-02$
$A6 = 1.6958E-02$	$A6 = 4.1523E-02$
$A8 = -9.8380E-04$	$A8 = -1.6510E-02$
$A10 = -6.4359E-05$	$A10 = 4.3549E-03$
	$A12 = -7.4995E-04$
	$A14 = 7.5897E-05$
	$A16 = -3.5367E-06$

第2面
光程差函数的系数
$B2 = -5.0628E+00$
$B4 = -1.1574E+01$
$B6 = 2.1335E+01$
$B8 = 4.1075E+01$
$B10 = -5.9100E+01$
$B12 = -4.3161E+01$
$B14 = 4.8212E+01$

[0173] 以下表示各条件式的值。

[0174] (1) $f/f_{12}=0.971$ [0175] (2) $f/f_{34}=-0.039$ [0176] (3) $f/(V_2 \cdot f_2)+f/(V_d \cdot f_d)=-0.042$ [0177] (4) $f/f_d=0.022$

[0178] 从而,实施例5所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0179] 图10对于本实施例5所涉及的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。如图10所示,通过实施例5所涉及的摄像镜头,良好地校正了色像差,也适当地校正了

其他像差。

[0180] [实施例6]

[0181] 在以下的表11中表示基本的透镜数据。在实施例6中,衍射光学面DOE形成在第2透镜L2的像侧的面R4上。

[0182] [表11]

[0183]

面序号	R	d	n	v
物体面	∞	∞		
1(光圈)	1.5205	0.744	1.53690	56.1
2	-7.3061	0.045		
3	7.5446	0.286	1.61988	25.4
4(DO E)	4.1953	0.656		
5	-1.9661	1.007	1.54647	55.8
6	0.7573	0.114		
7	-31.0000	0.428	1.53690	56.1
8	0.9400	0.500		
9	∞	0.300	1.51872	64.0
10	∞	0.682		
像面	∞			

[0184] $f=3.9688$ 、 $Fno=2.42$ 、 $\omega=35.7^\circ$

[0185] 接下来,在以下的表12中表示实施例6中的非球面系数和衍射光学面中的光程差函数的各系数的值。

[0186] [表12]

[0187] 非球面数据

[0188]

第1面	第2面
非球面系数 $K = -6.449E+00$ $A4 = 2.1576E-01$ $A6 = -2.1363E-01$ $A8 = 2.1643E-01$ $A10 = -1.6939E-01$	非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = 1.4206E-01$ $A6 = -5.1154E-01$ $A8 = 2.8033E-01$ $A10 = 0.0000E+00$
第3面	第4面
非球面系数 $K = 0.000E+00$ $A4 = 2.7767E-01$ $A6 = -5.6928E-01$ $A8 = 2.2350E-01$ $A10 = 1.6959E-01$	非球面系数 $K = 2.0315E+01$ $A4 = 1.4553E-01$ $A6 = -8.6526E-02$ $A8 = -1.6825E-01$ $A10 = 2.7010E-01$ $A12 = -1.0075E-01$
第5面	第6面
非球面系数 $K = 3.6102E+00$ $A4 = 1.7099E-02$ $A6 = -1.4541E-01$ $A8 = 4.4299E-01$ $A10 = -1.0330E+00$ $A12 = 1.3234E+00$ $A14 = -9.2125E-01$ $A16 = 2.4692E-01$	非球面系数 $K = -3.9244E+00$ $A4 = -2.3269E-01$ $A6 = 1.8443E-01$ $A8 = -1.5309E-01$ $A10 = 5.9511E-02$ $A12 = -1.6706E-02$ $A14 = 6.8568E-03$ $A16 = -2.9959E-03$
第7面	第8面
非球面系数 $K = 0.0000E+00$ $A4 = -8.3684E-02$ $A6 = 1.8519E-02$ $A8 = -9.5099E-04$ $A10 = -1.0510E-04$	非球面系数 $K = -7.9816E+00$ $A4 = -9.2381E-02$ $A6 = 4.1382E-02$ $A8 = -1.6502E-02$ $A10 = 4.3575E-03$ $A12 = -7.5006E-04$ $A14 = 7.5871E-05$ $A16 = -3.5406E-06$

[0189]

第4面	
光程差函数的系数	
B2	$-1.0701E+00$
B4	$1.6179E+01$
B6	$-1.5805E+01$
B8	$-1.8663E+01$
B10	$4.6932E+01$
B12	$4.9851E+01$
B14	$-1.1826E+02$

[0190] 以下表示各条件式的值。

[0191] (1) $f/f_{12}=0.953$ [0192] (2) $f/f_{34}=-0.024$ [0193] (3) $f/(V_2 \cdot f_2)+f/(V_d \cdot f_d)=-0.047$ [0194] (4) $f/f_d=0.045$

[0195] 从而,实施例6所涉及的摄像镜头满足条件式(1)~(4)。

[0196] 图12对于本实施例6所涉及的摄像镜头示出了球面像差(mm)、像散(mm)以及畸变(%)。如图12所示,通过本实施例6所涉及的摄像镜头,良好地校正了色像差,也适当地校正了其他像差。

[0197] 因此,上述实施方式所涉及的摄像镜头以较少的构成枚数实现了色像差校正和其他各像差校正的兼顾,可以实现大孔径比化和高性能化。

[0198] 本发明可以适用于更高像素的小型摄像元件,尤其是在搭载于移动电话等移动信息终端上的小型的摄像镜头的领域中的效果较大。

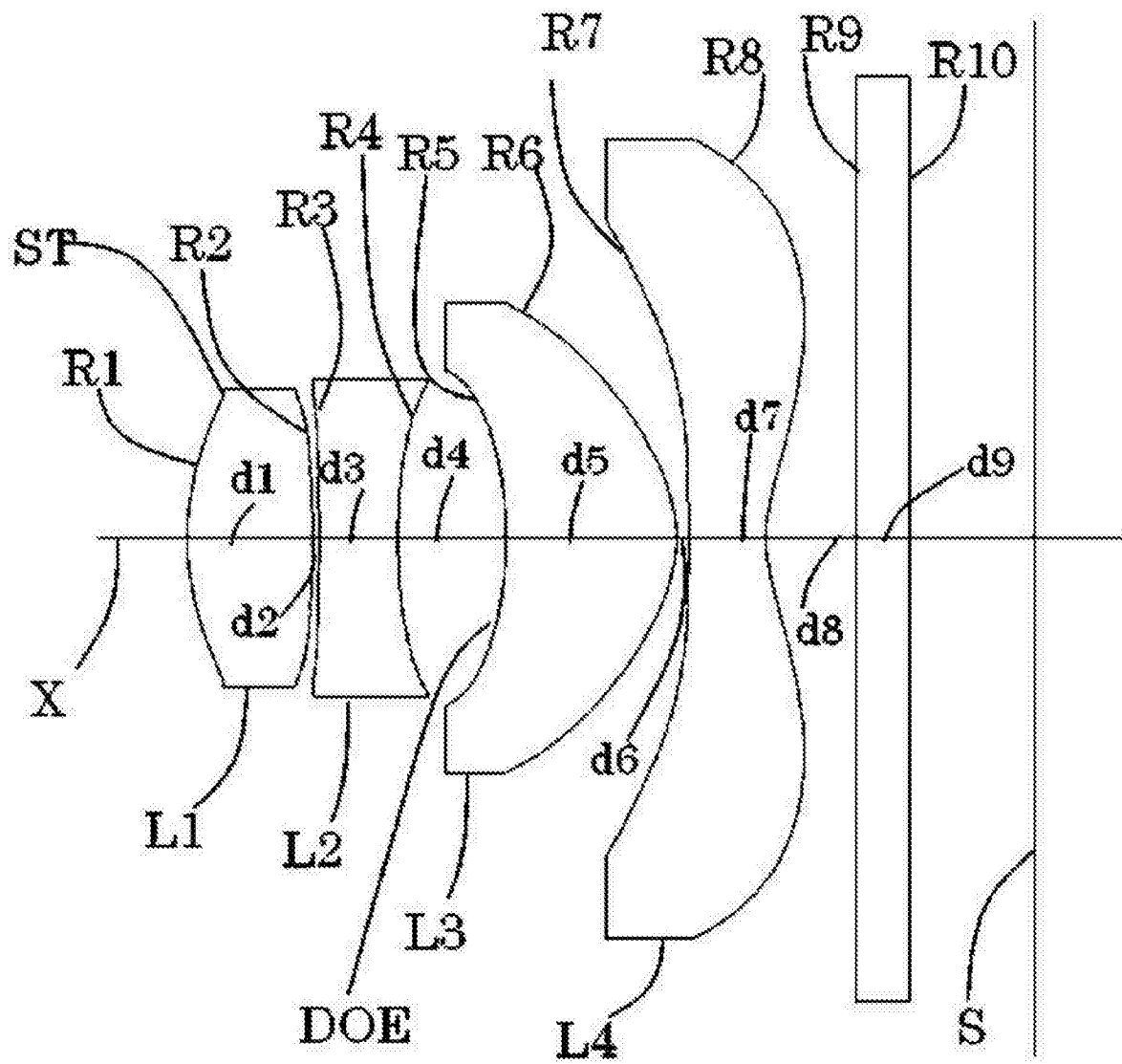


图1

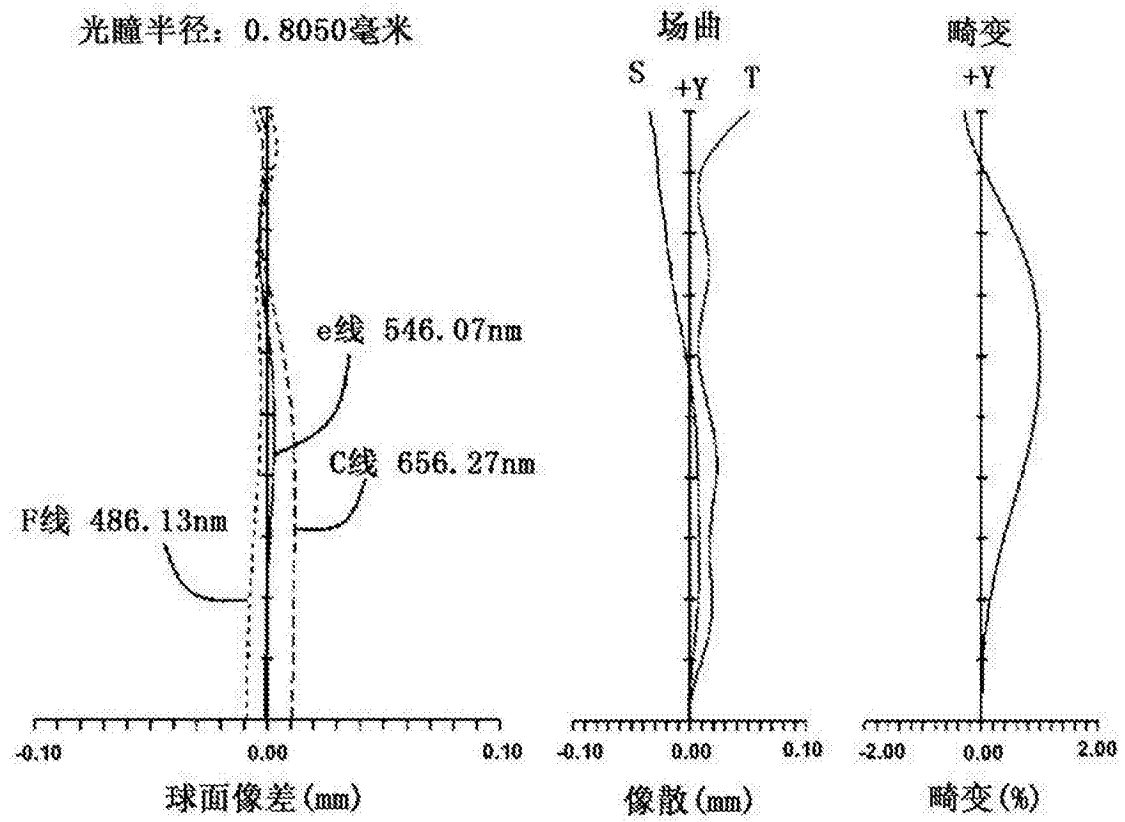


图2

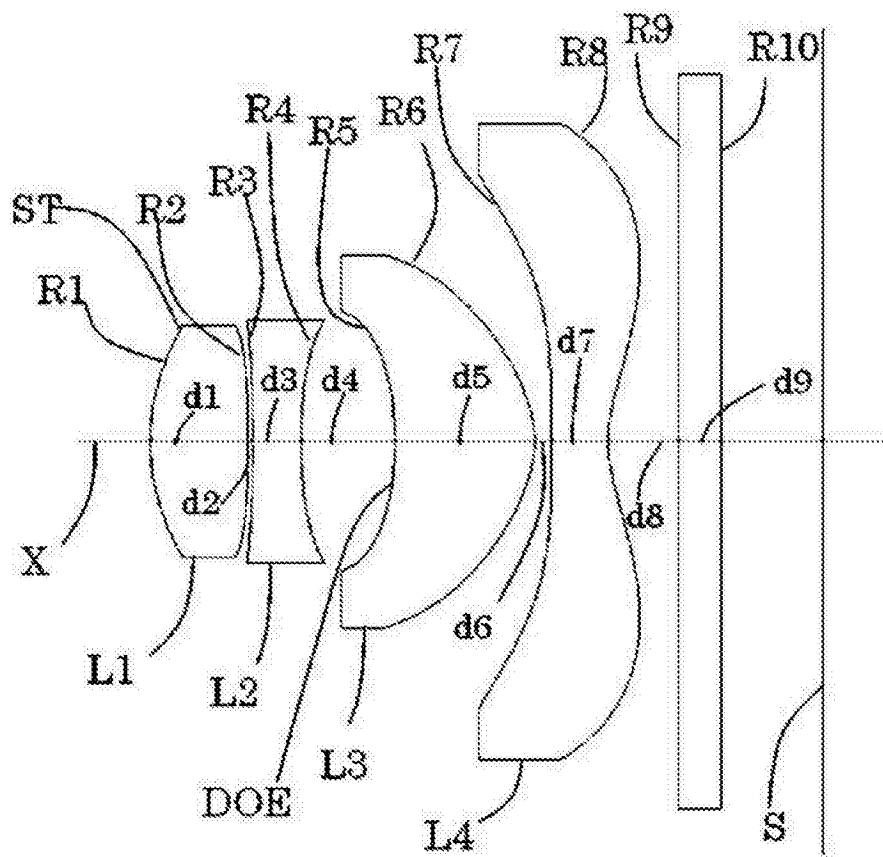


图3

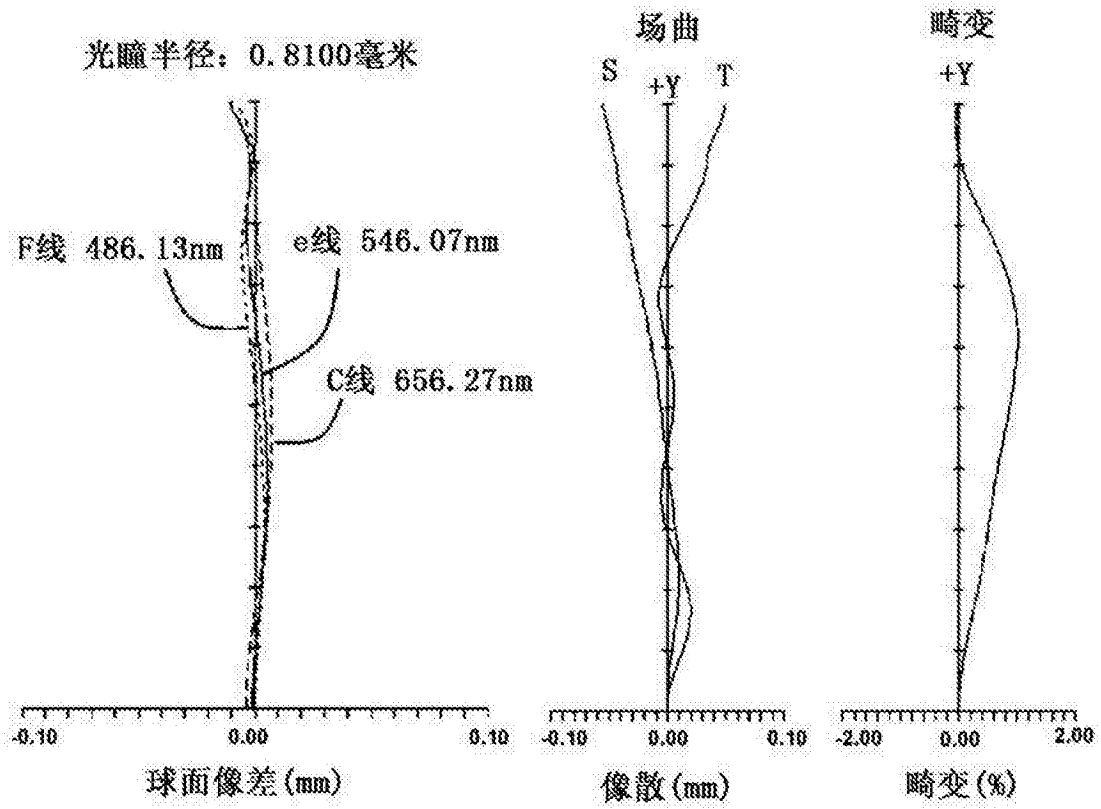


图4

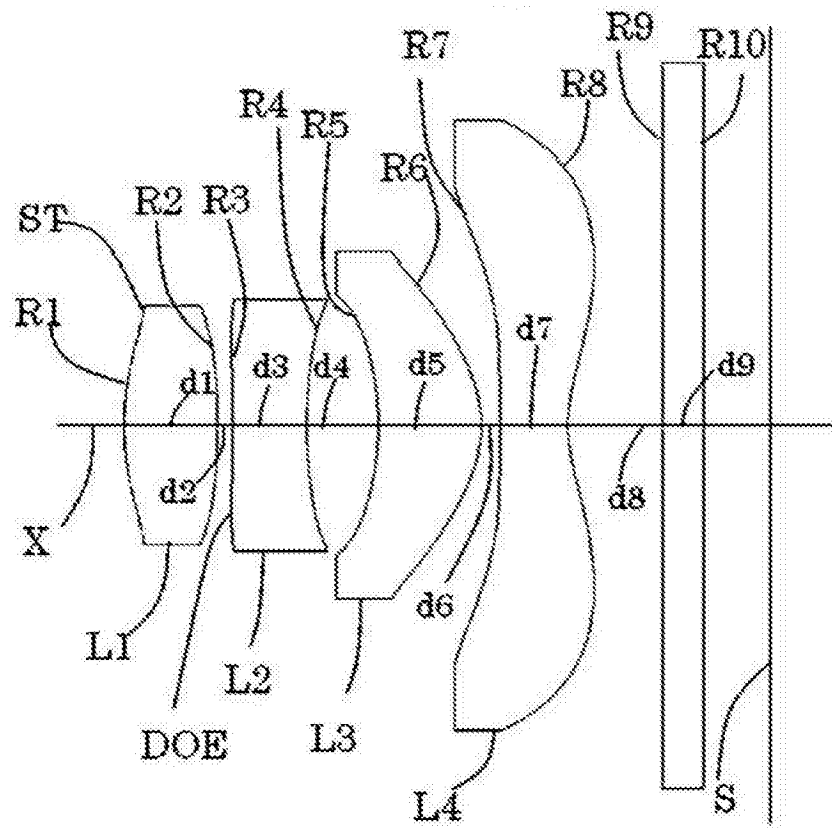


图5

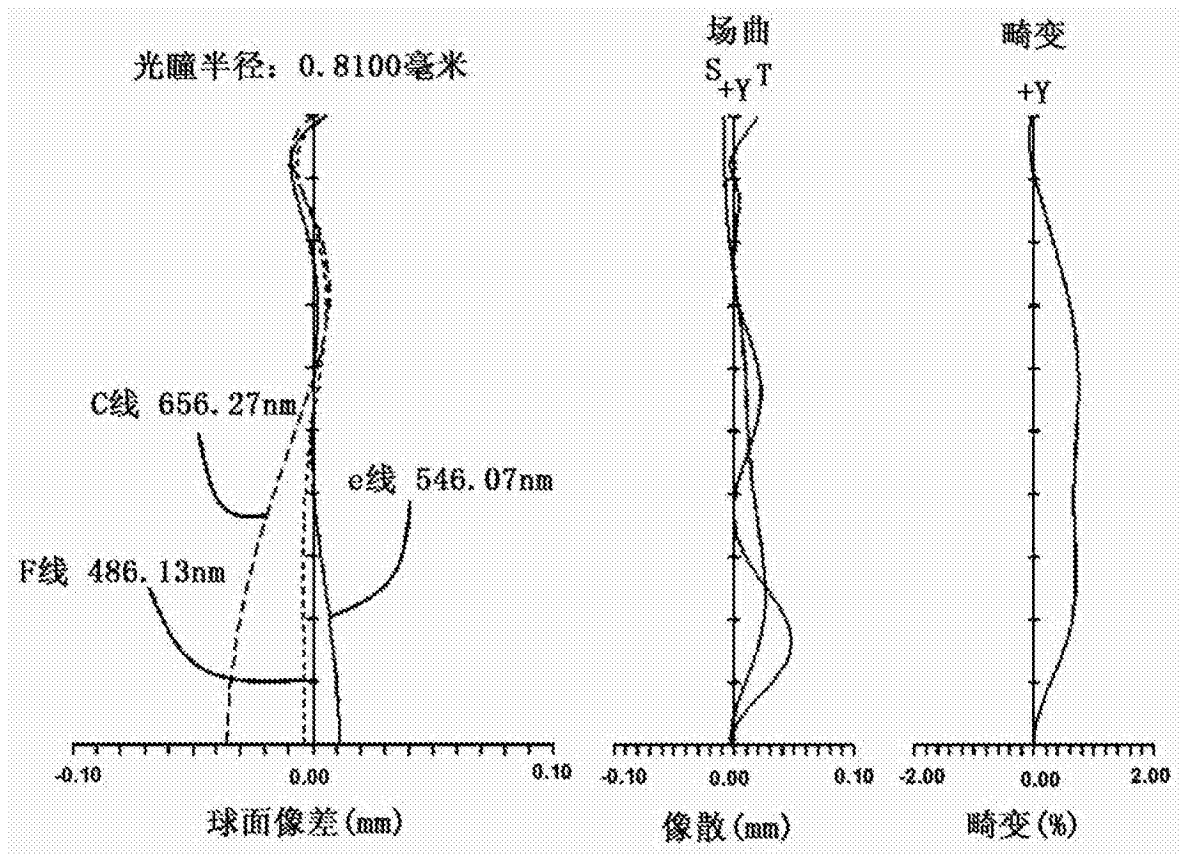


图6

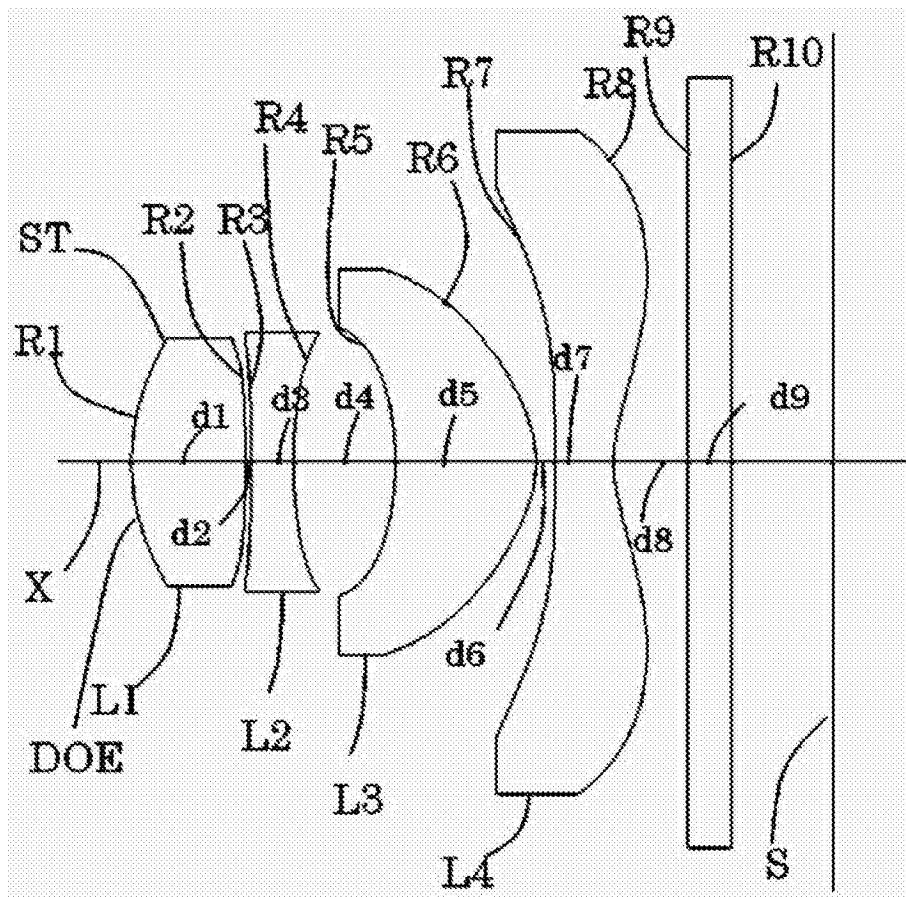


图7

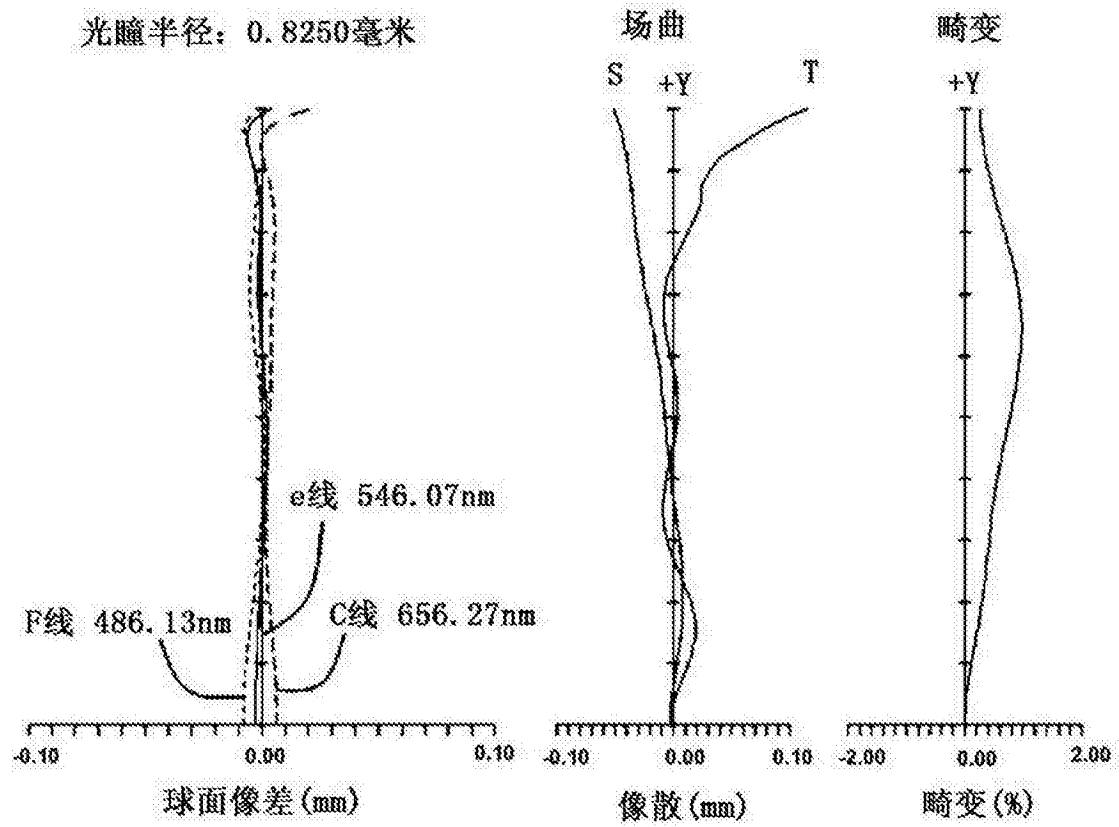


图8

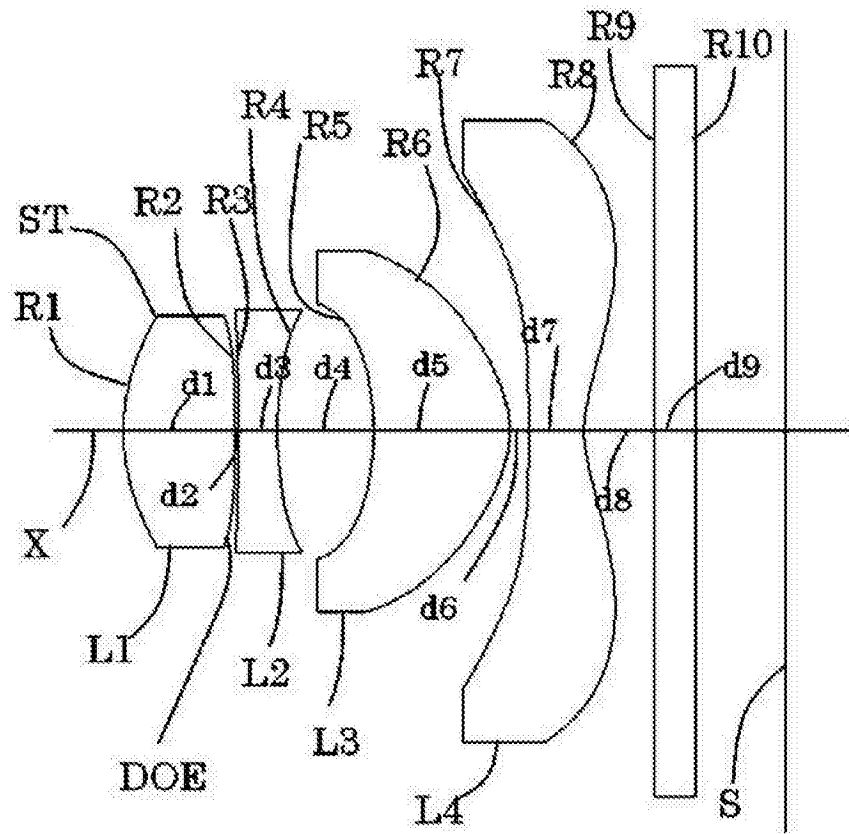


图9

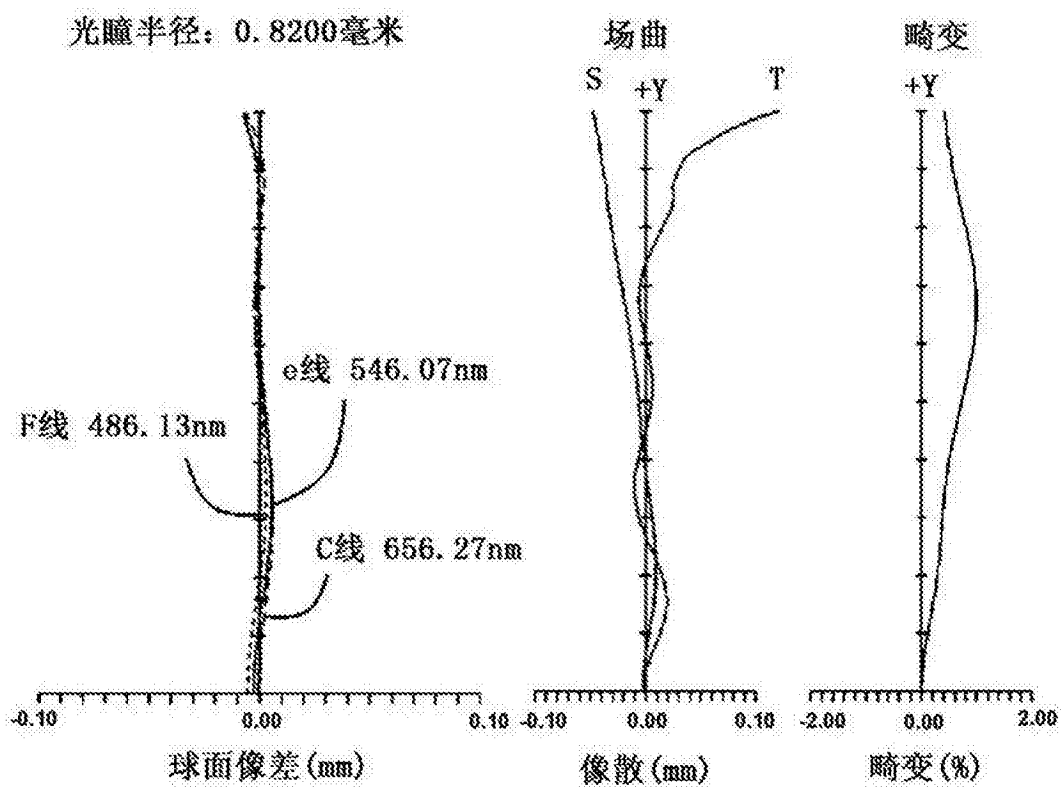


图10

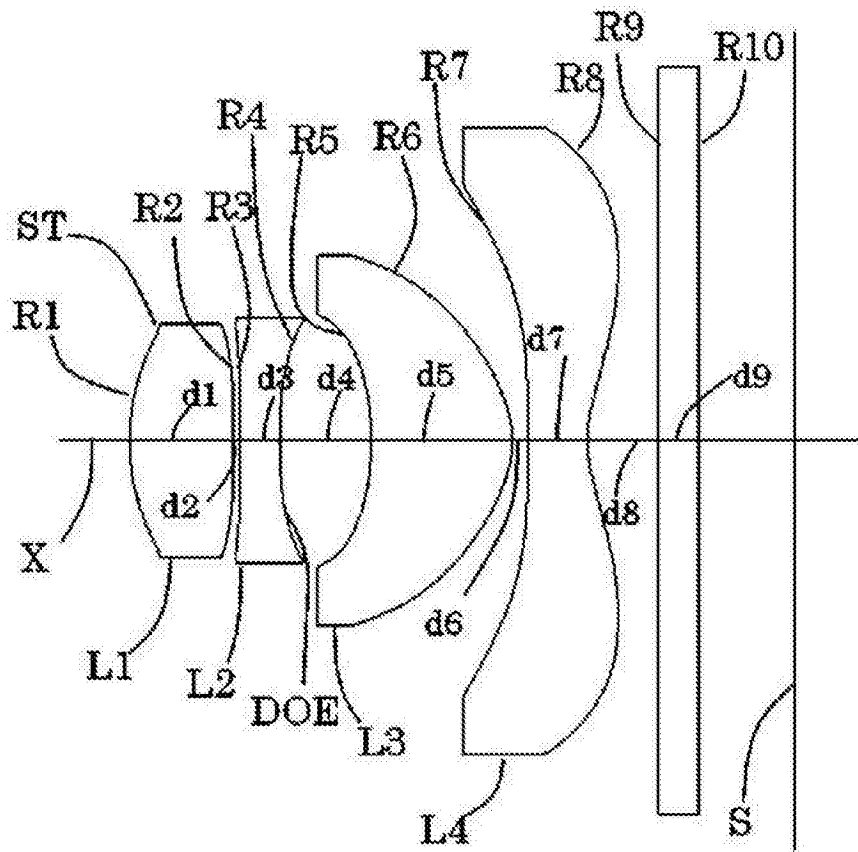


图11

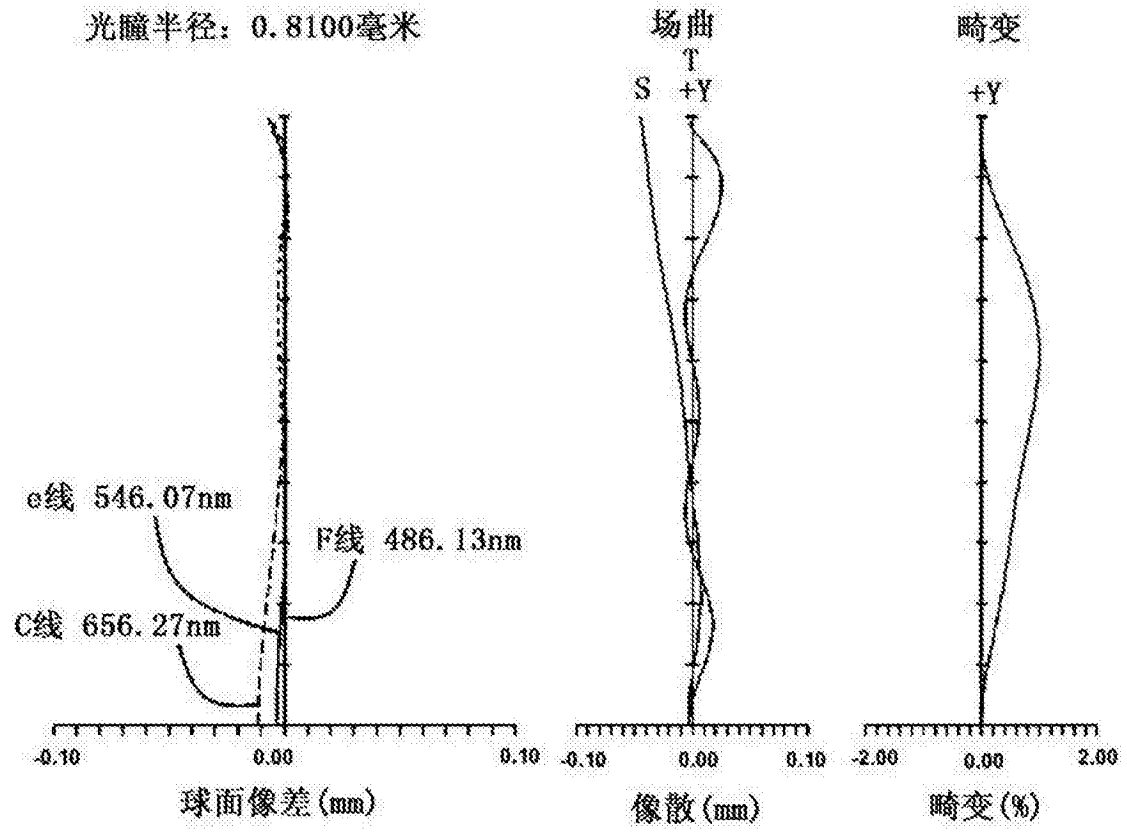


图12