



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109154713 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(21)申请号 201680085506.4

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.05.12

G02B 13/04(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 1/00(2006.01)

2018.11.08

G02B 13/18(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/064127 2016.05.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/195320 JA 2017.11.16

(71)申请人 纳卢克斯株式会社

地址 日本大阪府

(72)发明人 石井健太 关大介

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 金玲 黄纶伟

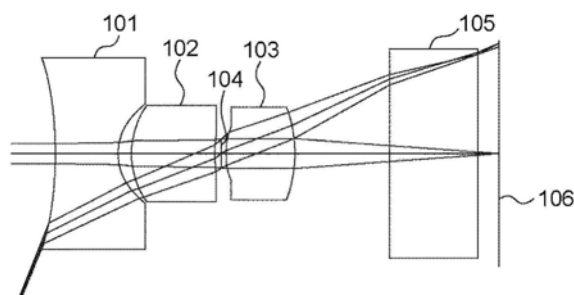
权利要求书1页 说明书21页 附图15页

(54)发明名称

摄像光学系统

(57)摘要

提供一种用于实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内窥镜的摄像光学系统。摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、光圈和具有正的屈光力的第3透镜。将第1透镜的像侧主点与该第2透镜的物体侧主点之间的距离设为 $|d|$ ，在该第1透镜的像侧主点比该第2透镜的物体侧主点更靠近像侧的情况下，将两主点之间的带符号的距离设为 $d=-|d|$ ，将该第1透镜和该第2透镜的合成焦距设为 f_{12} ，满足 $d<0$ $0.005<d/f_{12}<16$ 。



1. 一种摄像光学系统,其具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、光圈和具有正的屈光力的第3透镜,

将该第1透镜的像侧主点与该第2透镜的物体侧主点之间的距离设为 $|d|$ 、将在该第1透镜的像侧主点比该第2透镜的物体侧主点更靠近像侧的情况下,两主点之间的带符号的距离设为 $d=-|d|$ 、将该第1透镜和该第2透镜的合成焦距设为 f_{12} ,该摄像光学系统满足

$$d < 0$$

$$0.005 < d/f_{12} < 16。$$

2. 根据权利要求1所述的摄像光学系统,其中,该摄像光学系统满足

$$0.1 < d/f_{12} < 6。$$

3. 根据权利要求1所述的摄像光学系统,其中,该摄像光学系统满足

$$0.12 < d/f_{12} < 0.15。$$

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的摄像光学系统,其中,

将该第1透镜、该第2透镜和该第3透镜的一致的主轴作为光轴,将从该第3透镜的像侧的面的该光轴上的点到像面之间的距离设为 t_3 、将从该第1透镜的物体侧的面的该光轴上的点到该第3透镜的像侧的面的该光轴上的点之间的距离设为 t ,该摄像光学系统满足

$$t_3/t > 0.5。$$

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的摄像光学系统,其中,

将该第1透镜、该第2透镜和该第3透镜的一致的主轴作为光轴,该第2透镜的物体侧的面的该光轴上的点比该第1透镜的像侧的面的与视角对应的光束的最外光线通过的点更靠近物体侧。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的摄像光学系统,其中,

将构成该第1透镜的物质的阿贝值设为 v_1 、将构成该第2透镜的物质的阿贝值设为 v_2 、将构成该第3透镜的物质的阿贝值设为 v_3 ,该摄像光学系统满足

$$v_1 > v_2$$

$$v_3 > v_2。$$

7. 根据权利要求1至6中的任意一项所述的摄像光学系统,其中,

将与视角对应的光束的像高设为 y 、将该第1透镜的有效直径设为 D ,该摄像光学系统满足

$$0.75 < 2 \times y/D < 1.25。$$

8. 根据权利要求1至7中的任意一项所述的摄像光学系统,其中,

该摄像光学系统在内窥镜中使用。

摄像光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及摄像光学系统,特别涉及内窥镜用摄像光学系统。

背景技术

[0002] 在医疗领域使用的内窥镜包括插入型内窥镜和胶囊型内窥镜。通常的插入型内窥镜与末端部分的摄像光学系统、即位于远离物镜的位置处的摄像元件通过光纤或中继透镜而连接。对于这种通常的插入型内窥镜的摄像光学系统而言,为了减少光量损失而要求焦阑性。此外,作为插入型内窥镜具备如下的电子内窥镜,其在末端部分具有摄像光学系统和摄像元件,在位于远离位置处的显示装置上显示图像。胶囊型内窥镜在胶囊内具有摄像光学系统和摄像元件。因此,对于胶囊型内窥镜和电子内窥镜的摄像光学系统不要求焦阑性。另一方面,无论在何种类型的内窥镜中,都要求小型、广角且高分辨率。为了实现高分辨率,需要减小摄像光学系统的像差。

[0003] 另外,现有技术中的内窥镜用摄像光学系统存在以下的问题。

[0004] 专利文献1公开了如下构成的内窥镜用物镜,该物镜从物体侧向像侧配置有具有负的屈光力的透镜、光圈、具有正的屈光力的透镜、以及具有正的屈光力的透镜。通过从光圈到像面之间的具有正的屈光力的2块透镜充分校正了像差。另一方面,在第1透镜与第2透镜之间存在光圈而无法缩短第1透镜与第2透镜的主点间距离。因此,无法获得充分的视角。

[0005] 专利文献2公开了如下构成的内窥镜用物镜,该物镜从物体侧向像侧配置有具有负的屈光力的透镜、具有正的屈光力的透镜、光圈、以及具有正的屈光力的透镜。第1透镜与第2透镜的主点间距离较大,视角不充分。此外,为了实现小型且广角的摄像透镜单元而作为透镜材料使用蓝宝石,价格昂贵。

[0006] 专利文献3公开了如下构成的内窥镜用物镜,该物镜从物体侧向像侧配置有具有负的屈光力的透镜、具有正的屈光力的透镜、光圈、以及具有正的屈光力的透镜。虽然视角较大,然而由于重视焦阑性而无法充分进行像差的校正。

[0007] 如上,当前未开发出用于实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内窥镜的摄像光学系统。

[0008] 在先技术文献

[0009] 专利文献

[0010] 专利文献1:日本特开2015-60019号公报

[0011] 专利文献2:日本特开2004-337346号公报

[0012] 专利文献3:日本特开平10-170821号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 因此,存在对于用于实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内窥镜的摄像光学系统的需求。本发明的课题在于,提供用于实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内

窥镜的摄像光学系统。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 本发明的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、光圈和具有正的屈光力的第3透镜。将该第1透镜的像侧主点与该第2透镜的物体侧主点之间的距离设为 $|d|$ ，在该第1透镜的像侧主点比该第2透镜的物体侧主点更靠近像侧的情况下，将两主点之间的带符号的距离设为 $d=-|d|$ ，将该第1透镜和该第2透镜的合成焦距设为 f_{12} ，该摄像光学系统满足

[0017] $d < 0$

[0018] $0.005 < d/f_{12} < 16$ 。

[0019] 具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、以及具有正的屈光力的第3透镜的结构易于校正广角中的各像差。在相比焦阑性而言更重视小型化、广角化和高分辨率化时，优选将光圈配置于第2透镜和第3透镜之间。

[0020] 为了以满足不使得第1透镜直径过大且视场充分为广角的条件的方式来确定第1透镜和第2透镜的屈光力，优选满足式(2)。 d/f_{12} 在式(2)的下限以下的情况下，若第1透镜为小径则无法充分扩大视角，在式(2)的上限以上的情况下，若第1透镜是小径则无法充分进行像差校正而无法得到高分辨率。

[0021] 通常而言，具有 ϕ_1 的屈光力的透镜和具有 ϕ_2 的屈光力的透镜的合成的屈光力 ϕ_{12} 基于近轴理论可通过下式表示。

[0022] [数1]

[0023] $\phi_{12} = \phi_1 + \phi_2 - \phi_1 \phi_2 d$

[0024] 由于第1透镜的屈光力为负，第2透镜的屈光力为正，因此第1透镜的屈光力与第2透镜的屈光力之积 $\phi_1 \phi_2$ 为负。因此，若 d 为负，则 $-\phi_1 \phi_2 d$ 为负，合成的屈光力 ϕ_{12} 容易为负。因此，为了具有合成的屈光力 ϕ_{12} 较强的负的屈光力，满足式(1)是有利的。

[0025] 根据本发明的摄像光学系统，可实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内窥镜。

[0026] 本发明的第1实施方式的摄像光学系统满足 $0.1 < d/f_{12} < 6(2)'$ 。

[0027] 本实施方式的摄像光学系统能够得到更高的分辨率。

[0028] 本发明的第2实施方式的摄像光学系统满足 $0.12 < d/f_{12} < 0.15(2)''$ 。

[0029] 根据本实施方式，能够使摄像光学系统进一步小型化，在摄像光学系统中可得到更高的分辨率。

[0030] 本发明的第3实施方式的摄像光学系统中，将该第1透镜、该第2透镜和该第3透镜的一致的主轴作为光轴，将从该第3透镜的像侧的面的该光轴上的点到像面之间的距离设为 t_3 ，将从该第1透镜的物体侧的面的该光轴上的点到该第3透镜的像侧的面的该光轴上的点之间的距离设为 t ，该摄像光学系统满足

[0031] $t_3/t > 0.5$ 。

[0032] 根据本实施方式，即使摄像光学系统构成为小型也能够确保充分大小的传感器尺寸，此外，由于在传感器与透镜之间确保了充分之间隔，因而对于组装是有利的。

[0033] 本发明的第4实施方式的摄像光学系统中，将该第1透镜、该第2透镜和该第3透镜的一致的主轴作为光轴，该第2透镜的物体侧的面的该光轴上的点比该第1透镜的像侧的面

的与视角对应的光束的最外光线通过的点更靠近物体侧。

[0034] 根据本实施方式的结构,透镜全长变短,并且能够减少在具有负的屈光力的第1透镜的像侧的面上的像差的发生。

[0035] 本发明的第5实施方式的摄像光学系统中,将构成该第1透镜的物质的阿贝值设为 v_1 ,将构成该第2透镜的物质的阿贝值设为 v_2 ,将构成该第3透镜的物质的阿贝值设为 v_3 ,该摄像光学系统满足

[0036] $v_1 > v_2$

[0037] $v_3 > v_2$ 。

[0038] 根据本实施方式,色像差良好地得到校正。

[0039] 本发明的第6实施方式的摄像光学系统中,将与视角对应的光束的像高设为 y ,将该第1透镜的有效直径设为 D ,该摄像光学系统满足

[0040] $0.75 < 2 \times y/D < 1.25$ 。

[0041] 根据本实施方式,相对于传感器的尺寸而将第1透镜的有效直径的比设定在适当的范围内,由此既能够使摄像光学系统实现小型化,又能够通过充分地校正摄像光学系统的像差来实现高分辨率。

[0042] 本发明的第7的实施方式的摄像光学系统在内窥镜中使用。

附图说明

[0043] 图1是表示实施例1的摄像光学系统的结构的图。

[0044] 图2是表示实施例1的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0045] 图3是表示实施例1的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0046] 图4是表示实施例2的摄像光学系统的结构的图。

[0047] 图5是表示实施例2的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0048] 图6是表示实施例2的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0049] 图7是表示实施例3的摄像光学系统的结构的图。

[0050] 图8是表示实施例3的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0051] 图9是表示实施例3的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0052] 图10是表示实施例4的摄像光学系统的结构的图。

[0053] 图11是表示实施例4的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0054] 图12是表示实施例4的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0055] 图13是表示实施例5的摄像光学系统的结构的图。

[0056] 图14是表示实施例5的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0057] 图15是表示实施例5的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0058] 图16是表示实施例6的摄像光学系统的结构的图。

[0059] 图17是表示实施例6的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0060] 图18是表示实施例6的摄像光学系统的像面弯曲的图。

[0061] 图19是表示实施例7的摄像光学系统的结构的图。

[0062] 图20是表示实施例7的摄像光学系统的倍率色像差的图。

[0063] 图21是表示实施例7的摄像光学系统的像面弯曲的图。

- [0064] 图22是表示实施例8的摄像光学系统的结构的图。
- [0065] 图23是表示实施例8的摄像光学系统的倍率色像差的图。
- [0066] 图24是表示实施例8的摄像光学系统的像面弯曲的图。
- [0067] 图25是表示实施例9的摄像光学系统的结构的图。
- [0068] 图26是表示实施例9的摄像光学系统的倍率色像差的图。
- [0069] 图27是表示实施例9的摄像光学系统的像面弯曲的图。
- [0070] 图28是表示实施例10的摄像光学系统的结构的图。
- [0071] 图29是表示实施例10的摄像光学系统的倍率色像差的图。
- [0072] 图30是表示实施例10的摄像光学系统的像面弯曲的图。

具体实施方式

[0073] 图1是表示本发明的一个实施方式(此后所说明的实施例1)的摄像光学系统的结构的图。摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜101、具有正的屈光力的第2透镜102、光圈104和具有正的屈光力的第3透镜103。在上述的透镜通过的光束在通过了光学部件105后,会聚在像面106上。光学部件105是传感器的玻璃罩等。在本说明书和专利权利要求书的范围内,具有负的屈光力的透镜表示的是相对于近轴光线具有负的屈光力的透镜,具有正的屈光力的透镜表示的是相对于近轴光线具有正的屈光力的透镜。

[0074] 以下说明本发明的摄像光学系统的特征。

[0075] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第1特征在于,该摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、光圈和具有正的屈光力的第3透镜。具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、具有正的屈光力的第3透镜的结构易于校正广角的各像差。基于焦阑性的观点而言,将光圈配置于第1透镜和第2透镜之间是有利的。基于小型化、广角化和高分辨率化的观点而言,将光圈配置于第2透镜和第3透镜之间是有利的。在本发明中,相比焦阑性而言更为重视小型化、广角化和高分辨率化,因此将光圈配置于第2透镜和第3透镜之间。

[0076] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第2特征在于,该摄像光学系统满足

[0077] $d < 0$ (1)

[0078] $0.005 < d/f_{12} < 16$ (2)。

[0079] 这里,d表示第1透镜的像侧主点与第2透镜的物体侧主点之间的带符号的距离,d的绝对值是第1透镜的像侧主点与第2透镜的物体侧主点之间的距离,第1透镜的像侧主点比第2透镜的物体侧主点更靠近物体侧的情况下d的符号为正,第1透镜的像侧主点比第2透镜的物体侧主点更靠近像侧的情况下d的符号为负。此外, f_{12} 表示第1透镜和第2透镜的合成焦距。

[0080] 一般情况下,在广角镜头的结构中大多构成为在物体侧配置具有负的屈光力的透镜,在像侧配置具有正的屈光力的透镜的焦点后移型。由此可知,在物体侧配置具有较强的负的屈光力的透镜对于视场角的广角化是有利的。

[0081] 另一方面,仅第1透镜具有较强的负的屈光力的情况下,第1透镜的直径会变得过大。若第1透镜的直径变得过大,则无法实现摄像光学系统以及内窥镜的小型化。为了以满

足第1透镜的直径不会变得过大,并且视场充分为广角的条件的方式来确定第1透镜和第2透镜的屈光力,优选满足式(2)。d/f₁₂在式(2)的下限以下的情况下,若第1透镜为小径则无法充分地扩大视角,在式(2)的上限以上的情况下,若第1透镜是小径则无法充分地进行像差校正而不能得到高分辨率。

[0082] 在满足以下的条件时,能够在摄像光学系统得到更高的分辨率。

[0083] $0.1 < d/f_{12} < 6$ (2)'

[0084] 在满足以下的条件时,能够使摄像光学系统进一步实现小型化,能够在摄像光学系统得到更高的分辨率。

[0085] $0.12 < d/f_{12} < 0.15$ (2)''

[0086] 一般地,具有 ϕ_1 的屈光力的透镜和具有 ϕ_2 的屈光力的透镜的合成的屈光力 ϕ_{12} 基于近轴理论可通过下式来表示。

[0087] [数2]

[0088] $\phi_{12} = \phi_1 + \phi_2 - \phi_1 \phi_2 d$

[0089] 如上所述,由于第1透镜的屈光力为负,第2透镜的屈光力为正,因此第1透镜的屈光力与第2透镜的屈光力之积 $\phi_1 \phi_2$ 为负。因此,如果d为负,则 $-\phi_1 \phi_2 d$ 为负,合成的屈光力 ϕ_{12} 容易为负。

[0090] 因此,以合成的屈光力 ϕ_{12} 具有较强的负的屈光力的方式来满足式(1)是有利的。

[0091] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第3特征在于,该摄像光学系统满足

[0092] $t_3/t > 0.5$ (3)。

[0093] 这里,将第1透镜、第2透镜和第3透镜的一致的主轴作为光轴,t₃表示从第3透镜的像侧的面的光轴上的点到像面之间的距离,t表示从第1透镜的物体侧的面的光轴上的点到第3透镜的像侧的面的光轴上的点之间的距离。

[0094] 一般情况下,广角镜头的焦距较短,最靠像侧的透镜与像面之间的距离较短。本发明的实施方式的摄像光学系统如作为第1特征所说明的那样,在物体侧具有较强的负的屈光力,因此从最靠像侧的透镜面到像面之间的距离较长。特别地,在满足式(3)的条件时,即使摄像光学系统构成为小型也能够确保充分大小的传感器尺寸,此外,在传感器与透镜之间能够保证充分的间隔,因此对于组装而言是有利的。

[0095] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第4特征在于,将第1透镜、第2透镜和第3透镜的一致的主轴作为光轴,第2透镜的物体侧的面的光轴上的点比该第1透镜的像侧的面的与视角对应的光束的最外光线通过的点更靠近物体侧。

[0096] 第4特征的结构构成为,在第1透镜的像侧的由凹面形成的凹部配置有第2透镜的物体侧的凸面的顶点。这种结构的情况下,透镜全长变小,并且能够减少在具有负的屈光力的第1透镜的像侧的面上发生像差。

[0097] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第5特征在于,该摄像光学系统满足

[0098] $v_1 > v_2$ (4)

[0099] $v_3 > v_2$ (5)。

[0100] 这里,v₁表示构成第1透镜的物质的阿贝值,v₂表示构成第2透镜的物质的阿贝值,v₃表示构成第3透镜的物质的阿贝值。

[0101] 在第1透镜具有负的屈光力,第2透镜具有正的屈光力,第3透镜具有正的屈光力的

3块透镜结构的情况下,在第2透镜的阿贝值最低时色像差被校正得最为良好。

[0102] 本发明的实施方式的摄像光学系统的第6特征在于,该摄像光学系统满足

[0103] $0.75 < 2 \times y/D < 1.25$ (6)。

[0104] 这里,y表示与视角对应的光束的像高,D表示第1透镜的有效直径。

[0105] 为了使得将传感器与摄像光学系统组合而成的系统实现小型化,需要减小第1透镜的有效直径。另一方面,相对于传感器的尺寸,若减小了第1透镜的有效直径,则通过摄像光学系统无法充分地校正像差,不能提升分辨率。因此,优选对应于传感器的尺寸的 $2 \times y$ 与D之比满足式(6)的关系。若 $2 \times y$ 与D之比在式(6)的下限值以下,则系统不能被充分地小型化。另外,若 $2 \times y$ 与D之比在式(6)的上限值以上,则相对于传感器的大小而言透镜直径变得过小而无法充分地进行像差校正。

[0106] 以下对本发明的实施例进行说明。

[0107] 作为第1透镜的材料,除实施例5以外均是环烯烃聚合物(等级:E48R)。实施例5的第1透镜的材料是环烯烃聚合物(等级:330R)。第2透镜的材料是聚碳酸酯(等级:SP1516)。第3透镜的材料是环烯烃聚合物(等级:E48R)。配置于传感器的物体侧的平板(设想为传感器的玻璃罩)的材料是N-BK7。

[0108] 各透镜和光学部件的各面可通过下式表示。

[0109] [数3]

$$[0110] \quad z = \frac{r^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)r^2 / R^2}} + \sum_{i=1} A_i r^i \quad (7)$$

[0111] 将连结第1透镜、第2透镜和第3透镜各自的两个面的曲率中心的线作为z轴。z表示以各个透镜面与z轴之间的交点为基准,以像侧为正,表示透镜面上的点的z轴方向的位置的坐标。r表示从z轴到透镜面上的点之间的距离。R是透镜面的顶点的带符号的曲率半径、即带符号的中心曲率半径。R的绝对值是透镜面的顶点的曲率半径、即中心曲率半径,在透镜面向物体侧凸出的情况下符号为正,在透镜面向像侧凸出的情况下符号为负。k是圆锥常数。 A_i 是非球面系数。i是整数。

[0112] 将第1透镜、第2透镜和第3透镜的一致的主轴作为光轴。

[0113] 关于F线(波长486.1nm)、d线(波长587.56nm)和C线(波长656.27nm)示出各实施例的摄像光学系统的像差。

[0114] 以下的表中的“曲率半径”和“间隔”的长度的单位是毫米。

[0115] 实施例1

[0116] 图1是表示实施例1的摄像光学系统的结构的图。实施例1的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜101、具有正的屈光力的第2透镜102、光圈104和具有正的屈光力的第3透镜103。通过上述的透镜的光束在通过光学部件105后,会聚在像面106上。光学部件105是传感器的玻璃罩等。图1示出主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行于光轴入射的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0117] 表1是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光

学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜101的物体侧面、第1透镜101的像侧面、第2透镜102的物体侧面和第2透镜102的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜103的物体侧面、第3透镜103的像侧面、平板105的物体侧面和平板105的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜101的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜101的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜101的厚度,折射率表示第1透镜101的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜101的材料的阿贝值,k表示第1透镜101的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜101的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜101的像侧面与第2透镜102的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜101的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0118] [表1]

[0119]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-1.58E+00	2.88E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	2.61E-01	6.03E-02			-3.48643E-01
3	3.89E-01	3.85E-01	1.6141	25.3	-1.40865E+00
4	8.07E-01	2.95E-02			-2.00000E+00
光圈	Infinity	2.07E-02			0.00000E+00
6	3.91E-01	3.14E-01	1.5312	56.0	-5.50000E+00
7	-5.13E-01	4.33E-01			7.12229E-02
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0120] 表2是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0121] [表2]

[0122]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	3.27010E-02	8.07148E-02	9.45205E-03	0.00000E+00
2	0.00000E+00	2.20988E+00	-2.74909E+01	-1.31064E+01	0.00000E+00
3	0.00000E+00	3.14383E+00	-1.54876E+01	-1.22233E+01	0.00000E+00
4	0.00000E+00	-3.88796E+00	-7.26608E+02	1.18448E+04	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-7.90355E+00	8.19983E+02	1.09217E+04	0.00000E+00
7	0.00000E+00	1.46685E+00	4.42827E+01	-3.59695E+00	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0123] 图2是表示实施例1的摄像光学系统的倍率色像差的图。图2的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图2的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光

线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0124] 图3是表示实施例1的摄像光学系统的像面弯曲的图。图3的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图3的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0125] 实施例2

[0126] 图4是表示实施例2的摄像光学系统的结构的图。实施例2的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜201、具有正的屈光力的第2透镜202、光圈204、以及具有正的屈光力的第3透镜203。在上述的透镜中通过的光束在通过了光学部件205后,会聚在像面206上。光学部件205是传感器的玻璃罩等。图4中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0127] 表3是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜201的物体侧面、第1透镜201的像侧面、第2透镜202的物体侧面和第2透镜202的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜203的物体侧面、第3透镜203的像侧面、平板205的物体侧面和平板205的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜201的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜201的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜201的厚度,折射率表示第1透镜201的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜201的材料的阿贝值,k表示第1透镜201的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜201的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜201的像侧面与第2透镜202的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜201的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0128] [表3]

[0129]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00E+00
1	-4.18E+01	3.00E-01	1.5312	56.0	1.00E+02
2	3.54E-01	5.65E-02			-7.68E-01
3	7.30E-01	5.10E-01	1.6141	25.3	1.88E+00
4	6.30E-01	9.60E-03			2.84E+01
光圈	Infinity	9.42E-03			0.00E+00
6	2.97E-01	3.51E-01	1.5312	56.0	-9.72E+00
7	-5.87E-01	4.33E-01			-2.24E+01
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00E+00

[0130] 表4A和表4B是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0131] [表4A]

[0132]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	-3.15665E+00	8.05514E+00	1.65046E+01	-7.14776E+01
2	0.00000E+00	2.20411E-01	-1.21651E+00	-4.86361E+01	2.51042E+03
3	0.00000E+00	1.74433E+00	8.33808E+01	-2.50380E+03	1.78157E+04
4	0.00000E+00	4.02267E+00	-1.53210E+04	2.59258E+06	-4.54464E+07
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	4.62584E+01	-6.43882E+03	4.26465E+05	2.17810E+07
7	0.00000E+00	-9.22228E+00	9.14832E+01	4.09901E+03	-5.47297E+04
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0133] [表4B]

[0134]

#	A12	A14
物体	0.00000E+00	0.00000E+00
1	-7.24613E+00	-1.62249E+01
2	2.45222E+03	0.00000E+00
3	-9.56947E+03	0.00000E+00
4	-2.10880E+10	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00
6	-2.84689E+09	0.00000E+00
7	2.05339E+05	-1.00190E+07
8	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00

[0135] 图5是表示实施例2的摄像光学系统的倍率色像差的图。图5的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图5的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0136] 图6是表示实施例2的摄像光学系统的像面弯曲的图。图6的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中，Tan表示切线像面，Sag表示矢向像面。图6的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0137] 实施例3

[0138] 图7是表示实施例3的摄像光学系统的结构的图。实施例3的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜301、具有正的屈光力的第2透镜302、光圈304、以及具有正的屈光力的第3透镜303。在上述的透镜中通过的光束在通过光学部件305后，会聚在像面306上。光学部件305是传感器的玻璃罩等。图7中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光

线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0139] 表5是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜301的物体侧面、第1透镜301的像侧面、第2透镜302的物体侧面和第2透镜302的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜303的物体侧面、第3透镜303的像侧面、平板305的物体侧面和平板305的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜301的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜301的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜301的厚度,折射率表示第1透镜301的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜301的材料的阿贝值,k表示第1透镜301的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜301的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜301的像侧面与第2透镜302的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜301的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0140] [表5]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	Infinity	2.61E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	3.11E-01	1.25E-01			-2.46070E-01
3	3.97E-01	5.22E-01	1.6141	25.3	-2.13794E+00
4	4.54E-01	5.40E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.06E-02			0.00000E+00
6	3.37E-01	2.72E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-5.53E-01	3.53E-01			-1.43609E+00
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0142] 表6是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0143] [表6]

[0144]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	-5.78964E+00	8.20363E+00	1.91062E+01	-1.07961E+03
3	0.00000E+00	-2.69566E+00	1.36799E+00	-1.72782E+01	-2.27429E+03
4	0.00000E+00	-1.28481E+01	-3.08681E+03	1.62521E+05	-2.40748E+06
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-5.74703E+00	-1.04201E+04	1.93862E+06	-1.10746E+08
7	0.00000E+00	-2.49331E+00	-1.21983E+02	4.32087E+03	-2.19281E+04
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0145] 图8是表示实施例3的摄像光学系统的倍率色像差的图。图8的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图8的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0146] 图9是表示实施例3的摄像光学系统的像面弯曲的图。图9的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图9的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0147] 实施例4

[0148] 图10是表示实施例4的摄像光学系统的结构的图。实施例4的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜401、具有正的屈光力的第2透镜402、光圈404、以及具有正的屈光力的第3透镜403。在上述的透镜中通过的光束在通过光学部件405后,会聚在像面406上。光学部件405是传感器的玻璃罩等。图10中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0149] 表7是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜401的物体侧面、第1透镜401的像侧面、第2透镜402的物体侧面和第2透镜402的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜403的物体侧面、第3透镜403的像侧面、平板405的物体侧面和平板405的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜401的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜401的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜401的厚度,折射率表示第1透镜401的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜401的材料的阿贝值,k表示第1透镜401的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜401的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜401的像侧面与第2透镜402的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜401的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0150] [表7]

[0151]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-3.00E+00	2.50E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	5.14E-01	1.25E-01			1.27534E-01
3	5.53E-01	5.99E-01	1.6141	25.3	-9.71850E-01
4	6.77E-01	1.12E-01			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	9.98E-01	2.63E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-3.71E-01	4.84E-01			3.41833E-01
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00

9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00
---	----------	----------	--	--	-------------

[0152] 表8是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0153] [表8]

[0154]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	-5.11739E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
3	0.00000E+00	2.68582E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
4	0.00000E+00	-8.19885E-01	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-6.52170E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
7	0.00000E+00	-1.39959E-02	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0155] 图11是表示实施例4的摄像光学系统的倍率色像差的图。图11的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图11的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0156] 图12是表示实施例4的摄像光学系统的像面弯曲的图。图12的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图12的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0157] 实施例5

[0158] 图13是表示实施例5的摄像光学系统的结构的图。实施例5的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜501、具有正的屈光力的第2透镜502、光圈504、以及具有正的屈光力的第3透镜503。在上述的透镜中通过的光束在通过光学部件505后,会聚在像面506上。光学部件505是传感器的玻璃罩等。图13中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0159] 表9是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜501的物体侧面、第1透镜501的像侧面、第2透镜502的物体侧面和第2透镜502的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜503的物体侧面、第3透镜503的像侧面、平板505的物体侧面和平板505的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜501的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜501的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜501的厚度,折射率表示第1透镜501的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜501的材料的阿贝值,k表示第1透镜501的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率

半径表示第1透镜501的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜501的像侧面与第2透镜502的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜501的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0160] [表9]

[0161]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-2.37E+00	6.46E-01	1.5094	55.9	0.00000E+00
2	4.18E-01	5.51E-02			1.99930E-01
3	5.99E-01	4.14E-01	1.6141	25.3	2.86716E-01
4	4.97E-01	1.72E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	4.91E-01	2.78E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-3.47E-01	4.95E-01			-9.63864E-02
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0162] 表10是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0163] [表10]

[0164]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	-4.84702E-03	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	7.04131E-01	4.17560E+00	1.62611E+02	0.00000E+00
3	0.00000E+00	9.89624E-02	2.87921E+00	1.55383E+02	0.00000E+00
4	0.00000E+00	-9.11152E-01	2.82214E+01	1.11159E+04	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-5.44029E+00	-4.53114E+01	9.46614E+03	0.00000E+00
7	0.00000E+00	5.31601E-01	-4.62430E+00	3.50228E+02	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0165] 图14是表示实施例5的摄像光学系统的倍率色像差的图。图14的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图14的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0166] 图15是表示实施例5的摄像光学系统的像面弯曲的图。图15的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图15的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0167] 实施例6

[0168] 图16是表示实施例6的摄像光学系统的结构的图。实施例6的摄像光学系统具有从

物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜601、具有正的屈光力的第2透镜602、光圈604、以及具有正的屈光力的第3透镜603。在上述的透镜中通过的光束通过光学部件605后，会聚在像面606上。光学部件605是传感器的玻璃罩等。图16中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0169] 表11是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜601的物体侧面、第1透镜601的像侧面、第2透镜602的物体侧面和第2透镜602的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜603的物体侧面、第3透镜603的像侧面、平板605的物体侧面和平板605的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径，“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜601的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中，曲率半径表示第1透镜601的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R)，间隔表示第1透镜601的厚度，折射率表示第1透镜601的材料的折射率，阿贝值表示第1透镜601的材料的阿贝值，k表示第1透镜601的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中，曲率半径表示第1透镜601的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R)，间隔表示第1透镜601的像侧面与第2透镜602的物体侧面之间的间隔，k表示第1透镜601的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0170] [表11]

[0171]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	4.15E+00	3.44E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	4.37E-01	6.45E-02			1.03807E+00
3	4.17E-01	4.06E-01	1.6141	25.3	-3.58914E-01
4	1.05E+00	1.05E-01			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	8.36E-01	3.84E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-5.31E-01	2.50E-01			6.87836E-01
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0172] 表12是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0173] [表12]

[0174]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	-7.27996E-02	-6.94666E-02	-9.01558E-03	0.00000E+00
2	0.00000E+00	-1.45350E+00	-6.07744E+00	-3.16691E+01	0.00000E+00
3	0.00000E+00	-3.38606E+00	-1.44576E+01	1.61369E+01	0.00000E+00

4	0.00000E+00	-2.33153E+01	4.56523E+02	-6.35747E+03	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-4.73363E-01	-7.94867E+03	1.52276E+06	0.00000E+00
7	0.00000E+00	-5.93511E+00	2.12821E+01	3.74694E+01	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0175] 图17是表示实施例6的摄像光学系统的倍率色像差的图。图17的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图17的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0176] 图18是表示实施例6的摄像光学系统的像面弯曲的图。图18的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图18的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0177] 实施例7

[0178] 图19是表示实施例7的摄像光学系统的结构的图。实施例7的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜701、具有正的屈光力的第2透镜702、光圈704、以及具有正的屈光力的第3透镜703。在上述的透镜中通过的光束通过光学部件705后,会聚在像面706上。光学部件705是传感器的玻璃罩等。图19中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0179] 表13是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜701的物体侧面、第1透镜701的像侧面、第2透镜702的物体侧面和第2透镜702的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜703的物体侧面、第3透镜703的像侧面、平板705的物体侧面和平板705的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜701的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜701的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜701的厚度,折射率表示第1透镜701的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜701的材料的阿贝值,k表示第1透镜701的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜701的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜701的像侧面与第2透镜702的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜701的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0180] [表13]

[0181]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-1.91E+00	4.30E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	5.15E-01	2.93E-02			1.98047E+00

3	5.21E-01	4.07E-01	1.6141	25.3	1.91268E+00
4	4.46E-01	2.22E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	6.34E-01	2.85E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-3.06E-01	4.30E-01			-7.17388E-02
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0182] 表14是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0183] [表14]

[0184]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
3	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
4	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
7	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0185] 图20是表示实施例7的摄像光学系统的倍率色像差的图。图20的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图20的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0186] 图21是表示实施例7的摄像光学系统的像面弯曲的图。图21的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图21的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0187] 实施例8

[0188] 图22是表示实施例8的摄像光学系统的结构的图。实施例8的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜801、具有正的屈光力的第2透镜802、光圈804、以及具有正的屈光力的第3透镜803。在上述的透镜中通过的光束通过光学部件805后,会聚在像面806上。光学部件805是传感器的玻璃罩等。图22中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0189] 表15是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜801的物体侧面、第1透镜801的像侧面、第2透镜802的物体侧面和第2透镜802的像侧面。面6-面

9分别表示第3透镜803的物体侧面、第3透镜803的像侧面、平板805的物体侧面和平板805的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜801的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜801的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜801的厚度,折射率表示第1透镜801的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜801的材料的阿贝值,k表示第1透镜801的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜801的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜801的像侧面与第2透镜802的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜801的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0190] [表15]

[0191]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	Infinity	2.97E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	4.08E-01	6.61E-02			6.42301E-01
3	5.67E-01	4.50E-01	1.6141	25.3	-1.50437E+00
4	4.32E-01	5.03E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	2.31E-01	2.50E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-1.04E+00	3.22E-01			-1.50000E+00
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0192] 表16是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0193] [表16]

[0194]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	8.52198E+00	-1.43769E+02	-6.48423E+00	1.56548E+03
3	0.00000E+00	6.03273E+00	-2.43533E+02	8.15699E+02	3.05956E+02
4	0.00000E+00	-2.74392E+01	-4.04452E+03	2.14129E+05	1.55344E+06
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-6.05722E+01	2.95632E+03	-1.41390E+04	-4.38597E+06
7	0.00000E+00	-2.59252E+00	1.10472E+02	2.15127E+03	1.77583E+04
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0195] 图23是表示实施例8的摄像光学系统的倍率色像差的图。图23的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图23的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0196] 图24是表示实施例8的摄像光学系统的像面弯曲的图。图24的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图24的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0197] 实施例9

[0198] 图25是表示实施例9的摄像光学系统的结构的图。实施例9的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜901、具有正的屈光力的第2透镜902、光圈904、以及具有正的屈光力的第3透镜903。在上述的透镜中通过的光束通过光学部件905后,会聚在像面906上。光学部件905是传感器的玻璃罩等。图25中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0199] 表17是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜901的物体侧面、第1透镜901的像侧面、第2透镜902的物体侧面和第2透镜902的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜903的物体侧面、第3透镜903的像侧面、平板905的物体侧面和平板905的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径,“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜901的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中,曲率半径表示第1透镜901的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜901的厚度,折射率表示第1透镜901的材料的折射率,阿贝值表示第1透镜901的材料的阿贝值,k表示第1透镜901的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中,曲率半径表示第1透镜901的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R),间隔表示第1透镜901的像侧面与第2透镜902的物体侧面之间的间隔,k表示第1透镜901的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0200] [表17]

[0201]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-2.00E+00	4.94E-01	1.5312	56.0	3.96099E+00
2	3.00E-01	4.99E-02			-2.32051E-01
3	6.70E-01	4.02E-01	1.6141	25.3	4.55307E+00
4	5.61E-01	1.29E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	2.95E-01	2.50E-01	1.5312	56.0	4.18127E+00
7	-5.03E-01	5.90E-01			-1.21225E+00
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0202] 表18是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0203] [表18]

[0204]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	-3.47273E-01	7.15006E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	7.31812E+00	5.25145E+01	0.00000E+00	0.00000E+00
3	0.00000E+00	4.81962E+00	-1.23638E+01	1.57127E+02	0.00000E+00
4	0.00000E+00	2.70188E+00	-8.44187E+02	6.15800E+04	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-2.74171E+01	7.84544E+01	-9.96879E+04	0.00000E+00
7	0.00000E+00	4.55581E+00	3.88997E+01	3.61150E+03	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0205] 图26是表示实施例9的摄像光学系统的倍率色像差的图。图26的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图26的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0206] 图27是表示实施例9的摄像光学系统的像面弯曲的图。图27的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中，Tan表示切线像面，Sag表示矢向像面。图27的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0207] 实施例10

[0208] 图28是表示实施例10的摄像光学系统的结构的图。实施例10的摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜1001、具有正的屈光力的第2透镜1002、光圈1004、以及具有正的屈光力的第3透镜1003。在上述的透镜中通过的光束通过光学部件1005后，会聚在像面1006上。光学部件1005是传感器的玻璃罩等。图28中示出了主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面平行入射到光轴的光束的路径、以及主光线从与第1透镜之间的光轴上的距离位于15mm的位置上的物体面相对于光轴以半视角的角度入射的光束的路径。

[0209] 表19是表示包含第1透镜、第2透镜和第3透镜的光学元件的形状、材料的性质和光学元件间的间隔的表。表的最靠左侧的列的数字表示面编号。面1-面4分别表示第1透镜1001的物体侧面、第1透镜1001的像侧面、第2透镜1002的物体侧面和第2透镜1002的像侧面。面6-面9分别表示第3透镜1003的物体侧面、第3透镜1003的像侧面、平板1005的物体侧面和平板1005的像侧面。物体的行的曲率半径表示物体的面的曲率半径，“Infinity”表示物体的面垂直于光轴的平面。物体的行的间隔表示从物体的面到第1透镜1001的物体侧面的光轴上的距离。在面1的行中，曲率半径表示第1透镜1001的物体侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R)，间隔表示第1透镜1001的厚度，折射率表示第1透镜1001的材料的折射率，阿贝值表示第1透镜1001的材料的阿贝值，k表示第1透镜1001的物体侧面的式(7)的圆锥常数。在面2的行中，曲率半径表示第1透镜1001的像侧面的带符号的中心曲率半径(式(7)的R)，间隔表示第1透镜1001的像侧面与第2透镜1002的物体侧面之间的间隔，k表示第1透镜1001的像侧面的式(7)的圆锥常数。在以下的行中也同样。

[0210] [表19]

[0211]

#	曲率半径	间隔	折射率	阿贝数	K
物体	Infinity	1.50E+01			0.00000E+00
1	-1.75E+00	3.86E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
2	3.01E-01	5.10E-02			-1.61707E-01
3	6.77E-01	4.00E-01	1.6141	25.3	-3.33327E-01
4	5.55E-01	1.25E-02			0.00000E+00
光圈	Infinity	1.00E-02			0.00000E+00
6	2.96E-01	2.69E-01	1.5312	56.0	0.00000E+00
7	-4.91E-01	5.85E-01			-7.07649E-01
8	Infinity	4.05E-01	1.5168	64.2	0.00000E+00
9	Infinity	1.00E-01			0.00000E+00

[0212] 表20是表示面1-面4和面6-面9的式(7)的非球面系数的表。

[0213] [表20]

[0214]

#	A2	A4	A6	A8	A10
物体	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
1	0.00000E+00	-2.71834E-01	1.52366E-01	0.00000E+00	0.00000E+00
2	0.00000E+00	3.33200E+00	1.80652E+02	0.00000E+00	0.00000E+00
3	0.00000E+00	2.88348E+00	1.22197E+02	-7.00087E-01	0.00000E+00
4	0.00000E+00	-1.32208E+01	1.32659E+02	5.16522E+02	0.00000E+00
光圈	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
6	0.00000E+00	-1.81228E+01	2.40954E+02	-1.79912E+02	0.00000E+00
7	0.00000E+00	2.26724E+00	8.39687E+01	4.75301E+01	0.00000E+00
8	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
9	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0215] 图29是表示实施例10的摄像光学系统的倍率色像差的图。图29的横轴表示以d线为基准的F线和C线的倍率色像差。图29的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0216] 图30是表示实施例10的摄像光学系统的像面弯曲的图。图30的横轴表示F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的光轴方向的位置。图中,Tan表示切线像面,Sag表示矢向像面。图30的纵轴表示相对于入射到摄像光学系统中的光束的主光线的光轴的角度。纵轴的角度最大值相当于半视角。

[0217] 实施例的归纳

[0218] 表21是求出实施例1-实施例10的特征的表。表中的长度单位是毫米,角度单位是度。

[0219] [表21]

[0220] 实施例

[0221]

	2ω (°)	d	f12	d/f12	t	t3	t3/t	D	y	$2\times y/D$
实施例 1	140	-0.079	-0.622	0.127	1.097	0.938	0.854	0.901	0.520	1.154
实施例 2	140	-2.414	-0.541	4.458	1.236	0.938	0.759	0.898	0.516	1.149
实施例 3	140	-0.377	-0.716	0.527	1.245	0.858	0.689	1.289	0.519	0.805
实施例 4	140	-0.435	-1.029	0.423	1.358	0.989	0.728	1.299	0.517	0.796
实施例 5	140	-2.667	-0.526	5.073	1.421	1.000	0.704	1.290	0.515	0.798
实施例 6	140	-0.096	-17.153	0.006	1.313	0.755	0.575	1.300	0.515	0.792
实施例 7	140	-1.549	-0.613	2.526	1.184	0.935	0.790	1.055	0.515	0.976
实施例 8	140	-4.265	-0.583	7.311	1.124	0.827	0.736	1.099	0.519	0.944
实施例 9	140	-3.778	-0.371	$\frac{10.17}{4}$	1.219	1.095	0.898	0.925	0.513	1.109
实施例 10	140	-5.607	-0.364	$\frac{15.38}{5}$	1.129	1.090	0.965	0.829	0.514	1.240

[0222] 在表中， ω 表示半视角， 2ω 表示视角。根据表21，所有的实施例都满足式(1)、式(2)、式(3)和式(6)。实施例1-5和实施例7满足式(2)'，实施例1满足式(2)".此外，根据各实施例的表，所有的实施例都满足式(4)和式(5)。

[0223] 根据各实施例的像差图，几乎所有的实施例的以摄像光学系统的d线为基准的F线和C线的倍率色像差都在 ± 1 微米以内。几乎所有的实施例的摄像光学系统的F线、d线和C线的切线像面和矢向像面的像面弯曲都在 ± 40 微米以内。

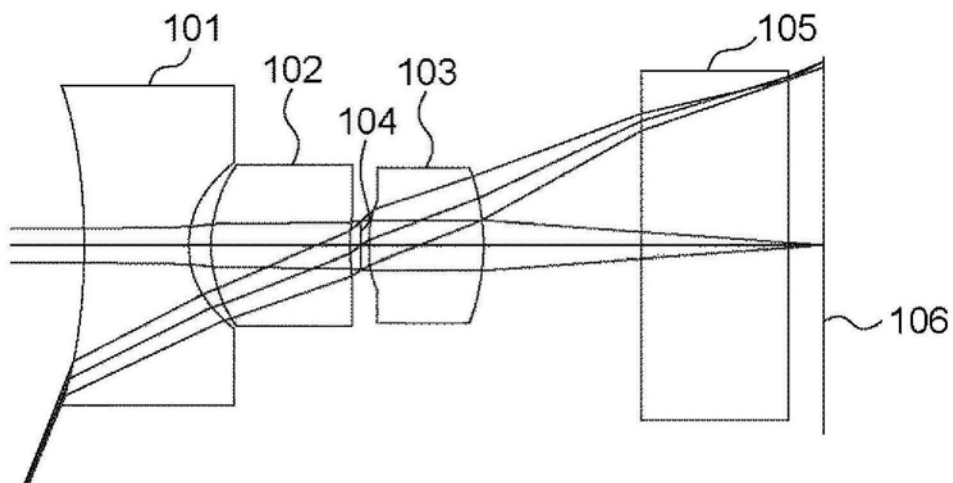


图1

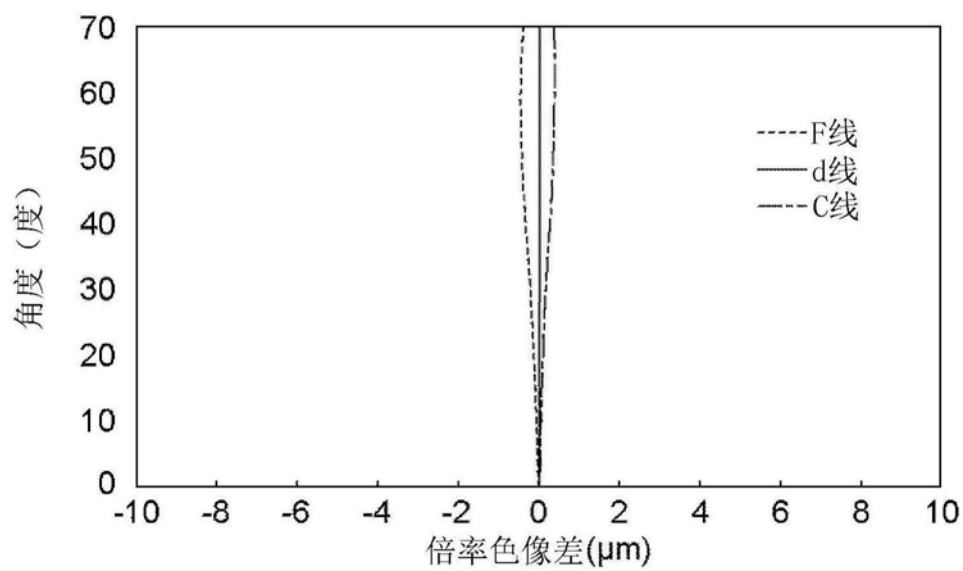


图2

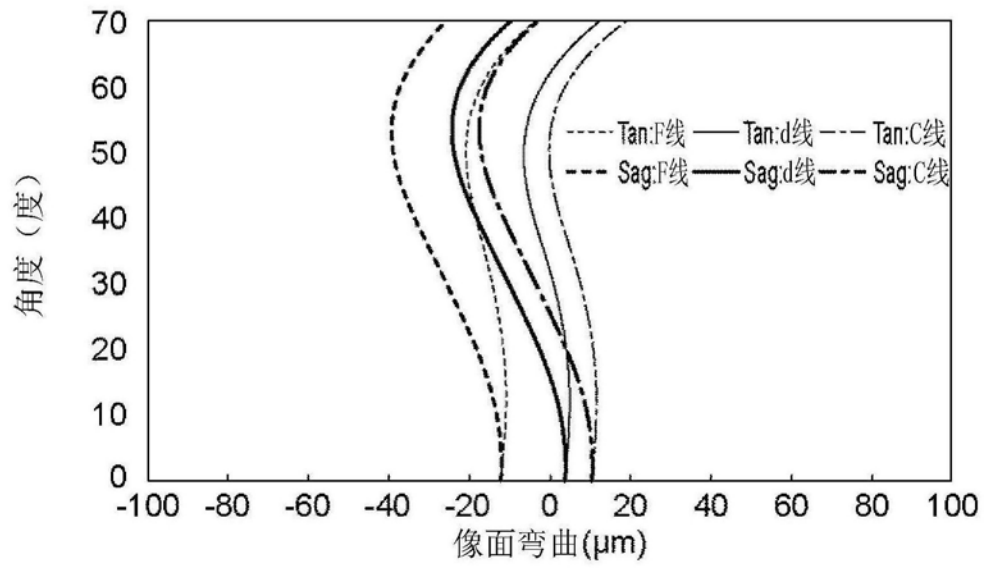


图3

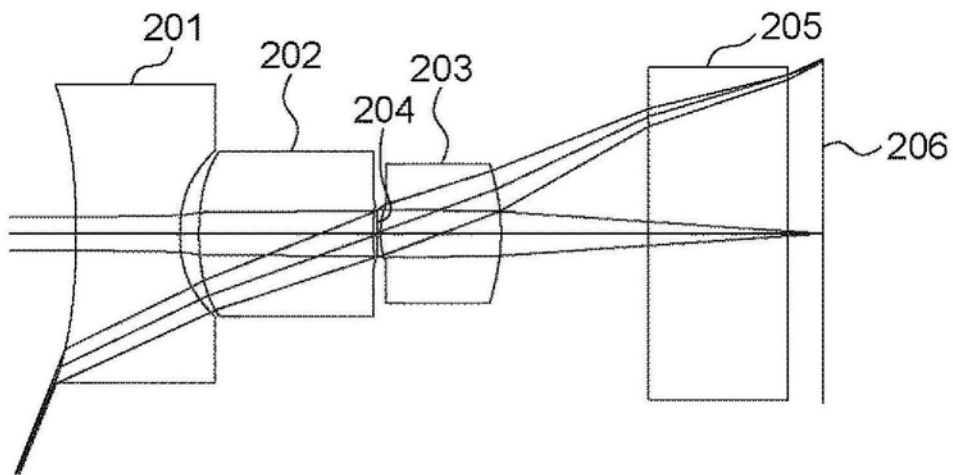


图4

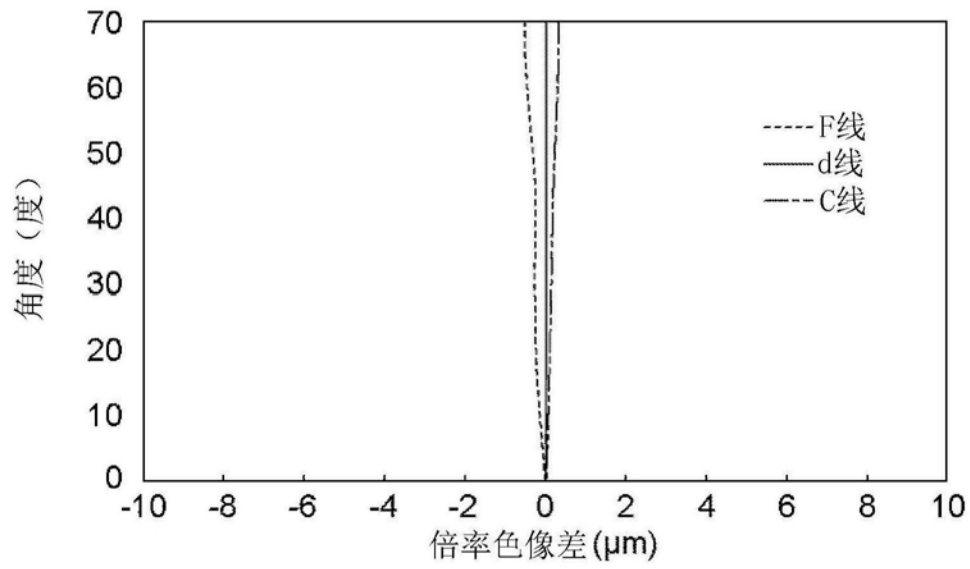


图5

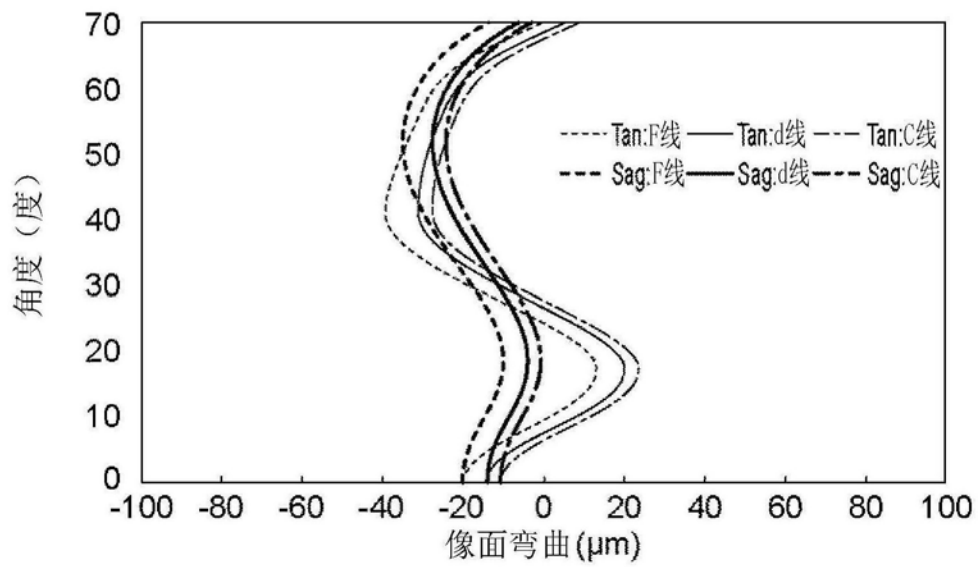


图6

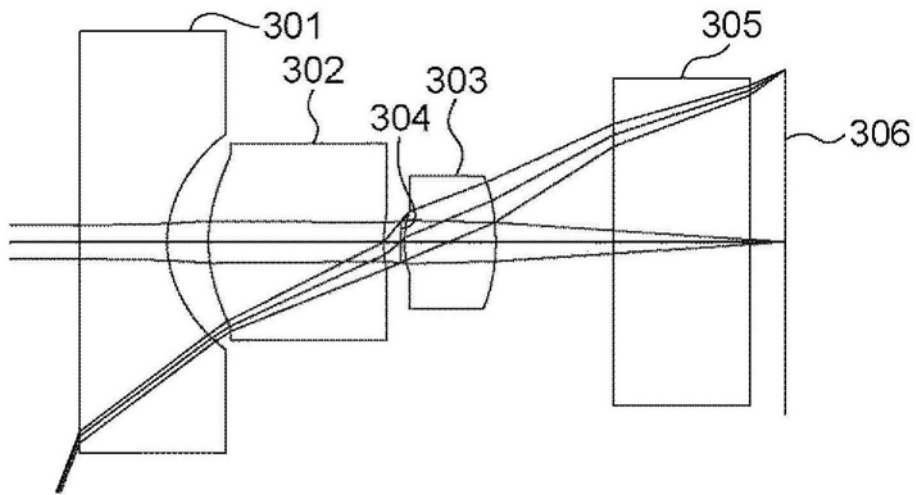


图7

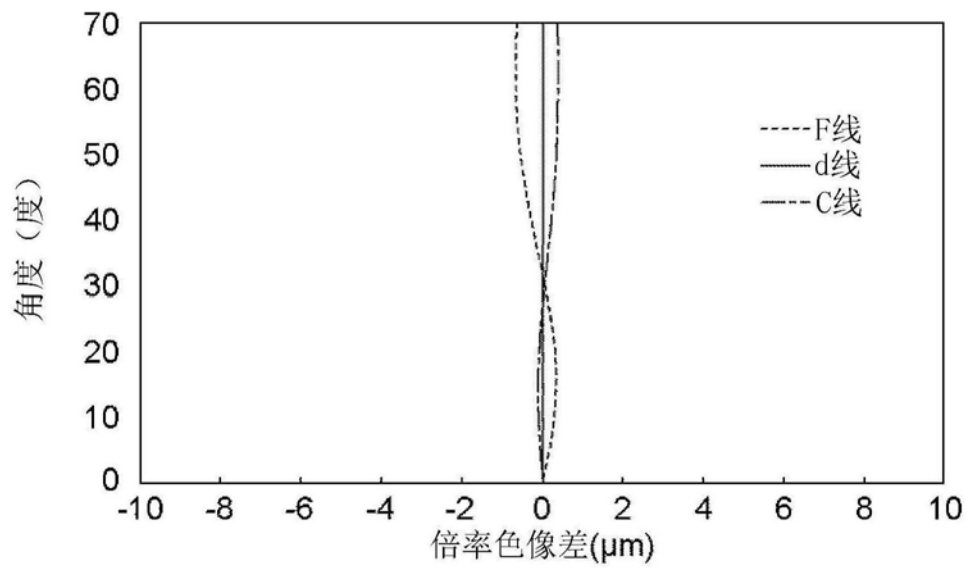


图8

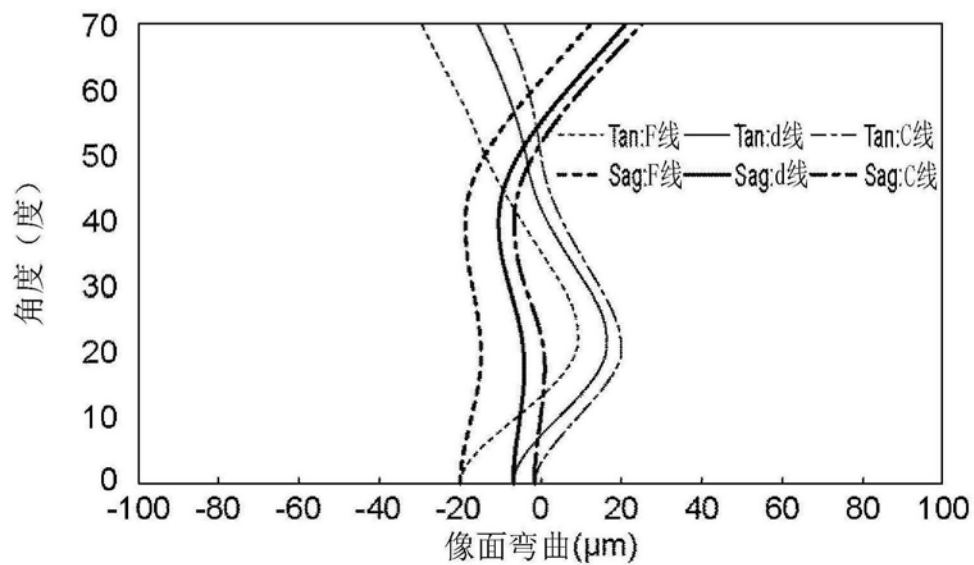


图9

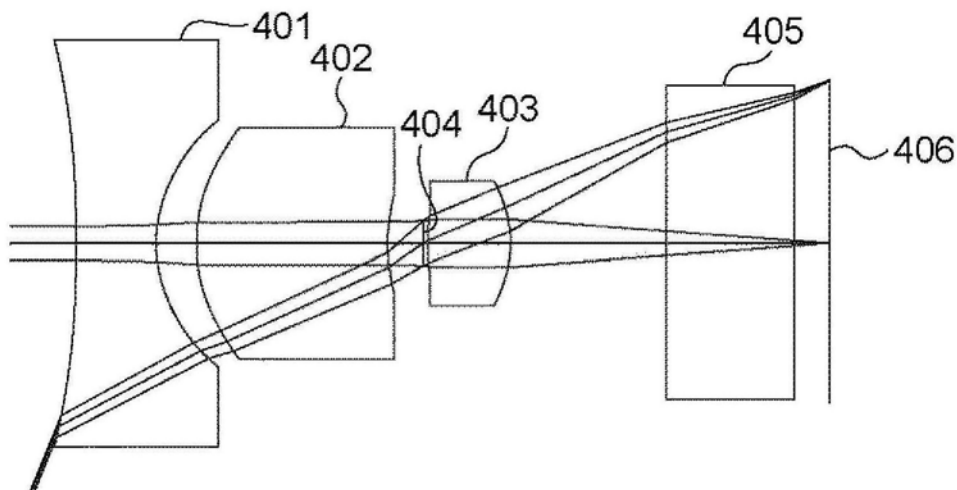


图10

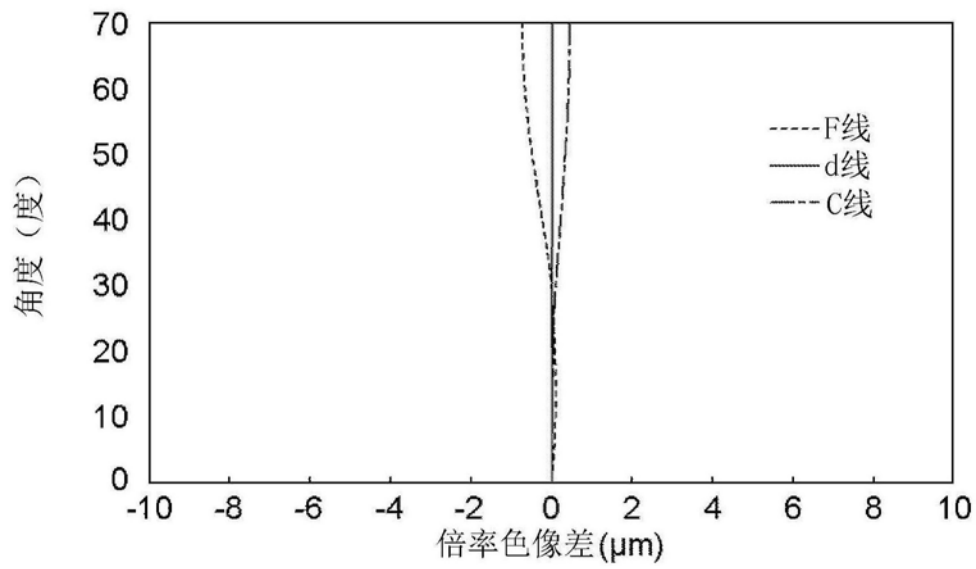


图11

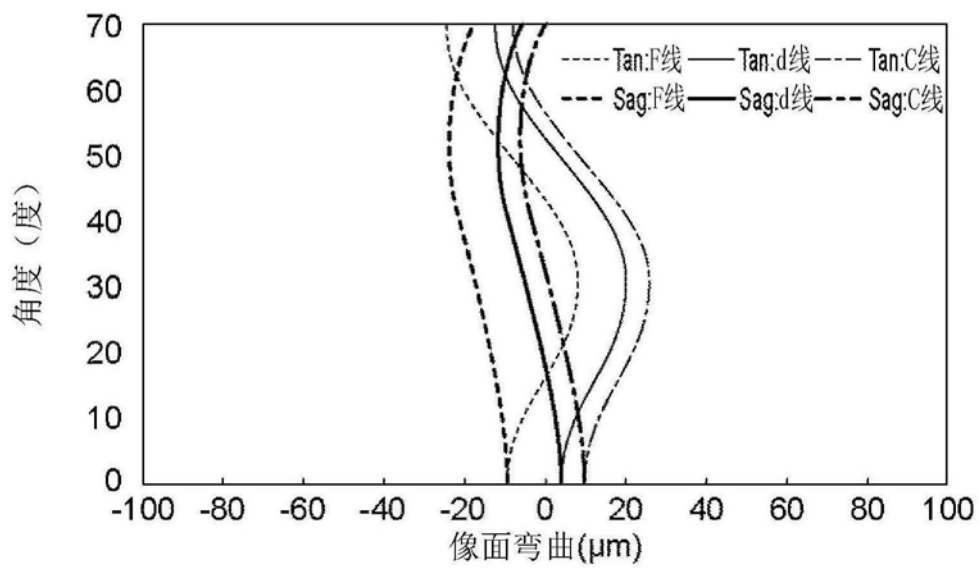


图12

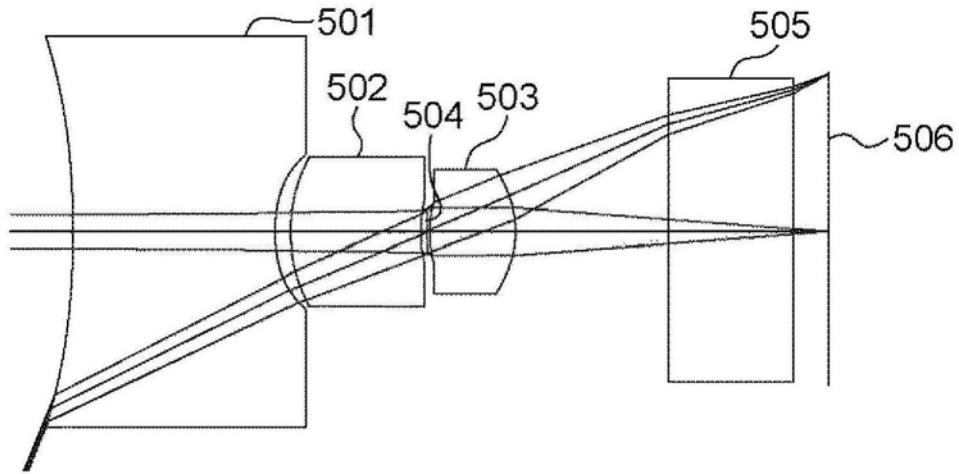


图13

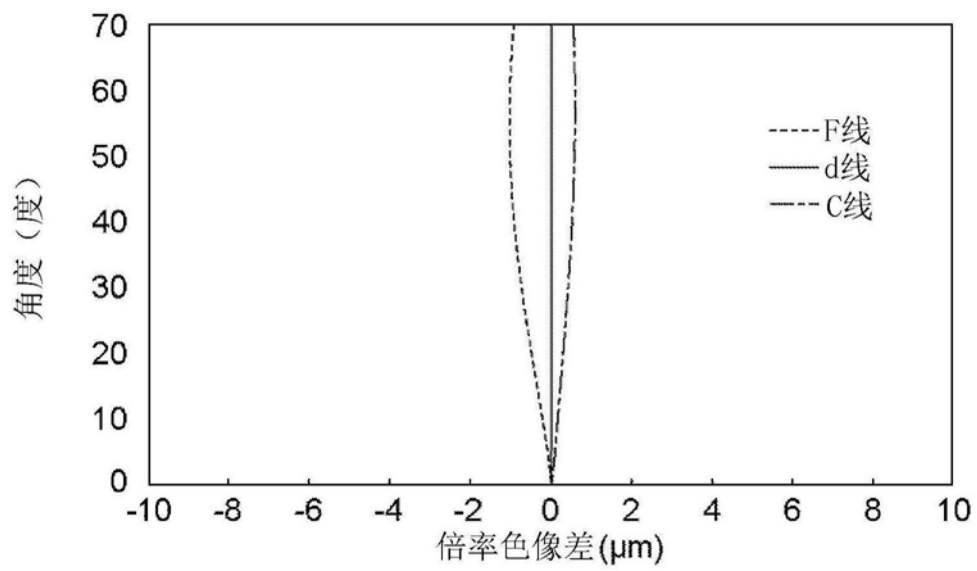


图14

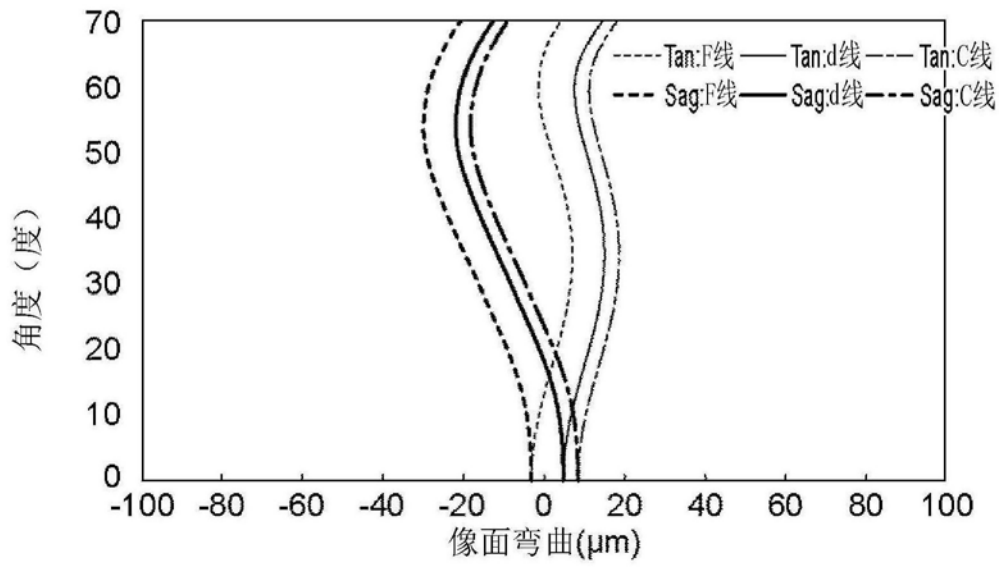


图15

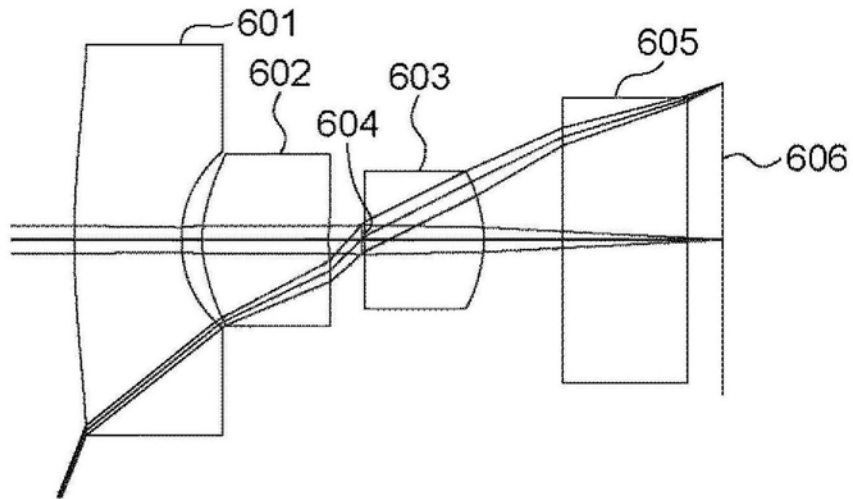


图16

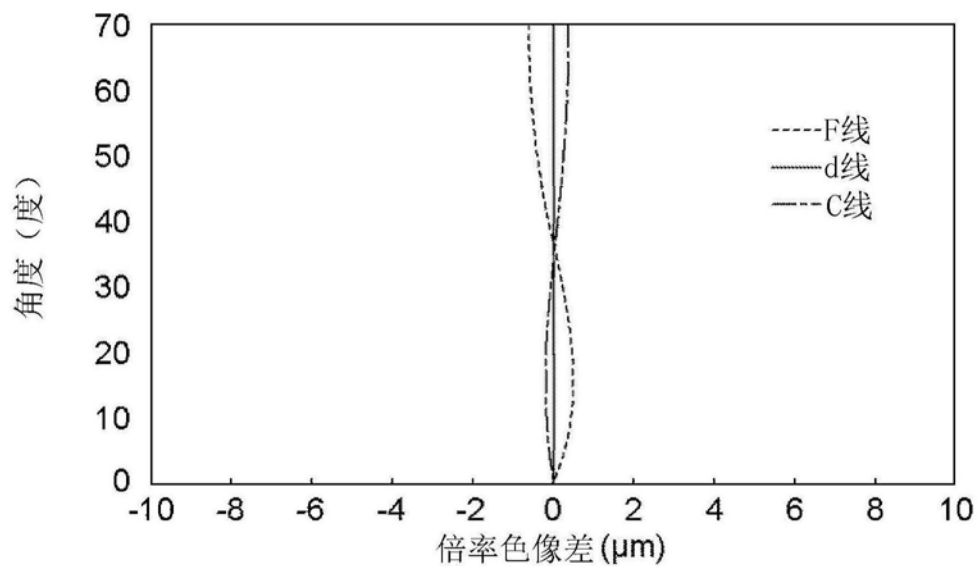


图17

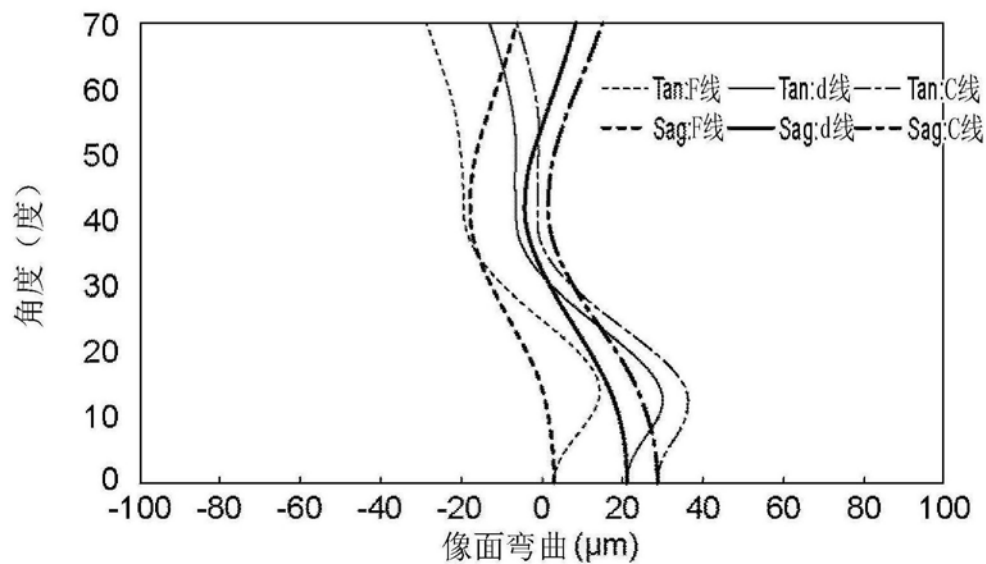


图18

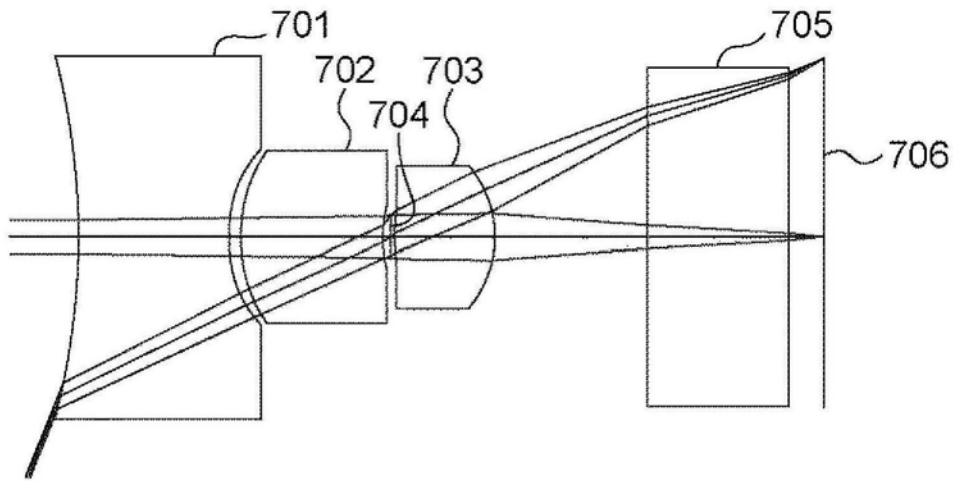


图19

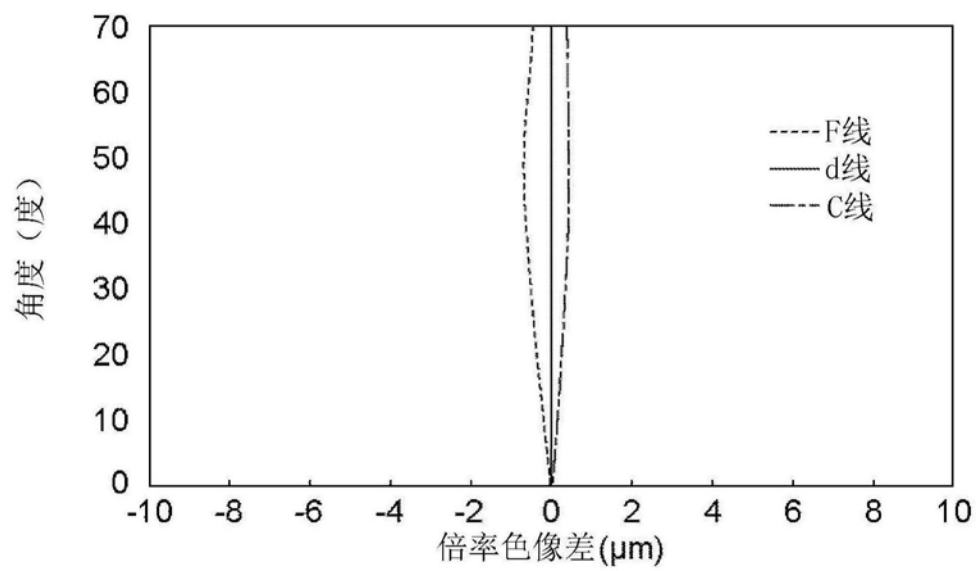


图20

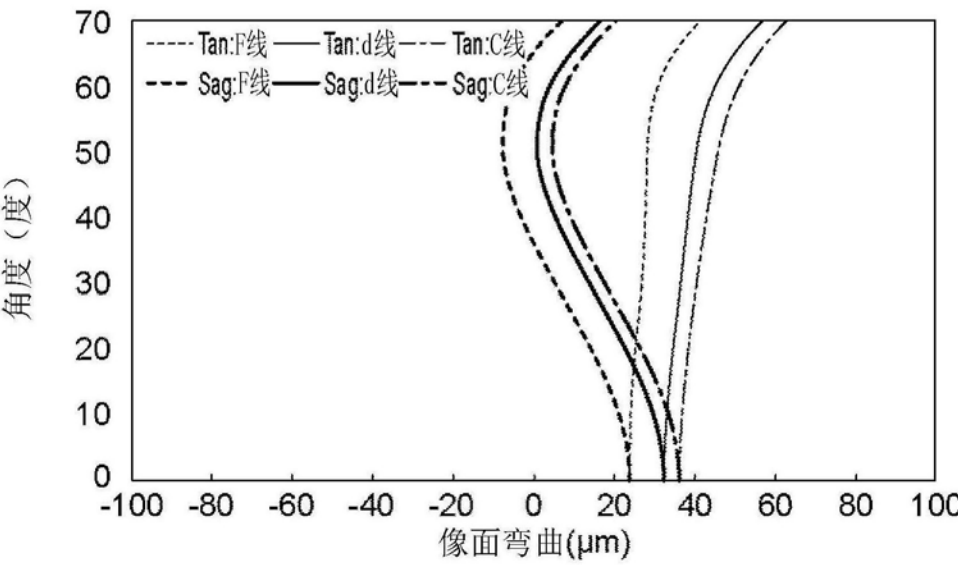


图21

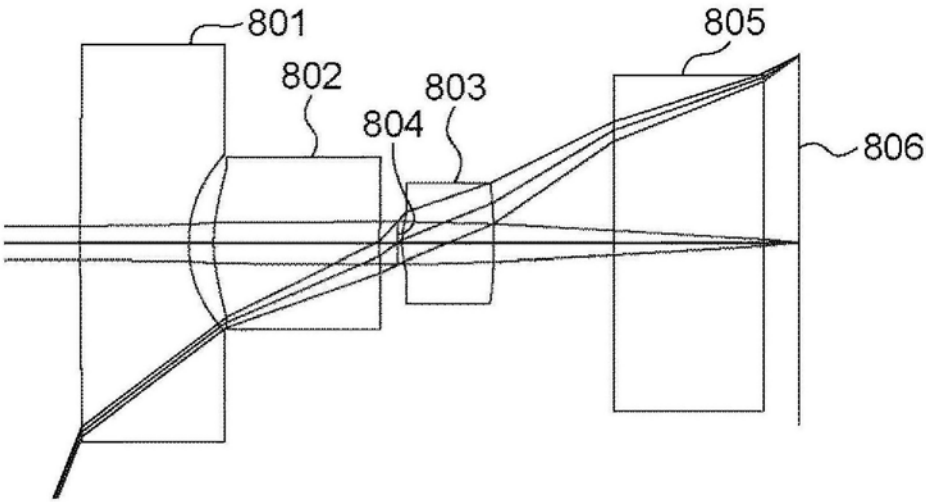


图22

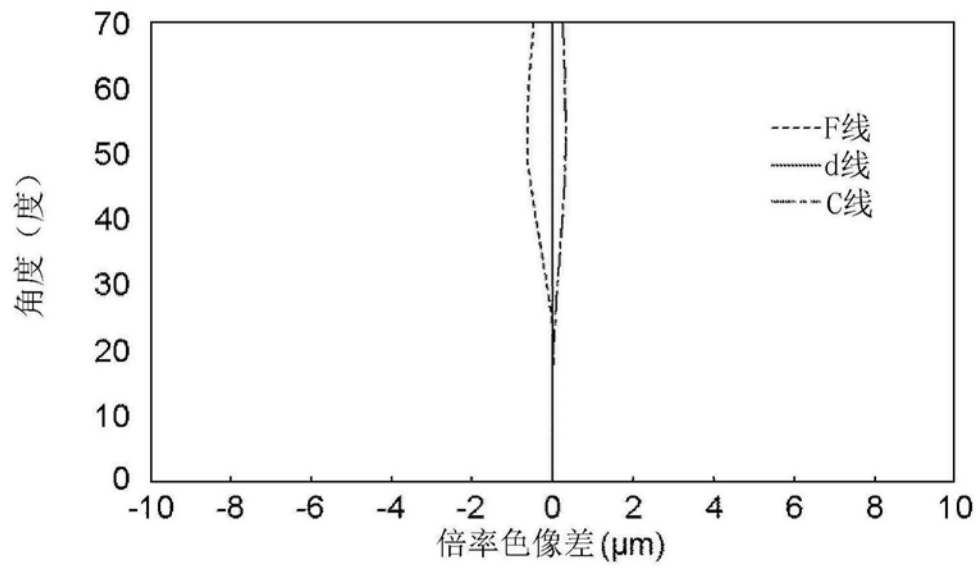


图23

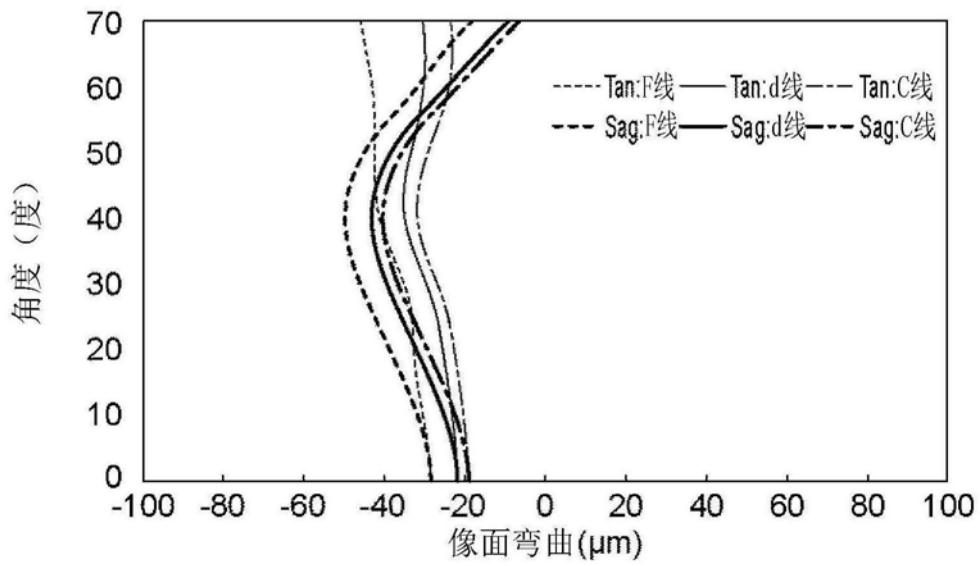


图24

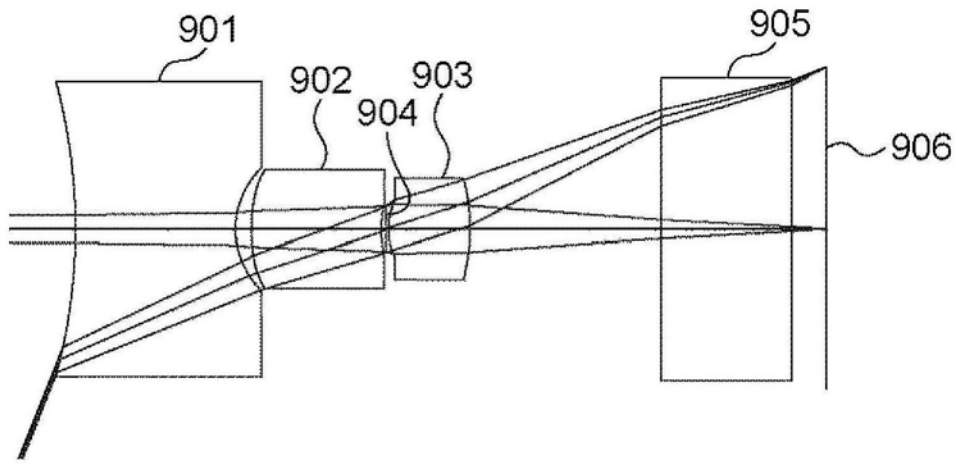


图25

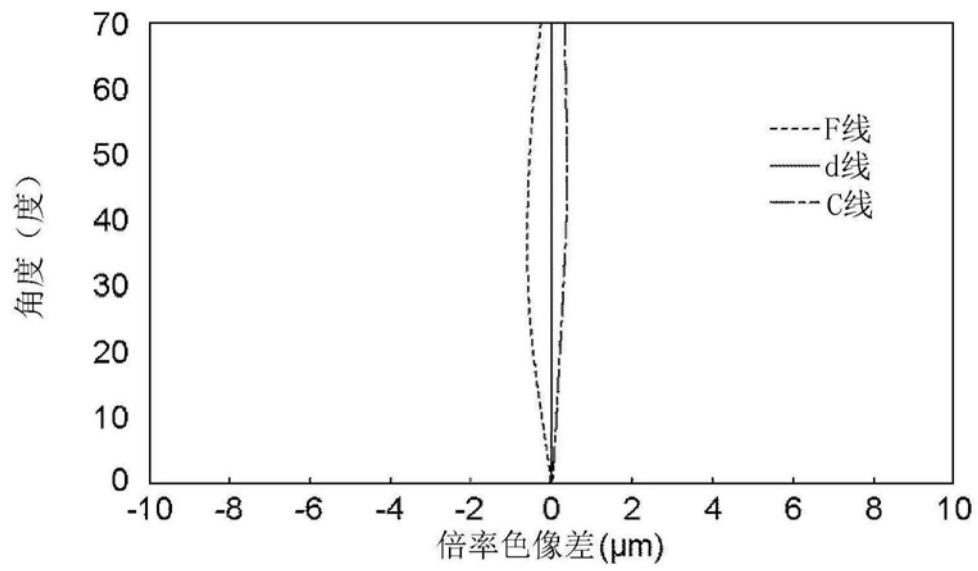


图26

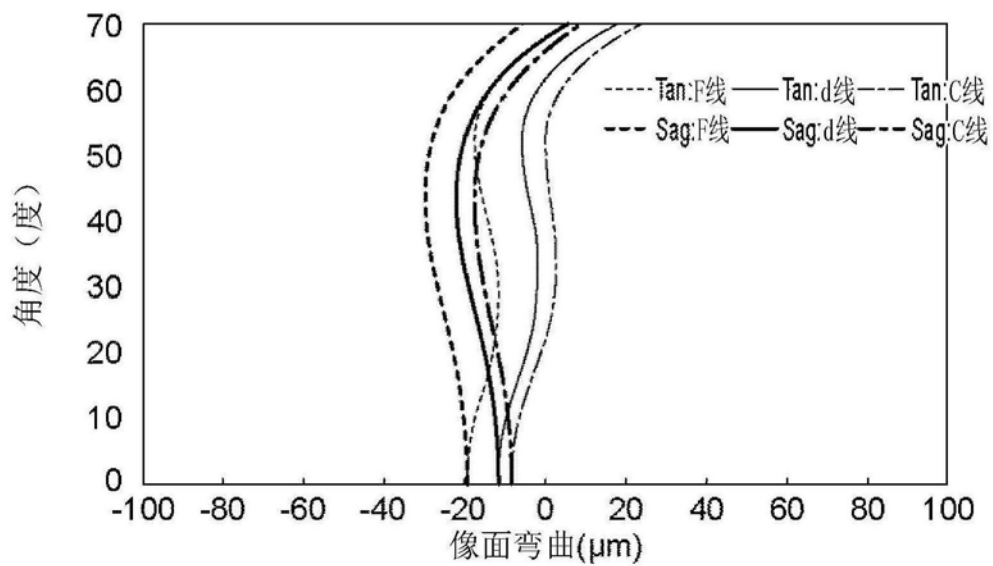


图27

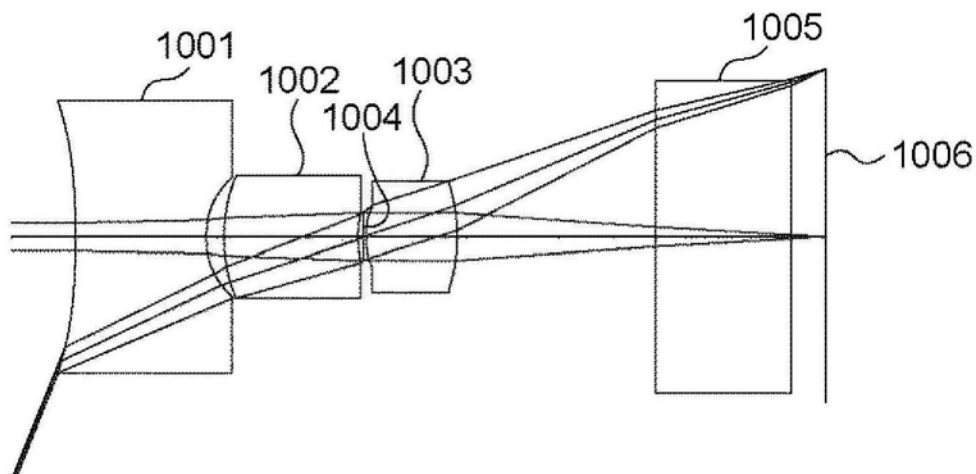


图28

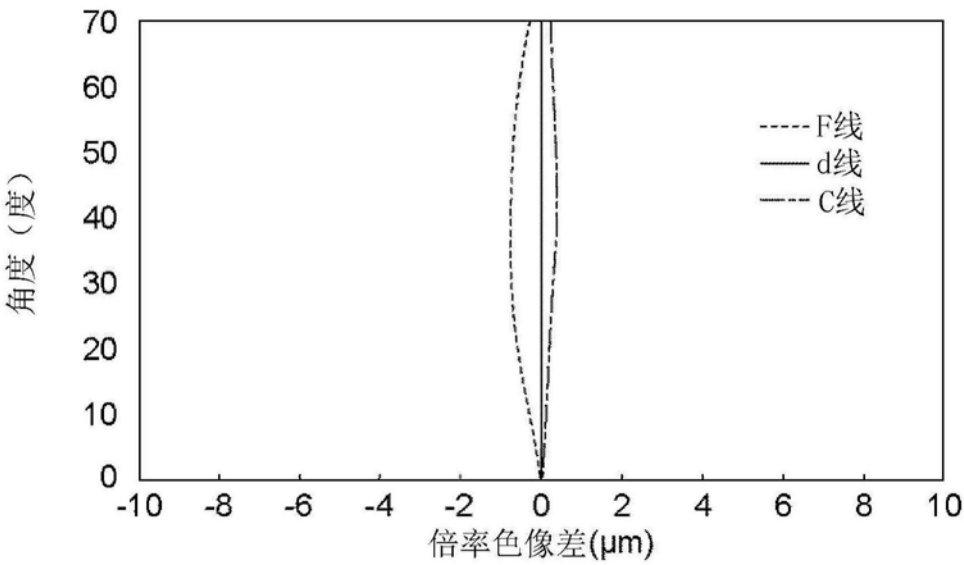


图29

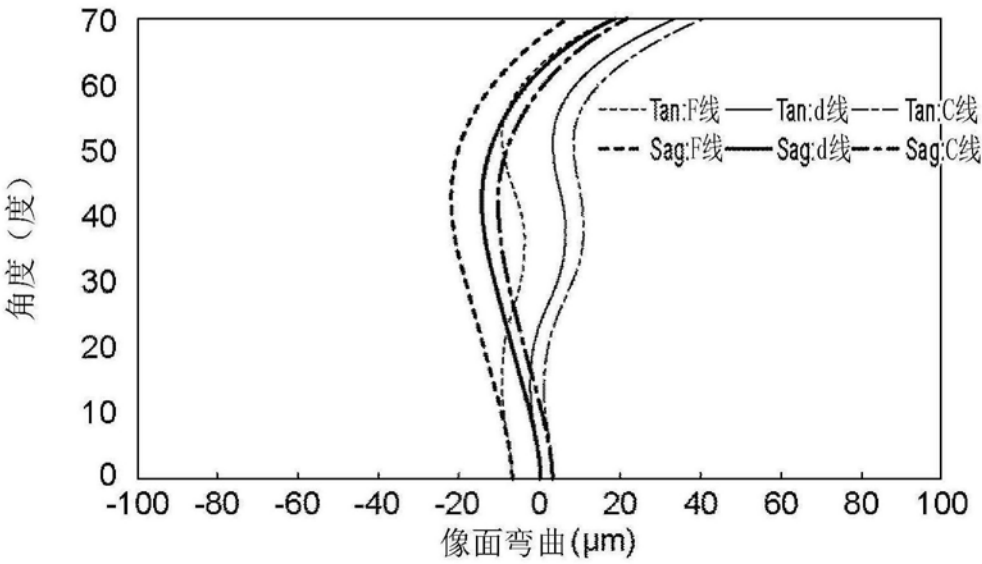


图30

专利名称(译)	摄像光学系统		
公开(公告)号	CN109154713A	公开(公告)日	2019-01-04
申请号	CN201680085506.4	申请日	2016-05-12
[标]申请(专利权)人(译)	纳卢克斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	纳卢克斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	纳卢克斯株式会社		
[标]发明人	石井健太 关大介		
发明人	石井健太 关大介		
IPC分类号	G02B13/04 A61B1/00 G02B13/18 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00096 G02B9/12 G02B13/0035 G02B13/04 G02B23/243		
代理人(译)	金玲		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种用于实现充分小型、充分广角且充分高分辨率的内窥镜的摄像光学系统。摄像光学系统具有从物体侧向像侧配置的具有负的屈光力的第1透镜、具有正的屈光力的第2透镜、光圈和具有正的屈光力的第3透镜。将第1透镜的像侧主点与该第2透镜的物体侧主点之间的距离设为 $|d|$ ，在该第1透镜的像侧主点比该第2透镜的物体侧主点更靠近像侧的情况下，将两主点之间的带符号的距离设为 $d = -|d|$ ，将该第1透镜和该第2透镜的合成焦距设为 f_{12} ，满足 $d < 0$ $0.005 < d/f_{12} < 16$ 。

