



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116762030 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 15

(21) 申请号 202180090076.6

(22) 申请日 2021.12.10

(30) 优先权数据

10-2020-0172369 2020.12.10 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.07.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2021/018757 2021.12.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/124852 K0 2022.06.16

(71) 申请人 LG伊诺特有限公司

地址 韩国首尔

(72) 发明人 申斗植

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

专利代理师 赵红伟 李琳

(51) Int.Cl.

G02B 9/64 (2006.01)

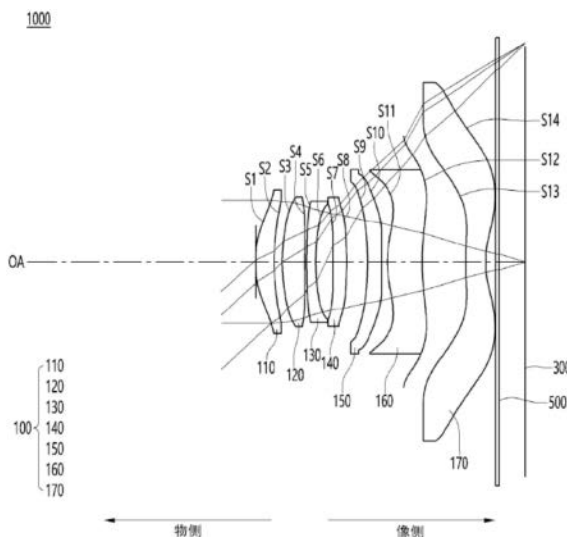
权利要求书2页 说明书25页 附图6页

(54) 发明名称

光学系统及包括其的相机模块

(57) 摘要

根据实施例的光学系统包括从物侧到像侧沿光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,其中第一透镜具有正折光率并具有向物侧凸起的弯月面形状,第二透镜可以具有正折光率,第二透镜的物侧表面是凸的,第二透镜满足下面的[公式1] $1 < f2/F < 1.4$ (公式1中,F指光学系统的有效焦距,f2指第二透镜的焦距)。



1. 一种光学系统,包括:

从物侧到像侧沿光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,

其中,所述第一透镜具有正折光率并且具有向物侧凸起的弯月面形状,

其中,所述第二透镜具有正折光率,

其中,所述第二透镜的物侧表面是凸的,并且

其中,所述第二透镜满足以下公式1:

[公式1]

$$1 < f_2 / F < 1.4$$

在公式1中,F指所述光学系统的有效焦距, f_2 指所述第二透镜的焦距。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述第一透镜和第三透镜满足以下公式2:

[公式2]

$$0.85 < (SD \ L3S1) / (SD \ L1S1) < 0.95$$

在公式2中,SD L1S1指所述第一透镜的物侧表面的有效半径,即半孔径,SD L3S1指所述第三透镜的物侧表面的有效半径。

3. 根据权利要求2所述的光学系统,其中,所述第三透镜具有负折光率,并且

其中,所述第三透镜的物侧表面是凹的。

4. 根据权利要求2所述的光学系统,其中,所述第六透镜和所述第七透镜满足以下公式3:

[公式3]

$$0.78 < (SD \ L6 \ S2) / (SD \ L7 \ S \ 1) < 0.95$$

在公式3中,SD L 6S2指所述第六透镜的像侧表面的有效半径,SD L7 S 1指所述第七透镜的物侧表面的有效半径。

5. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,所述第六透镜具有正折光率,并且

其中,所述第六透镜的物侧表面是凸的。

6. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,所述第七透镜具有负折光率,并且

其中,所述第七透镜的像侧表面是凹的。

7. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,所述第五透镜的物侧表面是凹的。

8. 一种光学系统,包括:

从物侧到像侧沿光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,

其中,所述第一透镜具有正折光率并且具有向物侧凸起的弯月面形状,

其中,所述第二透镜具有正折光率,

其中,所述第二透镜的物侧表面是凸的,

其中,所述第一透镜包括设置在物侧表面上的第一拐点以及设置在像侧表面上的第二拐点,并且

其中,相对于所述光轴的垂直方向,所述光轴与所述第一拐点之间的距离比所述光轴与所述第二拐点之间的距离大。

9. 根据权利要求8所述的光学系统,其中,当以所述光轴为起点并且以所述第一透镜的

物侧表面的端部为终点时,以与所述光轴垂直的方向为基准,所述第一拐点设置在80%至99%的位置处。

10.根据权利要求9所述的光学系统,其中,当以所述光轴为起点并且以所述第一透镜的像侧表面的端部为终点时,以与所述光轴垂直的方向为基准,所述第二拐点设置在55%至85%的位置处。

11.根据权利要求8所述的光学系统,其中,所述第六透镜的物侧表面和像侧表面中的至少一者包括拐点。

12.根据权利要求8所述的光学系统,其中,所述第七透镜的物侧表面和像侧表面中的至少一者包括拐点。

光学系统及包括其的相机模块

技术领域

[0001] 实施例涉及一种用于改进的光效率的光学系统及包括该光学系统的相机模块。

背景技术

[0002] 相机模块捕捉物体并将其存储为图像或视频,并被安装在各种应用中。特别是,相机模块被制造为非常小的尺寸,不仅应用于便携式装置,如智能手机、平板电脑和笔记本电脑,而且还应用于无人机和车辆以提供各种功能。例如,相机模块的光学系统可以包括用于形成图像的成像透镜以及用于将形成的图像转换为电信号的图像传感器。在这种情况下,相机模块可以通过自动调整图像传感器与成像透镜之间的距离来执行使透镜焦距对准的自动对焦(AF)功能,并且可以通过经由变焦透镜增加或减少远程物体的放大率来执行放大或缩小的缩放功能。此外,该相机模块采用图像稳定(IS)技术,以校正或防止由于不稳定的固定装置或由用户的移动引起的相机移动而导致的图像不稳定。该相机模块获得图像的最重要元件是形成图像的成像透镜。最近,越来越关注诸如高图像质量和高分辨率的高效率,为了实现这一点,正在进行包括多个透镜的光学系统的研究。例如,正在进行使用具有正(+)和/或负(-)折光率的多个成像透镜来实现高效率光学系统的研究。

[0003] 然而,当包括多个透镜时,存在下述问题,即,很难得出优异的光学特性和像差特性。此外,当包括多个透镜时,由于多个透镜的厚度、间隔、尺寸等原因,总长度、高度等可能会增加,从而增加包括多个透镜的模块的总尺寸。因此,需要一种能够解决上述问题的新光学系统。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 实施例提供一种具有改进的光学特性的光学系统。

[0006] 实施例提供一种能够减小尺寸的光学系统。

[0007] 技术方案

[0008] 根据本发明实施例的光学系统包括在从物侧到像侧的方向上沿光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,其中所述第一透镜具有正折光率并且具有向物侧凸起的弯月面形状,所述第二透镜具有正折光率,所述第二透镜的物侧表面可以是凸的,并且所述第二透镜可以满足以下公式1:

[0009] [公式1] $1 < f2/F < 1.4$

[0010] (在公式1中,F指光学系统的有效焦距,f2指第二透镜的焦距)。

[0011] 根据本发明实施例,所述第一透镜和第三透镜可以满足以下公式2:

[0012] [公式2] $0.85 < (SD L3S1)/(SD L1S1) < 0.95$ 。

[0013] (在公式2中,SD L1S1指所述第一透镜的物侧表面的有效半径(例如,半孔径),SD L3S1指所述第三透镜的物侧表面的有效半径)。

[0014] 根据本发明实施例,所述第三透镜可以具有负折光率,并且所述第三透镜的物侧

表面可以是凹的。

[0015] 根据本发明实施例,所述第六透镜和所述第七透镜可以满足以下公式3:

[0016] [公式3] $0.78 < (SD L6S2) / (SD L7S1) < 0.95$

[0017] (在公式3中,SD L6S2指所述第六透镜的像侧表面的有效半径,SD L7S1指所述第七透镜的物侧表面的有效半径)。

[0018] 根据本发明实施例,所述第六透镜可以具有正折光率,并且所述第六透镜的物侧表面可以是凸的。所述第七透镜可以具有负折光率,并且所述第七透镜的像侧表面可以是凹的。第五透镜的物侧表面可以是凹的。

[0019] 根据本发明实施例的光学系统包括从物侧到像侧沿光轴依次设置的第一透镜、第二透镜、第三透镜、第四透镜、第五透镜、第六透镜以及第七透镜,其中所述第一透镜具有正折光率并具有向物体凸起的弯月面形状,其中所述第二透镜具有正折光率,所述第二透镜的物侧表面是凸的,所述第一透镜包括设置在所述物侧表面上的第一拐点以及设置在所述像侧表面上的第二拐点,并且相对于所述光轴的垂直方向,所述光轴与所述第一拐点之间的距离可以比所述光轴与所述第二拐点之间的距离大。

[0020] 根据本发明实施例,当所述光轴为起点并且所述第一透镜的物侧表面的端部为终点时,基于与所述光轴垂直的方向,所述第一拐点可以设置在80%至99%的位置处。

[0021] 根据本发明实施例,当所述光轴为起点并且所述第一透镜的像侧的端部为终点时,基于与所述光轴垂直的方向,所述第二拐点可以设置在55%至85%的位置处。

[0022] 根据本发明实施例,第六透镜的物侧表面和像侧表面中的至少一个可以包括拐点。所述第七透镜的物侧表面和像侧表面中的至少一个可以包括拐点。

[0023] 有益效果

[0024] 根据本发明实施例的光学系统和相机模块可以具有改进的光学特性。详细而言,光学系统和相机模块可以满足多个公式中的至少一个,从而阻挡进入光学系统的不必要的光线。因此,光学系统和相机模块可以改善像差特性。

[0025] 此外,根据实施例的光学系统可以具有纤薄结构。相应地,包括光学系统的装置,例如,相机模块可以以更纤薄和更紧凑的形式提供。

附图说明

[0026] 图1是根据第一实施例的光学系统的框图;

[0027] 图2是说明根据图1的光学系统的像差特性的图;

[0028] 图3是根据第二实施例的光学系统的框图;

[0029] 图4是说明根据图3的光学系统的像差特性的曲线图;

[0030] 图5是根据第三实施例的光学系统的框图;

[0031] 图6是说明根据图5的光学系统的像差特性的图;

[0032] 图7是说明根据本发明实施例的相机模块被应用于移动终端的视图。

具体实施方式

[0033] 下面,将参考附图详细描述本发明的优选实施例。本发明的技术精神并不限于所描述的部分实施例,并且可以以各种其他形式实施,并且在本发明的技术精神的范围内,一

个或多个组件可以选择性地组合和替换以用于应用。此外,除非明确地特别定义和描述,否则本发明的实施例中使用的术语(包括技术和科学术语)可以被解释为与本发明所属技术的普通技术人员通常理解的含义相同,并且诸如常用字典中定义的术语的常用术语应该能够考虑相关技术的上下文含义来解释它们的含义。

[0034] 此外,本发明的实施例中使用的术语是用于描述实施例的,而不是为了限制本发明。在本说明书中,单数形式也可以包括复数形式,除非在短语中另外特别说明,并且在被描述为“A和(以及)、B、C中的至少一个(或一个或多个)”的情况下,可以包括可以以A、B和C组合的所有组合中的一个或多个。在描述本发明的实施例的部件时,可以使用诸如第一、第二、A、B、(a)和(b)等的术语。这些术语仅用于将部件与其他部件区分开来,并且这些术语不由相应的构成要素的本质、顺序或次序等决定。此外,当部件被描述为与另一部件“连接”、“结合”或“接合”时,该描述不仅可以包括该部件直接与其他部件“连接”、“结合”或“接合”的情况,而且还包括通过该部件与其他部件之间的另一个部件而“连接”、“结合”或“接合”的情况。此外,当被描述为形成或设置在每个部件“上方(上)”或“下方(下)”时,该描述不仅可以包括两个部件直接彼此接触的情况,而且还包括一个或多个其他部件形成或设置在两个部件之间的情况。此外,当被描述为“上方(上)”或“下方(下)”时,可以指相对于一个元件的向下方向以及向上方向。另外,透镜的凸面可以指与光轴对应的区域的透镜表面具有凸的形状,而凹透镜表面指与光轴对应的区域的透镜表面具有凹的形状。此外,“物侧表面”可以指透镜相对于光轴面向物侧的表面,而“像侧表面”可以指透镜相对于光轴面向成像面的表面。此外,垂直方向可以指垂直于光轴的方向,并且透镜或透镜表面的端部可以指入射光通过的透镜的有效区域的端部。

[0035] 根据本发明实施例的光学系统1000可以包括多个透镜100。例如,根据本发明实施例的光学系统1000可以包括五个或更多个的透镜。详细而言,光学系统1000可以包括七个透镜。也就是说,光学系统1000包括从物侧到像侧或传感器侧依次设置的第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160、第七透镜170和图像传感器300。第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170可以沿光学系统1000的光轴OA依次设置。

[0036] 与物体信息对应的光可以通过第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160和第七透镜170入射到图像传感器300上。多个透镜100中的每一个可以包括有效区域和无效区域。有效区域可以是入射到第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的每一个上的光所经过的区域。也就是说,有效区域可以是入射光被折射以实现光学特性的区域。无效区域可以设置在有效区域周围。无效区域可以是光不入射的区域。也就是说,无效区域可以是与光学特性无关的区域。另外,无效区域可以是固定在用于容纳透镜的镜筒(未示出)上的区域。

[0037] 图像传感器300可以检测光。详细而言,图像传感器300检测依次通过多个透镜100通过,详细而言,通过第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170的光。图像传感器300可以包括电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)。

[0038] 根据本实施例的光学系统1000可以进一步包括过滤器500。过滤器500可以设置在多个透镜100与图像传感器300之间。过滤器500可以设置在多个透镜100中最接近图像传感器300的最后一个透镜(第七透镜170)与图像传感器300之间。过滤器500可以包括红外过滤

器和光学过滤器中的至少一个,例如盖玻璃。过滤器500可以使设定的波长带的光通过,并过滤不同波长带的光。当过滤器500包括红外过滤器时,可以阻挡从外部光发出的辐射热传输到图像传感器300。而且,过滤器500可以传输可见光并反射红外光。

[0039] 另外,根据本发明实施例的光学系统1000可以包括光圈挡板(未示出)。光圈挡板可以控制入射到光学系统1000上的光量。光圈挡板可以设置在第一透镜110的前面,或者设置在从第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中选出的两个透镜之间。例如,光圈挡板可以设置在第一透镜110与第二透镜120之间。另外,第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的至少一个可以作为光圈挡板起作用。例如,选自第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的一个透镜的物侧表面或像侧表面作为用于控制光量的光圈挡板起作用。例如,第二透镜120的物侧表面(第三表面S5)可以作为光圈挡板起作用。

[0040] 根据本发明实施例的光学系统1000可以进一步包括光路改变构件(未示出)。光路改变构件可以通过反射从外部入射的光来改变光的路径。光路改变构件可以包括反射器和棱镜。例如,光路改变构件可以包括直角棱镜。当光路改变构件包括直角棱镜时,光路改变构件可以通过以90度角度反射入射光的路径来改变光的路径。光路改变构件可以设置为比第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170更靠近物侧。也就是说,当光学系统1000包括光路改变构件时,可以从物侧向像侧方向依次设置光路改变构件、第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160、第七透镜170、过滤器500和图像传感器300。光路改变构件可以反射从外部入射的光,以改变光在设定方向上的路径。光路改变构件可以反射入射在光路改变构件上的光,以改变朝向第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170的光的路径。当光学系统1000包括光路改变构件时,该光学系统可以应用于能够减少相机厚度的折叠式相机。详细地说,当光学系统1000包括光路改变构件时,在与所应用装置的表面垂直的方向上入射的光可以改变为与该装置的表面平行的方向。相应地,包括多个透镜的光学系统1000在装置中可以具有更薄的厚度,因此装置可以被更薄地提供。

[0041] 更详细地说,当光学系统1000不包括光路改变构件时,多个透镜可以设置为在与装置的表面垂直的方向上在装置中延伸。相应地,包括多个透镜的光学系统1000可能在装置的表面垂直的方向上具有大的高度,并且可能难以将装置形成薄厚度。然而,当光学系统1000包括光路改变构件时,它可以应用于折叠式相机,并且多个透镜可以被设置为在与装置的表面平行的方向上延伸。也就是说,光学系统1000可以被设置为使光轴OA与该装置的表面平行。相应地,包括多个透镜的光学系统1000可能在装置表面垂直的方向上具有低高度。相应地,包括光学系统1000的折叠式相机可以在装置中具有薄厚度,并且该装置的厚度也可以减少。

[0042] 下面,将更详细地描述多个透镜100。

[0043] 第一透镜110可以具有正(+)折光率或负(-)折光率。第一透镜110可以包括塑料或玻璃材料。例如,第一透镜110可以由塑料材料制成。第一透镜110可以包括定义为物侧表面的第一表面S1以及定义为像侧表面的第二表面S2。在下文中,像侧表面可以是传感器侧。第一表面S1可以是凸的,而第二表面S2可以是凹的。也就是说,第一透镜110可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第一表面S1和第二表面S2中的至少一个可以是非球面的。例如,第一表

面S1和第二表面S2都可以是非球面的。第一透镜110可以包括至少一个拐点。详细来说,第一表面S1和第二表面S2中的至少一个可以包括拐点。例如,第一表面S1可以包括定义为拐点的第二拐点。当光轴OA为起点并且第一透镜110的第一表面S1的端部为终点时,第二拐点可以设置在小于或等于约99%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第一透镜110的第一表面S1的端部为终点时,第二拐点可以设置在约80%至约99%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第一透镜110的第一表面S1的端部为终点时,第二拐点可以设置在约85%至约99%的位置处。这里,第一表面S1的端部可以指第一透镜110的第一表面S1的有效区域的端部,并且第二拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设置的位置。第二表面S2可以包括定义为拐点的第二拐点。当光轴OA为起点并且第一透镜110的第二表面S2的端部为终点时,第二拐点可以被设置在小于或等于约85%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第一透镜110的第二表面S2的端部为终点时,第二拐点可以设置在约55%至约85%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第一透镜110的第二表面S2的端部为终点时,第二拐点可以设置在约60%至约80%的位置处。这里,第二表面S2的端部可以指第一透镜110的第二表面S2的有效区域的端部,而第二拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设置的位置。

[0044] 在这种情况下,第一拐点相对于光轴OA可以位于比第二拐点更大的距离。详细地说,在光轴OA的垂直方向上,光轴OA与第一拐点之间的距离可以比光轴OA与第二拐点之间的距离大。

[0045] 第二透镜120可以具有正(+)折光率。第二透镜120可以包括塑料或玻璃材料。例如,第二透镜120可以由塑料材料制成。第二透镜120可以包括定义为物侧表面的第三表面S3和定义为像侧表面的第四表面S4。第三表面S3可以是凸的,而第四表面S4可以是凹的。也就是说,第二透镜120可以具有两个表面都凸出的形状。或者,第三表面S3可以是凸的,第四表面S4可以是凹的。也就是说,第二透镜120可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第三表面S3和第四表面S4中至少一个可以是非球面的。例如,第三表面S3和第四表面S4可以都是非球面的。

[0046] 第三透镜130可以具有负(-)折光率。第三透镜130可以包括塑料或玻璃材料。例如,第三透镜130可以由塑料材料制成。第三透镜130可以包括定义为物侧表面的第五表面S5和定义为像侧表面的第六表面S6。第五表面S5可以是凸的,而第六表面S6可以是凹的。也就是说,第三透镜130可以具有朝向物侧凸起的弯月面形状。或者,第五表面S5可以是凹的,而第六表面S6可以是凹的。也就是说,第三透镜130可以具有两个表面都凹陷的形状。第五表面S5和第六表面S6中的至少一个可以是非球面的。例如,第五表面S5和第六表面S6可以都是非球面的。

[0047] 第四透镜140可以具有正(+)折光率或负(-)折光率。第四透镜140可以包括塑料或玻璃材料。例如,第四透镜140可以由塑料材料制成。第四透镜140可以包括定义为物侧表面的第七表面S7和定义为像侧表面的第八表面S8。第七表面S7可以是凸的,第八表面S8可以是凹的。也就是说,第四透镜140可以具有向物侧凸起的弯月面形状。或者,第七表面S7可以是凸的,而第八表面S8可以是凸的。也就是说,第四透镜140可以具有两个表面都凸起的形状。或者,第七表面S7可以是凹的,第八表面S8可以是凹的。也就是说,第四透镜140可以具有两个表面都凹陷的形状。或者,第七表面S7可以是凹的,第八表面S8可以是凸的。也就是

说,第四透镜140可以具有向像侧凸起的弯月面形状。第七表面S7和第八表面S8中的至少一个可以是非球面的。例如,第七表面S7和第八表面S8都可以是非球面的。第四透镜140可以包括至少一个拐点。详细来说,第七表面S7和第八表面S8中的至少一个可以包括拐点。例如,第八表面S8可以包括定义为拐点的第三拐点。第三拐点可以设置在以光轴OA为起点并且以第三透镜130的第八表面S8的端部为终点的约95%以下的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第三透镜130的第八表面S8的端部为终点时,第三拐点可以被设置在约65%至约95%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第三透镜130的第八表面S8的端部为终点时,第三拐点可以设置在约70%至约90%的位置处。这里,第八表面S8的端部可以指第三透镜130的第八表面S8的有效区域的端部,并且第三拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设置的位置。

[0048] 第五透镜150可以具有正(+)折光率或负(-)折光率。第五透镜150可以包括塑料或玻璃材料。例如,第五透镜150可以由塑料材料制成。第五透镜150可以包括定义为物侧表面的第九表面S9和定义为像侧表面的第十表面S10。第九表面S9可以是凹的,第十表面S10可以是凹的。也就是说,第五透镜150可以具有两个表面都凹陷的形状。或者,第九表面S9可以是凹的,第十表面S10可以是凸的。也就是说,第五透镜150可以具有向像侧凸起的弯月面形状。第九表面S9和第十表面S10中的至少一个可以是非球面的。例如,第九表面S9和第十表面S10可以都是非球面的。

[0049] 第六透镜160可以具有正(+)折光率。第六透镜160可以包括塑料或玻璃材料。例如,第六透镜160可以由塑料材料制成。第六透镜160可以包括定义为物侧表面的第十一表面S11和定义为像侧表面的第十二表面S12。第十一表面S11可以是凸的,而第十二表面S12可以是凹的。也就是说,第六透镜160可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第十一表面S11和第十二表面S12中的至少一个可以是非球面的。例如,第十一表面S11和第十二表面S12可以都是非球面的。第六透镜160可以包括至少一个拐点。详细来说,第十一表面S11和第十二表面S12中的至少一个可以包括拐点。例如,第十一表面S11可以包括定义为拐点的第四拐点。当光轴OA为起点并且第六透镜160的第十一表面S11的端部为终点时,第四拐点可设置在小于或等于约70%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第六透镜160的第十一表面S11的端部为终点时,第四拐点可以设置在约40%至约70%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第六透镜160的第十一表面S11的端部为终点时,第四拐点可以设置在约45%至约65%的位置处。这里,第十一表面S11的端部可以指第六透镜160的第十一表面S11的有效区域的端部,而第四拐点的位置可以为基于光轴OA的垂直方向设定的位置。第十二表面S12可以包括定义为拐点的第五拐点。当光轴OA为起点并且第六透镜160的第十二表面S12的端部为终点时,第五拐点可以被设置在小于或等于约65%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第六透镜160的第十二表面S12的端部为终点时,第五拐点可以设置在约35%至约65%的位置处。更详细地说,当第五拐点以光轴OA为起点,以第六透镜160的第十二表面S12的端部为终点时,第五拐点可以设置在约40%至约60%的位置处。这里,第十二表面S12的端部可以指第六透镜160的第十二表面S12的有效区域的端部,而第五拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设置的位置。

[0050] 在这种情况下,第五拐点可以相对于光轴OA位于比第四拐点更远的距离处。详细地说,光轴OA与第五拐点之间在光轴OA的垂直方向上的距离可以比光轴OA与第四拐点之间

的距离大。

[0051] 第七透镜170可以具有负(-)折光率。第七透镜170可以包括塑料或玻璃材料。例如,第七透镜170可以由塑料材料制成。第七透镜170可以包括定义为物侧表面的第十三表面S13和定义为像侧表面的第十四表面S14。第十三表面S13可以是凸的,而第十四表面S14可以是凹的。也就是说,第七透镜170可以具有向物侧凸起的弯月面形状。或者,第十三表面S13可以是凹的,第十四表面S14可以是凹的。也就是说,第七透镜170可以具有两个表面都凹陷的形状。第十三表面S13和第十四表面S14中的至少一个可以是非球面的。例如,第十三表面S13和第十四表面S14可以都是非球面的。第七透镜170可以包括至少一个拐点。详细来说,第十三表面S13和第十四表面S14中的至少一个可以包括拐点。例如,第十三表面S13可以包括定义为拐点的第六拐点。当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十三表面S13的端部为终点时,第六拐点可以设置在小于或等于约30%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十三表面S13的端部为终点时,第六拐点可以设置在约5%至约30%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十三表面S13的端部为终点时,第六拐点可以设置在约5%至约25%的位置处。这里,第十三表面S13的端部可以指第七透镜170的第十三表面S13的有效区域的端部,并且第六拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设置的位置。另外,第十四表面S14可以包括定义为拐点的第七拐点。当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十四表面S14的端部为终点时,第七拐点可以设置在小于或等于约45%的位置处。详细地说,当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十四表面S14的端部为终点时,第七拐点可以设置在约15%至约45%的位置处。更详细地说,当光轴OA为起点并且第七透镜170的第十四表面S14的端部为终点时,第七拐点可以设置在约20%至约40%的位置处。这里,第十四表面S14的端部可以指第七透镜170的第十四表面S14的有效区域的端部,并且第七拐点的位置可以是基于光轴OA的垂直方向设定的位置。

[0052] 在这种情况下,第七拐点可以相对于光轴OA位于比第六拐点更远的距离处。详细而言,光轴OA与第七拐点之间在光轴OA的垂直方向上的距离可以比光轴OA与第六拐点之间的距离大。

[0053] 根据实施例的光学系统1000可以满足以下公式中的至少一个。相应地,根据本发明实施例的光学系统1000可以具有光学改进效果。而且,根据本发明实施例的光学系统1000可以具有更纤薄的结构。

[0054] [公式1]

$$[0055] \quad 1 < f_2/F < 1.35$$

[0056] 在公式1中,F指光学系统1000的有效焦距,而F₂指第二透镜120的焦距。

[0057] [公式2]

$$[0058] \quad 0.85 < (SD_{L3S1}) / (SD_{L1S1}) < 0.95$$

[0059] 在公式2中,SD_{L1S1}指第一透镜110的物侧表面(第一表面S1)的有效半径(半孔径),SD_{L3S1}指第三透镜130的物侧表面(第五表面S5)的有效半径(半孔径)。

[0060] [公式3]

$$[0061] \quad 0.78 < (SD_{L6S2}) / (SD_{L7S1}) < 0.95$$

[0062] 在公式3中,SD_{L6S2}指第六透镜160的像侧表面(第十二表面S12)的有效半径(半孔径),而SD_{L7S1}指第七透镜170的物侧表面(第十三表面S13)的有效半径(半孔径)。

[0063] [公式4]

$$[0064] \quad 0.8 < (SD \ L3S2) / (SD \ L4S2) < 0.95$$

[0065] 在公式4中,SD L3S2指第三透镜130的像侧表面(第六表面S6)的有效半径(半孔径),SD L4S2指第四透镜140的像侧表面(第八表面S8)的有效半径(半孔径)。

[0066] [公式5]

$$[0067] \quad 0.8 < L1_CT / L2_CT < 1.15$$

[0068] 在公式5中,L1_CT指第一透镜110的中心厚度,L2_CT指第二透镜120的中心厚度。

[0069] [公式6]

$$[0070] \quad 2.35 < L2_CT / L3_CT < 2.65$$

[0071] 在公式6中,L2_CT指第二透镜120的中心厚度,L3_CT指第三透镜130的中心厚度。

[0072] [公式7]

$$[0073] \quad 0.55 < L3_CT / L4_CT < 0.8$$

[0074] 在公式7中,L3_CT指第三透镜130的中心厚度,L4_CT指第四透镜140的中心厚度。

[0075] [公式8]

$$[0076] \quad 1.4 < L6_CT / L7_CT < 2.3$$

[0077] 在公式8中,L6_CT指第六透镜160的中心厚度,而L7_CT指第七透镜170的中心厚度。

[0078] [公式9]

$$[0079] \quad 0.1 < d12 / d67 < 0.3$$

[0080] 在公式9中,d12指第一透镜110与第二透镜120之间的中心间隔,并且d67指第六透镜160与第七透镜170之间的中心间隔。

[0081] [公式10]

$$[0082] \quad 0.4 < d67 / L6_CT < 1.4$$

[0083] 在公式10中,d67指第六透镜160与第七透镜170之间的中心间隔,而L6_CT指第六透镜160的中心厚度。

[0084] [公式11]

$$[0085] \quad 1.2 < f1 / f2 < 1.85$$

[0086] 在公式11中,f1指第一透镜110的焦距,而f2指第二透镜120的焦距。

[0087] [公式12]

$$[0088] \quad -1.4 < f1 / f3 < -0.7$$

[0089] 在公式12中,f1指第一透镜110的焦距,f3指第三透镜130的焦距。

[0090] [公式13]

$$[0091] \quad -0.8 < f2 / f3 < -0.6$$

[0092] 在公式13中,f2指第二透镜120的焦距,f3指第三透镜130的焦距。

[0093] [公式14]

$$[0094] \quad -0.45 < f3 / f4 < -0.2$$

[0095] 在公式14中,f3指第三透镜130的焦距,而f4指第四透镜140的焦距。

[0096] [公式15]

$$[0097] \quad -1 < f6 / f7 < -0.5$$

[0098] 在公式15中, f_6 指第六透镜160的焦距, f_7 指第七透镜170的焦距。

[0099] [公式16]

$$[0100] \quad 0.6 < |f_2/f_7| < 1.4$$

[0101] 在公式16中, f_2 指第二透镜120的焦距, f_7 指第七透镜170的焦距。

[0102] [公式17]

$$[0103] \quad 1.65 < F/EPD < 2$$

[0104] 在公式17中, F 指光学系统1000的有效焦距, 而 EPD 指光学系统1000的入口瞳孔大小。

[0105] [公式18]

$$[0106] \quad 0.4 < L1R1/L1R2 < 0.8$$

[0107] 在公式18中, $L1R1$ 指第一透镜110的物侧表面(第一表面 $S1$)的曲率半径, $L1R2$ 指第一透镜110的像侧表面(第二表面 $S2$)的曲率半径。

[0108] [公式19]

$$[0109] \quad 0.4 < L1R1/L2R1 < 0.9$$

[0110] 在公式19中, $L1R1$ 指第一透镜110的物侧表面(第一表面 $S1$)的曲率半径, 而 $L2R1$ 指第二透镜120的物侧表面(第三表面 $S3$)的曲率半径。

[0111] [公式20]

$$[0112] \quad n2d < 1.6$$

[0113] 在公式20中, $n2d$ 指第二透镜120的折射率。详细而言, $n2d$ 指第二透镜120的 d 线上的折射率。

[0114] [公式21]

$$[0115] \quad V3d < 30$$

[0116] 在公式21中, $V3d$ 指第三透镜130的阿贝数。

[0117] [公式22]

$$[0118] \quad 0.5 < TTL/ImgH < 0.85$$

[0119] 在公式22中, TTL (透镜总长)指从第一透镜110的物侧表面(第一表面 $S1$)的顶点到图像传感器300的上表面的光轴 OA 方向距离, $ImgH$ 指从与光轴 OA 重叠的图像传感器300的场中心 O 场区域到图像传感器300的 1.0 场区域的垂直距离。即, $ImgH$ 指图像传感器300的有效区域的对角线方向上的长度的 $1/2$ 的值。

[0120] [公式23]

$$[0121] \quad 0.05 < BFL/ImgH < 0.15$$

[0122] 在公式23中, BFL (后焦距)指从第七透镜170的像侧表面(第十四表面 $S14$)的顶点到图像传感器300的上表面的光轴 OA 方向上的距离, $ImgH$ 指从与光轴 OA 重叠的图像传感器300的场中心 O 场区域到图像传感器300的 1.0 场区域的光轴 OA 的垂直距离。即, $ImgH$ 指图像传感器300的有效区域的对角线方向上的长度的 $1/2$ 的值。

[0123] [公式24]

$$[0124] \quad 4 < TTL/BFL < 8$$

[0125] 在公式24中, TTL (透镜总长)指从第一透镜110的物侧表面(第一表面 $S1$)的顶点到图像传感器300的上表面的光轴 OA 方向距离, BFL (背焦距)指从第七透镜170的像侧表面(第

十四表面S14)的顶点到图像传感器300的上表面的光轴OA方向上的距离。

[0126] [公式25]

[0127] $0.65 < F/TTL < 1$

[0128] 在公式25中,F指光学系统1000的有效焦距,并且TTL指从第一透镜110的物侧表面(第一表面S1)的顶点到图像传感器300的上表面的光轴OA方向上的距离。

[0129] [公式26]

$$[0130] \quad Z = \frac{cY^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2Y^2}} + AY^4 + BY^6 + CY^8 + DY^{10} + EY^{12} + FY^{14} + \dots$$

[0131] 在公式26中,Z是Sag,其可以指从非球面上的任意位置到非球面顶点的光轴方向上的距离。

[0132] 此外,Y可以指从非球面上的任意位置到光轴的在与光轴垂直的方向上的距离。

[0133] 另外,c可以指透镜的曲率,而K可以指圆锥常数。

[0134] 此外,A、B、C、D、E和F可以指非球面常数。

[0135] 根据实施例的光学系统1000可以满足公式1至25中的至少一个。在这种情况下,光学系统1000可以具有改进的光学特性。详细而言,光学系统1000可以阻挡进入光学系统1000的不必要的光线以改善像差特性。此外,当光学系统1000满足公式1至25中的至少一个时,光学系统1000可以具有更细长的结构,从而包括光学系统1000的装置可以被更纤细和更紧凑地设置。

[0136] 将参考图1和图2更详细地描述根据第一实施例的光学系统1000。图1是根据第一实施例的光学系统的配置图,并且图2是说明根据第一实施例的光学系统的像差特征的图。

[0137] 参考图1和图2,根据第一实施例的光学系统1000可以包括从物侧到像侧依次设置的第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160、第七透镜170和图像传感器300。第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170可以沿着光学系统1000的光轴OA依次设置。

[0138] 并且,在根据第一实施例的光学系统1000中,可以在第一透镜110与第二透镜120之间设置孔径挡板(未示出)。

[0139] 而且,可以在多个透镜100与图像传感器300之间设置过滤器500。详细而言,过滤器500可以设置在第七透镜170与图像传感器300之间。

[0140] 【表1】

透镜	表面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm) / 间隔 (mm)	折射率	阿贝数 #	半孔径 (mm)
透镜 1	S1	2.74	0.53	1.54	56.09	1.72
	S2	4.52	0.2			1.67
挡板		无限	0.03			
透镜 2	S3	4.79	0.64	1.54	56.09	1.64
	S4	-170.99	0.03			1.62
透镜 3	S5	10.51	0.25	1.67	19.24	1.6
	S6	4.48	0.5			1.52
透镜 4	S7	105.9	0.38	1.54	56.09	1.58
	S8	-22.03	0.58			1.73
透镜 5	S9	-10.61	0.4	1.67	19.24	2.13
	S10	11.78	0.17			2.35
透镜 6	S11	2.78	0.97	1.62	25.95	2.52
	S12	9.3	1.22			3.39
透镜 7	S13	5.77	0.56	1.53	55.66	4.21
	S14	2.21	0.27			4.63

[0142] 表1示出了根据第一实施例的第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170的曲率半径、每个透镜的厚度、透镜之间的间隔、折射率、阿贝数和半孔径。参考图1、图2和表1,根据第一实施例的光学系统1000的第一透镜110可以具有正折光率。第一透镜110的第一表面S1可以是凸的,而第二表面S2可以是凹的。第一透镜110可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第一表面S1可以是非球面的,而第二表面S2可以是非球面的。

[0143] 第二透镜120可以具有正(+)折光率。第二透镜120的第三表面S3可以是凸的,并且第四表面S4可以是凸的。第二透镜120可以具有两个表面都凸起的形状。第三表面S3可以是非球面的,而第四表面S4可以是非球面的。

[0144] 第三透镜130可以具有负(-)折光率。第三透镜130的第五表面S5可以是凸的,而第六表面S6可以是凹的。第三透镜130可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第五表面S5可以是非球面的,而第六表面S6可以是非球面的。

[0145] 第四透镜140可以具有正(+)折光率。第四透镜140的第七表面S7可以是凸的,并且第八表面S8可以是凸的。第四透镜140可以具有两侧都凸起的形状。第七表面S7可以是非球面的,而第八表面S8可以是非球面的。

[0146] 第五透镜150可以具有负(-)折光率。第五透镜150的第九表面S9可以是凹的,并且第十表面S10可以是凹的。第五透镜150的两个表面可以具有凹形。第九表面S9可以是非球面的,而第十表面S10可以是非球面的。

[0147] 第六透镜160可以具有正(+)折光率。第六透镜160的第十一表面S11可以是凸的，而第十二表面S12可以是凹的。第六透镜160可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第十一表面S11可以是非球面的，而第十二表面S12可以是非球面的。

[0148] 第七透镜170可以具有负(-)折光率。第七透镜170的第十三表面S13可以是凸的，而第十四表面S14可以是凹的。第七透镜170可以具有向物体凸起的弯月面形状。第十三表面S13可以是非球面的，第十四表面S14可以是非球面的。

[0149] 在根据第一实施例的光学系统1000中，每个透镜表面的非球面系数的值示出在以下表2中。

[0150] 【表2】

[0151]

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
K	2.74E+0 0	-2.30E+ 01	-7.94E+ 01	0.00E+0 0	0.00E+0 0	-2.64E+ 00	0.00E+0 0
A	4.79E-0 3	1.50E-0 2	7.61E-0 2	1.58E-0 2	9.23E-0 3	-2.41E- 03	-1.95E- 02
B	-4.73E- 03	-1.93E- 02	-1.12E- 01	-5.60E- 02	-4.88E- 02	1.71E-0 3	4.13E-0 3
C	4.66E-0 3	8.52E-0 3	1.27E-0 1	6.62E-0 2	6.31E-0 2	-7.41E- 03	-1.94E- 02
D	-6.70E- 03	-4.71E- 03	-1.09E- 01	-5.44E- 02	-5.20E- 02	1.89E-0 2	2.22E-0 2
E	5.26E-0 3	3.46E-0 3	6.74E-0 2	3.36E-0 2	3.15E-0 2	-2.05E- 02	-1.54E- 02
F	-2.63E- 03	-1.79E- 03	-2.76E- 02	-1.49E- 02	-1.40E- 02	1.27E-0 2	6.45E-0 3
G	8.07E-0 4	5.88E-0 4	7.04E-0 3	4.38E-0 3	4.23E-0 3	-4.48E- 03	-1.45E- 03
H	-1.34E- 04	-1.08E- 04	-1.02E- 03	-7.36E- 04	-7.65E- 04	8.54E-0 4	1.45E-0 4
J	9.14E-0	8.25E-0	6.25E-0	5.28E-0	6.07E-0	-6.81E- 04	-4.16E- 04

[0152]

	6	6	5	5	5	05	06
	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
K	0.00E+0 0	1.39E+0 1	0.00E+0 0	-5.21E+ 00	5.08E+0 0	-2.33E+ 00	-6.12E+ 00
A	-1.71E- 02	-2.29E- 02	-1.18E- 01	-7.29E- 02	4.78E-0 3	-8.39E- 02	-4.04E- 02
B	9.68E-0 3	3.17E-0 2	9.43E-0 2	5.18E-0 2	-7.11E- 03	2.30E-0 2	1.01E-0 2
C	-2.59E- 02	-2.71E- 02	-6.21E- 02	-3.47E- 02	1.79E-0 3	-4.74E- 03	-1.79E- 03
D	2.61E-0 2	1.54E-0 2	3.00E-0 2	1.60E-0 2	-3.80E- 04	6.57E-0 4	1.97E-0 4
E	-1.62E- 02	-7.01E- 03	-1.06E- 02	-5.20E- 03	6.65E-0 5	-5.79E- 05	-1.36E- 05
F	6.35E-0 3	2.36E-0 3	2.58E-0 3	1.14E-0 3	-8.20E- 06	3.20E-0 6	5.95E-0 7
G	-1.43E- 03	-5.01E- 04	-3.97E- 04	-1.59E- 04	6.30E-0 7	-1.08E- 07	-1.61E- 08
H	1.62E-0 4	5.77E-0 5	3.40E-0 5	1.25E-0 5	-2.64E- 08	2.05E-0 9	2.44E-1 0
J	-7.14E- 06	-2.76E- 06	-1.22E- 06	-4.19E- 07	4.59E-1 0	-1.67E- 11	-1.59E- 12

[0153]

【表3】

[0154]

	第一实施例
TTL	7.58mm
F	6.469mm
f1	11.5mm
f2	8.54mm
f3	-11.71mm
f4	33.44mm
f5	-8.18mm
f6	6.06mm

f7	-7.04mm
BFL	1.11mm
ImgH	12mm
EPD	3.44mm

[0155] 【表4】

[0156]

	公式	第一实施例
公式1	$1 < f2/F < 1.35$	1.3201
公式2	$0.85 < (SD\ L3S1)/(SD\ L1S1) < 0.95$	0.9302
公式3	$0.78 < (SD\ L6S2)/(SD\ L7S1) < 0.95$	0.8052
公式4	$0.8 < (SD\ L3S2)/(SD\ L4S2) < 0.95$	0.8786
公式5	$0.8 < L1_CT/L2_CT < 1.15$	0.8281
公式6	$2.35 < L2_CT/L3_CT < 2.65$	2.5600
公式7	$0.55 < L3_CT/L4_CT < 0.8$	0.6579
公式8	$1.4 < L6_CT/L7_CT < 2.3$	1.7321
公式9	$0.1 < d12/d67 < 0.3$	0.1885
公式10	$0.4 < d67/L6_CT < 1.4$	1.2577
公式11	$1.2 < f1/f2 < 1.85$	1.3466
公式12	$-1.4 < f1/f3 < -0.7$	-0.9821
公式13	$-0.8 < f2/f3 < -0.6$	-0.7293
公式14	$-0.45 < f3/f4 < -0.2$	-0.3502
公式15	$-1 < f6/f7 < -0.5$	-0.8608
公式16	$0.6 < f2/f7 < 1.4$	1.2131
公式17	$1.65 < F/EPD < 2$	1.8805
公式18	$0.4 < L1R1/L1R2 < 0.8$	0.6062
公式19	$0.4 < L1R1/L2R1 < 0.9$	0.5720
公式20	$n2d < 1.6$	1.54
公式21	$V3d < 30$	19.24
公式22	$0.5 < TTL/ImgH < 0.85$	0.6317
公式23	$0.05 < BFL/ImgH < 0.15$	0.0925
公式24	$4 < TTL/BFL < 8$	6.8288
公式25	$0.65 < F/TTL < 1$	0.8534

[0157] 表3涉及根据第一实施例的光学系统1000中上述公式的项目,并且示出光学系统1000的TTL(透镜总长)、BFL(后焦距)、F值、ImgH以及第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的每个透镜的焦距f1、f2、f3、f4、f5、f6和f7以及EPD(入口瞳孔直径)等。

[0158] 表4示出了根据第一实施例的光学系统1000中上述公式1至25的结果值。参考表4,可以看到根据第一实施例的光学系统1000满足公式1至25中的至少一个。详细地说,可以看到,根据第一实施例的光学系统1000满足上述公式1至25中的全部。

[0159] 相应地,根据第一实施例的光学系统1000可以被设置为更纤薄的结构。此外,光学

系统1000可以具有如图2所示的改进的光学特性和像差特性。详细地说,图2是根据第一实施例的光学系统1000的像差特性图,其是从左到右测量纵向球面像差、散光场曲线和畸变像差的图。在图2中,X轴可以表示焦距(mm)和畸变像差(%),Y轴可以表示图像的高度。此外,用于球面像差的图是波长带为约470nm、约510nm、约555nm、约610nm和约650nm的光的图,而用于散光和畸变像差的图是波长带为555nm的光的图。

[0160] 将参考图3和图4更详细地描述根据第二实施例的光学系统1000。图3是根据第二实施例的光学系统的框图,而图4是示出根据第二实施例的光学系统的像差特性的图。

[0161] 参考图3和图4,根据第二实施例的光学系统1000可以包括从物侧到像侧依次设置的第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160、第七透镜170和图像传感器300。第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170可以沿着光学系统1000的光轴0A依次设置。

[0162] 并且,在根据第二实施例的光学系统1000中,可以在第一透镜110与第二透镜120之间设置孔径挡板(未示出)。

[0163] 而且,可以在多个透镜100与图像传感器300之间设置过滤器500。详细而言,过滤器500可以被设置在第七透镜170与图像传感器300之间。

[0164] 【表5】

透镜	表面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm) (mm)/ 间隔(mm)	折射率	阿贝数 #	半孔径 (mm)
透镜 1	S1	3.16	0.73	1.54	56.09	1.79
	S2	5.55	0.15			1.75
挡板		无限	0.03			
透镜 2	S3	4.38	0.66	1.54	56.09	1.71
	S4	-30.17	0.03			1.65
透镜 3	S5	14	0.27	1.67	19.24	1.6
	S6	4.59	0.6			1.55
透镜 4	S7	-81.31	0.38	1.54	56.09	1.64
	S8	-12.99	0.39			1.89
透镜 5	S9	-5.28	0.36	1.67	19.24	2.26
	S10	-49.33	0.27			2.52
透镜 6	S11	3.41	1.16	1.62	25.95	2.95
	S12	15.18	0.66			3.9
透镜 7	S13	3.07	0.54	1.53	55.66	4.46
	S14	1.69	0.35			4.7

[0165]

[0166] 表5示出了根据第二实施例的第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170的曲率半径、每个透镜的厚度、透镜之间的间隔、折射率、阿贝数和半孔径。

[0167] 参考图3、4和表5,根据第二实施例的光学系统1000的第一透镜110可以具有正折光率。第一透镜110的第一表面S1可以是凸的,而第二表面S2可以是凹的。第一透镜110可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第一表面S1可以是非球面的,而第二表面S2可以是非球面的。

[0168] 第二透镜120可以具有正(+)折光率。第二透镜120的第三表面S3可以是凸的,并且第四表面S4可以是凸的。第二透镜120可以具有两个表面都凸起的形状。第三表面S3可以是非球面的,而第四表面S4可以是非球面的。

[0169] 第三透镜130可以具有负(-)折光率。第三透镜130的第五表面S5可以是凸的,而第六表面S6可以是凹的。第三透镜130可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第五表面S5可以是非球面的,而第六表面S6可以是非球面的。

[0170] 第四透镜140可以具有正(+)折光率。第四透镜140的第七表面S7可以是凹的,而第八表面S8可以是凸的。第四透镜140可以具有向像侧凸起的弯月面形状。第七表面S7可以是非球面的,而第八表面S8可以是非球面的。

[0171] 第五透镜150可以具有负(-)折光率。第五透镜150的第九表面S9可以是凹的,而第十表面S10可以是凸的。第五透镜150可以具有向像侧凸起的弯月面形状。第九表面S9可以是非球面的,而第十表面S10可以是非球面的。

[0172] 第六透镜160可以具有正(+)折光率。第六透镜160的第十一表面S11可以是凸的,而第十二表面S12可以是凹的。第六透镜160可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第十一表面S11可以是非球面的,第十二表面S12可以是非球面的。

[0173] 第七透镜170可以具有负(-)折光率。第七透镜170的第十三表面S13可以是凸的,而第十四表面S14可以是凹的。第七透镜170可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第十三表面S13可以是非球面的,而第十四表面S14可以是非球面的。

[0174] 在根据第二实施例的光学系统1000中,每个透镜表面的非球面系数的值示于下表6。

[0175] 【表6】

[0176]

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
K	3.16E+0 0	-6.38E+ 01	-5.77E+ 01	0.00E+0 0	0.00E+0 0	-1.63E+ 00	0.00E+0 0
A	2.46E-0 3	1.93E-0 2	6.70E-0 2	5.20E-0 2	4.33E-0 2	3.77E-0 3	-1.36E- 02
B	-5.85E- 03	-5.03E- 02	-1.01E- 01	-1.42E- 01	-1.25E- 01	-9.17E- 03	-8.56E- 03
C	4.50E-0 3	4.40E-0 2	1.05E-0 1	1.95E-0 1	1.80E-0 1	1.02E-0 2	4.25E-0 4
D	-5.19E- 03	-3.12E- 02	-8.35E- 02	-1.80E- 01	-1.69E- 01	3.05E-0 4	-4.24E- 03
E	3.48E-0 3	1.80E-0 2	5.17E-0 2	1.16E-0 1	1.10E-0 1	-7.22E- 03	7.49E-0 3
F	-1.48E- 03	-7.46E- 03	-2.23E- 02	-5.19E- 02	-4.99E- 02	5.87E-0 3	-5.24E- 03
G	3.86E-0 4	1.98E-0 3	6.17E-0 3	1.52E-0 2	1.50E-0 2	-2.19E- 03	1.88E-0 3
H	-5.56E- 05	-2.99E- 04	-9.75E- 04	-2.58E- 03	-2.63E- 03	4.13E-0 4	-3.24E- 04
J	3.32E-0 6	1.94E-0 5	6.72E-0 5	1.92E-0 4	2.03E-0 4	-3.21E- 05	1.96E-0 5
	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14

[0177]

K	0.00E+0 0	-1.62E+ 00	0.00E+0 0	-3.52E+ 00	-2.29E+ 01	-1.54E+ 01	-5.41E+ 00
A	-4.71E- 03	-2.42E- 02	-8.43E- 02	-4.00E- 02	1.45E-0 2	-7.62E- 02	-5.10E- 02
B	-8.38E- 03	2.10E-0 2	4.62E-0 2	1.34E-0 2	-5.80E- 03	2.05E-0 2	1.33E-0 2
C	4.86E-0 3	-4.17E- 03	-2.16E- 02	-6.61E- 03	-2.00E- 04	-4.82E- 03	-2.81E- 03
D	-1.09E- 02	-9.48E- 03	6.51E-0 3	1.74E-0 3	3.87E-0 4	8.26E-0 4	3.87E-0 4
E	1.05E-0 2	8.61E-0 3	-1.15E- 03	-2.27E- 04	-9.56E- 05	-8.93E- 05	-3.24E- 05
F	-5.07E- 03	-3.23E- 03	1.55E-0 4	2.98E-0 6	1.22E-0 5	5.95E-0 6	1.61E-0 6
G	1.40E-0 3	6.37E-0 4	-2.20E- 05	2.88E-0 6	-8.76E- 07	-2.39E- 07	-4.53E- 08
H	-2.09E- 04	-6.54E- 05	2.34E-0 6	-3.11E- 07	3.32E-0 8	5.29E-0 9	6.32E-1 0
J	1.29E-0 5	2.77E-0 6	-1.03E- 07	1.00E-0 8	-5.19E- 10	-5.00E- 11	-2.96E- 12

[0178]

【表7】

[0179]

	第二实施例
TTL	7.8624mm
F	6.65mm
f1	12.35mm
f2	7.18mm
f3	-10.2mm
f4	28.77mm
f5	-8.89mm
f6	6.85mm
f7	-8.13mm
BFL	1.63mm
ImgH	12.6mm

EPD	3.54mm
-----	--------

[0180] 【表8】

[0181]

	公式	第二实施例
公式1	$1 < f2/F < 1.35$	1.0797
公式2	$0.85 < (SD\ L3S1)/(SD\ L1S1) < 0.95$	0.8939
公式3	$0.78 < (SD\ L6S2)/(SD\ L7S1) < 0.95$	0.8744
公式4	$0.8 < (SD\ L3S2)/(SD\ L4S2) < 0.95$	0.8201
公式5	$0.8 < L1_CT/L2_CT < 1.15$	1.1061
公式6	$2.35 < L2_CT/L3_CT < 2.65$	2.4444
公式7	$0.55 < L3_CT/L4_CT < 0.8$	0.7105
公式8	$1.4 < L6_CT/L7_CT < 2.3$	2.1481
公式9	$0.1 < d12/d67 < 0.3$	0.2727
公式10	$0.4 < d67/L6_CT < 1.4$	0.5690
公式11	$1.2 < f1/f2 < 1.85$	1.7201
公式12	$-1.4 < f1/f3 < -0.7$	-1.2108
公式13	$-0.8 < f2/f3 < -0.6$	-0.7039
公式14	$-0.45 < f3/f4 < -0.2$	-0.3545
公式15	$-1 < f6/f7 < -0.5$	-0.8426
公式16	$0.6 < f2/f7 < 1.4$	0.8831
公式17	$1.65 < F/EPD < 2$	1.8785
公式18	$0.4 < L1R1/L1R2 < 0.8$	0.5694
公式19	$0.4 < L1R1/L2R1 < 0.9$	0.7215
公式20	$n2d < 1.6$	1.54
公式21	$V3d < 30$	19.24
公式22	$0.5 < TTL/ImgH < 0.85$	0.6240
公式23	$0.05 < BFL/ImgH < 0.15$	0.1294
公式24	$4 < TTL/BFL < 8$	4.8236
公式25	$0.65 < F/TTL < 1$	0.8458

[0182] 表7涉及根据第二实施例的光学系统1000中上述公式的项目,并且示出光学系统1000的第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的每一个的TTL(透镜总长)、BFL(后焦距)、F值、ImgH和焦距 $f1$ 、 $f2$ 、 $f3$ 、 $f4$ 、 $f5$ 、 $f6$ 、 $f7$ 以及EPD(入口瞳孔直径)等。表8示出了根据第二实施例的光学系统1000中上述公式1至25的结果值。参考表8,可以看出,根据第二实施例的光学系统1000满足公式1至25中的至少一个。详细地说,可以看到,根据第二实施例的光学系统1000满足上述公式1至25中的全部。

[0183] 相应地,根据第二实施例的光学系统1000可以被提供为更纤薄的结构。此外,光学系统1000可以具有如图4所示的改进的光学特性和像差特性。详细地说,图4是根据第二实施例的光学系统1000的像差特性的图,其是从左到右测量纵向球面像差、散光场曲线和畸变像差的图。在图4中,X轴可以表示焦距(mm)和畸变像差(%),Y轴可以表示图像的高度。此外,用于球面像差的图是波长带为约470nm、约510nm、约555nm、约610nm和约650nm的光的

图,而用于散光和畸变像差的图是波长带为555nm的光的图。

[0184] 将参考图5和图6更详细地描述根据第三实施例的光学系统1000。图5是根据第三实施例的光学系统的配置图,而图6是说明根据第三实施例的光学系统的像差特征的图。

[0185] 参考图5和图6,根据第三实施例的光学系统1000可以包括从物侧到像侧依次设置的第一透镜110、第二透镜120、第三透镜130、第四透镜140、第五透镜150、第六透镜160、第七透镜170和图像传感器300。第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170可以沿着光学系统1000的光轴OA依次设置。

[0186] 此外,在根据第三实施例的光学系统1000中,可以在第一透镜110与第二透镜120之间设置孔径挡板(未示出)。

[0187] 另外,可以在多个透镜100与图像传感器300之间设置过滤器500。详细而言,过滤器500可以设置在第七透镜170与图像传感器300之间。

[0188] 【表9】

透镜	表面	曲率半径 (mm)	厚度 (mm) (mm)/ 间隔 (mm)	折 射 率	阿 贝 数 #	半孔径 (mm)
透镜 1	S1	2.83	0.62	1.53	55.66	1.775
	S2	4.97	0.15			1.75
挡板		无限	0.03			
透镜 2	S3	4.95	0.62	1.53	55.66	1.71
	S4	-57.07	0.03			1.65
透镜 3	S5	18.19	0.25	1.67	19.24	1.6
	S6	5.18	0.58			1.59
透镜 4	S7	-43.79	0.41	1.53	55.66	1.64
	S8	-12.38	0.55			1.86
透镜 5	S9	-9.18	0.39	1.67	19.24	2.34
	S10	18.5	0.2			2.59
透镜 6	S11	3.04	1.11	1.62	25.95	2.9
	S12	8.97	1.03			3.91
透镜 7	S13	5.59	0.74	1.53	55.66	4.46
	S14	2.24	0.35			4.98

[0189] 表9示出了根据第三实施例的第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170的曲率半径、每个透镜的厚度、透镜之间的间隔、折射率、阿贝数和半孔径。参考图5、6和表9,根据第三实施例的光学系统1000的第一透镜110可以具有正折光率。第一透镜110的第

一表面S1可以是凸的,而第二表面S2可以是凹的。第一透镜110可以具有向物体凸起的弯月面形状。第一表面S1可以是非球面的,而第二表面S2可以是非球面的。

[0191] 第二透镜120可以具有正(+)折光率。第二透镜120的第三表面S3可以是凸的,并且第四表面S4可以是凸的。第二透镜120可以具有两个表面都凸起的形状。第三表面S3可以是非球面的,而第四表面S4可以是非球面的。

[0192] 第三透镜130可以具有负(-)折光率。第三透镜130的第五表面S5可以是凸的,而第六表面S6可以是凹的。第三透镜130可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第五表面S5可以是非球面的,而第六表面S6可以是非球面的。

[0193] 第四透镜140可以具有正(+)折光率。第四透镜140的第七表面S7可以是凹的,而第八表面S8可以是凸的。第四透镜140可以具有向像侧凸起的弯月面形状。第七表面S7可以是非球面的,而第八表面S8可以是非球面的。

[0194] 第五透镜150可以具有负(-)折光率。第五透镜150的第九表面S9可以是凹的,并且第十表面S10可以是凹的。第五透镜150的两个表面可以具有凹形。第九表面S9可以是非球面的,而第十表面S10可以是非球面的。

[0195] 第六透镜160可以具有正(+)折光率。第六透镜160的第十一表面S11可以是凸的,而第十二表面S12可以是凹的。第六透镜160可以具有向物侧凸起的弯月面形状。第十一表面S11可以是非球面的,而第十二表面S12可以是非球面的。

[0196] 第七透镜170可以具有负(-)折光率。第七透镜170的第十三表面S13可以是凸的,而第十四表面S14可以是凹的。第七透镜170可以具有向物体凸起的弯月面形状。第十三表面S13可以是非球面的,而第十四表面S14可以是非球面的。

[0197] 在根据第三实施例的光学系统1000中,每个透镜表面的非球面系数的值示于下表10。

[0198] 【表10】

[0199]

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
K	2.83E+0 0	-4.55E+ 01	-8.14E+ 01	0.00E+0 0	0.00E+0 0	-2.03E+ 00	0.00E+0 0
A	5.35E-0 3	2.67E-0 2	6.69E-0 2	1.62E-0 2	9.65E-0 3	-1.54E- 03	-1.66E- 02
B	-5.68E- 03	-4.67E- 02	-9.85E- 02	-4.20E- 02	-3.81E- 02	7.20E-0 4	-7.69E- 03
C	6.10E-0 3	4.01E-0 2	1.04E-0 1	4.94E-0 2	5.36E-0 2	7.91E-0 4	1.08E-0 2
D	-8.09E- 03	-3.28E- 02	-8.52E- 02	-4.66E- 02	-5.44E- 02	1.74E-0 3	-2.08E- 02
E	5.87E-0 3	2.09E-0 2	5.12E-0 2	3.55E-0 2	4.18E-0 2	-2.04E- 03	2.17E-0 2
F	-2.70E- 03	-8.79E- 03	-2.03E- 02	-1.90E- 02	-2.24E- 02	9.84E-0 4	-1.33E- 02
G	7.59E-0 4	2.27E-0 3	4.97E-0 3	6.27E-0 3	7.59E-0 3	-1.57E- 04	4.82E-0 3
H	-1.16E- 04	-3.28E- 04	-6.76E- 04	-1.13E- 03	-1.43E- 03	-6.65E- 06	-9.37E- 04
J	7.34E-0 6	2.01E-0 5	3.90E-0 5	8.46E-0 5	1.13E-0 4	2.75E-0 6	7.45E-0 5
	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
K	0.00E+0	8.03E+0	0.00E+0	-4.32E+ 0	3.98E+0	-4.42E+ 0	-6.24E+ 0

[0200]

	0	0	0	00	0	00	00
A	-1.46E-02	-1.80E-02	-8.53E-02	-4.97E-02	5.00E-03	-7.03E-02	-3.13E-02
B	3.14E-04	1.88E-02	5.26E-02	2.54E-02	-4.41E-03	2.06E-02	7.67E-03
C	-3.64E-03	-1.06E-02	-2.64E-02	-1.30E-02	4.14E-04	-4.87E-03	-1.39E-03
D	-7.51E-04	3.01E-03	9.61E-03	4.51E-03	5.47E-05	7.74E-04	1.56E-04
E	2.85E-03	-7.76E-04	-2.67E-03	-1.11E-03	-2.07E-05	-7.77E-05	-1.12E-05
F	-1.92E-03	2.93E-04	5.53E-04	1.90E-04	2.77E-06	4.89E-06	5.26E-07
G	6.82E-04	-7.61E-05	-7.53E-05	-2.12E-05	-2.02E-07	-1.88E-07	-1.58E-08
H	-1.22E-04	9.67E-06	5.74E-06	1.39E-06	7.93E-09	4.05E-09	2.78E-10
J	8.29E-06	-4.71E-07	-1.83E-07	-3.93E-08	-1.31E-10	-3.76E-11	-2.16E-12

[0201]

【表11】

[0202]

	第三实施例
TTL	7.9mm
F	6.6594mm
f1	11.12mm
f2	8.52mm
f3	-10.94mm
f4	32.02mm
f5	-9.14mm
f6	6.93mm
f7	-7.52mm
BFL	1.18mm
ImgH	12.6mm

EPD	3.54mm
-----	--------

[0203] 【表12】

[0204]

	公式	第三实施例
公式1	$1 < f2/F < 1.35$	1.2794
公式2	$0.85 < (SD L3S1)/(SD L1S1) < 0.95$	0.9014
公式3	$0.78 < (SD L6S2)/(SD L7S1) < 0.95$	0.8767
公式4	$0.8 < (SD L3S2)/(SD L4S2) < 0.95$	0.8548
公式5	$0.8 < L1_CT/L2_CT < 1.15$	1.0000
公式6	$2.35 < L2_CT/L3_CT < 2.65$	2.4800
公式7	$0.55 < L3_CT/L4_CT < 0.8$	0.6098
公式8	$1.4 < L6_CT/L7_CT < 2.3$	1.5000
公式9	$0.1 < d12/d67 < 0.3$	0.1748
公式10	$0.4 < d67/L6_CT < 1.4$	0.9279
公式11	$1.2 < f1/f2 < 1.85$	1.3052
公式12	$-1.4 < f1/f3 < -0.7$	-1.0165
公式13	$-0.8 < f2/f3 < -0.6$	-0.7788
公式14	$-0.45 < f3/f4 < -0.2$	-0.3417
公式15	$-1 < f6/f7 < -0.5$	-0.9215
公式16	$0.6 < f2/f7 < 1.4$	0.8831
公式17	$1.65 < F/EPD < 2$	1.8812
公式18	$0.4 < L1R1/L1R2 < 0.8$	0.5694
公式19	$0.4 < L1R1/L2R1 < 0.9$	0.5717
公式20	$n2d < 1.6$	1.53
公式21	$V3d < 30$	19.24
公式22	$0.5 < TTL/ImgH < 0.85$	0.6270
公式23	$0.05 < BFL/ImgH < 0.15$	0.0937
公式24	$4 < TTL/BFL < 8$	6.6949
公式25	$0.65 < F/TTL < 1$	0.8430

[0205] 表11与根据第三实施例的光学系统1000中的上述公式的项目有关,并且示出了光学系统1000的第一透镜至第七透镜110、120、130、140、150、160和170中的每一个的TTL(透镜总长)、BFL(后焦距)、F值、ImgH以及焦距 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、 f_5 、 f_6 和 f_7 ,以及EPD(入瞳直径)等。此外,表12示出了根据第三实施例的光学系统1000中上述公式1至25的结果值。参考表12,可以看出,根据第三实施例的光学系统1000满足公式1至25中的至少一个。详细地说,可以看到,根据第三实施例的光学系统1000满足上述公式1至25中的全部。

[0206] 相应地,根据第三实施例的光学系统1000可以被提供为更纤薄的结构。此外,光学系统1000可以具有如图6所示的改进的光学特性和像差特性。详细地说,图6是根据第三实施例的光学系统1000的像差特性的图,其是从左到右测量纵向球面像差、散光场曲线和畸变像差的图。在图6中,X轴可以表示焦距(mm)和畸变像差(%),Y轴可以表示图像的高度。此外,球面像差的图是波长带为约470nm、约510nm、约555nm、约610nm和约650nm的光的图,而

散光和畸变像差的图是波长带为555nm的光的图。

[0207] 根据本发明实施例的光学系统1000可以满足上述公式中的至少一个。相应地,光学系统1000可以阻挡进入光学系统1000的不必要的光线以改善像差特性。相应地,光学系统1000可以具有改进的光学特性并且可以具有更纤薄的结构。

[0208] 图7是示出根据本发明实施例的相机模块被应用于移动终端的图。

[0209] 参考图7,移动终端1可以包括设置在后侧的相机模块10。相机模块10可以包括图像捕捉功能。而且,相机模块10可以包括自动对焦功能、变焦功能和OIS功能中的至少一个。相机模块10可以处理由图像传感器300在拍摄模式或视频通话模式下获得的静态视频图像或移动图像的图像帧。处理后的图像帧可以显示在移动终端1的显示单元(未示出)上,并且可以存储在存储器(未示出)中。此外,尽管在图中未示出,但相机模块可以进一步设置在移动终端1的前面。例如,相机模块10可以包括第一相机模块10A和第二相机模块10B。在这种情况下,第一相机模块10A和第二相机模块10B中的至少一个可以包括上述的光学系统1000。因此,相机模块10可以具有改进的像差特性,并且可以具有纤薄的结构。此外,移动终端1可以进一步包括自动对焦装置31。该自动对焦装置31可以包括使用激光的自动对焦功能。自动对焦装置31可以主要用于使用相机模块10的图像的自动对焦功能低劣的条件,例如,在10米或更小的近距离内或在黑暗的环境中。自动对焦装置31可以包括包含VCSEL(垂直腔面发射激光器)半导体装置的发光单元和如光电二极管的将光能转换为电能的光接收单元。另外,移动终端1可以进一步包括闪光灯模块33。闪光灯模块33可以包括在其中发射光的发光装置。闪光灯模块33可以由移动终端的相机操作或用户的控制来操作。

[0210] 上述实施例中描述的特征、结构、效果等包括在本发明的至少一个实施例中,并且不一定只限于仅一个实施例。此外,每个实施例中说明的特征、结构、效果等可由该实施例所属技术的普通技术人员为其他实施例进行组合或修改。因此,与这种组合和修改有关的内容应被解释为包括在本发明的范围内。此外,虽然上面已经描述了本发明的实施例,但它只是示例,并不限制本发明,本发明所属技术领域的普通技术人员在上面举例说明的范围并不偏离本实施例的本质特征。可以看出,各种修改和未进行的应用都是可能的。例如,实施例中具体显示的每个部件可以通过修改来实现。而与这些修改和应用相关的差异应当理解为包括在所附权利要求限定的本发明的范围内。

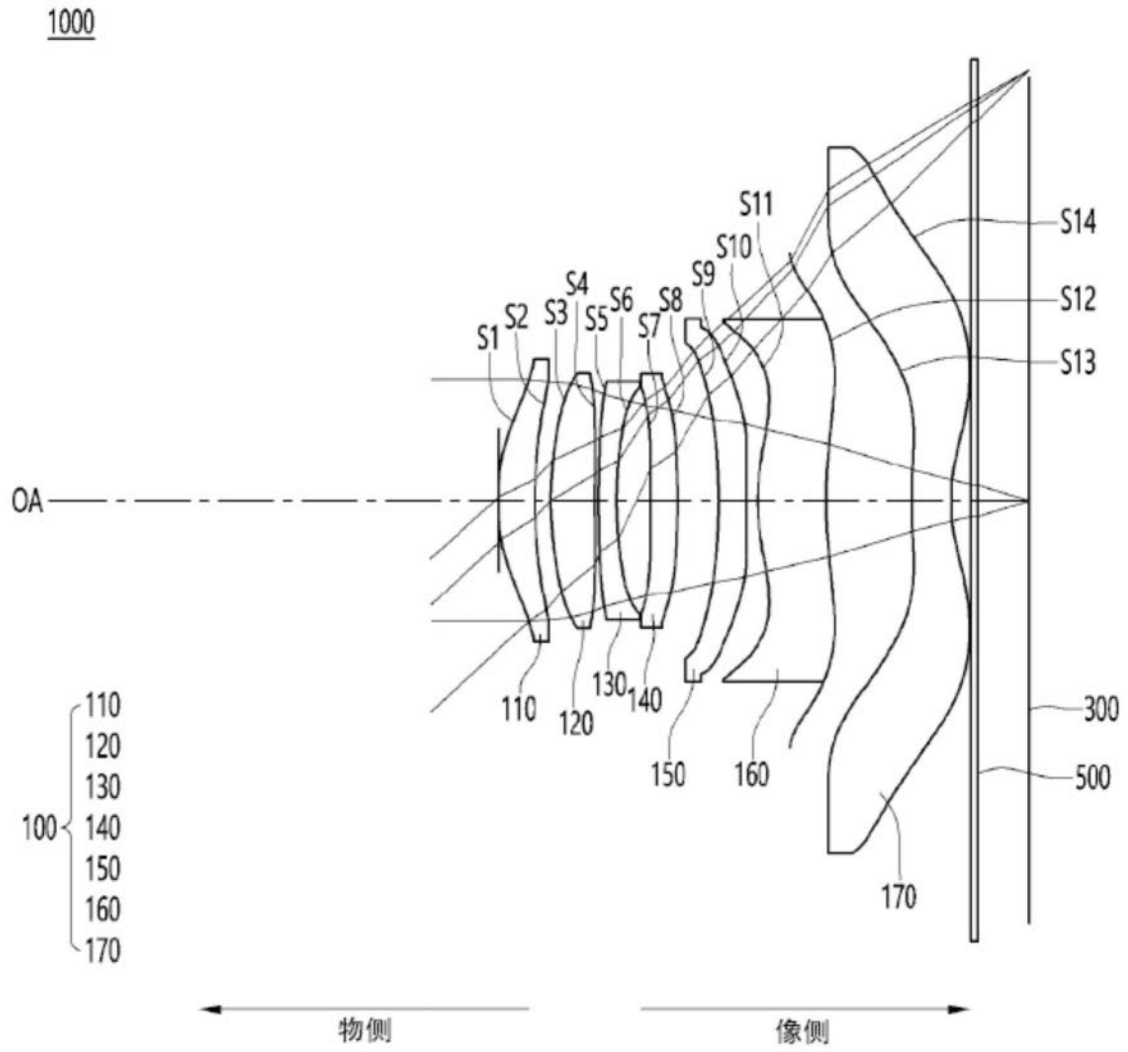


图1

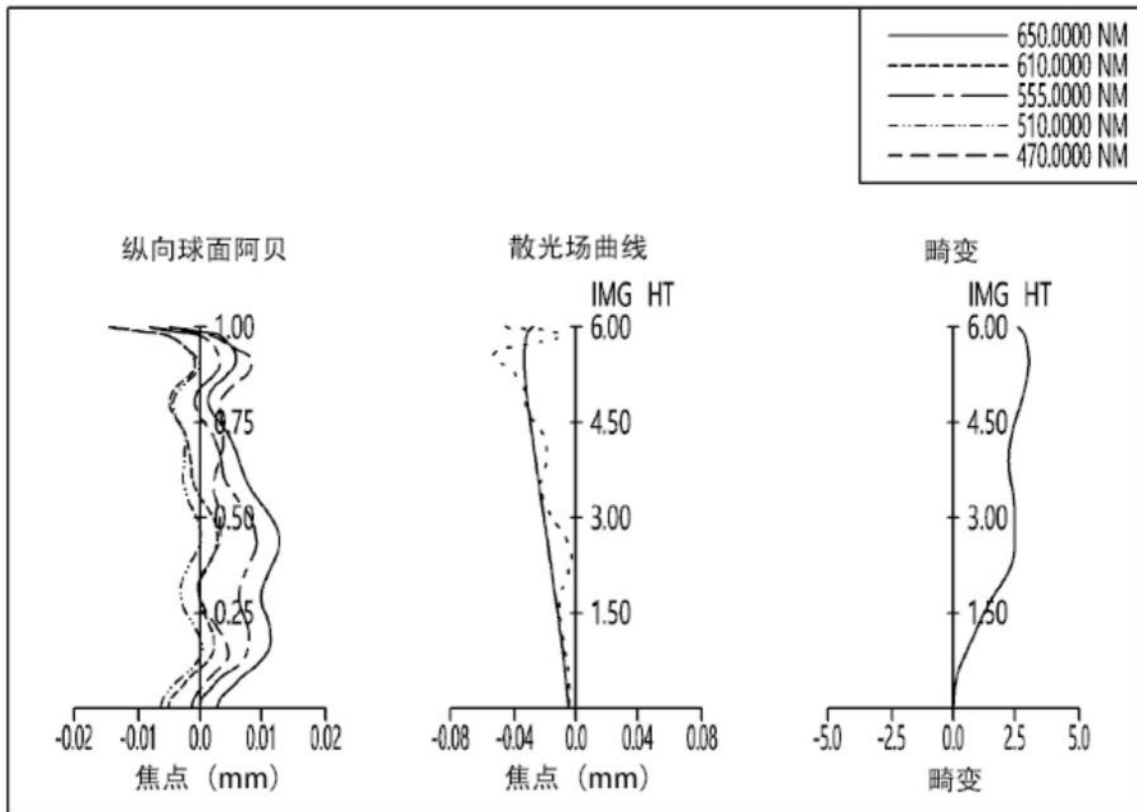


图2

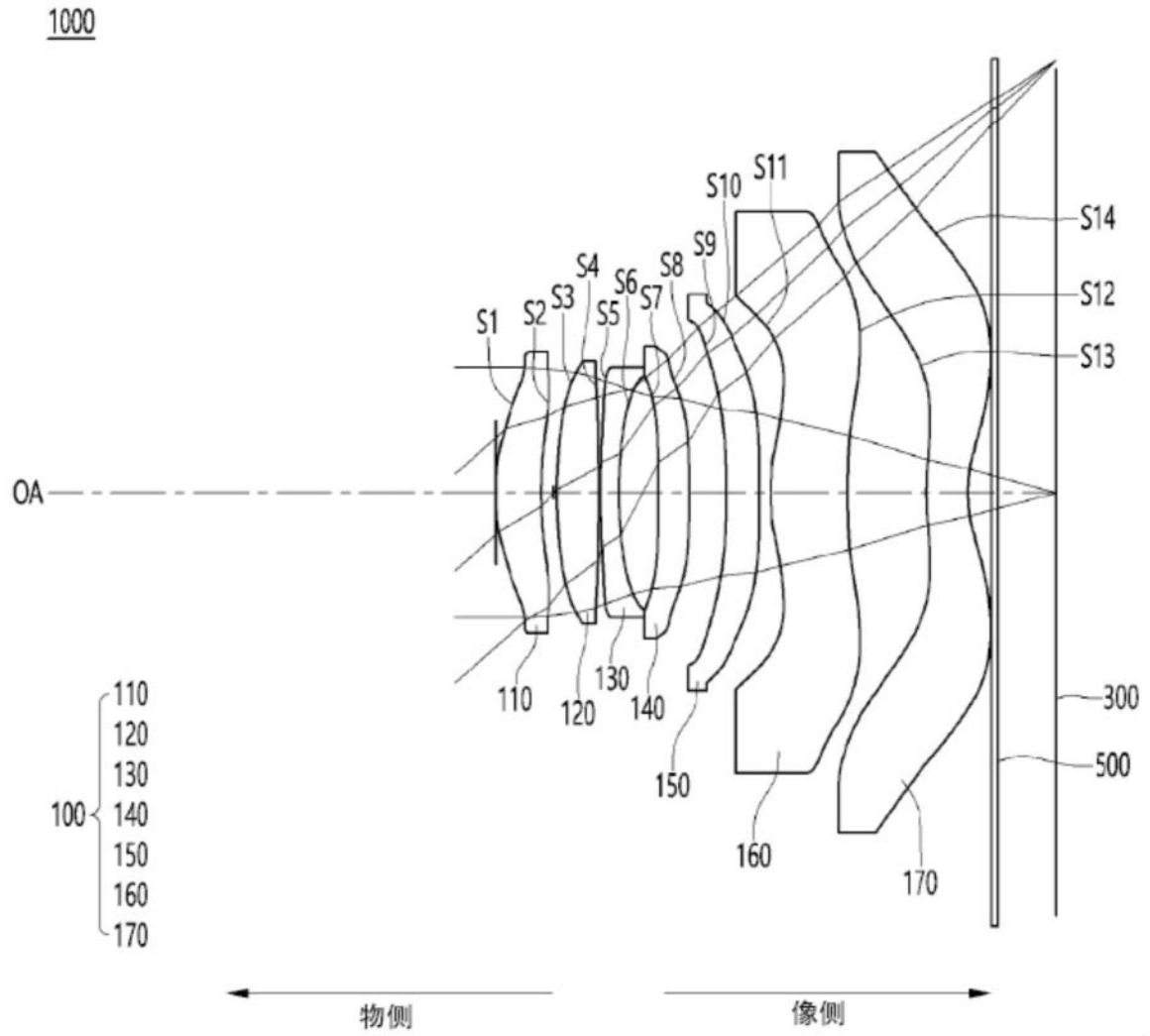


图3

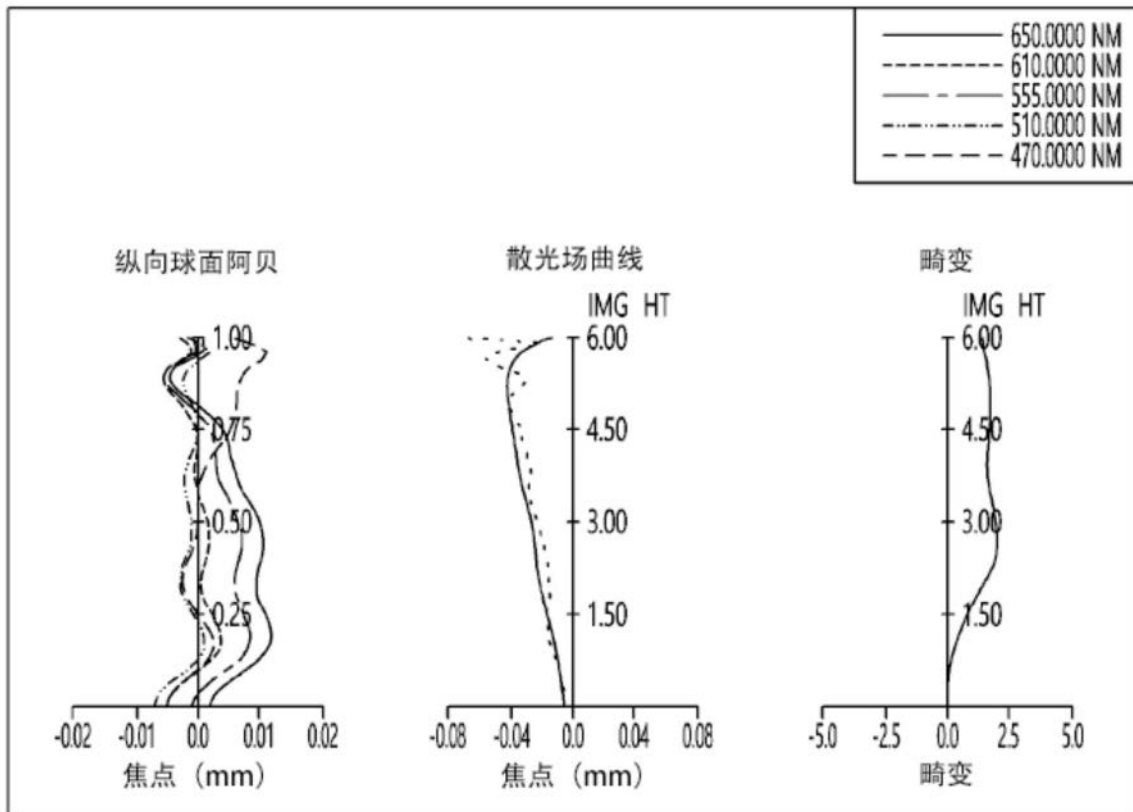


图4

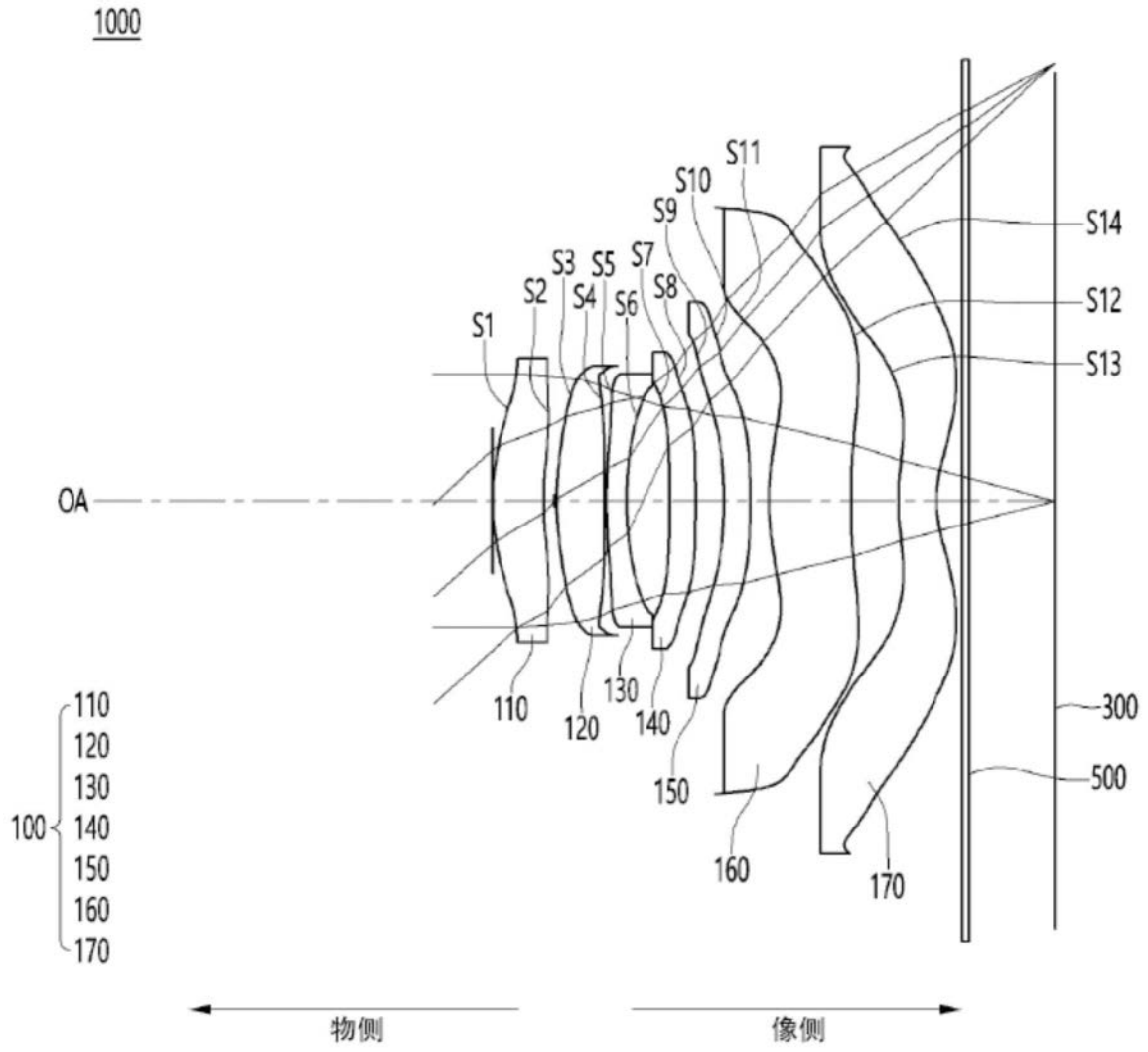


图5

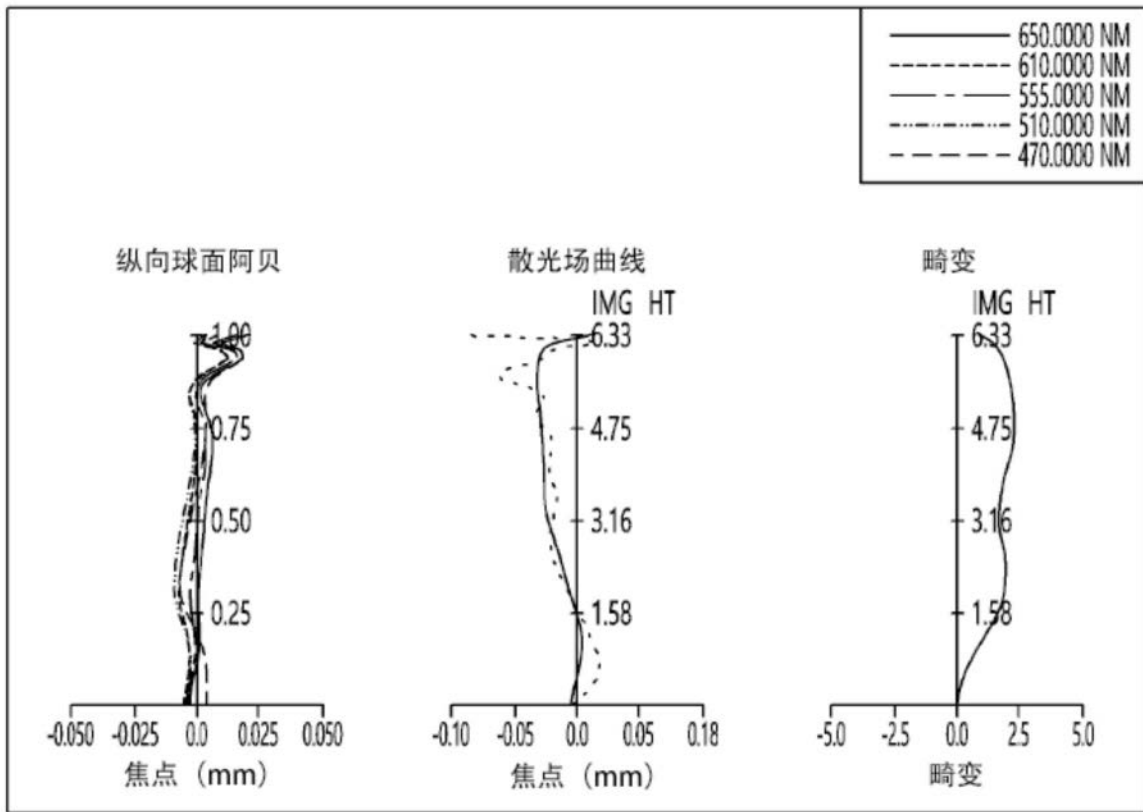


图6

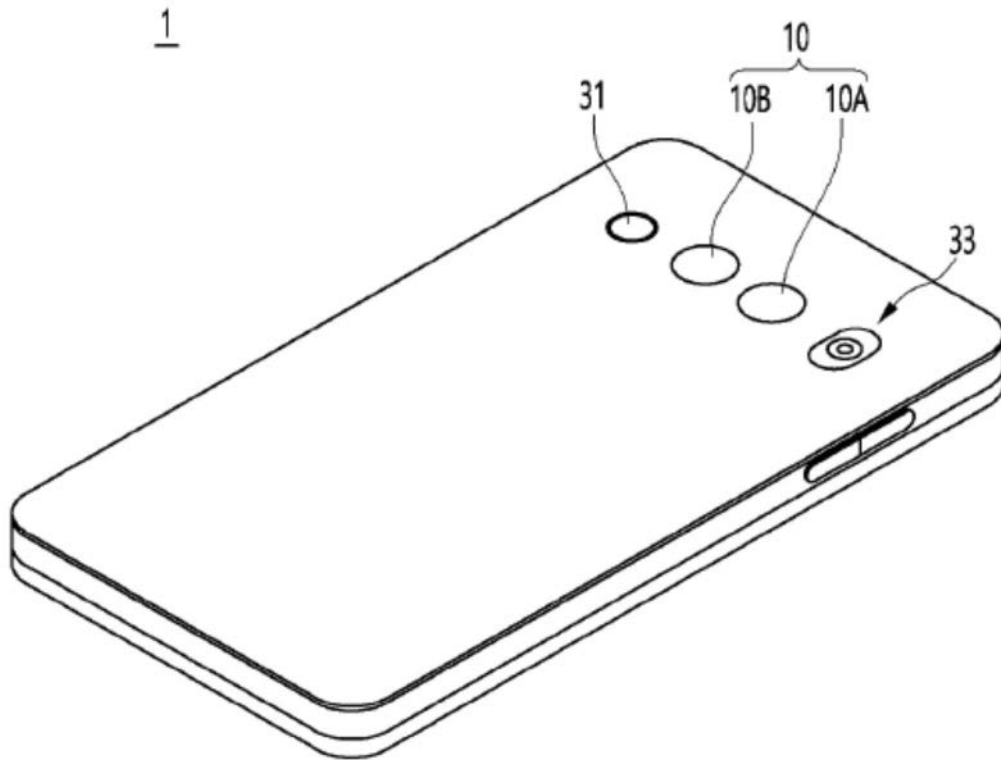


图7