



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101688969 B

(45) 授权公告日 2012. 03. 07

(21) 申请号 200880024285. 5

(22) 申请日 2008. 07. 08

(30) 优先权数据

180149/2007 2007. 07. 09 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 11

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/062652 2008. 07. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02009/008530 JA 2009. 01. 15

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 研野孝吉

(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 黄纶伟

(51) Int. Cl.

G02B 13/00 (2006. 01)

A61B 1/00 (2006. 01)

G02B 17/08 (2006. 01)

G02B 23/26 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1421724 A, 2003. 06. 04, 全文.

JP 特开 2006-276816 A, 2006. 10. 12, 说明书第 11 段, 第 18 段至第 23 段, 第 60 段至第 61 段, 第 120 段, 第 122 段、附图 1-3, 6.

US 6356296 B1, 2002. 03. 12, 全文.

审查员 邵萌

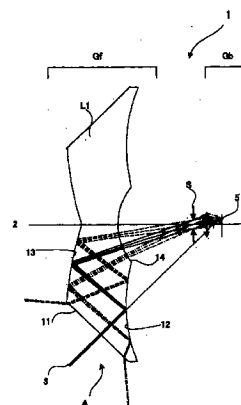
权利要求书 2 页 说明书 18 页 附图 19 页

(54) 发明名称

光学元件、具有该光学元件的光学系统及应用该光学元件的内窥镜

(57) 摘要

一种光学元件, 其由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质 (L1) 构成, 透明介质 (L1) 具有: 第 1 透射面 (11); 第 1 反射面 (12); 第 2 反射面 (13), 其相对于第 1 反射面 (12) 配置在像面 (5) 的相反侧的位置; 以及第 2 透射面 (14), 其配置在比第 2 反射面 (13) 更靠近像面 (5) 侧的位置, 入射到透明介质 (L1) 的光束构成下述的大致 Z 字形的光路 (A): 按照顺光线追踪的顺序, 该光束经过第 1 透射面 (11) 后进入透明介质 (L1) 内, 被第 1 反射面 (12) 反射向像面 (5) 的相反侧, 被第 2 反射面 (13) 反射向像面 (5) 侧, 经过第 2 透射面 (14) 后从透明介质 (L1) 向像面 (5) 侧射出到外部。



1. 一种光学系统,其特征在于,该光学系统具有:

光学元件,该光学元件由绕中心轴旋转对称的、折射率大于1的透明介质构成,所述透明介质具有:第1透射面;第1反射面;第2反射面,其与所述第1反射面相比配置在像面的相反侧的位置;以及第2透射面,其配置在比所述第2反射面更靠近像面侧的位置,并且入射到所述透明介质的光束构成下述的大致Z形状的光路:按照顺光线追踪的顺序,所述光束经过所述第1透射面后进入所述透明介质内,被所述第1反射面反射向像面的相反侧,被所述第2反射面反射向像面侧,经过所述第2透射面后从所述透明介质向像面侧射出到外部;

前组;

后组,其配置在比所述前组更靠近像面侧的位置;以及

开口,其配置在所述前组和所述后组之间,

所述光学元件配置在所述前组,形成被配置成包围所述中心轴的物体的像,或者在从所述中心轴放射的方向上对物体的像进行投影,

所述光学系统在所述光学元件内的光路中不形成中间像,

所述第1反射面和第2反射面都配置为使凹面朝向所述开口。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,相对于所述中心轴,仅在单侧构成有所述光路。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,在所述中心轴附近配置所述第2透射面,在其周边部配置所述第1反射面以及所述第2反射面,在最周边部配置所述第1透射面。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第1反射面以及所述第2反射面由复曲面形成。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第1反射面以及所述第2反射面中的至少1个具有全反射作用。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第1反射面和所述第2反射面中的至少1个面由扩展旋转自由曲面构成,该扩展旋转自由曲面是使不具有对称面的任意形状的线段绕中心轴旋转而形成的。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述透明介质具有的面中的至少1个面由扩展旋转自由曲面构成,该扩展旋转自由曲面是使包含奇数次项的任意形状的线段绕中心轴旋转而形成的。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统在与中心轴垂直的平面内形成中心轴周围的圆环状的物体的像。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第2反射面配置为使凹面朝向所述开口侧。

10. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第2透射面配置为使凹面朝向所述开口侧。

11. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,当设所述光学元件在旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,满足

$1 < d/t$... (1) 的条件。

12. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其特征在于,当设所述光学元件在旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,满足

$3 < d/t$... (1-1) 的条件。

13. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其特征在于,当设所述光学元件的所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_1 ,所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_2 时,满足

$20 < \theta_2 < 40$... (2) 的条件。

14. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其特征在于,所述第 1 反射面相对于开口配置在像面的相反侧的位置。

15. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其特征在于,当设在中心轴方向上测量的所述光学元件的所述第 1 反射面与所述开口之间的间隔的长度为 t_s ,所述第 1 反射面的直径为 d_1 时,满足

$0 < d_1/t_s < 1$... (3) 的条件。

16. 根据权利要求 1 所述的光学系统,其特征在于,当设子午剖面的视场角的角倍率为 β 时,满足

$0.05 < \beta < 2$... (4) 的条件。

17. 根据权利要求 16 所述的光学系统,其特征在于,当设子午剖面的视场角的角倍率为 β 时,满足

$0.1 < \beta < 2 \dots$ (4-1) 的条件。

18. 一种内窥镜,其应用了权利要求 1 所述的光学系统。

光学元件、具有该光学元件的光学系统及应用该光学元件的内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及光学元件、具有该光学元件的光学系统及应用该光学元件的内窥镜，尤其涉及具有将绕旋转对称轴的图像在摄像元件上成像为圆环状的图像的功能的成像光学系统或者投影光学系统。

背景技术

[0002] 以往的专利文献 1 的摄像光学系统配置有折射光学系统、反射光学系统、成像光学系统，具有 2 个光路，且能够对全景图像以及轴向图像进行拍摄。另外，专利文献 2 是同样具有 2 个光路的内窥镜。并且，专利文献 3 是可观察周围全方位的内窥镜，专利文献 4 是可观察周围全方位的胶囊型内窥镜。另外，专利文献 5 是可同时对周围全方位和前方进行拍摄的摄像装置。并且，专利文献 6 至专利文献 13 是全方位的光学系统。

[0003] 专利文献 1：日本特表 2003-042743 号公报

[0004] 专利文献 2：美国专利公开 2004-0254424 号公报

[0005] 专利文献 3：日本特开昭 60-42728 号公报

[0006] 专利文献 4：日本特开 2001-174713 号公报

[0007] 专利文献 5：日本特开 2002-341409 号公报

[0008] 专利文献 6：美国专利第 3505465 号公报

[0009] 专利文献 7：美国专利第 5854713 号公报

[0010] 专利文献 8：美国专利第 6115193 号公报

[0011] 专利文献 9：美国专利第 6175454 号公报

[0012] 专利文献 10：美国专利第 6356296 号公报

[0013] 专利文献 11：美国专利第 6392687 号公报

[0014] 专利文献 12：美国专利第 6449103 号公报

[0015] 专利文献 13：美国专利第 6597520 号公报

发明内容

[0016] 但是，无论哪个专利文献中记载的光学系统都不是小型的且能得到分辨力高的图像的光学系统。

[0017] 本发明是鉴于以往技术的这种状况而完成的，其目的在于，提供能够用简单的结构将与中心轴大致垂直方向上的全方位图像在摄像单元上成像，且图像畸变少、 $F-\theta$ 特性好、小型、分辨力高、便宜的光学元件、具有该光学元件的光学系统以及应用该光学元件的内窥镜。

[0018] 达成上述目的本发明的光学元件的特征在于，该光学元件由绕中心轴旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质构成，所述透明介质具有：第 1 透射面；第 1 反射面；第 2 反射面，其与所述第 1 反射面相比配置在像面的相反侧的位置；以及第 2 透射面，其配置在比所

述第 2 反射面更靠近像面侧的位置,并且入射到所述透明介质的光束构成下述的大致 Z 字形的光路:按照顺光线追踪的顺序,所述光束经过所述第 1 透射面后进入所述透明介质内,被所述第 1 反射面反射向像面的相反侧,被所述第 2 反射面反射向像面侧,经过所述第 2 透射面后从所述透明介质向像面侧射出到外部。

[0019] 另外,所述光学元件的特征在于,相对于所述中心轴,仅在单侧构成有所述光路。

[0020] 另外,所述光学元件的特征在于,在所述中心轴附近配置所述第 2 透射面,在其周边部配置所述第 1 反射面以及所述第 2 反射面,在最周边部配置所述第 1 透射面。

[0021] 另外,所述光学元件的特征在于,所述第 1 反射面以及所述第 2 反射面由复曲面形成。

[0022] 另外,所述光学元件的特征在于,所述第 1 反射面以及所述第 2 反射面中的至少 1 个具有全反射作用。

[0023] 另外,所述光学元件的特征在于,所述第 1 反射面和所述第 2 反射面中的至少 1 个面由扩展旋转自由曲面构成,该扩展旋转自由曲面是使不具有对称面的任意形状的线段绕中心轴旋转而形成的。

[0024] 另外,所述光学元件的特征在于,所述透明介质具有的面中的至少 1 个面由扩展旋转自由曲面构成,该扩展旋转自由曲面是使包含奇数次项的任意形状的线段绕中心轴旋转而形成的。

[0025] 另外,达成上述目的的具有本发明的光学元件的光学系统的特征在于,该光学系统具有:前组;后组,其配置在比所述前组更靠近像面侧的位置;以及开口,其配置在所述前组和所述后组之间,所述光学元件配置在所述前组,形成被配置成包围所述中心轴的物体的像,或者在从所述中心轴放射的方向上对物体的像进行投影。

[0026] 另外,所述光学系统的特征在于,所述光学系统在与中心轴垂直的平面内形成中心轴周围的圆环状的物体的像。

[0027] 另外,所述光学系统的特征在于,所述第 2 反射面配置为使凹面朝向所述开口侧。

[0028] 另外,所述光学系统的特征在于,所述第 2 透射面配置为使凹面朝向所述开口侧。

[0029] 另外,所述光学系统的特征在于,所述光学系统在光路中不形成中间像。

[0030] 另外,所述光学系统的特征在于,当设所述光学元件在旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,满足

[0031] $1 < d/t$... (1) 的条件。

[0032] 另外,所述光学系统的特征在于,当设所述光学元件在旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,满足

[0033] $3 < d/t$... (1-1) 的条件。

[0034] 另外,所述光学系统的特征在于,当设所述光学元件的所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_1 ,所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_2 时,满足

[0035] $20 < \theta_2 < 40$... (2) 的条件。

[0036] 另外,所述光学系统的特征在于,所述第 1 反射面相对于开口配置在像面的相反侧的位置。

[0037] 另外,所述光学系统的特征在于,当设在中心轴方向上测量的所述光学元件的所述第 1 反射面与所述开口之间的间隔的长度为 t_s ,所述第 1 反射面的直径为 d_1 时,满足

- [0038] $0 < d_1/t_s < 1$... (3) 的条件。
- [0039] 另外,所述光学系统的特征在于,当设子午剖面的视场角的角倍率为 β 时,满足
- [0040] $0.05 < \beta < 2$... (4) 的条件。
- [0041] 另外,所述光学系统的特征在于,当设子午剖面的视场角的角倍率为 β 时,满足
- [0042] $0.1 < \beta < 2$... (4-1) 的条件。
- [0043] 并且,达成上述目的的具有本发明的光学元件的光学系统的特征在于,该光学系统具有:光学元件,该光学元件由绕中心轴旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质构成,所述透明介质具有:第 1 透射面;第 1 反射面;第 2 反射面,其与所述第 1 反射面相比配置在像面的相反侧的位置;以及第 2 透射面,其配置在比所述第 2 反射面更靠近像面侧的位置,并且入射到所述透明介质的光束构成下述的大致 Z 字形状的光路:按照顺光线追踪的顺序,所述光束经过所述第 1 透射面后进入所述透明介质内,被所述第 1 反射面反射向像面的相反侧,被所述第 2 反射面反射向像面侧,经过所述第 2 透射面后从所述透明介质向像面侧射出到外部;
- [0044] 前组;
- [0045] 后组,其配置在比所述前组更靠近像面侧的位置;以及
- [0046] 开口,其配置在所述前组和所述后组之间,
- [0047] 所述光学元件配置在所述前组,形成被配置成包围所述中心轴的物体的像,或者在从所述中心轴放射的方向上对物体的像进行投影,
- [0048] 所述光学系统在所述光学元件内的光路中不形成中间像,所述第 1 反射面和第 2 反射面都配置为使凹面朝向所述开口。
- [0049] 并且,达成上述目的的本发明的特征在于,本发明是应用了所述光学系统的内窥镜。
- [0050] 在上述的本发明的光学系统中,能够得到小型的、良好地校正像差、分辨率高的光学系统,其能够用简单的结构观察不同的方向或者在不同的方向上对图像进行投影。
- [0051] 附图说明
- [0052] 图 1 是用于说明本发明的光学系统的坐标系的图。
- [0053] 图 2 是示出扩展旋转自由曲面的原理的图。
- [0054] 图 3 是沿着本发明的实施例 1 的光学系统的中心轴截取的剖面图。
- [0055] 图 4 是示出实施例 1 的光学系统整体的横像差图的图。
- [0056] 图 5 是示出实施例 1 的光学系统整体的 F- θ 线图的图。
- [0057] 图 6 是沿着本发明的实施例 2 的光学系统的中心轴截取的剖面图。
- [0058] 图 7 是示出实施例 2 的光学系统整体的横像差图的图。
- [0059] 图 8 是示出实施例 2 的光学系统整体的 F- θ 线图的图。
- [0060] 图 9 是沿着本发明的实施例 3 的光学系统的中心轴截取的剖面图。
- [0061] 图 10 是示出实施例 3 的光学系统整体的横像差图的图。
- [0062] 图 11 是示出实施例 3 的光学系统整体的 F- θ 线图的图。
- [0063] 图 12 是沿着本发明的实施例 4 的光学系统的中心轴截取的剖面图。
- [0064] 图 13 是示出实施例 4 的光学系统整体的横像差图的图。
- [0065] 图 14 是示出实施例 4 的光学系统整体的 F- θ 线图的图。

- [0066] 图 15 是示出本发明的光学系统的图像和摄像元件的配置示例的图。
- [0067] 图 16 是示出将本发明的光学系统用作内窥镜前端的摄影光学系统的示例的图。
- [0068] 图 17 是示出将本发明的光学系统用作胶囊型内窥镜的摄影光学系统的示例的图。
- [0069] 图 18 是示出将本发明的光学系统用作汽车的摄影光学系统的示例的图。
- [0070] 图 19 是示出将本发明的光学系统用作投影装置的投影光学系统的示例的图。
- [0071] 图 20 是示出将本发明的光学系统用作对室外的被摄体进行拍摄的摄影光学系统的示例的图。

具体实施方式

[0072] 下面,根据实施例,对本发明的光学元件以及具有该光学元件的光学系统进行说明。

[0073] 图 3 是沿着后述的实施例 1 的光学系统 1 的中心轴 (旋转对称轴)2 截取的剖面图。并且,下面作为成像光学系统进行说明,但是,也可以将光路逆转用作投影光学系统。

[0074] 实施例 1 的光学系统 1 关于中心轴 2 旋转对称,构成为包括:由具有负光焦度的光学元件构成的前组 Gf、开口 S、以及具有正光焦度的后组 Gb,以不会在光路中形成中间像的方式成像或对像进行投影。另外,在该实施例中,后组 Gb 是理想透镜。

[0075] 另外,使前组 Gf 为负,后组 Gb 为正,由此成为所谓的反焦型,尤其是在期望得到较宽的观察视场角时有效。

[0076] 本发明的光学元件由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质 L1 构成,透明介质 L1 具有:第 1 透射面 11;第 1 反射面 12;第 2 反射面 13,其相对于第 1 反射面 12 配置在像面 5 的相反侧的位置;第 2 透射面 14,其配置在比所述第 2 反射面 13 更靠近像面 5 侧的位置,入射到透明介质 L1 的光束构成下述的大致 Z 形状的光路 A,按照顺光线追踪的顺序,经过第 1 透射面 11 后进入透明介质 L1 内,在第 1 反射面 12 被反射向像面 5 的相反侧,在第 2 反射面 13 被反射向像面 5 侧,经过第 2 透射面 14 后从透明介质 L1 向像面 5 侧射出到外部。

[0077] 通过这种结构,能够使光路 A 的入射到第 1 反射面 12 以及第 2 反射面 13 的入射角度比较小,并能够减少发生在反射面的偏心像差的发生。

[0078] 另外,仅在中心轴的单侧构成光路 A,由此光学元件内的光路不会跨越中心轴 2,能够使光学元件变薄。

[0079] 在中心轴 2 附近配置有第 2 透射面 14,在其周边部配置有第 1 反射面 12 以及第 2 反射面 13,在最周边部配置有第 1 透射面 11,因此能够使光路 A 构成为,从与中心轴 2 大致垂直的方向入射,在第 1 反射面 12 以及第 2 反射面 13 上反射后通过第 2 透射面 14,并能够使第 1 反射面 11 以及第 2 反射面 13 构成为内面反射面。并且,通过使其构成为内面反射面,能够减少偏心像差的发生。

[0080] 另外,第 1 反射面 12 以及第 2 反射面 13 由复曲面形成,因此能够减少视场角周边部分的畸变。

[0081] 另外,在第 1 反射面 12 和 / 或第 2 反射面 13 具有全反射作用的情况下,不需要安装反射面,因而在制造变得容易的同时,反射率也成为 100%,能够拍摄明亮的图像。

[0082] 另外,第 1 反射面 12 以及第 2 反射面 13 中的至少 1 个面由扩展旋转自由曲面构成,由此能够校正视场角周边部分的畸变,该扩展旋转自由曲面是使不具有对称面的任意形状的线段绕中心轴 2 旋转而形成的。

[0083] 另外,透明介质 L1 具有的面中的至少 1 个面由扩展旋转自由曲面构成,由此,能够提供关于视场角中心为上下非对称的形状,对于像差校正是优选的,该扩展旋转自由曲面是使包含奇数次项的任意形状的线段绕中心轴 2 旋转而形成的。

[0084] 在该实施例中,如果具有反射作用的 2 个反射面都使凹面朝向开口 S,则反射面的光焦度配置为负-正的配置,光学元件本身的反射面的光焦度配置为所谓的反焦型,容易得到宽视场角,并且能够减少彗形像差的发生,因此是优选的。

[0085] 另外,第 2 透射面优选为使凹面朝向开口侧的、具有较强的负光焦度的面。通过减小通过该面后从光学元件射出的视场角,由此能够减小入射到后组的视场角,减轻后组在像差校正上的负担,在整体上实现小型的、构成枚数少的光学系统。

[0086] 另外,通过将光学元件配置在比开口更靠近物体侧的位置,容易与后组取得平衡,对于光学系统的小型化和简单化,可得到良好的结果。在开口附近,子午剖面的中心光线与视场角大的光线接近,因此当光学元件配置在开口附近时,不能得到高的角倍率,其它透镜的负担增大。另外,当光学元件配置在开口的像侧时,很难通过比开口更靠近物体侧的前组得到宽的视场角。

[0087] 另外,光学系统在光路中不形成中间像,因此能够缩短光学系统的整体长度,非常有利于光学系统的小型化。

[0088] 另外,当设在光学元件的旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,优选满足

[0089] $1 < d/t$... (1) 的条件。

[0090] 条件式 (1) 是使光学系统小型化的条件,当超出下限时,包含配置在该光学元件的像侧的成像光学系统在内的整体的尺寸会变得过大。

[0091] 当设在光学元件的旋转对称轴方向上测量的厚度为 t ,外径为 d 时,如果满足

[0092] $3 < d/t$... (1-1) 的条件,则能够使光学系统更加小型化。

[0093] 另外,当设光学元件的所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_1 ,所述第 1 反射面上的中心主光线的入射角为 θ_2 时,优选满足

[0094] $20 < \theta_2 < 40$... (2) 的条件。

[0095] 如果超出条件式 (2) 的下限,则第 2 反射面 13 上的入射角变得过小,不能将第 1 反射面 12 和第 2 透射面 14 相邻配置,因而不能得到宽的上下方向的视场角,或由于第 1 反射面 12 靠近旋转对称轴而导致发生很大的弧矢像面的畸变,从而发生很大的弧矢彗形像差,不能用其它面进行校正。

[0096] 如果超过条件式 (2) 的上限,则光学系统变得大型,同时,在第 2 反射面 13 上产生的偏心像差变大,即使使用奇数次项也无法校正。

[0097] 还优选的是,第 1 反射面 12 相对于光圈开口 S 配置在像面 5 的相反侧的位置。这是用于避免后组 Gb 的透镜与第 1 反射面 12 之间的干涉的重要条件,如果第 1 反射面位于比光圈开口 5 更靠近像面 5 侧的位置,则后组 Gb 的光学系统或任意的成像光学系统将与第 1 反射面 12 之间发生干涉。不得不增大第 1 反射面 12,其结果是光学系统整体更加大型化。

如果第 1 反射面 12 相对于光圈开口 S 位于像面 5 的相反侧的位置,则可以不用在意第 1 反射面 12 与成像光学系统之间的干涉。

[0098] 另外,优选当在中心轴方向上测量的光学元件的所述第 1 反射面与开口之间的间隔的长度为 t_s ,第 1 反射面的直径为 d_1 时,满足

[0099] $0 < d_1/t_s < 1$... (3) 的条件。

[0100] 条件式 (3) 的下限如上所述,如果超出条件式 (3) 的上限,则光圈开口位置位于相对于本发明的光学单元较远的位置,其结果是需要成像光学系统的焦点距离比较长的成像光学系统。由此,与本光学系统相比,成像光学系统的尺寸更大,作为光学系统整体更加大型化,不能构成明亮的光学系统。

[0101] 另外,优选当子午剖面的视场角的角倍率设为 β 时,满足

[0102] $0.05 < \beta < 2$... (4) 的条件。

[0103] 如果超出条件式 (4) 的下限,则 β 变得过小,从而本发明的光学元件的缩小的角倍率变得过小,本光学元件的负担增加,不能得到理想的结果。另外,虽然后组的视场角可以较小,但是需要焦点距离长的光学系统。对于焦点距离长、F-数值小的明亮的后组,存在光学系统的尺寸增大的倾向,因此,在小型化方面不是优选的。

[0104] 如果超过了条件 (4) 的上限,则需要增大后组的视场角,后组的焦点距离变得过短,对后组的视场角的负担变得过大,因而不是优选的。

[0105] 另外,还优选当子午剖面的视场角的角倍率设为 β 时,满足

[0106] $0.1 < \beta < 2$... (4-1) 的条件。

[0107] 下面,对本发明的光学系统的实施例 1 ~ 4 进行说明。这些光学系统的结构参数将在后面叙述。

[0108] 例如如图 1 所示,坐标系在顺光线追踪中,将从物体面 3 朝向第 1 面的中心主光线的延长线与中心轴 2 的交点设为偏心光学面的原点 O,相对于中心轴 2 为物体面 3 的相反侧的、与中心轴 2 垂直的方向设为 Y 轴正方向,图 1 的纸平面设为 Y-Z 平面。并且,图 1 的像面 5 侧的方向设为 Z 轴正方向,与 Y 轴、Z 轴构成右手直角坐标系的轴设为 X 轴正方向。

[0109] 对偏心面赋予:定义该面的坐标系从上述光学系统 1 的原点 O 的偏心量 (X 轴方向、Y 轴方向、Z 轴方向分别为 X、Y、Z)、以及对分别以定义在光学系统 1 的原点 O 的坐标系的 X 轴、Y 轴、Z 轴为中心的各面进行定义的坐标系的倾斜角 (分别为 α 、 β 、 γ ($^\circ$))。在该情况下, α 和 β 的正是指相对于各个轴的正方向的逆时针, γ 的正是指相对于 Z 轴的正方向顺时针。并且,使面的中心轴的 α 、 β 、 γ 旋转的方法是:首先,使对各面进行定义的坐标系绕定义在光学系统的原点的坐标系的 X 轴逆时针旋转 α ,接着,绕该旋转后的新坐标系的 Y 轴逆时针旋转 β ,接着,绕该旋转后的又一新坐标系的 Z 轴顺时针旋转 γ 。

[0110] 另外,当构成各实施例的光学系统的光学作用面中的特定的面以及其后续的面构成共轴光学系统时,赋予面间隔,另外,按照常用方法赋予面的曲率半径、介质的折射率、阿贝数。

[0111] 并且,与后述的结构参数中没有记载数据的非球面有关的项为 0。记载了与 d 线 (波长 587.56nm) 对应的折射率、阿贝数。长度的单位是 mm。如上所述,用从基准面的偏心量表示各面的偏心。

[0112] 并且,非球面是由下述定义式给出的旋转对称非球面。

$$[0113] \quad Z = (Y^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)Y^2/R^2\}^{1/2}]$$

$$[0114] \quad +aY^4 + bY^6 + cY^8 + dY^{10} + \dots$$

$$[0115] \quad \dots (a)$$

[0116] 其中, Z 设为轴, Y 取与轴垂直的方向。这里, R 为近轴曲率半径, k 是圆锥常数, a、b、c、d、... 分别是 4 次、6 次、8 次、10 次的非球面系数。该定义式的 Z 轴是旋转对称非球面的轴。

[0117] 另外, 扩展旋转自由曲面是由下述定义给出的旋转对称面。

[0118] 首先, 如图 2 所示, 在 Y-Z 坐标面上定义通过原点的下述曲线 (b)。

$$[0119] \quad Z = (Y^2/R_Y) / [1 + \{1 - (C_1+1)Y^2/R_Y^2\}^{1/2}]$$

$$[0120] \quad +C_2Y + C_3Y^2 + C_4Y^3 + C_5Y^4 + C_6Y^5 + C_7Y^6$$

$$[0121] \quad + \dots + C_{21}Y^{20} + \dots + C_{n+1}Y^n + \dots$$

$$[0122] \quad \dots (b)$$

[0123] 接着, 确定曲线 F(Y), 该曲线 F(Y) 是将该曲线 (b) 朝向 X 轴正方向以左转为正而转动角度 θ ($^\circ$) 得到的。该曲线 F(Y) 在 Y-Z 坐标面上也通过原点。

[0124] 将该曲线 F(Y) 向 Y 正方向平行移动距离 R (为负时向 Y 负方向), 然后, 将使该平行移动后的曲线绕 Z 轴旋转而生成的旋转对称面作为扩展旋转自由曲面。

[0125] 其结果是, 扩展旋转自由曲面在 Y-Z 面内是自由曲面 (自由曲线), 在 X-Y 面内是半径为 |R| 的圆。

[0126] 根据该定义, Z 轴是扩展旋转自由曲面的轴 (旋转对称轴)。

[0127] 这里, R_Y 是 Y-Z 剖面上的球面项的曲率半径, C_1 是圆锥常数, C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 ... 分别是 1 次、2 次、3 次、4 次... 的非球面系数。

[0128] 并且, 假设具有 Z 轴作为中心轴的圆锥面是扩展旋转自由曲面的一种, $R_Y = \infty$, C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、... = 0, θ = (圆锥面的倾斜角), R = (X-Z 面内的底面半径)。

[0129] 另外, 与后述的结构参数中没有记载数据的非球面有关的项为 0。对于折射率、阿贝数, 记载了与 d 线 (波长 587.56nm) 对应的折射率、阿贝数。长度的单位是 mm。如上所述, 用从基准面的偏心量表示各面的偏心。

[0130] 图 3 示出沿着实施例 1 的光学系统 1 的中心轴 2 截取的剖面图。另外, 图 4 示出该实施例的光学系统整体的横像差图, 图 5 示出视场角与像高之间的关系 (F- θ 线图)。在该横像差图中, 在中央所示的角度表示 (水平方向视场角、垂直方向视场角), 表示该视场角时的 Y 方向 (子午方向) 和 X 方向 (弧矢方向) 的横像差。并且, 对于水平方向视场角, 负的视场角是指朝向 Y 轴正方向向右旋转的角度, 对于垂直方向视场角, 负的视场角是指朝向 X 轴正方向向右旋转的角度。以下相同。

[0131] 本实施例是这样的示例, 即: 与光学系统 1 的中心轴 2 同心地旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质的透射面以及反射面全部由不同的面构成, 而不是在光路内共用, 并且构成为安装在原有的光学系统的前端的附件光学系统。在图中, 箭头表示理想透镜 L0。

[0132] 光学系统 1 构成为包括: 绕中心轴 2 旋转对称的前组 Gf、由理想透镜 L0 构成的后组 Gb、以及与中心轴 2 同轴地配置在前组 Gf 和后组 Gb 之间的开口 S。

[0133] 前组 Gf 由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质 L1 构成。透明介质 L1 具有: 第 1 透射面 11, 其与物体面对置, 相对于中心轴 2 形成在外侧, 且由复曲面构成;

第 1 反射面 12, 其形成在透明介质 L1 的内部, 由复曲面构成, 且具有负光焦度; 第 2 反射面 13, 其形成在透明介质 L2 的内部, 相对于第 1 反射面 12 配置在像面 5 的相反侧的位置, 由复曲面构成, 且具有正光焦度; 以及第 2 透射面 14, 其配置在比第 2 反射面更靠近像面 5 侧的位置, 由球面构成, 且具有负光焦度。

[0134] 后组 Gb 是理想透镜 L0。

[0135] 光学系统 1 形成光路 A。在光路 A 中, 从光学系统 1 的物体面 3 入射的光束依次经过前组 Gf 和后组 Gb 后, 在与中心轴 2 垂直的像面 5 的、偏离中心轴 2 的外侧圆环状地形成图像。

[0136] 作为光路 A, 具有下述大致 Z 字形的光路, 即: 入射到光学系统 1 的光束经过第 1 透射面 11 后进入前组 Gf 的透明介质 L1 内, 在第 1 反射面 12 被反射向像面 5 的相反侧, 在第 2 反射面 13 上被反射向像面 5 侧, 经过第 2 透射面 14 后从透明介质 L1 射出到外部。

[0137] 然后, 经过与中心轴 2 同轴地配置在前组 Gf 与后组 Gf 之间、且构成光圈的开口 S 后再经过后组 Gb 的理想透镜 L0, 在像面 5 的、偏离中心轴 2 的半径方向的规定位置处成像。

[0138] 该实施例 1 的规格为:

[0139] 视场角 $-5^{\circ} \sim 95^{\circ}$

[0140] 像的尺寸 $\phi 0.28 \sim \phi 0.99$

[0141] F 数值 1.78

[0142] 理想透镜的 f 1.00

[0143] 图 6 示出沿着实施例 2 的光学系统 1 的中心轴 2 截取的剖面图。另外, 图 7 示出该实施例的光学系统整体的横像差图, 图 8 示出视场角与像高之间的关系 (F- θ 线图)。

[0144] 本实施例是这样的示例, 即: 与光学系统 1 的中心轴 2 同心地旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质的透射面以及反射面全部由不同的面构成, 而不是在光路内共用。

[0145] 光学系统 1 由绕中心轴 2 旋转对称的前组 Gf、绕中心轴 2 旋转对称的后组 Gb、以及以中心轴 2 同轴地配置在前组 Gf 和后组 Gb 之间的开口 S 构成, 后组 Gb 由第 1 组 G1、第 2 组 G2 以及第 3 组 G3 构成。

[0146] 并且, 配置在开口 S 附近的平行平板具有滤光器 F 等作用。像面 5 附近的平行平板是摄像元件的玻璃罩 C 等。

[0147] 前组 Gf 由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的大透明介质 L1 构成。透明介质 L1 具有: 第 1 透射面 11, 其与物体面对置, 相对于中心轴 2 形成在外侧, 由复曲面构成; 第 1 反射面 12, 其形成在透明介质 L1 的内部, 由扩展旋转自由曲面构成, 具有负光焦度; 第 2 反射面 13, 其形成在透明介质 L1 的内部, 相对于第 1 反射面 12 配置在像面 5 的相反侧的位置, 由扩展旋转自由曲面构成, 具有正光焦度; 第 2 透射面 14, 其配置在比第 2 反射面 13 更靠近像面 5 侧的位置, 由非球面构成, 具有负光焦度。

[0148] 后组 Gb 具有: 第 1 组, 其由凹面朝向像面 5 侧的负凹凸透镜 L2 与双凸正透镜 L3 的接合透镜构成; 第 2 组, 其由双凸正透镜 L4 构成; 以及第 3 组, 其由双凸正透镜 L5 和双凹负透镜 L6 的接合透镜构成。

[0149] 第 1 组由凹面朝向物体面 3 侧的负凹凸透镜 L2 与双凸正透镜 L3 的接合透镜构成, 具有: 第 3 透射面 21; 配置在比第 3 透射面 21 更靠近像面 5 侧的位置的接合面 23; 以及配

置在比接合面 23 更靠近像面 5 侧的位置的第 4 透射面 31。

[0150] 第 2 组由双凸正透镜 L4 构成,具有:第 5 透射面 41;以及配置在比第 5 透射面 41 更靠近像面 5 侧的位置的第 6 透射面 42。

[0151] 第 3 组由双凸正透镜 L5 与双凹负透镜 L6 的接合透镜构成,具有:第 7 透射面 51;配置在比第 7 透射面 51 更靠近像面 5 侧的位置的接合面 56;以及配置在比接合面 56 更靠近像面 5 侧的位置的第 8 透射面 61。

[0152] 光学系统 1 形成光路 A。在光路 A 中,从光学系统 1 的物体面 3 入射的光束依次经过前组 Gf 和后组 Gb,在与中心轴 2 垂直的像面 5 的、偏离中心轴 2 的外侧圆环状地形成图像。

[0153] 作为光路 A,具有下述大致 Z 字形状的光路,即:入射到光学系统 1 的光束经过第 1 透射面 11 后进入前组 Gf 的透明介质 L1 内,在第 1 反射面 12 被反射向像面 5 的相反侧,在第 2 反射面 13 被反射向像面 5 侧,经过第 2 透射面 14 后从透明介质 L1 射出到外部。

[0154] 然后,经过与中心轴 2 同轴地设置在前组 Gf 和后组 Gb 之间、且构成光圈的开口 S,隔着中心轴 2 在相反侧经过第 3 透射面 21 进入后组 Gb 的第 1 组的负凹凸透镜 L2 与双凸正透镜 L3 的接合透镜内,经过接合面 23,从第 4 透射面 31 射出到外部,经过第 5 透射面 41 进入第 2 组的双凸正透镜 L4 内,从第 6 透射面 42 射出到外部,经过第 7 透射面 51 进入第 3 组的双凸正透镜 L5 与双凹负透镜 L6 的接合透镜内,经过接合面 56,从第 8 透射面 61 射出到外部,在像面 5 的偏离中心轴 2 的半径方向的规定位置处成像。

[0155] 该实施例 2 的规格为:

[0156] 视场角 $-5^{\circ} \sim 95^{\circ}$

[0157] 像的尺寸 $\phi 0.28 \sim \phi 1.00$

[0158] F 数值 1.81

[0159] 图 9 示出沿着实施例 3 的光学系统 1 的中心轴 2 截取的剖面图。另外,图 10 示出该实施例的光学系统整体的横像差图,图 11 示出视场角与像高之间的关系 (F- θ 线图)。

[0160] 本实施例是这样的示例,即:与光学系统 1 的中心轴 2 同心地旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质的透射面以及反射面全部由不同的面构成,而不是在光路内共用,并且构成为安装在原有的光学系统的前端 的附件光学系统。在图中,箭头表示理想透镜 L0。

[0161] 光学系统 1 由绕中心轴 2 旋转对称的前组 Gf、由理想透镜 L0 构成的后组 Gb、以及与中心轴 2 同轴地配置在前组 Gf 与后组 Gb 之间的开口 S 构成。

[0162] 前组 Gf 由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质 L1 构成。透明介质 L1 具有:第 1 透射面 11,其与物体面对置,相对于中心轴 2 形成在外侧,由复曲面构成;第 1 反射面 12,其形成在透明介质 L1 的内部,由扩展旋转自由曲面构成,具有负光焦度;第 2 反射面 13,其形成在透明介质 L2 的内部,相对于第 1 反射面 12 配置在像面 5 的相反侧的位置,由扩展旋转自由曲面构成,具有正光焦度;第 2 透射面 14,其配置在比第 2 反射面 13 更靠近像面 5 侧的位置,由球面构成,具有负光焦度。

[0163] 后组 Gb 是理想透镜 L0。

[0164] 光学系统 1 形成光路 A。在光路 A 中,从光学系统 1 的物体面 3 入射的光束依次经过前组 Gf 和后组 Gb,在与中心轴 2 垂直的像面 5 的、偏离中心轴 2 的外侧圆环状地形成图像。

[0165] 作为光路 A,具有下述大致 Z 形状的光路,即:入射到光学系统 1 的光束经过第 1 透射面 11 后进入前组 Gf 的透明介质 L1 内,在第 1 反射面 12 被反射向像面 5 的相反侧,在第 2 反射面 13 被反射向像面 5 侧,经过第 2 透射面 14 后从透明介质 L1 射出到外部。

[0166] 然后,经过与中心轴 2 同轴地设置在前组 Gf 和后组 Gb 之间、且构成光圈的开口 S,经过后组 Gb 的理想透镜 L0,在像面 5 的偏离中心轴 2 的半径方向的规定位置处成像。

[0167] 该实施例 3 的规格为:

[0168] 视场角 $-5^{\circ} \sim 95^{\circ}$

[0169] 像的尺寸 $\phi 0.28 \sim \phi 1.00$

[0170] F 数值 1.81

[0171] 理想透镜的 f 1.00

[0172] 图 12 示出沿着实施例 4 的光学系统 1 的中心轴 2 截取的剖面图。另外,图 13 示出该实施例的光学系统整体的横像差图,图 14 示出视场角与像高之间的关系(F- θ 线图)。

[0173] 本实施例是这样的示例,即:与光学系统 1 的中心轴 2 同心地旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质的透射面以及反射面全部由不同的面构成,而不是在光路内共用,并且构成为安装在原有的光学系统的前端的附件光学系统。在图中,箭头表示理想透镜 L0。

[0174] 光学系统 1 由绕中心轴 2 旋转对称的前组 Gf、由理想透镜 L0 构成的后组 Gb、以及与中心轴 2 同轴地配置在前组 Gf 与后组 Gb 之间的开口 S 构成。

[0175] 前组 Gf 由绕中心轴 2 旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质 L1 构成。透明介质 L1 具有:第 1 透射面 11,其与物体面对置,相对于中心轴 2 形成在外侧,由复曲面构成;第 1 反射面 12,其形成在透明介质 L1 的内部,由扩展旋转自由曲面构成,具有负光焦度;第 2 反射面 13,其形成在透明介质 L2 的内部,相对于第 1 反射面 12 配置在像面 5 的相反侧的位置,由扩展旋转自由曲面构成,具有正光焦度;第 2 透射面 14,其配置在比第 2 反射面 13 更靠近像面 5 侧的位置,由球面构成,具有负光焦度。

[0176] 后组 Gb 是理想透镜 L0。

[0177] 光学系统 1 形成光路 A。在光路 A 中,从光学系统 1 的物体面 3 入射的光束依次经过前组 Gf 和后组 Gb,在与中心轴 2 垂直的像面 5 的、偏离中心轴 2 的外侧圆环状地形成图像。

[0178] 作为光路 A,具有下述大致 Z 形状的光路,即:入射到光学系统 1 的光束经过第 1 透射面 11 后进入前组 Gf 的透明介质 L1 内,在第 1 反射面 12 被反射向像面 5 的相反侧,在第 2 反射面 13 被反射向像面 5 侧,经过第 2 透射面 14 后从透明介质 L1 射出到外部。

[0179] 然后,经过与中心轴 2 同轴地设置在前组 Gf 和后组 Gb 之间、且构成光圈的开口 S,经过后组 Gb 的理想透镜 L0,在像面 5 的偏离中心轴 2 的半径方向的规定位置处成像。

[0180] 该实施例 4 的规格为:

[0181] 视场角 $10^{\circ} \sim 110^{\circ}$

[0182] 像的尺寸 $\phi 0.28 \sim \phi 1.00$

[0183] F 数值 1.85

[0184] 理想透镜的 f 1.00

[0185] 下面,示出上述实施例 1~4 的结构参数。并且,下面的表中的“ASS”表示非球面,“ERFS”表示扩展旋转自由曲面,“RE”表示反射面。

[0186] 实施例 1

[0187]

面序号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
物体面	∞	∞	偏心 (1)		
1	ERFS[1]		偏心 (2)	1.8348	42.7
2	ERFS[2] (RE)		偏心 (3)	1.8348	42.7
3	ERFS[3] (RE)		偏心 (4)	1.8348	42.7
4	4.56		偏心 (5)		
5	∞ (光圈)	1.00	偏心 (6)		
6	理想透镜	1.12			
像面	∞				

[0188] E R F S[1]

[0189] R Y -98.62

[0190] θ 45.00

[0191] R -8.26

[0192] E R F S[2]

[0193] R Y 12.09

[0194] θ 2.09

[0195] R -6.41

[0196] E R F S[3]

[0197] R Y 25.09

[0198] θ -10.83

[0199] R -2.94

[0200] 偏心 [1]

[0201] X 0.00 Y 0.00 Z 0.00

[0202] α 45.00 β 0.00 γ 0.00

[0203] 偏心 [2]

[0204] X 0.00 Y -8.26 Z -8.26

[0205] α 45.00 β 0.00 γ 0.00

[0206] 偏心 [3]

[0207] X 0.00 Y -6.41 Z -6.41

[0208] α 2.09 β 0.00 γ 0.00

[0209] 偏心 [4]

[0210] X 0.00 Y -2.94 Z -10.43

[0211] α -10.83 β 0.00 γ 0.00

[0212] 偏心 [5]

[0213] X 0.00 Y 0.00 Z -6.99
 [0214] α 0.00 β 0.00 γ 0.00
 [0215] 偏心 [6]
 [0216] X 0.00 Y 0.00 Z -1.50
 [0217] α 0.00 β 0.00 γ 0.00
 [0218] 实施例 2
 [0219] 侧视光路
 [0220]

面序号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
物体面	∞	∞	偏心 (1)		
1	ERFS[1]		偏心 (2)	1.8348	42.7
2	ERFS[2] (RE)		偏心 (3)	1.8348	42.7
3	ERFS[3] (RE)		偏心 (4)	1.8348	42.7
4	ASS[1]		偏心 (5)		
5	∞	0.50	偏心 (6)	1.5163	64.1
6	∞ (光圈)	0.10			

[0221]

7	3.94	0.30		1.8467	23.8
8	1.40	1.00		1.7407	44.9
9	-2.67	0.10			
10	3.04	0.60		1.6204	60.3
11	-5.34	0.10			
12	1.79	1.00		1.6204	60.3
13	-1.32	0.30		1.8467	23.8
14	9.16	0.30			
15	∞	0.40		1.5163	64.1
16	∞	0.10			
像面	∞				

[0222] E R F S[1]

[0223] R Y -145.30

[0224] θ 45.00

[0225] R -6.84

[0226] E R F S[2]

[0227]	R Y	16.86				
[0228]	θ	2.40				
[0229]	R	-5.14				
[0230]	C4	-1.1325E-03	C5	-6.7639E-04		
[0231]		E R F S[3]				
[0232]	R Y	63.33				
[0233]	θ	-9.74				
[0234]	R	-1.68				
[0235]	C4	-7.4594E-03	C5	-2.6870E-03		
[0236]		A S S[1]				
[0237]	R	0.68				
[0238]	k	-1.3647E-01				
[0239]		偏心 [1]				
[0240]	X	0.00	Y	0.00	Z	0.00
[0241]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0242]		偏心 [2]				
[0243]	X	0.00	Y	0.00	Z	-6.84
[0244]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0245]		偏心 [3]				
[0246]	X	0.00	Y	0.00	Z	-5.14
[0247]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0248]		偏心 [4]				
[0249]	X	0.00	Y	0.00	Z	-9.24
[0250]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0251]		偏心 [5]				
[0252]	X	0.00	Y	0.00	Z	-5.83
[0253]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0254]		偏心 [6]				
[0255]	X	0.00	Y	0.00	Z	-4.48
[0256]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0257]	实施例 3					
[0258]						

面序号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
物体面	∞	∞	偏心 (1)		
1	ERFS[1]		偏心 (2)	1.8348	42.7
2	ERFS[2] (RE)		偏心 (3)	1.8348	42.7
3	ERFS[3] (RE)		偏心 (4)	1.8348	42.7
4	4.05		偏心 (5)		
5	∞ (光圈)	1.00	偏心 (6)		
6	理想透镜	1.20			
像面	∞				
[0259] E R F S[1]					
[0260]	R Y	135.56			
[0261]	θ	45.00			
[0262]	R	-5.70			
[0263] E R F S[2]					
[0264]	R Y	8.30			
[0265]	θ	-2.95			
[0266]	R	-4.70			
[0267]	C4	-4.0540E-03	C5	-1.5338E-03	
[0268] E R F S[3]					
[0269]	RY	28.47			
[0270]	θ	-17.50			
[0271]	R	-1.70			
[0272]	C4	-8.0029E-03	C5	-1.9714E-03	
[0273] 偏心 [1]					
[0274]	X	0.00	Y	0.00	Z 0.00
[0275]	α	45.00	β	0.00	γ 0.00
[0276] 偏心 [2]					
[0277]	X	0.00	Y	0.00	Z -5.70
[0278]	α	0.00	β	0.00	γ 0.00
[0279] 偏心 [3]					
[0280]	X	0.00	Y	0.00	Z -4.70
[0281]	α	0.00	β	0.00	γ 0.00
[0282] 偏心 [4]					
[0283]	X	0.00	Y	0.00	Z -7.13
[0284]	α	0.00	β	0.00	γ 0.00
[0285] 偏心 [5]					

[0286] X 0.00 Y 0.00 Z -4.74
 [0287] α 0.00 β 0.00 γ 0.00
 [0288] 偏心 [6]
 [0289] X 0.00 Y 0.00 Z -1.50
 [0290] α 0.00 β 0.00 γ 0.00
 [0291] 实施例 4
 [0292]

面序号	曲率半径	面间隔	偏心	折射率	阿贝数
物体面	∞	∞	偏心 (1)		
1	ERFS[1]		偏心 (2)	1.8348	42.7
2	ERFS[2] (RE)		偏心 (3)	1.8348	42.7
3	ERFS[3] (RE)		偏心 (4)	1.8348	42.7
4	1.45		偏心 (5)		
5	∞ (光圈)	1.00	偏心 (6)		
6	理想透镜	1.29			
像面	∞				

[0293] E R F S[1]
 [0294] R Y 7.21
 [0295] θ 100.26
 [0296] R -5.73
 [0297] E R F S[2]
 [0298] R Y 4.93
 [0299] θ 22.65
 [0300] R -3.89
 [0301] C4 -8.8849E-03 C5 -2.0610E-04
 [0302] E R F S[3]
 [0303] R Y 9.10
 [0304] θ -5.82
 [0305] R -1.71
 [0306] C4 -1.0337E-02 C5 -3.3607E-03
 [0307] 偏心 [1]
 [0308] X 0.00 Y 0.00 Z 0.00
 [0309] α 60.00 β 0.00 γ 0.00
 [0310] 偏心 [2]
 [0311] X 0.00 Y 0.00 Z 3.31
 [0312] α 0.00 β 0.00 γ 0.00
 [0313] 偏心 [3]

[0314]	X	0.00	Y	0.00	Z	2.97
[0315]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0316]	偏心 [4]					
[0317]	X	0.00	Y	0.00	Z	-6.15
[0318]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0319]	偏心 [5]					
[0320]	X	0.00	Y	0.00	Z	-3.95
[0321]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00
[0322]	偏心 [6]					
[0323]	X	0.00	Y	0.00	Z	-1.50
[0324]	α	0.00	β	0.00	γ	0.00

[0325] 另外,在光学元件的旋转对称轴方向上测量的厚度 t 、外径 d 、第 1 反射面上的中心主光线的入射角 $\theta 1$ 、第 2 反射面上的中心主光线的入射角 $\theta 2$ 、在旋转对称轴方向上测量的第 1 反射面与光圈之间的间隔的长度 t_s 、第 1 反射面的直径 d_1 、子午剖面的视场角的角倍率 (空气中的:射出视场角 / 入射视场角) β 如下所述。

[0326]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
t	3.5	5.0	4.8	3.26
d	21.0	18.0	13.6	12.0
d / t	4.4	3.6	3.6	3.7
$\theta 1$	42.9	42.6	47.9	57.0
$\theta 2$	30.0	30.5	33.4	28.6
t_s	4.7	0.6	3.0	6.0
d_1	17.8	17.4	13.0	10.2
d_1 / t_s	3.8	29.0	4.3	1.7
β	0.18	0.15	0.18	0.18

[0327] 在上面的实施例是用扩展旋转自由曲面来设计与光学系统 1 的中心轴 2 同心地旋转对称的、折射率大于 1 的透明介质的透射面以及反射面的示例,但是,在扩展旋转自由曲面与旋转对称面垂直且不使用高次项的情况下,成为与球面等效的结构。

[0328] 并且,前组 G_f 的反射面和折射面是利用分别通过使任意形状的线段绕中心轴 2 旋转而形成的、在中心轴 2 上不具有面顶的扩展旋转自由曲面来设计的,但也可以分别替换为任意的曲面。

[0329] 并且,本发明的光学系统使用在对形成旋转对称面的任意形状的线段进行定义的公式中包含奇数项的定义式,由此,校正因偏心产生的像面 5 的倾斜和逆向投影时的光圈的瞳孔像差。

[0330] 并且,直接使用构成本发明的前组 Gf 的绕中心轴 2 旋转对称的透明介质,由此,能够对具有 360° 全方位视场角的图像进行拍摄或投影,但也可以利用包含中心轴 2 的剖面将该透明介质切成二分之一、三分之一、三分之二等,由此对绕中心轴 2 的视场角为 180° 、 120° 、 240° 等的图像进行拍摄或投影。

[0331] 另外,本发明的光学系统也可用作使中心轴(旋转对称轴)2 朝向垂直方向,取得包含天顶在内的 360° 的全方位(全周)视场角的图像的摄像或观察光学系统。并且,本发明不限于摄影光学系统、观察光学系统,也可将光路逆转,用作以包含天顶在内的 360° 的全方位(全周)视场角对图像进行投影的投影光学系统。并且,还可以用作内窥镜的管内观察装置的全周观察光学系统。

[0332] 图 15 表示本实施例的图像和摄像元件的配置示例。图 15(a) 是使用画面比为 16 : 9 的摄像元件的示例。在不使用上下方向的图像的情况下,优选使摄像元件 50 的尺寸与光路 A 的图像 A1 的左右位置一致。图 15(b) 示出使用画面比为 4 : 3 的摄像元件 50 的情况,与图 15(a) 相同,表示不使用上下方向的图像的情况。图 15(c) 是使用画面比为 4 : 3 的摄像元件 50,并使摄像元件 50 的尺寸与光路 A 上的图像 A1 一致的示例。如果这样地进行配置,则能够全部拍摄光路 A 的图像 A1。

[0333] 下面,作为本发明的光学系统 1 的应用示例,说明摄影光学系统 101 或投影光学系统 102 的应用示例。图 16 是表示本发明的摄影光学系统 101 用作内窥镜前端的摄影光学系统的示例的图,图 16(a) 是在硬质内窥镜 110 的前端 101 安装本发明的摄影光学系统,拍摄观察 360° 的全方位图像的示例。图 16(b) 表示其前端的结构概况。在本发明的全景摄影光学系统 101 的前组 Gf 的入射面 11 的周围配置有眩光(Flare) 光圈 107,防止眩光入射,该眩光光圈 107 由具有沿圆周方向狭缝状延伸的开口 106 的壳体等构成。另外,图 16(c) 是在软质电子内窥镜 113 的前端同样安装本发明的全景摄影光学系统 101,在显示装置 114 上对所拍摄的图像实施图像处理,并校正畸变后进行显示的示例。

[0334] 图 17 是在胶囊内窥镜 120 中安装本发明的摄影光学系统 101,并拍摄观察 360° 的全方位图像的示例。在本发明的摄影光学系统 101 的光路 A 中的前组 Gf 的前方以及第 1 透射面 11 的周围具有开口 106 的壳体等上形成有眩光光圈 107,防止眩光入射。

[0335] 如图 16 以及图 17 所示,通过在内窥镜中使用摄影光学系统 101,由此能够拍摄观察摄影光学系统 101 后方的图像,能够从与以往不同的角度拍摄观察各种部位。

[0336] 图 18(a) 是在汽车 130 的前方安装本发明的摄影光学系统 101 作为摄影光学系统,在车内的显示装置上对经由各个摄影光学系统 101 拍摄的图像实施图像处理,并校正畸变后同时进行显示的示例的图,图 18(b) 是在汽车 130 的各个角部和头部的杆(Pole)的顶部安装多个本发明的摄影光学系统 101 作为摄影光学系统,在车内的显示装置上对经由各个摄影光学系统 101 拍摄的图像实施图像处理,并校正畸变后同时进行显示的示例的图。该情况时,如图 15(a) 所示,如果使摄像元件 50 的尺寸与光路 A 的图像 A1 的左右位置一致,则能够拍摄较宽的左右图像,因此是优选的。

[0337] 另外,图 19 是将本发明的投影光学系统 102 用作投影装置 140 的投影光学系统,在配置于其像面 5 处的显示元件上显示全景图像,通过投影光学系统 102,在 360° 全方位配置的屏幕 141 上投影并显示 360° 的全方位图像的示例。

[0338] 并且,图 20 表示下述示例,在建筑物 150 的外部安装使用了本发明的摄影光学系

统 101 的摄影装置 151, 在室内配置使用了本发明的摄影光学系统 101 的投影装置 151, 并连接成通过电线 152 将由摄影装置 151 拍摄的图像发送给投影装置 140。在这种配置中, 经由摄影光学系统 101 用摄影装置 151 拍摄室外的 360° 全方位的被摄体 P, 把其图像信号通过电线 152 发送给投影装置 140, 在配置于像面处的显示元件上显示该图像, 通过投影光学系统 102 在室内的壁面等上对被摄体 P 的图像 P' 进行投影显示。

[0339] 产业上的应用领域

[0340] 在上述本发明的光学系统中, 能够得到小型的、良好地校正了像差、分辨率高的光学系统, 其能够用简单的结构观察不同的方向或者在不同的方向上投影图像。

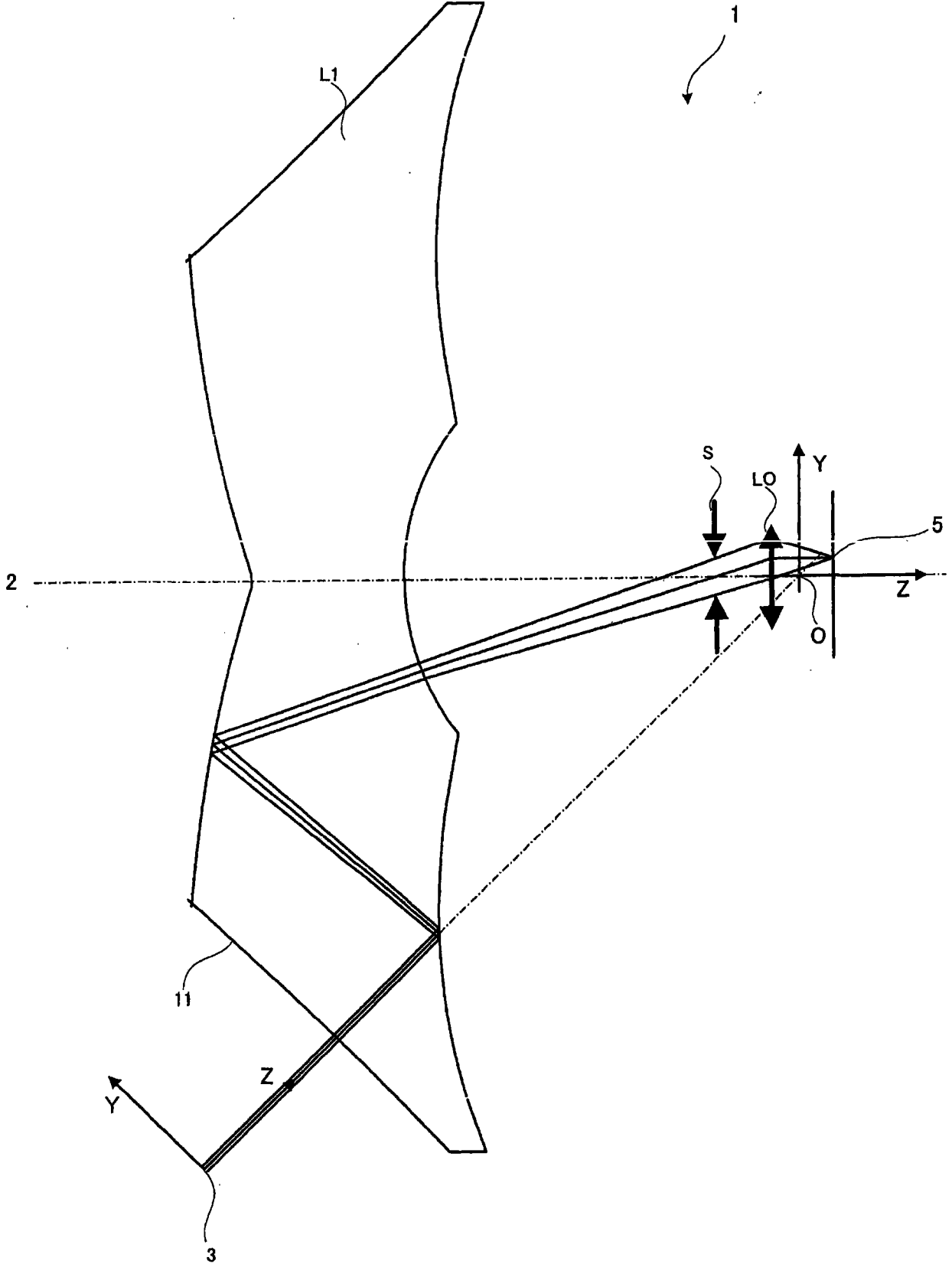


图 1

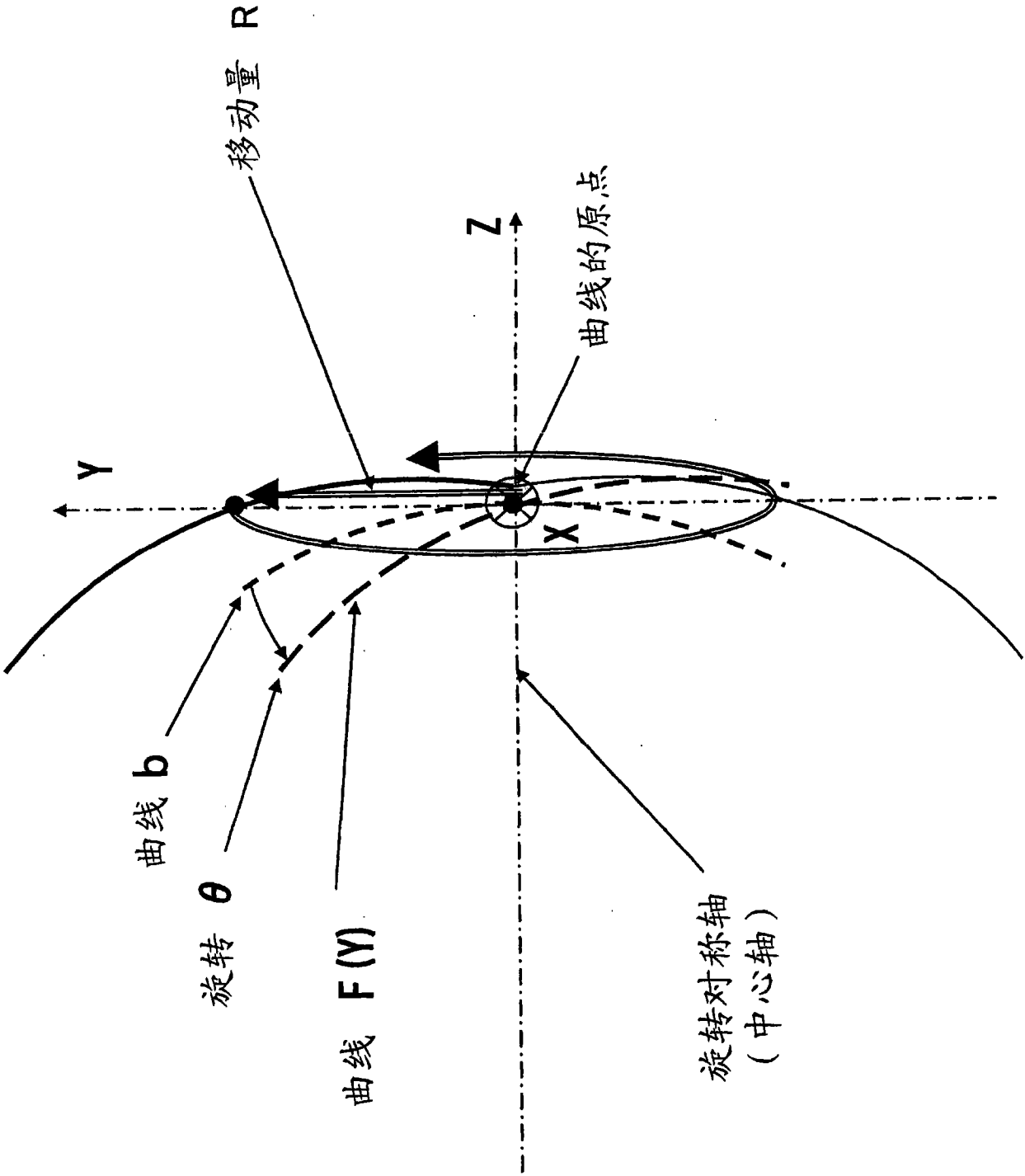


图 2

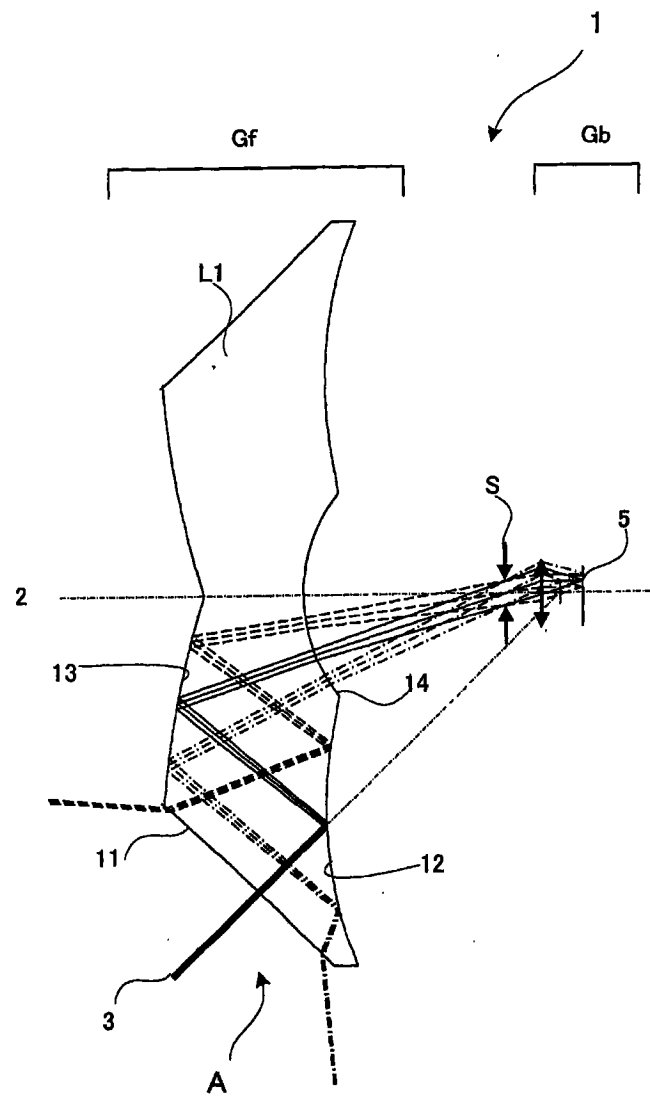


图 3

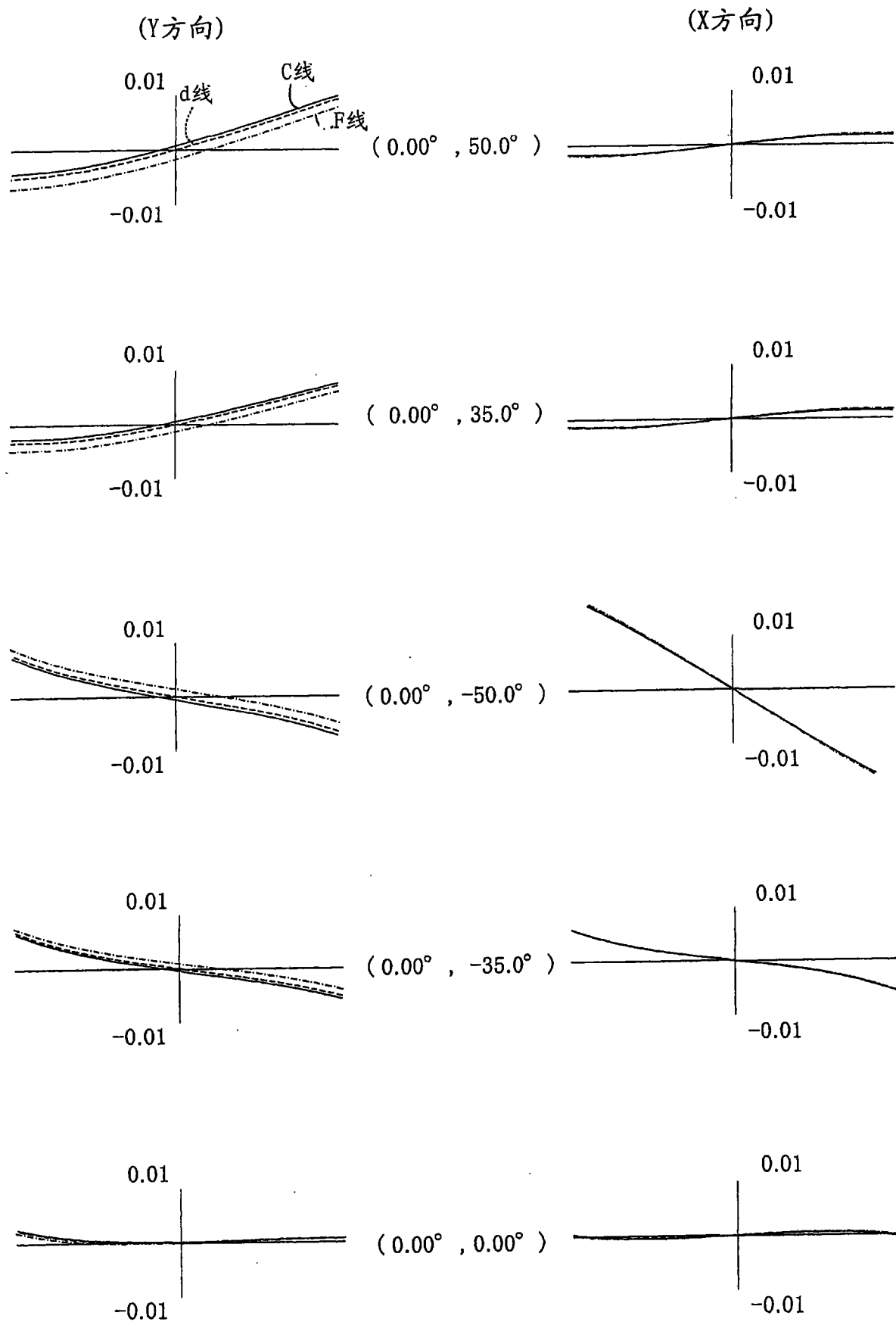


图 4

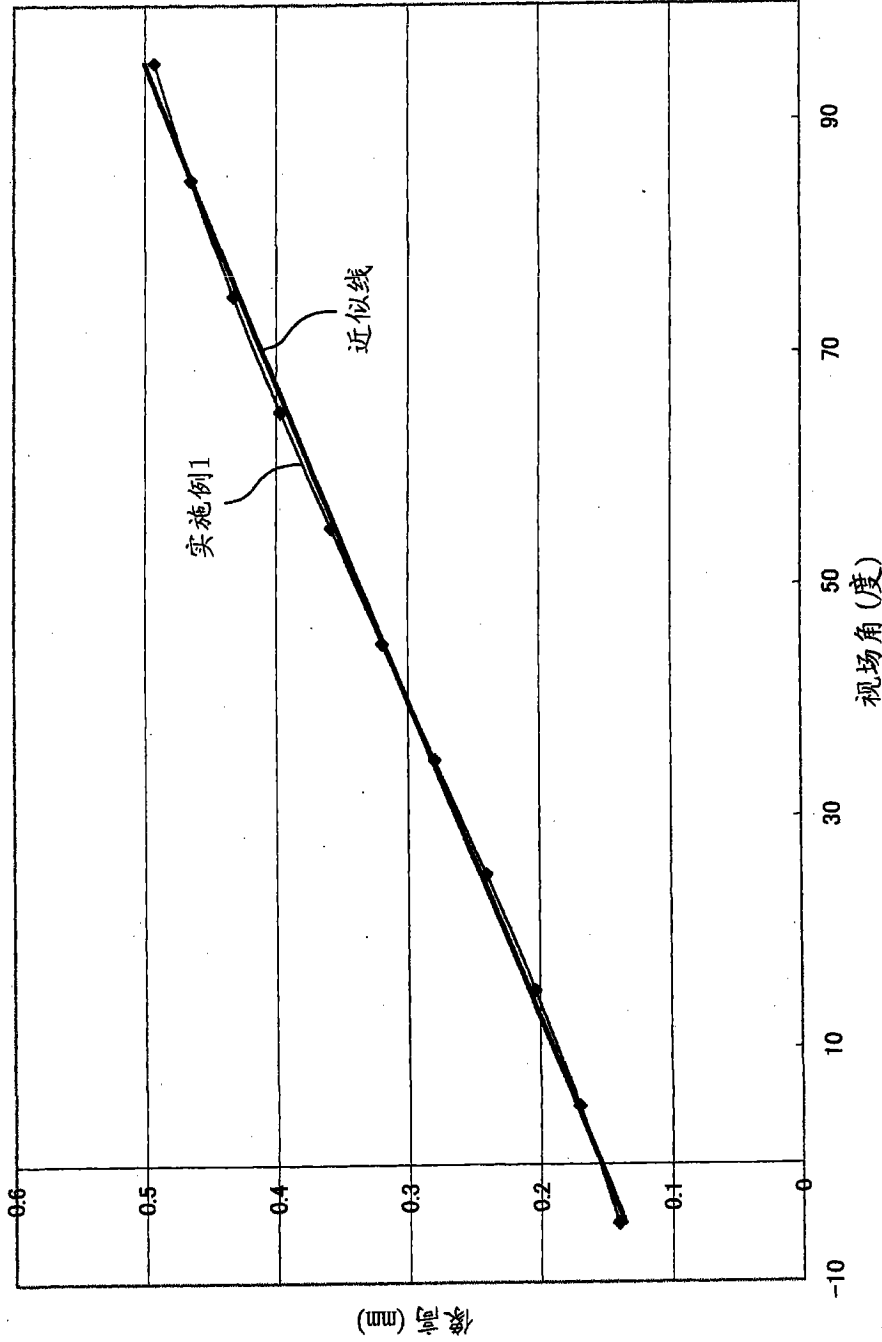


图 5

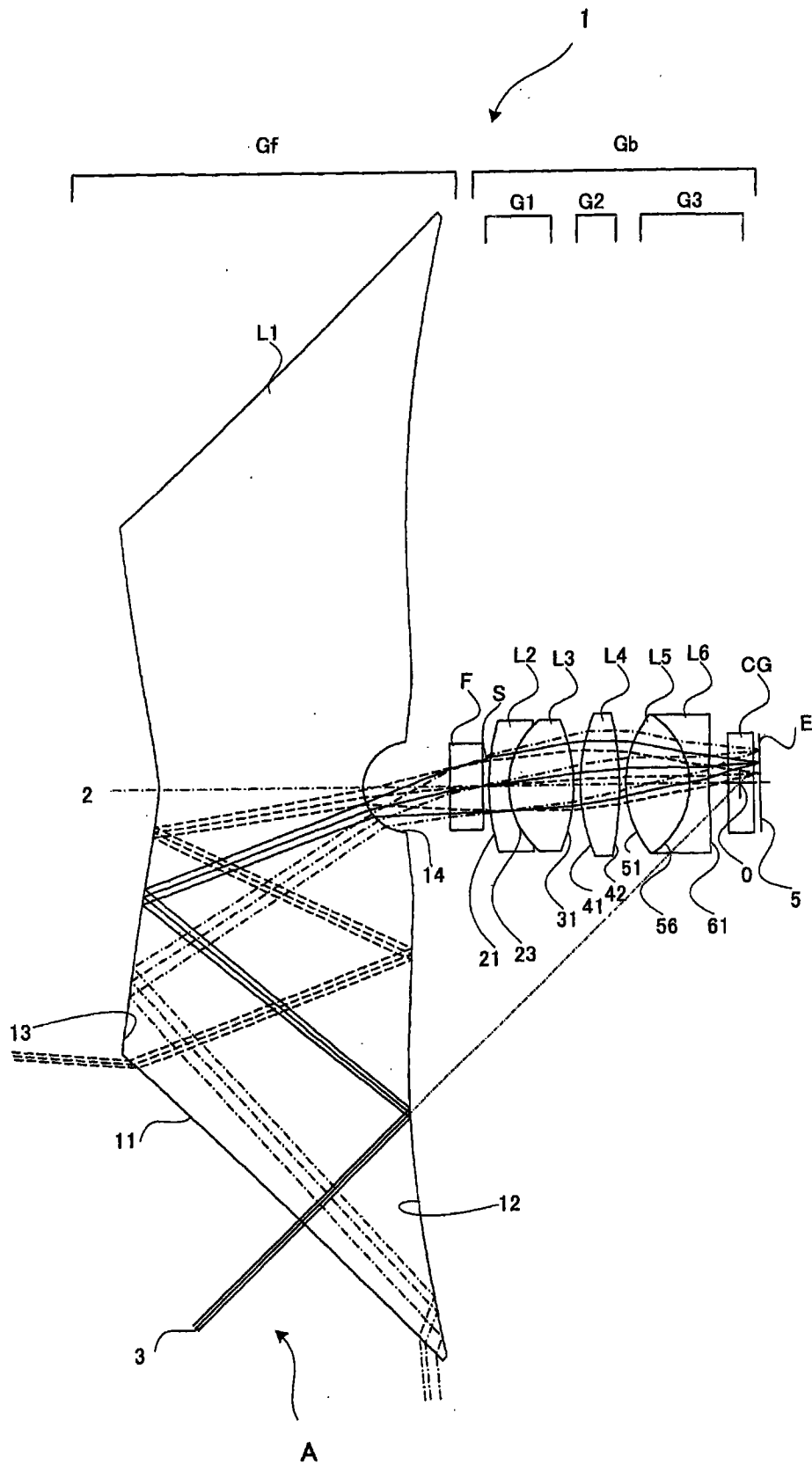


图 6

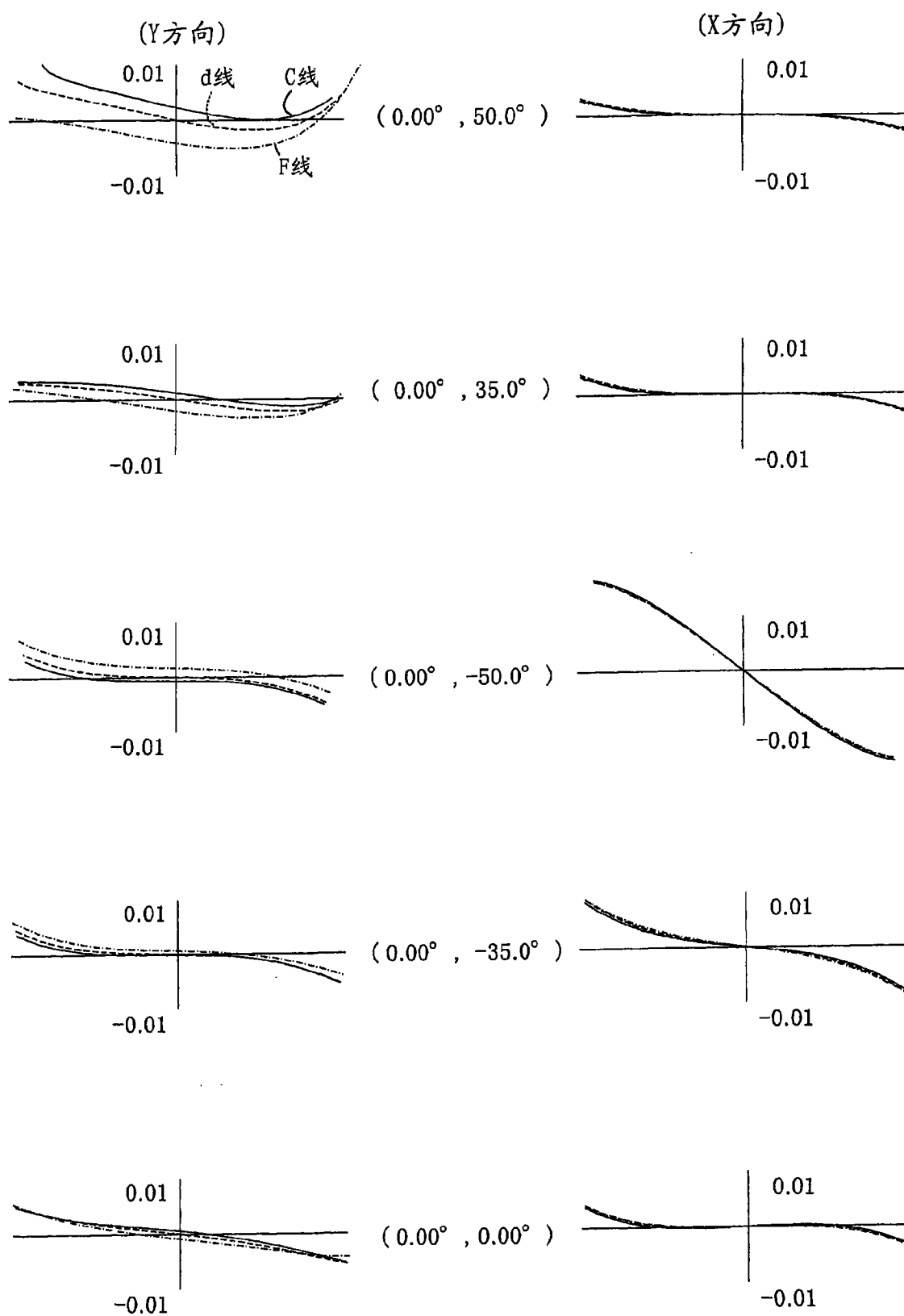


图 7

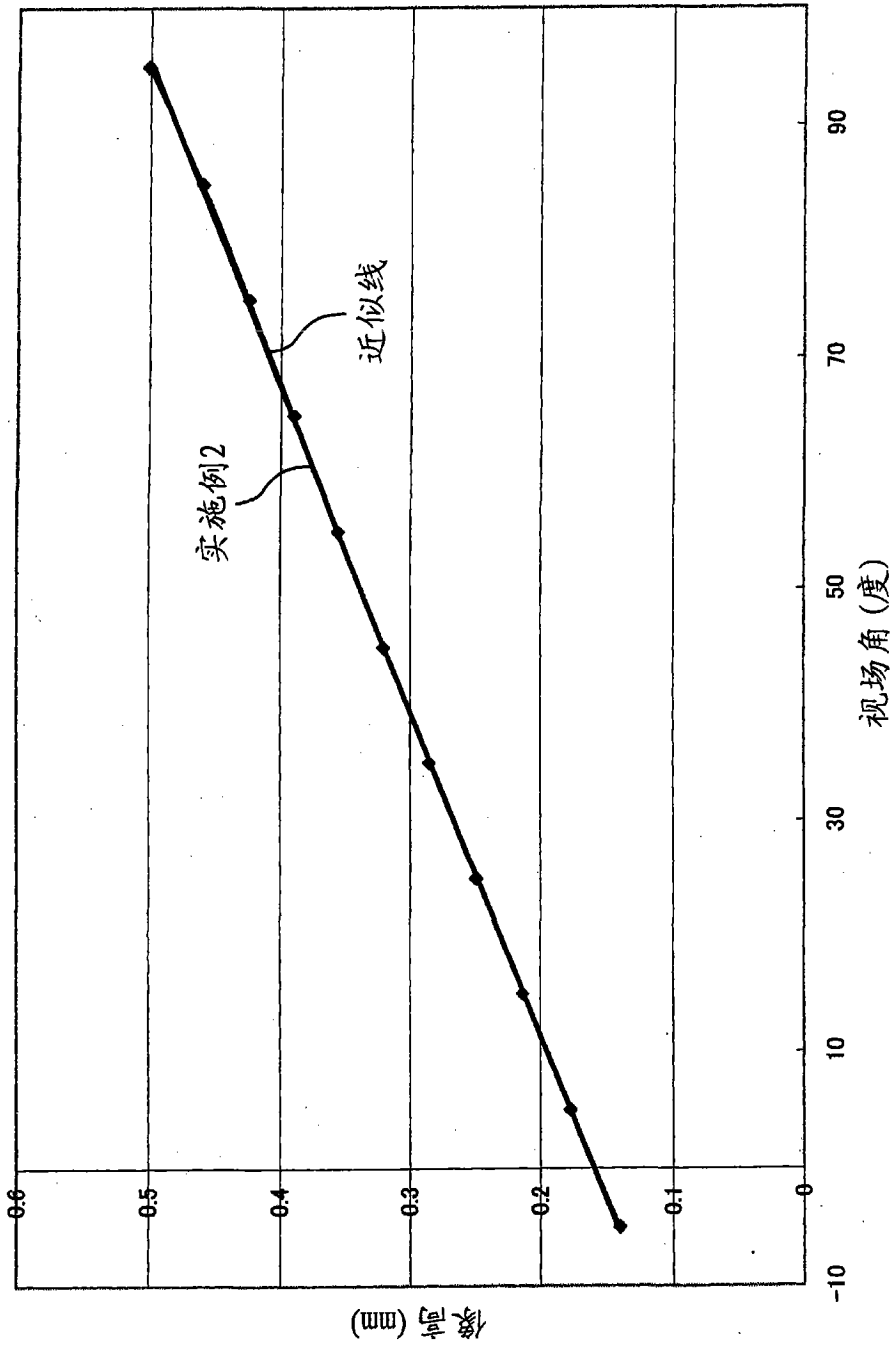


图 8

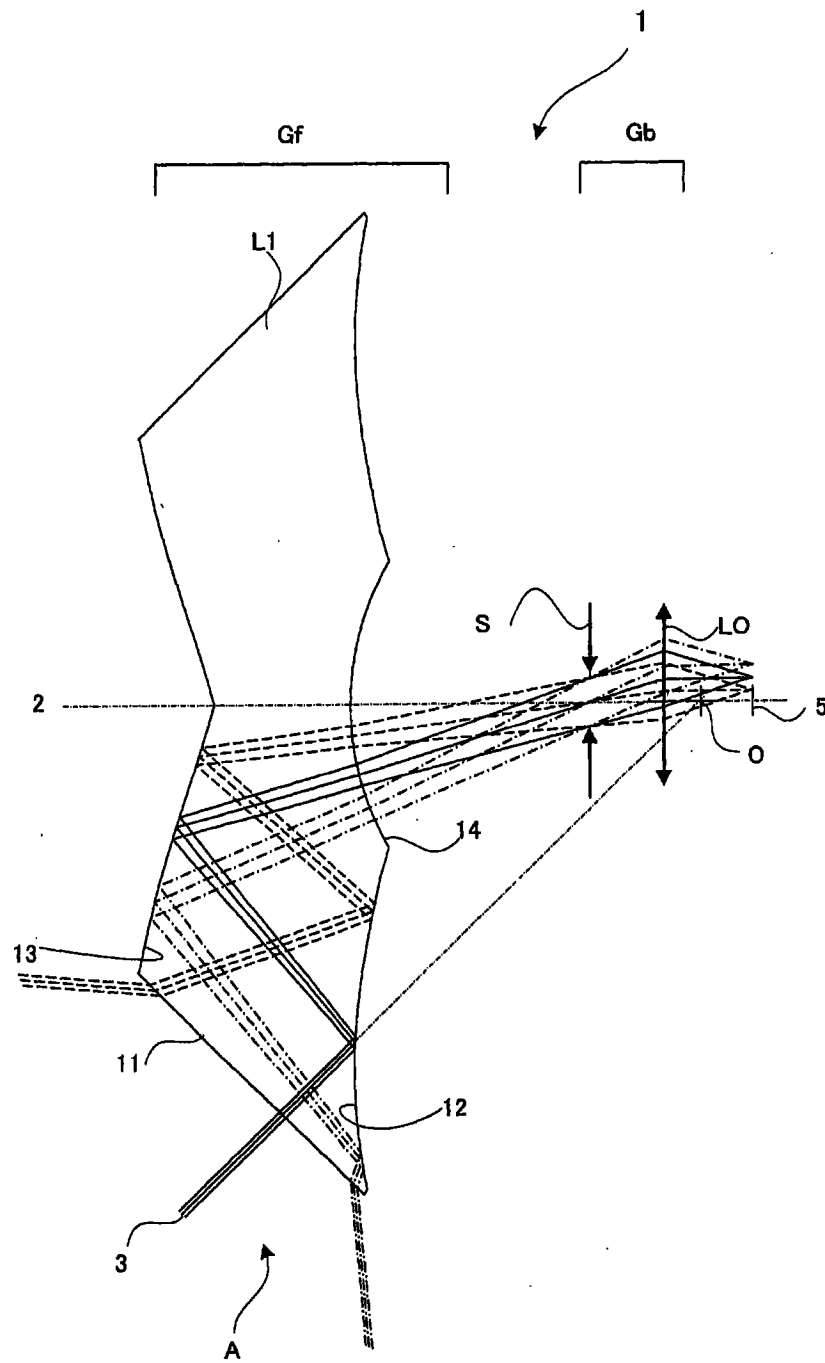


图 9

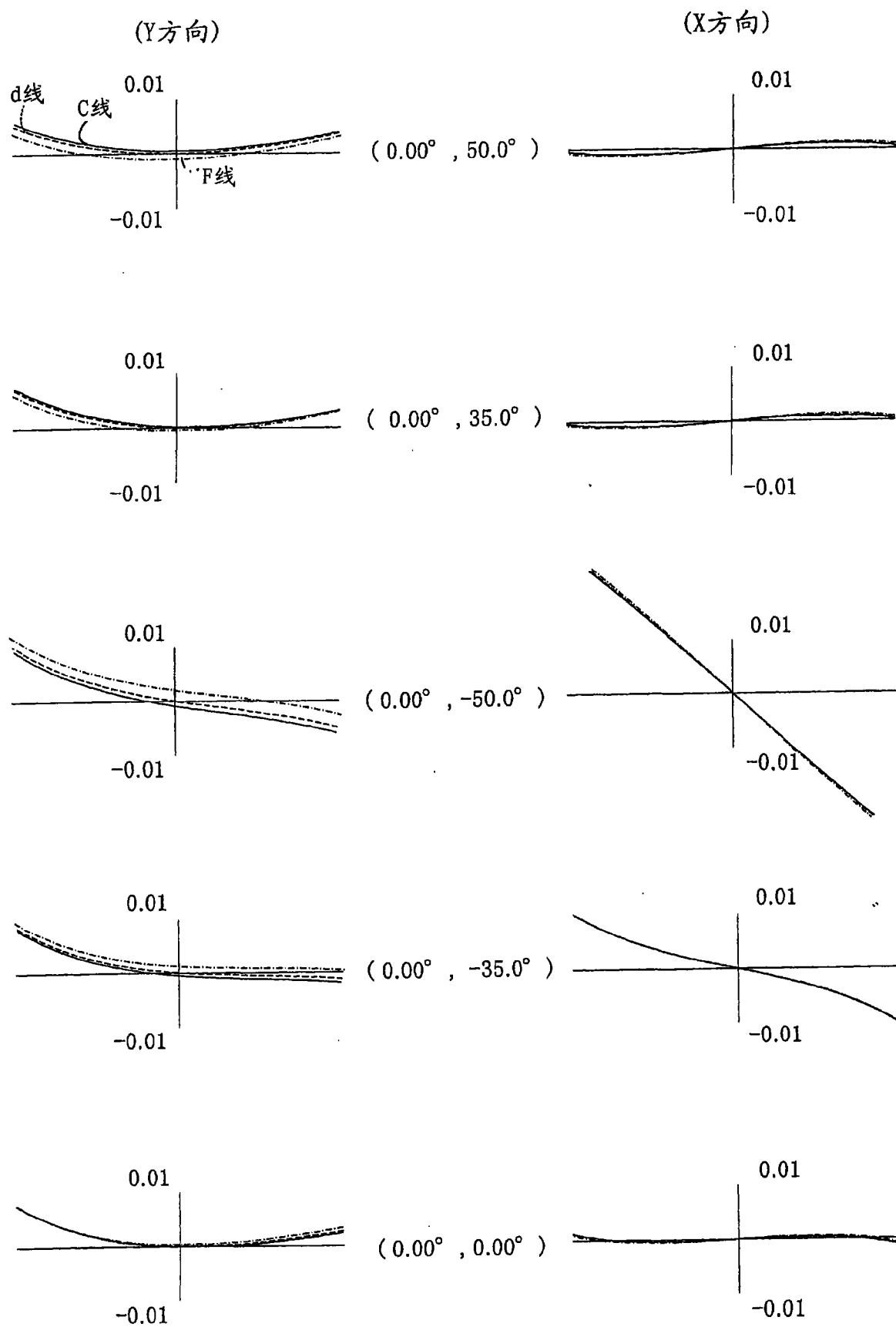


图 10

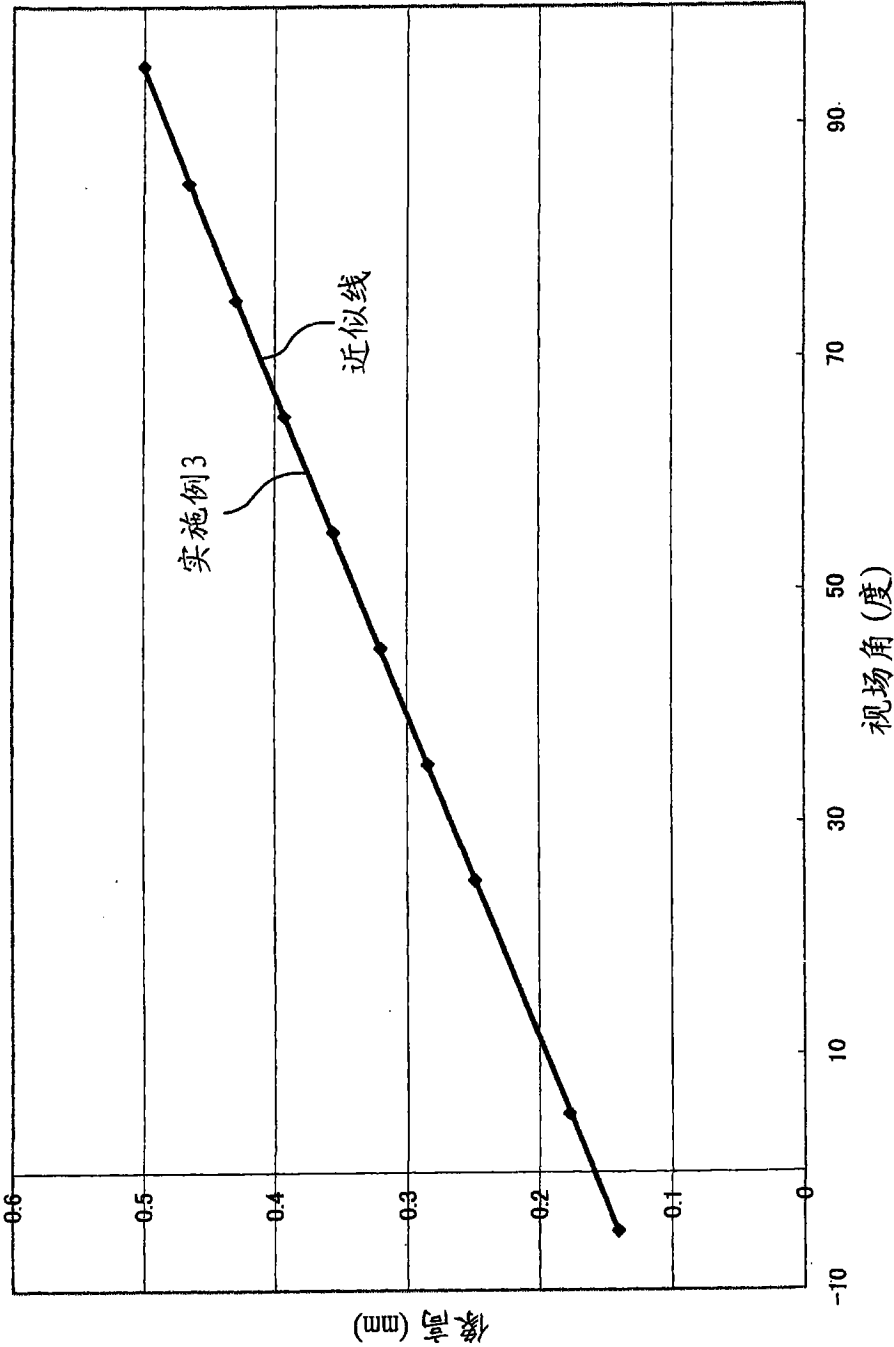


图 11

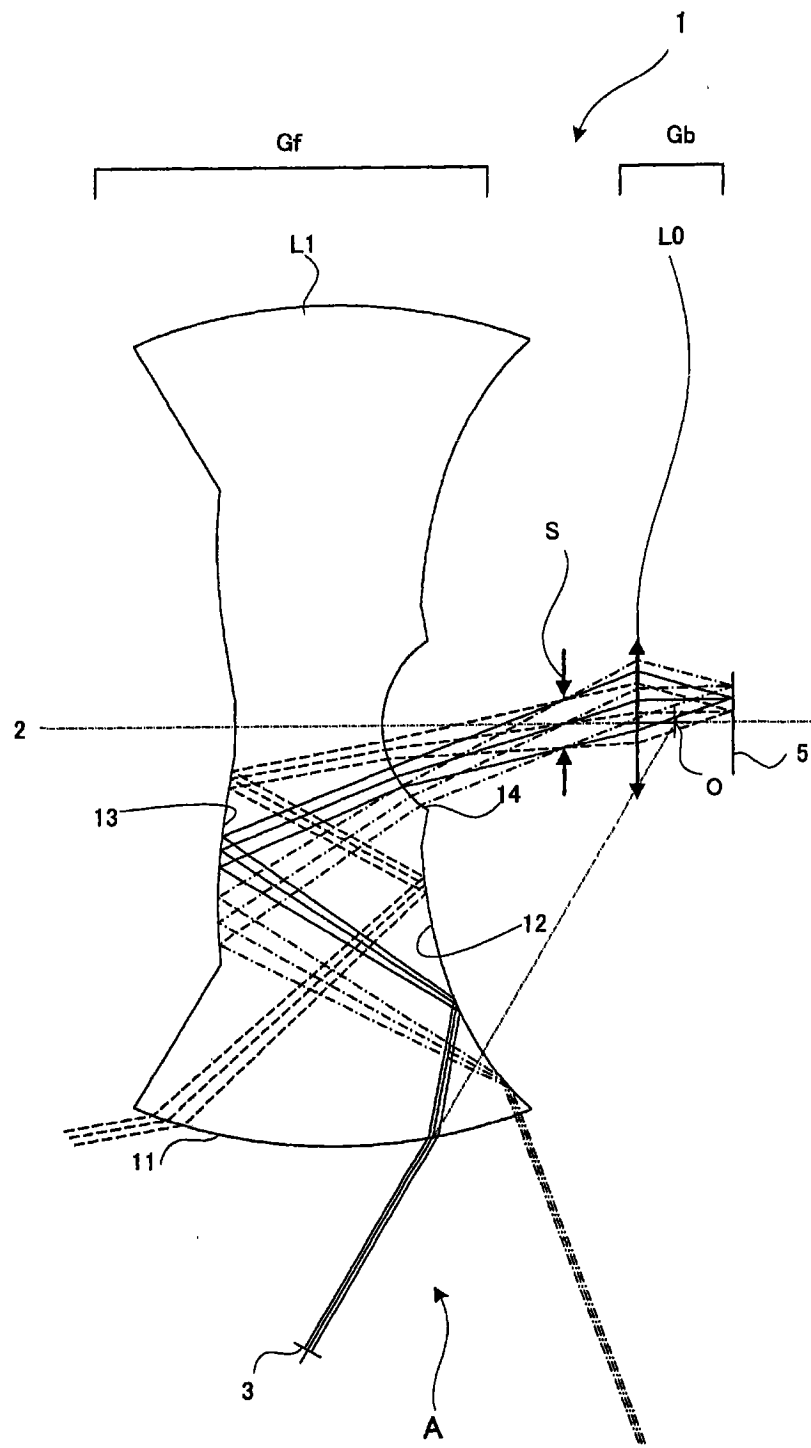


图 12

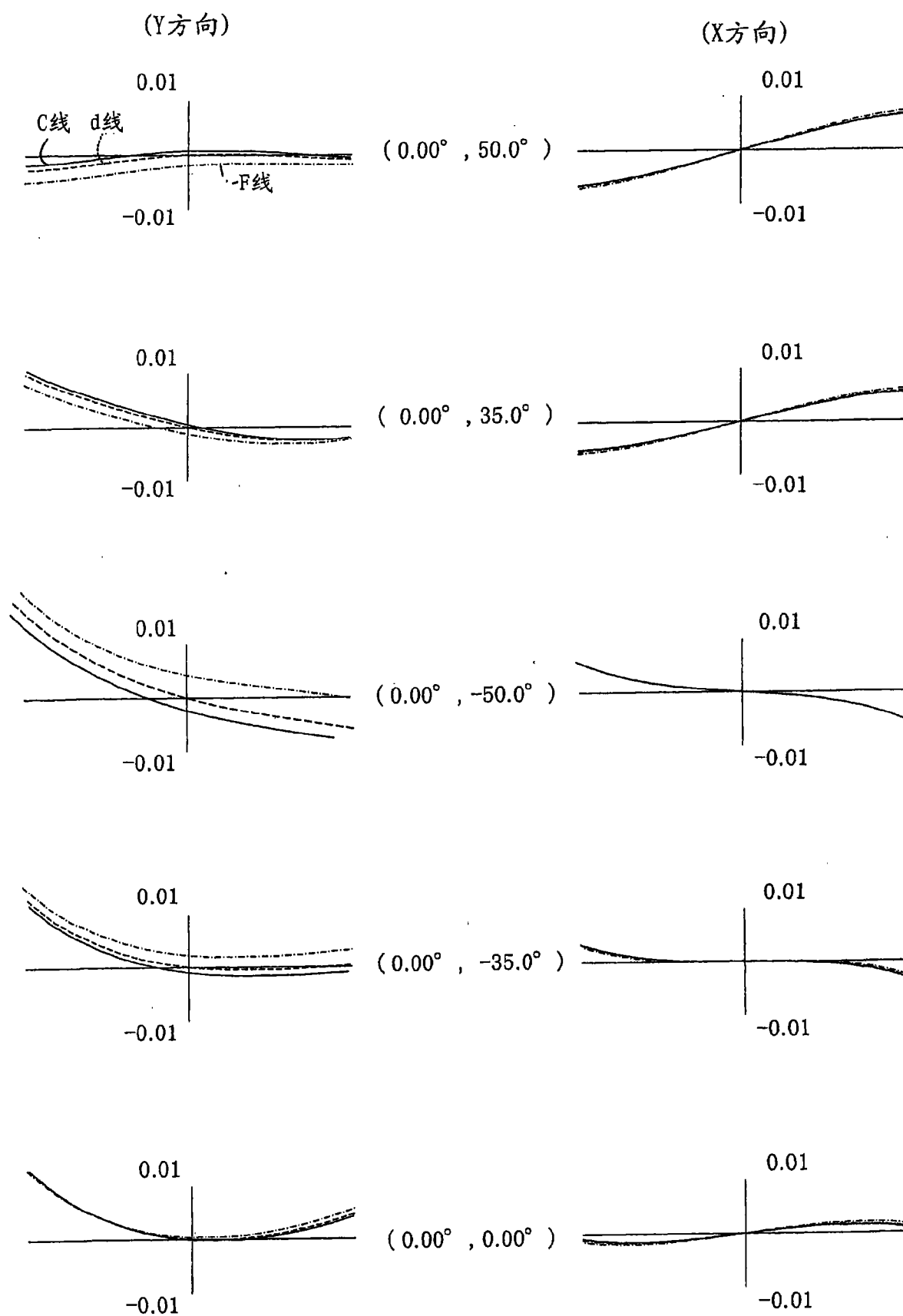


图 13

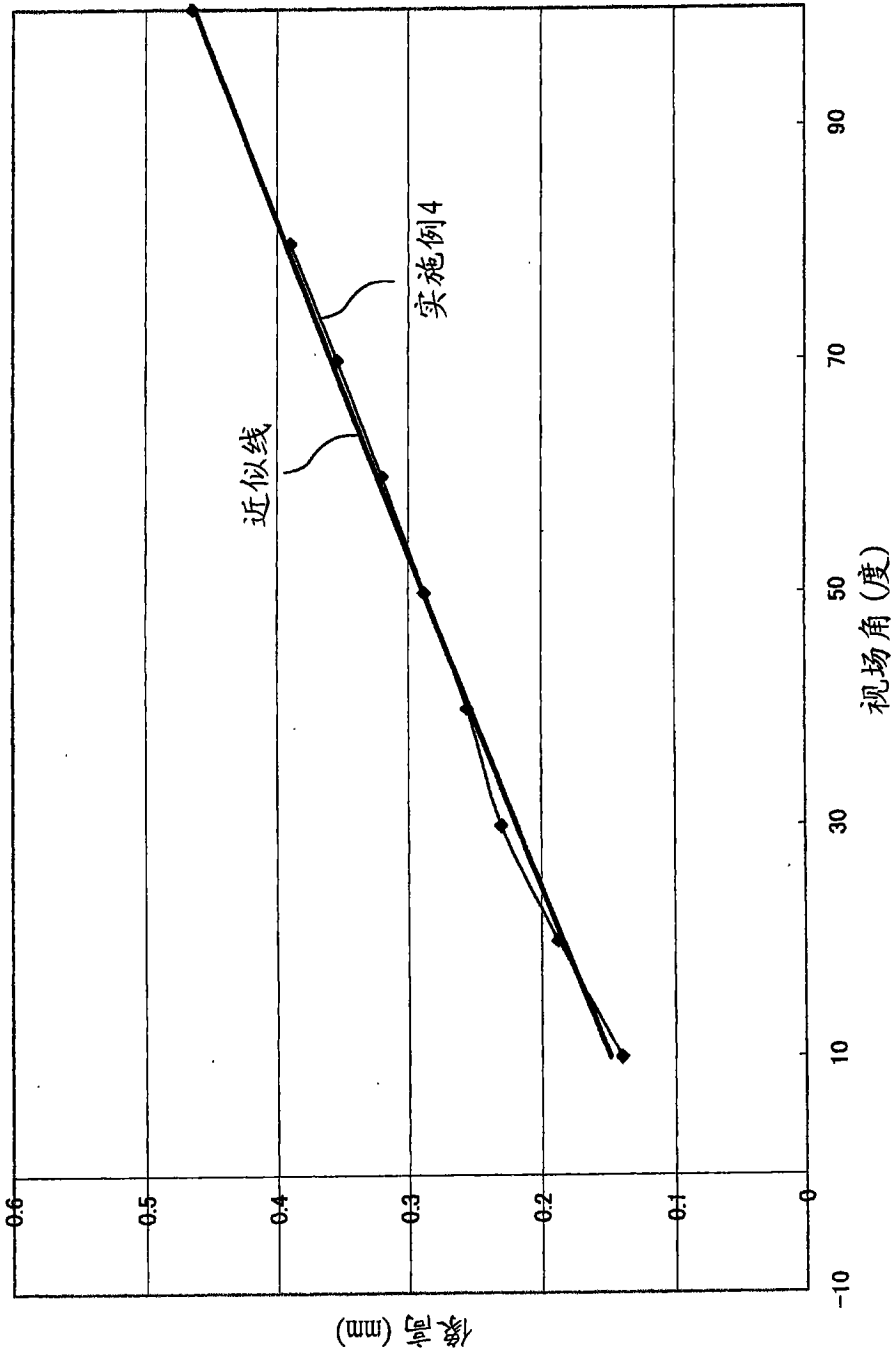
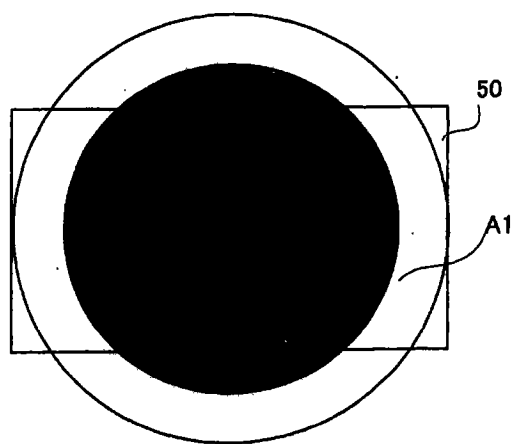
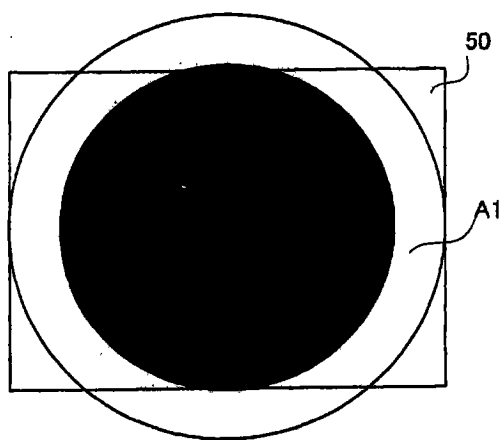


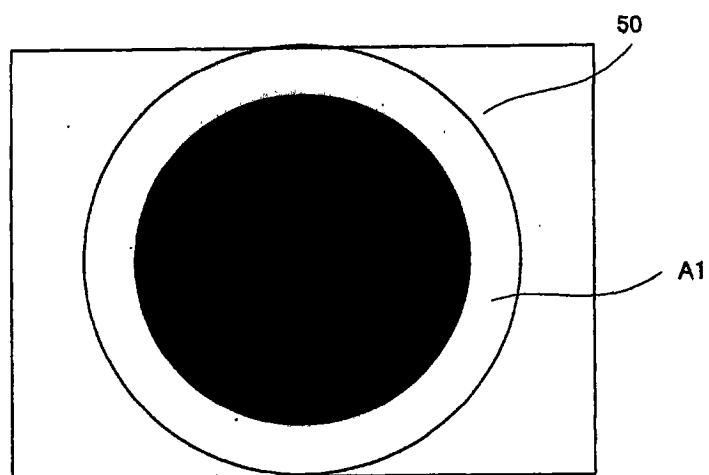
图 14



(a)



(b)



(c)

图 15

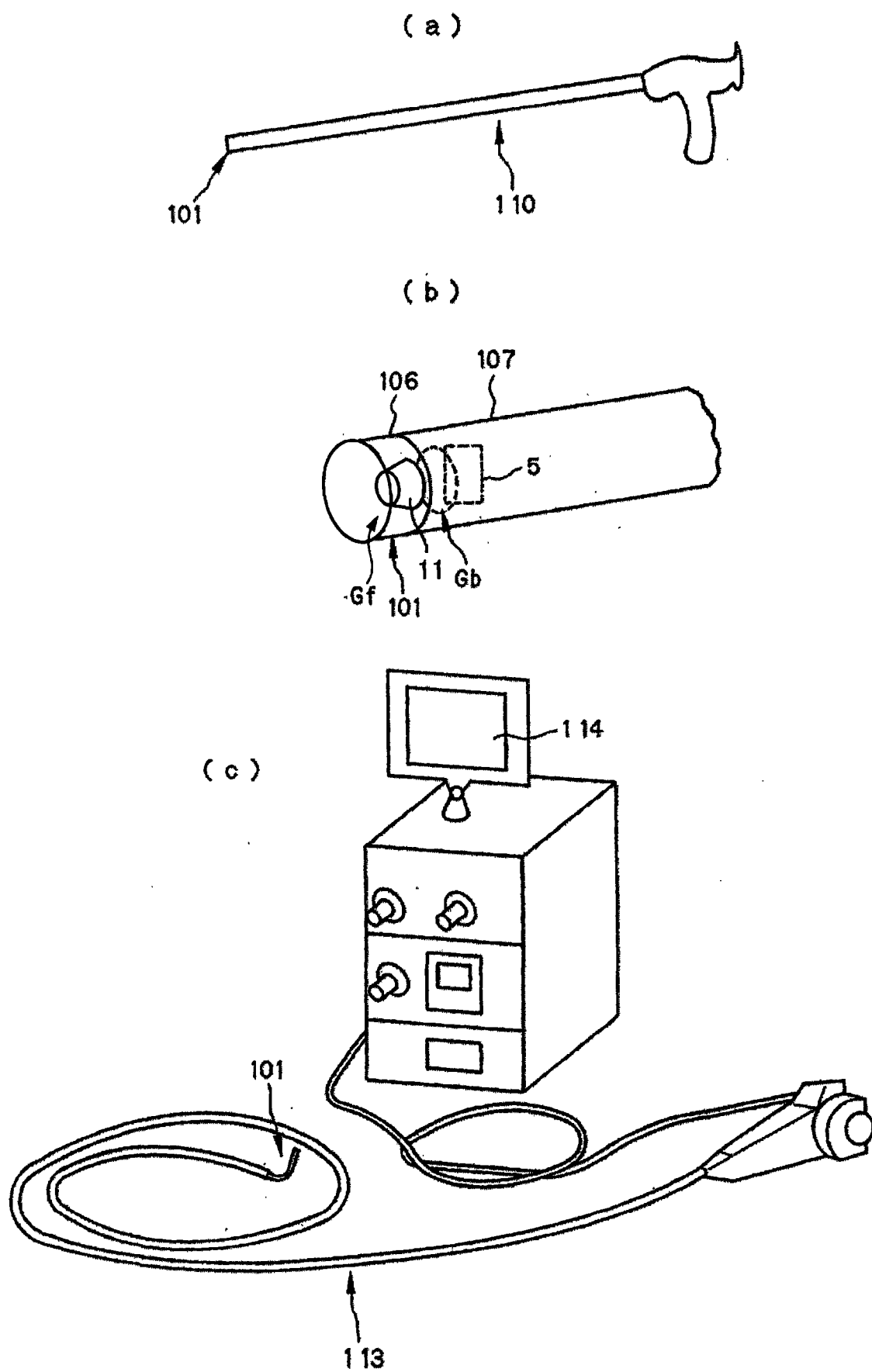


图 16

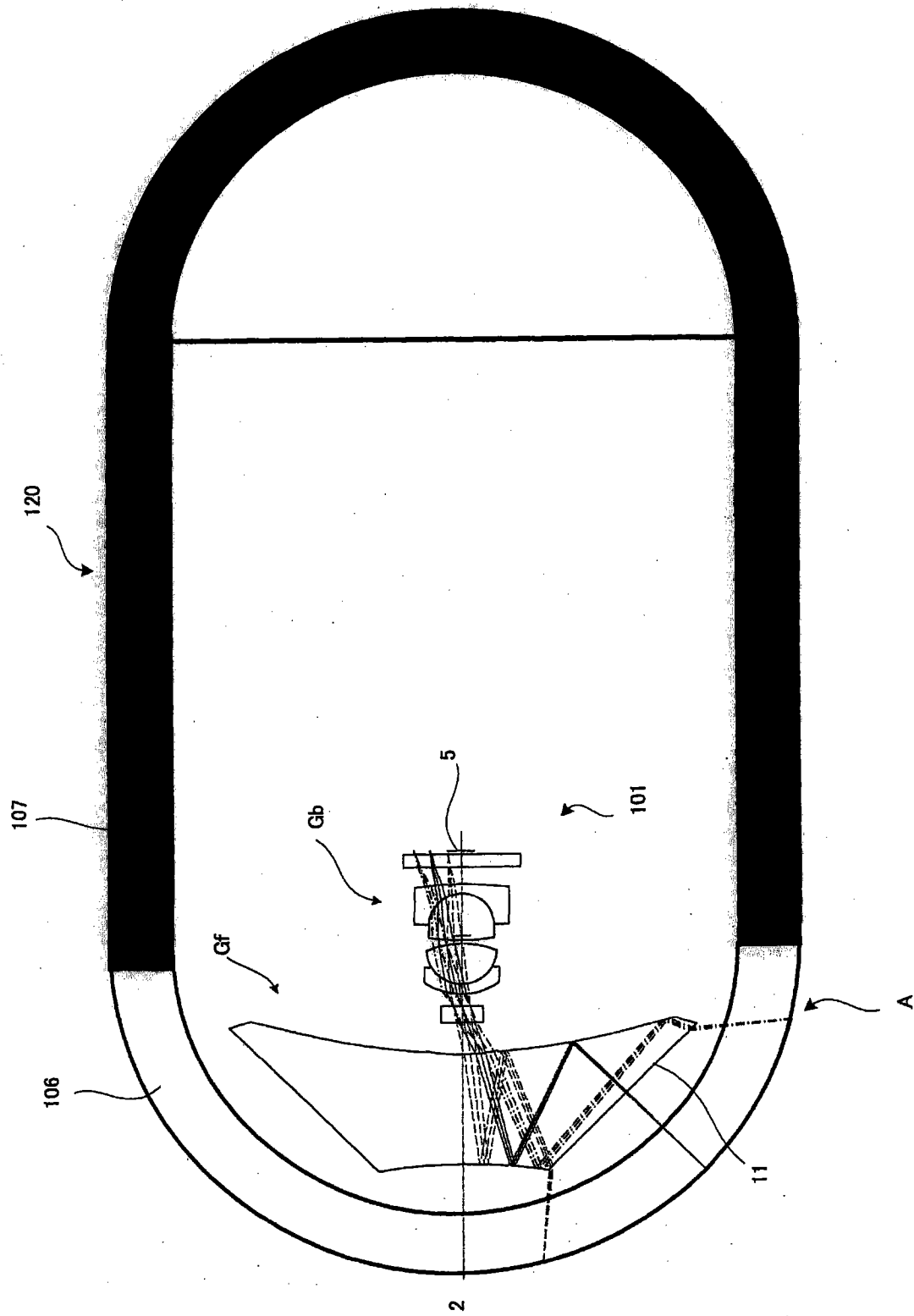


图 17

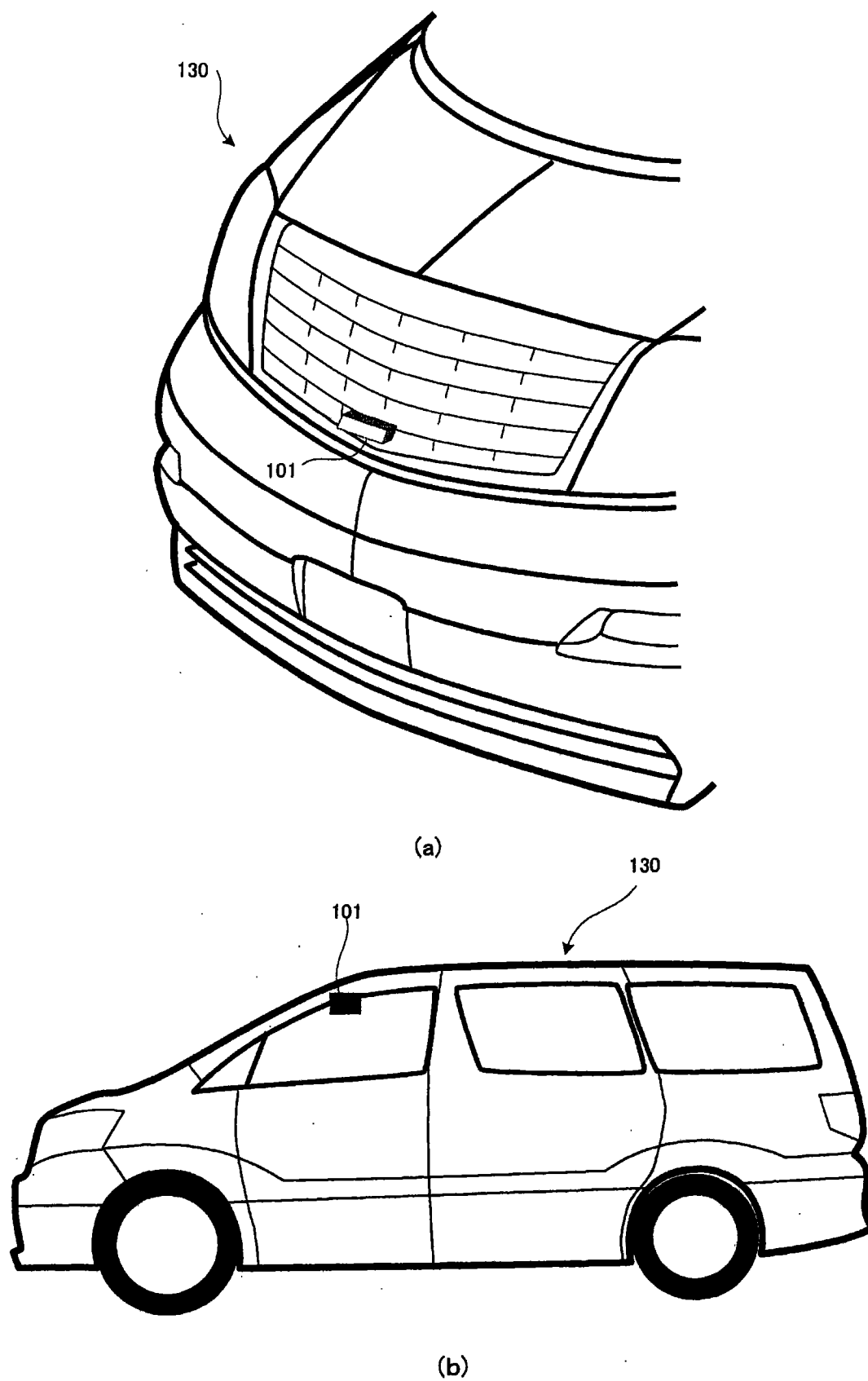


图 18

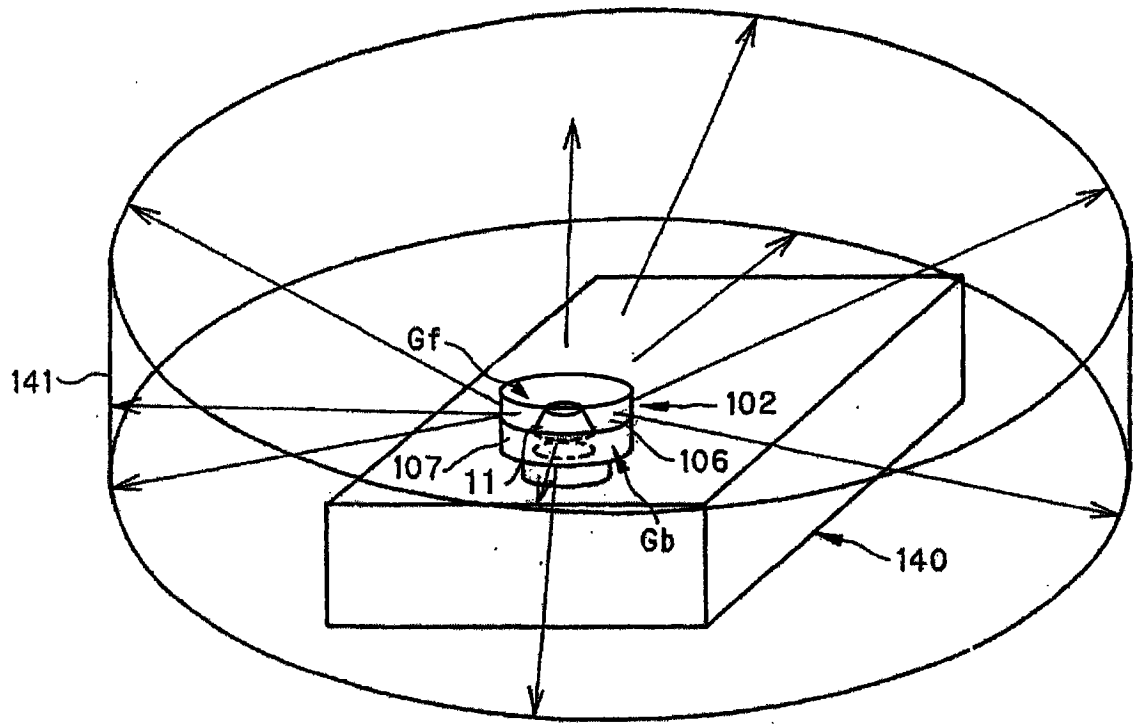


图 19

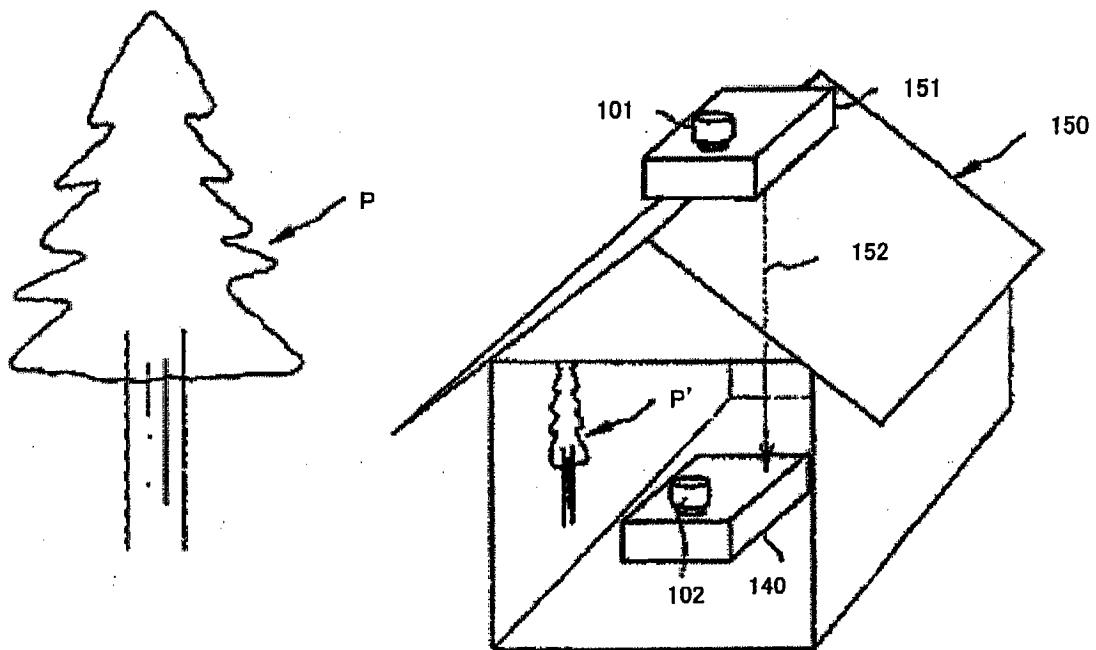


图 20

专利名称(译)	光学元件、具有该光学元件的光学系统及应用该光学元件的内窥镜		
公开(公告)号	CN101688969B	公开(公告)日	2012-03-07
申请号	CN200880024285.5	申请日	2008-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	研野孝吉		
发明人	研野孝吉		
IPC分类号	G02B13/00 A61B1/00 G02B17/08 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/041 G02B13/06 A61B1/00 G02B17/004 G02B23/243 A61B1/00096 A61B1/00181 G02B17/086		
审查员(译)	邵萌		
优先权	2007180149 2007-07-09 JP		
其他公开文献	CN101688969A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种光学元件，其由绕中心轴2旋转对称的、折射率大于1的透明介质(L1)构成，透明介质(L1)具有：第1透射面(11)；第1反射面(12)；第2反射面(13)，其相对于第1反射面(12)配置在像面(5)的相反侧的位置；以及第2透射面(14)，其配置在比第2反射面(13)更靠近像面(5)侧的位置，入射到透明介质(L1)的光束构成下述的大致Z字形的光路(A)：按照顺光线追踪的顺序，该光束经过第1透射面(11)后进入透明介质(L1)内，被第1反射面(12)反射向像面(5)的相反侧，被第2反射面(13)反射向像面(5)侧，经过第2透射面(14)后从透明介质(L1)向像面(5)侧射出到外部。

