

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

G02B 9/34 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710139121.4

[43] 公开日 2008年1月30日

[11] 公开号 CN 101114045A

[22] 申请日 2007.7.25

[21] 申请号 200710139121.4

[30] 优先权

[32] 2006.7.25 [33] KR [31] 10-2006-0069788

[71] 申请人 三星电机株式会社

地址 韩国京畿道水原市梅滩3洞314

[72] 发明人 朴一容 赵镛主

[74] 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

代理人 郭鸿禧 安宇宏

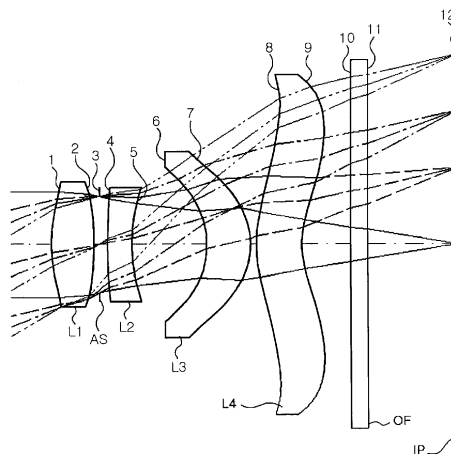
权利要求书3页 说明书11页 附图15页

[54] 发明名称

超小型光学系统

[57] 摘要

一种超小型光学系统，包括：第一透镜，是具有正折射力的双凸透镜；第二透镜，具有负折射力，该第二透镜形成为向着物方凸的弯月形；第三透镜，具有正折射力，该第三透镜形成向着像方凸的弯月形；第四透镜，具有负折射力，其中，光轴方向的尺寸满足条件1： $1.2 < TL/f < 1.3$ ，第一透镜的折射力满足条件2： $0.6 < f1/f < 0.8$ ，其中，TL表示从第一透镜物方表面到像方表面的长度，f表示整个光学系统的有效焦距，f1表示第一透镜的焦距。



1、一种超小型光学系统，包括：

第一透镜，是具有正折射力的双凸透镜；

第二透镜，具有负折射力，该第二透镜形成为向着物方凸的弯月形；

第三透镜，具有正折射力，该第三透镜形成向着像方凸的弯月形；

第四透镜，具有负折射力，

其中，光轴方向的尺寸满足条件 1，第一透镜的折射力满足条件 2，

$$1.2 < TL/f < 1.3 \quad \text{.....条件 1}$$

$$0.6 < f1/f < 0.8 \quad \text{.....条件 2}$$

其中，TL 表示从第一透镜的物方表面到像方表面的长度，f 表示整个光学系统的有效焦距，f1 表示第一透镜的焦距。

2、如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第二透镜的折射力满足条件 3，第二透镜的形状满足条件 4，

$$0.8 < |f2/f| < 1.4 \quad \text{.....条件 3}$$

$$0.35 < R4/f < 2.0 \quad \text{.....条件 4}$$

其中，f2 表示第二透镜的焦距， $f2 < 0$ ，R4 表示第二透镜的物方表面的曲率半径。

3、如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第三透镜的折射力满足条件 5，

$$0.8 < f3/f < 1.6 \quad \text{.....条件 5}$$

其中，f3 表示第三透镜的焦距。

4、如权利要求 2 所述的光学系统，其中，第三透镜的折射力满足条件 5，

$$0.8 < f3/f < 1.6 \quad \text{.....条件 5}$$

其中，f3 表示第三透镜的焦距。

5、如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第四透镜的折射力满足条件 6，

$$0.8 < |f4/f| < 4.0 \quad \text{.....条件 6}$$

其中，f4 表示第四透镜的焦距， $f4 < 0$ 。

6、如权利要求 2 所述的光学系统，其中，第四透镜的折射力满足条件 6，

$$0.8 < |f4/f| < 4.0 \quad \text{.....条件 6}$$

其中，f4 表示第四透镜的焦距， $f4 < 0$ 。

7、如权利要求 1 所述的光学系统，其中，第一透镜和第二透镜的 Abbe

数满足条件 7,

$$25 < |V2-V1| \quad \dots\dots \text{条件 7}$$

其中, V1 表示第一透镜的 Abbe 数, V2 表示第二透镜的 Abbe 数。

8、如权利要求 2 所述的光学系统, 其中, 第一透镜和第二透镜的 Abbe 数满足条件 7,

$$25 < |V2-V1| \quad \dots\dots \text{条件 7}$$

其中, V1 表示第一透镜的 Abbe 数, V2 表示第二透镜的 Abbe 数。

9、如权利要求 1 所述的光学系统, 其中, 在第一透镜和第二透镜之间设置孔径光阑。

10、如权利要求 2 所述的光学系统, 其中, 在第一透镜和第二透镜之间设置孔径光阑。

11、一种超小型光学系统, 包括:

第一透镜, 是具有正折射力的双凸透镜;

第二透镜, 具有负折射力, 该第二透镜形成为向着物方凸的弯月形;

第三透镜, 具有正折射力, 该第三透镜形成为向着像方凸的弯月形;

第四透镜, 具有负折射力,

其中, 第二透镜的折射力满足条件 3, 第二透镜的形状满足条件 4,

$$0.8 < |f2/f| < 1.4 \quad \dots\dots \text{条件 3}$$

$$0.35 < R4/f < 2.0 \quad \dots\dots \text{条件 4}$$

其中, $f2$ 表示第二透镜的焦距, $f2 < 0$, f 表示整个光学系统的有效焦距, $R4$ 表示第二透镜的物方表面的曲率半径。

12、如权利要求 11 所述的光学系统, 其中, 光轴方向的尺寸满足条件 1, 第一透镜的折射力满足条件 2,

$$1.2 < TL/f < 1.3 \quad \dots\dots \text{条件 1}$$

$$0.6 < f1/f < 0.8 \quad \dots\dots \text{条件 2}$$

其中, TL 表示从第一透镜的物方表面到像方表面的长度, $f1$ 表示第一透镜的焦距。

13、如权利要求 11 所述的光学系统, 其中, 第三透镜的折射力满足条件 5, 第四透镜的折射力满足条件 6,

$$0.8 < f3/f < 1.6 \quad \dots\dots \text{条件 5}$$

$$0.8 < |f4/f| < 4.0 \quad \dots\dots \text{条件 6}$$

其中， f_3 表示第三透镜的焦距， f_4 表示第四透镜的焦距， $f_4 < 0$ 。

14、如权利要求 12 所述的光学系统，其中，第三透镜的折射力满足条件 5，第四透镜的折射力满足条件 6，

$$0.8 < f_3/f < 1.6 \quad \dots\dots \text{条件 5}$$

$$0.8 < |f_4/f| < 4.0 \quad \dots\dots \text{条件 6}$$

其中， f_3 表示第三透镜的焦距， f_4 表示第四透镜的焦距， $f_4 < 0$ 。

15、如权利要求 11 所述的光学系统，其中，在第一透镜和第二透镜之间设置孔径光阑。

16、如权利要求 12 所述的光学系统，其中，在第一透镜和第二透镜之间设置孔径光阑。

超小型光学系统

本申请要求于2006年7月25日提交到韩国知识产权局的第2006-0069788号韩国专利申请的优先权，该申请公开于此以资参考。

技术领域

本发明涉及一种成像光学系统，更具体地讲，涉及一种超小型成像光学系统，该光学系统安装在诸如移动通信终端和个人数字助理的便携式装置上或者用于监控相机和数码相机。

背景技术

通常，移动通信终端在初期阶段仅具有基本的通信功能。然而，随着使用的增加，移动通信终端的功能和服务不断演进，需要移动通信终端具有从拍照到图像传输和视频通信的各种功能。近来，一种集成数码相机技术与移动电话技术的移动通信终端的新的延伸的概念（即，所谓的摄像电话或摄像移动电话）引起了广泛关注。

具体地讲，安装在摄像电话上的成像光学系统不仅需要小型化、重量轻和成本低，而且由于该成像光学系统中所使用的由电荷耦合器件（CCD）或互补金属氧化物半导体（CMOS）形成的图像传感器的像素尺寸减小，因此还需要该成像光学系统具有高分辨率。

此外，要求使用所述图像传感器的成像光学系统具有宽视角。

为了满足小型化和低成本要求，安装在小装置（如移动电话）上的成像光学系统需要具有尽可能少的透镜，但是这限制了设计的自由度，并且损害了光学性能。

因此，需要一种能够容易地制造并且具有高分辨率和宽视角的超小型成像光学系统。

发明内容

本发明的一方面提供一种适合于超小型光学装置（如用于移动电话的相

机)的超小型光学系统,该光学系统使用诸如电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS)的图像传感器。

本发明的一方面还提供一种具有3.0的F数、62度的视角、高分辨率以及各种改善的像差的超小型光学系统。

本发明的一方面还提供一种通过使用多个塑料透镜,能够减小其重量,能够进行批量生产,并且能够减小其制造成本的超小型光学系统。

本发明的一方面还提供一种能够通过使用非球面透镜来获得高分辨率并具有极好的光学特性的超小型光学系统。

根据本发明的一方面,提供一种超小型光学系统,包括:第一透镜,是具有正折射力的双凸透镜;第二透镜,具有负折射力,该第二透镜形成为向着物方凸的弯月形;第三透镜,具有正折射力,该第三透镜形成向着像方凸的弯月形;第四透镜,具有负折射力,其中,在光轴方向上的尺寸满足条件1,第一透镜的折射力满足条件2,

$$1.2 < TL/f < 1.3 \quad \dots\dots \text{条件 1}$$

$$0.6 < f1/f < 0.8 \quad \dots\dots \text{条件 2}$$

其中,TL表示从第一透镜的物方表面到像方表面的长度,f表示整个光学系统的有效焦距,f1表示第一透镜的焦距。

第二透镜的折射力可满足条件3,第二透镜的形状可满足条件4,第三透镜的折射力可满足条件5,第四透镜的折射力可满足条件6,第一透镜和第二透镜的Abbe数可满足条件7,

$$0.8 < |f2/f| < 1.4 \quad \dots\dots \text{条件 3}$$

$$0.35 < R4/f < 2.0 \quad \dots\dots \text{条件 4}$$

$$0.8 < f3/f < 1.6 \quad \dots\dots \text{条件 5}$$

$$0.8 < |f4/f| < 4.0 \quad \dots\dots \text{条件 6}$$

$$25 < |V2-V1| \quad \dots\dots \text{条件 7}$$

其中,f2表示第二透镜的焦距($f2 < 0$),R4表示第二透镜的物方表面的曲率半径,f3表示第三透镜的焦距,f4表示第四透镜的焦距($f4 < 0$),V1表示第一透镜的Abbe数,V2表示第二透镜的Abbe数。

在第一透镜和第二透镜之间可设置孔径光阑。

根据本发明的另一方面,提供一种超小型光学系统,包括:第一透镜,是具有正折射力的双凸透镜;第二透镜,具有负折射力,该第二透镜形成为

向着物方凸的弯月形；第三透镜，具有正折射力，该第三透镜形成向着像方凸的弯月形；第四透镜，具有负折射力，其中，第二透镜的折射力满足条件 3，第二透镜的形状满足条件 4，

$$0.8 < |f_2/f| < 1.4 \quad \dots\dots \text{条件 3}$$

$$0.35 < R_4/f < 2.0 \quad \dots\dots \text{条件 4}$$

其中， f_2 表示第二透镜的焦距 ($f_2 < 0$)， R_4 表示第二透镜的物方表面的曲率半径。

光轴方向上的尺寸可满足条件 1，第一透镜的折射力可满足条件 2，第三透镜的折射力可满足条件 5，第四透镜的折射力可满足条件 6，

$$1.2 < TL/f < 1.3 \quad \dots\dots \text{条件 1}$$

$$0.6 < f_1/f < 0.8 \quad \dots\dots \text{条件 2}$$

$$0.8 < f_3/f < 1.6 \quad \dots\dots \text{条件 5}$$

$$0.8 < |f_4/f| < 4.0 \quad \dots\dots \text{条件 6}$$

其中， TL 表示从第一透镜的物方表面到像方表面的长度， f 表示整个光学系统的有效焦距， f_1 表示第一透镜的焦距， f_3 表示第三透镜的焦距， f_4 表示第四透镜的焦距 ($f_4 < 0$)。

在第一透镜和第二透镜之间可设置孔径光阑。

附图说明

通过下面结合附图进行的详细描述，本发明的上述和其他方面、特点和其它优点将会更容易理解，其中：

图 1 是示出根据本发明第一实施例的超小型光学系统的透镜的结构图；

图 2A 是示出图 1 的光学系统的球面像差的示图；

图 2B 是示出图 1 的光学系统的像散的示图；

图 2C 是示出图 1 的光学系统的畸变的示图；

图 3 是示出图 1 的光学系统的调制传递函数 (MTF) 图；

图 4 是示出根据本发明第二实施例的超小型光学系统的透镜的结构图；

图 5A 是示出图 4 的光学系统的球面像差的示图；

图 5B 是示出图 4 的光学系统的像散的示图；

图 5C 是示出图 4 的光学系统的畸变的示图；

图 6 是示出图 4 的光学系统的调制传递函数 (MTF) 图；

图 7 是示出根据本发明第三实施例的超小型光学系统的透镜的结构图；
图 8A 是示出图 7 的光学系统的球面像差的示图；
图 8B 是示出图 7 的光学系统的像散的示图；
图 8C 是示出图 7 的光学系统的畸变的示图；
图 9 是示出图 7 的光学系统的调制传递函数 (MTF) 图。

具体实施方式

现在，将参照附图详细描述本发明的示例性实施例。

图 1 是示出根据本发明实施例的超小型光学系统的透镜的结构图。以下，在附图中，为了清晰起见，透镜的厚度、尺寸和形状被夸大。特别是，尽管在附图中显示了例如球面和非球面形状，但是本发明不限于这些形状。

参照图 1，该超小型光学系统具有：第一透镜 L1，是具有正折射力 (refractive power) 的双凸透镜；第二透镜 L2，具有负折射力，该第二透镜 L2 形成向着物方凸的弯月形；第三透镜 L3，具有正折射力，该第三透镜 L3 形成向着像方凸的弯月形；第四透镜 L4，具有负折射力。在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间设置孔径光阑 AS。

在这种情况下，第一透镜 L1、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 可由塑料材料形成，第二透镜 L2 可由玻璃材料形成。

另一方面，在第四透镜 L4 和像方表面 IP 之间设置相当于红外滤光器和防护玻璃的滤光器 OF。

此外，像方表面对应于图像传感器，如电荷耦合器件 (CCD) 或互补金属氧化物半导体 (CMOS)。

在根据本发明示例性实施例的超小型光学系统中，通过增加具有正折射力的第一透镜 L1 和具有负折射力的第二透镜 L2 之间在 Abbe 数和折射率方面的差异来减小色差，通过增加第一透镜 L1 和第二透镜 L2 的折射力以使它们相对大于第三透镜 L3 和第四透镜 L4 的折射力来减小光学系统的尺寸，并且像差特性极好，并且通过增大非球面和折射面的曲率半径来获得高分辨率、高清晰度和宽视角。

此外，孔径光阑 AS 布置在折射力最大的第一透镜 L1 之后，从而减弱透镜的公差敏感度。主光线角 (chief ray angle) 减小，从而获得极好的畸变校正。

特别是，通过使用非球面透镜，可提高透镜的分辨率，可减小畸变像差和球面像差，并且可提供具有极好的光学特性的紧凑光学系统。

此外，由于一些透镜由塑料材料形成，所有可以容易地以低价制造非球面透镜。

在上述结构下，将描述条件 1 至 7 的操作和效果。

$$1.2 < TL/f < 1.3 \quad \dots\dots\text{条件 1}$$

其中，TL 表示从第一透镜 L1 的物方表面 1 到像方表面 12 的长度，f 表示整个光学系统的有效焦距。

条件 1 定义了整个光学系统在光轴方向上的尺寸，是关于小型化和像差校正的条件。当 TL/f 大于条件 1 的上限时，尽管在校正各种像差方面有利，但是总长度增加，与超小型光学系统相悖。此外，当 TL/f 小于条件 1 的下限时，总长度变得太短，以至于不能满足像差校正和合适的远心特征要求，并且制造公差增加，从而使光学系统的性能变差。

$$0.6 < f1/f < 0.8 \quad \dots\dots\text{条件 2}$$

其中，f1 表示第一透镜 L1 的焦距，f 表示整个光学系统的有效焦距。

条件 2 是第一透镜 L1 的焦距与总焦距之比，其限定了第一透镜 L1 的折射力。

当 f1/f 小于条件 2 的下限，第一透镜 L1 的折射力增加时，难以校正球面像差，而且难以加工，并且受到公差的影响很大。

此外，当 f1/f 大于上限，第一透镜 L1 的折射力减小时，难以小型化，并且色差增加。

$$0.8 < |f2/f| < 1.4 \quad \dots\dots\text{条件 3}$$

其中，f2 表示第二透镜 L2 的焦距 ($f2 < 0$)，f 表示整个光学系统的有效焦距。

条件 3 是第二透镜 L2 的焦距与总焦距之比，其限定了第二透镜 L2 的折射力。

当 $|f2/f|$ 大于条件 3 的上限，f2 减小或者 $|f2|$ 增加时，由于沿光轴方向的尺寸增大，所以难以校正色差并减小尺寸。另一方面，当 $|f2/f|$ 小于条件 3 的下限，f2 增大或者 $|f2|$ 减小时，难以校正球面像差。

$$0.35 < R4/f < 2.0 \quad \dots\dots\text{条件 4}$$

其中，R4 表示第二透镜 L2 的物方表面 4 的曲率半径，f 表示有效焦距。

条件 4 与第二透镜 L2 的形状有关。

当 $R4/f$ 大于条件 4 的上限时, 难以校正彗形像差和像散。当 $R4/f$ 小于条件 4 的下限时, 由于曲率半径的减小, 所以难以使用玻璃材料来制造第二透镜 L2, 并且批量生产受到制造公差影响的增加的阻碍。

$$0.8 < f3/f < 1.6 \quad \dots\dots \text{条件 5}$$

其中, $f3$ 表示第三透镜 L3 的焦距, f 表示整个光学系统的有效焦距。

条件 5 是第三透镜 L3 的焦距与总焦距之比, 其限定了第三透镜 L3 的折射力。

当 $f3/f$ 小于条件 5 的下限, $f3$ 减小时, 难以校正畸变像差。当 $f3/f$ 大于条件 5 的上限并且 $f3$ 增加时, 难以保持远心特征。

$$0.8 < |f4/f| < 4.0 \quad \dots\dots \text{条件 6}$$

其中, $f4$ 表示第四透镜 L4 的焦距 ($f4 < 0$), f 表示有效焦距。

条件 6 是第四透镜 L4 的焦距与总焦距之比, 其限定了第四透镜 L4 的折射力。

当 $|f4/f|$ 大于条件 6 的上限, $f4$ 减小或者 $|f4|$ 增加时, 折射力减小, 并且难以满足小型化的要求。另一方面, 当 $|f4/f|$ 小于条件 6 的下限, $f4$ 增大或者 $|f4|$ 减小时, 难以校正畸变像差。

$$25 < |V2-V1| \quad \dots\dots \text{条件 7}$$

其中, $V1$ 表示第一透镜 L1 的 Abbe 数, $V2$ 表示第二透镜 L2 的 Abbe 数。

条件 7 与色差的校正有关。当 $|V2-V1|$ 小于条件 7 的下限, 第一透镜 L1 的 Abbe 数和第二透镜 L2 的 Abbe 数之差减小时, 色差增大, 并且难以应用于高像素光学系统。

以下, 将通过详细的数值来描述本发明的示例性实施例。

如上所述, 根据第一至第三实施例的光学系统包括: 第一透镜 L1, 是由塑料材料形成的具有正折射力的双凸透镜; 第二透镜 L2, 具有负折射力, 该第二透镜 L2 由玻璃材料形成, 为向着物方凸的弯月形; 第三透镜 L3, 具有正折射力, 该第三透镜 L3 由塑料材料形成, 为向着像方凸的弯月形; 第四透镜 L4, 由塑料材料形成, 具有负折射力。在第一透镜 L1 和第二透镜 L2 之间设置孔径光阑 AS。此外, 在第四透镜 L4 和像方表面 IP 之间设置相当于红外滤光器和防护玻璃的滤光器 OF。此外, 该像方表面对应于图像传感器, 如

CCD 和 CMOS。

在下面的每一实施例中，从公知的方程式 1 获得非球面，二次曲线常数（conic constant）K 以及非球面系数 A、B、C、D、E 和 F 中所使用的 E 及随后的数字表示 10 的幂。例如，E+01 表示 10^1 ，E-02 表示 10^{-2} 。

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

其中，Z 表示沿光轴方向距离透镜的定义点（definite point）的长度，Y 表示沿垂直方向到光轴的长度，r 表示透镜的所述定义点处的曲率半径，K 表示二次曲线常数，A、B、C、D、E 和 F 表示非球面系数。

实施例 1

表 1 示出根据本发明第一实施例的超小型光学系统的数值。此外，图 1 是示出根据第一实施例的超小型光学系统的透镜的结构图，图 2A 至图 2C 示出表 1 和图 1 的光学系统的各种像差，图 3 是表 1 和图 1 的光学系统的调制传递函数（MTF）图。

以下，在每一实施例中，“S”和“T”分别表示弧矢（sagittal）和子午（tangential）。

此外，MTF 依赖于每毫米的周期（cycle）的空间频率，并且是在光的最大强度 Max 和最小强度 Min 之间定义值的方程式 2。

$$MTF = \frac{Max - Min}{Max + Min} \quad \dots \text{方程式 2}$$

即，当 MTF 为 1 时最理想，而当 MTF 减小时，分辨率降低。

在实施例 1 的情况下，F 数为 3.0，视角为 63 度，从物方表面到像方表面 12 的长度 TL 为 7.40mm，光学系统的有效焦距 f 为 5.88mm。此外，在这种情况下，第一透镜 L1、第三透镜 L3 和第四透镜 L4 由塑料材料形成。

表 1

表面编号	曲率半径 (R)	厚度/长度 (t)	折射率 (N_d)	Abbe 数 (V_d)	基准
*1	3.1554	0.77	1.53	56.4	透镜 1
*2	-6.2706	0.1			
3	∞	0.1438			孔径光阑
4	11.0380	0.45	1.81	24.0	透镜 2

5	3.4993	1.3625			
*6	-1.5676	0.81	1.53	56.4	透镜3
*7	-1.3328	0.1			
*8	2.3239	0.83	1.53	56.4	透镜4
*9	1.6154	0.8921			
10	∞	0.3	1.52	64.1	滤光器
11	∞	1.6416			
12	∞	0			像方表面

其中，*表示非球面，在实施例1中，第一透镜L1的物方折射面1和像方折射面2、第三透镜L3的物方折射面6和像方折射面7、第四透镜L4的物方折射面8和像方折射面9分别由非球面形成。

表2中示出了实施例1的根据方程式1的非球面系数的值。

表2

表面编号	K	A	B	C	D
1	-1.4772	-0.0082	-0.0091	0.0015	-0.0032
2	3.7828	-0.0084	-0.0107	0.0004	-0.0011
6	-4.117	-0.0689	-0.0211	0.0132	-0.0014
7	-0.8302	0.019	-0.0154	0.0018	0.0008
8	-7.1604	-0.0218	0.0051	-0.0006	0.00002
9	-5.886	-0.0215	0.0026	-0.0002	0.000003

实施例2

表3示出根据本发明第二实施例的超小型光学系统的数值的示例。此外，图4是示出根据本发明第二实施例的超小型光学系统的透镜的结构图。图5A至图5C是分别示出表3和图4中所示的光学系统的各种像差的示图。图6是示出表3和图4中所示的光学系统的MTF曲线图。

在实施例2的情况下，F数为3.0，视角为63度，从第一透镜L1的物方表面1到像方表面12的长度TL为7.313mm，光学系统的有效焦距f为5.88mm。此外，在实施例2的情况下，第一透镜L1、第三透镜L3和第四透镜L4由塑料材料形成。

表3

表面编号	曲率半径 (R)	厚度/长度 (t)	折射率 (N _d)	Abbe数 (V _d)	基准
*1	3.1548	0.77	1.53	56.4	透镜1
*2	-6.3630	0.1			
3	∞	0.1			孔径光阑
4	11.1874	0.45	1.81	24.0	透镜2
5	3.6204	1.5011			
*6	-1.7322	0.81	1.53	56.4	透镜3
*7	-1.3606	0.1			
*8	2.2517	0.83	1.53	56.4	透镜4
*9	1.4209	0.8011			
10	∞	0.3	1.52	64.1	滤光器
11	∞	1.5506			
12	∞	0			像方表面

其中,*表示非球面,在实施例2中,第一透镜L1的物方折射面1和像方折射面2、第三透镜L3的物方折射面6和像方折射面7、第四透镜L4的物方折射面8和像方折射面9分别由非球面形成。

表4中示出了实施例2的根据方程式1的非球面系数的值。

表4

表面编号	K	A	B	C	D
1	-1.5095	-0.0081	-0.0084	0.0011	-0.0029
2	3.8015	-0.0084	-0.0098	-0.0002	-0.0009
6	-4.8001	-0.053	-0.0189	0.0101	-0.001
7	-0.8927	0.0265	-0.0178	0.0029	0.0004
8	-7.2379	-0.022	0.0052	-0.0006	0.00002
9	-5.1864	-0.02	0.0027	-0.0002	0.000005

实施例3

表5示出根据本发明第三实施例的超小型光学系统的数值的示例。此外,

图7是示出根据本发明第三实施例的超小型光学系统的透镜的结构图。图8A至图8C是分别示出表5和图7中所示的光学系统的各种像差的示图。图9是示出表5和图7中所示的光学系统的MTF曲线图。

在实施例3的情况下，F数为3.0，视角为63度，从第一透镜L1的物方表面1到像方表面12的长度TL为7.324mm，光学系统的有效焦距f为5.88mm。此外，在实施例3的情况下，第一透镜L1、第三透镜L3和第四透镜L4由塑料材料形成。

表5

表面编号	曲率半径 (R)	厚度/长度 (t)	折射率 (N _d)	Abbe数 (V _d)	基准
*1	3.1650	0.7416	1.53	56.4	透镜1
*2	-6.4782	0.1			
3	∞	0.1			孔径光阑
4	10.9649	0.45	1.81	24.0	透镜2
5	3.6316	1.5507			
*6	-1.8198	0.8272	1.53	56.4	透镜3
*7	-1.3724	0.1			
*8	2.4096	0.872	1.53	56.4	透镜4
*9	1.4373	0.7663			
10	∞	0.3	1.52	64.1	滤光器
11	∞	1.5158			
12	∞	0			像方表面

其中，*表示非球面，在实施例3中，第一透镜L1的物方折射面1和像方折射面2、第三透镜L3的物方折射面6和像方折射面7、第四透镜L4的物方折射面8和像方折射面9分别由非球面形成。

表6中示出了实施例3的根据方程式1的非球面系数的值。

表6

表面编号	K	A	B	C	D
1	-1.57	-0.0083	-0.0085	0.0009	-0.0031
2	4.0744	-0.0085	-0.0099	-0.0005	-0.0009

6	-4.9095	-0.0492	-0.0187	0.0097	-0.001
7	-0.895	0.0265	-0.0174	0.0029	0.0003
8	-7.8844	-0.0219	0.0052	-0.0006	0.00002
9	-5.1917	-0.0196	0.0027	-0.0002	0.000005

如图2、图5和图7中所示，通过上述实施例1至实施例3，可以知道，可获得各种像差特征。

另一方面，表7中示出了针对实施例1至实施例3的条件1至条件7的值。

表7

	实施例1	实施例2	实施例3
条件 1	1.259	1.244	1.246
条件 2	0.693	0.696	0.701
条件 3	1.058	1.105	1.122
条件 4	1.877	1.903	1.865
条件 5	1.301	1.160	1.092
条件 6	2.861	1.900	1.658
条件 7	32.4	32.4	32.4

如表7中所示，可以知道，实施例1至实施例3满足条件1至条件7。

如上所述，根据本发明的示例性实施例，提供了一种适合于使用诸如CCD和CMOS的图像传感器的超小型光学装置（如用于移动电话的相机）的超小型光学系统，该光学系统具有约3.0的F数以及62度及以上的宽视角。

此外，通过使用Abbe数极大不同的第一透镜和第二透镜来减小色差，并且第一透镜和第二透镜的折射力相对增加，从而制造超小型光学系统。

通过在具有最大折射力的第一透镜之后设置孔径光阑来减轻透镜的公差敏感度，并且可获得极好的畸变校正效果。

此外，通过控制每一折射面的曲率半径并使用非球面，减小了各种像差，并且可获得具有高分辨率和高清晰度的图像。

通过使用多个塑料透镜，不仅光学系统的重量可减小，而且容易以低价进行批量生产。

尽管已结合示例性实施例显示和描述了本发明，但是本领域技术人员应该理解，在不脱离权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下，可进行各种修改和变化。

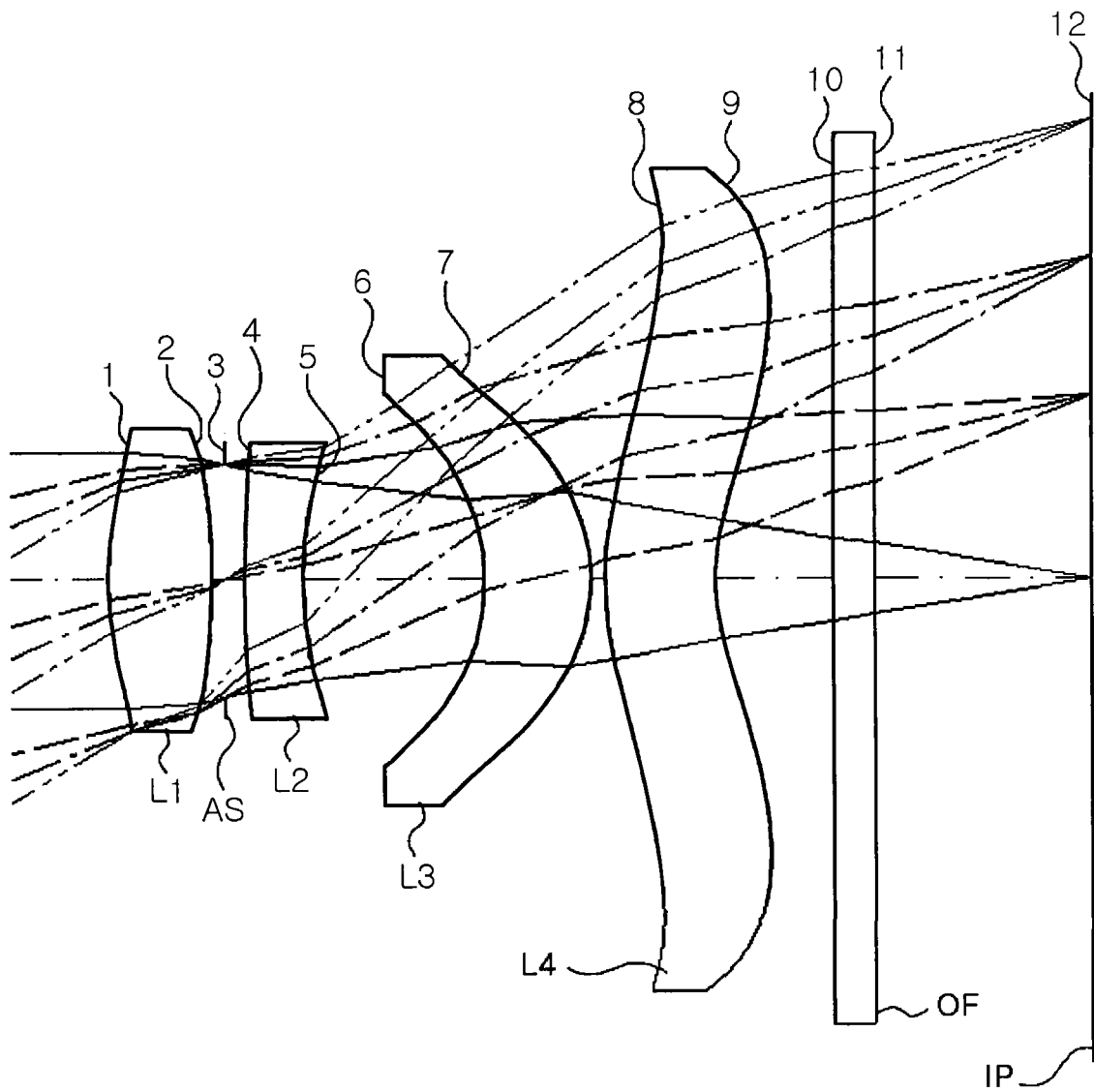


图 1

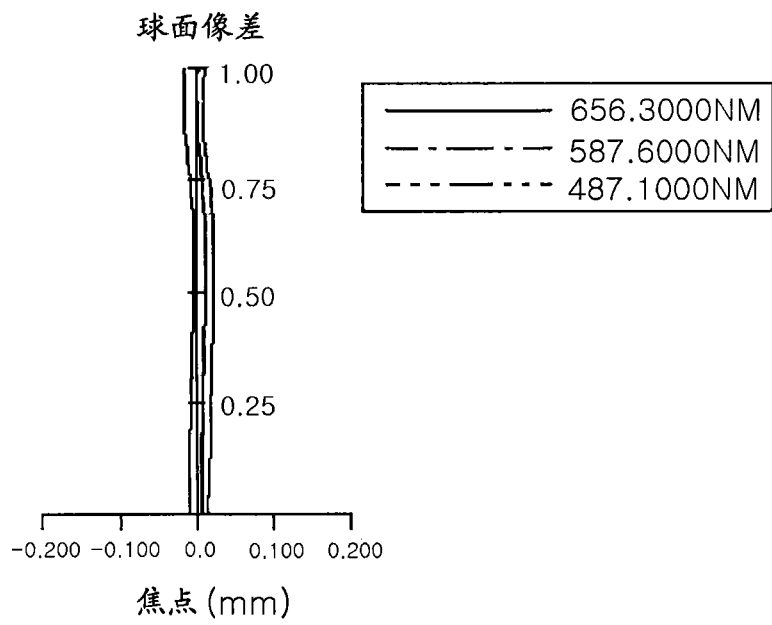


图 2A

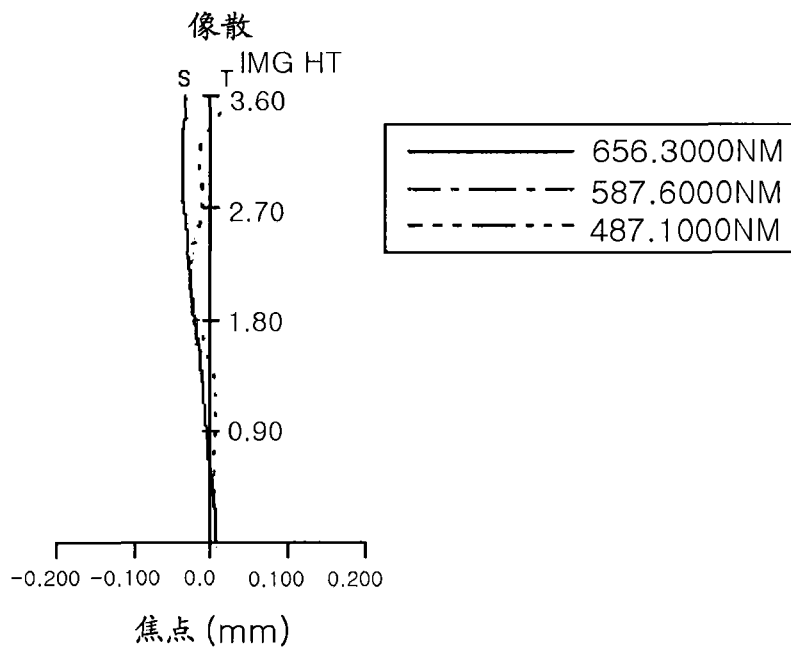


图 2B

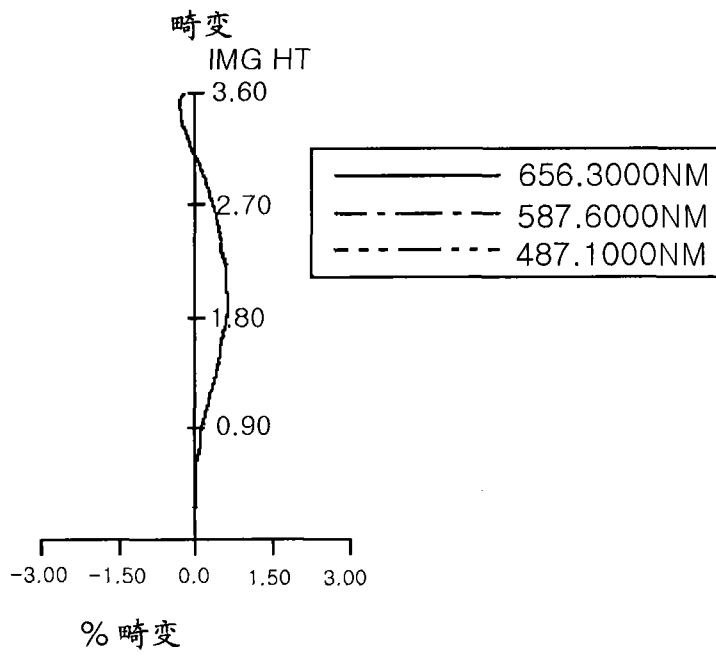


图 2C

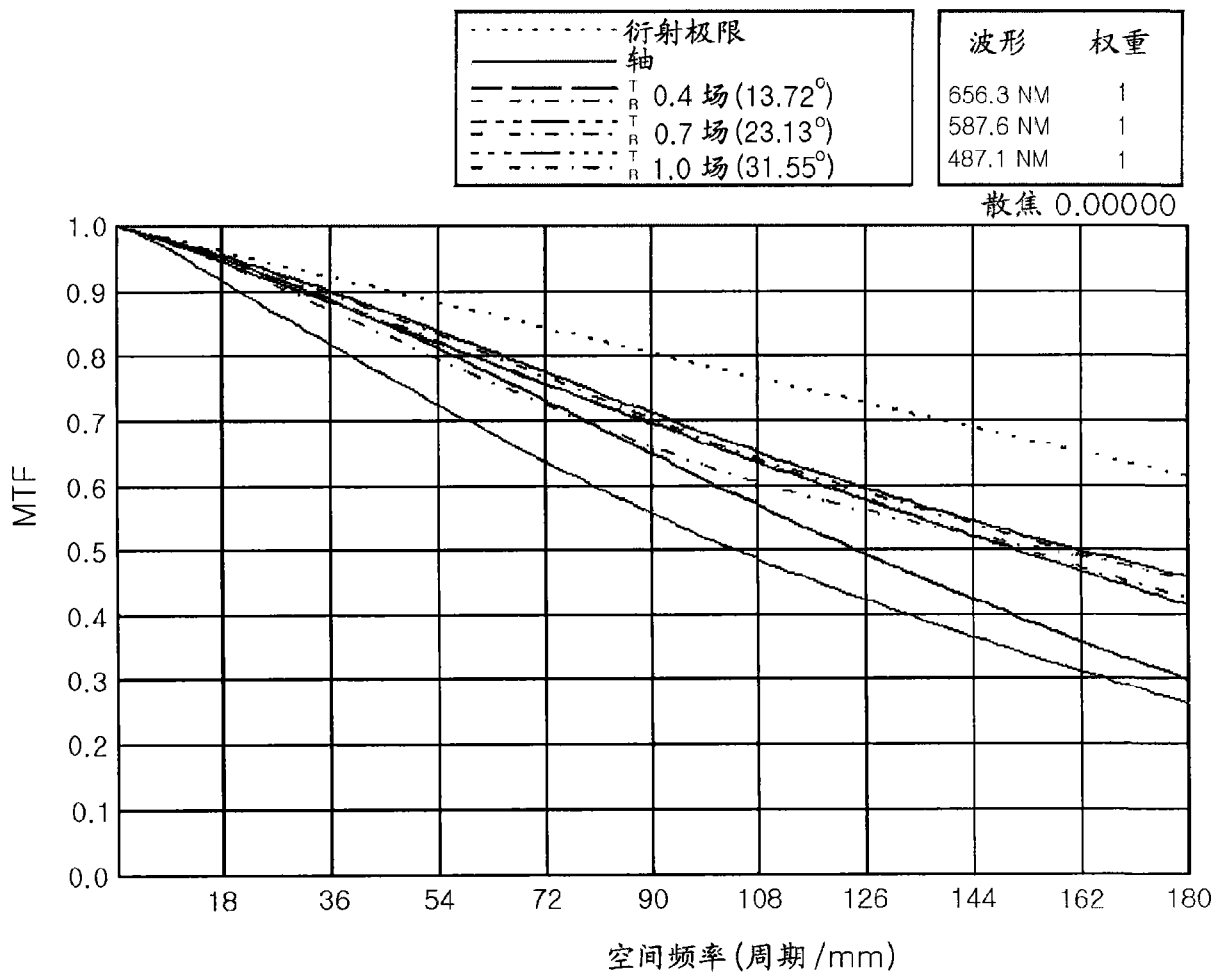


图 3

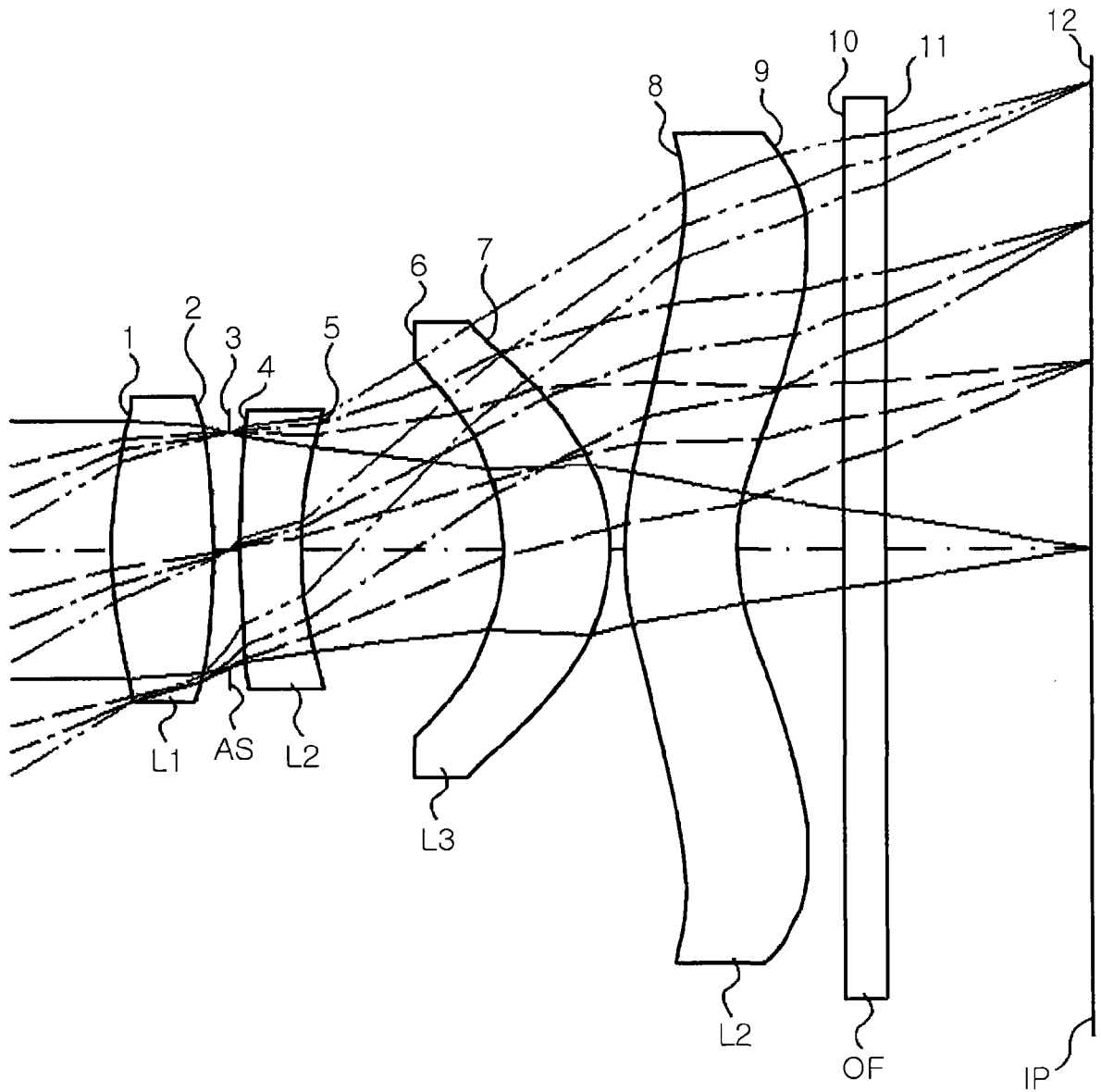


图 4

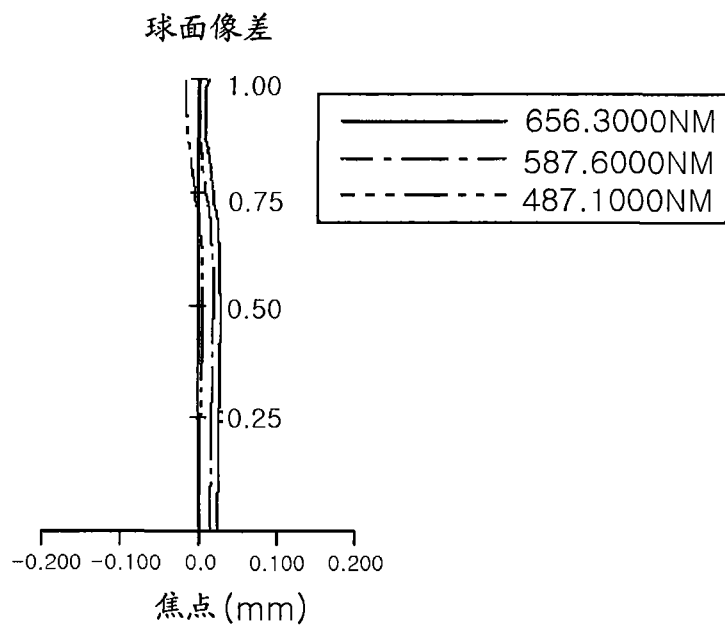


图 5A

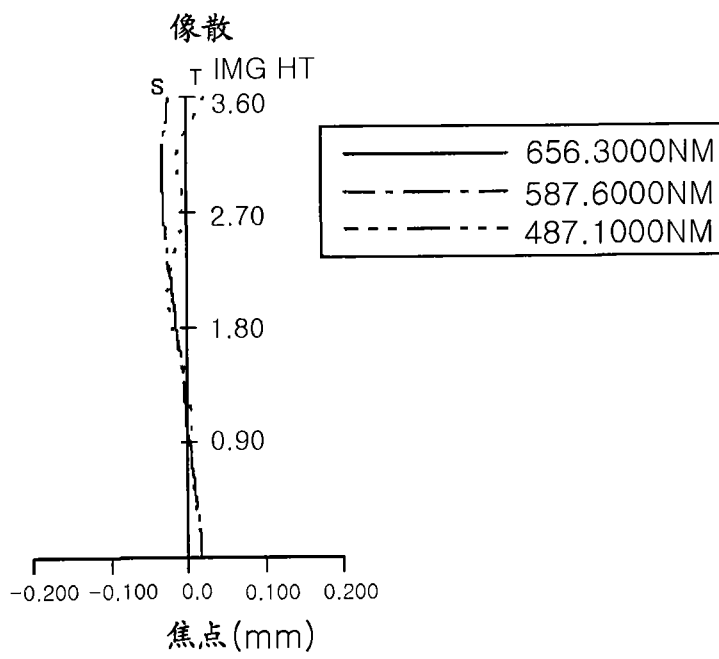


图 5B

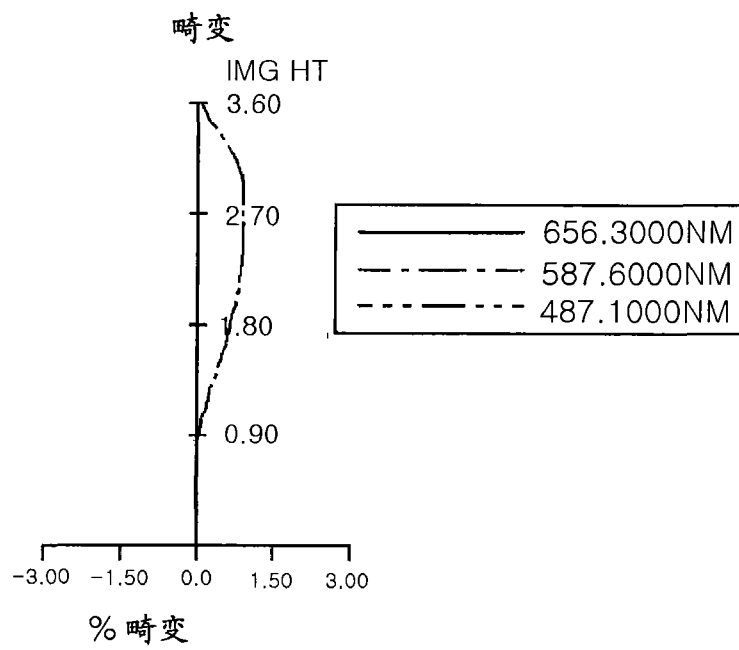


图 5C

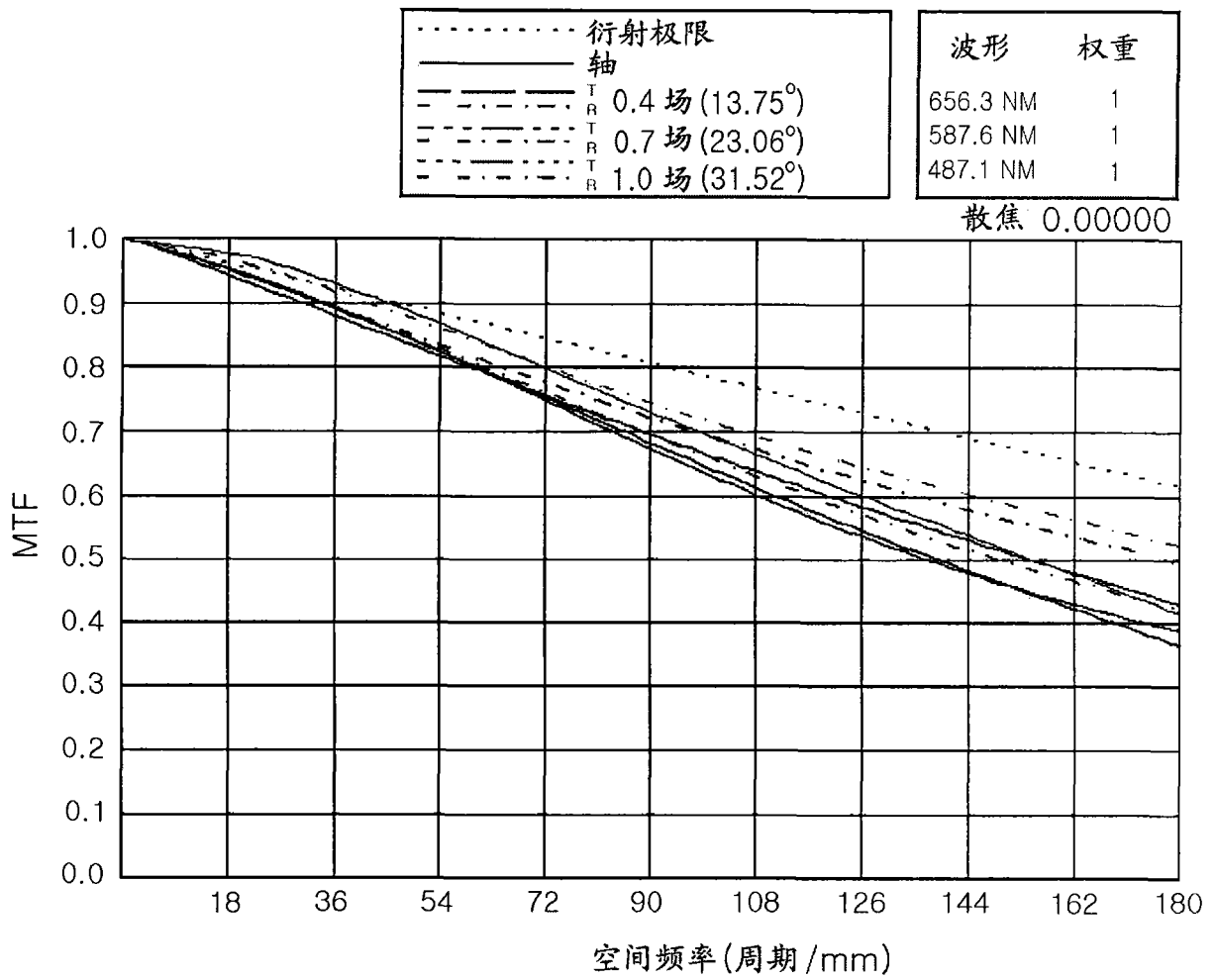


图 6

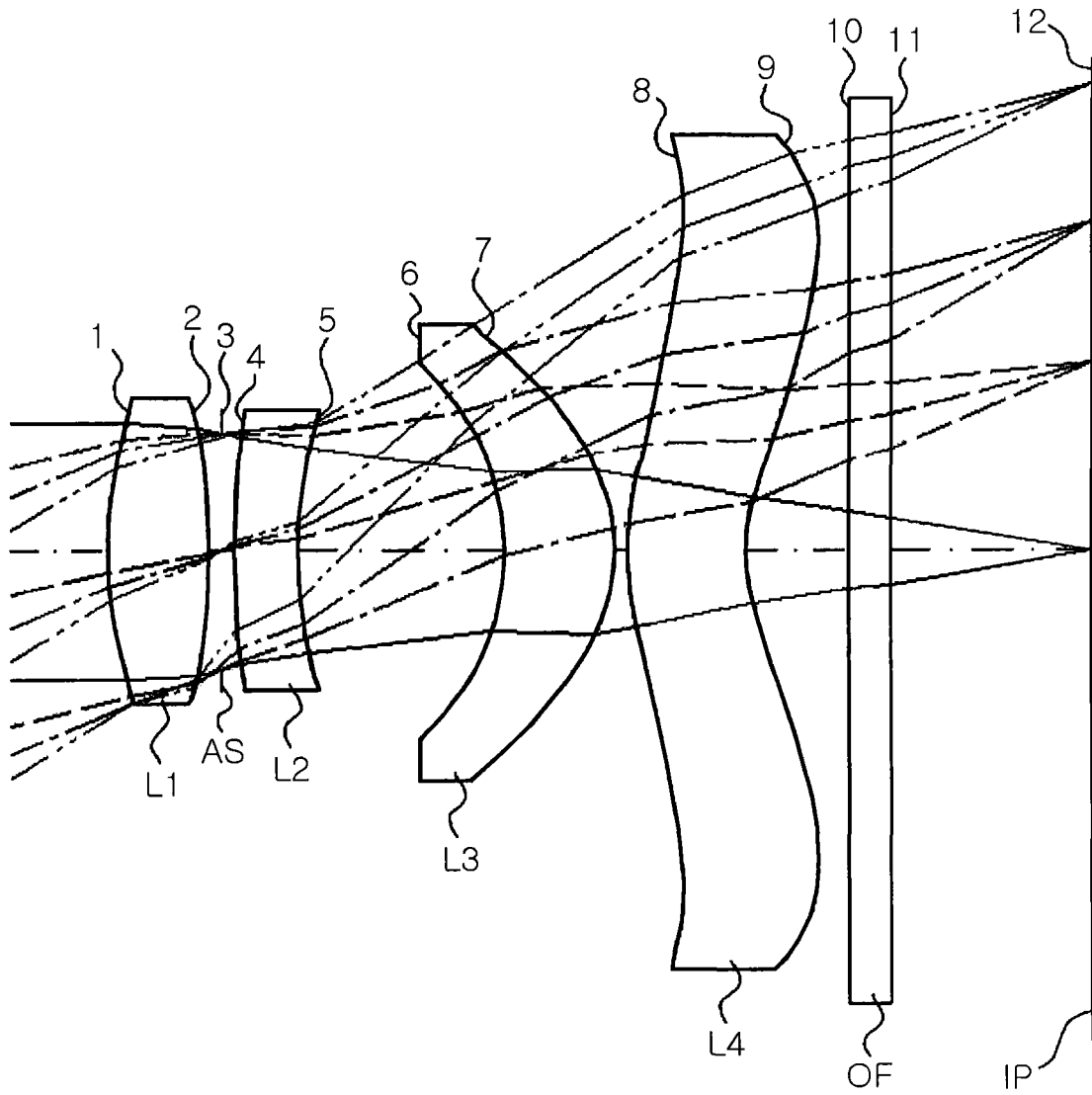


图 7

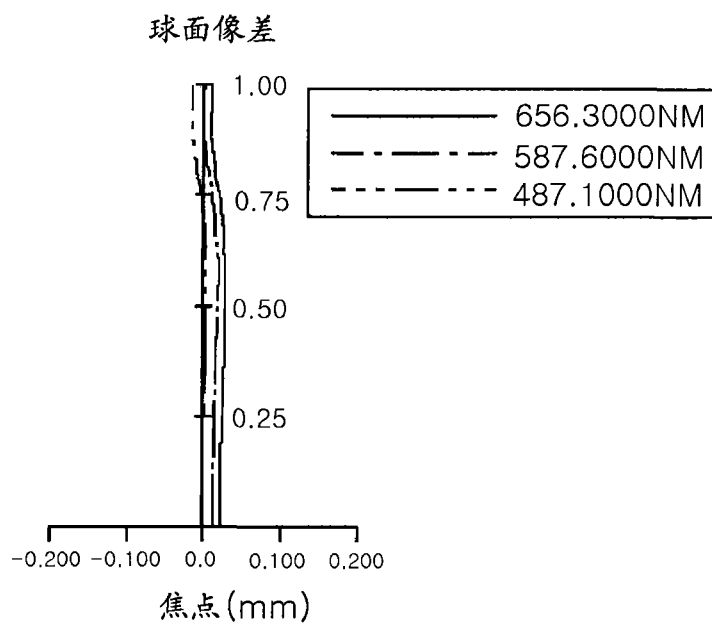


图 8A

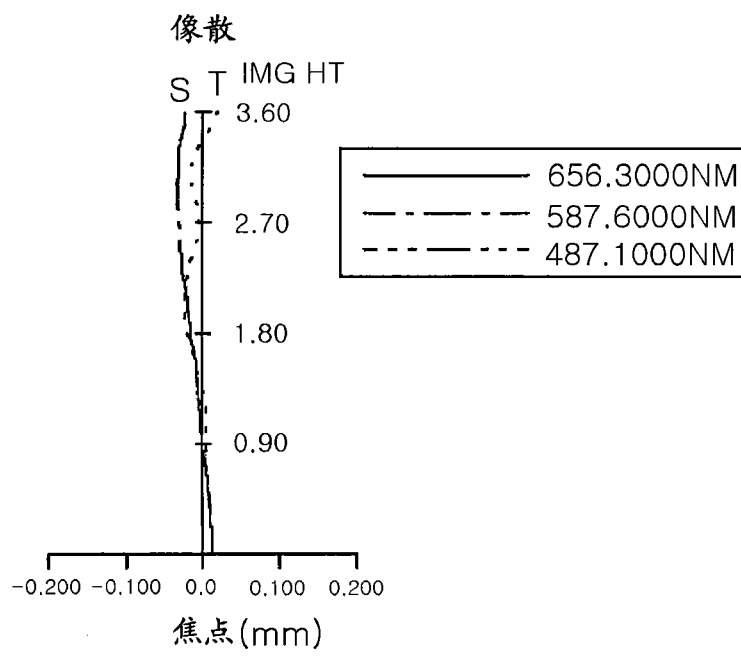


图 8B

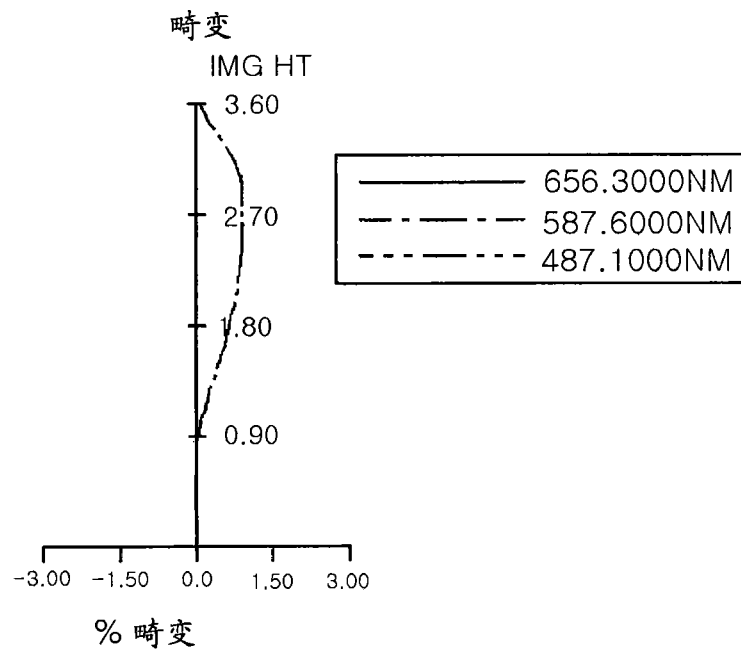


图 8C

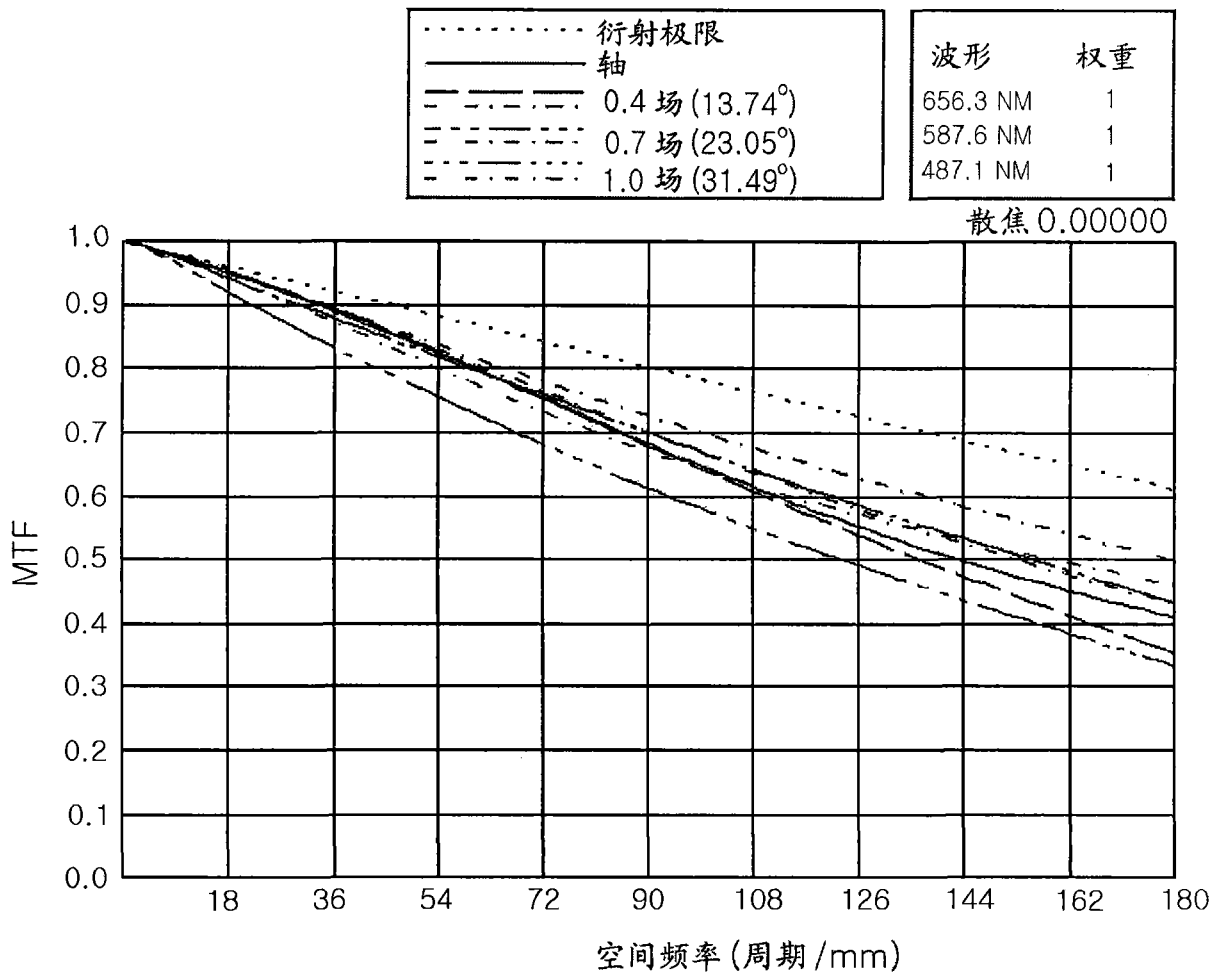


图 9