

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 7/135 (2006.01)

G02B 13/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610064418.4

[45] 授权公告日 2009 年 11 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 100562931C

[22] 申请日 2006.11.22

[21] 申请号 200610064418.4

[30] 优先权

[32] 2005.11.22 [33] JP [31] 2005-337137

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 阿部嗣弘

[56] 参考文献

CN1322352A 2001.11.14

WO2005/029480A1 2005.3.31

CN1525463A 2004.9.1

审查员 赵梅芳

[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

代理人 李 颖

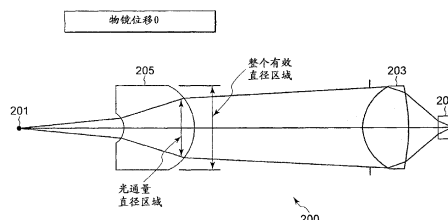
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 23 页

[54] 发明名称

光学拾取设备及光盘设备

[57] 摘要

本发明涉及一种光学拾取设备，其包括产生照射光学记录介质的光源，以及将从光源照射出的光会聚在光学记录介质的记录表面上的物镜，其进一步包括设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜。在该光学拾取设备中，形成耦合透镜的表面形状，使得，当物镜移动时，在从光源照射出的光的与物镜位移量相对应确定的位置上产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过耦合透镜的位置。



1、一种光学拾取设备，其包括产生照射光学记录介质的光的光源、以及将从光源照射的光会聚在光学记录介质的记录表面上的物镜，该光学拾取设备包括：

设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜，其中：

形成耦合透镜的表面形状，以致在当物镜移动时对应于物镜的移动量安排的、从光源照射的光通过耦合透镜的位置，在从光源照射的光中产生预置的球面像差量，

其中预置的四级或六级球面像差量添加到通过耦合透镜的光中。

2、依据权利要求1的光学拾取设备，其中该耦合透镜具有将球面像差添加到通过耦合透镜的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

其中，在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 $2s/B$ 是 δ ，以及在物镜中导致的离轴像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

3、依据权利要求1的光学拾取设备，其中该耦合透镜具有将球面像差添加至通过耦合透镜的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

以及

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

其中，在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 $2s/B$ 是 δ ，以及在物镜中导致的视野像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

4、依据权利要求2的光学拾取设备，其中该物镜具有将离轴彗差添加至通过物镜的光的表面形状，该离轴彗差满足以下公式：

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

其中通过物镜的光的视野彗差的 Zernike 彗差系数是 W_{coma} ，并且在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

5、依据权利要求 3 的光学拾取设备，其中该物镜具有将球面像差添加到通过物镜的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a \gamma^4 + S_k (-30\gamma^6 \delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

其中，物镜的球面像差的 Zernike 球面像差系数是 W_{sa} ，并且在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

6、一种光学拾取设备，其包括产生照射光学记录介质的光的光源、将从光源照射的光会聚在光学记录介质的记录表面上的物镜以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜，该光学拾取设备包括：

设置在耦合透镜与物镜之间的光路上的光学元件，其中：

形成光学元件的表面形状，以致在当物镜移动时对应于物镜的移动量安排的、从光源照射的光通过光学元件的位置，在从光源照射的光中产生预置的球面像差量，

其中预置的四级或六级球面像差量添加到通过光学元件的光中。

7、依据权利要求 6 的光学拾取设备，其中光学元件与提前设置在光盘设备中、用来校正由光学记录介质厚度波动或环境温度波动引起的球面像差的另一个光学元件一体化构成。

8、依据权利要求 6 的光学拾取设备，其中光学元件由液晶元件构成。

9、依据权利要求 6 的光学拾取设备，其中该光学元件具有将球面像差添加到通过光学元件的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{as} - 12S_a \gamma^4 \delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

其中，在光学元件的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ ，以及在物镜

中导致的离轴像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

10、依据权利要求 6 的光学拾取设备，其中该光学元件具有将球面像差添加至通过光学元件的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^4\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

以及

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

其中，在光学元件的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 2s/B 是 δ ，以及在物镜中导致的视野像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

11、依据权利要求 9 的光学拾取设备，其中该物镜具有将离轴彗差添加至通过物镜的光的表面形状，该离轴彗差满足以下公式：

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

其中通过物镜的光的视野彗差的 Zernike 彗差系数是 W_{coma} ，并且在光学元件的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与光学元件的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 2s/B 是 δ 。

12、依据权利要求 9 的光学拾取设备，其中该光学元件具有将球面像差添加到通过物镜的光的表面形状，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

其中，物镜的球面像差的 Zernike 球面像差系数是 W_{sa} ，并且在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 2s/B 是 δ 。

13、一种光盘设备，其具有光学拾取单元，所述光学拾取单元包括产生照射光学记录介质的光的光源以及将从光源照射的光会聚在光学记录介质的记录表面上的物镜，该光盘设备包括：

设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜，其中：

形成耦合透镜的表面形状，以致在当物镜移动时对应于物镜的移动量安排的、从光源照射的光通过耦合透镜的位置，在从光源照射的光中产生预置的球面像差量，

其中预置的四级或六级球面像差量添加到通过耦合透镜的光中。

14、一种光盘设备，其具有光学拾取单元，所述光学拾取单元包括产生照射光学记录介质的光的光源、将从光源照射的光会聚在光学记录介质的记录表面上的物镜以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜，该光盘设备包括：

设置在耦合透镜与物镜之间的光路上的光学元件，其中，

形成光学元件的表面形状，以致在当物镜移动时对应于物镜的移动量安排的、从光源照射的光通过光学元件的位置，在从光源照射的光中产生预置的球面像差量，

其中预置的四级或六级球面像差量添加到通过光学元件的光中。

光学拾取设备及光盘设备

相关申请的交叉引用

本申请包含 2005 年 11 月 22 日向日本专利局提交的日本专利申请 JP2005-337137 的主题，该申请在此全部引入作为参考。

技术领域

该发明涉及一种光学拾取设备及光盘设备，更具体地是一种容许小型设备来执行稳定的像差校正的光学拾取设备及光盘设备。

背景技术

近年来，在以多功能数码光盘（DVD）记录器/播放器等为代表的光盘设备中，需要厚度方面的进一步小型化以及简化来适应移动装置，例如膝上型个人电脑以及移动 DVD 播放器，以及来适应节省空间的需求等。同时，在移动游戏机等类似设备中，需要能够重放高密度盘例如通用媒体光盘（UMD）的光盘设备，并且为使其可以制造需要具有小的尺寸和厚度。进一步地，在以蓝光光盘（商标）为代表的、使用高密度的下一代光学记录介质的设备中，为了实现更高的性能以及设计等的改进，小型化以及减小厚度是不可避免的。

为了实现该种更小更薄的光盘设备，就需要使得光盘设备及其光学系统中应用的光学拾取器小型化及减小厚度。

过去，在使用 NA 不太高（就是说，不需要高存储量的）例如密度盘（CD）及小型盘（MD）的记录介质的光盘设备中，将应用了如图 1 所示的称为无限光学系统的光学拾取器改变为应用了如图 2 所示的称为有限光学系统的拾取器，以达到设备的小型化和减小其厚度。（例如，参考日本专利申请出版物（KOKAI）No. 2005-247034）。

在无限光学系统中，从光源 11 照射出的光由准直透镜 12 变成平行光，然后通过物镜 13 并因此在记录介质 14 的记录表面会聚。

无限光学系统配置成不会由于对应于跟踪伺服或聚焦伺服的物镜 13 的位

移发生相对应的像差。然而，在无限光学系统中，光源 11 与准直透镜 12 之间的距离需要与准直透镜 12 的焦距几乎相等，以及外部直径尺寸与准直透镜 12 的光通量直径需要如此大，以致于可以获得满足物镜 13 移动范围的足够厚的平行光通量，这限制了整个光学系统小型化及厚度的减小。

相反地，在有限光学系统中，从设置在与物镜 13 有限距离上的光源 11 照射出的光直接由物镜 13 接收，或通过耦合透镜 15 由物镜 13 接收并聚集到记录介质 14 的记录表面上。

在有限光学系统中，由于只可以使用物镜 13，或者可以使用具有相对小的透镜外部直径的耦合透镜 15，并且进一步地，在物体与图像之间的距离可以是较小的，因此可以获得整个光学系统的小型化以及厚度减小。在低 NA 的 CD 或 MD 中，当由于跟踪伺服或聚焦伺服产生相对于物镜 13 的位移的像差时，由物镜的位移导致的像差量并没有如此大，致使系统余量衰竭，并因而，可以通过有限光学系统实现小型化及厚度的减小。

发明内容

然而，在使用高 NA 的 DVD 或 UMD 作为记录介质的光盘设备中，具有利用有限光学系统来使设备小型化以及厚度的减小使由物镜位移引起的像差量恶化，致使系统余量衰竭的可能性，使实际应用出现困难。另外，如果可能的话，在实际应用中将有导致降低产量、增加市场亏损等的可能性。

根据上述的情况完成了本发明，以及本发明实现了小尺寸设备的稳定的像差校正。

本发明的第一个实施例是一种光学拾取设备，其包括产生照射光学记录介质的光源，以及会聚从光源照射出的光到记录介质的记录表面的物镜。光学拾取设备进一步包括耦合透镜，其设置在光源与物镜之间的光路上。在该设备中，形成耦合透镜的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过耦合透镜的位置。

预置的四级或六级球面像差量可以添加到通过耦合透镜的光中。

耦合透镜可具有一表面形状，其将球面像差添加至通过耦合透镜的光中，该球面像差满足以下公式：

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

其中, 在耦合透镜的整个有效直径区域中, 泽尔尼克 (Zernike) 四级球面像差的像差系数是 S_a , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ , 以及在物镜中导致的离轴像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

耦合透镜可具有一表面形状, 其将球面像差增加至通过耦合透镜的光中, 该球面像差满足以下公式:

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^6\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

以及

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

其中, 在耦合透镜的整个有效直径区域中, Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ , 以及在物镜中导致的视野像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

物镜可具有一表面形状, 其将离轴彗差 (off-axis coma aberration) 添加至通过物镜的光中, 该离轴彗差满足以下公式:

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

其中通过物镜的光的视野(field-of-view)彗差的 Zernike 彗差系数是 W_{coma} , 并且在耦合透镜的整个有效直径区域中, Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

物镜可具有一表面形状, 其将球面像差添加至通过耦合透镜的光中, 该球面像差满足以下公式:

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

其中, 物镜的球面像差的 Zernike 球面像差系数是 W_{sa} , 并且在耦合透镜的整个有效直径区域中, Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例

B/A 是 γ , 在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

在本发明的第一个实施例中, 耦合透镜设置在光源与物镜之间的光路上, 并且形成耦合透镜的表面形状, 以使在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量, 该位置是从光源照射出的光通过耦合透镜的位置。

本发明的第二实施例是一种光学拾取设备, 其包括产生照射光学记录介质的光的光源, 会聚从光源照射出的光到记录介质的记录表面的物镜, 以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜。光学拾取设备进一步包括设置在耦合透镜与物镜之间的光路上的光学元件, 在该设备中, 形成光学元件的表面形状, 以使在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量, 该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

预置的四级或六级球面像差量可以添加到通过光学元件的光中。

光学元件可以与另一个光学元件一体化制造, 上述另一光学元件预先设置在光盘设备中来校正由光盘的厚度波动或环境温度波动导致的球面像差。

光学元件可由液晶元件形成。

光学元件可具有一表面形状, 其将球面像差添加到通过光学元件的光中, 该球面像差满足以下公式:

$$|W_{as} - 12S_a\gamma^4\delta^2| < |W_{as}| \quad (21)$$

其中, 在光学元件的整个有效直径区域中, Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ , 以及在物镜中导致的离轴像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

光学元件可具有一表面形状, 其将球面像差加入到通过光学元件的光中, 该球面像差满足以下公式:

$$|W_{as} - [12S_a\gamma^4\delta^2 + S_k(210\gamma^6\delta^2 - 60\gamma^6\delta^2)]| < |W_{as}| \quad (22)$$

以及

$$|-8S_a\gamma^4\delta + S_k(-120\gamma^6\delta^3 - 24\gamma^6\delta + 40\gamma^4\delta)| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (23)$$

其中, 在光学元件的整个有效直径区域中, Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量

半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ ，以及在物镜中导致的视野像散的 Zernike 像散系数是 W_{as} 。

物镜可具有一表面形状，其将离轴彗差加入到通过物镜的光中，离轴彗差满足以下公式：

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (24)$$

其中，通过物镜的光的视野彗差的 Zernike 彗差系数是 W_{coma} ，并且在光学元件的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

光学元件可具有一表面形状，其将球面像差添加到通过物镜的光中，球面像差满足以下公式：

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (25)$$

$$S = S_a\gamma^4 + S_k(-30\gamma^6\delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (26)$$

其中，物镜的球面像差的 Zernike 球面像差系数是 W_{sa} ，并且在耦合透镜的整个有效直径区域中，Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ 。

在本发明的第二实施例中，光学元件设置在耦合透镜与物镜之间的光路上，并且形成光学元件的表面形状，以使在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

本发明的第三实施例是一种光盘设备，其具有包括产生照射光学记录介质的光的光源，以及会聚从光源照射在记录介质的记录表面上的光的物镜的光学拾取单元。该光盘设备还包括设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜。在该设备中，形成耦合透镜的表面形状，以使在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

在本发明的第三实施例中，耦合透镜设置在光源与物镜之间的光路上，并且形成耦合透镜的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过

光学元件的位置。

本发明的第四实施例是一种光盘设备，其具有包括产生照射光学记录介质的光的光源，会聚从光源照射在记录介质的记录表面上的光的物镜以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜的光学拾取单元。该光盘设备还包括设置在耦合透镜与物镜之间的光路上的光学元件。在该设备中，形成光学元件的表面形状，以使在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

在本发明的第四个实施例中，光学元件设置在光源与物镜之间的光路上，并形成光学元件的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

附图说明

图1示出了相关技术的无限光学系统的简图；

图2示出了相关技术的有限光学系统的简图；

图3展示了依据本发明应用的一个实施例的光盘设备构造实例的结构图；

图4展示了图3的光学拾取单元构造实例的简图；

图5展示了当图4的光学拾取单元中出现物镜位移时的实例的简图；

图6是解释了当没有出现物镜位移时耦合透镜中光通过的位置简图；

图7是解释了当出现物镜位移时，耦合透镜中光通过的位置简图；

图8展示了图3的光学拾取单元的另一个构造实例的简图；

图9是图8的光学元件的构造实例；

图10展示了图9的光学元件中的光轴与像差量的距离之间的关系曲线图；

图11A与图11B展示了相关技术有限光学系统的物镜以及耦合透镜中的物镜位移量与像差量之间的关系的曲线图；

图12展示了与图11相对应的整个有限光学系统中的物镜位移量与像差量之间的关系曲线图；

图13A与图13B展示了本发明应用的有限光学系统的物镜以及耦合透镜中的物镜位移量与像差量之间的关系的曲线图；

图14展示了与图13相对应的整个有限光学系统中的物镜位移量与像差量

之间的关系曲线图;

图 15A 与图 15B 展示了本发明应用的有限光学系统的物镜以及耦合透镜中的物镜位移量与像差量之间的另一种关系实例的曲线图;

图 16 展示了与图 15 相对应的整个有限光学系统中的物镜位移量与像差量之间的关系曲线图;

图 17A 与图 17B 展示了本发明应用的有限光学系统的物镜以及耦合透镜中的物镜位移量与像差量之间的另一种关系实例的曲线图;

图 18 展示了与图 17 相对应的整个有限光学系统中的物镜位移量与像差量之间的关系曲线图;

图 19 展示了图 3 的光学拾取单元的另一种结构实例的简图;

图 20 展示了图 19 的光学系统中的各个表面与折射率之间的距离的简图;

图 21 展示了图 19 的耦合透镜与物镜的可变特定的表面形状的实例的简图;

图 22A 与图 22B 展示了使用与图 21 相一致的耦合透镜与物镜的图 19 的光学系统中的物镜位移量与像差量的测量结果曲线图;

图 23 展示了图 19 的耦合透镜与物镜的可变特定的表面形状的另一个例子的简图; 以及

图 24A 与图 24B 展示了使用与图 23 相一致的耦合透镜与物镜的图 19 的光学系统中的物镜位移量与像差量的测量结果曲线图。

具体实施方式

下文中, 将给出本发明实施例的说明。说明书或附图中描述的本发明与实施例的构成要素之间的相对应的关系的例证将如下所述。这些说明用来确认在说明书或附图中描述了支持本发明的实施例。因此, 即使说明书或附图中描述了一个实施例, 但不作为与本发明的构成要素相对应的实施例, 也不意味着该实施例并没有对应构成要素。相反, 即使描述了一个与构成要素相对应的实施例, 也不意味着实施例没有对应除了构成要素之外的任意构成要素。

本发明第一实施例的光学拾取设备是一种光学拾取设备, 其包括产生照射光学记录介质(例如, 图 4 中的光学记录介质 204)的光的光源(例如, 图 4 中的光源 201), 以及会聚从光源照射出的光在记录介质的记录表面的物镜(例如, 图 4 中的物镜 203)。该设备还包括设置在光源与物镜之间的光路上的耦合

透镜（例如，图4中的耦合透镜205）。形成耦合透镜的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置上从光源照射出的光中产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过耦合透镜的位置。

本发明第二实施例的光学拾取设备是一种光学拾取设备，其包括产生照射光学记录介质（例如，图8中的光学记录介质204）的光的光源（例如，图8中的光源201），会聚从光源照射出的光在记录介质的记录表面的物镜（例如，图8中的物镜203）以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜（例如，图8中的耦合透镜205）。该设备还包括设置在光源与物镜之间的光路上的光学元件（例如，图8中的光学元件206）。形成光学元件的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置上从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

在该光学拾取设备中，光学元件可以与另一个光学元件（例如，扩束透镜）一体化制造，上述另一光学元件为预先设置在光盘设备中来校正由光盘的厚度波动或环境温度波动导致的球面像差。

本发明第三实施例的光盘设备是一种光盘设备，其具有包括产生照射光学记录介质（例如，图4中的光学记录介质204）的光的光源（例如，图4中的光源201）的光学拾取单元（例如，图3中的光学拾取单元101），以及会聚从光源照射在记录介质的记录表面上的光的物镜（例如，图4中的物镜203）。该光盘设备还包括设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜（例如，图4中的耦合透镜205）。在该设备中，形成耦合透镜的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置上从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源照射出的光通过光学元件的位置。

本发明第四实施例是一种光盘设备，其具有包括产生照射光学记录介质（例如，图8中的光学记录介质204）的光的光源（例如，图8中的光源201）的光学拾取单元（例如，图3中的光学拾取单元101），会聚从光源照射在记录介质的记录表面上的光的物镜（例如，图8中的物镜203），以及设置在光源与物镜之间的光路上的耦合透镜（例如，图8中的耦合透镜205）。该光盘设备还包括设置在光源与物镜之间的光路上的光学元件（例如，图8中的光学元件206）。在该设备中，形成光学元件的表面形状，以便在当物镜移动时对应于物镜位移量设置的位置上在从光源照射出的光产生预置的球面像差量，该位置是从光源

照射出的光通过光学元件的位置。

在下文中，将参考附图描述本发明的实施例。

图 3 展示了依据本发明应用的一个实施例的光盘设备的构造实例的结构图。

如图所示，依据该实施例，适配 (adapted) 光学拾取单元 101 以使从内装的光源例如，激光二极管中产生光，通过预定的光学系统将其会聚到光盘 151 上，其中光学系统将在下文中进行描述，通过具有多个光接收单元的光检测单元来检测其反射光，并输出每个光接收单元的输出信号作为 PD 输出信号到算术电路 102。

算术电路 102 为光盘重放、指示光轴方向上的激光焦点位移的焦点误差信号以及指示光盘径向上的跟踪位移的跟踪误差信号而计算数据检测信号 (RF 信号)，使得数据检测信号输出到重放电路 103，并输出焦点误差信号与跟踪误差信号到控制电路 104。

重放电路 103 均衡从算术电路 102 供给的数据检测信号，然后将其二进制化并进一步输出解调 (同时经过误差校正的) 信号作为重放信号到预定的设备。

控制电路 104 依照由算术电路 102 供给的焦点误差信号来控制聚焦伺服促动器 106，以便例如沿着光轴方向移动光学拾取单元 101 的物镜来调节焦点，并依照由算术电路 102 供给的跟踪误差信号来控制跟踪伺服促动器 107，以便例如沿着光盘 151 径向移动光学拾取单元 101 来调节跟踪。聚焦伺服促动器 106 与跟踪伺服促动器 107 实际上具有单个促动器 (actuator) 的结构，以及下文将描述的物镜安装在促动器上。

控制电路 104 还控制马达 109 以预定速度旋转光盘 151。

控制电路 104 接收从输入设备 105 输入的与使用者的操作相一致的信号，并依照信号控制各个电路。

光学拾取单元 101 具有使用所谓有限光学系统的光学拾取设备的结构，例如，具有如图 4 所示的结构。在该附图中，光学拾取结构 200 是光学拾取单元 101 的一个实施例的结构示例，其中该光学拾取设备使用了所谓有限光学系统，并具有将从光源 201 照射出的光转换为预定角度的光通量的耦合透镜 205，以及会聚通过耦合透镜 205 的在记录介质 204 的记录表面上的光的物镜 203。记录介质 204 是图 3 的光盘 151 的简化形式，记录介质 204 与光盘 151 是基本相同的。

虽然物镜 203 的设计满足正弦条件, 并如此构成, 以使球面像差与作为离轴像差的彗差并不发生在通过物镜 203 的光中, 而是出现像散。

在设计耦合透镜 205 的表面形状使得不会在通过耦合透镜 205 的光中产生像差, 例如移动或位移的情况下, 用来执行跟踪伺服的物镜 203 导致了所谓的物镜位移, 物镜 203 的像散量成为物镜位移量的二次函数。因此, 当物镜 203 的位移量变大时, 在使用了有限光学系统的光学拾取设备中的像散效应将变大。

图 5 展示了当图 4 的光学拾取设备 200 中出现物镜位移情况实例的简图。在该附图中, 与图 4 的情况相比较, 物镜 203 朝着与光轴垂直的方向移动。

由于由物镜的上述位移引起的像差量并不够大到当在光学记录介质例如具有低 NA 的 CD 与 MD 上执行信息的记录或重放时使系统余量崩溃, 例如, 这些像差是可以接受的。然而, 在光学记录介质例如具有高 NA 的 DVD 与 UMD 上执行信息的记录或重放的情况中, 像差将可能具有不可忽视的影响。

因此, 依照本发明, 为了校正上述的与物镜 203 位移一同出现的像差, 将改变耦合透镜 205 的特性, 例如, 通过将透镜的表面形状设计成预定的形状。

在发生物镜位移的情况中, 从光源 201 照射出的光束在耦合透镜 205 中的通过位置将不同。

例如, 在如图 4 所示的没有发生物镜位移的状态中, 从光源 201 照射出的光束在耦合透镜 205 中的通过位置将如图 6 所示。图 6 是当从光源 201 照射出的光束的光轴上的点看耦合透镜 205 时的简图。在该附图中, 在耦合透镜 205 的整个有效直径区域 (几乎与耦合透镜 205 的直径相等) 中, 通过从光源 201 照射出的光的光通量的光通量直径区域 221 将设置在与整个有效直径区域共中心的中心部分上。

另一方面, 在如图 5 所示的发生物镜位移的状态中, 从光源 201 照射出的光束在耦合透镜 205 中的通过位置将如图 7 所示。图 7 与图 6 类似, 是当从光源 201 照射出的光束的光轴上的点看耦合透镜 205 时的简图。在该附图中, 在耦合透镜 205 的整个有效直径区域中, 通过从光源 201 照射出的光束的光通量的光通量直径区域 221 将设置在与附图 6 的情况相比的附图中较上的位置上。

因而, 由于在从光源 201 照射出的光束的耦合透镜 205 中的通过位置根据物镜 203 的位移量而不同, 因此依照耦合透镜 205 等中的通过位置以预定比例改变透镜的表面形状的预优化 (advance optimization) 允许与物镜 205 位移一

同出现的像散来通过耦合透镜 205 的特性进行校正。

从依照耦合透镜 205 整个有效直径的波前像差 (wavefront aberration) 的 Zernike 多项式展开的分析来看, 可以得到如下的关系式。假如加入到耦合透镜 205 的整个有效直径区域中的球面像差的 Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a , 光通量直径 B 与耦合透镜的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ , 在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ , 那么出自耦合透镜的像散的像差系数 A 与彗差的像差系数 C, 可通过公式 (1) 表达。

$$\begin{aligned} A &= 12 S_a \gamma^4 \delta^2 \\ C &= -8 S_a \gamma^4 \delta \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $\gamma = B/A$, $\delta = 2s/B$ 。

因此, 通过给出适当的四级球面像差 S_a 作为耦合透镜 205 的整个有效直径的像差量, 可以通过物镜移动时候的耦合透镜 205 产生在物镜位移量的二次函数中改变的任意的像散。

换句话说, 假如由物镜 203 产生的像散, 即离轴像散, 的 Zernike 像散系数是 W_{as} , 将优化耦合透镜 205 的表面形状, 以便给出满足公式 (2) 的四级球面像差 S_a , 这些将使得光学拾取设备的构造在即使出现了物镜位移的情况下得到视野特性的改善, 具有较少的像散。

$$|W_{as} - 12 S_a \gamma^4 \delta^2| < |W_{as}| \quad (2)$$

在这种情况下, 构成了使用有限光学系统的光学拾取, 因此, 可以使设备小型化以及减小厚度。另外, 可以抑制与物镜位移伴随的像差的出现, 例如, 即使在例如具有高 NA 的 DVD 及 UMD 的光学记录介质的记录或重放中, 也可以实现稳定的操作。

在上文中, 已经描述了由物镜 203 位移导致的像散可以通过找到适当的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 而得到校正的情况。在这种情况下, 由于上述公式 (1) 中的彗差系数 C 同样是 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 的函数, 因此, 即使物镜 203 的位移引起的像散被校正, 那么有可能光学参数的一些值 (例如 γ 与 δ) 会增加彗差量。

因而, 在可与像散的校正一同出现的彗差得到进一步校正的情况中, 耦合透镜 205 的表面形状可通过下述方法优化。

假如加入到耦合透镜 205 的整个有效直径区域的球面像差的 Zernike 四级

球面像差的像差系数是 S_a ，Zernike 六级球面像差的像差系数是 S_k ，光通量直径 B 与耦合透镜 205 的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ ，则出自耦合透镜 205 的像散的像差系数 A 与彗差的像差系数 C 可通过公式 (3) 表达。

$$\begin{aligned} A &= 12 S_a \gamma^4 \delta^2 + S_k (210 \gamma^6 \delta^2 - 60 \gamma^4 \delta^2) \\ C &= -8 S_a \gamma^4 \delta + S_k (-210 \gamma^6 \delta^3 - 24 \gamma^6 \delta + 40 \gamma^4 \delta) \end{aligned} \quad (3)$$

其中， $\gamma=B/A$ 和 $\delta=2s/B$ 。

因此，通过给定适当的四级球面像差 S_a 与六级球面像差 S_k 作为耦合透镜 205 的整个有效直径的像差量，可通过耦合透镜 205 在物镜移动的时候产生随着物镜位移量的二次函数改变的适当的彗差与任意的像散。

假如物镜 203 中产生的视野像散（离轴像散）的 Zernike 像散系数是 W_{as} ，优化耦合透镜 205 的表面形状，以便给出同时满足公式 (4) 与 (5) 的四级球面像差 S_a 与六级球面像差 S_k ，这使得可以构造具有得到进一步改善了视野特性的光学拾取设备。

$$|W_{as} - [12 S_a \gamma^4 \delta^2 + S_k (210 \gamma^6 \delta^2 - 60 \gamma^4 \delta^2)]| < |W_{as}| \quad (4)$$

$$|-8 S_a \gamma^4 \delta + S_k (-210 \gamma^6 \delta^3 - 24 \gamma^6 \delta + 40 \gamma^4 \delta)| < |-8 S_a \gamma^4 \delta| \quad (5)$$

在这种情况下，构成了使用有限光学系统的光学拾取器，可以使设备小型化以及减小厚度。另外，还可以校正与像散的校正可能同时出现的彗差，并可以进一步抑制由于物镜位移而出现的像差，例如，即使在例如具有高 NA 的 DVD 及 UMD 的光学记录介质的记录或重放中，也可以实现稳定的操作。

尽管在上文中已经描述了耦合透镜 205 的表面形状得到优化并因此相对于耦合透镜 205 的整个有效直径给出适当的四级球面像差 S_a 与六级球面像差 S_k 的例子，但是代替耦合透镜 205 的表面形状的优化，例如，用来加入适当的球面像差的光学元件例如透镜和液晶元件可设置在光学拾取设备的光路上，如图 8 所示。

图 8 展示了光学拾取单元 101 的另一个构造实例的结构图。在该附图中，与图 4 的情况不同，用来加入适当的球面像差的光学元件 206 设置在耦合透镜 205 与物镜 203 之间。进一步的，在该实施例中，耦合透镜 205 的表面形状并不被上述公式 (2)、(4) 与 (5) 等特别优化，但耦合透镜 205 被构成为在整个有

效直径上具有均匀的特性（与相关技术中的耦合透镜等同的耦合透镜被用作耦合透镜 205）。除了上述内容之外，其余部分与图 4 的情况相同。

光学元件 206 例如图 9 所示的构造。图 9 是当从光源 201 照射出的光的光轴上的点看图 8 的光学元件 206 时的简图。如该附图所示，光学元件 206 被构造产生依据距中心的距离 p 而不同的像差量，中心也就是，通过光的光轴上的该附图中垂直的虚线与水平的虚线相交的点。

图 10 展示了光学元件 206 中产生的像差量的特性的实例简图。在该附图中，垂直轴表示像差量，水平轴表示 p 值。例如，在通过线 301 给出由上述公式 (2)、(4) 与 (5) 等确定的光学特性的情况下，光学元件 206 被构造具有由线 302 表示的特性，这使得能够近似由线 301 表示的特性。结果，可以校正由物镜位移引起的像差，如同耦合透镜 205 的表面形状得到优化的情况。

光学元件 206 并不被提供来仅仅用于校正与物镜 203 位移一同出现的像散，还可以由光学元件形成，例如扩束透镜，预先设置在光盘设备中用来校正由光盘厚度的波动、环境温度的波动等引起的球面像差。

进一步的，光学元件 206 并不限制于由透镜等形成的元件，还可由例如液晶元件形成。这点使得光学元件 206 的表面形状可以容易调整。

尽管在上文中已经描述了通过耦合透镜 205 或光学元件 206 校正与物镜 203 的位移一同出现的像差的情况，但像差还可以通过物镜 203 来校正。在这种情况下，物镜 203 的表面形状，通常设计来满足正弦的条件，可能被有意地改变为将适当的离轴彗差加入到通过物镜 203 的光中。

更特别的，假如物镜 203 的离轴彗差的 Zernike 彗差系数是 W_{coma} ，加入到耦合透镜 205 的整个有效直径区域的球面像差的 Zernike 四级球面像差的像差系数是 S_a ，光通量直径 B 与耦合透镜 205 的整个有效直径 A 的比例 B/A 是 γ ，在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$ 是 δ ，可以优化物镜的表面形状来给出满足公式 (6) 的彗差系数。

$$|W_{coma} - [-8S_a\gamma^4\delta]| < |-8S_a\gamma^4\delta| \quad (6)$$

通过组合已如上所述优化了物镜的表面形状的物镜 203 与优化了表面形状的耦合透镜 205，以便给出满足公式 (2) 的四级球面像差 S_a ，可以构成更好地改善了视野特性的有限光学系统。

通过优化耦合透镜 205 或光学元件 206 的上述整个有效直径区域的表面形

状, 添加到通过耦合透镜 205 或光学元件 206 的整个有效直径区域的光的球面像差使得在光通量直径区域中产生球面像差。该球面像差可通过公式(7)表示, 其中球面像差系数是 S 。

$$S = S_a \gamma^4 + S_k (-30\gamma^6 \delta^2 + 5\gamma^6 - 5\gamma^4) \quad (7)$$

虽然在很多情况中, 上述球面像差足够小而不对光学拾取设备造成很大的影响或足够小到可以忽略, 但是提前将适当的球面像差加入到物镜 203 中使得由于耦合透镜 205 引起的球面像差得到校正。换句话说, 尽管物镜 203 通常如上所述设计来满足正弦条件, 但通过改变其表面形状来将适当的球面像差加入到通过物镜 203 的光中, 由耦合透镜 205 引起的球面像差也可以得到校正。

在将适当的球面像差加入到物镜 203 的情况中, 物镜 203 的表面形状可得到优化, 以便给出满足公式(8)的球面像差 W_{sa} 。

$$|W_{sa} - S| < |S| \quad (8)$$

W_{sa} : 物镜的球面像差的 Zernike 球面像差系数

在这种情况下, 构成了使用有限光学系统的光学拾取设备, 因此, 可以使该设备小型化以及减小厚度。进一步的, 除了由于物镜 203 位移导致的像散的校正之外, 耦合透镜 205 的球面像差也可以得到进一步校正, 因此可以进一步抑制与物镜位移伴随的像差的出现, 例如, 即使在例如具有高 NA 的 DVD 及 UMD 的光学记录介质的记录或重放中, 也可以实现稳定的操作。

下一步, 将描述如上所述在与物镜 203 位移一同出现的像散得到校正的情况中的效果。

图 11A 与图 11B 展示了相关技术有限光学系统的物镜位移量与像差量之间的关系的关系的曲线图。在附图 11A 与 11B 中, 垂直轴表示像差量, 水平轴表示物镜位移量。在图 11A 中, 分别以曲线图展示了依据物镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量, 在图 11B 中, 分别以曲线图展示了依据耦合透镜的物镜位移量(由物镜的位移引起的物镜位移量)的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

如图 11B 所示, 相关技术的耦合透镜被构造使得其表面形状没有被优化来校正与物镜位移一同出现的像散, 并因而不论物镜的位移量, 球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量均是 0。

在使用了由具有如图 11A 所示特性的物镜以及如图 11B 所示特性的耦合透

镜形成的有限光学系统的光学拾取设备的情况中，光学拾取设备的特性，也就是整个光学系统，如图 12 所示。在图 12 中，同样是垂直轴显示像差量，水平轴显示物镜位移量，分别以曲线图展示了依据光学拾取设备的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

如该附图所示，在相关技术的有限光学系统中，也就是，光学拾取设备，由于与物镜的位移量一同出现的像散没有被校正，因此整个光学系统中也展现出与物镜类似的特性。

图 13A 与图 13B 展示了在优化了耦合透镜的表面形状的情况中有限光学系统的物镜位移量与像差量之间关系的曲线图。在图 13A 与 13B 中，垂直轴表示像差量，水平轴表示物镜位移量。在图 13A 中，分别以曲线图展示了依据物镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量，在图 13B 中，分别以曲线图展示了依据耦合透镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

具有如图 13B 所示特性的耦合透镜的表面形状已经被优化，以便得到由上述公式 (1) 和 (2) 确定的适当的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 。在这个例子中，使用优化了表面形状的耦合透镜，从而 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 变成 0.08 (系数)， γ 值 (其为光通量直径 B 与耦合透镜 205 的整个有效直径 A 的比例 B/A) 变成 0.70 (系数)， δ 值 (其为在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 $B/2$ 的比例 $2s/B$) 变成 0.25 (系数)。

在构成使用了有限光学系统构成的光学拾取设备的情况中 (其中有限光学系统由具有如图 13A 所示特性的物镜与具有如图 13B 所示特性的耦合透镜形成)，该光学拾取设备，也就是，整个光学系统的特性，将如图 14 所示。在图 14 中，同样，垂直轴表示的是像差量，水平轴表示的是物镜位移量，分别以曲线图展示了依据光学拾取设备的耦合透镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

如该附图所示，由于耦合透镜的表面形状被优化使得校正与物镜的位移一同出现的像散，因此与相关技术的有限光学系统 (图 12) 相比，抑制了伴随物镜位移量的像散量与波前像差量的增加，因此，改善了光学拾取设备的视野特性。

图 15A 与图 15B 展示了当耦合透镜的表面形状得到进一步优化时，有限光

学系统中的物镜位移量与像差量之间关系的曲线图。在图 15A 与图 15B 中, 垂直轴表示像差量, 水平轴表示物镜位移量。在图 15A 中, 分别以曲线图展示了依据物镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量, 在图 15B 中, 分别以曲线图展示了依据耦合透镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

具有如图 15B 所示特性的耦合透镜的表面形状已经被优化, 因此得到由上述公式 (3)、(4) 和 (5) 确定的适当的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 以及六级球面像差的像差系数 S_k 。在这个例子中, 使用优化了表面形状的耦合透镜, 从而 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 变成 0.10 (系数), Zernike 六级球面像差的像差系数 S_k 变成 0.03 (系数), 作为光通量直径 B 与耦合透镜 205 的整个有效直径 A 的比例 B/A 的 γ 值变成 0.70 (系数), 作为在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 $2s/B$ 的 δ 值变成 0.25 (系数)。

在构造使用了有限光学系统构成的光学拾取设备的情况中 (其中有限光学系统由具有如图 15A 所示特性的物镜与具有如图 15B 所示特性的耦合透镜形成), 该光学拾取设备, 也就是, 整个光学系统的特性, 将如图 16 所示。在图 16 中, 同样, 垂直轴表示的是像差量, 水平轴表示的是物镜位移量, 分别以曲线图展示了依据光学拾取设备的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

如该附图所示, 由于优化耦合透镜的表面形状, 使得校正与和物镜的位移一同出现的像散的校正一同出现的彗差, 因此与图 12 的情况相比, 甚至与图 14 的情况相比, 抑制了依据物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量与波前像差量的增加, 因此, 改善了光学拾取设备的视野特性。

图 17A 与图 17B 展示了当不仅仅是耦合透镜的表面形状还有物镜的表面形状均得到优化时, 有限光学系统中的物镜位移量与像差量之间关系的曲线图。在图 17A 与图 17B 中, 垂直轴表示像差量, 水平轴表示物镜位移量。在图 17A 中, 分别以曲线图展示了依据物镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量, 在图 17B 中, 分别以曲线图展示了依据耦合透镜的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

在这种情况下, 如上所述, 由于优化了物镜的表面形状来提前添加球面像差, 在图 17A 中, 因此与图 11A、13A、15A 的情况相比, 随物镜位移量增加

了球面像差量的绝对值。

具有如图 17B 所示特性的耦合透镜的表面形状已经被优化, 因此得到由上述公式 (1) 和 (2) 确定的适当的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 。在这个例子中, 使用优化了表面形状的耦合透镜, 使得 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 变为 0.08 (系数), 作为光通量直径 B 与耦合透镜 205 的整个有效直径 A 的比例 B/A 的 γ 值变成 0.70 (系数), 作为在物镜移动时候的光通量移动量 s 与光通量半径 B/2 的比例 $2s/B$ 的 δ 值, 变成 0.25 (系数)。

在构造使用了有限光学系统构成的光学拾取设备的情况中 (其中有限光学系统由具有如图 17A 所示特性的物镜与具有如图 17B 所示特性的耦合透镜形成), 该光学拾取设备 (整个光学系统) 的特性将如图 18 所示。在图 18 中, 同样, 垂直轴表示的是像差量, 水平轴表示的是物镜位移量, 分别以曲线图展示了依据光学拾取设备的物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量。

如该附图所示, 由于不仅仅优化了耦合透镜的表面形状还优化了物镜的表面形状, 使得校正由耦合透镜导致的球面像差, 因此与图 14 的情况相比, 进一步抑制了依照物镜位移量的球面像差量、像散量、彗差量以及波前像差量的增加, 因此, 进一步改善了光学拾取设备的视野特性。

接下来, 将描述通过实际构造使用了有限光学系统的光学拾取设备以及测量物镜位移量与像差量获得的结果。

这里, 描述了通过使用如图 19 所示的光学拾取设备 400 测得的物镜位移量与像差量。由于图 19 中的光源 401 至耦合透镜 405 与图 4 中的光源 201 至耦合透镜 205 相对应, 因此就省略了详细的说明。提供了光源透镜 407, 以改变从光源 401 照射出的光为预定的光通量。

该光学拾取设备 400 的光源 401 的出射面是 S0, 光源透镜 407 的光源 401 一侧的表面与光学记录介质 404 的表面, 更确切地, 图中的左表面与右表面分别是 S1 与 S2, 以及耦合透镜 405 的光源 401 一侧的表面与光学记录介质 404 一侧的表面分别是 S3 与 S4。此外, 物镜 403 的光源 401 一侧的表面与光学记录介质 404 一侧的表面分别是 S5 与 S6, 以及光学记录介质 404 的光源 401 一侧的表面与光学记录介质 404 一侧的表面分别是 S7 与 S8。在这个时候, 表面 S0 至 S8 (这些表面是光学拾取设备 400 的各个光学系统的表面) 之中的任何一

个到下一个表面的距离 t , 以及相应表面与下一个表面之间存在的物质的折射率 n 将如图 20 所示的数字设置。

解释了在以下情况中的测量结果, 该情况是构成光学拾取设备 400, 从而通过优化耦合透镜 405 的表面形状以得到由公式 (3)、(4) 与 (5) 确定的四级球面像差的适当的像差系数 S_a 以及六级球面像差 S_k , 来校正与物镜位移伴随的像散的情况。在这种情况下, 从光源 401 照射出的光的波长是 660nm, 物镜 403 的 NA 是 0.6, 耦合透镜 405 的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 的值是 0.048 (系数), 并且 Zernike 六级球面像差的像差系数 S_k 的值是 0.015 (系数)。此外, 如图 21 所示形成耦合透镜 405 的表面 S3 与 S4 以及物镜 403 的表面 S5 与 S6 的表面形状, 来测量物镜位移量与像差量。

如图 21 所示的参数 R 、 K 、 A 、 B 、 C 、 D 显示了由公式 (9) 表达的非球面表面像差函数中的参数 R 、 K 、 A 、 B 、 C 、 D 的值。换句话说, 通过设置如图 21 所示的公式 (9) 的参数 R 、 K 、 A 、 B 、 C 、 D 的值, 明确了耦合透镜 405 的表面 S3 与 S4 以及物镜 403 的表面 S5 与 S6 的表面形状。

$$z(\rho) = \frac{(1/R)\rho^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(1/R)^2 \rho^2}} + [A\rho^4 + B\rho^6 + C\rho^8 + D\rho^{10}]$$

ρ : 与光轴的高度 (9)

图 22A 展示了在如图 21 所示形成耦合透镜 405 与物镜 403 的表面形状的情况下, 光学拾取设备 400 的整个系统中的物镜位移量与像差量 (波前像差量、球面像差量、像散量以及彗差量) 的测量结果的曲线图。图 22B 展示了在同一光学拾取设备 400 中仅物镜 403 的物镜位移量与像差量的测量结果的曲线图。

如图 22A 所示, 在光学拾取设备 400 中, 与仅物镜 403 (图 22B) 的情况相比, 抑制了像差量的增大连同物镜位移量的增大。

接下来, 解释了在以下情况中的测量结果, 该情况是构成光学拾取设备 400, 从而通过优化耦合透镜 405 的表面形状以得到由公式 (1) 与 (2) 获得的 Zernike 四级球面像差的适当的像差系数 S_a , 以及通过优化物镜 403 的表面形状得到满足公式 (8) 的球面像差 W_{sa} , 校正依据物镜位移的像散以及由耦合透镜 405 引起的球面像差。在这种情况下, 从光源 401 照射出的光的波长是 660nm, 物镜 403 的 NA 是 0.6, 耦合透镜 405 的 Zernike 四级球面像差的像差系数 S_a 的值是 0.045 (系数)。此外, 如图 23 所示形成耦合透镜 405 的表面 S3 与 S4 以及物镜

403 的表面 S5 与 S6 的表面形状, 来测量物镜位移量与像差量。

图 23, 与图 21 类似, 明确了由公式 (9) 表达的非球面像差函数中的参数 R、K、A、B、C、D 的值, 以及由公式 (9) 明确的多个透镜的表面形状。

图 24A 展示了在如图 23 所示形成了耦合透镜 405 与物镜 403 的表面形状的情况下, 光学拾取设备 400 的整个系统中的物镜位移量与像差量 (波前像差量、球面像差量、像散量以及彗差量) 的测量结果的曲线图。图 24B 展示了在同一光学拾取设备 400 中仅物镜 403 的物镜位移量与像差量的测量结果的曲线图。

如图 24A 所示, 在光学拾取设备 400 中, 与仅物镜 403 的情况相比 (图 24b), 抑制了像差量的增大连同物镜位移量的增大。

依据本发明的实施例, 可以在小尺寸的设备中获得稳定的像差校正。

本领域技术人员可以理解, 可以出现在权利要求或其同等物的范围中的根据设计需求以及其他因素的多种修正、结合、次结合与替换。

图1

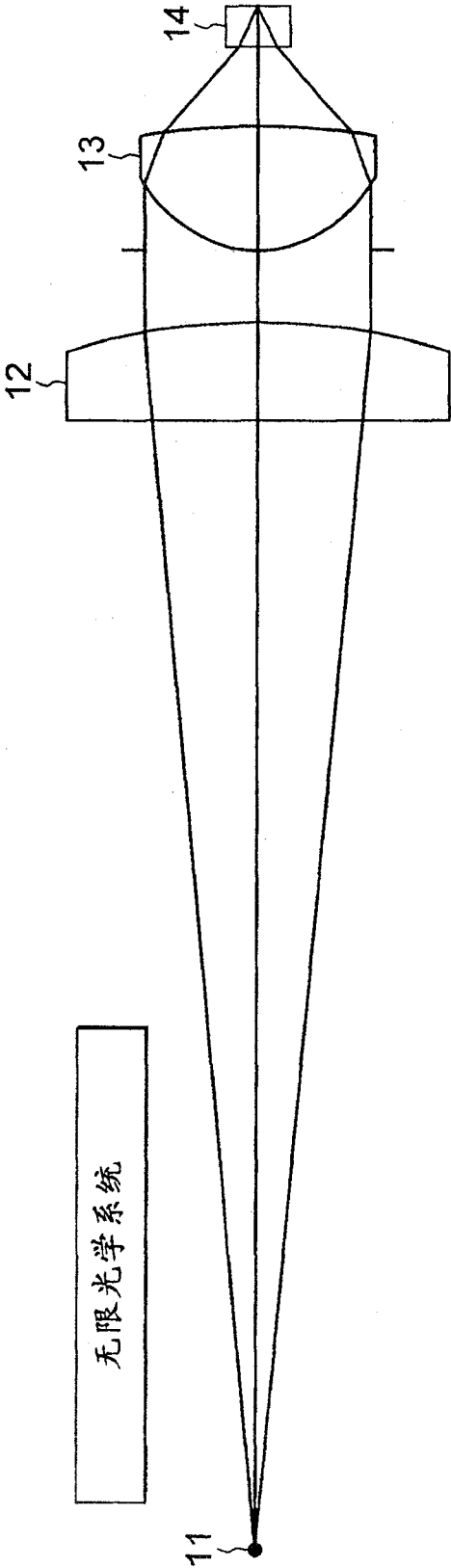


图 2

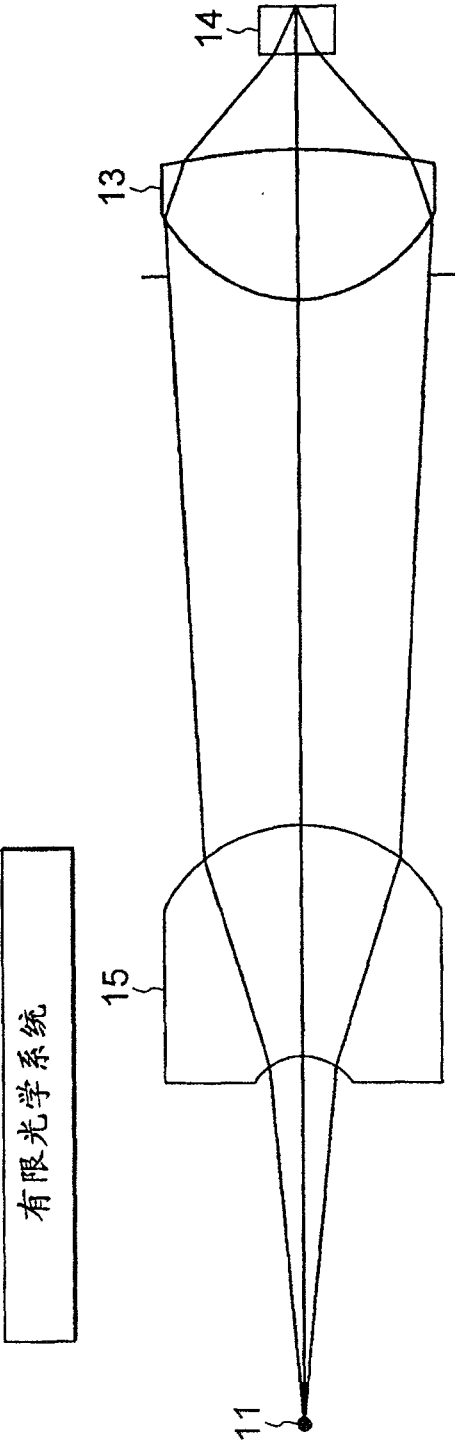


图 3

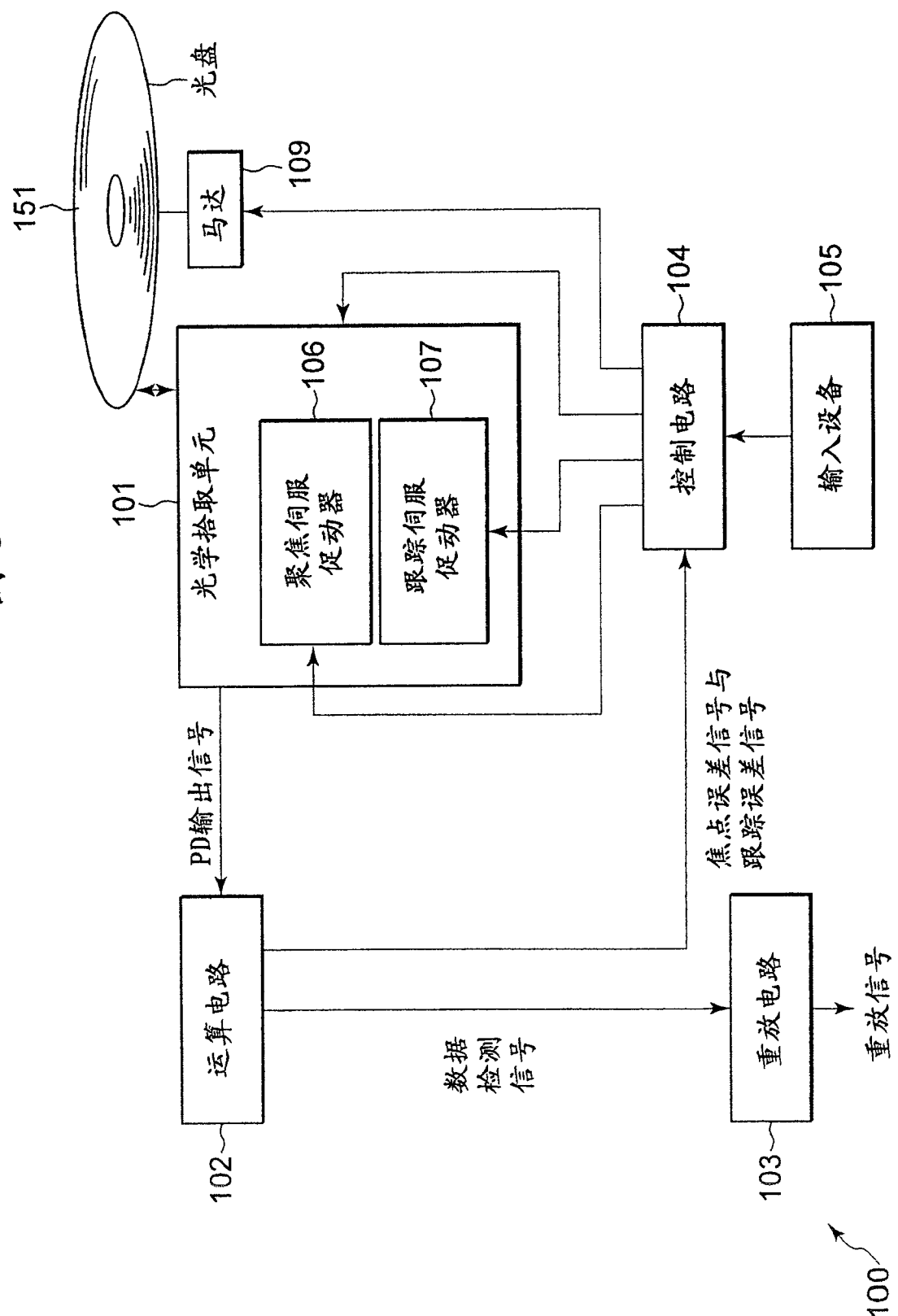


图 4

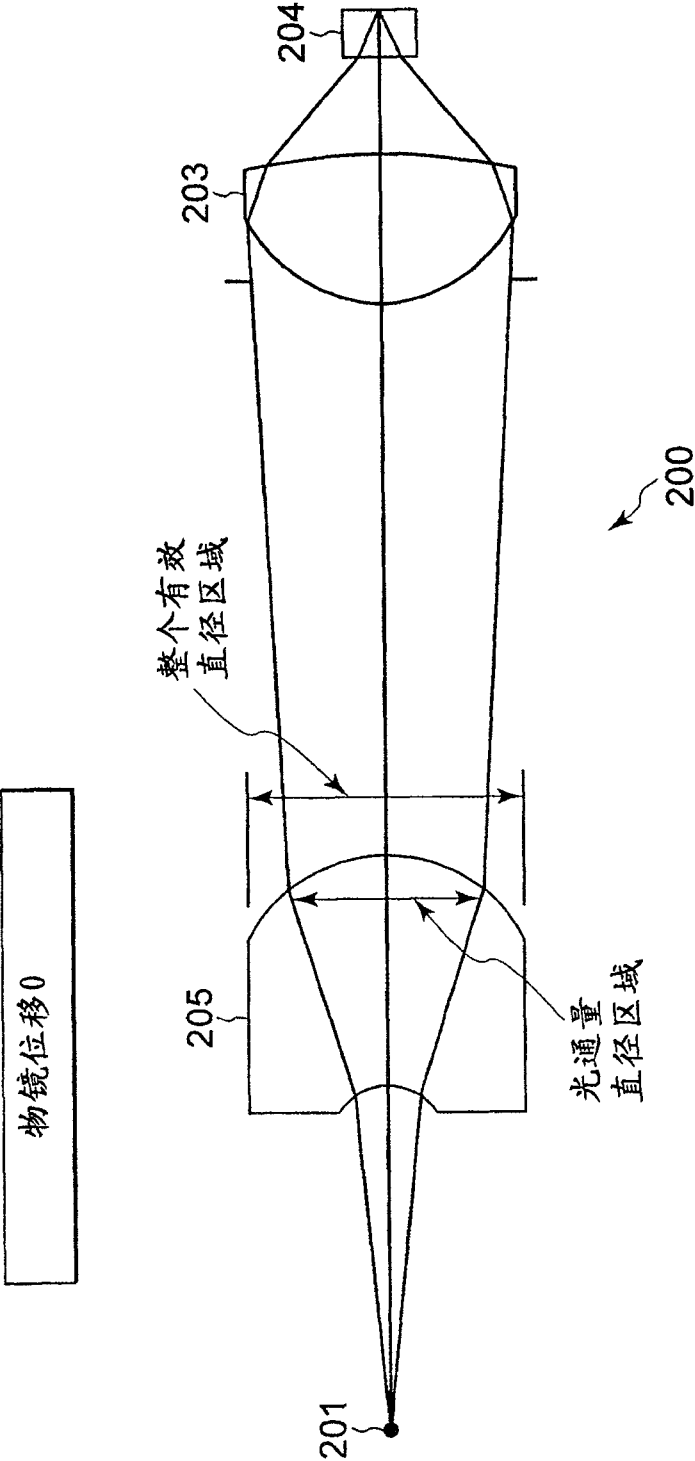


图 5

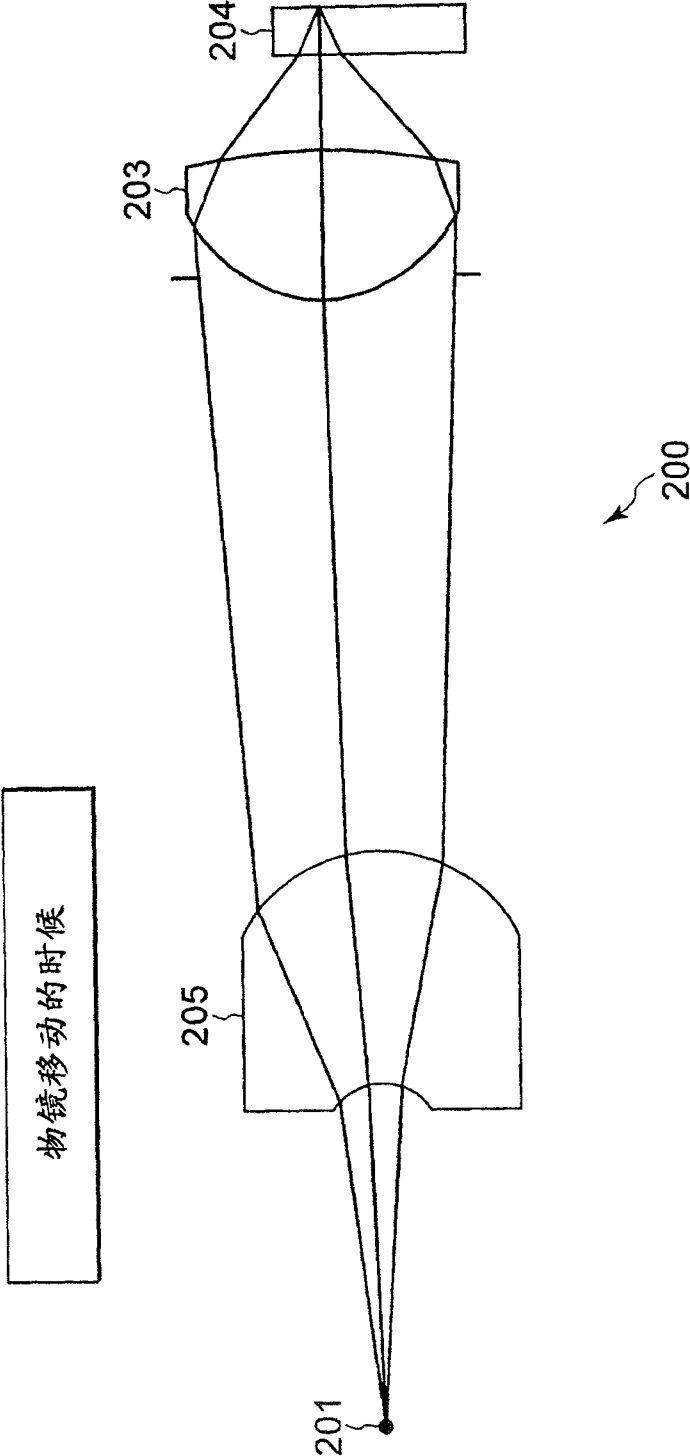


图 6

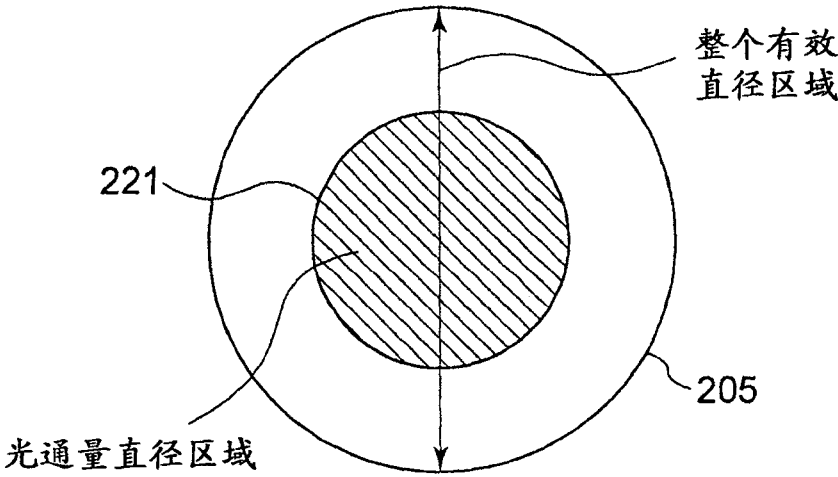


图 7

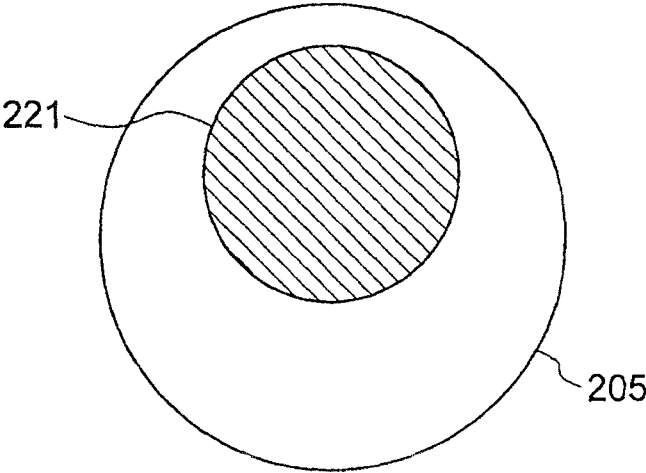


图 8

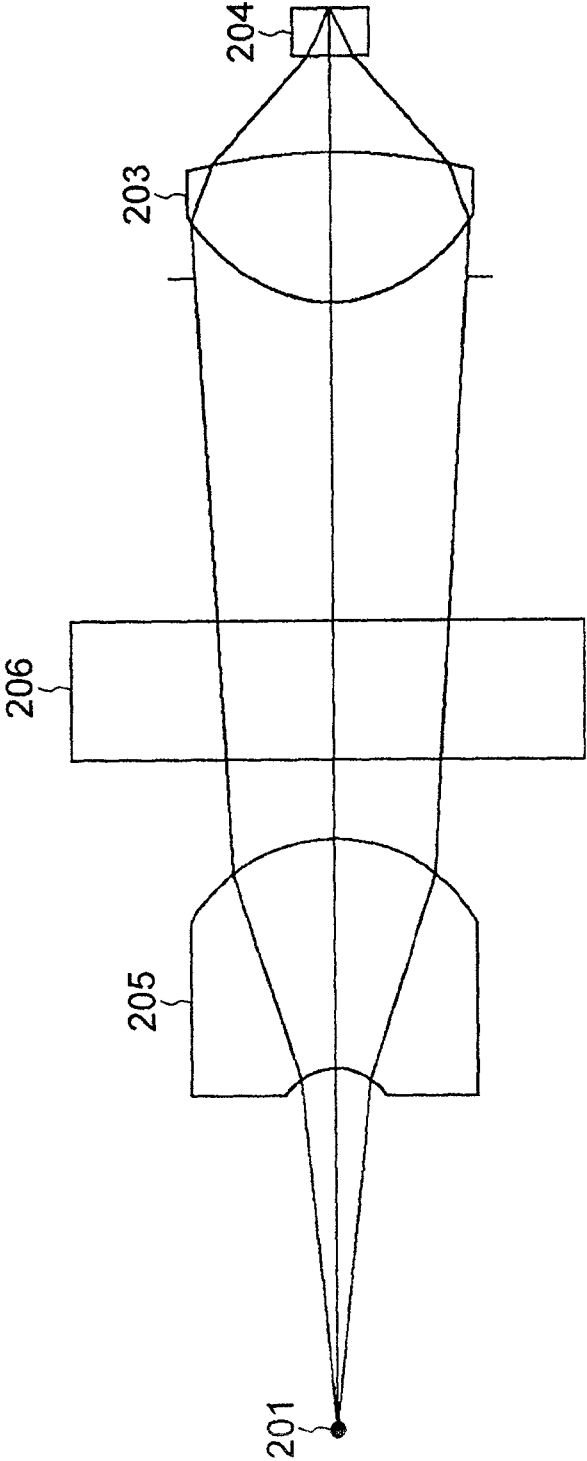
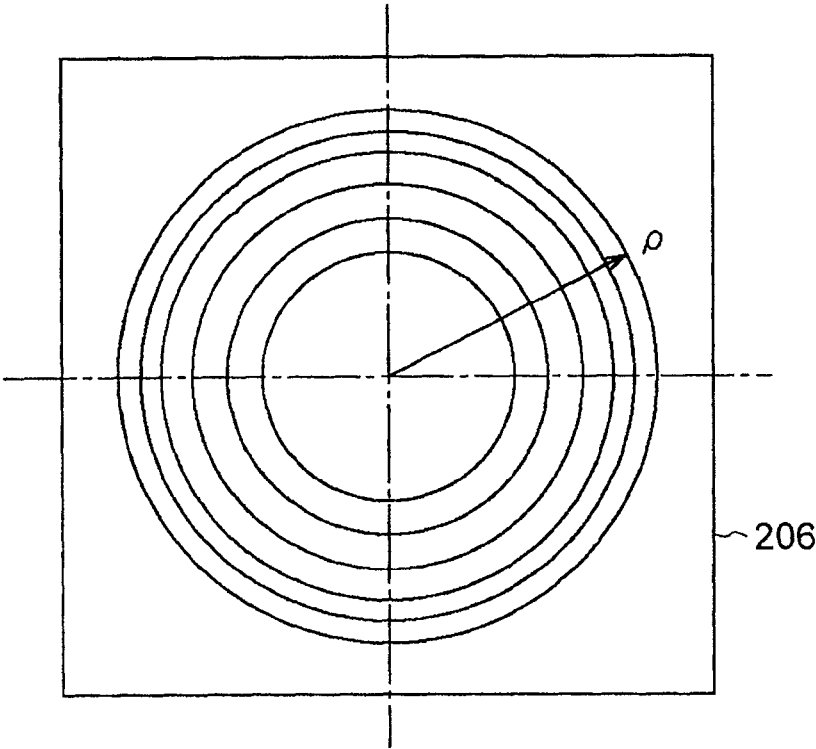


图 9



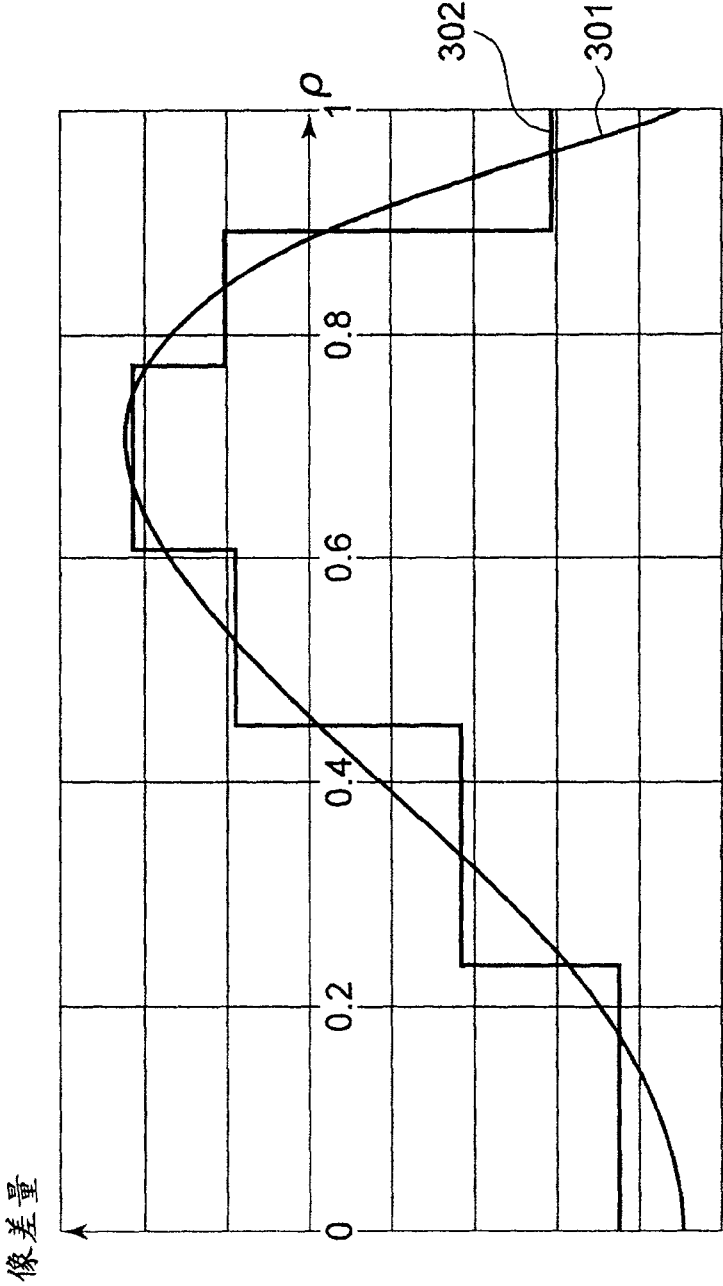


图10

图 11A

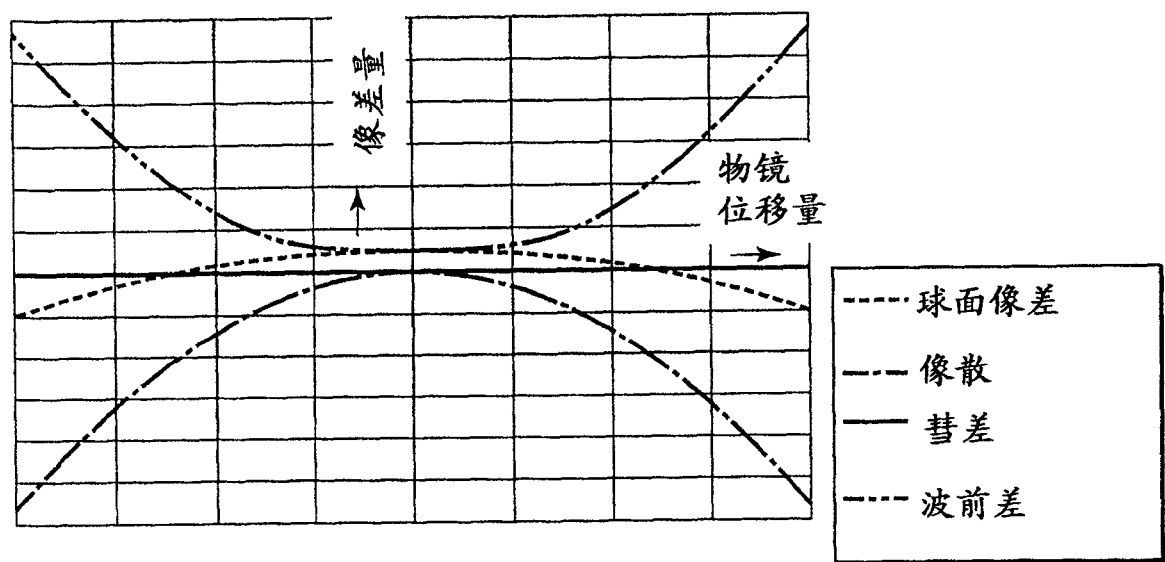


图 11B

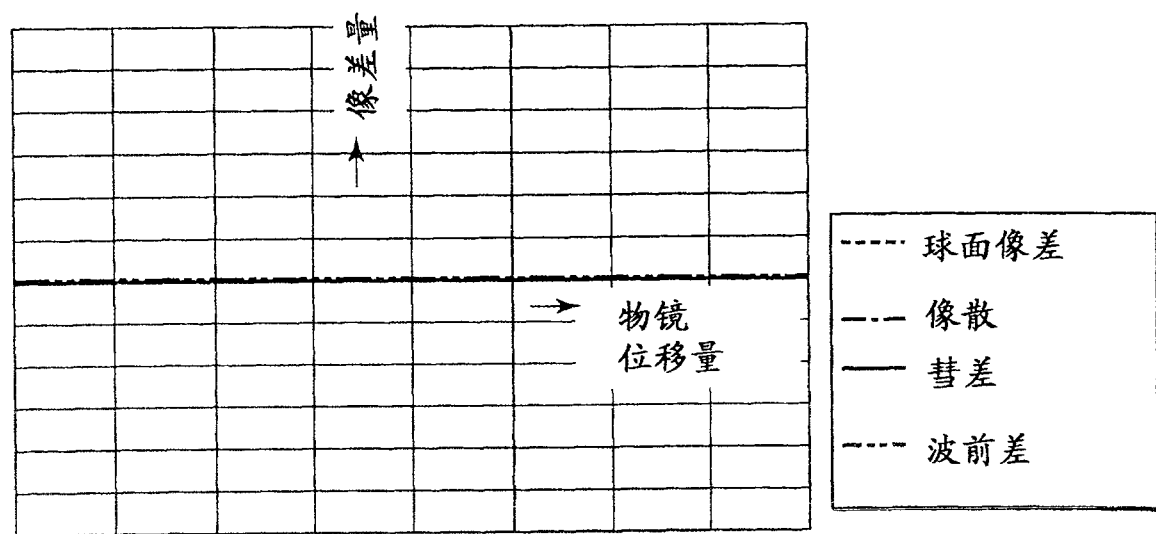


图 12

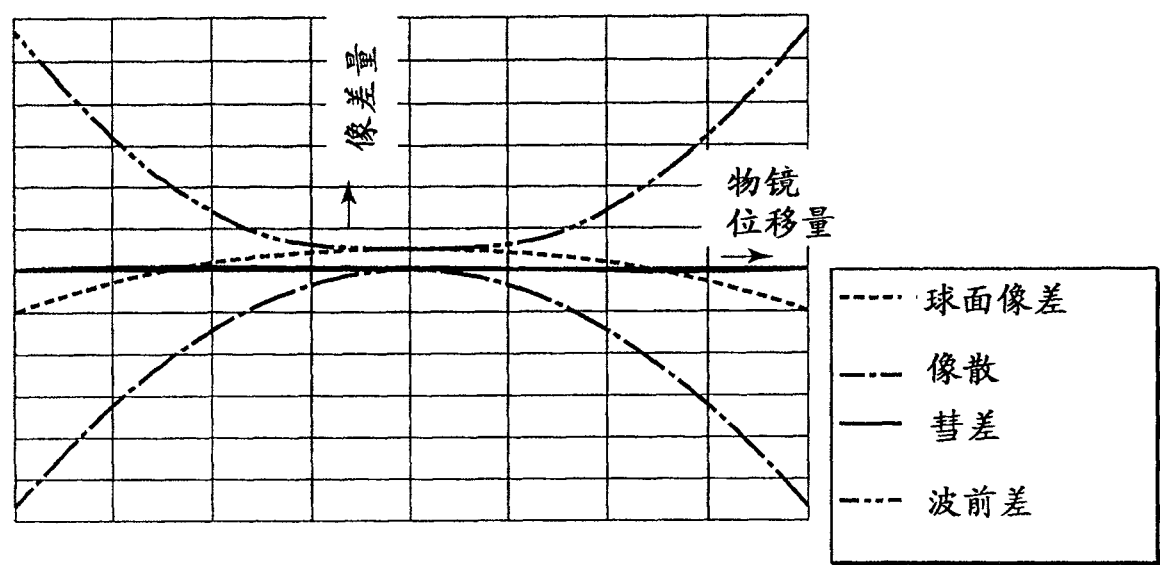


图 13A

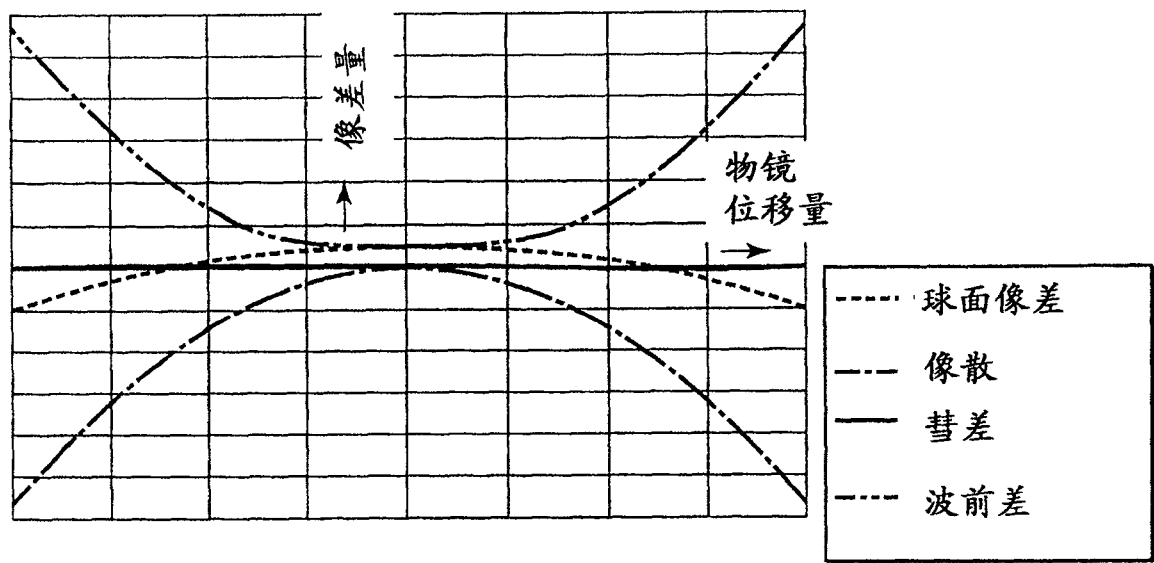


图 13B

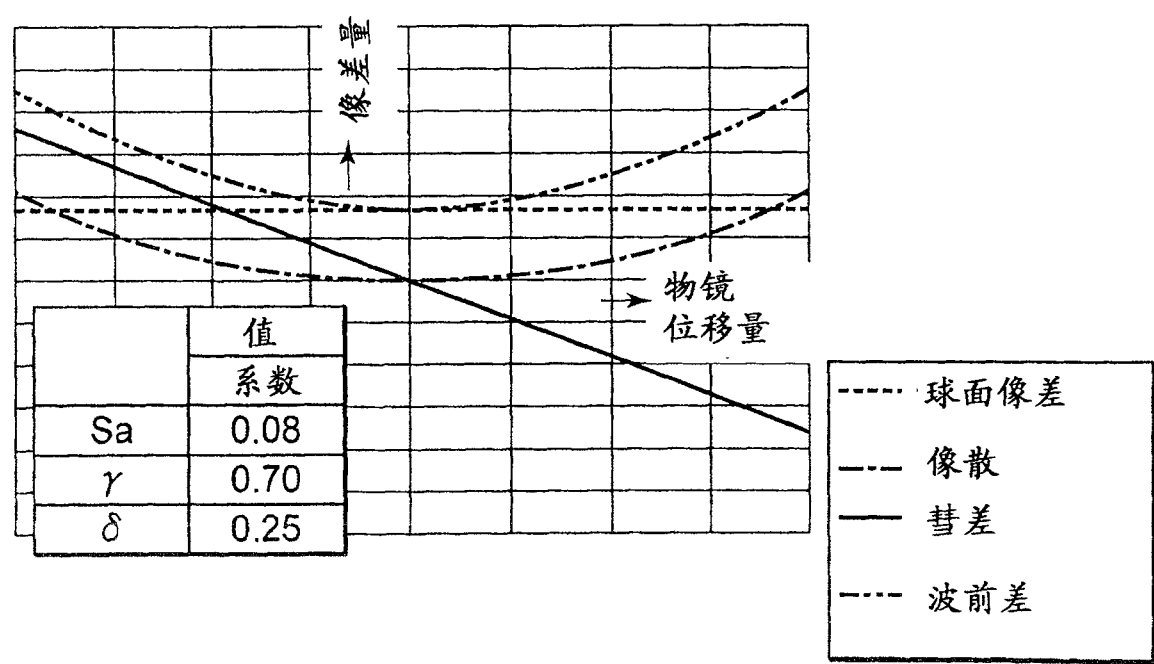


图 14

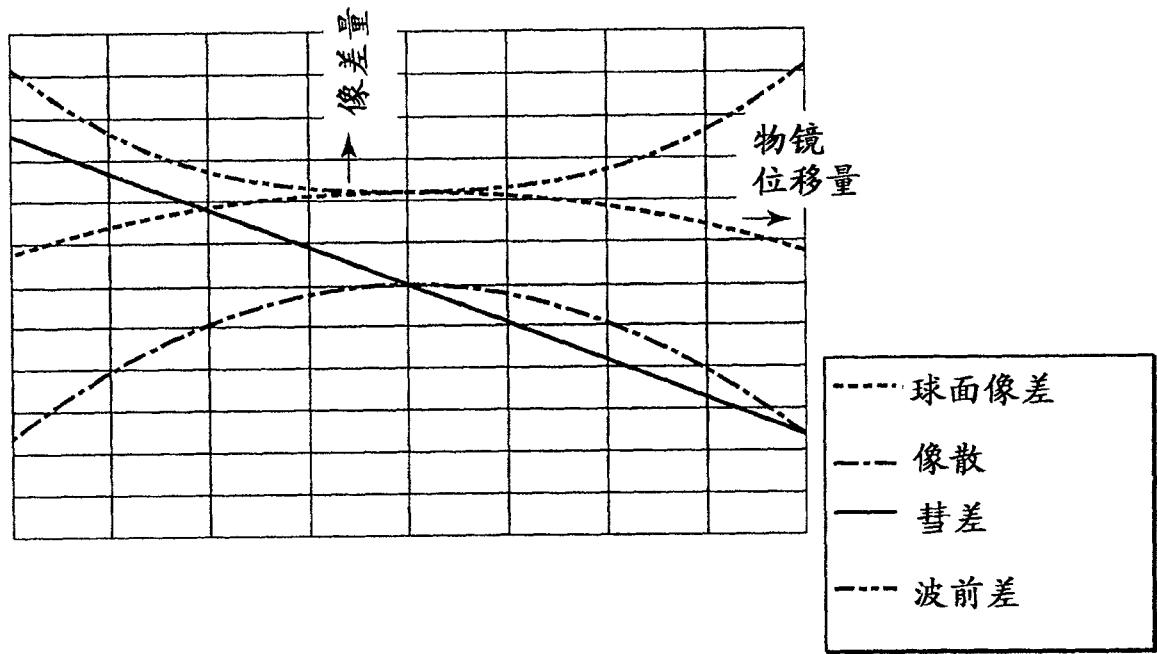


图 15A

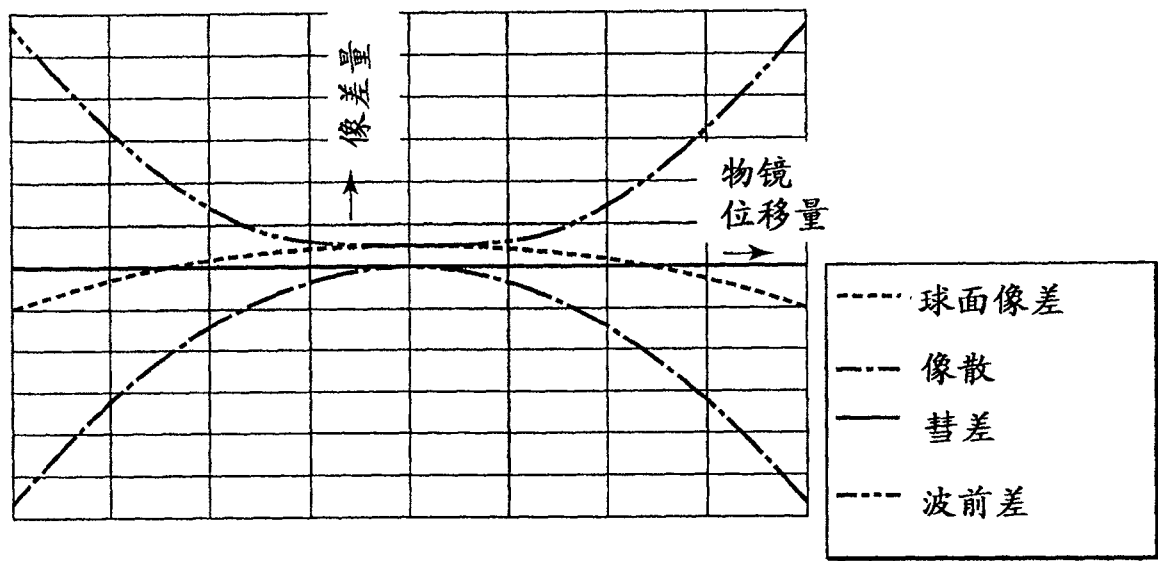


图 15B

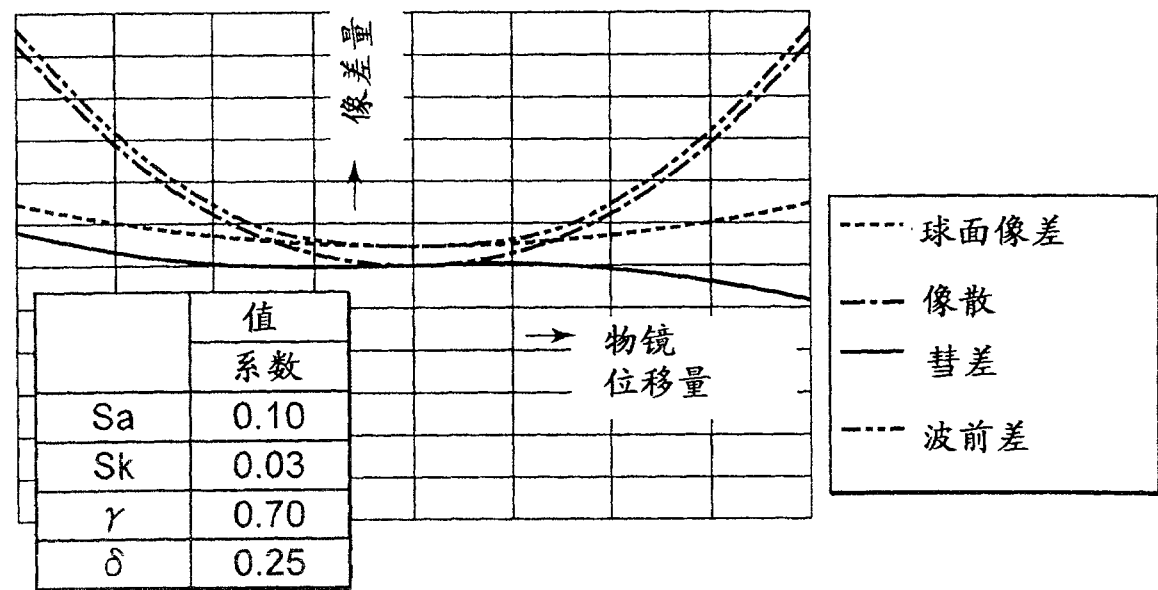


图 16

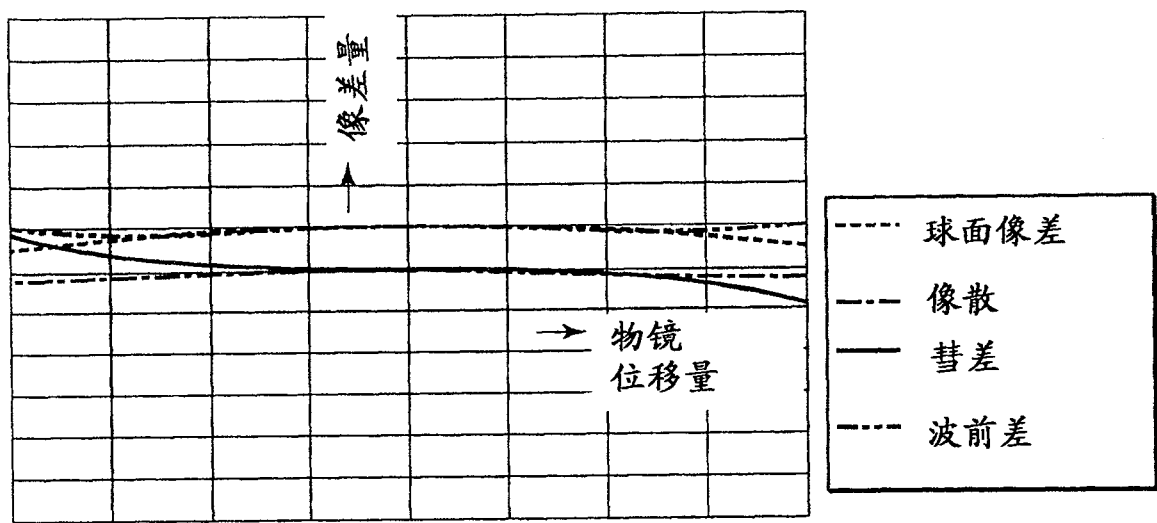


图 17A

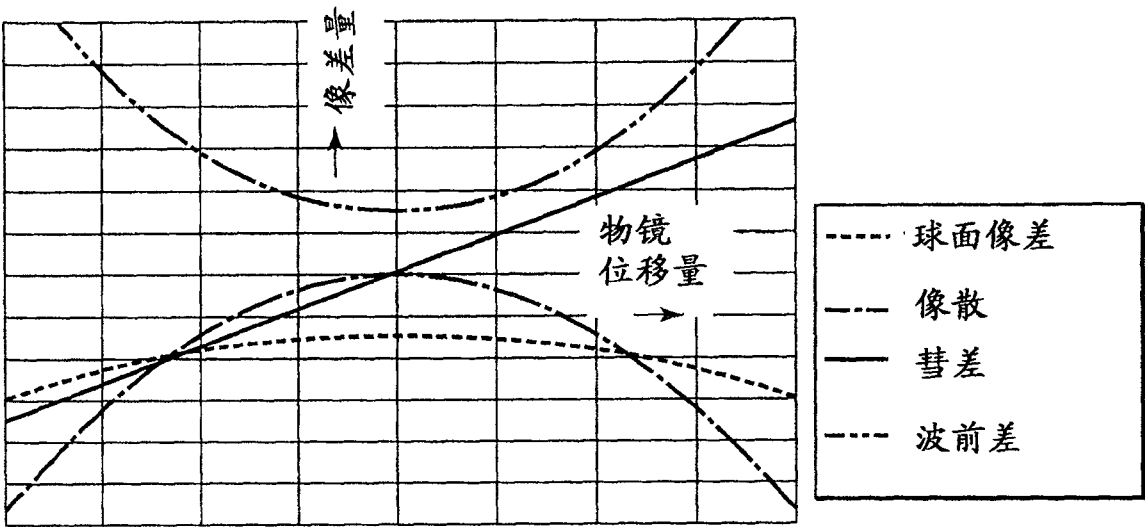


图 17B

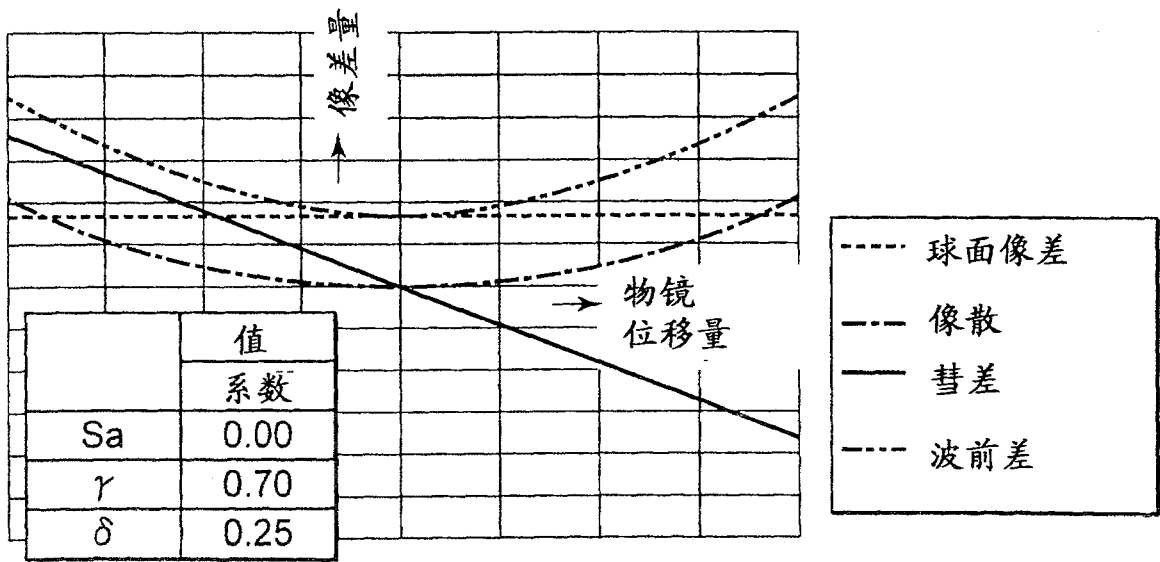


图 18

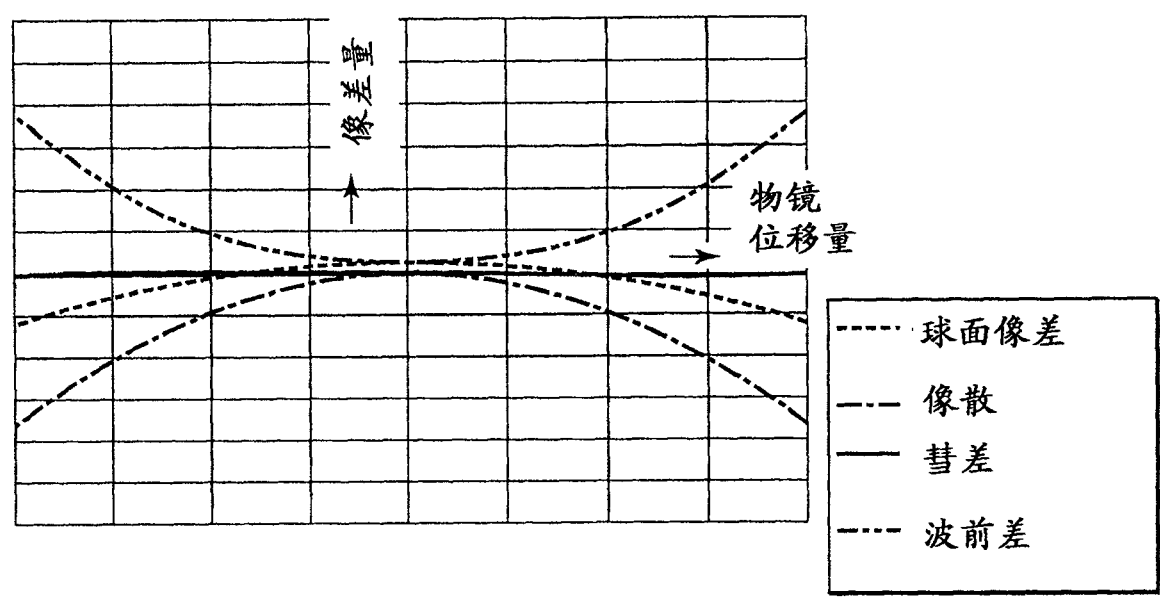


图 19

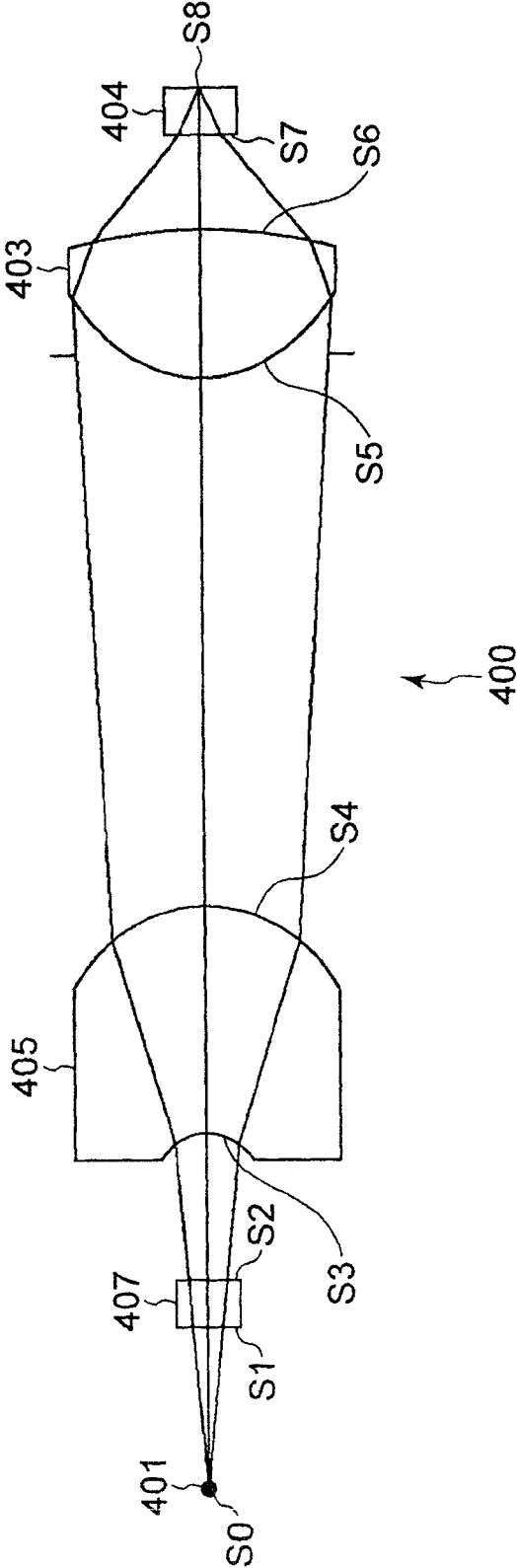


图 20

	t (mm)	n
s 0	2	—
s 1	0.57	1.52
s 2	1.91	—
s 3	2.86	1.54
s 4	6.68	—
s 5	1.86	1.54
s 6	1.186	—
s 7	0.6	1.55
s 8	—	—

图 21

	耦合透镜		物镜	
	S3	S4	S5	S6
R	-0.635	-1.732	1.574	-3.585
K	-1.291	-0.288	-0.891	-6.915
A	-1.620E+00	3.607E-02	7.121E-02	3.192E-01
B	-1.553E+02	-2.092E-01	3.010E-02	-5.705E-01
C	2.355E+03	4.003E-01	5.244E-02	5.131E-01
D	-1.511E+04	-2.612E-01	-8.296E-02	-2.015E-01

图 22A

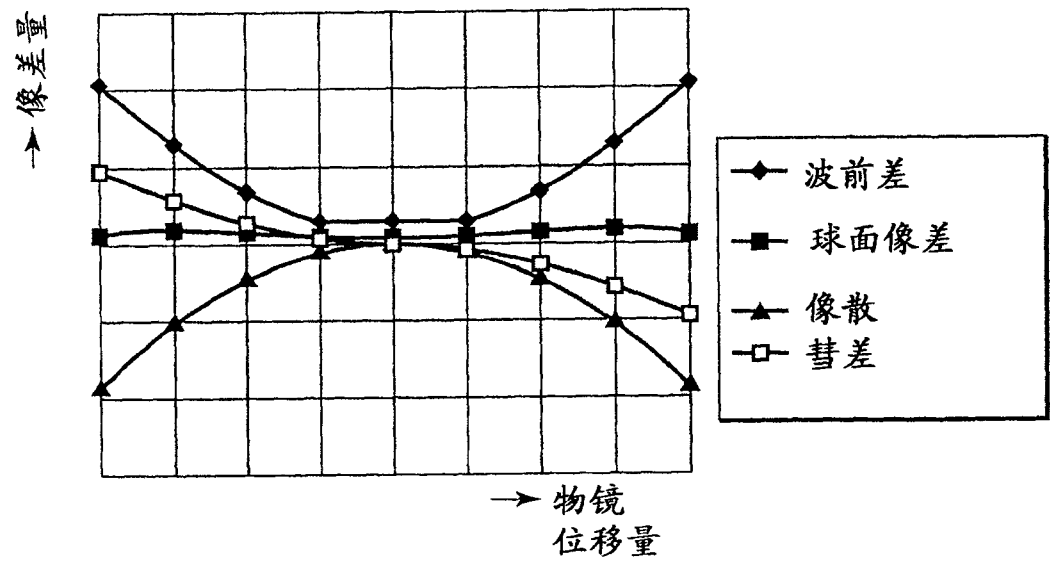


图 22B

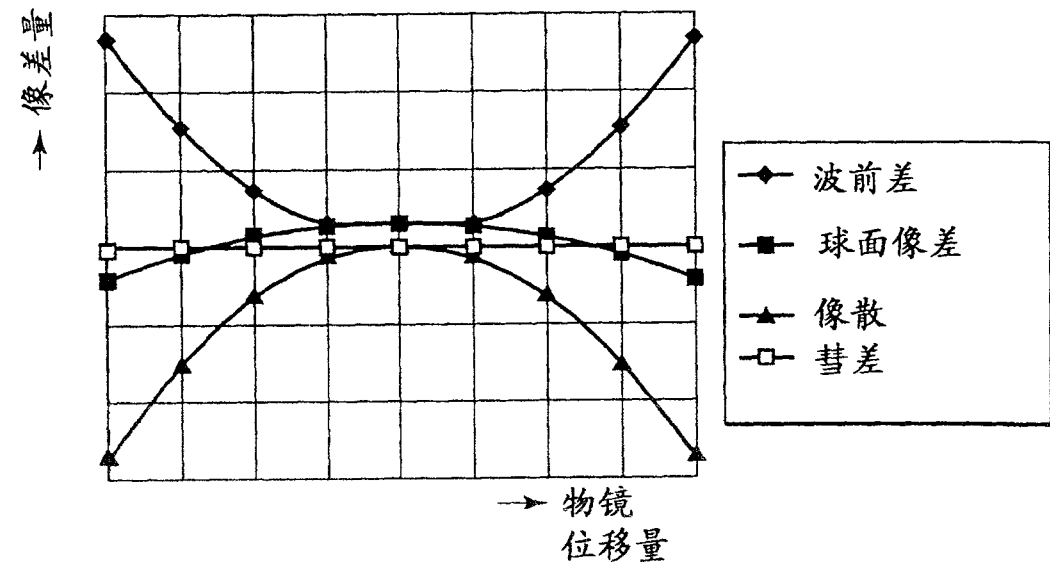


图 23

	耦合透镜		物镜	
	S3	S4	S5	S6
R	-0.635	-1.731	1.574	-3.587
K	-1.454	-0.302	-0.856	-8.151
A	-1.373E+00	4.557E-02	6.252E-02	2.966E-01
B	-1.785E+02	-2.575E-01	2.543E-02	-5.881E-01
C	2.757E+03	4.936E-01	4.564E-02	5.602E-01
D	-1.750E+04	-6.398E-01	-9.638E-02	-2.316E-01

图 24A

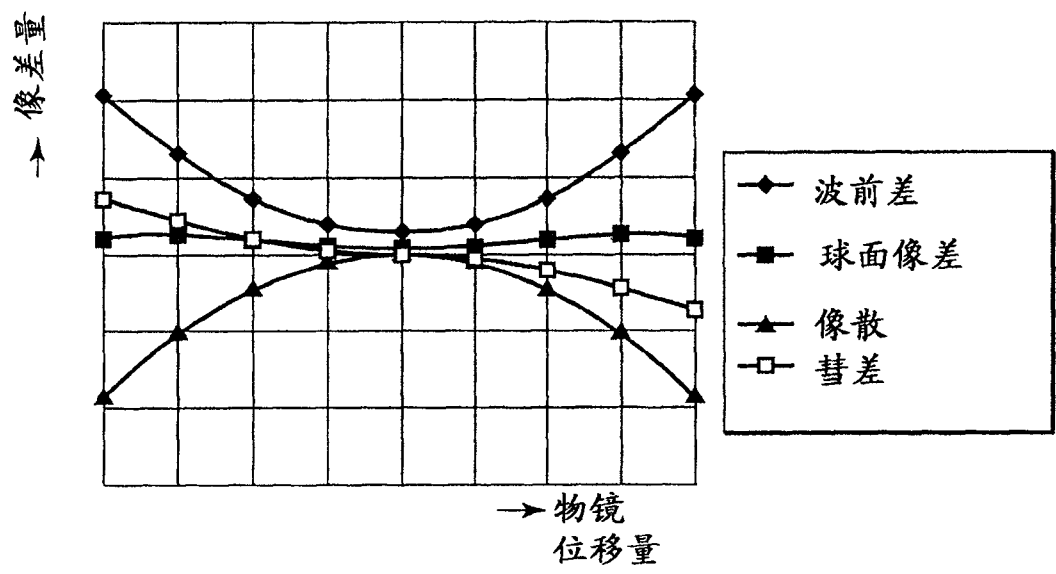


图 24B

