

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780025723.5

G02B 13/04 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)
G02B 17/08 (2006.01)
G02B 23/26 (2006.01)

[43] 公开日 2009年7月15日

[11] 公开号 CN 101484834A

[22] 申请日 2007.5.15

[21] 申请号 200780025723.5

[30] 优先权

[32] 2006.7.10 [33] JP [31] 188841/2006

[32] 2007.3.14 [33] JP [31] 064962/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2007/060309 2007.5.15

[87] 国际公布 WO2008/007498 日 2008.1.17

[85] 进入国家阶段日期 2009.1.6

[71] 申请人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京

[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

代理人 黄纶伟

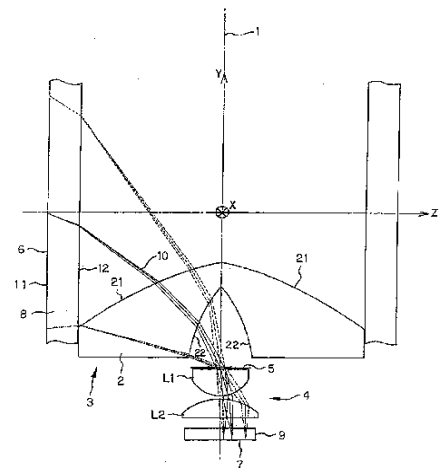
权利要求书2页 说明书12页 附图26页

[54] 发明名称

透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统

[57] 摘要

本发明涉及一种结构简单、摄影视场角宽广、尤其能对主要来自中心轴的垂直方向的映像进行摄像、小型且像差校正良好的透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统，是使围绕中心轴(1)的物体(6)在与中心轴(1)正交的平面的像面(7)上成像的成像系统，其具有围绕中心轴(1)旋转对称的前组(3)和围绕中心轴(1)旋转对称且具有正放大率的后组(4)，前组(3)至少具有1个透射光学元件(2)，该透射光学元件(2)由具有2面的围绕中心轴(1)旋转对称的透射面(21、22)、且折射率大于1的透明介质构成，透射光学元件(2)的透射面(21、22)的至少1面具有在与中心轴(1)相交的附近处、透射面(21、22)的法线和中心轴(1)构成角度的形状。



1.一种透射光学元件，其由具有 2 面的围绕中心轴旋转对称的透射面、且折射率大于 1 的透明介质构成，该透射光学元件的特征在于，至少 1 面的透射面具有在中心轴与上述透射面相交的附近处、上述透射面的法线和中心轴构成角度的形状。

2.一种光学系统，其是使围绕中心轴的物体在与中心轴正交的平面的像面上成像的成像系统，其特征在于，上述成像系统具有围绕中心轴旋转对称的前组和围绕中心轴旋转对称且具有正放大率的后组，上述前组至少具有 1 个透射光学元件，该透射光学元件由具有 2 面的围绕中心轴旋转对称的透射面、且折射率大于 1 的透明介质构成，上述透射光学元件的上述透射面中的至少 1 面具有在与中心轴相交的附近处、上述透射面的法线和中心轴构成角度的形状。

3.根据权利要求 2 所述的光学系统，其特征在于，在上述前组与上述后组之间或者在上述后组之中具有与中心轴同轴配置的开口。

4.根据权利要求 3 所述的光学系统，其特征在于，上述透射光学元件的上述透射面都具有凹面朝向上述开口的面形状。

5.根据权利要求 3 或 4 所述的光学系统，其特征在于，当以从沿着中心轴的方向的视场角中心经由上述开口中心的光线作为主光线时，在假设主光线照到上述前组的最接近物体侧的上述透射光学元件的第 1 透射面上的点、与主光线照到第 2 透射面上的点在两个面上的切线所形成的角度为 θ ($^{\circ}$) 时，满足 $1^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$ 的条件。

6.根据权利要求 2 至 4 中任意一项所述的光学系统，其特征在于，上述前组的至少最靠近物体侧的上述透射光学元件具有遮蔽来自中心轴上的光的遮光部件。

7.根据权利要求 2 至 4 中任意一项所述的光学系统，其特征在于，将圆筒状或球状的 360° 全周的映像成像在配置于上述像面上的二维摄像元件上。

8.根据权利要求 2 至 4 中任意一项所述的光学系统，其特征在于，在

与中心轴相交的附近处法线和中心轴构成角度的形状的上述透射面具有旋转对称的形状，该旋转对称的形状是使不具备对称面的任意形状的曲线绕中心轴旋转而形成的。

9.根据权利要求2至4中任意一项所述的光学系统，其特征在于，在与中心轴相交的附近处法线和中心轴构成角度的形状的上述透射面具有旋转对称的形状，该旋转对称的形状是使包含奇数次项的任意形状的曲线绕中心轴旋转而形成的。

10.根据权利要求2至4中任意一项所述的光学系统，其特征在于，上述光学系统用作将配置于像面上的图像投影到物体面上的光学系统。

11.一种内窥镜，其特征在于，其具有权利要求2至4中任意一项所述的光学系统。

12.一种胶囊型内窥镜，其特征在于，其具有权利要求2至4中任意一项所述的光学系统。

13.一种内窥镜，其特征在于，上述内窥镜在前端内部具有权利要求2至4中任意一项所述的光学系统，

上述光学系统的中心轴沿着上述内窥镜前端部的长度方向配置，

上述前端部的侧面上具有遍及整个周面的透明部，

来自物体的光通过上述透明部入射到上述光学系统。

14.一种胶囊型内窥镜，其特征在于，上述胶囊型内窥镜在内部具有权利要求2至4中任意一项所述的光学系统，

上述光学系统的中心轴配置成与上述胶囊型内窥镜的长度方向的中心轴大致平行，

上述胶囊型内窥镜的长度方向的侧面上具有遍及整个周面的透明部，

来自物体的光通过上述透明部入射到上述光学系统。

透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统

技术领域

本发明涉及透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统，尤其涉及使视场角较大的部分的物体像在平面环带状的像面上成像的物镜光学系统或摄像光学系统。

背景技术

以往，使用鱼眼镜头等广角光学系统来作为对视场角宽广的周边部进行摄像的装置。但是，进行较宽的视场角的摄像会导致光学系统构成数量的增加，从而难以应用于小型光学设备尤其是内窥镜和胶囊型内窥镜中。

以往，在专利文献 1 中提出了将胶囊型内窥镜前端的半球状的透明罩的内表面形成为圆锥面、从而使观察范围变为广角的方案，然而其原理并不明确。另外，在专利文献 2 中提出了将胶囊型内窥镜前端的透明罩前表面形成为圆锥面的方案。但是其并非使用该透明罩来实现视场角的拓宽。

[专利文献 1]日本特开 2001-174713 号公报

[专利文献 2]美国专利第 5,604,531 号说明书

发明内容

鉴于现有技术中的情况，本发明的目的在于提供一种结构简单且摄影视场角宽广，尤其可以对主要来自中心轴的垂直方向的映像进行摄像，结构小型且像差良好地得以校正的透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统。

为达成上述目的，本发明的透射光学元件通过具有 2 面的围绕中心轴旋转对称的透射面、且折射率大于 1 的透明介质构成，该透射光学元

件的特征在于，至少 1 面的透射面具有在上述透射面与中心轴相交的附近处、上述透射面的法线和中心轴构成角度的形状。

另外，本发明的光学系统是使围绕中心轴的物体在与中心轴正交的平面的像面上成像的成像系统，其特征在于，该光学系统具有围绕中心轴旋转对称的前组和围绕中心轴旋转对称且具有正放大率的后组，上述前组至少具有 1 个透射光学元件，该透射光学元件通过具有 2 面的围绕中心轴旋转对称的透射面、且折射率大于 1 的透明介质构成，上述透射光学元件的上述透射面的至少 1 面具有在上述透射面与中心轴相交的附近处、上述透射面的法线和中心轴构成角度的形状。

这种情况下，优选在上述前组与上述后组之间或者在上述后组之中具有与中心轴同轴配置的开口。

另外，优选上述透射光学元件的上述透射面都具有凹面朝向上述开口的面形状。

另外，优选为，当以由沿着中心轴的方向的视场角中心经由上述开口中心的光线作为主光线时，假设主光线照到上述透射光学元件的第 1 透射面的点与主光线照到第 2 透射面的点在 2 个面上的切线所形成的角度为 θ ($^{\circ}$)，则满足 $1^{\circ} < \theta < 90^{\circ}$ 的条件。

另外，优选为，上述前组的至少最靠近物体侧的上述透射光学元件具有遮蔽来自中心轴上的光的遮光部件。

另外，优选为，上述后组通过与中心轴同心的旋转对称光学系统构成。

另外，优选为，具有上述正放大率的后组用于校正上述前组所产生的倍率的色像差。

另外，优选为，将圆筒状或球状的 360° 全周的映像成像在配置于上述像面上的二维摄像元件上。

另外，优选为，在与中心轴相交的附近处法线和中心轴构成角度的形状的上述透射面具有旋转对称的形状，该旋转对称的形状是使不具备对称面的任意形状的曲线绕中心轴旋转而形成的。

另外，优选为，在与中心轴相交的附近处法线和中心轴构成角度的

形状的上述透射面具有旋转对称的形状，该旋转对称的形状是使包含奇数次项的任意形状的曲线绕中心轴旋转而形成的。

进而，如下光学系统也包含于本发明之中，即：用作将配置于像面上的图像投影到物体面上的光学系统。

根据如上的本发明，可以获得能够以简单的结构对视场角宽阔的映像进行摄像或投影的、小型、像差校正良好且分辨率良好的透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统。

附图说明

图 1 是沿着本发明实施例 1 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 2 是实施例 1 的光学系统的横像差图。

图 3 是表示实施例 1 的子午剖面上的物体高度和像高度的关系的图。

图 4 是表示实施例 1 的透射光学元件的变形例的剖面图。

图 5 是沿着本发明实施例 2 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 6 是实施例 2 的光学系统的横像差图。

图 7 是表示实施例 2 的子午剖面的物体高度和像高度的关系的图。

图 8 是实施例 2 的变形例的剖面图。

图 9 是实施例 2 的另一个变形例的剖面图。

图 10 是沿着本发明实施例 3 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 11 是实施例 3 的光学系统的横像差图。

图 12 是表示实施例 3 的子午剖面上的视场角和像高度的关系的图。

图 13 是沿着本发明实施例 4 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 14 是实施例 4 的光学系统的横像差图。

图 15 是表示实施例 4 的子午剖面上的视场角和像高度的关系的图。

图 16 是沿着本发明实施例 5 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 17 是实施例 5 的光学系统的横像差图。

图 18 是表示实施例 5 的子午剖面上的视场角和像高度的关系的图。

图 19 是沿着本发明实施例 6 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 20 是实施例 6 的光学系统的横像差图。

图 21 是表示实施例 6 的子午剖面上的视场角和像高度的关系的图。

图 22 是沿着本发明实施例 7 的光学系统的中心轴截取的剖面图。

图 23 是实施例 7 的光学系统的横像差图。

图 24 是表示实施例 7 的子午剖面上的视场角和像高度的关系的图。

图 25 是用于表示使用本发明的宽视场角摄影光学系统作为内窥镜前端的摄影光学系统的例子的图。

图 26 是用于表示使用本发明的宽视场角摄影光学系统作为胶囊型内窥镜的摄影光学系统的例子的图。

具体实施方式

下面根据实施例来说明本发明的透射光学元件和光学系统。

图 1 是沿着实施例 1 的光学系统的中心轴（旋转对称轴）1 截取的剖面图。并且，在下面的说明中，是作为使围绕中心轴 1 旋转对称的物体面 6 的像在与中心轴 1 正交的平面的像面 7 上成像的成像光学系统来进行说明的，然而也可以用作将光路逆转而使像面 7 投影到物体面 6 上的投影光学系统。

首先，根据图 1 的实施例 1 说明本发明的透射光学元件和光学系统。图 1 的光学系统包括前组 3 的后组 4，前组 3 至少具有 1 个围绕中心轴 1 旋转对称的形状的透射光学元件 2，后组 4 相对前组 3 配置于像面 7 侧，由通常的旋转对称光学系统构成，围绕中心轴 1 旋转对称并具有正放大率；在前组 3 与后组 4 之间或者在后组 4 的内部，与中心轴 1 同轴配置有开口光圈 5。

在本实施例中，作为前组 3 的构成要素的 1 个透射光学元件 2 的两个透射面 21、22 都按照本发明在包含中心轴 1 的剖面（图 1 的面）上且在偏离中心轴 1 的位置上配置了任意的曲线，通过使曲线围绕中心轴 1 旋转而成的扩张旋转自由曲面构成，透射面 21、22 都具有在中心轴 1 的附近处透射面 21、22 的法线和中心轴 1 构成角度的形状。并且后面将详细叙述扩张旋转自由曲面。

由于前组 3 的透射光学元件 2 按照这样具有由扩张旋转自由曲面构

成的至少 1 面透射面 21、22，并且具有在与中心轴 1 相交的附近处该透射面 21、22 的法线和中心轴 1 构成角度的形状，因此在包含中心轴 1 的剖面（子午剖面）中，通过较强的楔效果将来自中心轴 1 的周围的像的光束转换为来自后组 4 前方（沿着中心轴 1 的方向）的像的光束。后组 4 用作如下光学系统：将通过前组 3 转换了视场角的前方的像（实像或虚像）在像面 7 上投影成环带状的像。

作为转换视场角的视场角转换元件的前组 3 的透射光学元件 2 的形状是通过使子午剖面的厚度随着从中心轴 1 朝向周围而变厚的形状的大致楔形的形状围绕中心轴 1 旋转而得到的，这一点十分重要。在该楔形形状的折射作用下，通过以中心轴 1 为旋转中心配置为旋转对称，从而能够顺畅地将来自与中心轴 1 大致正交的方向的光束引导至后组 4。

另一方面，在现有的鱼眼镜头等中，将同样较强的负凹凸形状的镜头配置在第 1 面上而获得同样的效果，然而在不特别需要中心轴 1 上的成像性能的情况下，面的形状无需在中心轴 1 附近处连续，这是因为不连续的情况会更易于获得周围的折射作用。

因此，本实施例中，两个透射面 21、22 都在中心轴 1 的位置上构成不连续的面。

另外，通过在透射光学元件 2 的像侧配置与中心轴同轴的开口光圈 5 和具有正放大率的光学系统（后组 4），从而仅允许被开口光圈 5 所限制的光束向后组 4 入射，能够对对比度良好的映像进行摄像或投影。

更为优选的是，为了减少映像差的产生，将透射光学元件 2 的两个透射面 21、22 都构成为凹面朝向开口光圈 5 的面形状，这点是十分重要的。

进一步优选的是，如图 4 所示，使透射面 21、22 的中心轴 1 附近处的区域相互形成为平行面 23、24 等不连续的光学面，从而还能将中心轴 1 方向的映像成像在像面 7 上后进行摄像。

更优选的是，在将从视场角中心经由开口光圈 5 中心的光线作为主光线 10 时，假设主光线 10 照到最接近物体侧的透射光学元件 2 的第 1 透射面 21 的点与主光线 10 照到第 2 透射面 22 上的点在两个面上的切线

所形成的角度为 θ ($^{\circ}$)，则满足如下条件：

$$1^{\circ} < \theta < 90^{\circ} \quad (1)。$$

如果不足上述条件式 (1) 的下限 1° ，则透射光学元件 2 的视场角的转换量变小，无法获得宽广的周边视野。另外，如果超过上限 90° ，则视场角的转换量变得过大，产生的色像差变大，无法在其他面上进行校正。

进一步优选的是，在按照这样需要增大转换角的情况下，最好使用两组以上基于本发明的透射光学元件。

更为优选的是，满足如下条件：

$$10^{\circ} < \theta < 60^{\circ} \quad (1-1)。$$

后述实施例 1~7 的 θ 的值如下。

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6	实施例 7
θ	44.60°	45.79°	58.62°	34.215°	33.667°	30.962°	25.8923°

进一步优选的是，具有正放大率的后组 4 由与中心轴 1 同心且旋转对称的光学系统构成，从而也能将透射光学元件 2 用作通常的光学系统的辅助光学系统。

更为优选的是，由于透射光学元件 2 具有较强的楔作用，因而期望通过色散较少的玻璃材料来进行制作，然而色散较少的（色散系数较大）玻璃折射率也较低，在校正像差上由透射光学元件 2 产生的色像差会变大。这种情况下，通过使用后组 4 来校正由透射光学元件 2 产生的色像差，能提升分辨率。另外，由于透射光学元件 2 上产生的色像差主要是倍率的色像差，因此，在为摄像光学系统时，通过校正电子摄像得到的图像大小，或者在为投影光学系统时，事先按照每种颜色校正显示元件上的映像大小，从而能获得整体上色像差较少且分辨率较高的映像。

进一步优选的是，本实施例中通过旋转对称的面形状而获得楔效果，然而不限于此，可以通过 HOE、DOE、杂质介质、菲涅耳透镜等具有使光线（电磁波）折射的作用的透射面来实现，此时将折射作用设定为在中心轴 1 附近处不连续是很重要的，只要是具有将入射的光线与中心轴 1 所形成的角度由大向小进行转换的作用，就可以使用任意的面。

进而，由这样的透射光学元件 2、与中心轴 1 同轴配置的开口光圈 5、

同轴的具有正放大率并具备聚光作用的后组 4 构成。

更为优选的是，在透射光学元件 2 的透射面 21、22 中，在弧矢剖面（与子午剖面正交且包含主光线 10 的剖面）和子午剖面上形成为放大率不同的面，因此会产生非点像差。所产生的该非点像差是旋转对称的非点像差，然而并非在旋转对称系统中所产生的单纯的非点像差。因此，优选将具有校正该非点像差的作用的非球面配置在像面 7 附近。

进一步优选的是，关于校正非点像差的面，将弧矢剖面与子午剖面上放大率不同的扩张旋转自由曲面配置在像面附近。

进而，透射光学元件 2 的透射面 21、22 使用旋转对称的面形状，该旋转对称的面形状是使不具备对称面的任意形状的曲线围绕中心轴 1 旋转而形成的，从而可以校正视场角周边部分的失真。

进而，前组 3 的至少最靠近物体侧的上述透射光学元件 2 优选具有遮蔽来自中心轴 1 上的光线的遮光部件。由于来自物体面 6 的成像光不会入射到透射光学元件 2 的中心轴 1 附近，因此可以通过遮光部件来遮蔽该位置，从而防止杂光等不必要的光入射到光学系统。

更为优选的是，该曲线是包含奇数次项在内的任意形状的曲线。可以通过该奇数次项对视场角中心赋予上下非对称的形状，这在校正像差上是优选的。

下面进一步详细说明本发明光学系统的实施例 1~7。后面将描述这些光学系统的构成参数。例如图 1 所示，这些实施例的构成参数基于从物体面 6 经过前组 3 和后组 4 到达像面 7 的顺光线追踪的结果而得到。

例如图 1 所示，坐标系在顺光线追踪之中，以将主光线 10 与物体面 6 相交的点投影到旋转对称轴（中心轴）1 上的点（实施例 1、2）、或将主光线 10 与透射光学元件 2 的第 1 透射面 21 相交的点投影到旋转对称轴（中心轴）1 上的点（实施例 3~7）作为偏心光学系统的偏心光学面的原点，以偏离旋转对称轴（中心轴）1 的像面 7 的方向作为 Y 轴正方向，设图 1 的纸面内为 Y-Z 平面。而且，以图 1 的纸面内的当前认为的物体侧的相反侧方向作为 Z 轴正方向，以 Y 轴、Z 轴和构成右手正交坐标系的轴作为 X 轴正方向。

针对偏心面，赋予：从定义了该面的坐标系的上述光学系统的原点的中心起的偏心量（X轴方向、Y轴方向、Z轴方向分别为X、Y、Z），以及坐标系的倾角（分别为 α 、 β 、 γ （°）），该坐标系定义分别以定义在光学系统原点上的坐标系的X轴、Y轴、Z轴为中心的各面。这种情况下，正的 α 和 β 表示相对于各轴的正方向逆时针旋转，正的 γ 表示相对于Z轴的正方向顺时针旋转。并且，面的中心轴的 α 、 β 、 γ 的旋转方法是，首先使定义各面的坐标系绕定义于光学系统原点上的坐标系的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 ，然后绕该旋转后的又一个新坐标系的Z轴顺时针旋转 γ 。

另外，在构成各实施例的光学系统的光学作用面之中，在特定的面和与其连续的面构成共轴光学系统的情况下，被赋予面间隔，另外还按照通常方法来赋予面的曲率半径、介质的折射率、色散系数。

并且，后述的构成参数中没有记载数据的非球面所涉及的项为0。折射率、色散系数的表述是相对于d线（波长587.56 nm）而言的。长度单位是mm。如上所述，各面的偏心是用从上述光学系统原点起的偏心量来表示。

并且，扩张旋转自由曲面是通过如下定义所赋予的旋转对称面。

首先，在Y-Z坐标面上确定经过原点的如下曲线（b）。

$$Z=(Y^2/R_Y)/[1+\{1-(C_1+1)Y^2/R_Y^2\}^{1/2}]C_2Y+C_3Y^2+C_4Y^3+C_5Y^4+C_6Y^5 \\ +C_7Y^6+\dots+C_{2l}Y^{2l}+\dots+C_{n+1}Y^n+\dots \quad (b)$$

接着，确定使该曲线（b）朝向X轴正方向且以左旋转为正旋转了角度 θ （°）的曲线F（Y）。该曲线F（Y）也在Y-Z坐标面上经过原点。

将使该曲线F（Y）向Z正方向平行移动距离R（为负时为Z负方向），之后可以将平行移动后的曲线旋转该绕Y轴而得的旋转对称面作为扩张旋转自由曲面。

其结果，扩张旋转自由曲面在Y-Z面内为自由曲面（自由曲线），在X-Z平面内成为半径|R|的圆。

根据该定义，Y轴成为扩张旋转自由曲面的轴（旋转对称轴）。

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 等分别是1次、2次、3次、4次等的非球面系数。

而且，在本发明的光学系统中，优选前组3的至少1面的透射面是这种扩张旋转自由曲面。通过至少1个透射面具备这种面形状，从而可以使前组3在子午剖面内具有较强的楔作用，可以对宽视场角的映像进行摄影或投影。

图1表示沿着实施例1的光学系统的中心轴（旋转对称轴）1截取的剖面图。

该实施例的光学系统包括前组3和后组4；前组3由绕中心轴1旋转对称且折射率大于1的透明介质制造的透射光学元件2构成；后组4相对于前组3配置在像面7侧，由包括两组两个的透镜系统构成，且绕中心轴1旋转对称并具有正放大率；在前组3和后组4之间与中心轴1同轴配置有开口光圈5；在包含中心轴1的剖面上，透射光学元件2的第1透射面21由尖头形状的扩张旋转自由曲面形成，该尖头形状的扩张旋转自由曲面是以中心轴1为旋转对称轴，使在离开中心轴1的位置上具有中心的圆弧所构成的曲线进行旋转而得到的；第2透射面22也同样是由以中心轴1为旋转对称轴，使在离开中心轴1的位置上具有中心的圆弧所构成的曲线旋转而得到的尖头形状的扩张旋转自由曲面形成的；第1透射面21和第2透射面22都呈凹面朝向开口光圈5的面形状。而且，透射面21、22都成为在中心轴1与透射面21、22相交的附近处透射面21、22的法线和中心轴1构成角度的形状；在包含中心轴1的剖面上，随着从中心轴1朝向周边，呈现出子午剖面的厚度变厚的大致楔形的形状。

而且，在该实施例中，物体面6由与中心轴1同心的外圆筒面11、内圆筒面12构成，与该实施例的光学系统的保护用透明圆筒体8的外圆筒面11一致。

后组4通过平凸正透镜L1和凸平正透镜L2构成，开口光圈5配置在平凸正透镜L1正前方。而且，该光学系统的像面7与平行平板9的背面一致。

并且，可以在该实施例中省略透明圆筒体8和平行平板9。

由于采用这种构成，所以圆筒状的物体面 6 的 ± 4 mm 的宽视场角的物体的图像经过绕中心轴 1 旋转对称的透射光学元件 2 和光圈 5 和后组 4 的透镜系统，在与中心轴 1 垂直的平面状的像面 7 上成像为环带状。

该实施例 1 的规格为，

物体高度	± 4 mm
开口数 (NA)	0.1
像的大小	$\phi 0.26 \sim \phi 1.64$ mm。

图 2 表示该实施例的光学系统的横像差。在该横像差图中，中央表示的数字表示相对物体高度，表示该物体高度上 Y 方向（子午方向）与 X 方向（弧矢方向）的横像差。如下在实施例 2 中也相同。

另外，图 3 示出该实施例的子午剖面上的物体高度 (mm) 与像高度 (mm) 的关系。图中线性的直线表示物体高度和像高度处于线性关系的情况。以下在实施例 2 中也相同。

图 5 示出沿着实施例 2 的光学系统的中心轴（旋转对称轴）1 截取的剖面图。

该实施例的光学系统基本上与实施例 1 的光学系统相同，是在透射光学元件 2 的中心设有孔 13 的光学系统，包括前组 3 和的后组 4；前组 3 由绕中心轴 1 旋转对称且折射率大于 1 的透明介质制造的透射光学元件 2 构成；后组 4 相对于前组 3 配置在像面 7 侧，通过包括两组两个的透镜系统构成，绕中心轴 1 旋转对称并具有正放大率；在前组 3 和后组 4 之间与中心轴 1 同轴配置有开口光圈 5；在包含中心轴 1 的剖面上，透射光学元件 2 的第 1 透射面 21 由尖头形状的扩张旋转自由曲面形成，该尖头形状的扩张旋转自由曲面是以中心轴 1 为旋转对称轴使在离开中心轴 1 的位置上具有中心的圆弧所构成的曲线旋转而得到的；第 2 透射面 22 也同样是由以中心轴 1 为旋转对称轴使在离开中心轴 1 的位置上具有中心的圆弧所构成的曲线旋转而得到的尖头形状的扩张旋转自由曲面形成的；第 1 透射面 21 和第 2 透射面 22 都呈将凹面朝向开口光圈 5 的面形状。而且透射面 21、22 都成为在中心轴 1 与透射面 21、22 相交的附近处透射面 21、22 的法线和中心轴 1 构成角度的形状，在包含中心轴 1 的

剖面上，随着从中心轴 1 朝向周边，呈现出子午剖面的厚度变厚的大致楔形的形状。另外，透射面 21 和透射面 22 在中心轴 1 的附近处相交，以中心轴 1 为中心的孔 13 形成在正中央。

而且，在该实施例中，物体面 6 由与中心轴 1 同心的外圆筒面 11、内圆筒面 12 构成，与该实施例的光学系统的保护用透明圆筒体 8 的外圆筒面 11 一致。

后组 4 通过平凸正透镜 L1 和凸平正透镜 L2 构成，开口光圈 5 配置在平凸正透镜 L1 正前方。而且该光学系统的像面 7 与平行平板 9 的背面一致。

并且，在该实施例中可以省略透明圆筒体 8 和平行平板 9。

由于采用这种构成，所以圆筒状的物体面 6 的 ± 2 mm 的宽视场角的物体的图像经由绕中心轴 1 旋转对称的透射光学元件 2 和光圈 5 和后组 4 的透镜系统，在与中心轴 1 垂直的平面状的像面 7 上成像为环带状。

该实施例 2 的规格为，

物体高度	± 2.00 mm
开口数 (NA)	0.01
像的大小	$\phi 0.45 \sim \phi 1.26$ mm。

图 6 表示该实施例的光学系统与图 2 相同的横像差。

另外，图 7 表示该实施例的子午剖面上的物体高度 (mm) 与像高度 (mm) 的关系。

在该实施例中，透射光学元件 2 的第 2 透射面 22 配置为与中心轴 1 平行，并且构成为相对于与中心轴 1 正交的平面呈面对称的形状。

图 8 表示该实施例 2 的变形例的剖面图。本实施例中，相对于与中心轴 1 正交的平面呈面对称的方式配置本实施例的两个光学系统，此时将一个光学系统的透射光学元件 2 与另一个光学系统的透射光学元件 2' 构成为共通的 1 个透射光学元件 20，在沿着该透射光学元件 20 的中心轴 1 的方向的上下，配置各个后组 4、4' 和像面 7、7'，将位于共通的透明圆筒体 8 的外圆筒面上且排列为上下一致的物体面 6、6' 的图像成像在各个像面 7、7' 上，本实施例可以同时对比较宽的物体面进行摄像。

图 9 表示该实施例 2 的另一个变形例的剖面图。该实施例是通过如下而进一步减小了整体尺寸的实施例：在该实施例的光学系统的前组 3 与后组 4 之间配置与中心轴 1 正交的平面镜 14 以折回光路，并在透射光学元件 2 的中心的孔 13 内配置后组 4 和像面 7。

图 10 表示沿着实施例 3 的光学系统的中心轴（旋转对称轴）1 截取的剖面图。

该实施例的光学系统是如下光学系统：通过在中心轴 1 上具有中心的凸球面来构成透射光学元件 2 的第 1 透射面 21，通过以中心轴 1 为旋转对称轴使具有高次项的曲线旋转而得到的尖头形状的扩张旋转自由曲面仅构成第 2 透射面 22，并且将后组 4 为两组 4 个的镜头结构；该实施例的光学系统包括前组 3 和的后组 4，前组 3 由绕中心轴 1 旋转对称且折射率大于 1 的透明介质制造的透射光学元件 2 构成；后组 4 相对于前组 3 配置在像面 7 侧，通过包括两组 4 个的透镜系统构成，且绕中心轴 1 旋转对称并具有正放大率；在前组 3 和后组 4 之间与中心轴 1 同轴配置有开口光圈 5，透射光学元件 2 的第 1 透射面 21 在中心轴 1 上具有中心，通过凸面朝向 Y 轴正方向的球面形成；第 2 透射面 22 由尖头形状的扩张旋转自由曲面形成，该尖头形状的扩张旋转自由曲面是以中心轴 1 为旋转对称轴来旋转对球面项施加了 Y 的 3 次项和 4 次项的曲线而得到的，第 1 透射面 21 和第 2 透射面 22 都呈将凹面朝向开口光圈 5 的面形状。而且第 2 透射面 22 成为在与中心轴 1 相交的附近处该透射面 22 的法线和中心轴 1 构成角度的形状，在包含中心轴 1 的剖面上，随着从中心轴 1 朝向周边，透射光学元件 2 呈现出子午剖面的厚度变厚的大致楔形的形状。

而且在该实施例中，物体面 6 被设定为在 -Z 轴方向上无限远。

后组 4 通过平凹负透镜 L1 和双凸正透镜 L2 的接合透镜以及双凸正透镜 L3 和平凹负透镜 L4 的接合透镜构成，开口光圈 5 配置在平凹负透镜 L1 正前方。而且，该光学系统的像面 7 与平行平板 9 的背面一致。并且可以在该实施例中省略平行平板 9。

由于采用这种构成，所以无限远的视场角范围为 65° 的宽视场角的物

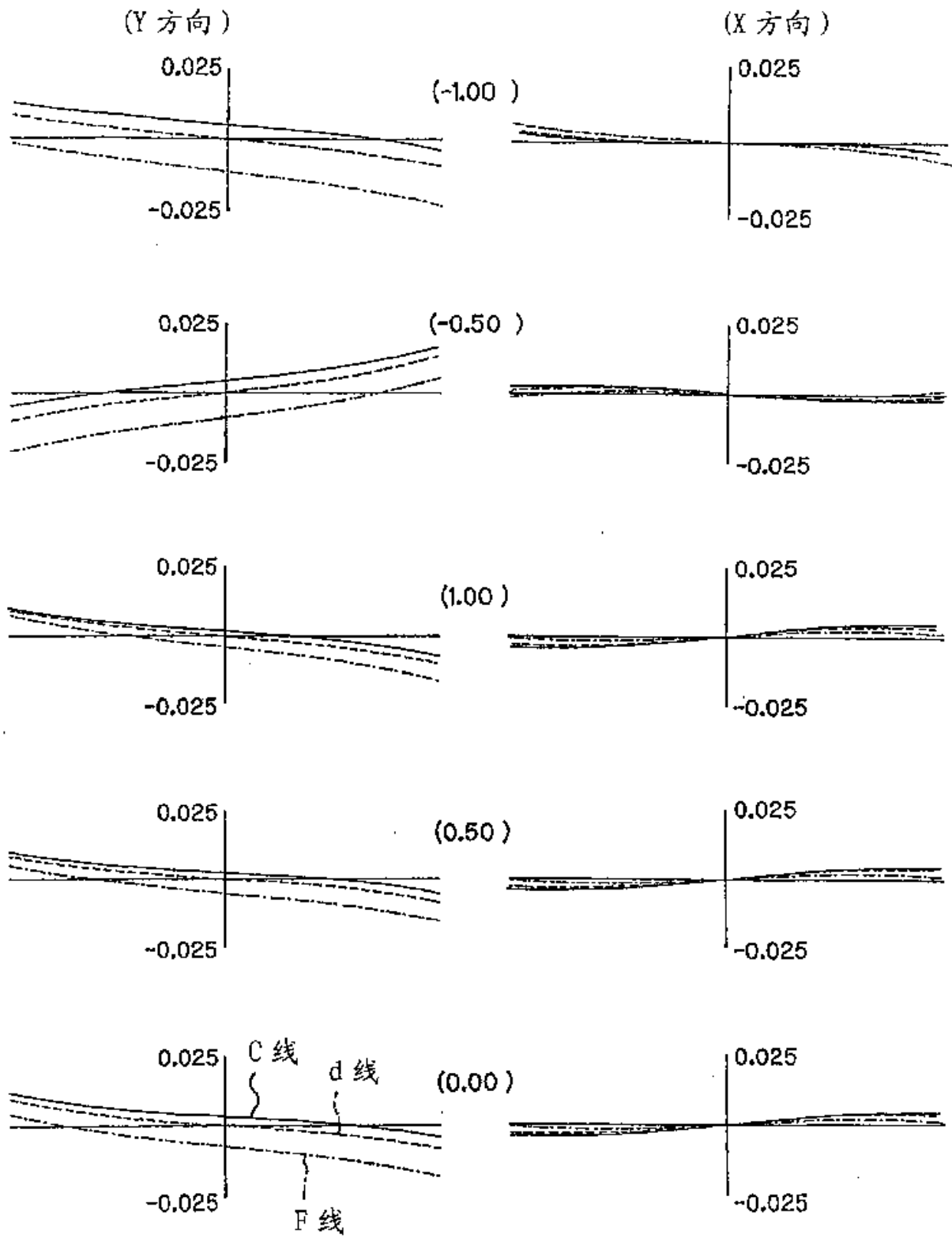


图 2

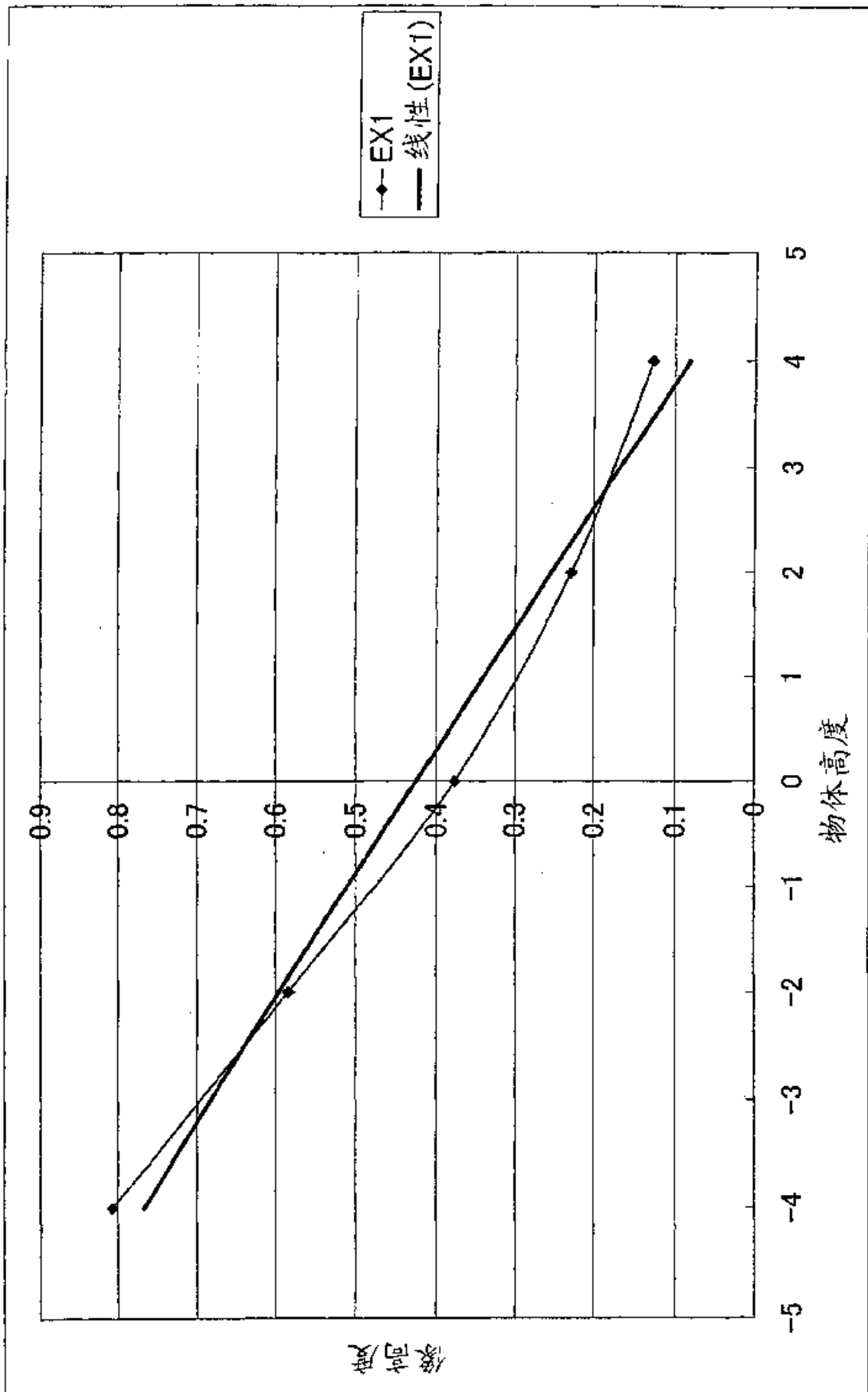


图 3

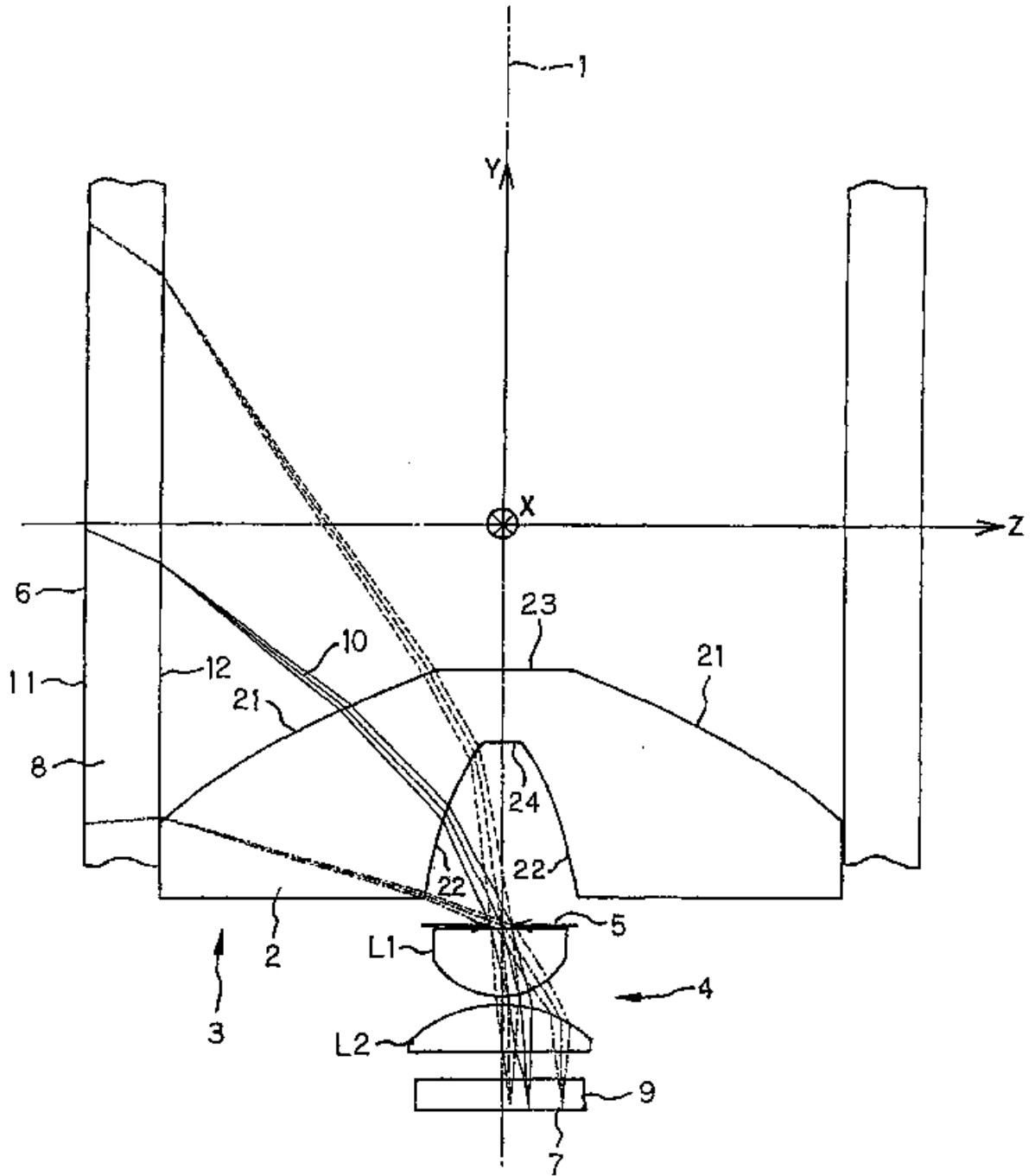


图 4

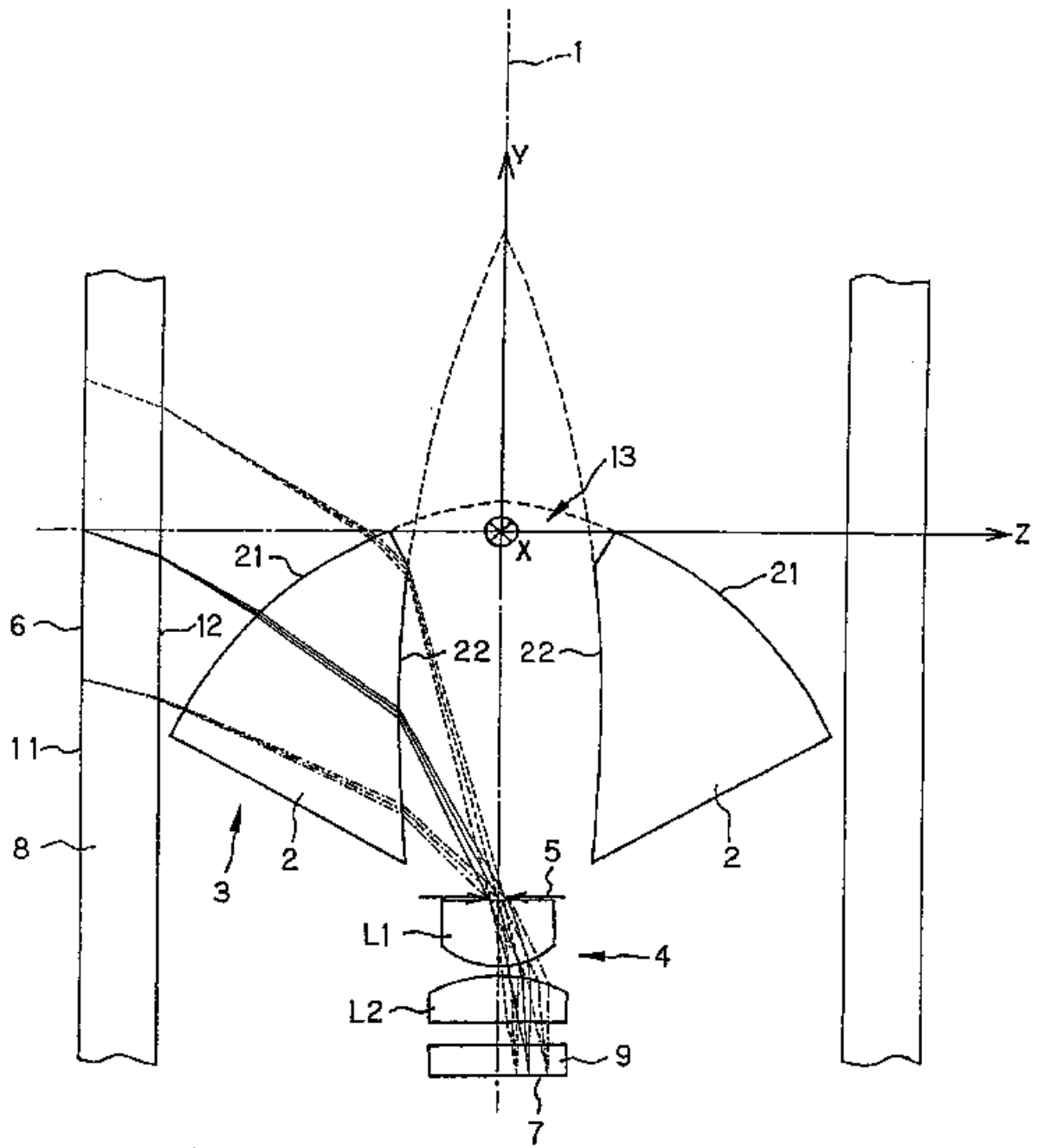


图 5

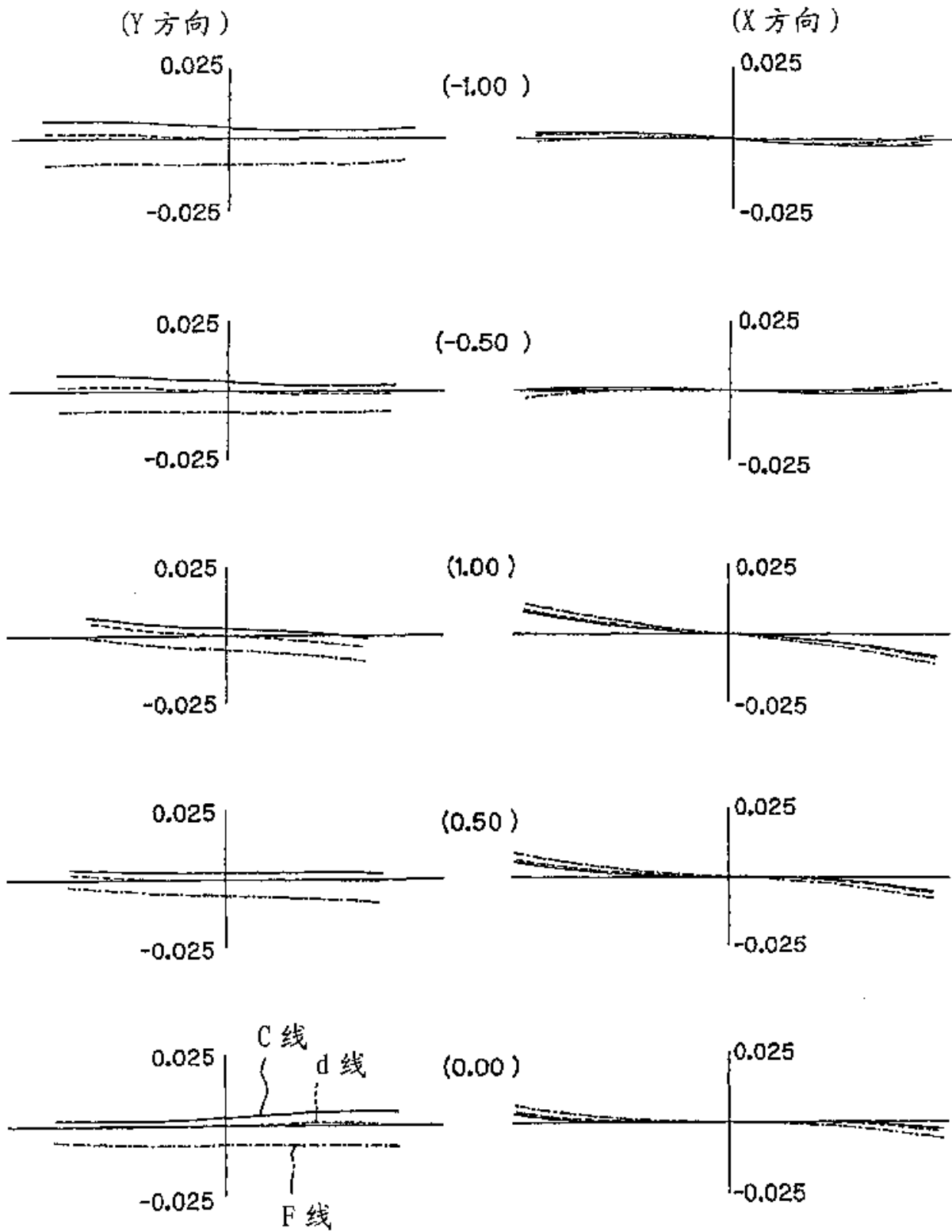


图 6

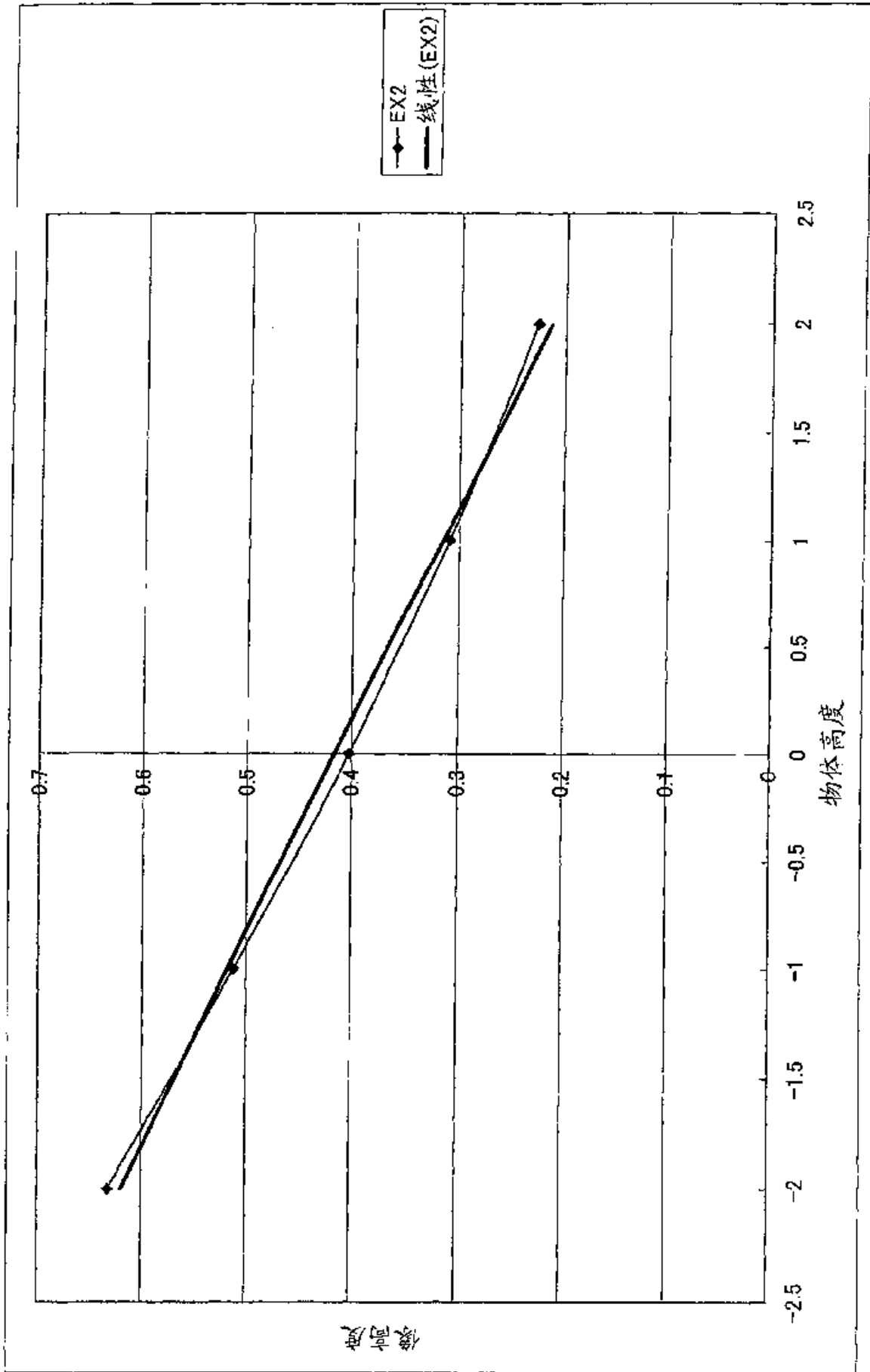


图7

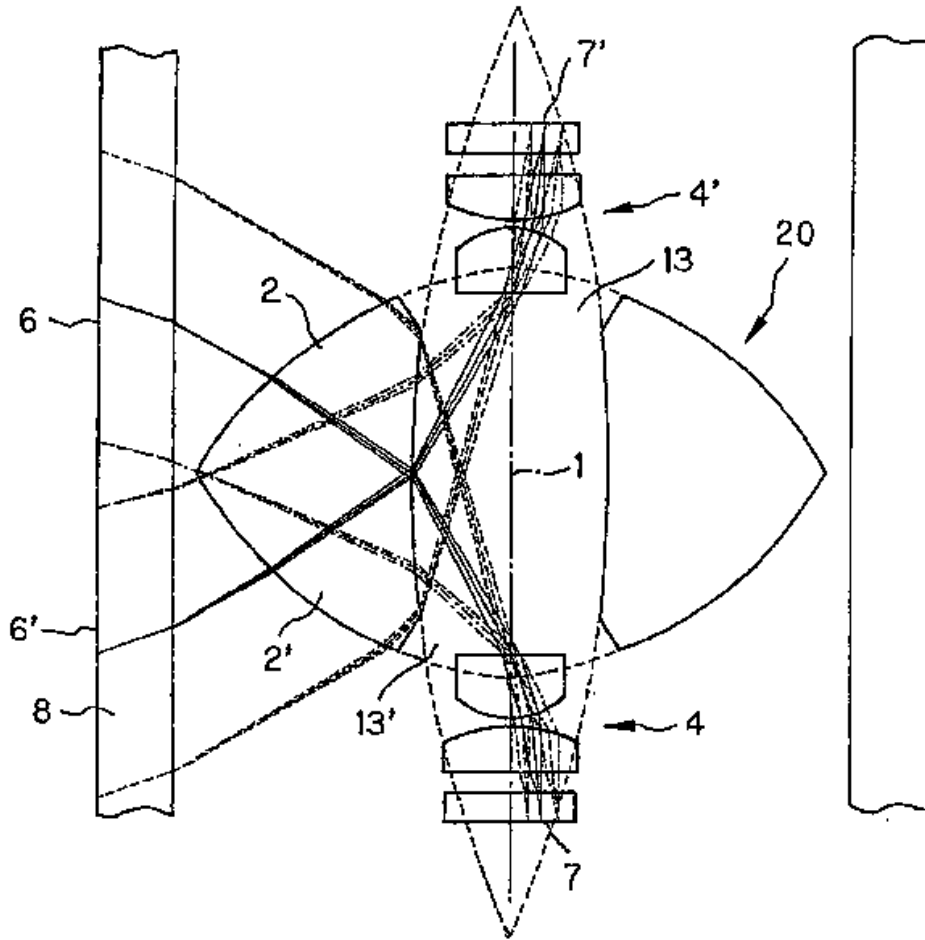


图 8

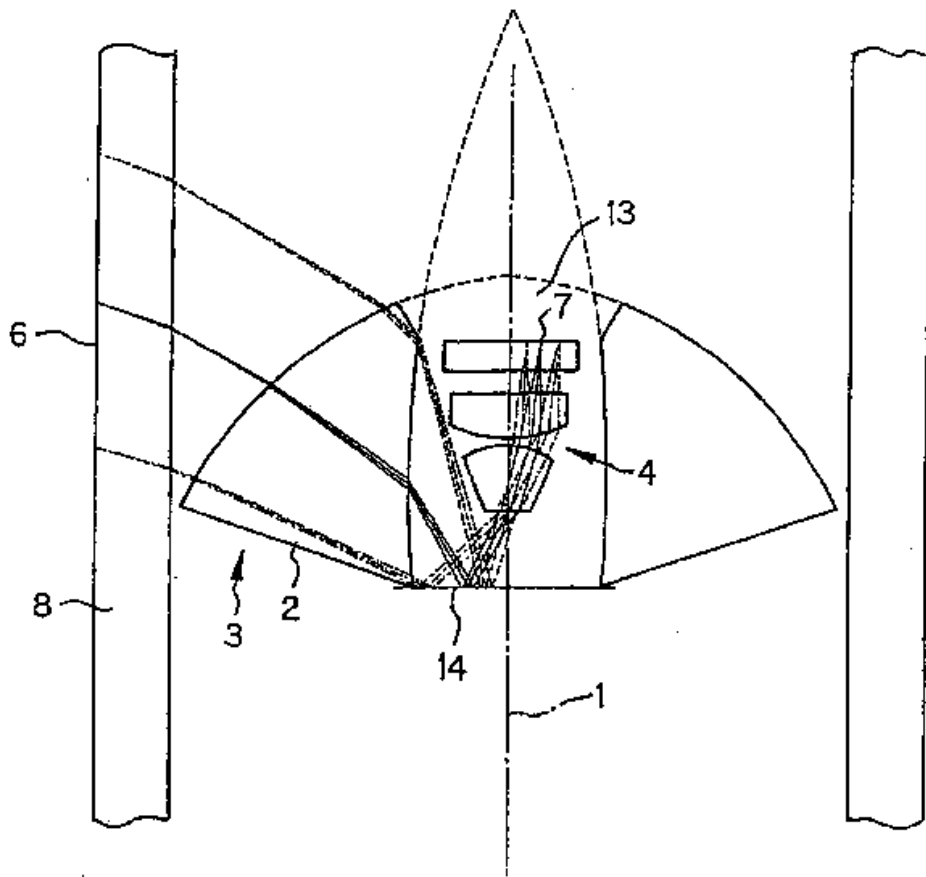


图 9

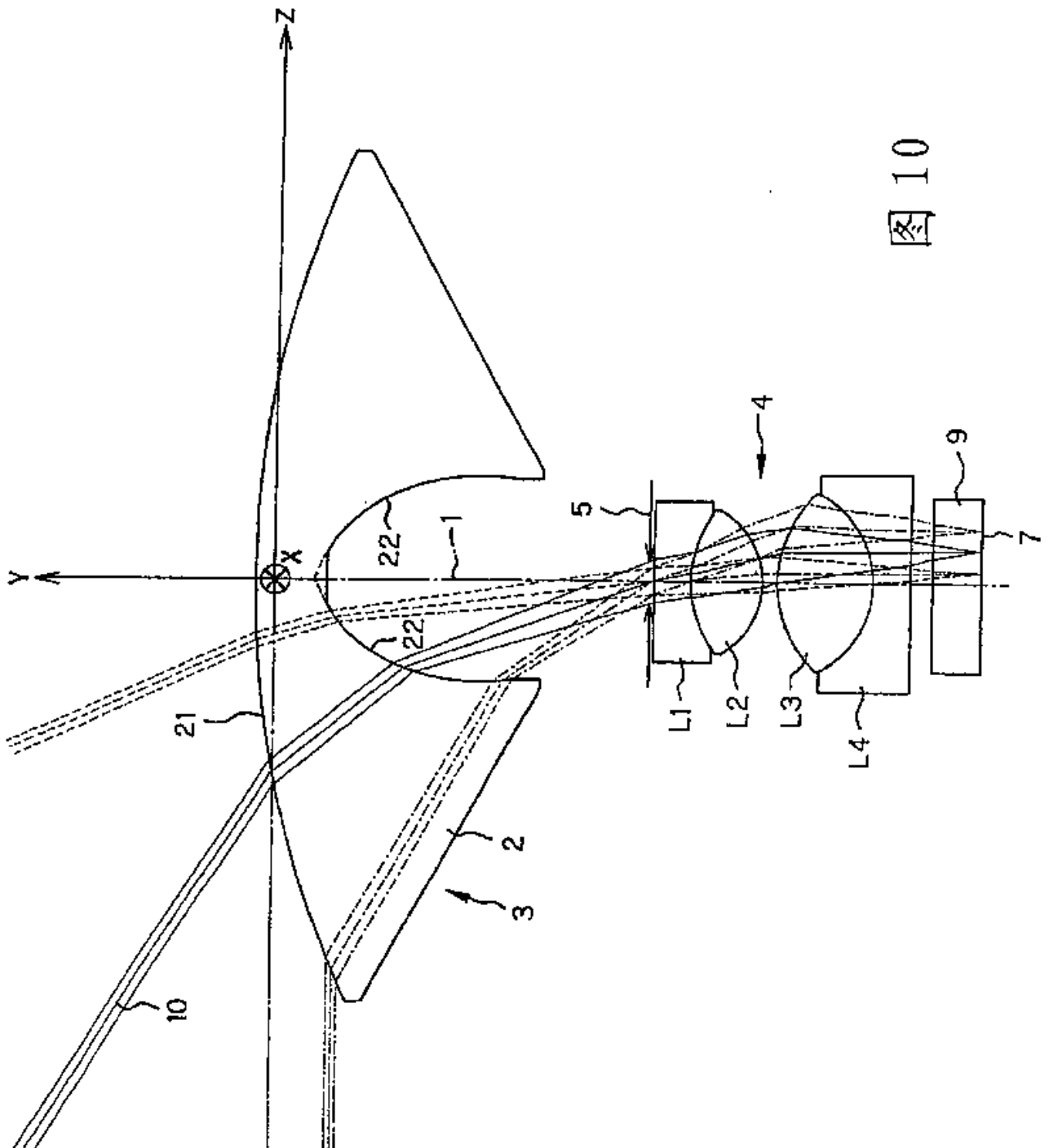


图 10

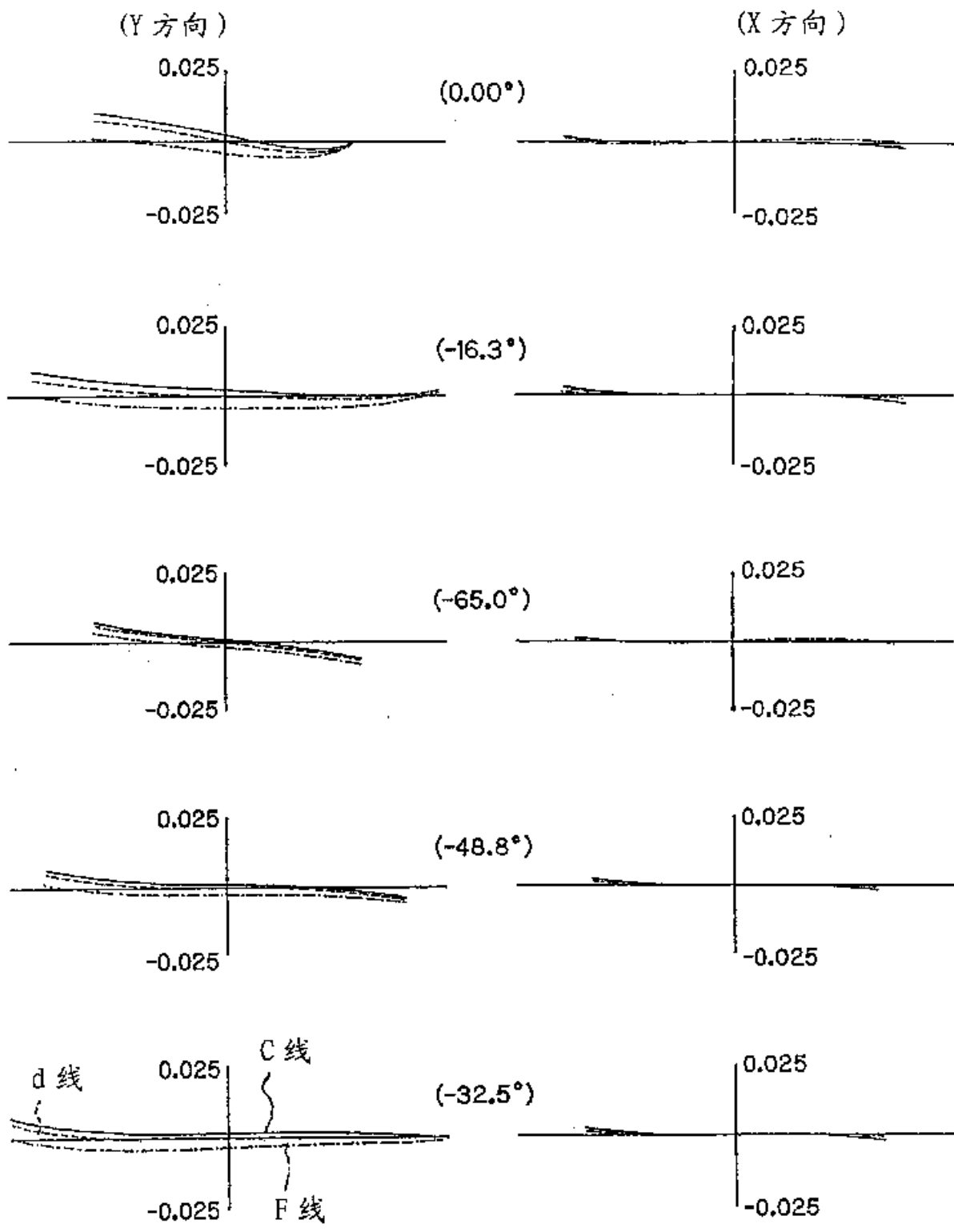


图 11

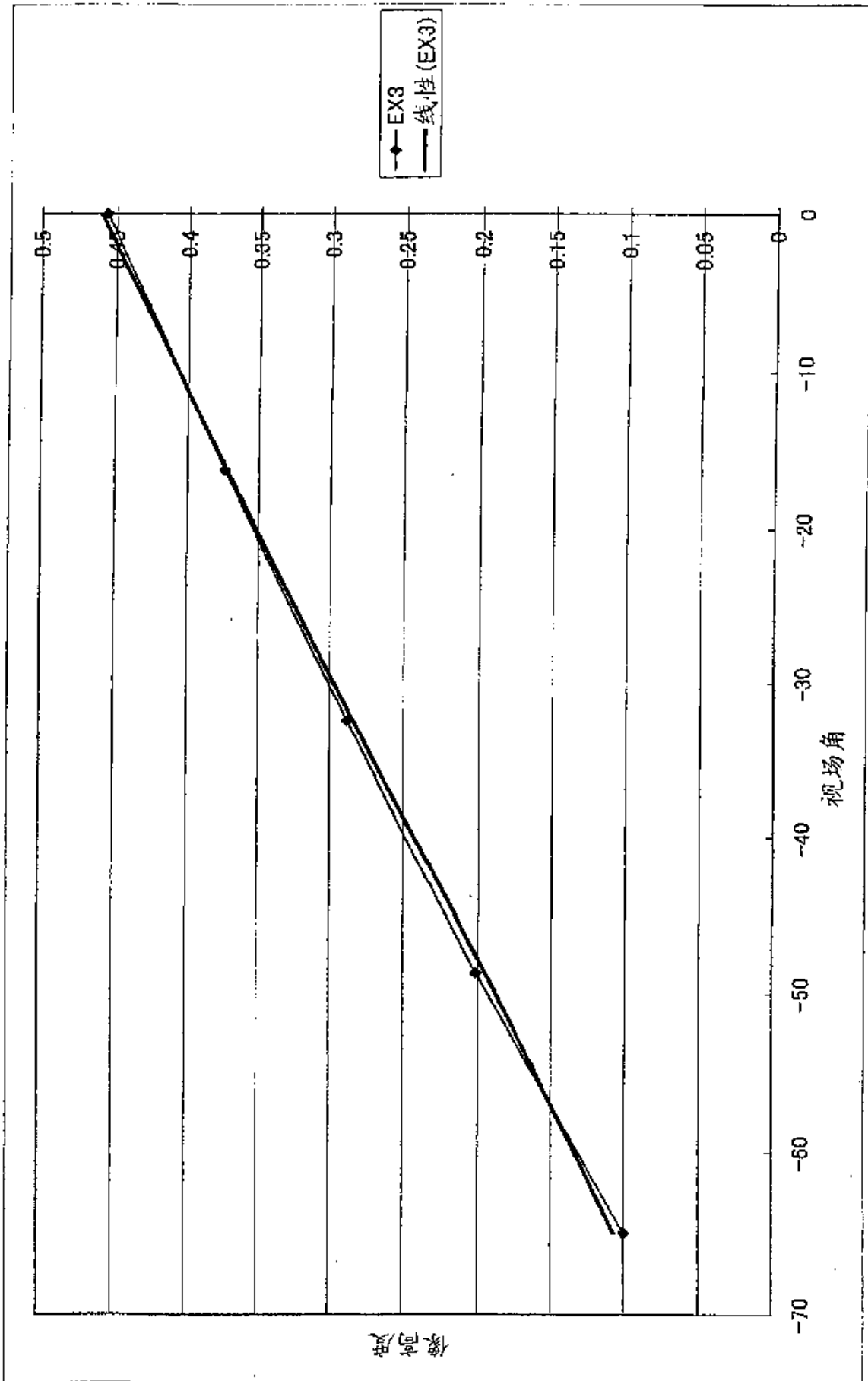


图 12

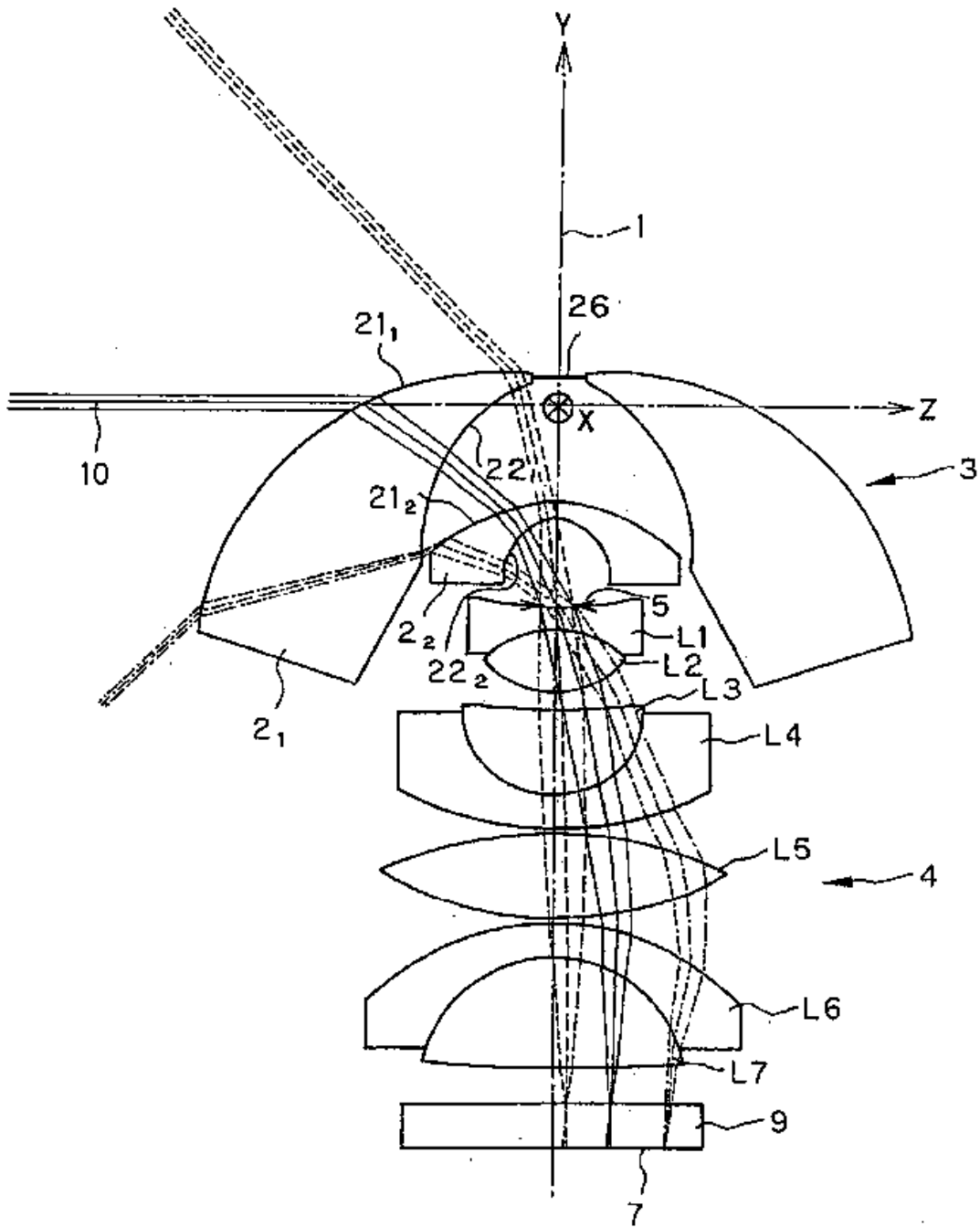


图 13

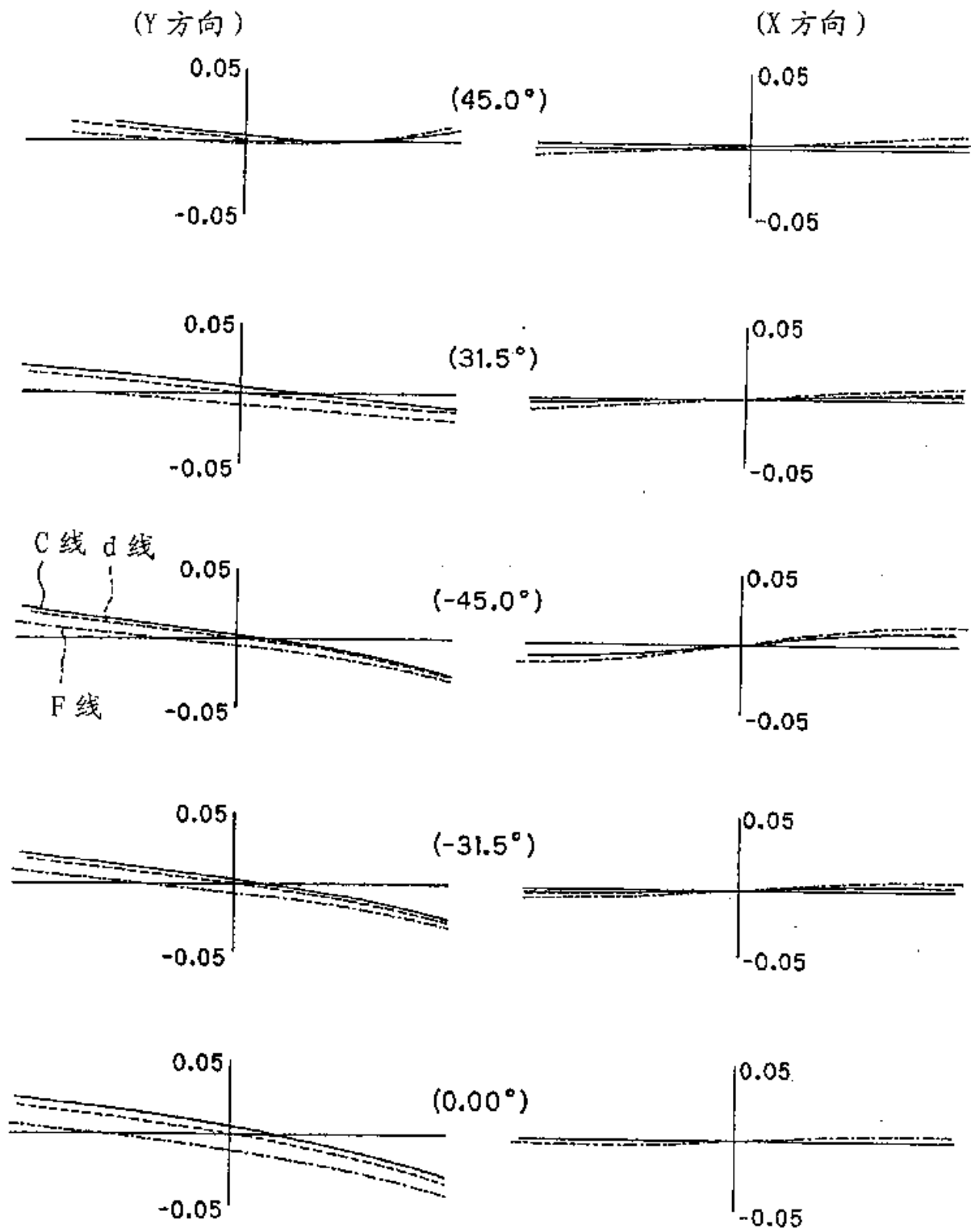


图 14

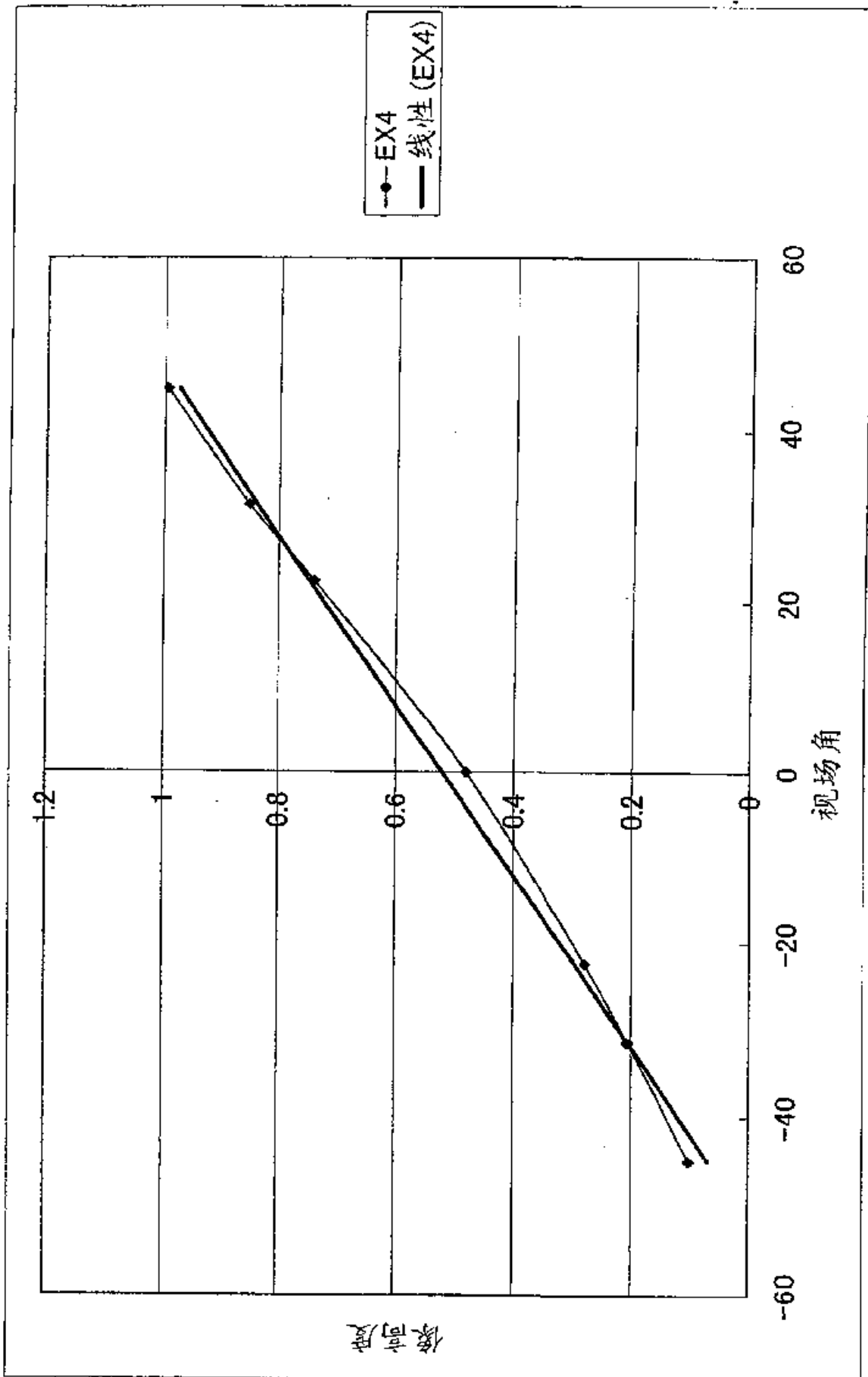


图 15

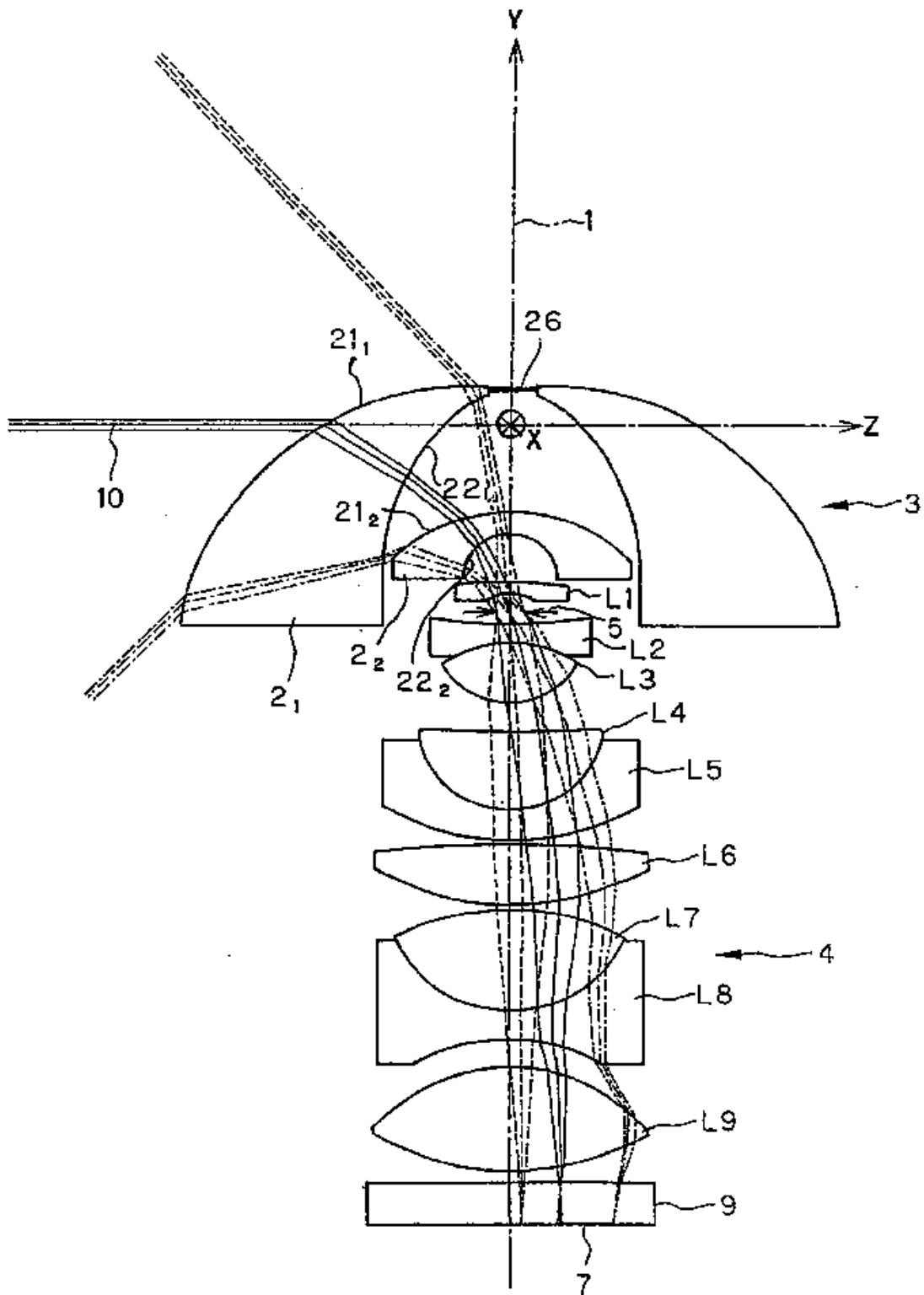


图 16

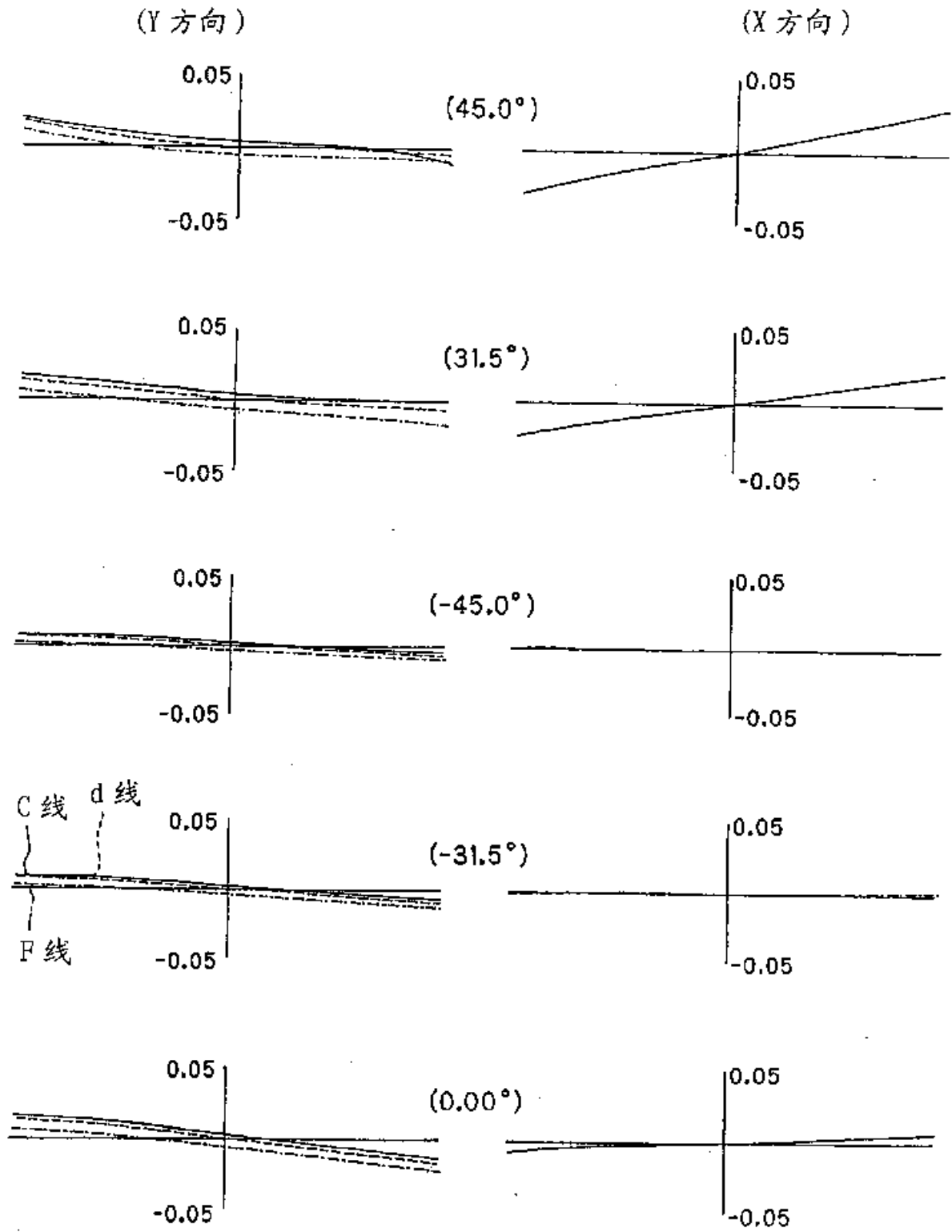


图 17

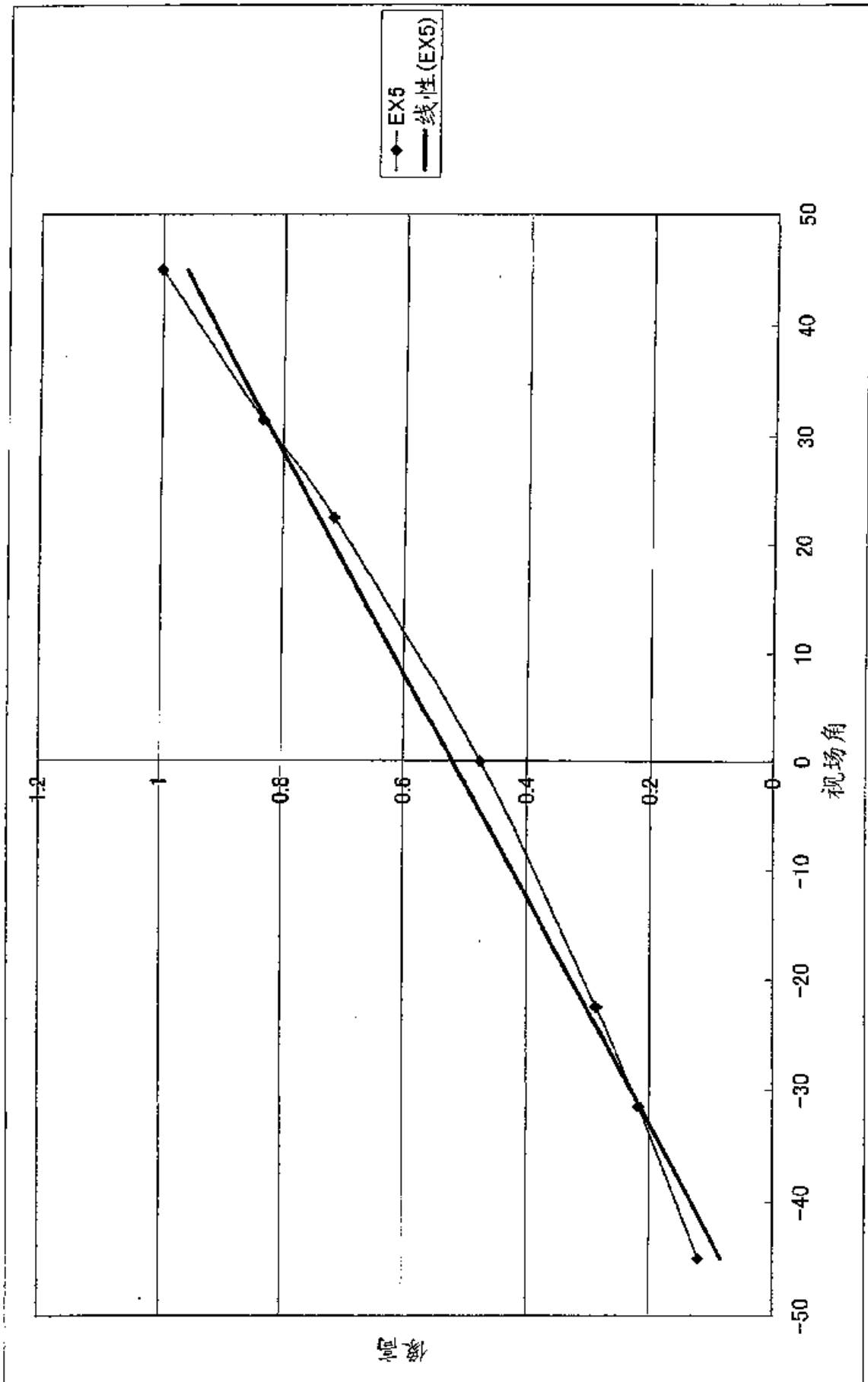


图 18

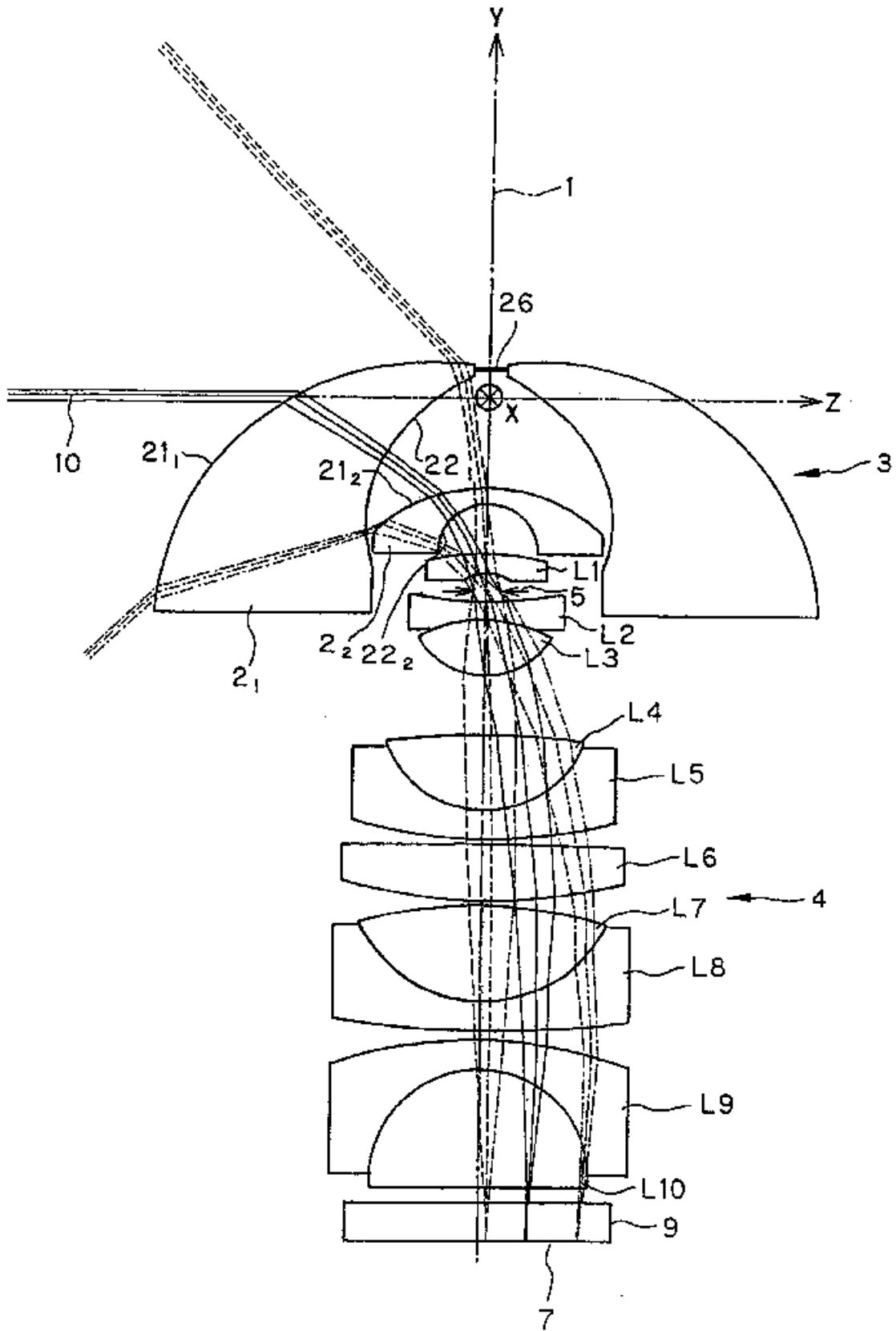


图 19

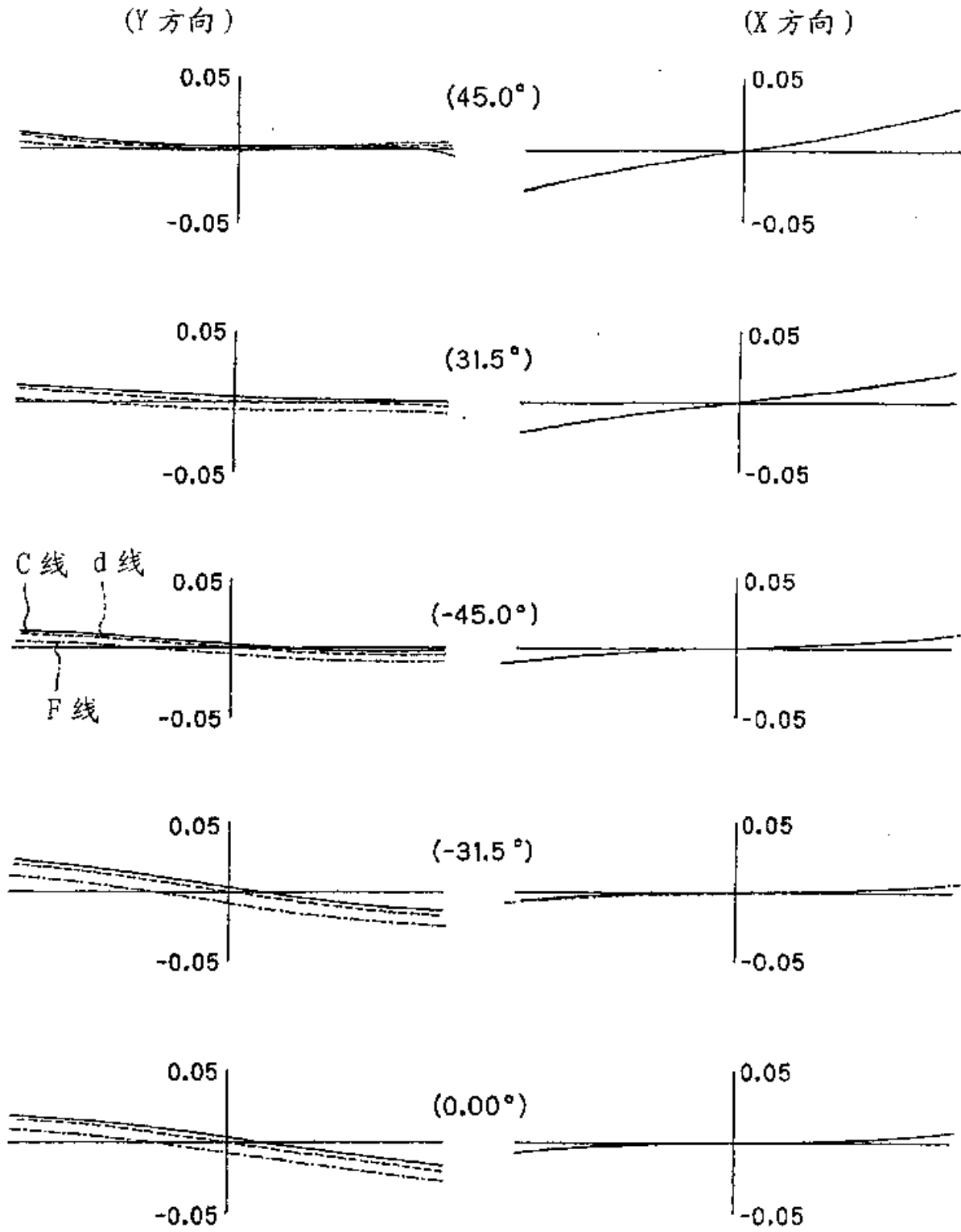


图 20

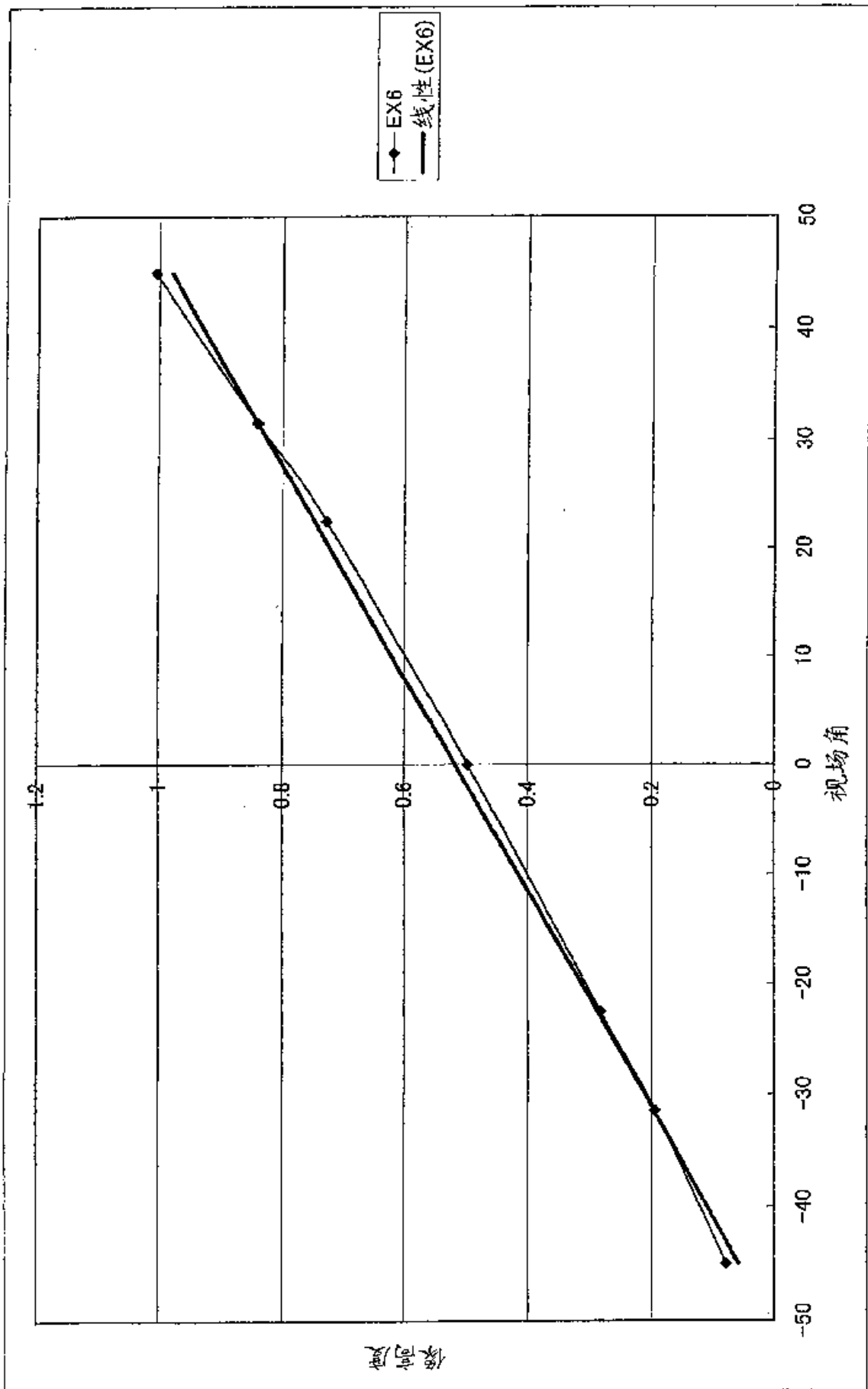


图 21

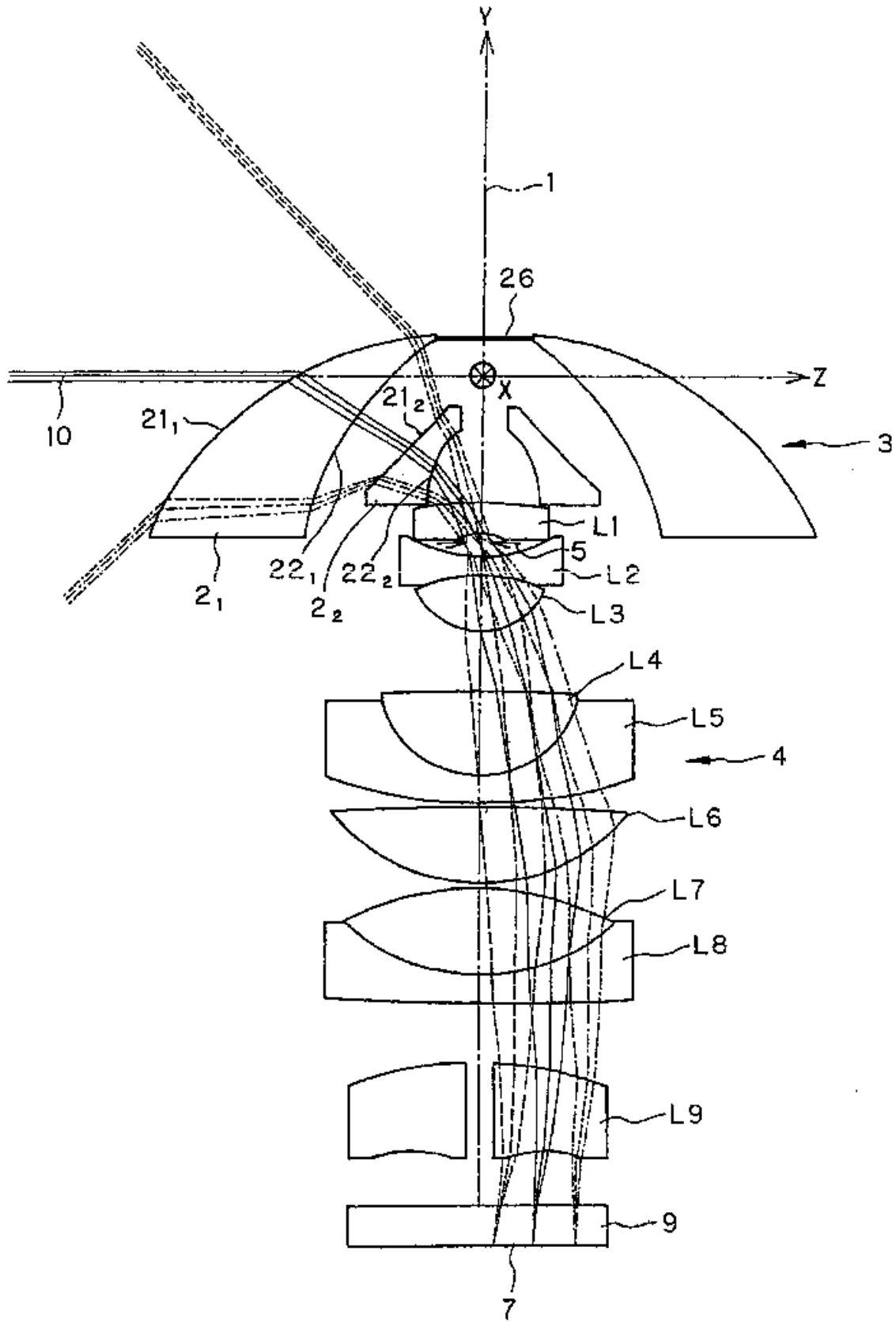


图 22

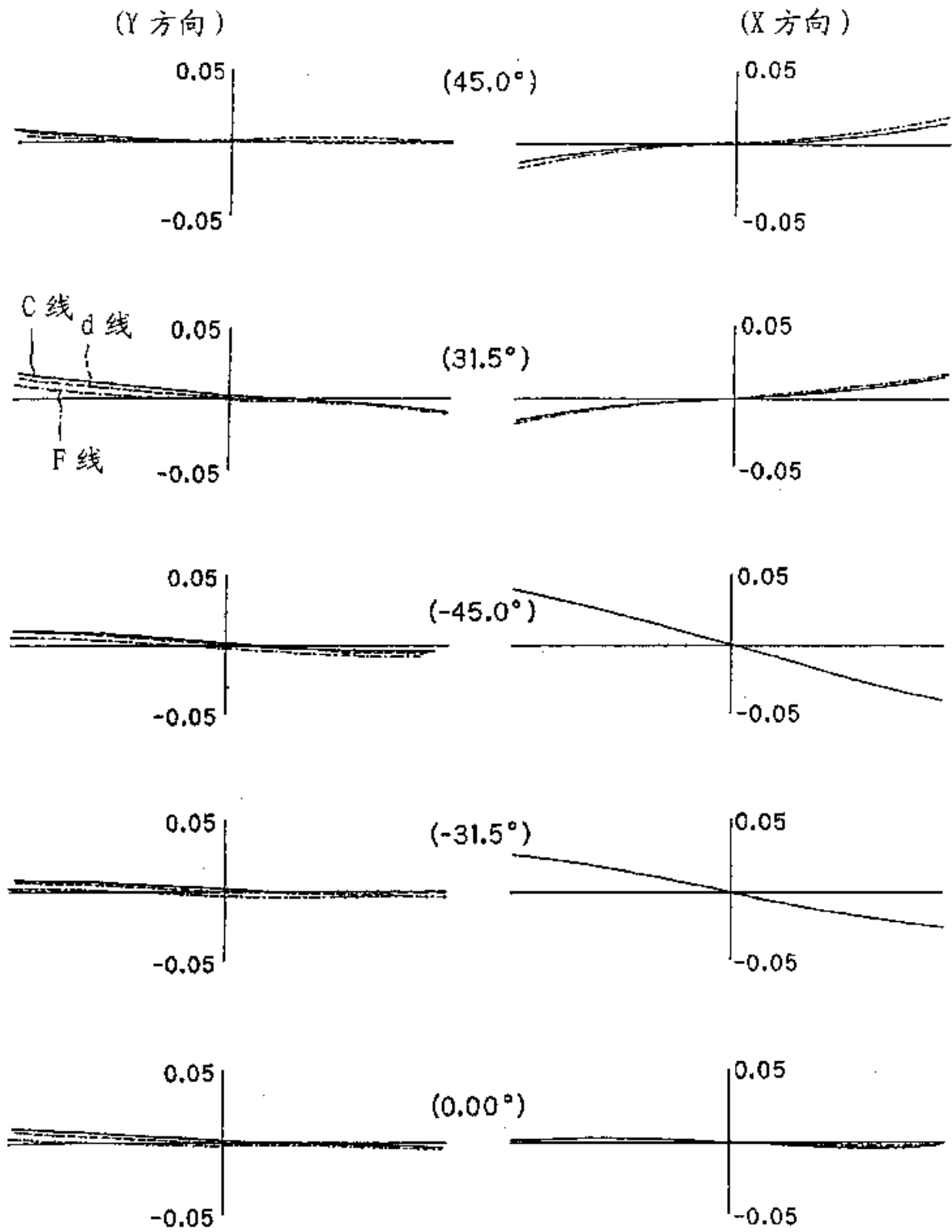


图 23

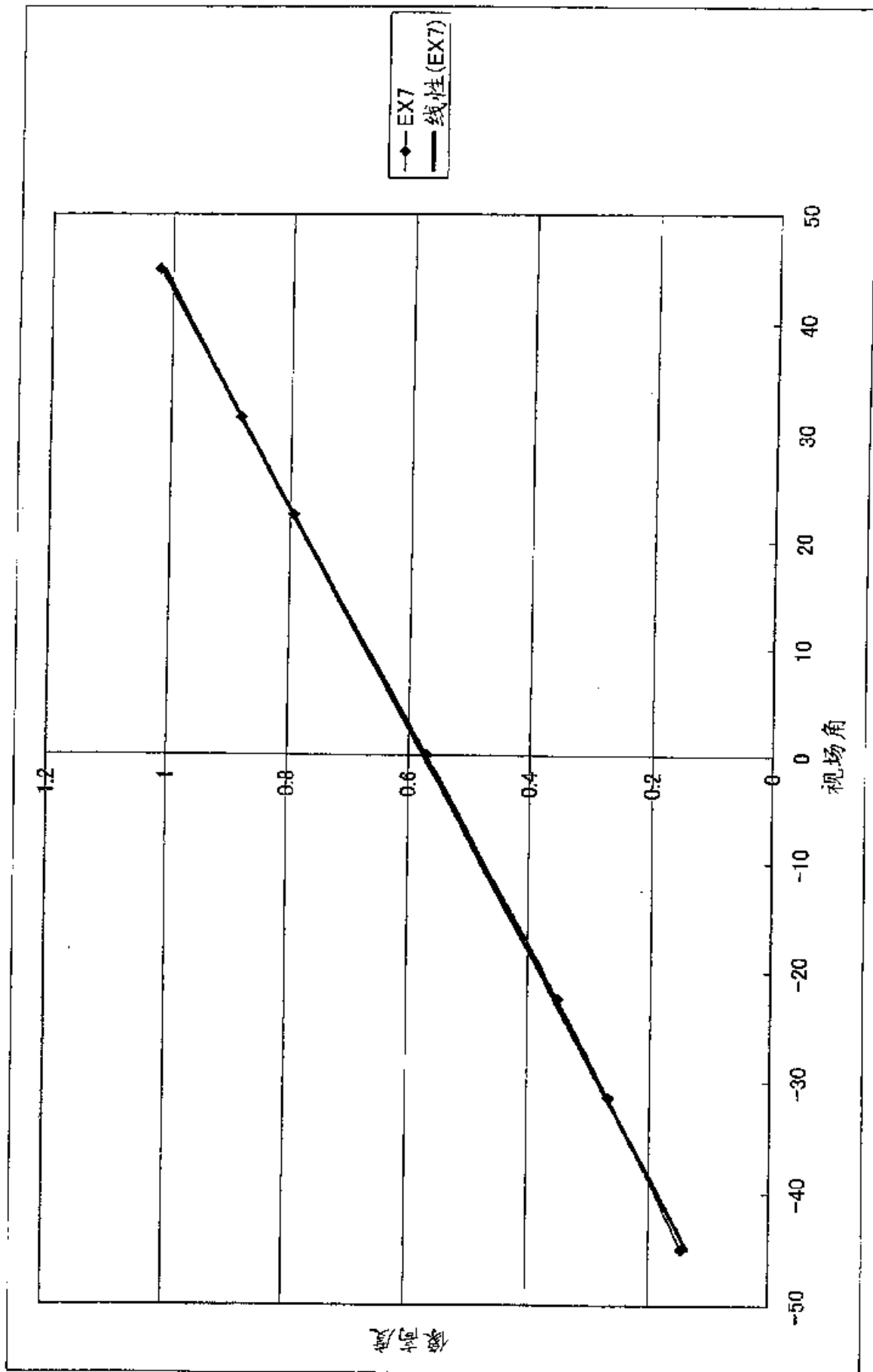


图 24

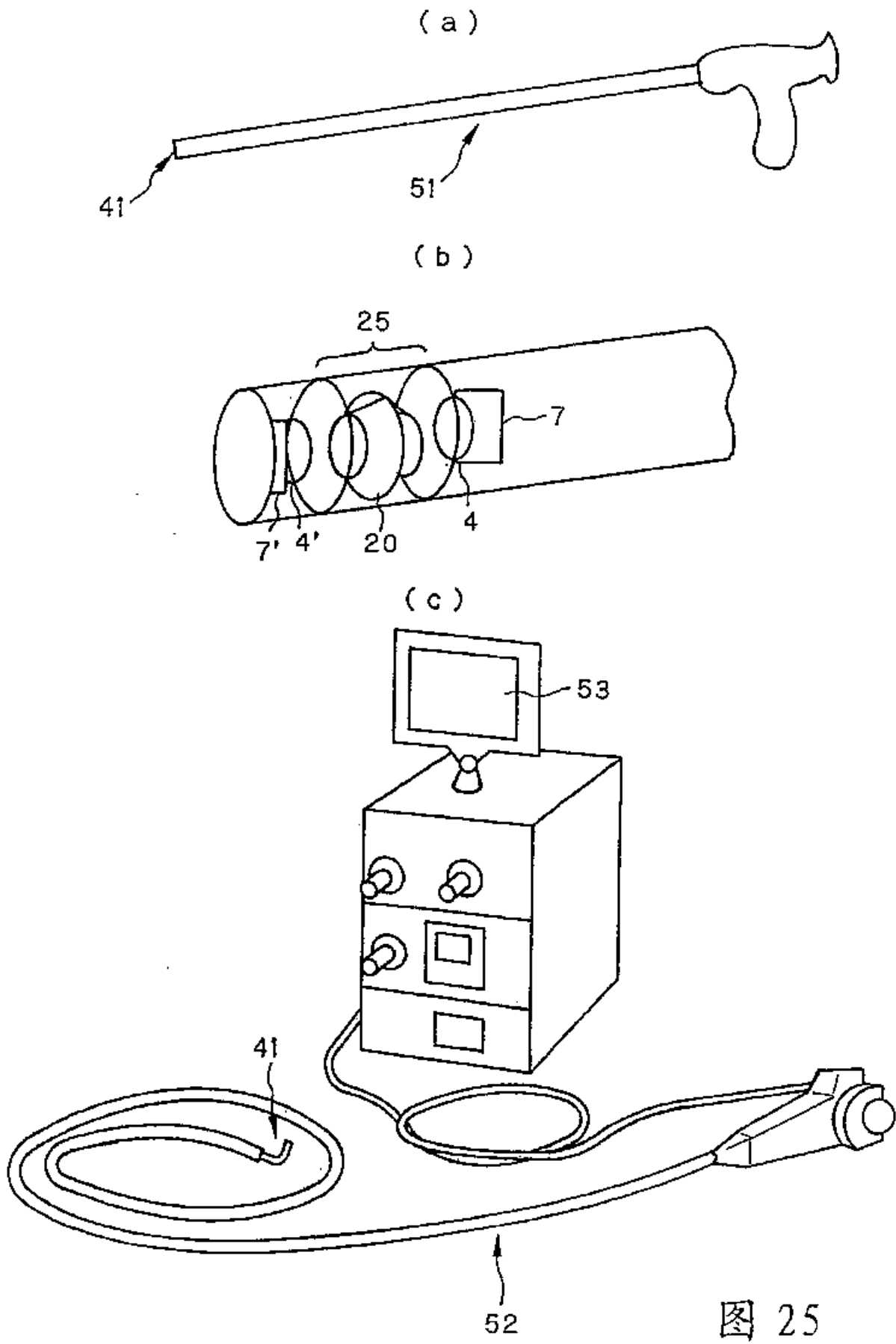
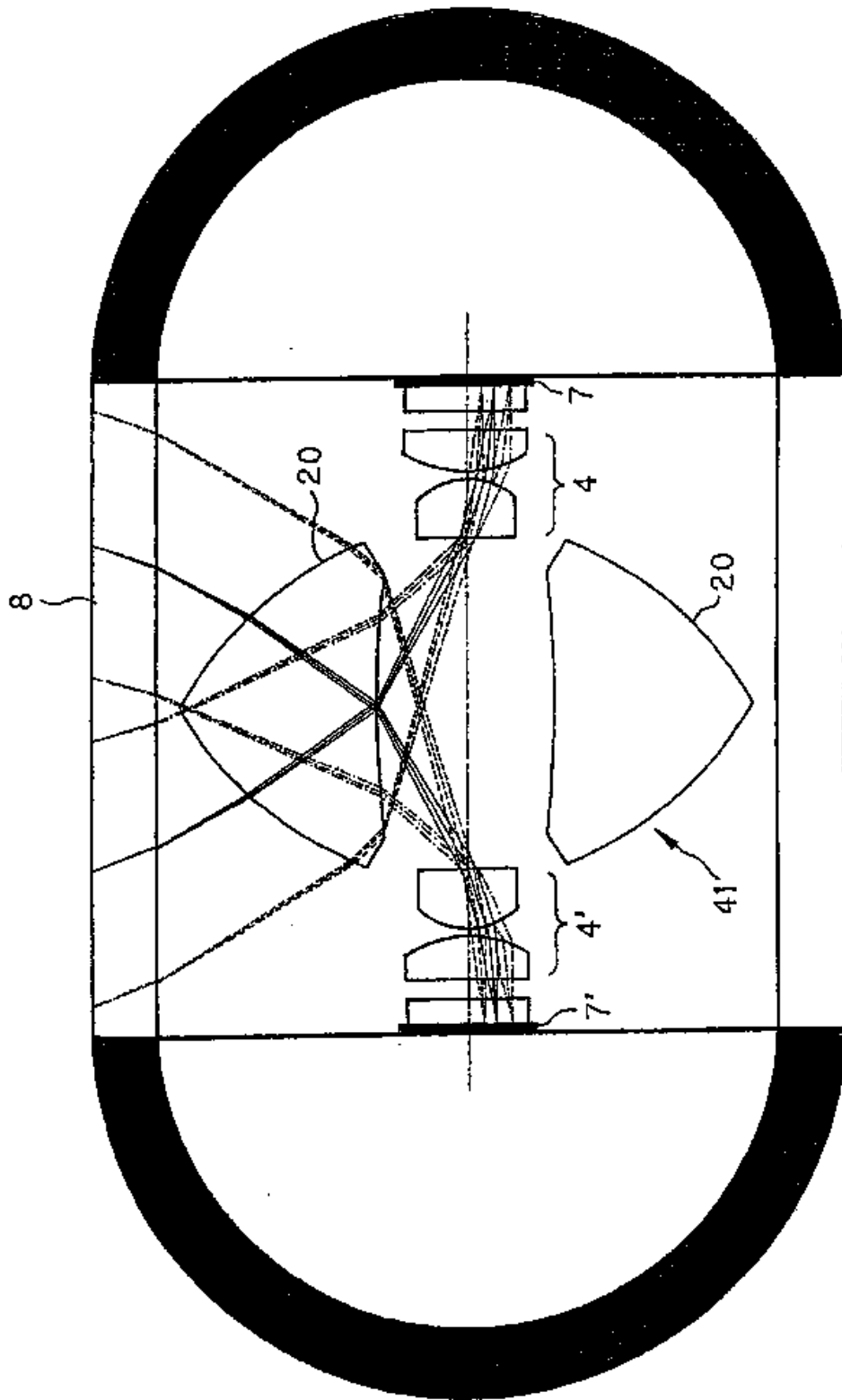


图 25



54

图 26

专利名称(译)	透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统		
公开(公告)号	CN101484834A	公开(公告)日	2009-07-15
申请号	CN200780025723.5	申请日	2007-05-15
[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	G02B13/04 A61B1/00 G02B13/18 G02B17/08 G02B23/26		
优先权	2007064962 2007-03-14 JP 2006188841 2006-07-10 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种结构简单、摄影视场角宽广、尤其能对主要来自中心轴的垂直方向的映像进行摄像、小型且像差校正良好的透射光学元件以及使用该透射光学元件的光学系统，是使围绕中心轴(1)的物体(6)在与中心轴(1)正交的平面的像面(7)上成像的成像系统，其具有围绕中心轴(1)旋转对称的前组(3)和围绕中心轴(1)旋转对称且具有正放大率的后组(4)，前组(3)至少具有1个透射光学元件(2)，该透射光学元件(2)由具有2面的围绕中心轴(1)旋转对称的透射面(21、22)、且折射率大于1的透明介质构成，透射光学元件(2)的透射面(21、22)的至少1面具有在与中心轴(1)相交的附近处、透射面(21、22)的法线和中心轴(1)构成角度的形状。

