



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102906619 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201180025349. 5

(22) 申请日 2011. 05. 19

(30) 优先权数据

2010-121751 2010. 05. 27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 11. 22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/062039 2011. 05. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/148999 EN 2011. 12. 01

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 片芝悠二 梶山和彦 铃木雅之

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 康建忠

(51) Int. Cl.

G02B 17/08 (2006. 01)

G02B 13/24 (2006. 01)

G02B 21/00 (2006. 01)

G02B 21/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2002-82285 A, 2002. 03. 22, 全文.

US 2006/0082905 A1, 2006. 04. 20, 全文.

WO 2009/154731 A2, 2009. 12. 23, 全文.

EP 1387207 A2, 2004. 02. 04, 全文.

JP 特开 2005-115127 A, 2005. 04. 28, 全文.

审查员 付画婧

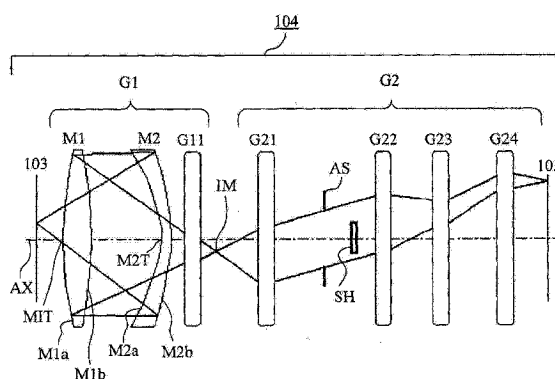
权利要求书2页 说明书24页 附图12页

(54) 发明名称

反射折射系统和图像拾取装置

(57) 摘要

反射折射系统包括第一光学成像系统(反射折射部分)和第二光学成像系统(屈光部分),所述第一光学成像系统使来自物体的光束形成中间图像,所述第二光学成像系统使来自所述中间图像的光束形成图像。在所述第一光学成像系统中,所述光束顺序地通过第一透射部分、第二反射部分、第一反射部分和第二透射部分。在所述第二光学成像系统中,置于孔径光阑与像面之间的多个透镜表面之中的连续四个透镜表面具有负组合折光力,并且满足 $-0.52 < \Phi_{4n_max} \cdot Y_{max} < -0.14$ 的条件, Φ_{4n_max} 表示负组合折光力的最大值, Y_{max} 表示在所述物体处的所述反射折射系统的视场中的最大物体高度。



1. 一种反射折射系统,包括:

第一光学成像系统,包括反射折射部分,所述反射折射部分被配置为收集来自物体的光束以便使所述光束形成所述物体的中间图像;和

第二光学成像系统,包括屈光部分,所述屈光部分被配置为使来自所述中间图像的光束在像面上形成图像,

其中,所述第一光学成像系统从物侧起依次包括第一光学元件和第二光学元件,所述第一光学元件包括第一透射部分和第一反射部分,所述第一透射部分位于所述第一光学元件的在光轴上及所述光轴周围的中心部分中,所述第一反射部分位于所述第一光学元件的外周物侧表面上,所述第二光学元件包括第二透射部分和第二反射部分,所述第二透射部分位于所述第二光学元件的在所述光轴上及所述光轴周围的中心部分中,所述第二反射部分位于所述第二光学元件的外周像侧表面上,所述第一光学元件和所述第二光学元件被布置为彼此面对,

其中,来自所述物体的光束顺序地通过所述第一光学成像系统中的第一透射部分、第二反射部分、第一反射部分和第二透射部分,然后朝向所述第二光学成像系统出射,

其中,所述第二光学成像系统从物侧起依次包括具有正折光力的前透镜组、孔径光阑和后透镜组,

其中,在所述第二光学成像系统中,置于所述孔径光阑与所述像面之间的多个透镜表面之中的连续四个透镜表面具有负组合折光力,并且

其中,满足以下条件:

$$-0.52 < \phi_{4n_max} \cdot Y_{max} < -0.14$$

其中, ϕ_{4n_max} 表示所述负组合折光力的最大值, Y_{max} 表示所述反射折射系统在所述物体处的视场中的最大物体高度。

2. 根据权利要求1所述的反射折射系统,其中,满足以下条件:

$$-0.58 < \phi_{n_sum} \cdot Y_{max} < -0.17$$

其中, ϕ_{n_sum} 表示置于所述孔径光阑与所述像面之间的负透镜表面的负折光力的总和。

3. 根据权利要求1所述的反射折射系统,其中,最接近所述像面放置的两个透镜的组合折光力是正折光力。

4. 根据权利要求1所述的反射折射系统,其中,所述第一光学元件具有凸形物侧表面,所述第一光学元件的第一透射部分具有正折光力,所述第二光学元件具有包括凹形物侧表面的弯月形状,并且所述第二光学元件的第二透射部分具有负折光力。

5. 根据权利要求1所述的反射折射系统,其中,所述物体处的视场具有3mm或更大的直径。

6. 一种图像拾取装置,包括:

光源;

照射光学系统,被配置为用来自所述光源的光束照射物体;

根据权利要求1所述的反射折射系统,被配置为使来自所述物体的光束形成物体图

像；

图像拾取元件，被配置为将所述物体图像转换为电信号；以及
图像处理系统，被配置为根据从所述图像拾取元件输出的电信号生成图像信息。

反射折射系统和图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于放大并观测样本(物体)的反射折射系统和具有该反射折射系统的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 在近年来的病理检查中,检查者不仅直接通过光学显微镜用他/她的眼睛观测病理标本(样本),而且还通过由虚拟显微镜所拍摄的并且显示在显示设备上的图像数据来观测病理标本(样本)。这样的虚拟显微镜使得多个检查者能够同时观测显示在显示设备上的病理标本的图像数据。而且,虚拟显微镜提供许多优点,包括与远程病理学家共享图像数据以寻求他/她的诊断。然而,因为图像数据是通过病理标本的图像拍摄来准备的,所以该方法引起花费时间的问题。

[0003] 花费时间的一个原因是图像数据是通过使用常规的虚拟显微镜来获取的,常规的虚拟显微镜具有相对于大的病理标本窄的图像拍摄区。常规的虚拟显微镜的这样的窄图像拍摄区使得必需拍摄大的病理标本中的多个分离区域的图像(换句话讲,扫描病理标本),以将所拍摄的图像组合为一个图像。因此,虚拟显微镜要求具有大的图像拍摄区的光学系统(图像拍摄光学系统),以便与常规的虚拟显微镜相比,减少病理标本的图像拍摄的次数以缩短获得图像数据的时间。

[0004] 而且,需要在物侧和像侧(即,两侧)是远心的光学系统,以便减小由于病理标本和图像拾取元件(诸如 CCD 传感器)在图像拍摄光轴方向上的位置误差而导致的对图像数据的影响(倍率变化等)。

[0005] 另外,为了详细观测病理标本,需要不仅具有上述大的图像拍摄区、而且还在可见光波长范围内具有高分辨能力的光学系统。不仅病理检查,而且各种领域也需要这样的具有高分辨能力的光学系统。

[0006] 日本专利公开 No. 60-034737 公开了一种被形成为屈光系统并且适用于观测生物细胞等的显微物镜,该屈光系统的像差在整个可见光波长范围上充分减小。然而,虽然日本专利公开 No. 60-034737 中所公开的显微物镜充分减小了整个可见光波长范围上的像差,但是它具有未必足够大的观测区。

[0007] 此外,PCT 国际申请 No. 2001-517806 的日本译文公开了一种超宽带紫外显微镜视频系统,该系统使用反射折射系统来实现宽的紫外波段上的高分辨能力,该系统用于检查集成电路和光掩模中存在的缺陷。然而,虽然 PCT 国际申请 No. 2001-517806 的日本译文中所公开的超宽带紫外显微镜视频系统通过充分减小宽的紫外波段上的像差来实现了高分辨能力,但是它具有未必足够大的视场。

[0008] 而且,日本专利公开 No. 2002-082285 公开了一种曝光装置的反射折射系统,该曝光装置适用于在宽区域上曝光微小图案以制造半导体器件。然而,虽然日本专利公开 No. 2002-082285 中所公开的反射折射系统通过充分减小宽区域上的像差来实现了高分辨能力,但是它的总长度长。这样的长的总光学系统长度增大了曝光装置的大小,这不利于安

装和操作该装置。

发明内容

[0009] 本发明提供了一种反射折射系统,该反射折射系统具有良好的两侧远心性质,能够充分减小宽的波长范围上的各种像差并且实现宽的图像拍摄区上的高分辨能力。

[0010] 作为其一方面,本发明提供了一种反射折射系统,其包括:第一光学成像系统,其包括反射折射部分,所述反射折射部分被配置为收集来自物体的光束以便使所述光束形成所述物体的中间图像;和第二光学成像系统,其包括屈光部分,所述屈光部分被配置为使来自所述中间图像的光束在像面上形成图像。所述第一光学成像系统按从物侧起的顺序包括第一光学元件和第二光学元件,所述第一光学元件包括第一透射部分和第一反射部分,所述第一透射部分在所述第一光学元件在光轴上及其周围的中心部分中,所述第一反射部分在所述第一光学元件的外周物侧表面上,所述第二光学元件包括第二透射部分和第二反射部分,所述第二透射部分在所述第二光学元件在所述光轴上及其周围的中心部分中,所述第二反射部分在所述第二光学元件的外周像侧表面上,所述第一光学元件和所述第二光学元件被布置为使得第一反射表面和第二反射表面彼此面对。来自所述物体的光束顺序地通过第一光学成像系统中的第一透射部分、第二反射部分、第一反射部分和第二透射部分,然后朝向第二光学成像系统出射。所述第二光学成像系统按从物侧起的顺序包括具有正折光力的前透镜组、孔径光阑和后透镜组。在所述第二光学成像系统中,置于所述孔径光阑与所述像面之间的多个透镜表面之中的连续四个透镜表面具有负组合折光力,并且满足以下条件:

[0011]

$$-0.52 < \phi_{4n_max} \cdot Y_{max} < -0.14$$

[0012] 其中, ϕ_{4n_max} 表示所述负组合折光力的最大值, Y_{max} 表示所述反射折射系统在所述物体处的视场中的最大物体高度。

[0013] 作为其另一方面,本发明提供了一种图像拾取装置,其包括:光源;照射光学系统,其被配置为用来自所述光源的光束照射物体;上述反射折射系统,其被配置为使来自所述物体的光束形成物体图像;图像拾取元件,其被配置为将所述物体图像转换为电信号;和图像处理系统,其被配置为根据从所述图像拾取元件输出的电信号生成图像信息。

[0014] 从以下的描述和附图,本发明的其它方面将变得清楚。

附图说明

[0015] 图 1 是作为本发明的例子的图像拾取装置的截面图。

[0016] 图 2 示出本发明的例子的反射折射系统的基本配置。

[0017] 图 3 示出作为本发明的例子 1 的反射折射系统的主要部分。

[0018] 图 4 示出例子 1 的反射折射系统的像差图。

[0019] 图 5 示出作为本发明的例子 2 的反射折射系统的主要部分。

[0020] 图 6 示出例子 2 的反射折射系统的像差图。

[0021] 图 7 示出作为本发明的例子 3 的反射折射系统的主要部分。

[0022] 图 8 示出例子 3 的反射折射系统的像差图。

[0023] 图 9 示出作为本发明的例子 4 的反射折射系统的主要部分。

[0024] 图 10 示出例子 4 的反射折射系统的像差图。

[0025] 图 11 示出作为本发明的例子 5 的反射折射系统的主要部分。

[0026] 图 12 示出例子 5 的反射折射系统的像差图。

具体实施方式

[0027] 以下将参照附图来描述本发明的示例性例子。

[0028] 以下详细描述每个例子的反射折射系统基本上由第一光学成像系统和第二光学成像系统构成,第一光学成像系统包括反射折射部分,该反射折射部分收集来自物体的光束以便使该光束形成中间图像 IM,第二光学成像系统包括折射部分,该折射部分使来自中间图像的光束在像面上形成图像。

[0029] 图 1 示出了作为本发明的例子的图像拾取装置 1000 的主要部分。图像拾取装置 1000 由光源 101、照射光学系统 102 和反射折射系统 104 构成,照射光学系统 102 用来自光源 101 的光束照射物体 103,反射折射系统 104 使来自物体 103 的光束形成物体图像。该图像拾取装置还包括图像拾取元件 105 和图像处理系统 106,图像拾取元件 105 将由反射折射系统 104 形成的物体图像转换为电信号,图像处理系统 106 通过使用从图像拾取元件 105 输出的电信号来生成图像信息。

[0030] 接下来,详细描述包括反射折射系统 104 的图像拾取装置 1000 的配置。图像拾取装置 1000 通过照射光学系统 102 收集来自光源 101 的光(光束),以用收集的光均匀地照射样本(物体) 103。其中所使用的光是波长为 400-700nm 的可见光。反射折射系统 104 构成在图像拾取元件 105 上形成样本(物体)103 的图像的光学成像系统。根据从图像拾取元件 105 输出的电信号,图像处理系统 106 生成图像数据(图像信息),以在显示设备 107 等上显示它。图像处理系统 106 执行各种处理,诸如校正不能被光学成像系统(反射折射系统 104)充分校正的像差、以及结合在不同图像拍摄位置获得的图像数据以形成一个图像数据。

[0031] 图 2 示意性地显示反射折射系统 104 的配置。在图 2 中,也如图 1 所示,附图数字 104 表示反射折射系统,附图数字 103 表示物体(样本),附图数字 105 表示置于像面上的图像拾取元件。附图字符 AX 表示反射折射系统 104 的光轴。

[0032] 反射折射系统 104 包括第一光学成像系统(反射折射部分)G1,该第一光学成像系统 G1 收集来自物体(样本) 103 的光束以便使该光束在预定表面上形成中间图像 IM。第一光学成像系统 G1 包括稍后描述的反射部分。反射折射系统 104 还包括第二光学成像系统(折射部分)G2,该第二光学成像系统 G2 包括使来自中间图像 IM 的光束在像面(图像拾取元件) 105 上形成图像的折射表面和孔径光阑 AS。

[0033] 第一光学成像系统 G1 按从物侧朝向像面侧(或像侧)的顺序包括第一光学元件(曼京镜)M1 和第二光学元件(曼京镜)M2 以及透镜组(场透镜)G11。第二光学成像系统 G2 按从物侧起的顺序包括透镜组 G21、孔径光阑 AS 和透镜组 G22-G24。透镜组 G21 构成前透镜组,透镜组 G22-G24 构成后透镜组。图 2 示意性地示出从物体 103 行进到其上放置图像拾取元件 105 的像面的离轴光束。

[0034] 第一光学成像系统 G1 的第一光学元件 M1 具有凸形的物侧表面。第一光学元件 M1 包括透射部分 M1T 和背面反射部分 M1a,透射部分 M1T 在第一光学元件 M1 在光轴上及其周

围的中心部分中,背面反射部分 M1a 在第一光学元件 M1 的外周物侧表面上。透射部分 M1T 具有正折光力。在背面反射部分 M1a 中,在其物侧表面上形成反射涂层。

[0035] 第二光学元件 M2 具有包括物侧凹面的弯月形状。第二光学元件 M2 包括透射部分 M2T 和背面反射部分 M2b,透射部分 M2T 在第二光学元件 M2 的在光轴上及其周围的中心部分中,背面反射部分 M2b 在第二光学元件 M2 的外周像侧表面上。透射部分 M2T 具有负折光力。在背面反射部分 M2b 中,在其像侧表面上形成反射涂层。第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 被布置为使得背面反射部分 M1a 和 M2b 彼此面对。

[0036] 在第二光学成像系统 G2 中,遮光板 SH 被置于孔径光阑 AS 的位置处或者其附近。遮光板 SH 遮挡来自物体(样本)103 的光束中的在光轴附近的光束,以阻止光轴附近的光束入射到图像拾取元件 105。

[0037] 在图 2 中所示的反射折射系统 104 中,从被来自图 1 中所示的照射光学系统 102 的光束照射的样本 103 出射的光束通过第一光学元件(曼京镜)M1 的中心透射部分 M1T。然后,该光束通过第二光学元件(曼京镜)M2 的折射面 M2a,被背面反射部分 M2b 反射,并且顺序地通过折射面 M2a 和第一光学元件 M1 的折射面 M1b。其后,该光束被第一光学元件 M1 的背面反射部分 M1a 反射,并且顺序地通过其折射面 M1b 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T,以朝向第二光学成像系统 G2 出射。该光束然后通过透镜组 G11,以形成样本 103 的中间图像 IM。

[0038] 在例子中,第一光学成像系统 G1 的配置不限于上述配置。例如,作为由曼京镜构成的第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 中的每一个的替代,第一光学成像系统 G1 可包括在其中心部分具有透射部分的表面反射镜和透镜的组合。另外,第一光学成像系统 G1 可具有在不放置透镜组 G11 的情况下形成中间图像 IM 的配置。

[0039] 来自中间图像 IM 的作为发散光束的光束通过具有正折光力的透镜组 G21,以在孔径光阑 AS 处形成光瞳。通过孔径光阑 AS 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G22、具有负折光力的透镜组 G23 和具有正折光力的透镜组 G24,然后入射到图像拾取元件 105。入射到图像拾取元件 105 的光束在其上形成样本 103 的放大图像。形成在图像拾取元件 105 上的样本 103 的图像被转换为电信号,并且该电信号被图像处理系统 106 处理以显示在显示设备 107 中。

[0040] 本例子的反射折射系统 104 在孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间包括具有负折光力的透镜组 G23。当离轴光束相对于光轴 AX 的角度小时,增大总光学系统长度(即,从物体 103 的表面到像面的距离)对于实现大的放大倍率是必要的。然而,在本例子的反射折射系统 104 中,离轴光束由于具有强负折光力的透镜组 G23 而明显偏离光轴 AX,从而离轴光束可相对于光轴 AX 形成大的角度。因此,可以通过短的总光学系统长度实现大的放大倍率。而且,紧接在像面(图像拾取元件 105)的前面,本例子的反射折射系统 104 包括具有正折光力的透镜组 G24。透镜组 G24 使因透镜组 G23 而明显偏离的光束返回为与光轴 AX 平行的光束,这使得反射折射系统 104 在像面侧是远心的。

[0041] 在每个例子中,第二光学成像系统 G1 按从物侧起的顺序包括具有正折光力的前透镜组 G21、孔径光阑 AS 和后透镜组(G22-G24)。置于孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间的多个透镜表面之中的连续四个透镜表面具有负组合折光力,并且满足以下条件(1):

[0042]

$$-0.52 < \Phi_{4n_max} \cdot Y_{max} < -0.14 \dots (1)$$

[0043] 其中, Φ_{4n_max} 表示所述连续四个透镜表面的负组合折光力的最大值, 并且 Y_{max} 表示反射折射系统 104 在物体处的视场(物侧视场)中的最大物体高度。

[0044] $\Phi_{4n_max} \cdot Y_{max}$ 的超过条件 (1) 的上限的值使得负组合折光力相对于反射折射系统 104 的视场太弱, 这使得难以使离轴光束明显偏离光轴 AX。因而, 变得难以通过短的总光学系统长度实现大的放大倍率。

[0045] 另一方面, $\Phi_{4n_max} \cdot Y_{max}$ 的低于条件 (1) 的下限的值使得各个透镜表面的负折光力太强, 这使得各个透镜表面处所产生的像差太大。因而, 变得难以减小反射折射系统 104 中所产生的各种像差。

[0046] 更希望的是, 条件 (1) 的数值范围如下变化:

[0047]

$$-0.515 < \Phi_{4n_max} \cdot Y_{max} < -0.140 \dots (1a)$$

[0048] 此外, 更希望的是, 在每个例子中满足以下条件中的至少一个。

[0049] 希望的是, 满足以下条件:

[0050]

$$-0.58 < \Phi_{n_sum} \cdot Y_{max} < -0.17 \dots (2)$$

[0051] 其中, Φ_{n_sum} 表示置于孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件)105 之间的负透镜表面的负折光力的总和, 并且 Y_{max} 表示反射折射系统 104 在物体 103 处的视场中的最大物体高度。

[0052] $\Phi_{n_sum} \cdot Y_{max}$ 的超过条件 (2) 的上限的值使得负组合折光力相对于反射折射系统 104 的视场太弱, 这使得难以使离轴光束明显偏离光轴 AX。因而, 变得难以通过短的总光学系统长度实现大的放大倍率。

[0053] 另一方面, $\Phi_{n_sum} \cdot Y_{max}$ 的低于条件 (2) 的下限的值使得各个透镜表面的负折光力太强, 这使得难以减小反射折射系统 104 中所产生的各种像差。另外, 增加具有负折光力的透镜表面的数量以便降低这些透镜表面中的每个的负折光力增加了将被处理的透镜表面的数量, 这使得难以制造反射折射系统 104。此外, 将被放置的透镜表面的数量的增加使得难以缩短总光学系统长度, 这是不希望的。

[0054] 更希望的是, 条件 (2) 的数值范围如下变化:

[0055]

$$-0.580 < \Phi_{n_sum} \cdot Y_{max} < -0.175 \dots (2a)$$

[0056] 而且, 希望的是, 紧接在像面(图像拾取元件 105)的前面放置的两个透镜的组合折光力 Φ_{L2} 是正折光力。这可使因具有强的负折光力并且置于孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间的透镜组 G23 而明显偏离的离轴光束返回为与光轴 AX 平行的光束, 这使得易于使反射折射系统 104 在像面侧是远心的。与之对比, 如果组合折光力 Φ_{L2} 是负折光力, 则在第二光学成像系统 G2 的光路中需要其有效直径大于像面(图像拾取元件 105)处的视场的透镜。这增大了光学系统的大小, 这是不希望的。

[0057] 而且, 希望的是, 第一光学成像系统 G1 包括第一光学元件和第二光学元件, 该第一光学元件由具有透镜形状和正折光力的曼京镜构成, 该第二光学元件由具有弯月形状和

负折光力的曼京镜构成。对具有弯月形状和负折光力的曼京镜的折射表面提供强的发散功能使得能够提供以下光学效果。

[0058] a. 可使具有正透镜功能的第一光学元件 M1 的中心透射部分 M1T 的大小相对于其有效直径减小。

[0059] b. 可使作为反射折射部分的第一光学成像部分 G1 的纵向色差与作为屈光部分的第二光学成像系统 G2 的纵向色差抵消。这使得可提高光学成像系统 G2 中的每个透镜的正折光力,这使得易于缩短总光学系统长度。

[0060] 在每个例子中,反射折射系统 104 在物体 103 处的视场具有 3mm 或更大的直径,这提供了宽的观测视场。

[0061] 以下将描述本发明的每个例子的反射折射系统的配置。

[0062] 【例子 1】

[0063] 图 3 是作为本发明的第一个例子(例子 1)的反射折射系统的主要部分的截面图。在图 3 中,附图数字 104A 表示反射折射系统,附图数字 103 表示样本(物体表面),附图数字 105 表示图像拾取元件(像面)。附图字符 AS 表示孔径光阑,附图字符 IM 表示中间图像。而且,附图字符 G1 表示构成反射折射部分的第一光学成像系统,附图字符 G2 表示构成屈光部分的第二光学成像系统。第一光学成像系统 G1 包括第一光学元件(曼京镜)M1、第二光学元件(曼京镜)M2 和透镜组 G11。第二光学成像系统 G2 包括透镜组 G21-G24 和孔径光阑 AS。

[0064] 在图 3 中所示的反射折射系统 104A 中,从被来自图 1 中所示的照射光学系统 102 的光束照射的样本 103 出射的光束通过第一光学元件(曼京镜)M1 的中心透射部分 M1T。然后,该光束通过第二光学元件(曼京镜)M2 的折射表面 M2a,被背面反射部分 M2b 反射,并且顺序地通过折射表面 M2a 和第一光学元件 M1 的折射表面 M1b。其后,该光束被第一光学元件 M1 的背面反射部分 M1a 反射,然后顺序地通过折射表面 M1b、第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T 和透镜组 G11 (透镜 L1),以形成样本 103 的中间图像 IM。

[0065] 第一光学成像系统 G1 中所包括的第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的背面反射部分 M1a 和 M2b 两者都具有非球面形状。这使得能够充分地校正球面像差,而不产生色差,这使得可在提供高的数值孔径(NA)的同时减小宽的可见光波长范围上的各种像差。

[0066] 而且,第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的背面反射部分 M1a 和 M2b 两者具有正折光力。即使第二光学成像系统 G2 的正折光力增大以便缩短总光学系统长度,这也阻止珀兹伐和(Petzval sum)增大。这是因为反射表面和折射表面对珀兹伐和具有彼此相反的影响。

[0067] 来自中间图像 IM 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G21 (透镜 L2-L6)、孔径光阑 AS 和具有正折光力的透镜组 G22 (透镜 L7-L9)。该光束还顺序地通过具有强的负折光力的透镜组 G23 (透镜 L10-L12) 和具有正折光力的透镜组 G24 (透镜 L13 和 L14),以在图像拾取元件 105 上形成样本 103 的放大图像。第二光学成像系统 G2 包括在孔径光阑 AS 与具有强的负折光力的透镜组 G23 之间的具有正折光力的透镜组 G22,并且在孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间包括正折光力、负折光力和正折光力的透镜组配置。

[0068] 这样的配置可通过具有正折光力并且紧接在孔径光阑 AS 后面放置的透镜组 G22 来使光束会聚,从而后面的具有强的负折光力的透镜组 G23 使离轴光束明显偏离光轴 AX,同时抑制光束的发散。这使得易于通过短的总光学系统长度实现大的放大倍率。

[0069] 另外,遮光部分 SH 设置在孔径光阑 AS 与透镜 L7 之间。遮光部分 SH 阻止来自样本 103 的、不被第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 反射的光束通过第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M1T 和 M2T 直接到达图像拾取元件 105。

[0070] 该例子的反射折射系统 104A 具有 0.7 的物侧数值孔径(NA)和 $\phi 21.2\text{mm}$ 的物侧视场。而且,在反射折射系统 104A 中,布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间的多个透镜表面之中的提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面如下。当在每个透镜中附图字符 R1 表示物体(样本)侧表面而附图字符 R2 表示像侧表面时,提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面是从透镜 L9 的像侧表面 R2 (L9R2)到透镜 L11 的物侧表面 R1 (L11R1)的透镜表面。在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间布置这样的提供强的负组合折光力的连续四个透镜表面 L9R2-L11R1 使得能够以 500mm 的短的总光学系统长度提供 4 倍的放大倍率。

[0071] 另外,紧接在图像拾取元件 105 的前面放置具有正折光力的透镜组 G24 使得能够提供在物侧和像侧这两侧都是远心的光学配置。光瞳的遮蔽比被抑制为按面积比记的 20% 或更小。

[0072] 图 4 示出了例子 1 的反射折射系统的像差图。在该例子中,波长为 656.3nm、587.6nm、486.1nm 和 435.8nm 处的像差被充分抑制,并且白光的波前像差的最大值被抑制为 $90\text{m}\lambda_{\text{rms}}$ 或更小。样本 103 具有 3mm-30mm 的直径。

[0073] 【例子 2】

[0074] 图 5 是作为本发明的第二个例子(例子 2)的反射折射系统 104B 的主要部分的截面图。在图 5 中,与图 3 中的元件相同的元件用与图 3 中的附图数字和字符相同的附图数字和字符表示。该例子的配置与例子 1 的配置几乎相同。该例子中的从样本 103 到通过第二光学元件 M2 的通路的光束的光路与例子 1 中的相同。

[0075] 在该例子中,已通过第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T 的光束通过透镜组 G11 (透镜 L1-L3),然后形成样本 103 的中间图像 IM。来自中间图像 IM 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G21 (透镜 L4-L7)、孔径光阑 AS 和具有正折光力的透镜组 G22 (透镜 L8-L10)。该光束还顺序地通过具有强的负折光力的透镜组 G23 (透镜 L11 和 L12)以及具有正折光力的透镜组 G24 (透镜 L13-L15),以在图像拾取元件 105 上形成样本 103 的放大图像。

[0076] 另外,遮光部分 SH 设置在孔径光阑 AS 与透镜 L8 之间。遮光部分 SH 阻止来自样本 103 的、不被第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 反射的光束通过第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M1T 和 M2T 直接到达图像拾取元件 105。

[0077] 该例子的反射折射系统 104B 具有 0.7 的物侧数值孔径(NA)和 $\phi 21.2\text{mm}$ 的物侧视场。而且,在反射折射系统 104B 中,布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间的多个透镜表面之中的提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面是从透镜 L11 的物侧表面 R1 (L11R1)到透镜 L12 的像侧表面 R2 (L12R2)的透镜表面。

[0078] 在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间布置这样的提供强的负组合折光力的连续四个透镜表面 L11R1-L12R2 使得能够以 550mm 的短的总光学系统长度提供 4 倍的放大倍率。

[0079] 另外,紧接在图像拾取元件 105 的前面放置具有正折光力的透镜组 G24 使得能够

提供在物侧和像侧这两侧都是远心的光学配置。光瞳的遮蔽比被抑制为以面积比记的 20% 或更小。

[0080] 图 6 示出了例子 2 的反射折射系统的像差图。在该例子中,上述波长处的像差被充分抑制,并且白光的波前像差的最大值被抑制为 $60\text{m}\lambda_{\text{rms}}$ 或更小。

[0081] 【例子 3】

[0082] 图 7 是作为本发明的第三个例子(例子 3)的反射折射系统 104C 的主要部分的截面图。在图 7 中,与图 3 中的元件相同的元件用与图 3 中的附图数字和字符相同的附图数字和字符表示。该例子的配置与例子 1 的配置几乎相同,但是与例子 1 的不同之处在于第二光学成像系统 G2 由透镜组 G21 至 G25 构成。透镜组 G21 构成前透镜组,透镜组 G22-G25 构成后透镜组。

[0083] 该例子中的从样本 103 到通过第二光学元件 M2 的通路的光束的光路与例子 1 中的相同。在该例子中,已通过第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T 的光束通过透镜 L1 和 L2,然后在透镜 L3 内部形成样本 103 的中间图像 IM。来自中间图像 IM 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G21(透镜 L4-L7)、孔径光阑 AS、具有强的负折光力的透镜组 G22(透镜 L8-L10)和具有正折光力的透镜组 G23(透镜 L11 和 L12)。该光束还顺序地通过具有强的负折光力的透镜组 G24(透镜 L13)和具有正折光力的透镜组 G25(透镜 L14 和 L15),以在图像拾取元件 105 上形成样本 103 的放大图像。

[0084] 第二光学成像系统 G2 在孔径光阑 AS 与具有强的负折光力的透镜组 G24 之间包括具有强的负折光力的透镜组 G22 和具有正折光力的透镜组 G23,并且在孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间包括负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的透镜组配置。根据这样的配置,被具有负折光力的并且紧接在孔径光阑 AS 后面设置的透镜组 G22 发散的光束可被随后的具有正折光力的透镜组 G23 会聚。此外,将具有强的负折光力的两个透镜组 G22 和 G24 放置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间可使离轴光束明显偏离光轴 AX。因此,该配置适用于以短的总光学系统长度实现大的放大倍率。而且,由两个透镜组 G22 和 G24 在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间分担负折光力削弱了各负透镜组的负折光力,这可容易地减小光学系统的像差。

[0085] 另外,遮光部分 SH 设置在透镜 L9 的像侧表面 R2 上。遮光部分 SH 阻止来自样本 103 的不被第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 反射的光束通过第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M1T 和 M2T 直接到达图像拾取元件 105。

[0086] 该例子的反射折射系统 104C 具有 0.7 的物侧数值孔径(NA)和 $\phi 21.2\text{mm}$ 的物侧视场。而且,在反射折射系统 104C 中,布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间的多个透镜表面之中的提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面是从透镜 L9 的物侧表面 R1(L9R1)到透镜 L10 的像侧表面 R2(L10R2)的透镜表面。将这样的提供强的负组合折光力的连续四个透镜表面 L9R1-L10R2 布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间使得能够以 500mm 的短的总光学系统长度提供 4 倍的放大倍率。

[0087] 另外,紧接在图像拾取元件 105 的前面放置具有正折光力的透镜组 G25 使得能够提供在物侧和像侧这两侧都是远心的光学配置。光瞳的遮蔽比被抑制为以面积比记的 20% 或更小。

[0088] 图 8 显示了例子 3 的反射折射系统的像差图。在该例子中,上述波长处的像差被

充分抑制,并且白光的波前像差的最大值被抑制为 $70\text{m}\lambda\text{rms}$ 或更小。

[0089] 【例子 4】

[0090] 图 9 是作为本发明的第四个例子(例子 4)的反射折射系统 104D 的主要部分的截面图。在图 9 中,与图 3 中的元件相同的元件用与图 3 中的附图数字和字符相同的附图数字和字符表示。该例子的配置与例子 1 的配置几乎相同。该例子中的从样本 103 到通过第二光学元件 M2 的通路的光束的光路与例子 1 中的相同。

[0091] 在该例子中,已通过第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T 的光束通过透镜 L1 和 L2,然后在透镜 L3 内部形成样本 103 的中间图像 IM。来自中间图像 IM 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G21 (透镜 L4-L7)、孔径光阑 AS 和具有正折光力的透镜组 G22 (透镜 L8-L10)。该光束还顺序地通过具有强的负折光力的透镜组 G23 (透镜 L11-L17)和具有正折光力的透镜组 G24 (透镜 L18 和 L19),以在图像拾取元件 105 上形成样本 103 的放大图像。

[0092] 另外,遮光部分 SH 设置在透镜 L8 的像侧表面 R2 上。遮光部分 SH 阻止来自样本 103 的不被第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 反射的光束通过第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M1T 和 M2T 直接到达图像拾取元件 105。

[0093] 该例子的反射折射系统 104D 具有 0.7 的物侧数值孔径(NA)和 $\phi 7\text{mm}$ 的物侧视场。而且,在反射折射系统 104D 中,布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间的多个透镜表面之中的提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面是从透镜 L14 的物侧表面 R1 (L14R1)到透镜 L15 的像侧表面 R2 (L15R2)的透镜表面。将这样的提供强的负组合折光力的连续四个透镜表面 L14R1 ~ L15R2 布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间使得能够以 500mm 的短的总光学系统长度提供 12 倍的放大倍率。

[0094] 另外,紧接在图像拾取元件 105 的前面放置具有正折光力的透镜组 G24 使得能够提供在物侧和像侧这两侧都是远心的光学配置。光瞳的遮蔽比被抑制为以面积比记的 20% 或更小。

[0095] 图 10 显示了例子 4 的反射折射系统的像差图。在这个例子中,上述波长处的像差被充分抑制,并且白光的波前像差的最大值被抑制为 $30\text{m}\lambda\text{rms}$ 或更小。

[0096] 【例子 5】

[0097] 图 11 是作为本发明的第五个例子(例子 5)的反射折射系统 104E 的主要部分的截面图。在图 11 中,与图 3 中的元件相同的元件用与图 3 中的附图数字和字符相同的附图数字和字符表示。该例子的配置与例子 1 的配置几乎相同,但是与例子 1 的配置的不同之处在于第二光学成像系统 G2 由透镜组 G21 至 G25 构成。透镜组 G21 构成前透镜组,透镜组 G22 ~ G25 构成后透镜组。

[0098] 该例子中的从样本 103 到通过第二光学元件 M2 的通路的光束的光路与例子 1 中的相同。在该例子中,已通过第二光学元件 M2 的中心透射部分 M2T 的光束在透镜 L1 内部形成样本 103 的中间图像 IM。来自中间图像 IM 的光束顺序地通过具有正折光力的透镜组 G21 (透镜 L2 ~ L8)、孔径光阑 AS、具有强的负折光力的透镜组 G22 (透镜 L9)和具有正折光力的透镜组 G23 (透镜 L10 和 L11)。该光束还顺序地通过具有强的负折光力的透镜组 G24 (透镜 L12 和 L13)以及具有正折光力的透镜组 G25 (透镜 L14 和 L15),以在图像拾取元件 105 上形成样本 103 的放大图像。

[0099] 第二光学成像系统 G2 在孔径光阑 AS 与具有强的负折光力的透镜组 G24 之间包括具有强的负折光力的透镜组 G22 和具有正折光力的透镜组 G23, 并且在孔径光阑 AS 与像面(图像拾取元件 105)之间包括负折光力、正折光力、负折光力和正折光力的透镜组配置。

[0100] 根据这样的配置, 被具有负折光力的并且紧接在孔径光阑 AS 后面设置的透镜组 G22 发散的光束可被随后的具有正折光力的透镜组 G23 会聚。此外, 将具有强的负折光力的两个透镜组 G22 和 G24 放置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间可使离轴光束明显偏离光轴 AX。因此, 该配置适用于以短的总光学系统长度实现大的放大倍率。而且, 由两个透镜组 G22 和 G24 在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间分担负折光力削弱了每个负透镜组的负折光力, 这可容易地减小光学系统的像差。

[0101] 另外, 遮光部分 SH 设置在透镜 L9 的像侧表面 R2 上。遮光部分 SH 阻止来自样本 103 的不被第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 反射的光束通过第一光学元件 M1 和第二光学元件 M2 的中心透射部分 M1T 和 M2T 直接到达图像拾取元件 105。

[0102] 该例子的反射折射系统 104E 具有 0.7 的物侧数值孔径(NA)和 $\phi 28.2\text{mm}$ 的物侧视场。而且, 在反射折射系统 104E 中, 布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间的多个透镜表面之中的提供最大负组合折光力的连续四个透镜表面是从透镜 L12 的物侧表面 R1 (L12R1)到透镜 L13 的像侧表面 R2 (L13R2)的透镜表面。将这样的提供强的负组合折光力的连续四个透镜表面 L12R1 ~ L13R2 布置在孔径光阑 AS 与图像拾取元件 105 之间使得能够以 500mm 的短的总光学系统长度提供 6 倍的放大倍率。

[0103] 另外, 紧接在图像拾取元件 105 前面放置具有正折光力的透镜组 G25 使得能够提供在物侧和像侧这两侧都是远心的光学配置。光瞳的遮蔽比被抑制为以面积比记的 20% 或更小。

[0104] 图 12 示出了例子 5 的反射折射系统的像差图。在该例子中, 上述波长处的像差被充分抑制, 并且白光的波前像差的最大值被抑制为 $40\text{m}\lambda\text{rms}$ 或更小。

[0105] 虽然描述了用于图像拾取装置的例子 1 至 5 的反射折射系统, 但是这些反射折射系统可用于执行大的图像拍摄区的扫描的图像拾取装置和不执行这样的扫描的图像拾取装置。

[0106] 接下来, 示出与上述例子对应的数值例子。参考字符 i 表示表面号, 该表面号示出从物体表面(样本表面)侧向像面侧计数的光学表面的顺序。参考字符 r 表示第 i 光学表面的曲率半径。参考字符 d 表示第 i 光学表面与第 i+1 光学表面之间的距离。距离 d 在沿从物体表面侧向像面侧的方向(光束行进的方向)测量时被示出为正值, 而在沿与之相反的方向测量时被示出为负值。

[0107] 参考字符 Nd 和 v_d 分别表示形成光学元件的材料对于 587.6nm 的波长的折射率和阿贝数(阿贝常数)。

[0108] 非球面表面的形状用以下表达式表达, 该表达式是一般的非球面表面表达式。在以下表达式中, Z 表示光轴方向上的坐标, c 表示曲率, 其为曲率半径 r 的倒数, h 表示距光轴的高度, k 表示圆锥系数, A、B、C、D、E、F、G、H 和 J 分别表示第 4 次、第 6 次、第 8 次、第 10 次、第 12 次、第 14 次、第 16 次、第 18 次和第 20 次非球面系数。

[0109]

$$Z = \frac{ch^2}{1 + \sqrt{(1+k)c^2h^2}} + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12} + Fh^{14} + Gh^{16} + Hh^{18} + Jh^{20} + \dots$$

[0110] “E-X”表示“ $\times 10^{-x}$ ”。

[0111] 表 1 显示了上述条件与每个数值例子之间的关系。

[0112] [数值例子 1]

[0113]

$$\varphi_{n_sum} \cdot Y_{max} = -0.494$$

[0114]

$$\varphi_{4n_max} \cdot Y_{max} = -0.359$$

[0115]

$$\varphi_{L2} = 0.0089$$

[0116]

表面号	r	d	Nd	vd
物体表面		13.39		
1	874.70	28.03	1.49	70.24
2	-4231.60	105.76		
3	-124.98	10.01	1.52	52.43
4	-176.51	-10.01	1.52	52.43
5	-124.98	-105.76		
6	-4231.60	-28.03	1.49	70.24
7	874.70	28.03	1.49	70.24
8	-4231.60	105.76		
9	-124.98	10.01	1.52	52.43
10	-176.51	0.53		
11	90.32	6.36	1.61	56.82
12	1324.70	4.10		
13	-63.40	5.04	1.58	40.75
14	1018.95	7.44	1.62	60.29
15	-62.32	4.95		
16	80.73	8.87	1.59	61.14
17	376.22	23.62		

[0117]

18	63.15	12.68	1.62	60.29
19	727.65	10.30		
20	-103.75	8.15	1.76	27.51
21	-73.26	30.86		
22	0.00	43.00		
23	-420.24	15.20	1.72	47.93
24	-95.89	0.50		
25	116.97	19.45	1.76	47.82
26	-221.60	0.84		
27	64.76	7.55	1.76	27.51
28	67.36	14.95		
29	-401.04	5.00	1.74	32.26
30	55.13	37.49		
31	-60.79	23.10	1.76	27.51
32	-64.39	6.57		
33	-48.86	6.63	1.67	32.10
34	-132.64	3.67		
35	-111.24	14.71	1.74	44.79
36	-62.94	0.50		
37	305.88	10.23	1.74	44.79
38	-1718.15	10.50		

像面 0.00

[0118] (非球面系数)

[0119] 表面号

[0120] 1,7 K=0.00E+00A=5.55E-09B=-4.47E-14

[0121] C=3.25E-17D=-2.55E-21E=2.23E-25

[0122] F=-1.00E-29G=2.56E-34H=0.00E+00

[0123] J=0.00E+00

[0124] 4,10K=0.00E+00A=4.16E-09B=1.72E-13

[0125] C=6.20E-18D=1.32E-22E=1.45E-26

[0126] F=-4.69E-31G=2.88E-35H=0.00E+00

[0127] J=0.00E+00

[0128] 17 K=0.00E+00A=9.51E-07B=8.27E-12

[0129] C=1.98E-14D=6.51E-19E=1.29E-20

[0130] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0131] J=0.00E+00

[0132] 19 K=0.00E+00A=1.03E-06B=2.12E-10

[0133] C=7.08E-15D=-8.54E-18E=3.59E-21

[0134] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0135] J=0.00E+00

[0136] 26 K=0.00E+00A=2.19E-07B=-1.80E-11

[0137] C=4.12E-15D=-9.97E-19E=1.19E-22

[0138] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0139] J=0.00E+00

[0140] 30 K=0.00E+00A=1.84E-07B=5.70E-11

[0141] C=-5.40E-14D=5.15E-17E=-1.60E-20

[0142] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0143] J=0.00E+00

[0144] 38 K=0.00E+00A=-3.33E-07B=-2.49E-11

[0145] C=2.47E-14D=-8.17E-18E=9.83E-22

[0146] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0147] J=0.00E+00

[0148] [数值例子 2]

[0149]

$$\Phi_{n \text{ sum}} \cdot Y_{\max} = -0.329$$

[0150]

$$\Phi_{4n \text{ max}} \cdot Y_{\max} = -0.510$$

[0151]

$$\Phi_{L2} = 0.0066$$

[0152]

表面号	r	d	Nd	vd
物体表面		13.39		
1	914.69	10.00	1.52	58.90
2	-3746.87	108.16		
3	-119.33	10.30	1.52	58.90
4	-171.61	-10.30	1.52	58.90
5	-119.33	-108.16		
6	-3746.87	-10.00	1.52	58.90
7	914.69	10.00	1.52	58.90
8	-3746.87	108.16		
9	-119.33	10.30	1.52	58.90
10	-171.61	10.50		
11	-166.20	6.28	1.60	60.64
12	-78.85	2.58		
13	-59.36	5.00	1.70	30.13
14	165.70	8.66	1.58	59.37
15	-60.59	12.89		
16	91.17	32.10	1.74	44.79
17	32606.75	20.79		
18	64.72	23.38	1.74	44.79
19	-93.02	13.04	1.70	30.13
20	924.91	8.49		
21	-124.32	5.86	1.72	50.23
22	-106.70	32.20		
23	0.00	30.00		
24	286.56	12.00	1.72	50.23
25	-348.88	0.50		
26	482.47	15.14	1.76	26.52
[0153]				
27	-133.69	4.39		
28	69.00	21.22	1.62	58.17
29	-674.14	3.68		
30	-351.10	5.00	1.70	30.13
31	43.45	52.65		
32	-48.16	5.00	1.52	52.43
33	122.81	2.31		
34	138.39	17.97	1.72	50.23
35	-156.35	0.50		
36	149.52	8.70	1.74	44.79
37	301.27	19.30		
38	245.18	18.02	1.74	44.79
39	-537.83	10.00		
像面		0.00		

[0154] (非球面系数)

[0155] 表面号

[0156] 1,7 K=0.00E+00A=7.23E-09B=2.58E-13

[0157] C=4.55E-18D=-3.30E-23E=1.43E-25

[0158] F=-1.32E-29G=6.00E-34H=0.00E+00

[0159] J=0.00E+00

[0160] 4,10K=0.00E+00A=4.67E-09B=2.22E-13

[0161] C=9.16E-18D=2.18E-22E=1.80E-26

[0162] F=-1.31E-31G=2.63E-35H=0.00E+00

[0163] J=0.00E+00

[0164] 17 K=0.00E+00A=4.59E-07B=5.81E-11

[0165] C=4.24E-15D=5.46E-18E=-2.20E-21

[0166] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0167] J=0.00E+00

[0168] 20 K=0.00E+00A=1.16E-06B=2.27E-10

[0169] C=7.60E-14D=-1.40E-17E=1.70E-20

[0170] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0171] J=0.00E+00

[0172] 27 K=0.00E+00A=2.36E-07B=-7.77E-12

[0173] C=-6.93E-16D=3.97E-19E=-1.99E-23

[0174] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0175] J=0.00E+00

[0176] 31 K=0.00E+00A=-1.17E-08B=2.80E-11

[0177] C=1.26E-13D=-8.64E-17E=9.63E-20

[0178] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0179] J=0.00E+00

[0180] 32 K=0.00E+00A=9.61E-07B=3.85E-10

[0181] C=2.59E-13D=-4.59E-17E=7.72E-20

[0182] F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00

[0183] J=0.00E+00

[0184] [数值例子 3]

[0185]

$$\varphi_{n \text{ sum}} \cdot Y_{\max} = -0.405$$

[0186]

$$\varphi_{4n \text{ max}} \cdot Y_{\max} = -0.270$$

[0187]

$$\varphi_{L2} = 0.0028$$

[0188]

表面号	r	d	Nd	vd
物体表面		13.39		
1	586.79	30.00	1.44	94.95
2	-3739.09	84.78		
3	-120.61	8.81	1.52	64.14
4	-168.63	-8.81	1.52	64.14
5	-120.61	-84.78		
6	-3739.09	-30.00	1.44	94.95
7	586.79	30.00	1.44	94.95
8	-3739.09	84.78		
9	-120.61	8.81	1.52	64.14
10	-168.63	10.50		
11	-77.11	5.00	1.60	39.24
12	266.92	2.71		
13	-723.40	9.66	1.72	46.02
14	-29.36	5.00	1.70	30.13
15	-143.84	0.50		
16	79.04	7.96	1.74	44.79
17	-391.94	16.42		
18	144.85	12.47	1.64	60.08
19	-86.52	0.50		
20	136.18	5.00	1.74	44.79
21	156.95	47.11		
22	122.64	16.20	1.52	64.14
23	-71.07	3.00		
24	0.00	-2.50		
25	102.71	11.64	1.74	32.26
26	-347.95	0.50		
27	126.81	5.00	1.67	38.15
28	57.67	15.23		
29	-75.67	5.00	1.75	35.33
30	104.26	22.30		
31	1754.93	19.83	1.76	40.10
32	-82.11	0.50		
33	77.24	24.41	1.62	60.29
34	-854.55	23.42		

[0189]

	35	-443.76	11.23	1.74	32.26
	36	73.05	43.96		
	37	590.09	7.43	1.72	34.71
	38	371.26	11.91		
	39	184.27	10.63	1.76	27.51
	40	-7014.76	10.50		
	像面		0.00		
[0190]	(非球面系数)				
[0191]	表面号				
[0192]	1,7	K=0.00E+00A=9.45E-09B=2.42E-13			
[0193]		C=1.77E-17D=-4.42E-22E=1.35E-25			
[0194]		F=-9.87E-30G=4.63E-34H=0.00E+00			
[0195]		J=0.00E+00			
[0196]	4,10	K=0.00E+00A=7.09E-09B=3.80E-13			
[0197]		C=1.50E-17D=1.07E-21E=-3.64E-26			
[0198]		F=5.80E-30G=-1.18E-34H=0.00E+00			
[0199]		J=0.00E+00			
[0200]	17	K=0.00E+00A=1.09E-06B=-9.09E-11			
[0201]		C=1.29E-13D=-4.46E-17E=-1.02E-19			
[0202]		F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0203]		J=0.00E+00			
[0204]	21	K=0.00E+00A=9.93E-07B=4.54E-10			
[0205]		C=2.40E-13D=-4.60E-17E=1.35E-19			
[0206]		F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0207]		J=0.00E+00			
[0208]	22	K=0.00E+00A=-3.59E-07B=1.92E-11			
[0209]		C=-3.34E-15D=4.34E-18E=-3.88E-21			
[0210]		F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0211]		J=0.00E+00			
[0212]	35	K=0.00E+00A=-1.20E-06B=1.22E-10			
[0213]		C=8.36E-14D=-2.85E-17E=2.65E-21			
[0214]		F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0215]		J=0.00E+00			
[0216]	37	K=0.00E+00A=1.08E-06B=-1.09E-10			
[0217]		C=5.30E-16D=4.22E-18E=-7.17E-22			
[0218]		F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0219]		J=0.00E+00			
[0220]	[数值例子 4]				
[0221]					

$$\phi_{n \text{ sum}} \cdot Y_{\max} = -0.176$$

[0222]

$$\varphi_{4n_max} \cdot Y_{max} = -0.141$$

[0223]

$$\varphi_{L2} = 0.0083$$

[0224]

表面号	r	d	Nd	vd
物体表面		15.82		
1	901.94	22.89	1.52	58.90
2	-3197.73	93.13		
3	-144.83	11.11	1.52	58.90
4	-181.87	-11.11	1.52	58.90
5	-144.83	-93.13		
6	-3197.73	-22.89	1.52	58.90
7	901.94	22.89	1.52	58.90
8	-3197.73	93.13		
9	-144.83	11.11	1.52	58.90
10	-181.87	10.18		
11	-120.00	6.14	1.74	44.79
12	-85.45	3.34		
13	-49.88	5.25	1.64	34.47
14	32.06	7.75	1.74	44.79
15	-239.70	0.50		
16	46.16	8.68	1.72	43.71
17	-96.38	15.77		
18	42.98	9.77	1.76	47.82
19	-116.10	1.65		
20	-116.10	5.55	1.80	29.84
21	-69.89	7.93		
22	-30.23	5.55	1.53	48.84
23	523.21	2.32		
24	0.00	1.00		
25	-2496.38	13.59	1.73	40.51
26	-56.33	4.23		
27	-135.33	7.65	1.60	60.64
28	-54.37	26.11		
29	58.55	18.80	1.76	47.82
30	-329.61	9.89		
31	-80.12	5.00	1.72	34.71
32	171.07	12.67		
33	-637.02	6.27	1.74	32.26
34	-112.67	9.87		
35	-603.68	5.10	1.61	44.27
36	121.23	8.84		
37	-51.43	5.00	1.76	27.51
38	750.98	8.79		
39	-27.80	5.00	1.60	60.64
40	-667.36	9.36		
41	-295.65	8.02	1.58	59.37

[0225]

42	-118.89	5.79		
43	-73.00	11.77	1.74	44.79
44	-52.55	0.50		
45	99.25	16.98	1.60	39.24
46	-5527.02	10.12		
47	195.00	13.78	1.74	32.26
48	511.43	42.54		
像面		0.00		
[0226]	(非球面系数)			
[0227]	表面号			
[0228]	1,7 K=0.00E+00A=1.68E-09B=-2.27E-14			
[0229]	C=6.48E-18D=2.22E-22E=-6.17E-26			
[0230]	F=6.45E-30G=-2.24E-34H=0.00E+00			
[0231]	J=0.00E+00			
[0232]	4,10K=0.00E+00A=3.18E-09B=1.33E-13			
[0233]	C=4.64E-18D=7.74E-23E=1.31E-26			
[0234]	F=-5.87E-31G=3.00E-35H=0.00E+00			
[0235]	J=0.00E+00			
[0236]	17 K=0.00E+00A=6.33E-06B=3.98E-09			
[0237]	C=3.09E-11D=-2.89E-13E=4.86E-21			
[0238]	F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0239]	J=0.00E+00			
[0240]	21 K=0.00E+00A=1.58E-06B=4.93E-10			
[0241]	C=-1.65E-13D=-4.51E-15E=1.59E-19			
[0242]	F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0243]	J=0.00E+00			
[0244]	26 K=0.00E+00A=8.11E-07B=-2.29E-11			
[0245]	C=-2.76E-13D=2.90E-16E=-1.03E-18			
[0246]	F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0247]	J=0.00E+00			
[0248]	32 K=0.00E+00A=1.97E-06B=-7.11E-10			
[0249]	C=-3.06E-13D=-7.13E-17E=-4.75E-20			
[0250]	F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0251]	J=0.00E+00			
[0252]	48 K=0.00E+00A=1.55E-07B=8.66E-12			
[0253]	C=1.67E-15D=-5.06E-19E=7.51E-23			
[0254]	F=0.00E+00G=0.00E+00H=0.00E+00			
[0255]	J=0.00E+00			
[0256]	[数值例子 5]			
[0257]				

- [0258] $\varphi_{n_sum} \cdot Y_{max} = -0.576$
- [0259] $\varphi_{4n_max} \cdot Y_{max} = -0.347$
- [0260] $\varphi_{L2} = 0.0083$

表面号	r	d	Nd	vd
物体表面		3.00		
1	783.74	28.01	1.49	70.24
2	-797.06	81.57		
3	-102.12	7.77	1.52	64.14
4	-140.83	-7.77	1.52	64.14
5	-102.12	-81.57		
6	-797.06	-28.01	1.49	70.24
7	783.74	28.01	1.49	70.24
8	-797.06	81.57		
9	-102.12	7.77	1.52	64.14
10	-140.83	3.49		
11	-154.32	7.05	1.64	55.38
12	-72.36	0.50		
13	63.71	17.64	1.44	94.95
14	-50.65	5.00	1.67	38.15
15	531.40	7.25		
16	134.93	13.56	1.70	48.52
17	-176.29	0.50		
18	54.79	12.36	1.60	65.44
19	118.83	14.42		
20	234.49	11.45	1.75	35.28
21	-144.57	3.61		
22	99.73	17.43	1.60	65.44
23	-54.76	5.00	1.67	38.15
24	-392.90	1.00		
25	0.00	3.84		
26	-82.47	5.00	1.61	43.71
27	106.23	26.38		
28	-475.21	23.33	1.72	43.69
29	-65.34	0.50		
30	136.04	26.85	1.49	70.24
31	-132.13	44.13		
32	-86.09	5.00	1.74	32.26
33	175.53	29.93		
34	-56.65	5.00	1.49	70.24
35	-1735.21	11.41		
36	-183.59	29.63	1.76	40.10
37	-85.12	6.37		
38	456.98	31.46	1.68	50.72
39	-468.94	10.50		
[0261] 像面		0.00		

- [0262] (非球面系数)
- [0263] 表面号
- [0264] 1,7 $K=0.00E+00A=1.67E-09B=3.09E-13$
- [0265] $C=3.96E-17D=3.63E-21E=-9.72E-25$
- [0266] $F=1.54E-28G=-7.54E-33H=0.00E+00$
- [0267] $J=0.00E+00$
- [0268] 4,10 $K=0.00E+00A=7.26E-09B=4.06E-13$
- [0269] $C=2.43E-17D=2.13E-22E=1.53E-25$
- [0270] $F=-8.73E-30G=6.74E-34H=0.00E+00$
- [0271] $J=0.00E+00$
- [0272] 13 $K=0.00E+00A=-6.61E-07B=3.61E-10$
- [0273] $C=-1.77E-12D=4.28E-15E=-6.07E-18$
- [0274] $F=4.64E-21G=-1.49E-24H=0.00E+00$
- [0275] $J=0.00E+00$
- [0276] 19 $K=0.00E+00A=1.06E-06B=1.26E-10$
- [0277] $C=-3.89E-14D=1.21E-16E=-1.34E-19$
- [0278] $F=8.62E-23G=-2.47E-26H=0.00E+00$
- [0279] $J=0.00E+00$
- [0280] 20 $K=0.00E+00A=-2.24E-07B=-2.10E-10$
- [0281] $C=7.61E-14D=2.93E-17E=-6.10E-20$
- [0282] $F=4.21E-23G=-1.52E-26H=0.00E+00$
- [0283] $J=0.00E+00$
- [0284] 22 $K=0.00E+00A=-3.39E-07B=1.40E-10$
- [0285] $C=-1.22E-13D=1.12E-16E=-2.82E-19$
- [0286] $F=2.37E-22G=-7.09E-26H=0.00E+00$
- [0287] $J=0.00E+00$
- [0288] 27 $K=0.00E+00A=-8.37E-07B=4.38E-10$
- [0289] $C=-6.29E-13D=8.80E-16E=-9.05E-19$
- [0290] $F=5.49E-22G=-1.47E-25H=0.00E+00$
- [0291] $J=0.00E+00$
- [0292] 28 $K=0.00E+00A=-5.75E-07B=6.56E-11$
- [0293] $C=-8.58E-15D=2.98E-18E=-1.39E-21$
- [0294] $F=1.53E-25G=-2.07E-29H=0.00E+00$
- [0295] $J=0.00E+00$
- [0296] 31 $K=0.00E+00A=-2.68E-07B=3.68E-11$
- [0297] $C=1.85E-15D=1.56E-19E=-3.12E-22$
- [0298] $F=4.81E-26G=-1.39E-30H=0.00E+00$
- [0299] $J=0.00E+00$
- [0300] 32 $K=0.00E+00A=-1.11E-06B=1.65E-10$

[0301] $C=1.46E-15D=-1.61E-17E=3.66E-21$
 [0302] $F=-2.08E-24G=4.09E-28H=0.00E+00$
 [0303] $J=0.00E+00$
 [0304] 35 $K=0.00E+00A=-7.37E-07B=2.14E-10$
 [0305] $C=-5.75E-14D=1.31E-17E=-2.37E-21$
 [0306] $F=2.68E-25G=-1.43E-29H=0.00E+00$
 [0307] $J=0.00E+00$
 [0308] 39 $K=0.00E+00A=-2.14E-07B=3.18E-11$
 [0309] $C=-8.94E-15D=1.60E-18E=-1.62E-22$
 [0310] $F=8.95E-27G=-2.10E-31H=0.00E+00$
 [0311] $J=0.00E+00$
 [0312] 【表 1】
 [0313]

条件	数值例子				
	1	2	3	4	5
(1)	-0.359	-0.510	-0.270	-0.141	-0.347
(2)	-0.494	-0.329	-0.405	-0.176	-0.576
(组合折光力) ϕ_{L2}	0.0089	0.0066	0.0028	0.0083	0.0083

[0314] 【比较例子】

[0315] PCT 国际申请 No. 2001-517806 的日文翻译中所公开的第一个例子具有 $\phi 1\text{mm}$ 的视场大小($Y_{\max}=0.5\text{mm}$),并且提供了为 -0.013 的 $\phi_{4n_max} \cdot Y_{\max}$ 的值,该值超过条件 (1) 的上限。因此,对于以上视场大小,总光学系统长度(从物体表面到像面的距离)增大到 900mm 或更大。而且,日本专利公开 No. 2002-082285 中所公开的第一个例子具有 $\phi 14.2\text{mm}$ 的视场大小($Y_{\max}=7.1\text{mm}$),并且提供了为 -0.138 的 $\phi_{4n_max} \cdot Y_{\max}$ 的值,该值也超过条件 (1) 的上限。因而,对于以上视场大小,总光学系统长度增大到大约 1000mm。

[0316] 因此,不满足条件 (1) 使得总光学系统长度和图像拾取装置的大小增大,这是不希望的。

[0317] 虽然已参照示例性例子描述了本发明,但是应理解本发明不限于所公开的示例性例子。以下权利要求的范围应被给予最宽泛的解释,以涵盖所有这样的修改、等同的结构和功能。

[0318] 本申请要求 2010 年 5 月 27 日提交的日本专利申请 No. 2010-121751 的权益,该专利申请的全部内容通过引用并入本文。

[0319] 工业实用性

[0320] 提供了适用于例如图像拾取装置的反射折射系统。

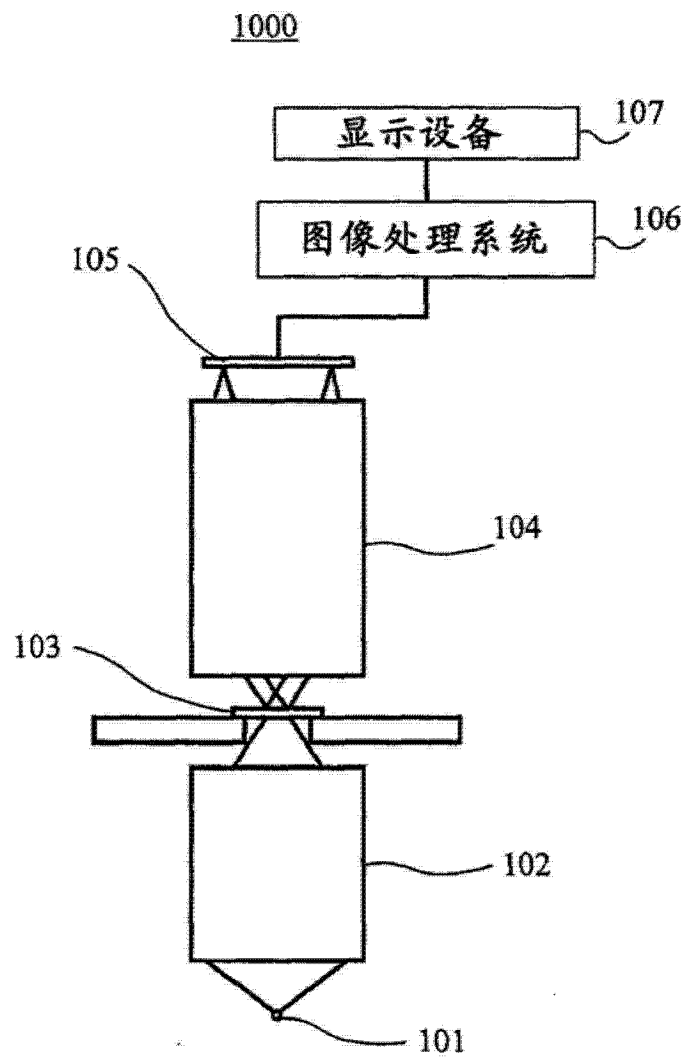


图 1

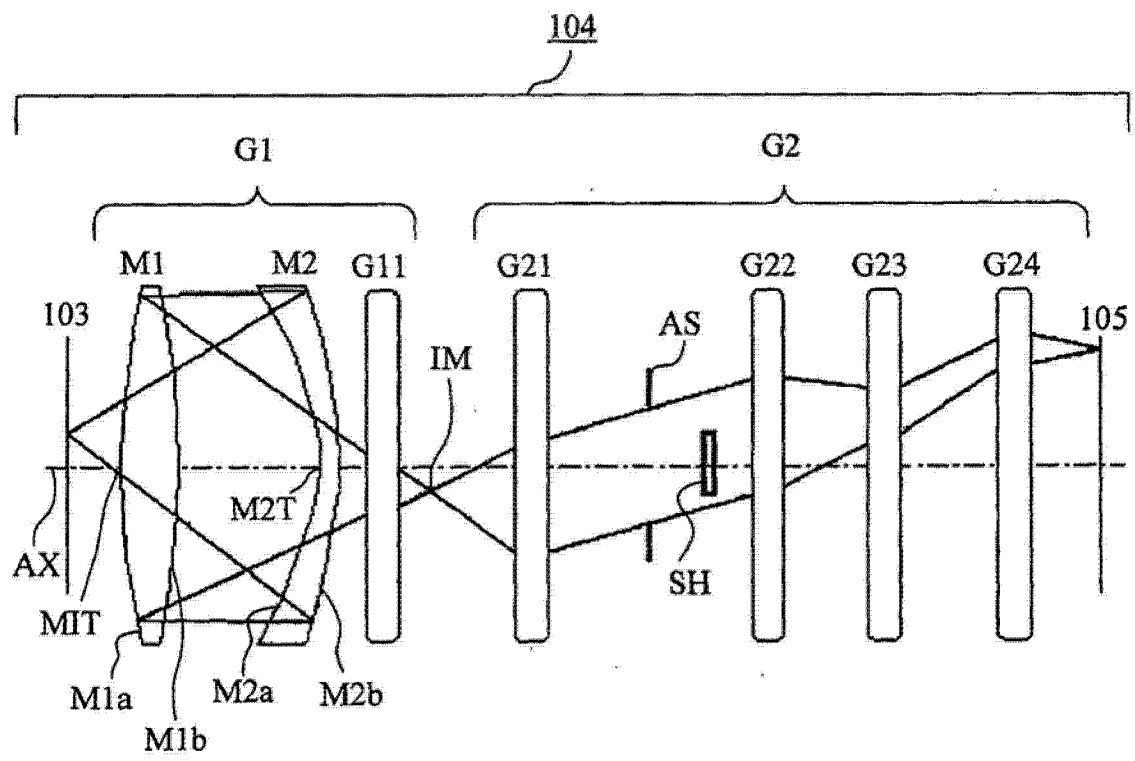


图 2

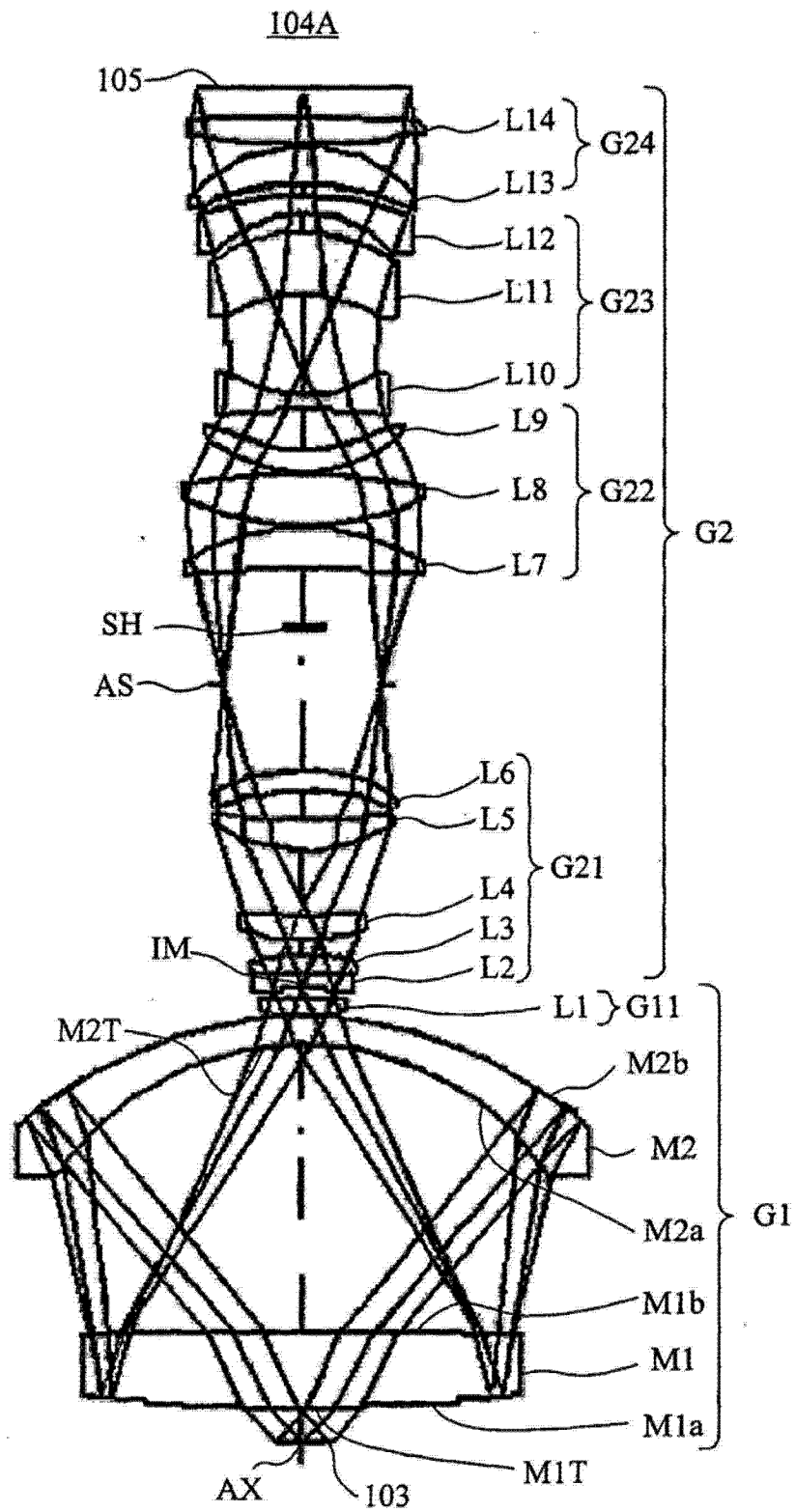


图 3

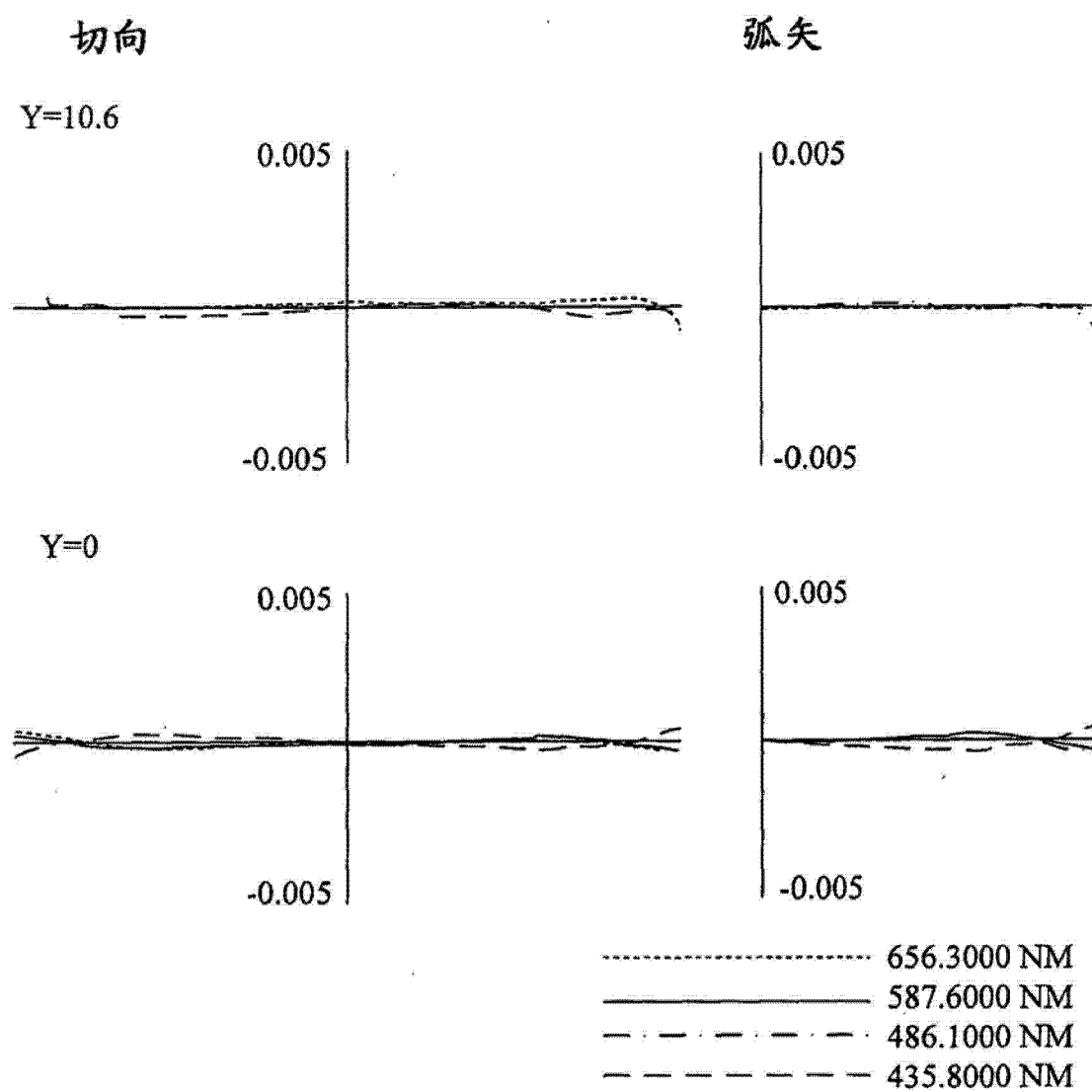


图 4

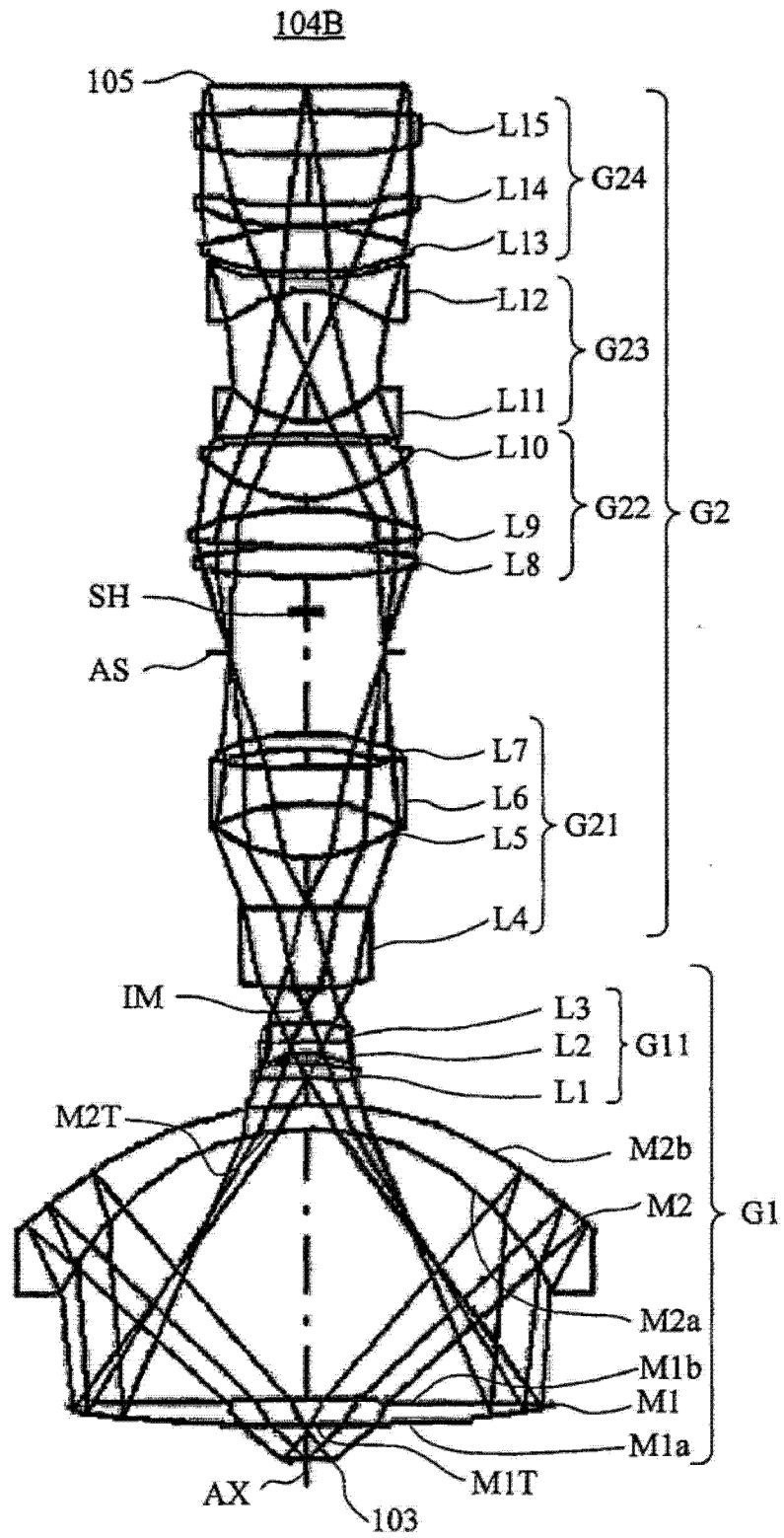


图 5

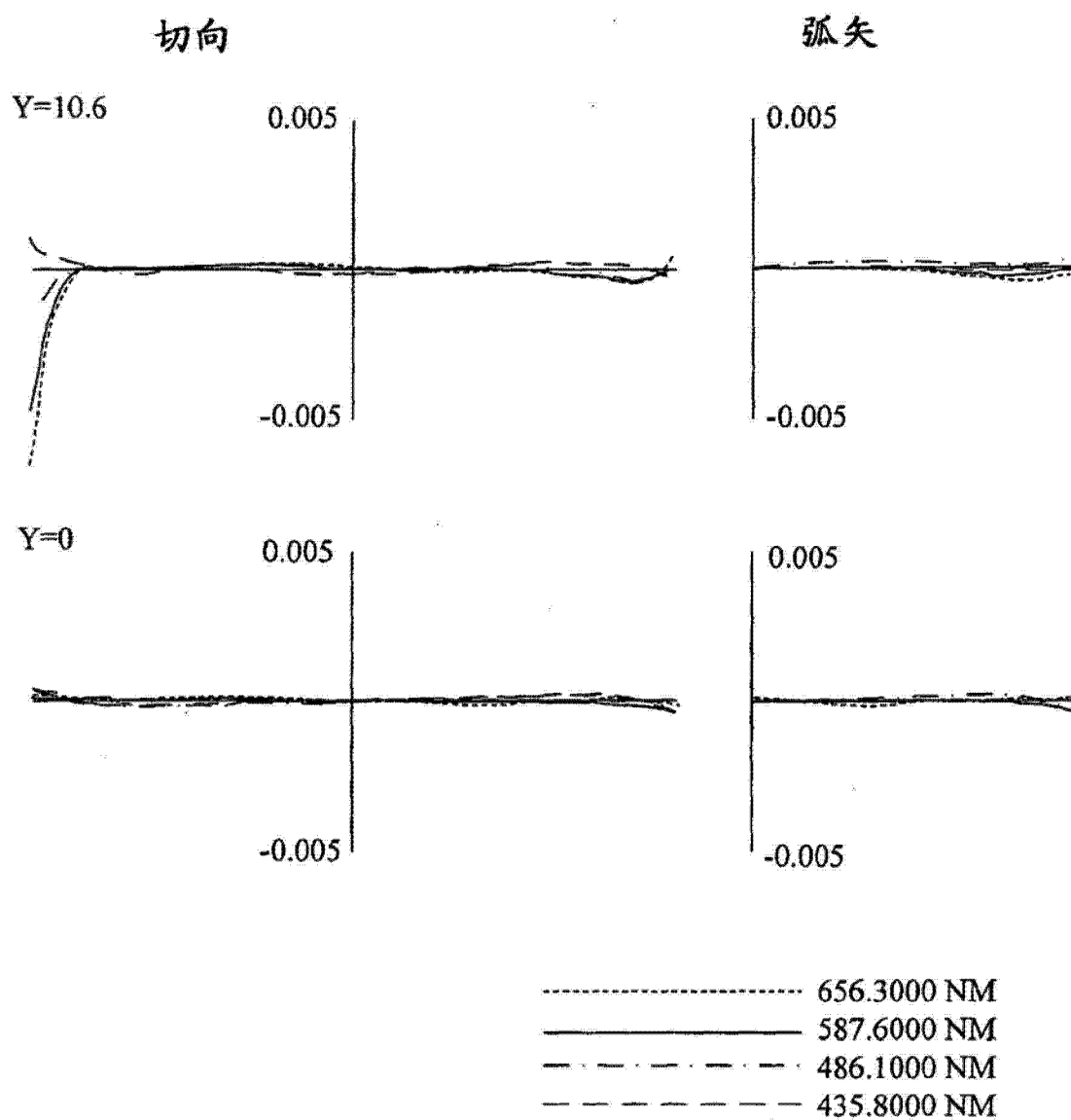


图 6

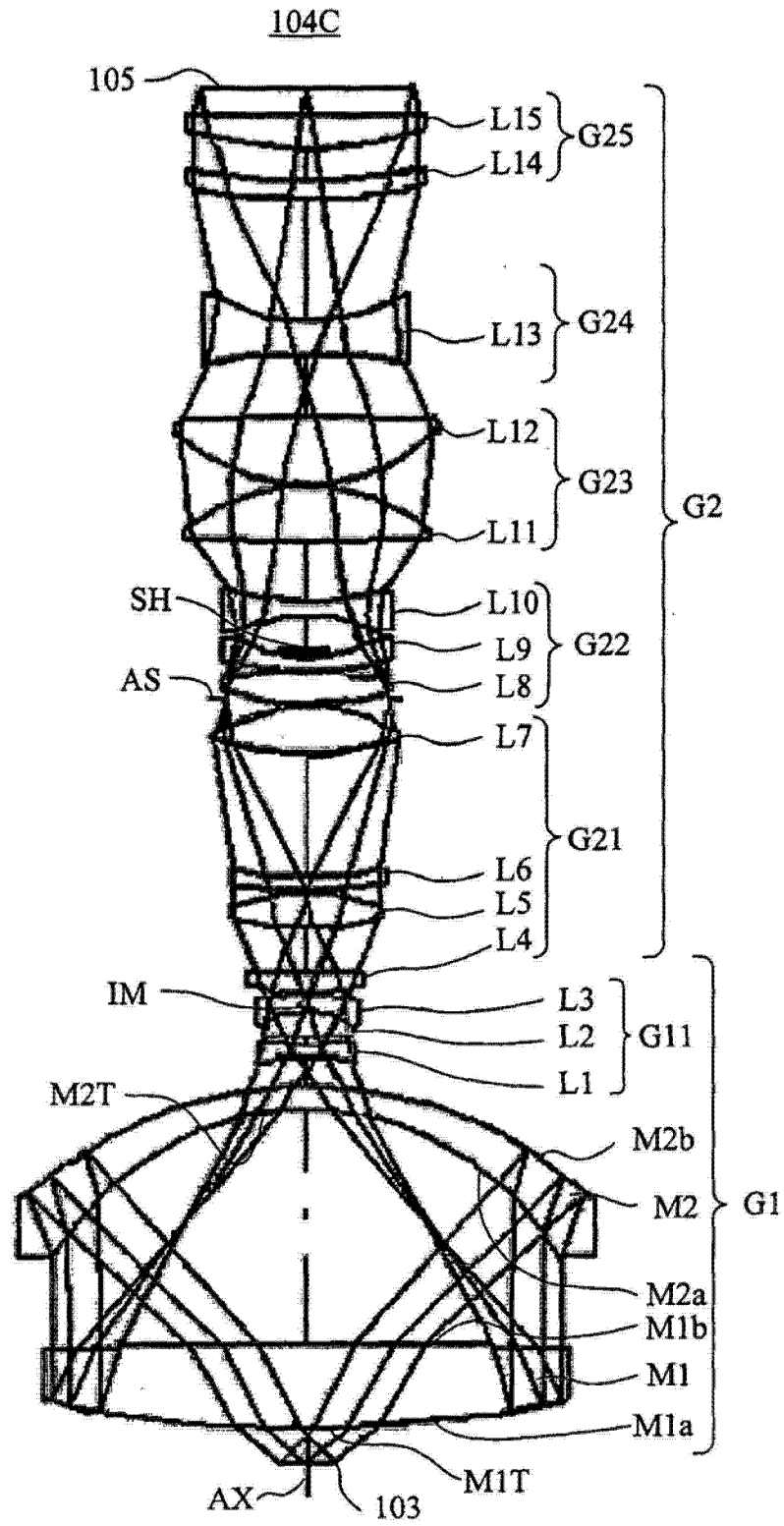


图 7

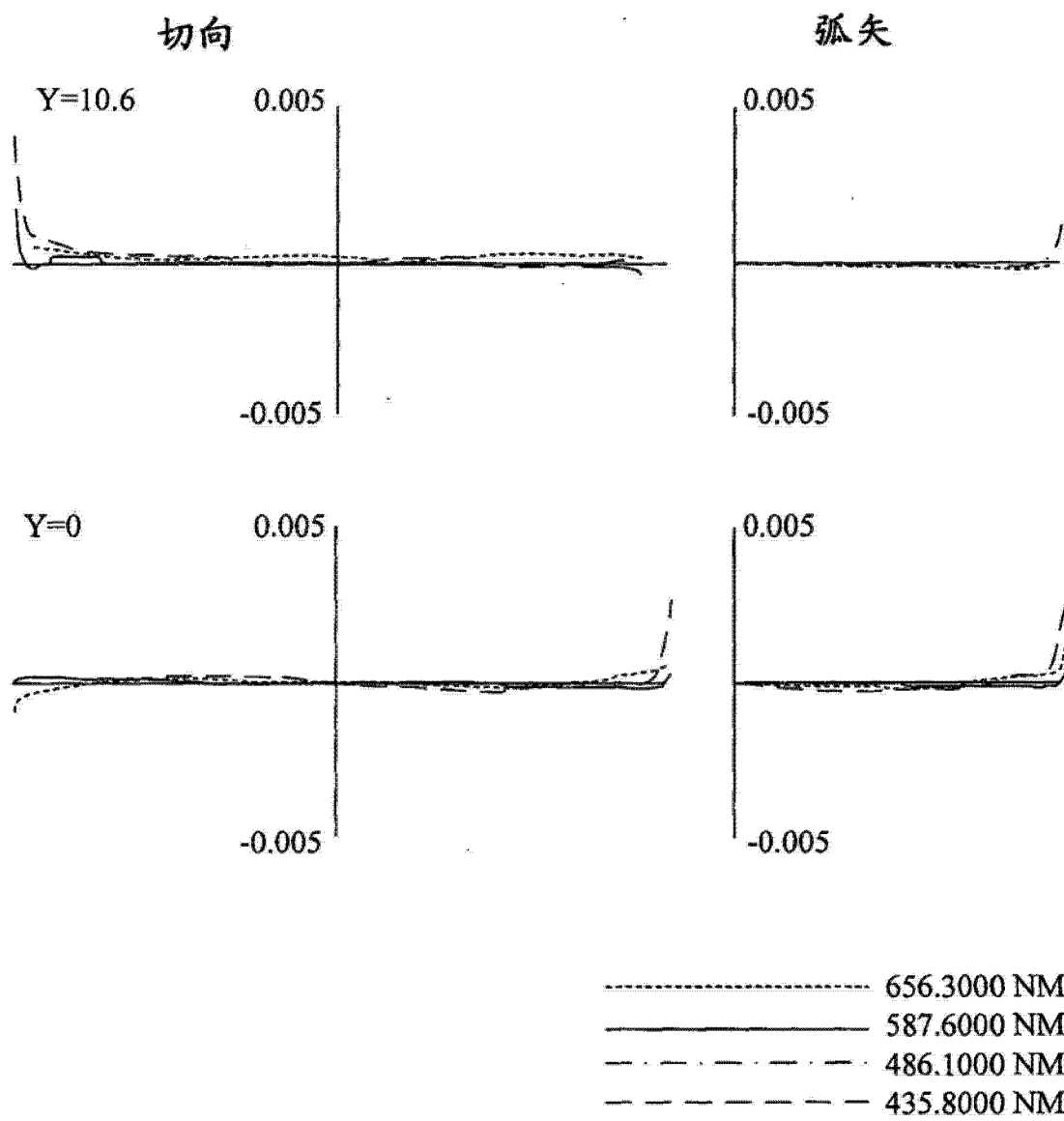


图 8

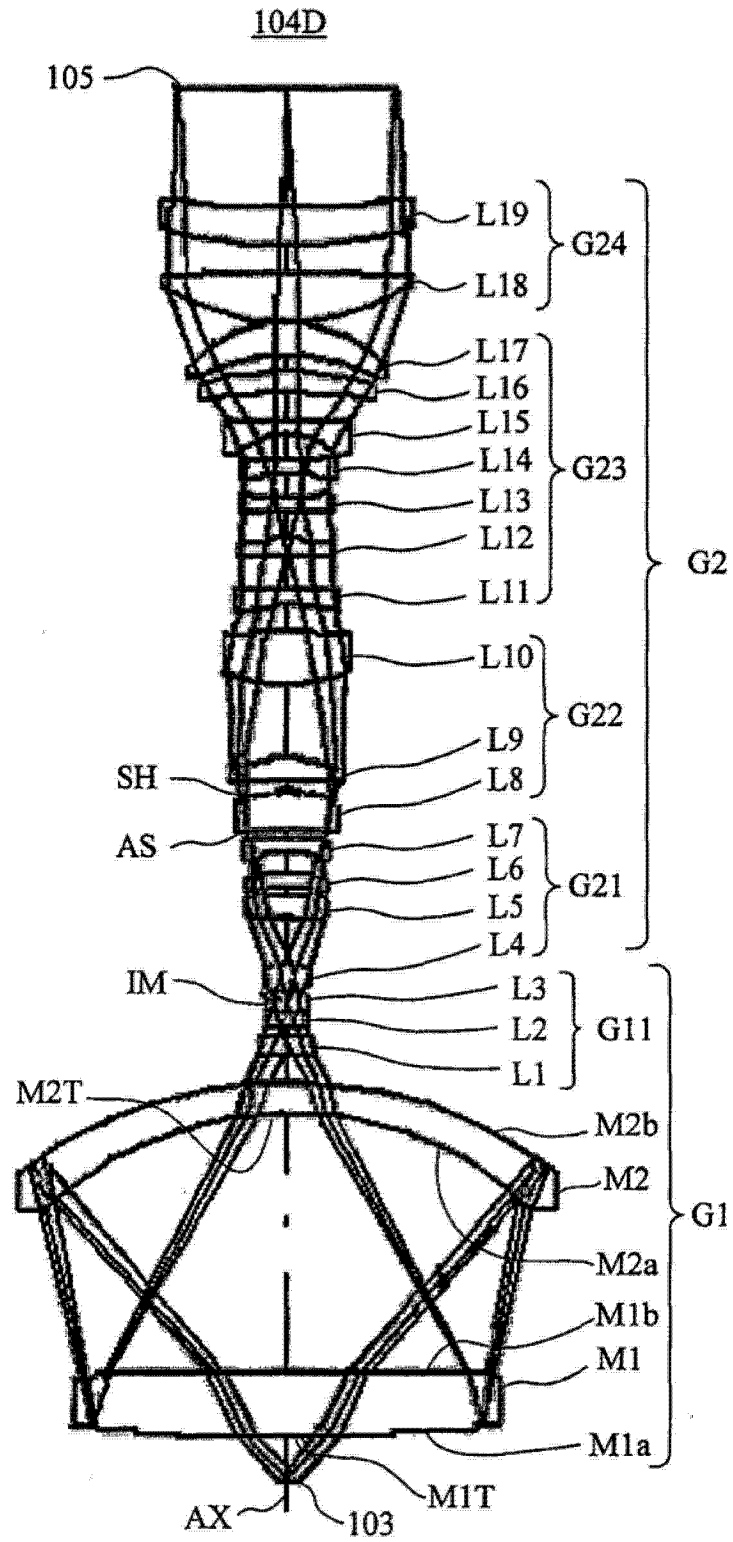


图 9

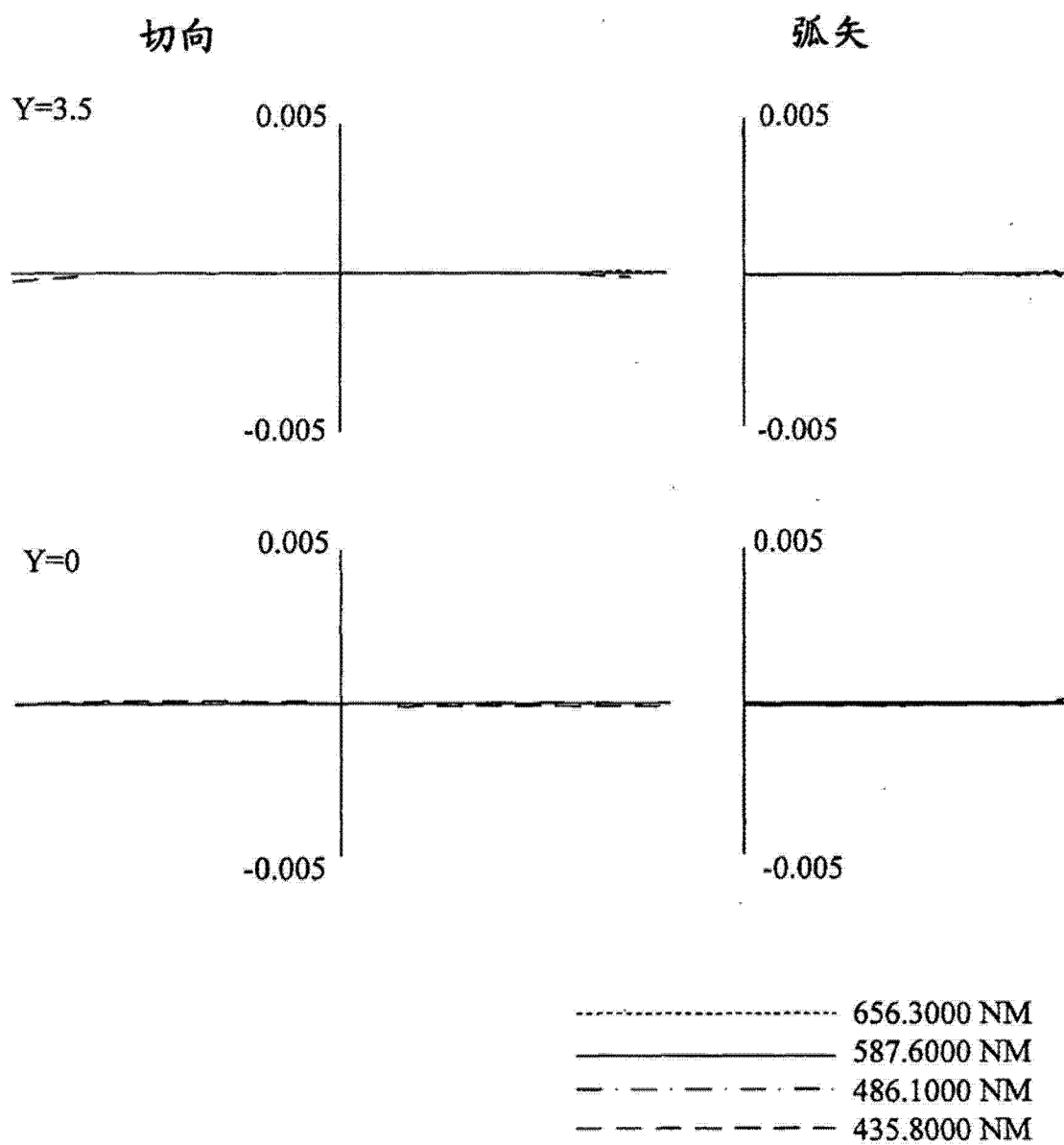


图 10

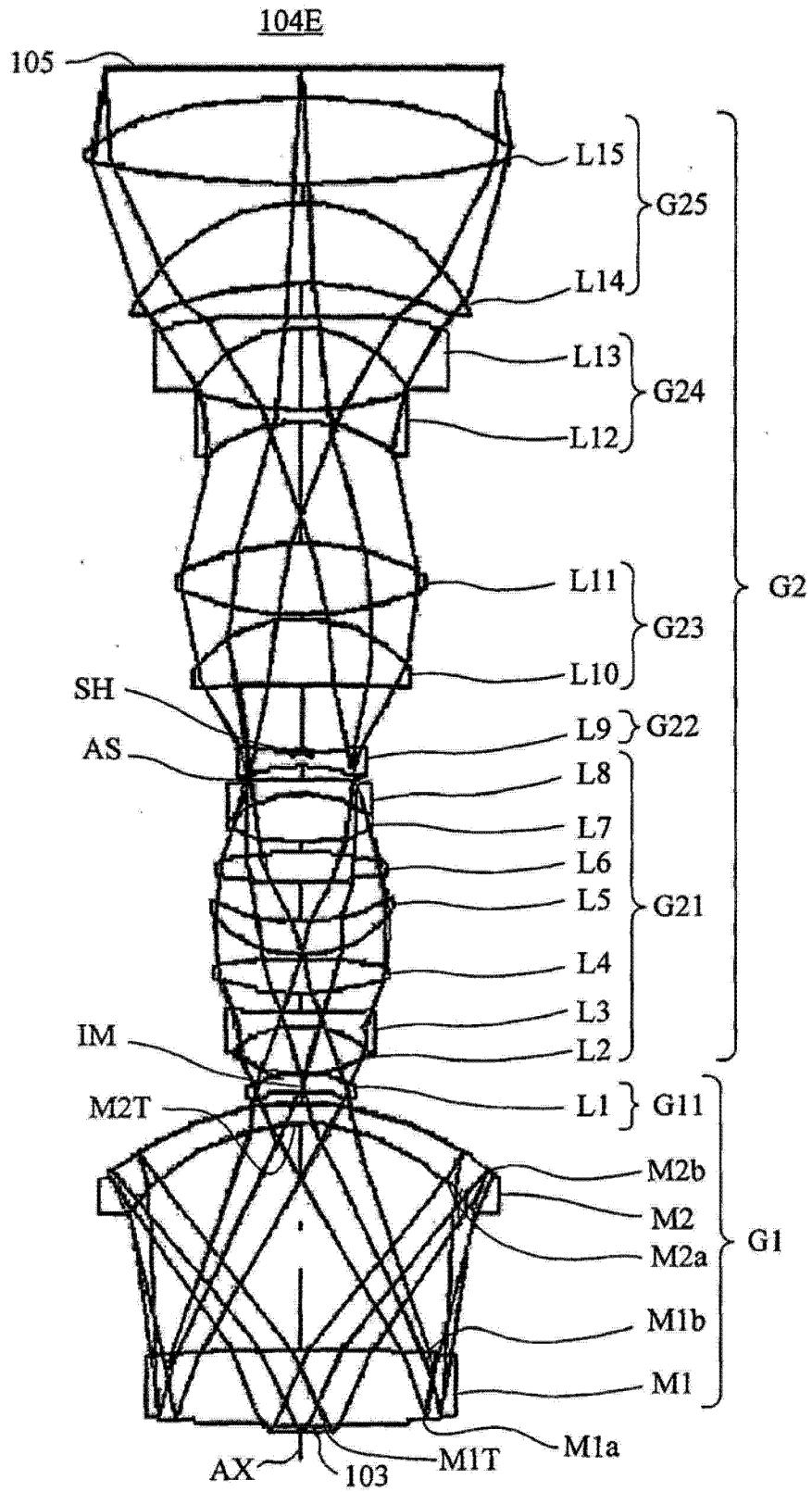


图 11

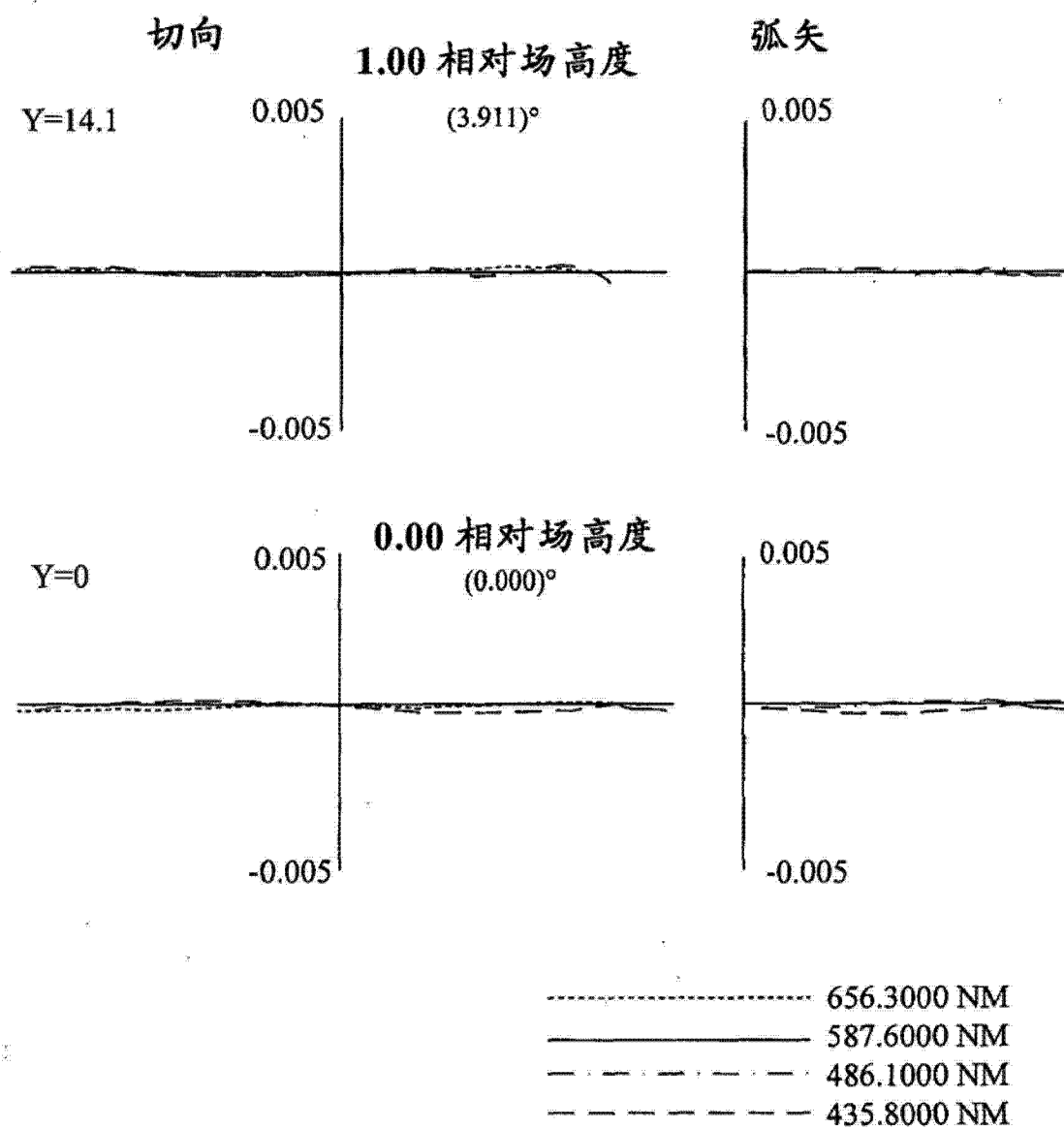


图 12