



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102201248 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201110071767. X

(22) 申请日 2011. 03. 24

(30) 优先权数据

2010-068688 2010. 03. 24 JP

(73) 专利权人 HOYA 株式会社

地址 日本国东京都新宿区中落合2丁目7番
5号

(72) 发明人 井上智 竹内修一

(74) 专利代理机构 北京瑞盟知识产权代理有限公司 11300

代理人 刘昕

(51) Int. Cl.

G11B 7/135(2012. 01)

G02B 13/24(2006. 01)

G02B 13/18(2006. 01)

G02B 5/18(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2004-265573 A, 2004. 09. 24,

CN 101458940 A, 2009. 06. 17,

CN 1896773 A, 2007. 01. 17,

审查员 蔡世君

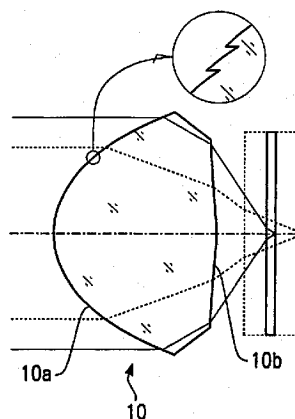
权利要求书5页 说明书35页 附图24页

(54) 发明名称

光学信息记录 / 再现装置及其物镜

(57) 摘要

一种用于光学信息记录 / 再现装置的物镜, 物镜的至少一个光学表面包括衍射表面, 衍射表面具有由光路差函数定义的衍射结构, 其中: 衍射表面具有第一区域, 第一区域有助于聚集第一光束和第二光束并且具有衍射结构, 衍射结构使得使第一光束和第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级; 衍射表面具有位于第一区域外部的第二区域, 第二区域有助于聚集第一光束但无助于聚集第二光束; 物镜满足条件 (1): $35 < P2 \times f2 < 200$ 。



1. 一种用于光学信息记录 / 再现装置的物镜, 所述光学信息记录 / 再现装置通过选择使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束, 将信息记录在两种光盘上、并且 / 或者从该两种光盘再现信息, 所述两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘, 所述第一光束为准直光束, 所述第二光束为准直光束和发散光束之一,

当 λ_1 表示所述第一波长, λ_2 表示所述第二波长时, λ_1 和 λ_2 满足条件:

$390 < \lambda_1 < 420$, 以及

$640 < \lambda_2 < 700$,

λ_1 和 λ_2 的单位为 nm,

当 t_1 表示使用第一光束进行信息记录或信息再现的所述第一光盘的保护层厚度, t_2 表示使用第二光束进行信息记录或信息再现的所述第二光盘的保护层厚度时, t_1 和 t_2 满足条件:

$0.05 < t_1 < 0.15$, 以及

$0.50 < t_2 < 0.70$,

t_1 和 t_2 的单位为 mm,

当 NA_1 表示所述第一光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径, NA_2 表示所述第二光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径时, NA_1 和 NA_2 满足如下条件:

$NA_1 > NA_2$,

其中:

所述物镜的至少一个光学表面包括由如下光路差函数定义的衍射结构的衍射表面:

$$\Phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda$$

其中, P_2 、 P_4 、 P_6 ... 表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示所述入射光束的设计波长;

所述衍射表面具有第一区域, 其将所述第一光束聚集在所述第一光盘的记录面上, 将所述第二光束聚集在所述第二光盘的记录面;

所述第一区域具有衍射结构, 其使得使所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级和使所述第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级;

所述衍射表面具有位于所述第一区域外部的第二区域;

所述第二区域将所述第一光束聚集在所述第一光盘的所述记录面, 但不聚集所述第二光束;

当 P_2 表示所述第一区域中的衍射结构的所述光路差函数的二阶系数, f_2 表示所述物镜对所述第二光束的衍射光束的焦距, 所述衍射光束的衍射级使通过所述第一区域的所述第二光束的衍射效率最大化时, 所述物镜满足条件:

$35 < P_2 \times f_2 < 200 \quad \dots \dots (1)$,

f_2 的单位为 mm。

2. 根据权利要求 1 所述的物镜, 其特征在于,

当 λ_{B1} 表示所述第一区域的闪耀波长时, 所述物镜满足条件:

$450 < \lambda_{B1} < 550 \quad \dots \dots (2)$,

λ_{B1} 的单位为 nm。

3. 根据权利要求 1 所述的物镜, 其特征在于,

所述第二区域具有衍射结构,其使通过所述第二区域的所述第二光束产生球面像差,使得通过所述第二区域的所述第二光束成为闪烁光。

4. 根据权利要求 1 所述的物镜,其特征在于,

当 n_2 表示所述物镜对所述波长 λ_2 的折射率, R_1 表示所述物镜的光源一侧表面的曲率半径, D 表示所述物镜在所述光轴上的厚度时,所述物镜满足条件:

$$f_2 \times (1 + 2 \times P_2 \times \lambda_2 - D \times (n_2 - 1) / (n_2 \times R_1)) > 0.57 \quad \dots \dots (5)。$$

5. 根据权利要求 1 所述的物镜,其特征在于,

所述物镜满足条件:

$$70 < P_2 \times f_2 < 200 \quad \dots \dots (6)。$$

6. 根据权利要求 1 所述的物镜,其特征在于,

当 f_1 表示所述物镜对使第一光束的衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距时,所述物镜满足条件:

$$1.0 < f_1 < 1.6 \quad \dots \dots (7),$$

f_1 的单位为 mm。

7. 根据权利要求 1 所述的物镜,其特征在于,

使所述第二区域中的所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级。

8. 根据权利要求 1-7 中任一项所述的物镜,其特征在于,

当 MM_2 表示所述物镜对所述第二光束的放大倍率时,所述物镜满足条件:

$$-0.020 < MM_2 \leq 0.000 \quad \dots \dots (8)。$$

9. 一种包括权利要求 1 的物镜的光学信息记录 / 再现装置,所述光学信息记录 / 再现装置通过选择使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束,将信息记录在两种光盘上、并且 / 或者从该两种光盘中再现信息,所述两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘,所述第一光束为准直光束,所述第二光束为准直光束和发散光束之一,

当 λ_1 表示所述第一波长, λ_2 表示所述第二波长时, λ_1 和 λ_2 满足条件:

$$390 < \lambda_1 < 420, \text{ 以及}$$

$$640 < \lambda_2 < 700,$$

λ_1 和 λ_2 的单位为 nm,

当 t_1 表示使用第一光束进行信息记录或信息再现的所述第一光盘的保护层厚度, t_2 表示使用第二光束进行信息记录或信息再现的所述第二光盘的保护层厚度时, t_1 和 t_2 满足条件:

$$0.05 < t_1 < 0.15, \text{ 以及}$$

$$0.50 < t_2 < 0.70,$$

t_1 和 t_2 的单位为 mm,

当 NA_1 表示所述第一光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径, NA_2 表示所述第二光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径时, NA_1 和 NA_2 满足如下条件:

$$NA_1 > NA_2,$$

所述光学信息记录 / 再现装置包括物镜,

其中:

所述物镜的至少一个光学表面包括由如下光路差函数定义的衍射结构的衍射表面:

$$\Phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda$$

其中, P_2 、 P_4 、 P_6 ...表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示所述入射光束的设计波长;

所述衍射表面具有第一区域, 其将所述第一光束聚集在所述第一光盘的记录面上, 将所述第二光束聚集在所述第二光盘的记录面;

所述第一区域具有衍射结构, 其使得使所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级和使所述第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级;

所述衍射表面具有位于所述第一区域外部的第二区域;

所述第二区域将所述第一光束聚集在所述第一光盘的所述记录面, 但不聚集所述第二光束;

当 P_2 表示所述第一区域中的衍射结构的所述光路差函数的二阶系数, f_2 表示所述物镜对所述第二光束的衍射光束的焦距, 所述衍射光束的衍射级使通过所述第一区域的所述第二光束的衍射效率最大化时, 所述物镜满足条件:

$$35 < P_2 \times f_2 < 200 \quad \dots \dots (1),$$

f_2 的单位为 mm。

10. 一种用于光学信息记录/再现装置的物镜, 所述光学信息记录/再现装置通过使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束, 将信息记录在两种光盘上、并且/或者从该两种光盘中再现信息, 所述两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘, 所述第一光束为准直光束, 所述第二光束为准直光束和发散光束之一,

当 λ_1 表示所述第一波长, λ_2 表示所述第二波长时, λ_1 和 λ_2 满足条件:

$$390 < \lambda_1 < 420, \text{ 以及}$$

$$640 < \lambda_2 < 700,$$

λ_1 和 λ_2 的单位为 nm,

当 t_1 表示使用第一光束进行信息记录或信息再现的所述第一光盘的保护层厚度, t_2 表示使用第二光束进行信息记录或信息再现的所述第二光盘的保护层厚度时, t_1 和 t_2 满足条件:

$$0.05 < t_1 < 0.15, \text{ 以及}$$

$$0.50 < t_2 < 0.70,$$

t_1 和 t_2 的单位为 mm,

当 NA_1 表示所述第一光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径, NA_2 表示所述第二光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径时, NA_1 和 NA_2 满足如下条件:

$$NA_1 > NA_2,$$

其中:

所述物镜的至少一个光学表面包括由如下光路差函数定义的衍射结构的衍射表面:

$$\Phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda$$

其中, P_2 、 P_4 、 P_6 ...表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示所述入射光束的设计波长;

所述衍射表面具有第一区域, 其将所述第一光束聚集在所述第一光盘的记录面上, 将所述第二光束聚集在所述第二光盘的记录面;

所述第一区域具有衍射结构,其使得使所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级和使所述第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级;

所述衍射表面具有位于所述第一区域外部的第二区域;

所述第二区域将所述第一光束聚集在所述第一光盘的所述记录面,但不聚集所述第二光束;

当 P_2 表示所述第一区域中的衍射结构的所述光路差函数的二阶系数, f_2 表示所述物镜对所述第二光束的衍射光束的焦距,所述衍射光束的衍射级使通过所述第一区域的所述第二光束的衍射效率最大化, λ_{B1} 表示所述第一区域中的闪耀波长时,所述物镜满足条件:

$$-0.010 < (\lambda_{B1} - \lambda_2) / (P_2 \times f_2 \times \lambda_2) < -0.001 \quad \dots \dots (3),$$

f_2 的单位为 mm, λ_{B1} 的单位为 nm。

11. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

所述第二区域具有衍射结构,其使通过所述第二区域的所述第二光束产生球面像差,使得通过所述第二区域的所述第二光束成为闪烁光。

12. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

当 λ_{B2} 表示所述第二区域中的闪耀波长时,所述物镜满足条件:

$$390 < \lambda_{B2} < 420 \quad \dots \dots (4),$$

λ_{B2} 的单位为 nm。

13. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

当 n_2 表示所述物镜对所述波长 λ_2 的折射率, R_1 表示所述物镜的光源一侧表面的曲率半径, D 表示所述物镜在所述光轴上的厚度时,所述物镜满足条件:

$$f_2 \times (1 + 2 \times P_2 \times \lambda_2 - D \times (n_2 - 1) / (n_2 \times R_1)) > 0.57 \quad \dots \dots (5)。$$

14. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

所述物镜满足条件:

$$70 < P_2 \times f_2 < 200 \quad \dots \dots (6)。$$

15. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

当 f_1 表示所述物镜对使第一光束的衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距时,所述物镜满足条件:

$$1.0 < f_1 < 1.6 \quad \dots \dots (7),$$

f_1 的单位为 mm。

16. 根据权利要求 10 所述的物镜,其特征在于,

使所述第二区域中的所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级。

17. 根据权利要求 10-16 中任一项所述的物镜,其特征在于,

当 MM_2 表示所述物镜对所述第二光束的放大倍率时,所述物镜满足条件:

$$-0.020 < MM_2 \leq 0.000 \quad \dots \dots (8)。$$

18. 一种包括权利要求 10 的物镜的光学信息记录 / 再现装置,所述光学信息记录 / 再现装置通过选择使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束,将信息记录在两种光盘上、并且 / 或者从该两种光盘中再现信息,所述两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘,所述第一光束为准直光束,所述第二光束为准直光束和发散光束之一,

当 λ_1 表示所述第一波长, λ_2 表示所述第二波长时, λ_1 和 λ_2 满足条件:

$390 < \lambda_1 < 420$, 以及

$640 < \lambda_2 < 700$,

λ_1 和 λ_2 的单位为 nm,

当 t_1 表示使用第一光束进行信息记录或信息再现的所述第一光盘的保护层厚度, t_2 表示使用第二光束进行信息记录或信息再现的所述第二光盘的保护层厚度时, t_1 和 t_2 满足条件:

$0.05 < t_1 < 0.15$, 以及

$0.50 < t_2 < 0.70$,

t_1 和 t_2 的单位为 mm,

当 NA_1 表示所述第一光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径, NA_2 表示所述第二光盘的所述信息记录或信息再现所需要的数值孔径时, NA_1 和 NA_2 满足如下条件:

$NA_1 > NA_2$,

所述光学信息记录 / 再现装置包括物镜,

其中:

所述物镜的至少一个光学表面包括由如下光路差函数定义的衍射结构的衍射表面:

$$\Phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda$$

其中, P_2 、 P_4 、 P_6 ... 表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示所述入射光束的设计波长;

所述衍射表面具有第一区域, 其将所述第一光束聚集在所述第一光盘的记录面上, 将所述第二光束聚集在所述第二光盘的记录面;

所述第一区域具有衍射结构, 其使得使所述第一光束的衍射效率最大化的衍射级和使所述第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级;

所述衍射表面具有位于所述第一区域外部的第二区域;

所述第二区域将所述第一光束聚集在所述第一光盘的所述记录面, 但不聚集所述第二光束;

当 P_2 表示所述第一区域中的衍射结构的所述光路差函数的二阶系数, f_2 表示所述物镜对所述第二光束的衍射光束的焦距, 所述衍射光束的衍射级使通过所述第一区域的所述第二光束的衍射效率最大化, λ_{B1} 表示所述第一区域中的闪耀波长时, 所述物镜满足条件:

$$-0.010 < (\lambda_{B1} - \lambda_2) / (P_2 \times f_2 \times \lambda_2) < -0.001 \quad \dots \dots (3),$$

f_2 的单位为 mm, λ_{B1} 的单位为 nm。

光学信息记录 / 再现装置及其物镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种将信息记录在不同规格的多种光盘上并且 / 或者从该光盘中再现信息的光学信息记录 / 再现装置的物镜, 以及一种安装有这种物镜的光学信息记录 / 再现装置。

背景技术

[0002] 存在有例如 DVD (Digital Versatile Disc, 数字通用光盘) 和 BD (Blu-ray Disc, 蓝光盘) 等各种规格的光盘, 它们有不同的记录密度、保护层厚度等。因此, 在光学信息记录 / 再现装置上安装的物镜光学系统需要具有与多种光盘的兼容性。这里, “兼容性” 是指即使当所用的光盘改变时也不需要更换部件就能保证实现信息记录和信息再现。另外, 在本说明书中, “光学信息记录 / 再现装置” 包括既能再现信息也能记录信息的装置, 专用于信息再现的装置, 和专用于信息记录的装置。

[0003] 为了对不同规格的多种光盘有兼容性, 物镜光学系统需要校正不同光盘间的随光盘保护层厚度 (即, 光盘的记录面与保护层表面之间的距离) 的不同而变化的球面像差, 并通过改变物镜光学系统的数值孔径 NA, 随光盘记录密度的不同形成良好的束斑。通常, 束斑随激光束波长变短而变小。因此, 光学信息记录 / 再现装置根据所使用的光盘的记录密度从波长不同的多种激光中选择使用一种激光。例如, 光学信息记录 / 再现装置将波长大约为 660nm 的光 (即, 所谓红激光) 用于 DVD 的信息记录或信息再现, 将波长大约为 405nm 的光 (即, 所谓蓝激光) 用于 BD 的信息记录或信息再现。

[0004] 日本专利公开第 2000-81566A 号 (下面, 称作 JP2000-81566A)、第 2004-265573A 号 (下面, 称作 JP2004-265573A) 和第 2004-326862A (下面, 称作 JP2004-326862A) 号专利申请公开了对多种光盘具有兼容性的光学信息记录 / 再现装置。具体讲, JP2000-81566A 公开了对 CD (Compact Disc) 和 DVD 有兼容性的光学信息记录 / 再现装置。JP2004-265573A 和 JP2004-326862A 公开了对 DVD 和 BD 具有兼容性的光学信息记录 / 再现装置。正如 JP2000-81566A、JP2004-265573A 和 JP2004-326862A 中公开的一样, 用于光学信息记录 / 再现装置的物镜在物镜的一个表面上设有衍射结构, 以得到兼容性。该衍射结构具有多个以物镜的光轴为中心形成的同心环状区。为了提高多种不同规格的激光的衍射效率, 这种衍射结构具有多个区域, 各个区域中的衍射结构分别具有不同的闪耀波长。具体讲, 衍射结构具有第一区域和第二区域, 第一区域有助于将多种激光束分别聚集在相应种类光盘的记录面, 第二区域仅有助于聚集用于高记录密度光盘 (即, JP2000-81566A 中的 DVD, JP2004-265573A 或 JP2004-326862A 中的 BD) 的激光束。

[0005] 当单个物镜对多种不同规格的光盘有兼容性时, 信号的质量可能会因闪烁光而恶化。例如, 当 CD 用在 JP2000-81566A 公开的光学系统中时 (或者当 DVD 用在 JP2004-265573A 或 JP2004-326862A 公开的光学系统中时), 主要产生两种闪烁光, 即, 第一区域中的不必要衍射级光和第二区域中的不必要衍射级光。为了对各种光盘进行良好的信息记录或信息再现, 有必要减少闪烁光对信号造成的影响。

[0006] 然而, JP2000-81566A 公开的光学信息记录 / 再现装置存在的问题是, 当物镜在聚焦伺服控制下接近 CD 时, 第一区域中的不必要衍射级光聚集在 CD 的记录面, 因而使信号的质量恶化。另一方面, 关于 JP2004-265573A 和 JP2004-326862A 公开的光学信息记录 / 再现装置, 因为提高了多种不同规格的激光束的衍射效率, 所以不必要衍射级光的绝对量小。然而, 为了提高衍射效率, JP2000-81566A、JP2004-265573A 和 JP2004-326862A 公开的光学信息记录 / 再现装置对多种激光束分别使用不同的高衍射级的衍射光。在这种情形下, 产生的问题是衍射结构中的台阶变高, 因而难于进行金属铸模的处理和物镜的模铸。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种将信息记录在诸如 DVD 和 CD 等不同规格的多种光盘上并且 / 或者从该光盘再现信息的光学信息记录 / 再现装置的物镜光学系统, 以及一种安装有这种物镜光学系统的光学信息记录 / 再现装置。

[0008] 根据本发明的一个方面, 提供了一种用于光学信息记录 / 再现装置的物镜, 光学信息记录 / 再现装置通过选择使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束, 将信息记录在两种光盘上、并且 / 或者从该两种光盘中再现信息, 两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘。第一光束为准直光束, 第二光束为准直光束和发散光束之一。当 λ_1 表示第一波长, λ_2 表示第二波长时, λ_1 和 λ_2 满足条件: $390 < \lambda_1 < 420$, 以及 $640 < \lambda_2 < 700$, λ_1 和 λ_2 的单位为 nm。当 t_1 表示使用第一光束进行信息记录或信息再现的第一光盘的保护层厚度, t_2 表示使用第二光束进行信息记录或信息再现的第二光盘的保护层厚度时, t_1 和 t_2 满足条件: $0.05 < t_1 < 0.15$, 以及 $0.50 < t_2 < 0.70$, t_1 和 t_2 的单位为 mm。当 NA1 表示第一光盘的信息记录或信息再现所需要的数值孔径, NA2 表示第二光盘的信息记录或信息再现所需要的数值孔径时, NA1 和 NA2 满足如下条件: $NA1 > NA2$ 。

[0009] 在上述设置中, 物镜的至少一个光学表面包括由如下光路差函数定义的衍射结构的衍射表面:

$$[0010] \quad \phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda,$$

[0011] 其中, P_2 、 P_4 、 P_6 ... 表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示入射光束的设计波长。衍射表面具有第一区域, 其将第一光束聚集在第一光盘的记录面上, 将第二光束聚集在第二光盘的记录面。第一区域具有衍射结构, 其使得使第一光束的衍射效率最大化的衍射级和使第二光束的衍射效率最大化的衍射级为第一级。衍射表面具有位于第一区域外部的第二区域。第二区域将第一光束聚集在第一光盘的记录面, 但不聚集第二光束。当 P_2 表示第一区域中的衍射结构的光路差函数的二阶系数, f_2 表示物镜对第二光束的衍射光束的焦距, 衍射光束的衍射级使通过第一区域的第二光束的衍射效率最大化时, 物镜满足条件:

$$[0012] \quad 35 < P_2 \times f_2 < 200 \quad \dots \dots (1),$$

[0013] f_2 的单位为 mm。

[0014] 使第一区域中的衍射效率最大化的衍射级为第一级 (或另一低衍射级), 因此, 可以使不必要衍射级光远离使用衍射级光的位置。当使用第 n 级衍射光时, 第 n 级衍射光与作为不必要衍射级光的第 $(n \pm 1)$ 级衍射光之间的衍射率 (diffraction power) 差为 $1/n$, 因此, 衍射率差最大。

[0015] 当满足条件 (1) 时,在有效避免因衍射率变大引起衍射结构的台阶数目增加和色差增强的同时,可以使不必要衍射级光的近轴焦点大大偏离使用衍射级光的焦点。这样,可以抑制不必要衍射级光引起的信号质量恶化。当条件 (1) 的中间项小于条件 (1) 的下限时,无法使不必要衍射级光的近轴焦点偏离使用衍射级光的焦点足够远,因而不能抑制不必要衍射级光引起的信号恶化。当条件 (1) 的中间项大于条件 (1) 的上限时,因为衍射率变大,所以台阶数目增加并且色差显著增强,这不利于制造和确保光学性能。

[0016] 在本发明的至少一方面,当 λ_{B1} 表示第一区域中的闪耀波长时,物镜满足条件:

$$[0017] \quad 450 < \lambda_{B1} < 550 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2),$$

[0018] λ_{B1} 的单位为 nm。

[0019] 当满足条件 (2) 时,通过第一区域的第二光束 (波长为 λ_2) 的不必要衍射级光的绝对量小。当条件 (2) 的中间项小于条件 (2) 的下限时,通过第一区域的第二光束的使用衍射级光的衍射效率过低,以致于不能对第二光盘进行适当的信息记录和信息再现。当条件 (2) 的中间项大于条件 (2) 的上限时,通过第一区域的第一光束 (波长为 λ_1) 的使用衍射级光的衍射效率过低,以致于不能对第一光盘进行适当的信息记录和信息再现。具体讲,因为衍射效率小,所以难于进行高速记录 (或高速再现)。为了补偿衍射效率的降低,有必要使用高输出能量的光源,这不利于节省成本。并且,由于不必要衍射级光增加,所以诸如再现信号等信号的信噪比降低。

[0020] 根据本发明的另一方面,提供了一种物镜,与本发明的上述方面不同的是,其满足如下条件 (3),而不是满足条件 (1)。

$$[0021] \quad -0.010 < (\lambda_{B1} - \lambda_2) / (P_2 \times f_2 \times \lambda_2) < -0.001 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)。$$

[0022] 当满足条件 (3) 时,可以减小闪烁光的影响。条件 (3) 的分母随不必要衍射级光的焦点与使用衍射级光的焦点之间的距离增加而变大。条件 (3) 的分子随不必要衍射级光的强度增加而变大。通过在不必要衍射级光的焦点与强度之间得到平衡,可以控制和减小不必要衍射级光的影响。当条件 (3) 的中间项小于条件 (3) 的下限时,无法使不必要衍射级光的近轴焦点偏离使用衍射级光的焦点足够远,并且,由于闪烁光的强度过大,所以无法抑制信号的恶化。当条件 (3) 的中间项大于条件 (3) 的上限时,由于衍射率增加,所以衍射结构台阶数目的增加或色差的增强变得显著,这不利于制造和保证光学性能。

[0023] 在本发明的至少一方面中,第二区域可以具有衍射结构,其使通过第二区域的第二光束产生球面像差,使得通过第二区域的第二光束成为闪烁光。采用这种设置,第二区域可以用作波长为 λ_2 的第二光束的孔径光阑。

[0024] 在本发明的至少一方面中,当 λ_{B2} 表示第二区域中的闪耀波长时,物镜满足条件:

$$[0025] \quad 390 < \lambda_{B2} < 420 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4),$$

[0026] λ_{B2} 的单位为 nm。

[0027] 当满足条件 (4) 时,第二区域中波长为 λ_1 的第一光束的衍射效率大致为 100%。当 λ_{B2} 落在条件 (4) 的范围之外时,通过第二区域的第一光束的衍射效率过低,以致于不能进行高速记录 / 再现,并且,由于不必要衍射级光增多,所以诸如再现信号等信号的信噪比变低。

[0028] 在本发明的至少一方面中,当 n_2 表示物镜对波长 λ_2 的折射率, R_1 表示透镜的光

源一侧表面的曲率半径, D 表示透镜在光轴上的厚度时, 物镜满足条件:

$$[0029] \quad f2 \times (1 + 2 \times P2 \times \lambda^2 - D \times (n2 - 1) / (n2 \times R1)) > 0.57 \quad \dots \dots (5)。$$

[0030] 当满足条件 (5) 时, 可以确保使用第二光盘时足够的工作距离。当不满足条件 (5) 时, 使用第二光盘时的工作距离过短, 因此, 可能会因物镜与第二光盘的机械碰撞而产生破碎。

[0031] 在本发明的至少一方面中, 物镜可以满足条件:

$$[0032] \quad 70 < P2 \times f2 < 200 \quad \dots \dots (6)。$$

[0033] 采用这种设置, 可以进一步抑制不必要衍射级光引起的信号恶化。

[0034] 在本发明的至少一方面中, 当 $f1$ 表示物镜对使第一光束的衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距时, 物镜满足条件:

$$[0035] \quad 1.0 < f1 < 1.6 \quad \dots \dots (7),$$

[0036] $f1$ 的单位为 mm。

[0037] 满足条件 (7) 有利于使物镜变小并确保第一光盘的工作距离。当 $f1$ 小于条件 (7) 的下限时, 难以确保第一光盘有足够的工作距离。而且, 在这种情况下物镜的镜面变小, 因此, 物镜的制造和处理困难。当 $f1$ 大于条件 (7) 的上限时, 不能较好地使物镜变小。

[0038] 在本发明的至少一方面中, 使第二区域中第一光束的衍射效率最大化的衍射级可以是第一级。

[0039] 采用这种设置, 可以在便于制造的同时抑制第二区域中的第二光束 (波长为 λ_2) 的最大衍射效率。

[0040] 在本发明的至少一方面中, 当 $MM2$ 表示物镜对第二光束的放大倍率时, 物镜满足条件:

$$[0041] \quad -0.020 < MM2 \leq 0.000 \quad \dots \dots (8)。$$

[0042] 满足条件 (8) 有利于使物镜变小和确保第一光盘的工作距离。当 $MM2$ 小于条件 (8) 的下限时, 使用第一光盘时的放大倍率差变大, 因此不能使用同一个准直透镜。当 $MM2$ 大于条件 (8) 的上限时, 难以确保使用第二光盘时的工作距离。

[0043] 根据本发明的另一方面, 提供了一种光学信息记录 / 再现装置, 其通过选择使用具有第一波长的第一光束和具有第二波长的第二光束, 将信息记录在两种光盘上、并且 / 或者从该两种光盘中再现信息, 两种光盘包括记录密度不同的第一光盘和第二光盘, 第一光束为准直光束, 第二光束为准直光束和发散光束之一。光学信息记录 / 再现装置包括上述物镜中的一种。

附图说明

[0044] 图 1 是本发明的一个实施方式的光学信息记录 / 再现装置的总体结构的框图。

[0045] 图 2A 和 2B 概括表示本实施方式的物镜的结构。

[0046] 图 3 表示闪烁光距离 $\Delta f2$ 与条件 (1) 的关系。

[0047] 图 4 表示使用光盘 D2 时的工作距离与条件 (5) 的关系。

[0048] 图 5A 和 5B 表示第一实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。

[0049] 图 6A 和 6B 表示第一实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。

- [0050] 图 7A 和 7B 表示第二实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0051] 图 8A 和 8B 表示第二实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0052] 图 9A 和 9B 表示第三实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0053] 图 10A 和 10B 表示第三实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0054] 图 11A 和 11B 表示第四实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0055] 图 12A 和 12B 表示第四实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0056] 图 13A 和 13B 表示第五实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0057] 图 14A 和 14B 表示第五实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0058] 图 15A 和 15B 表示第六实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0059] 图 16A 和 16B 表示第六实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0060] 图 17A 和 17B 表示第七实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0061] 图 18A 和 18B 表示第七实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0062] 图 19A 和 19B 表示第八实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0063] 图 20A 和 20B 表示第八实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0064] 图 21A 和 21B 表示第九实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0065] 图 22A 和 22B 表示第九实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0066] 图 23A 和 23B 表示第十实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0067] 图 24A 和 24B 表示第十实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0068] 图 25A 和 25B 表示第十一实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0069] 图 26A 和 26B 表示第十一实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。
- [0070] 图 27A 和 27B 表示第十二实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光的球面像差。
- [0071] 图 28A 和 28B 表示第十二实施例中使用时盘 D1 和 D2 时的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。

具体实施方式

- [0072] 下面,参照附图说明本发明的实施方式。
- [0073] 下面,在两种光盘当中,高记录密度光盘,例如 BD,被称作光盘 D1;记录密度比 BD

低的光盘（例如，DVD 或 DVD-R）被称作光盘 D2。

[0074] 当光盘 D1 和 D2 的保护层厚度分别被定义为 t_1 （单位：mm）和 t_2 （单位：mm）时， t_1 和 t_2 满足以下关系：

[0075] $t_1 < t_2$ 。

[0076] 鉴于产品的个体差异，保护层厚度 t_1 和 t_2 的值落入如下范围：

[0077] $0.05 < t_1 < 0.15$ ，

[0078] $0.50 < t_2 < 0.70$ 。

[0079] 为了对光盘 D1 和 D2 进行良好的信息记录和信息再现，需要改变数值孔径 NA，以便使用的光盘 D1 与 D2 的记录密度的不同能够形成良好的束斑。当 NA1 和 NA2 分别表示对光盘 D1 和 D2 进行信息记录或信息再现所需要的光学设计数值孔径时，NA1 和 NA2 满足以下关系：

[0080] $NA1 > NA2$ 。

[0081] 具体讲，当使用光盘 D1 时，需要形成比使用光盘 D2 时小的束斑，因此，NA 被设定为更大的值。例如，NA1 为 0.85，NA2 为 0.60。

[0082] 如上所述，为了对记录密度不同的光盘 D1 和 D2 进行信息记录或信息再现时，在光学信息记录 / 再现装置中使用波长不同的激光束，以便随所使用的光盘的记录密度的不同能够分别得到良好的束斑。具体讲，当使用光盘 D1 时，使用波长为 λ_1 （单位：nm）的激光束，以在光盘 D1 的记录面上形成较小的束斑。另一方面，当使用光盘 D2 时，使用波长为比 λ_1 大的 λ_2 （单位：nm）的激光束，以在光盘 D2 的记录面上形成比光盘 D1 上的束斑大的束斑。即，波长 λ_1 和 λ_2 满足以下关系：

[0083] $\lambda_1 < \lambda_2$ 。

[0084] 鉴于使用环境的不同和光源产品的个体差异， λ_1 和 λ_2 在如下范围变化：

[0085] $390 < \lambda_1 < 420$ ，

[0086] $640 < \lambda_2 < 700$ 。

[0087] 图 1 是概括表示本实施方式的光学信息记录 / 再现装置 100 的结构框图。光学信息记录 / 再现装置 100 包括物镜 10、BD 模块 21、DVD 模块 22、光束复合器 23 和准直透镜 24。在图 1 中，点划线表示光学信息记录 / 再现装置 100 的基准轴 AX。在正常状态下，物镜 10 的光轴与基准轴 AX 一致。然而，当物镜 10 在所使用的光盘的径向上被跟踪机构移动时，物镜 10 的光轴会偏离基准轴 AX。

[0088] 在图 1 中，实线表示的激光束 L1 代表朝光盘 D1 行进的激光束和从光盘 D1 反射的激光束，虚线表示的激光束 L2 代表朝光盘 D2 行进的激光束和从光盘 D2 反射的激光束。物镜 10 在光轴的方向上可被聚焦伺服机构（未示出）移动。当使用光盘 D1 时，物镜 10 被移动到实线表示的位置，当使用光盘 D2 时，物镜 10 被移动到虚线表示的位置。

[0089] BD 模块 21 和 DVD 模块 22 为集成有半导体激光器和感光器的集成器件。BD 激光模块 21 具有发射波长为 λ_1 的激光束 L1 的半导体激光器，DVD 模块 22 具有发射波长为 λ_2 的激光束 L2 的半导体激光器。

[0090] 当使用光盘 D1 时，启动 BD 模块 21。BD 模块 21 发射的激光束 L1 经由光束复合器 23 入射到准直透镜 24 上。准直透镜 24 将入射激光束 L1 转换成准直光束，以便在物镜 10 上入射准直光束。物镜 10 将入射光束 L1 聚集在光盘 D1 的记录面附近。经聚集的激光束

L1 在光盘 D1 的记录面上形成束斑。从光盘 D1 的记录面反射的激光束 L1 沿与该激光束朝光盘 D1 行进时相同的光路返回,然后被 BD 模块 21 的感光器接收。

[0091] 当使用光盘 D2 时,启动 DVD 模块 22。DVD 模块 22 发射的激光束 L2 在其光路被光束复合器 23 弯曲之后入射到准直透镜 24 上。类似于激光束 L1 的情况,准直透镜 24 将入射激光束 L2 转换成准直光束,以便在物镜 10 上入射准直光束。物镜 10 将入射光束 L2 聚集在光盘 D2 的记录面附近。经聚集的激光束 L2 在光盘 D2 的记录面上形成束斑。从光盘 D2 的记录面反射的激光束 L2 沿与该激光束朝光盘 D2 行进时相同的光路返回,然后被 DVD 模块 22 的感光器接收。

[0092] 设置于 BD 模块 21 和 DVD 模块 22 的感光器检测反射激光束,并向信号处理电路 30 输出信号。信号处理电路 30 可以采用现有技术中公知的用于光学拾波器的信号处理电路。基于一个感光器的输出信号,信号处理电路 30 检测各种信号,例如,聚焦误差信号、跟踪误差信号和表示所使用的光盘上记录的再现信息的再现信号。如上所述,当使用光盘 D1 或 D2 时,准直激光束入射到物镜 10 上。因此,即使当物镜因跟踪操作在与物镜 10 的光轴正交的方向上微量移动(被称作跟踪移动)时,也不会引起诸如彗差等轴外像差。

[0093] 如上所述,在本实施方式中,光学系统为无限光学系统,这种光学系统针对所有光盘均在物镜 10 上入射准直光束。然而,在另一实施方式中,光学信息记录/再现装置 100 可以采用有限光学系统,这种光学系统在物镜 10 上入射发散程度低的发散激光束。当采用这种有限光学系统时,光学信息记录/再现装置 100 满足以下条件(8):

$$[0094] \quad -0.020 < MM2 \leq 0.000 \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (8),$$

[0095] 其中,MM2 表示物镜 10 对激光束 L2 的放大倍率。

[0096] 另外,球面像差的量随光盘 D1 和 D2 保护层厚度的不同而变化。例如,当光学信息记录/再现装置 100 设置成对光盘 D1 最优化时,因为光盘 D1 和 D2 的保护层厚度不同,所以当使用光盘 D2 时,球面像差被过校正,这不适于对光盘 D2 进行信息记录或信息再现。另一方面,当光学信息记录/再现装置 100 设置成对光盘 D2 最优化时,因为光盘 D1 和 D2 的保护层厚度不同,所以当使用光盘 D1 时,球面像差会欠校正,这不适于对光盘 D1 进行信息记录或信息再现。为了使光学信息记录/再现装置 100 兼容光盘 D1 和 D2(即,确保对光盘 D1 和 D2 进行信息记录和信息再现),对光盘 D1 和 D2 均需要良好地校正球面像差。还需要对光盘 D1 和 D2 均形成大小符合记录密度(即,凹坑大小)的束斑,从而提高信号(例如,再现信号)的信噪比。为了满足上述要求,根据一个实施方式,物镜 10 的结构如下。

[0097] 图 2A 是物镜 10 的主视图,图 2B 是物镜 10 的侧剖面图。如上所述,物镜 10 安装在与不同规格的多种光盘(即,光盘 D1 和 D2)兼容的光学信息记录/再现装置 100 的光学镜头上,物镜 10 将半导体激光器(21 和 22)发射的不同波长的激光束(L1 和 L2)分别聚集在光盘 D1 和 D2 的记录面上。

[0098] 物镜 10 是由树脂制成的双凸面单片透镜,具有朝向准直透镜 24 的第一表面 10a 和朝向光盘的第二表面 10b。物镜 10 的第一表面 10a 和第二表面 10b 均为非球面。非球面的形状用下式表示:

$$[0099] \quad SAG = \frac{\frac{h^2}{r}}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) \left(\frac{h}{r}\right)^2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + \dots$$

[0100] 其中, SAG (sag amount, 垂度) 为非球面上距光轴高度为 h (单位: mm) 的点与非球面在光轴处的切面之间的距离, r 为非球面在光轴上的曲率半径 (单位: mm), 即, $1/r$ 表示非球面在光轴上的曲率, κ 为锥度系数 (conical coefficient), $A_4, A_6, \dots$ 表示高于或等于四阶的非球面系数。由于物镜 10 的各个表面均为非球面, 可以适当控制各种像差, 例如球面像差和彗差。

[0101] 如图 2A 所示, 物镜 10 的第一表面 10a 具有以光轴为中心的圆形的第一区域 RC 和位于第一区域 RC 外部的环形的第二区域 RE。在第一表面 10a 上包括第一区域 RC 和第二区域 RE 在内的整个区域内, 形成有环状区结构。如图 2A 和图 2B 中的圆形放大视图所示, 环状区结构包括以光轴为中心形成的同心圆状的多折面区 (环状区), 还包括多个折面区中各相邻折面区之间形成的在与物镜 10 的光轴平行的方向上延伸的微台阶。在本实施方式中, 环状区结构仅形成在物镜 10 的第一表面 10a 上。然而, 在其他实施方式中, 环状区结构可以仅形成在物镜 10 的第二表面 10b 上, 或者既形成在物镜 10 的第一表面 10a 上也形成在物镜 10 的第二表面 10b 上。

[0102] 由于仅在物镜 10 的第一表面 10a 上设置环状区结构, 可以得到如下效果。例如, 可以增加环状区结构的最小环状区的宽度。在这种情况下, 可以减小由各台阶部引起的相对于有效光束宽度的光量损失。因为具有环状区结构的第一表面 10a 不朝向旋转的光盘, 所以灰尘不会粘附在物镜 10 的第一表面。而且, 即使用镜头清洁剂刷拭物镜 10 时, 也不会对环状区结构造成磨损。

[0103] 环状区结构的各个台阶在通过相邻环状区的边界 (即, 相邻环状区之间的台阶) 以内的光束与通过该边界以外的光束之间产生规定的光路差。通常, 这种环状区结构可认为是衍射结构。规定的光路差为特定波长 $\lambda \alpha$ 的 n 倍 (n : 整数) 的环状区结构可被认为是具有闪耀波长 $\lambda \alpha$ 的 n 阶衍射结构。当具有特定波长 $\lambda \beta$ 的光束通过衍射结构时, 使衍射效率最大化的衍射光的衍射级, 可以取作波长为 $\lambda \beta$ 的光束的光路差除以波长 $\lambda \beta$ 得到的值最接近的整数 m 。

[0104] 另外, 通过边界 (形成在相邻环状区之间) 以内的光束与通过边界以外的光束之间产生光路差, 可以认为是在环状区结构的各个台阶的作用下光束相互之间相位发生偏移的现象。因此, 可以认为环状区结构是移动入射光束的相位的结构 (即, 相移结构)。

[0105] 环状区结构可以由光路差函数 $\phi(h)$ 表示。光路差函数 $\phi(h)$ 表示在距物镜 10 的光轴的高度为 h 处的附加光路长度, 以此表示物镜 10 (衍射透镜) 的功能。光路差函数 $\phi(h)$ 可由下式表示:

$$[0106] \quad \phi(h) = (P_2 \times h^2 + P_4 \times h^4 + P_6 \times h^6 + P_8 \times h^8 + P_{10} \times h^{10} + P_{12} \times h^{12}) m \lambda$$

[0107] 其中, $P_2, P_4, P_6, \dots$ 表示二阶、四阶、六阶系数, h 表示距离光轴的高度, m 表示使入射激光束的衍射效率最大化的衍射级, λ 表示所使用的激光束的设计波长。

[0108] 形成于第一区域 RC 的环状区结构有助于聚集激光束 L1 和 L2。具体讲, 第一区域 RC 的环状区结构将激光束 L1 聚集在光盘 D1 的记录面上并将激光束 L2 聚集在光盘 D2 的记

录面上。当第一区域 RC 的环状区结构作为衍射结构时,第一区域 RC 的环状区结构被设置成对激光束 L1 和 L2 衍射效率最大化的衍射级均为第一级。

[0109] 由于将第一区域 RC 设计成对激光束 L1 和 L2 均使用第一级衍射光,可以得到激光束 L1 的衍射效率与激光束 L2 的衍射效率之间的平衡。即,可以有效避免出现激光束 L1 的衍射效率和激光束 L2 的衍射效率之一变得太低的问题。而且,在这种情况下,所需要的附加光路长度小,每个台阶可以较低,因此,可以简化金属铸模的处理和模铸。

[0110] 然而,作为在激光束 L1 与 L2 的衍射效率之间得到平衡的代价,不必要衍射级光的出现是不可避免的。这种不必要衍射级光可以聚集在所使用的光盘的记录面上,从而使信号恶化。具体讲,通过第一区域 RC 的激光束 L2 的主要的不必要衍射级光(即,衍射效率第二高的衍射级光)容易使信号恶化。

[0111] 因此,使物镜 10 满足条件:

$$[0112] \quad 35 < P2 \times f2 < 200 \quad \dots\dots (1),$$

[0113] 其中,P2 表示第一区域中的衍射结构的光路差函数的二阶系数,f2 表示物镜 10 对通过第一区域 RC 的激光束 L2 的焦距(单位:mm)。如果不另作说明,这里所用的“焦距”表示“对使衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距”。例如,f2 为物镜 10 对使通过第一区域 RC 的激光束 L2 的衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距。下面,对使衍射效率最大化的衍射级的衍射光的焦距对应的焦点被表示为“正常焦点”。在本说明书中,表述“使衍射效率最大化的衍射级的衍射光”与表述“使用衍射级光”同义。

[0114] f2' 表示物镜 10 对通过第一区域 RC 的激光束 L2 的所有衍射级光当中衍射效率第二高的衍射级的衍射光的焦距(单位:mm), $\Delta f2 (= f2 - f2')$ 表示焦距 f2 与焦距 f2' 的差。差 $\Delta f2$ 表示所有不必要衍射级光当中衍射效率最高的不必要衍射级光的近轴焦点在光轴方向上距正常焦点的距离。下面,为方便起见,所有不必要衍射级光当中衍射效率最高的不必要衍射级光被称作“主不必要衍射级光”,距离 $\Delta f2$ 被称作“闪烁光距离”。

[0115] 为了防止物镜 10 与使用的光盘发生机械碰撞而破碎,在聚焦伺服为 OFF(关闭)的同时,使物镜 10 保持在足够远离所使用的光盘的位置。当聚焦伺服为 ON(开启)时,物镜 10 接近光盘,以便正常焦点与光盘的记录面一致。在这种情况下,如果焦距 f2' 比焦距 f2 长,将出现在正常焦点与光盘 D2 的记录面一致之前,主不必要衍射级光聚集在光盘 D2 的记录面上的问题。然而,只要满足条件(1),系数 P2 就为正值。因为系数 P2 为正值,所以焦距 f2' 比焦距 f2 短。即,主不必要衍射级光聚集在比使用衍射级光的聚集点更靠近物镜 10 的点处。因此,当满足条件(1)时,可以有效避免出现物镜 10 靠近光盘 D2 时可能产生的问题。

[0116] 然而,当主不必要衍射级光的近轴焦点靠近正常焦点时,仅通过将焦距 f2' 设定为小于焦距 f2,不足以抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化。为了防止信号的恶化,有必要使主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点规定的距离或者更远。例如,鉴于多层 DVD 的层间距离大致为 0.04mm,有必要使主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点至少大致 0.05mm。当主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点大致 0.05mm 时,可以大大抑制光盘的层间干扰。当然,对于单层 DVD,当主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点大致 0.05mm 时,可以很好地抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化。

[0117] 图 3 是表示闪烁光距离 $\Delta f2$ 与条件(1)的关系的曲线图。在图 3 中,纵轴表示闪

闪烁光距离 Δf_2 , 横轴表示条件 (1) 的值。如图 3 所示, 条件 (1) 的值与闪烁距离 Δf_2 大致成正比。在图 3 中, 标出了将第一至第十二实施例以及比较例 (将在下面说明) 适用于条件 (1) 时得到的值。

[0118] 如图 3 所示, 当条件 (1) 的值超过 35 时, 闪烁光距离 Δf_2 大于或等于 0.005mm。即, 当条件 (1) 的中间项大于条件 (1) 的下限时, 可以使主不必要衍射级光的近轴焦点在光轴方向上远离正常焦点 0.05mm 或者更远, 因此, 可以大大抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化。当条件 (1) 的中间项小于条件 (1) 的下限时, 无法使主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点足够远。从而不足以抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化。

[0119] 为了将条件 (1) 的值设定为较大的值, 需要有较大的衍射率。然而, 如果衍射率增大, 将引起衍射结构的台阶数目增加和色差的增强。因此, 简单地增加衍射率是不合适的。当条件 (1) 的中间项大于条件 (1) 的上限时, 衍射结构的台阶数目大大增加, 色差大大增强, 这将非常不利于制造和保证光学性能。

[0120] 第一区域 RC 中使衍射效率最大化的衍射级越小, 使主不必要衍射级光的近轴焦点远离正常焦点的设计条件越容易满足。当使衍射效率最大化的衍射级为第 n 级时, 第 n 级衍射光与第 $(n \pm 1)$ 级衍射光 (主不必要衍射级光) 之间的衍射率差被确定为 $1/n$ 。即, 使用衍射级光越小, 使用衍射级光与不必要衍射级光的衍射率差越大。在本实施方式中, 第一级衍射光被选为使用衍射级光。这样的设置有利于使主不必要衍射级光 (例如, 第 0 级衍射光或第 2 级衍射光) 聚集在远离正常焦点更远的位置。另外, 使用衍射级光的衍射率可以设定为大于主不必要衍射级光的衍射率。

[0121] 在另一实施方式中, 与上述实施方式不同的是, 物镜 10 可以满足如下条件 (3), 而不是满足条件 (1):

$$[0122] \quad -0.010 < (\lambda B1 - \lambda_2) / (P2 \times f2 \times \lambda_2) < -0.001 \quad \dots \dots (3)$$

[0123] 其中, $\lambda B1$ (单位: nm) 表示第一区域 RC 中的衍射结构的闪耀波长。

[0124] 当满足条件 (3) 时, 可以很好地抑制不必要衍射级光引起的信号恶化。当条件 (3) 的中间项小于条件 (3) 的下限时, 无法使不必要衍射级光的近轴焦点偏离使用衍射级光的焦点足够远, 并且, 由于闪烁光的强度过大, 以致于无法抑制不必要衍射级光引起的信号恶化。当条件 (3) 的中间项大于条件 (3) 的上限时, 衍射结构台阶数目的增加或色差的增强变得显著, 这不利于制造和保证光学性能。

[0125] 为了进一步抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化, 可以使物镜 10 满足条件:

$$[0126] \quad 70 < P2 \times f2 < 200 \quad \dots \dots (6)。$$

[0127] 第二区域 RE 的环状区结构仅有助于聚集激光束 L1。具体讲, 第二区域 RE 的环状区结构将激光束 L1 聚集在光盘 D1 的记录面上, 并且当使用光盘 D2 时大大产生激光束 L2 的球面像差, 以产生闪烁光, 使得使激光束 L2 不聚集在光盘 D1 和 D2 当中任何一个的记录面上。即, 第二区域 RE 起激光束 L2 的孔径光阑的作用。第二区域 RE 的环状区结构专为光盘 D1 设计, 其对激光束 L1 的衍射效率大约为 100%。

[0128] 为了减少通过第一区域 RC 的激光束 L2 的不必要衍射级光的绝对量, 物镜 10 满足条件:

$$[0129] \quad 450 < \lambda B1 < 550 \quad \dots \dots (2)。$$

[0130] 下列表 1 表示在闪耀化的衍射级为第一级的情况下, 通过第一区域 RC 的激光束 L1

的衍射效率（参见表 1 的“BD”列）与通过第一区域 RC 的激光束 L2 的衍射效率（参见表 1 的“DVD”列）之间的关系。如表 1 所示，当满足条件 (2) 时，通过第一区域 RC 的激光束 L2 的衍射效率大于或等于 65%，因此，激光束 L2 的不必要衍射级光的量小。当条件 (2) 的中间项大于条件 (2) 的上限时，因为在这种情况下通过第一区域 RC 的激光束 L2 的衍射效率高，所以不必要衍射级光的绝对量小。然而，作为提高激光束 L2 的衍射效率的代价，激光束 L1 的衍射效率过低。当条件 (2) 的中间项小于条件 (2) 的下限时，通过第一区域 RC 的激光束 L2 的衍射效率过低。在上述不满足条件 (2) 的情况下，难以进行高速记录 / 再现，诸如再现信号等信号的信噪比因不必要衍射级光的增加而下降。

[0131] 表 1：

[0132]

		闪耀波长 λ_{B1} (nm)					
		390	410	430	450	470	490
衍射效率	BD	99.5%	99.9%	98.2%	94.7%	89.4%	82.8%
	DVD	52.0%	57.6%	63.1%	68.5%	73.6%	78.4%
		闪耀波长 λ_{B1} (nm)					
		510	530	550			
衍射效率	BD	74.9%	66.3%	57.2%			
	DVD	82.9%	87.0%	90.6%			

[0133] 当 λ_{B2} (单位 :nm) 表示第二区域 RE 中衍射结构的闪耀波长时，物镜 10 满足条件：

[0134] $390 < \lambda_{B2} < 420$ (4)。

[0135] 当满足条件 (4) 时，光盘 D1 专用的第二区域 RE 中激光束 L1 的衍射效率大致为 100%。当 λ_{B2} 落在条件 (4) 的范围之外时，通过第二区域 RE 的激光束 L1 的衍射效率下降，因此，难以进行高速记录 / 再现，诸如再现信号等信号的信噪比因不必要衍射级光的增加而下降。

[0136] 当 n_2 表示物镜 10 对波长 λ_2 的折射率， R_1 表示第一表面 10a 的曲率半径， D 表示透镜 10 在光轴上的厚度时，物镜 10 满足条件：

[0137] $f_2 \times (1 + 2 \times P_2 \times \lambda_2 - D \times (n_2 - 1) / (n_2 \times R_1)) > 0.57$ (5)。

[0138] 图 4 是表示使用光盘 D2 时的工作距离 (条件 :mm) 与条件 (5) 的关系的曲线图。在图 4 中，纵轴表示使用光盘 D2 时的工作距离，横轴表示条件 (5) 的值。如图 4 所示，使用光盘 D2 时的工作距离与条件 (5) 的值大致成正比。应当注意，在图 4 中，标出了将第一至第十二实施例以及比较例 (将在下面说明) 适用于条件 (5) 时得到的值。

[0139] 如图 4 所示，当满足条件 (5) 时，光盘 D2 的工作距离可以确保大致为 0.200mm 或更大。当不满足条件 (5) 时，使用光盘 D2 时的工作距离过小，因此，存在物镜 10 因与光盘 D2 发生机械碰撞而破碎的可能性。

[0140] 当 f_1 表示物镜 10 对激光束 L1 的焦距 (单位 :mm) 时，物镜 10 满足条件：

[0141] $1.0 < f_1 < 1.6$ (7)。

[0142] 满足条件 (7) 有利于使物镜 10 变小并确保第一光盘 D1 的工作距离。当 f_1 小于条件 (7) 的下限时，难以确保第一光盘 D1 有足够的工作距离。当 f_1 大于条件 (7) 的上限时，不能较好地使物镜 10 变小。

[0143] 下列表 2 表示当第二区域 RE 为闪耀波长 λ_{B2} 的第 n 衍射结构时激光束 L2 的最高衍射效率和第二高衍射效率是如何变化的。在表 2 中,靠上的一行表示激光束 L2 的最高衍射效率,靠下的一行表示激光束 L2 的第二高衍射效率。括号内的值表示相应的衍射级。在表 2 所示的实施例中,闪耀波长 λ_{B2} 为 406nm,第 n 级为使通过第二区域 RE 的激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级。第 n 级可以从第一级至第七级中选择。当第二区域 RE 设计成第一级、第四级或第六级衍射结构时,激光束 L2 可以被分为多个衍射光束。当第二区域 RE 设计成激光束 L2 主要在其衍射效率高的衍射级产生像差时,通过将激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级设定为第二级、第三级、第五级或第六级,第二区域 RE 中的激光束 L2 可以成为闪烁光,而与激光束 L2 的其他级衍射光的像差无关。然而,衍射结构的衍射级过高的缺点是金属铸模的处理和模铸困难。鉴于此,在本实施方式中,物镜 10 设计成使通过第二区域 RE 的激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第一级。

[0144] 表 2:

[0145]

	BD 衍射级						
	1	2	3	4	5	6	7
DVD 衍射效率(衍射级)	56.4%(1)	88.8%(1)	85.6%(2)	60.9%(2)	99.8%(3)	51.8%(4)	91.6%(4)
DVD 衍射效率(衍射级)	26.2%(0)	4.8%(2)	6.5%(1)	22.6%(3)	0.1%(2)	30.2%(3)	3.5%(5)

[0146] 下面,说明安装有物镜 10 的光学信息记录 / 再现装置 100 的十二个具体实施例(第一至第十二实施例)。第一至第十二实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 具有图 1 所示的总体结构。第一至第十二实施例的物镜 10 具有图 2A 和 2B 所示的总体结构。因为第一至第十二实施例的数据定义的物镜 10 的形状相似,所以参照图 2A 和 2B 说明第一至第十二实施例的物镜 10 的结构。

[0147] 第一实施例

[0148] 下面,说明光学信息记录 / 再现装置 100 的第一实施例。下列表 3 表示第一实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。具体讲,表 3 表示物镜 10 的使用波长、焦距、NA 和放大倍率。第一实施例中对表的各种定义也适用于其他实施例和比较例中的表。

[0149] 表 3:

[0150]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.50
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0151] 如表 3 中的放大倍率所示,在光学信息记录 / 再现装置 100 中,用于光盘 D1 和 D2 的激光束作为准直光束入射在物镜 10 上。因此,可以避免当物镜 10 因跟踪操作而移动时产生轴外像差。

[0152] 下列表 4 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0153] 表 4：

[0154]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.880	1.60	1.55903	1.60	1.53927	物镜
1-2	0.886					
2	-1.876	0.50		0.28		光盘
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	
4	∞	-		-		

[0155] 在表 4 中,表面编号 1-1 表示物镜 10 的第一表面 10a 的第一区域 RC,表面编号 1-2 表示物镜 10 的第一表面 10a 的第二区域 RE,表面编号 2 表示物镜 10 的第二表面 10b,表面编号 3 表示光盘的保护层表面,表面编号 4 表示光盘的记录面。在表 4 中,“r”表示各个光学表面的曲率半径 (单位: mm),“d(406nm)”表示波长为 λ_1 时的光学部件的厚度或者从各个光学表面到下一个光学表面之间的距离 (单位: mm),“n(406nm)”表示波长为 λ_1 时各个光学部件的折射率,“d(662nm)”表示波长为 λ_2 时的光学部件的厚度或者从各个光学表面到下一个光学表面之间的距离 (单位: mm),“n(662nm)”表示波长为 λ_2 时各个光学部件的折射率。对于非球面,“r”表示光轴上的曲率半径。

[0156] 第一区域 RC (表面编号 1-1)、第二区域 RE (表面编号 1-2) 和第二表面 10b (表面编号 2) 均为非球面。各个非球面均被优化设计为对光盘 D1 和 D2 均进行信息记录和信息再现。下列表 5 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、…。在表 5 中,符号“E”表示 10 的幂具有 E 右边的数字表示的次数 (例如,“E-04”表示“ $\times 10^{-4}$ ”)。

[0157] 表 5：

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.80000E+01
4 th 级	4.57300E-02	4.98400E-02	2.42800E-01
6 th 级	1.25500E-02	2.06900E-02	-2.80900E-01
8 th 级	2.19400E-02	-2.15900E-03	7.62500E-02
10 th 级	-2.60400E-02	1.10700E-02	4.52400E-02
12 th 级	2.76800E-02	1.14700E-02	-1.17600E-02
14 th 级	-1.07400E-02	-1.32600E-02	-2.05200E-02
16 th 级	0.00000E+00	-2.50000E-03	-5.48200E-03
18 th 级	0.00000E+00	5.37700E-03	1.51500E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.29500E-03	-5.59100E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.28800E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0159] 在第一区域 RC (表面编号 1-1) 和第二区域 RE (表面编号 1-2) 上,形成环状区结构。下列表 6 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函

数的系数。

[0160] 表 6：

[0161]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	5.53000E+01	5.00000E+01
4 th 级	-1.70700E+01	-1.00000E+01
6 th 级	-2.90700E+00	-3.00000E+00
8 th 级	-8.20000E-01	-7.00000E-01
10 th 级	-3.15300E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0162] 在表 6 中,第一区域 RC(表面编号 1-1)的“衍射级”表示光盘 D1(BD)和 D2(DVD)的使用衍射级光,第二区域 RE(表面编号 1-2)的“衍射级”表示光盘 D1(BD)的使用衍射级。具体讲,在表 6 中,衍射级“1/1”表示使激光束 L1 和 L2 的衍射效率最大化的衍射级均为第一级,衍射级“1”表示使激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第一级。当使用光盘 D1 时在第一区域 RC 和第二区域 RE 中产生的不必要衍射级光为第 $(n \pm 1)$ 级衍射光(即,第 0 级和第 2 级衍射光)。当使用光盘 D2 时在第一区域 RC 中产生的不必要衍射级光的衍射级为第 0 级和第 2 级。在使用光盘 D2 期间当激光束通过第二区域 RE 时产生的所有衍射光束为不必要光。

[0163] 第二实施例

[0164] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第二实施例。下列表 7 表示第二实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0165] 表 7：

[0166]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.49
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0167] 下列表 8 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录/再现装置 100 的数值。

[0168] 表 8：

[0169]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.896	1.60	1.55903	1.60	1.53927	物镜

[0170]

1-2	0.902					光盘
2	-1.933	0.50		0.25		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	
4	∞	-		-		

[0171] 下列表 9 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0172] 表 9：

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-4.10000E+01
4 th 级	4.55200E-02	5.04200E-02	2.36600E-01
6 th 级	1.02000E-02	1.95700E-02	-2.75700E-01
8 th 级	1.96000E-02	7.27300E-04	7.17700E-02
10 th 级	-2.39100E-02	4.54600E-03	4.68300E-02
12 th 级	2.50100E-02	1.64600E-02	-1.09400E-02
14 th 级	-1.01400E-02	-1.35400E-02	-2.14000E-02
16 th 级	0.00000E+00	-4.05600E-03	-6.09800E-03
18 th 级	0.00000E+00	5.38000E-03	1.55900E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.82700E-03	-5.48100E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.38300E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0174] 下列表 10 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0175] 表 10：

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	3.51200E+01	3.00000E+01
4 th 级	-1.80000E+01	-1.00000E+01
6 th 级	-6.28000E+00	-3.00000E+00
8 th 级	-1.00000E-01	-7.00000E-01
10 th 级	-3.84400E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0177] 第三实施例

[0178] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第三实施例。下列表 11 表示第三实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0179] 表 11：

[0180]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.52
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0181] 下列表 12 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0182] 表 12：

[0183]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.862	1.65	1.55903	1.65	1.53927	物镜
1-2	0.861					
2	-1.728	0.49		0.29		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0184] 下列表 13 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0185] 表 13：

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-4.14000E+01
4 th 级	4.51500E-02	4.63200E-02	2.34600E-01
6 th 级	2.10600E-02	1.56000E-02	-2.77000E-01
8 th 级	2.02500E-02	1.13900E-03	7.11600E-02
10 th 级	-3.00700E-02	2.48200E-03	4.70000E-02
12 th 级	3.18200E-02	1.75900E-02	-1.08000E-02
14 th 级	-1.11500E-02	-1.37100E-02	-2.15500E-02
16 th 级	0.00000E+00	-4.44500E-03	-6.45500E-03
18 th 级	0.00000E+00	5.44000E-03	1.55500E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.96200E-03	-5.17800E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.44190E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0187] 下列表 14 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0188] 表 14：

[0189]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	7.90700E+01	8.00000E+01
4 th 级	-2.08000E+01	-1.80000E+01
6 th 级	1.30000E+01	-6.00000E+00
8 th 级	-1.27500E+01	-1.50000E+00

[0190]

10 th 级	1.35500E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0191] 第四实施例

[0192] 下面,说明光学信息记录 / 再现装置 100 的第四实施例。下列表 15 表示第四实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0193] 表 15 :

[0194]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.77	1.86
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0195] 下列表 16 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0196] 表 16 :

[0197]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	1.107	2.00	1.55903	2.00	1.53927	物镜
1-2	1.100					
2	-2.509	0.63		0.40		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0198] 下列表 17 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0199] 表 17 :

[0200]

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-4.60000E+01
4 th 级	2.57600E-02	2.35100E-02	1.43900E-01
6 th 级	6.22900E-03	1.99900E-03	-1.25500E-01
8 th 级	1.89400E-03	6.18600E-03	3.81600E-02
10 th 级	-3.34900E-04	-6.97600E-03	1.57900E-03
12 th 级	7.39300E-04	5.08200E-03	-4.33100E-03
14 th 级	-2.10700E-04	-7.39600E-04	-5.37600E-04
16 th 级	0.00000E+00	-7.12900E-04	8.77600E-04
18 th 级	0.00000E+00	1.27800E-04	2.10000E-04
20 th 级	0.00000E+00	1.55920E-04	-3.70300E-04
22 nd 级	0.00000E+00	-5.33230E-05	1.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0201] 下列表 18 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0202] 表 18：

[0203]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	3.10400E+01	3.50000E+01
4 th 级	-7.50000E+00	-1.10000E+01
6 th 级	-5.83000E-01	-4.00000E+00
8 th 级	-6.74000E-01	-6.00000E-01
10 th 级	-1.84000E-01	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0204] 第五实施例

[0205] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第五实施例。下列表 19 表示第五实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0206] 表 19：

[0207]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.77	1.92
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0208] 下列表 20 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录/再现装置 100 的数值。

[0209] 表 20 :

[0210]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	1.054	2.05	1.55903	2.05	1.53927	物镜
1-2	1.046					
2	-2.170	0.63		0.50		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0211] 下列表 21 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0212] 表 21 :

[0213]

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.80000E+01
4 th 级	2.30900E-02	2.70200E-02	1.55100E-01
6 th 级	1.05200E-02	2.79000E-03	-1.50400E-01
8 th 级	2.31500E-03	2.89800E-03	4.99000E-02

[0214]

10 th 级	-1.61000E-03	-2.91000E-03	1.03100E-02
12 th 级	1.91400E-03	2.59100E-03	-8.13800E-03
14 th 级	-4.52800E-04	-4.88400E-04	-6.21400E-03
16 th 级	0.00000E+00	-4.03300E-04	1.28800E-03
18 th 级	0.00000E+00	9.81700E-05	5.40400E-03
20 th 级	0.00000E+00	8.91400E-05	-3.62100E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.64115E-05	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0215] 下列表 22 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0216] 表 22 :

[0217]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	8.00000E+01	8.50000E+01
4 th 级	-1.03400E+01	-5.00000E+00
6 th 级	6.57000E+00	-5.00000E+00
8 th 级	-3.12000E+00	-1.30000E+00
10 th 级	6.86000E-01	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0218] 第六实施例

[0219] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第六实施例。下列表 23 表示第六实施

例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0220] 表 23 :

[0221]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.18	1.27
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0222] 下列表 24 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0223] 表 24 :

[0224]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.714	1.35	1.55903	1.35	1.53927	物镜
1-2	0.725					
2	-1.469	0.41		0.20		

[0225]

3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0226] 下列表 25 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0227] 表 25 :

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.47000E+01
4 th 级	7.13400E-02	9.69000E-02	4.68800E-01
6 th 级	6.34400E-02	6.50000E-02	-9.07700E-01
8 th 级	9.72100E-04	-1.65820E-01	6.31400E-01
10 th 级	4.93000E-02	5.26900E-01	1.32260E-01
12 th 级	-2.02100E-02	-5.20800E-01	-5.96400E-01
14 th 级	0.00000E+00	-1.16450E-01	5.46470E-01
16 th 级	0.00000E+00	6.67900E-01	-3.75110E-01
18 th 级	0.00000E+00	-3.87790E-01	1.40000E-01
20 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
22 nd 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0228]

[0229] 下列表 26 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0230] 表 26：

[0231]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	1.04640E+02	9.00000E+01
4 th 级	-3.90500E+01	0.00000E+00
6 th 级	2.17500E+01	-3.00000E+01
8 th 级	-3.23500E+01	0.00000E+00
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0232] 第七实施例

[0233] 下面,说明光学信息记录 / 再现装置 100 的第七实施例。下列表 27 表示第七实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0234] 表 27：

[0235]

波长 (nm)	406	662
焦距(mm)	1.41	1.50
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0236]

[0237] 下列表 28 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0238] 表 28：

[0239]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.880	1.60	1.55903	1.60	1.53927	物镜
1-2	0.886					
2	-1.876	0.50		0.28		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0240] 下列表 29 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0241] 表 29：

[0242]

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.80000E+01
4 th 级	4.57300E-02	4.98400E-02	2.42800E-01
6 th 级	1.25500E-02	2.06900E-02	-2.80900E-01
8 th 级	2.19400E-02	-2.15900E-03	7.62500E-02
10 th 级	-2.60400E-02	1.10700E-02	4.52400E-02
12 th 级	2.76800E-02	1.14700E-02	-1.17600E-02
14 th 级	-1.07400E-02	-1.32600E-02	-2.05200E-02
16 th 级	0.00000E+00	-2.50000E-03	-5.48200E-03
18 th 级	0.00000E+00	5.37700E-03	1.51500E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.29500E-03	-5.59100E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.28800E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0243] 下列表 30 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。如表 30 所示,使第二区域 RE 中激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第二级。因此,使用光盘 D1 时在第二区域 RE 中产生的不必要衍射级光的衍射级为第一级和第三级。

[0244] 表 30 :

[0245]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	2
2 nd 级	5.53000E+01	2.50000E+01
4 th 级	-1.70700E+01	-5.00000E+00

[0246]

6 th 级	-2.90700E+00	-1.50000E+00
8 th 级	-8.20000E-01	-3.50000E-01
10 th 级	-3.15300E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0247] 第八实施例

[0248] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第八实施例。下列表 31 表示第八实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0249] 表 31 :

[0250]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.49

NA	0.85	0.65
放大倍率	0.000	0.000

[0251] 下列表 32 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0252] 表 32 :

[0253]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.896	1.60	1.55903	1.60	1.53927	物镜
1-2	0.902					
2	-1.933	0.50		0.25		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0254] 下列表 33 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0255] 表 33 :

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-4.10000E+01
4 th 级	4.55200E-02	5.04200E-02	2.36600E-01
6 th 级	1.02000E-02	1.95700E-02	-2.75700E-01
8 th 级	1.96000E-02	7.27300E-04	7.17700E-02
10 th 级	-2.39100E-02	4.54600E-03	4.68300E-02
12 th 级	2.50100E-02	1.64600E-02	-1.09400E-02
14 th 级	-1.01400E-02	-1.35400E-02	-2.14000E-02
16 th 级	0.00000E+00	-4.05600E-03	-6.09800E-03
18 th 级	0.00000E+00	5.38000E-03	1.55900E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.82700E-03	-5.48100E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.38300E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0256]

[0257]

28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0258] 下列表 34 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。如表 34 所示,使第二区域 RE 中激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第四级。因此,使用光盘 D1 时在第二区域 RE 中产生的不必要衍射级光的衍射级为第三级和第五级。

[0259] 表 34 :

[0260]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	4
2 nd 级	3.51200E+01	7.50000E+00
4 th 级	-1.80000E+01	-2.50000E+00
6 th 级	-6.28000E+00	-7.50000E-01
8 th 级	-1.00000E-01	-1.75000E-01
10 th 级	-3.84400E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0261] 第九实施例

[0262] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第九实施例。下列表 35 表示第九实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0263] 表 35:

[0264]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.18	1.27
NA	0.85	0.65
放大倍率	0.000	0.000

[0265] 下列表 36 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录/再现装置 100 的数值。

[0266] 表 36:

[0267]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.714	1.35	1.55903	1.35	1.53927	物镜
1-2	0.725					
2	-1.469	0.41		0.20		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0268] 下列表 37 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 $A_4, A_6, \dots$ 。

[0269] 表 37:

[0270]

	表面编号
--	------

[0271]

	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.47000E+01
4 th 级	6.95700E-02	9.69000E-02	4.68800E-01
6 th 级	7.78500E-02	6.50000E-02	-9.07700E-01
8 th 级	-4.51100E-02	-1.65820E-01	6.31400E-01
10 th 级	1.19600E-01	5.26900E-01	1.32260E-01
12 th 级	-6.25200E-02	-5.20800E-01	-5.96400E-01
14 th 级	0.00000E+00	-1.16450E-01	5.46470E-01
16 th 级	0.00000E+00	6.67900E-01	-3.75110E-01
18 th 级	0.00000E+00	-3.87790E-01	1.40000E-01
20 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
22 nd 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0272] 下列表 38 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0273] 表 38：

[0274]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	1.04640E+02	9.00000E+01
4 th 级	-3.99700E+01	0.00000E+00
6 th 级	2.60100E+01	-3.00000E+01
8 th 级	-3.69500E+01	0.00000E+00
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0275] 第十实施例

[0276] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第十实施例。下列表 39 表示第十实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0277] 表 39：

[0278]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.18	1.27
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0279] 下列表 40 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录/再现装置 100 的数值。

[0280] 表 40 :

[0281]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.714	1.35	1.55903	1.35	1.53927	物镜
1-2	0.725					
2	-1.469	0.41		0.20		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0282] 下列表 41 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0283] 表 41 :

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.47000E+01
4 th 级	7.13400E-02	9.69000E-02	4.68800E-01
6 th 级	6.34400E-02	6.50000E-02	-9.07700E-01
8 th 级	9.72100E-04	-1.65820E-01	6.31400E-01
10 th 级	4.93000E-02	5.26900E-01	1.32260E-01
12 th 级	-2.02100E-02	-5.20800E-01	-5.96400E-01
14 th 级	0.00000E+00	-1.16450E-01	5.46470E-01
16 th 级	0.00000E+00	6.67900E-01	-3.75110E-01
18 th 级	0.00000E+00	-3.87790E-01	1.40000E-01
20 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
22 nd 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0284] 下列表 42 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。如表 42 所示,使第二区域 RE 中激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第二级。因此,使用光盘 D1 时在第二区域 RE 中产生的不必要衍射级光的衍射级为第一级和第三级。

[0286] 表 42 :

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	2
2 nd 级	1.04640E+02	4.50000E+01
4 th 级	-3.90500E+01	0.00000E+00
6 th 级	2.17500E+01	-1.50000E+01
8 th 级	-3.23500E+01	0.00000E+00
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0287] 第十一实施例

[0289] 下面,说明光学信息记录/再现装置 100 的第十一实施例。下列表 43 表示第十一实施例的光学信息记录/再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。第十一实施例的光学信息记录/再现装置 100 的光学系统为有限光学系统,如表 43 所示,使用光盘 D2 时发散程度低的发散光束入射在物镜 10 上。

[0290] 表 43:

[0291]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.18	1.27
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	-0.0085

[0292] 下列表 44 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录/再现装置 100 的数值。

[0293] 表 44:

[0294]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.714	1.35	1.55903	1.35	1.53927	物镜
1-2	0.725					
2	-1.469	0.41		0.22		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0295] 下列表 45 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0296] 表 45:

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-3.47000E+01
4 th 级	7.13200E-02	9.69000E-02	4.68800E-01
6 th 级	6.54600E-02	6.50000E-02	-9.07700E-01
8 th 级	6.49200E-03	-1.65820E-01	6.31400E-01
10 th 级	4.53100E-02	5.26900E-01	1.32260E-01
12 th 级	-1.63100E-02	-5.20800E-01	-5.96400E-01
14 th 级	0.00000E+00	-1.16450E-01	5.46470E-01
16 th 级	0.00000E+00	6.67900E-01	-3.75110E-01
18 th 级	0.00000E+00	-3.87790E-01	1.40000E-01
20 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
22 nd 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0297]

[0298] 下列表 46 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路

差函数的系数。如表 46 所示,使第二区域 RE 中激光束 L1 的衍射效率最大化的衍射级为第二级。因此,使用光盘 D1 时在第二区域 RE 中产生的不必要衍射级光的衍射级为第一级和第三级。

[0299] 表 46:

[0300]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	2
2 nd 级	1.04640E+02	4.50000E+01
4 th 级	-3.92500E+01	0.00000E+00
6 th 级	2.60900E+01	-1.50000E+01
8 th 级	-3.06000E+01	0.00000E+00
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0301] 第十二实施例

[0302] 下面,说明光学信息记录 / 再现装置 100 的第十二实施例。下列表 47 表示第十二实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。第十二实施例的光学信息记录 / 再现装置 100 的光学系统为有限光学系统,如表 47 所示,使用光盘 D2 时发散程度低的发散光束入射在物镜 10 上。

[0303] 表 47:

[0304]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.50
NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	-0.015

[0305] 下列表 48 表示使用光盘 D1 和 D2 时光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0306] 表 48:

[0307]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.838	1.35	1.52350	1.35	1.50519	物镜
1-2	0.826					
2	-1.408	0.49		0.30		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0308] 下列表 49 表示每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 A_4 、 A_6 、...

[0309] 表 49:

[0310]

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-2.58000E+01
4 th 级	4.56500E-02	4.24500E-02	2.48400E-01
6 th 级	2.02600E-02	9.18700E-03	-2.62100E-01
8 th 级	2.42200E-02	3.89900E-02	3.71700E-02
10 th 级	-2.86700E-02	-7.03300E-02	7.19900E-02
12 th 级	3.12600E-02	8.60600E-02	5.08500E-03
14 th 级	-1.00800E-02	-2.29300E-02	-3.73000E-02
16 th 级	0.00000E+00	-2.73500E-02	-8.22000E-03
18 th 级	0.00000E+00	9.05900E-03	3.05000E-02
20 th 级	0.00000E+00	1.54500E-02	-1.49400E-02
22 nd 级	0.00000E+00	-8.37660E-03	0.00000E+00
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0311] 下列表 50 示出定义物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0312] 表 50 :

[0313]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	7.09000E+01	8.20800E+01
4 th 级	-2.05000E+01	-2.47000E+01
6 th 级	9.49000E+00	-4.50000E+00
8 th 级	-7.76500E+00	-8.00000E-01
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0314] 比较例

[0315] 下面说明比较例。比较例的光学信息记录 / 再现装置的总体结构与图 1 所示的大致相同。尽管比较例的物镜的形状与第一至第十二实施例的物镜的形状不同,但比较例的物镜的形状与第一至第十二实施例的物镜的形状之间的差异极小,在附图的比例尺下无法表示。因此,参照图 2A 和 2B 说明比较例的物镜的结构。

[0316] 下列表 51 表示比较例的光学信息记录 / 再现装置 100 上安装的物镜 10 的规格。

[0317] 表 51 :

[0318]

波长 (nm)	406	662
焦距 (mm)	1.41	1.47

NA	0.85	0.60
放大倍率	0.000	0.000

[0319] 下列表 52 表示使用光盘 D1 和 D2 时比较例的光学信息记录 / 再现装置 100 的数值。

[0320] 表 52 :

[0321]

表面编号	r	d(406nm)	n(406nm)	d(662nm)	n(662nm)	
1-1	0.917	1.70	1.55903	1.70	1.53927	物镜
1-2	0.917					
2	-1.722	0.44		0.18		
3	∞	0.0875	1.62096	0.6000	1.57838	光盘
4	∞	-		-		

[0322] 下列表 53 表示比较例中每个非球面的锥度系数 κ 和非球面系数 Λ_4 、 Λ_6 、...

[0323] 表 53 :

[0324]

	表面编号		
	1-1	1-2	2
κ	-8.50000E-01	-8.50000E-01	-4.40000E+01
4 th 级	4.32800E-02	4.62300E-02	2.47400E-01
6 th 级	1.27200E-02	1.93600E-02	-3.15400E-01
8 th 级	1.03100E-02	-1.04200E-02	7.39300E-02
10 th 级	-1.97700E-02	1.63700E-02	5.82800E-02
12 th 级	2.13300E-02	9.53600E-03	-6.50500E-03
14 th 级	-8.32000E-03	-1.46100E-02	-2.41500E-02
16 th 级	0.00000E+00	-2.51600E-03	-1.11300E-02
18 th 级	0.00000E+00	5.49000E-03	1.41000E-02
20 th 级	0.00000E+00	3.45000E-03	-1.93700E-03
22 nd 级	0.00000E+00	-3.15970E-03	7.00000E-04
24 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
26 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
28 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00
30 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00	0.00000E+00

[0325] 下列表 54 示出定义比较例的物镜 10 的第一表面 10a 的区域 RC 和 RE 的环状区结构的光路差函数的系数。

[0326] 表 54 :

[0327]

	表面编号	
	1-1	1-2
衍射级	1/1	1
2 nd 级	2.00000E+01	2.00000E+01
4 th 级	-2.12000E+01	-1.60000E+01

[0328]

6 th 级	-9.24000E-01	-4.00000E+00
8 th 级	-9.42000E+00	-1.20000E+00
10 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00
12 th 级	0.00000E+00	0.00000E+00

[0329] 下面,在第一至第十二实施例与比较例之间进行比较。下列表 55 表示第一至第十二实施例以及比较例中条件 (1) ~ (7) 的值、闪烁光距离 Δ f2、以及使用光盘 D2 时的工作距离。

[0330] 表 55 :

[0331]

	第一实施例	第二实施例	第三实施例	第四实施例	第五实施例
条件(1)	83	52	120	58	154
条件(2)	470	490	460	480	500
条件(3)	-0.003	-0.005	-0.003	-0.005	-0.002
条件(4)	406	406	406	406	406
条件(5)	0.66	0.63	0.66	0.76	0.82
条件(6)	83	52	120	58	154
条件(7)	1.41	1.41	1.41	1.77	1.77
Δf_2	0.11	0.07	0.15	0.10	0.23
工作距离(DVD)	0.28	0.25	0.29	0.40	0.50
	第六实施例	第七实施例	第八实施例	第九实施例	第十实施例
条件(1)	133	83	52	133	133
条件(2)	470	480	500	480	490
条件(3)	-0.002	-0.003	-0.005	-0.002	-0.002
条件(4)	406	406	406	406	406
条件(5)	0.61	0.66	0.63	0.61	0.61
条件(6)	133	83	52	133	133
条件(7)	1.18	1.41	1.41	1.18	1.18
Δf_2	0.14	0.11	0.07	0.14	0.14
工作距离(DVD)	0.20	0.28	0.25	0.20	0.20
	第十一实施例	第十二实施例	比较例		
条件(1)	133	106	29		
条件(2)	450	450	450		
条件(3)	-0.002	-0.003	-0.011		
条件(4)	406	406	406		
条件(5)	0.61	0.64	0.55		
条件(6)	133	106	29		
条件(7)	1.18	1.41	1.41		
Δf_2	0.14	0.12	0.04		
工作距离(DVD)	0.22	0.30	0.18		

[0332] 如表 55 所示,比较例不满足条件 (1) (或条件 (3))。具体讲,在比较例中,条件 (1) 的中间项小于条件 (1) 的下限,因此,无法使主不必要衍射级光的近轴焦点位于远离正常焦点足够远的位置。在这种情况下,主要的坏影响是由主不必要衍射级光引起的信号恶化产生的。相反,第一至第十二实施例满足条件 (1) (或条件 (3))。因此,在第一至第十二实施例中,在抑制衍射结构的台阶数目增加或色差增强的同时,可以使主不必要衍射级光的近轴焦点位于远离正常焦点足够远的位置。在这种情况下,可以大大抑制主不必要衍射级光引起的信号恶化的影响。

[0333] 如表 55 所示,比较例不满足条件 (5)。因此,比较例不能确保在使用光盘 D2 时有

足够的工作距离。在这种情况下,可能会因物镜 10 与光盘 D2 的机械碰撞而产生破碎。相反,如表 55 所示,第一至第十二实施例满足条件 (5)。因此,在第一至第十二实施例中,可以确保在使用光盘 D2 时有足够的工作距离。在这种情况下,上述可能性不会出现。

[0334] 在第一至第十二实施例中,除满足条件 (1)、(3)、(5) 之外,还满足其他一些条件。因此,通过满足除条件 (1)、(3)、(5) 之外的一些条件,第一至第十二实施例还可以得到附加的效果。

[0335] 图 5A 是表示第一实施例中使用光盘 D1 时产生的使用衍射级光(第一级衍射光)的球面像差的曲线图,图 5B 是表示第一实施例中使用光盘 D2 时产生的使用衍射级光(第一级衍射光)的球面像差的曲线图。图 6A 是表示第一实施例中使用光盘 D1 时产生的使用衍射级光(第一级衍射光)和不必要衍射级光(第 0 级衍射光和第二级衍射光)的球面像差的曲线图,图 6B 是表示第一实施例中使用光盘 D2 时产生的使用衍射级光(第一级衍射光)和不必要衍射级光(第 0 级衍射光和第二级衍射光)的球面像差的曲线图。在图 5A 和 5B 中,实线表示设计波长的球面像差,虚线表示波长偏离设计波长 +5nm 时的球面像差,点划线表示波长偏离设计波长 -5nm 时的球面像差。在图 6A 和 6B 中,实线表示第一级衍射光的球面像差,虚线表示第 0 级衍射光的球面像差,点划线表示第二级衍射光的球面像差。在图 5A、5B、6A 和 6B 中,纵轴表示光瞳坐标,横轴表示球面像差(单位: λ rms)。应当注意,为方便起见,图 5A 至 5B 与图 6A 至 6B 的横轴使用了不同的比例尺。图 5A 至 5B 和图 6A 至 6B 的各种定义也适用于后续的类型附图。

[0336] 如图 5A 所示,当使用光盘 D1 时,第一区域 RC 和第二区域 RE 的使用衍射级光的球面像差被校正。如图 6A 所示,故意在第一区域 RC 和第二区域 RE 中产生不必要衍射级光的球面像差。即,当使用光盘 D1 时,故意使不必要衍射级光的近轴焦点位于远离光盘 D1 的记录面的位置(即,正常焦点的位置)。采用这种设置,可以有效抑制使用光盘 D1 时不必要衍射级光引起的信号恶化。

[0337] 如图 5B 所示,当使用光盘 D2 时,第一区域 RC 的使用衍射级光的球面像差被校正,并且在第二区域 RE 中故意产生与第一区域 RC 中使用衍射级光对应的衍射级的衍射光(即,不必要的光)的球面像差。如图 6B 所示,在第一区域 RC 和第二区域 RE 中故意产生不必要衍射级光的球面像差。即,当使用光盘 D2 时,故意使不必要衍射级光及不必要光的近轴焦点远离光盘 D2 的记录面(即,远离正常焦点)。采用这种设置,可以有效抑制使用光盘 D2 时不必要衍射级光或不必要光引起的信号恶化。

[0338] 图 7A 和 7B 分别表示在第二实施例中使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 7A 和 7B 分别对应于图 5A 和 5B。图 8A 和 8B 分别表示在第二实施例中分别使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 8A 和 8B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0339] 图 9A 和 9B 分别表示在第三实施例中分别使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 9A 和 9B 分别对应于图 5A 和 5B。图 10A 和 10B 分别表示在第三实施例中分别使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 10A 和 10B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0340] 图 11A 和 11B 分别表示在第四实施例中分别使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 11A 和 11B 分别对应于图 5A 和 5B。图 12A 和 12B 分别表示在第四实施

例中使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 12A 和 12B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0341] 图 13A 和 13B 分别表示在第五实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 13A 和 13B 分别对应于图 5A 和 5B。图 14A 和 14B 分别表示在第五实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 14A 和 14B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0342] 图 15A 和 15B 分别表示在第六实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 15A 和 15B 分别对应于图 5A 和 5B。图 16A 和 16B 分别表示在第六实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 16A 和 16B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0343] 图 17A 和 17B 分别表示在第七实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 17A 和 17B 分别对应于图 5A 和 5B。图 18A 和 18B 分别表示在第七实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 18A 和 18B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0344] 图 19A 和 19B 分别表示在第八实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 19A 和 19B 分别对应于图 5A 和 5B。图 20A 和 20B 分别表示在第八实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 20A 和 20B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0345] 图 21A 和 21B 分别表示在第九实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 21A 和 21B 分别对应于图 5A 和 5B。图 22A 和 22B 分别表示在第九实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 22A 和 22B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0346] 图 23A 和 23B 分别表示在第十实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 23A 和 23B 分别对应于图 5A 和 5B。图 24A 和 24B 分别表示在第十实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 24A 和 24B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0347] 图 25A 和 25B 分别表示在第十一实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 25A 和 25B 分别对应于图 5A 和 5B。图 26A 和 26B 分别表示在第十一实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 26A 和 26B 分别对应于图 6A 和 6B。

[0348] 图 27A 和 27B 分别表示在第十二实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时产生的使用衍射级光的球面像差。即,图 27A 和 27B 分别对应于图 5A 和 5B。图 28A 和 28B 分别表示在第十二实施例中使用时使用光盘 D1 和 D2 时分别产生的使用衍射级光及不必要衍射级光的球面像差。即,图 28A 和 28B 分别对应于图 6A 和 6B。如图 7A、7B 至图 28A、28B 所示,在第一至第十二实施例中,故意生成不必要光或不必要衍射级光。即,在第一至第十二实施例中,由于使不必要光或不必要衍射级光的近轴焦点远离光盘的记录面(即,远离正常焦点),有效抑制了不必要光或不必要衍射级光引起的信号恶化。

[0349] 如上所述,第一至第十二实施例的物镜 10 具有对光盘 D1 和 D2 进行信息记录或信息再现时优良的光学特性。

[0350] 尽管参照特定优选实施方式详细地说明了本发明,但本发明也可以有其他实施方式。

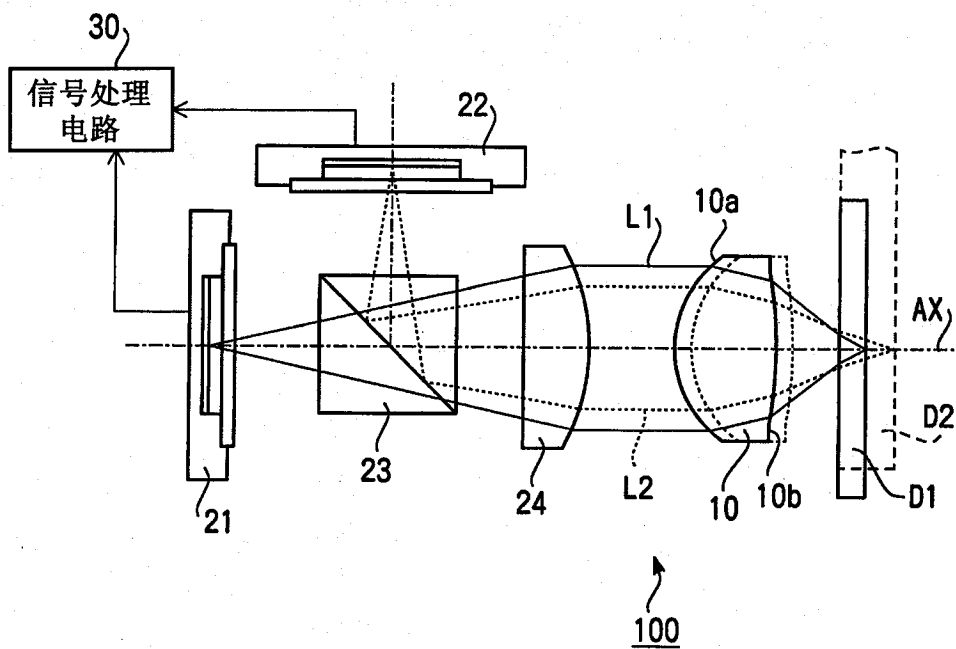


图 1

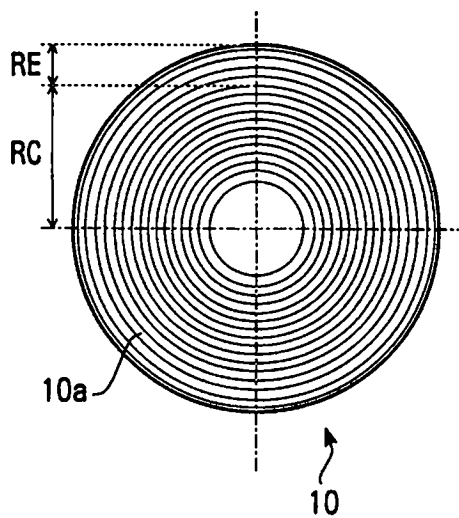


图 2A

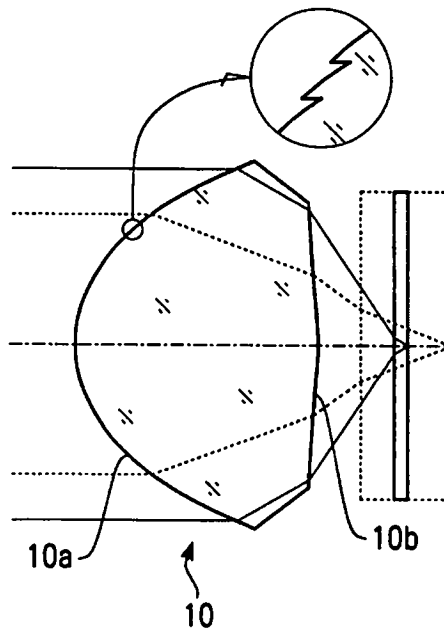


图 2B

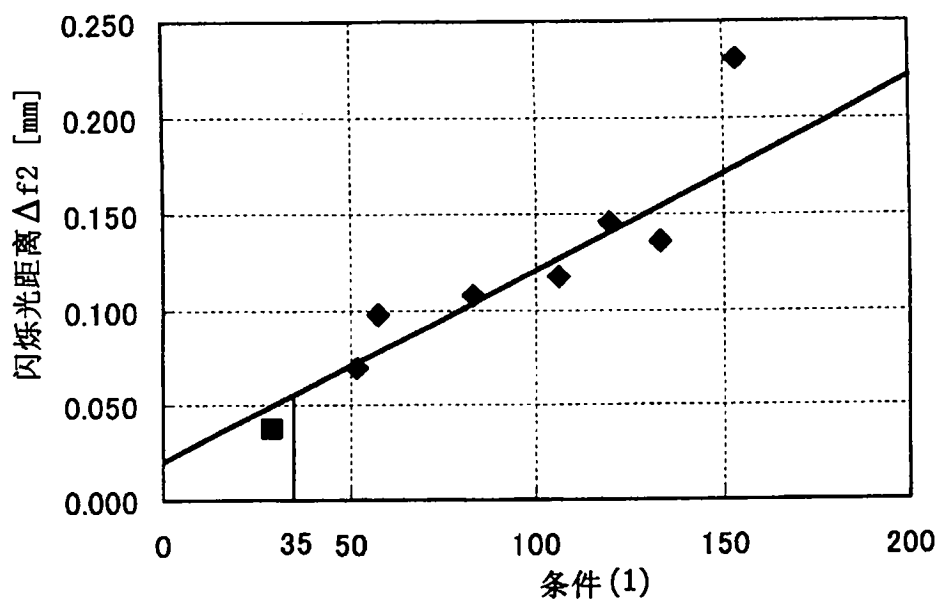


图 3

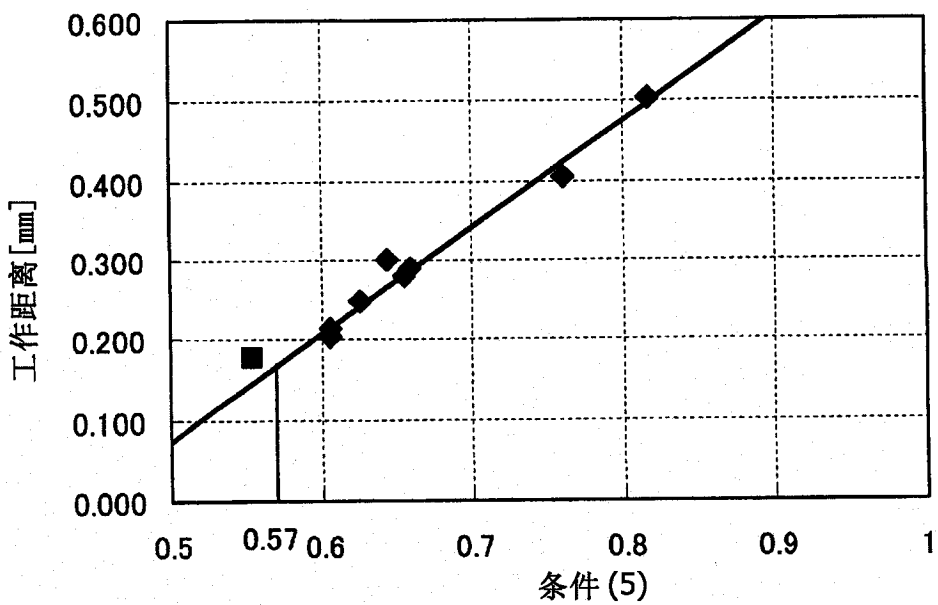


图 4

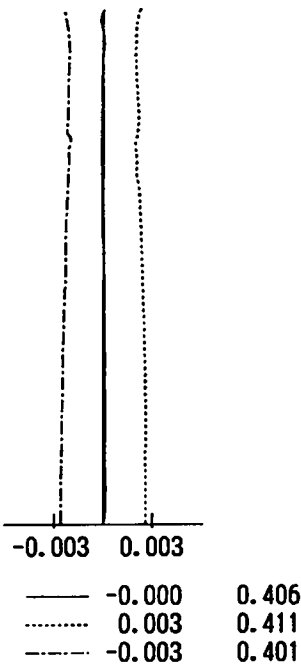


图 5A

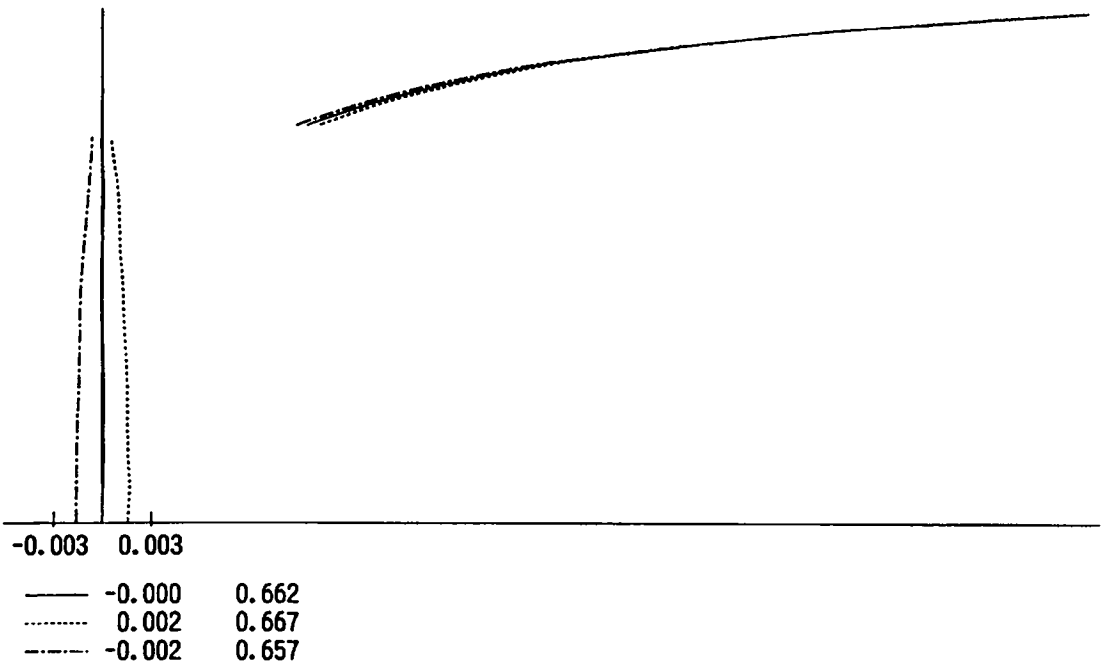


图 5B

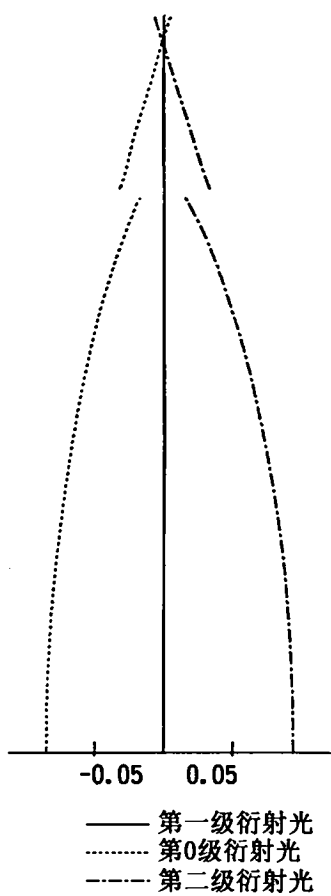


图 6A

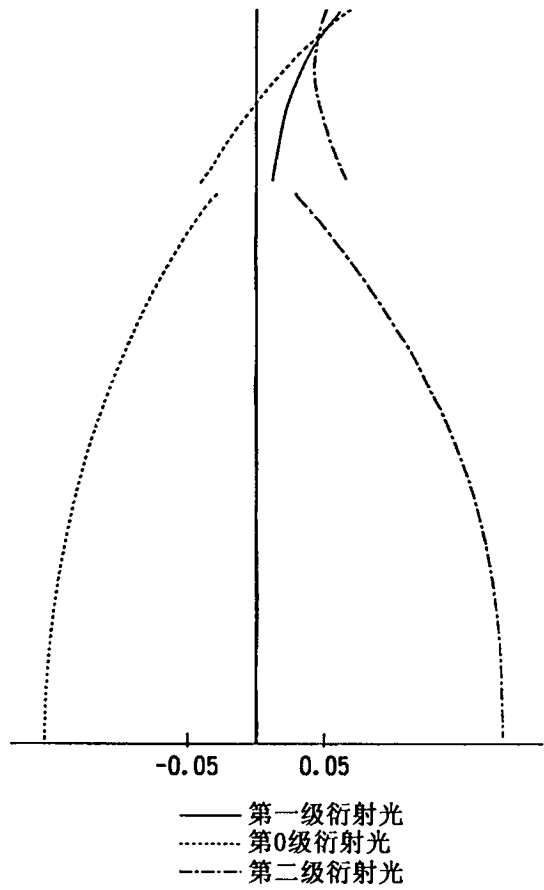


图 6B

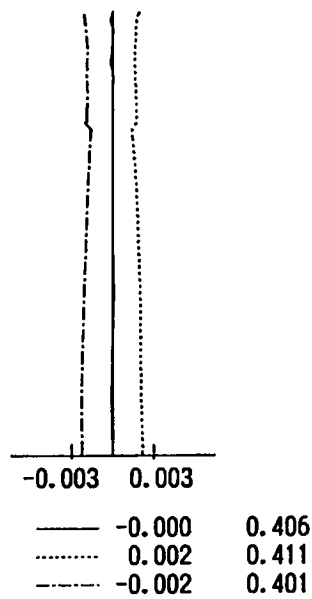


图 7A

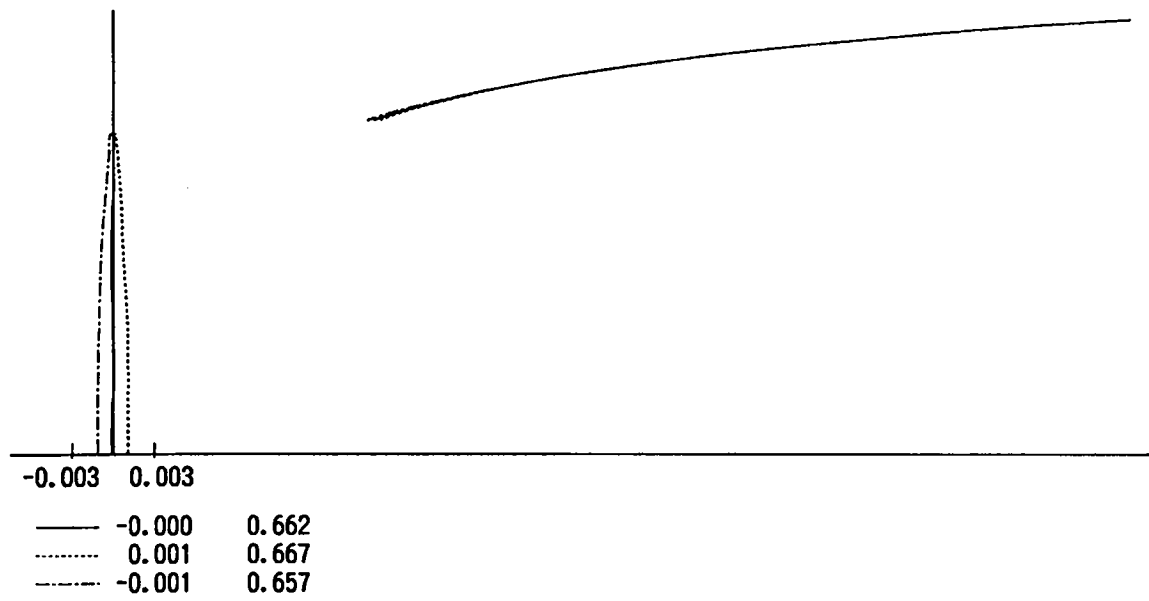


图 7B

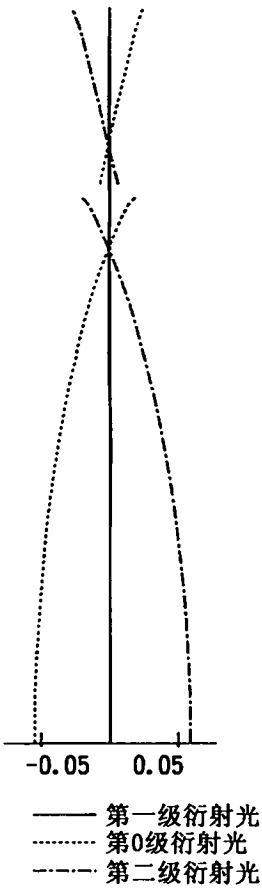


图 8A

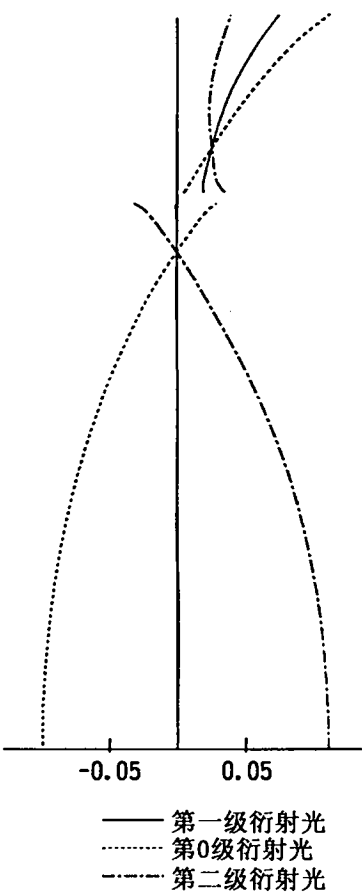


图 8B

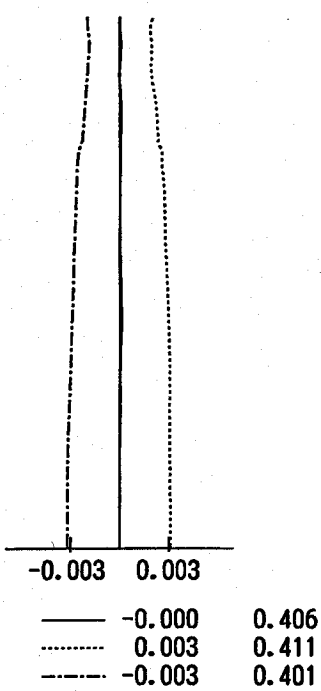


图 9A

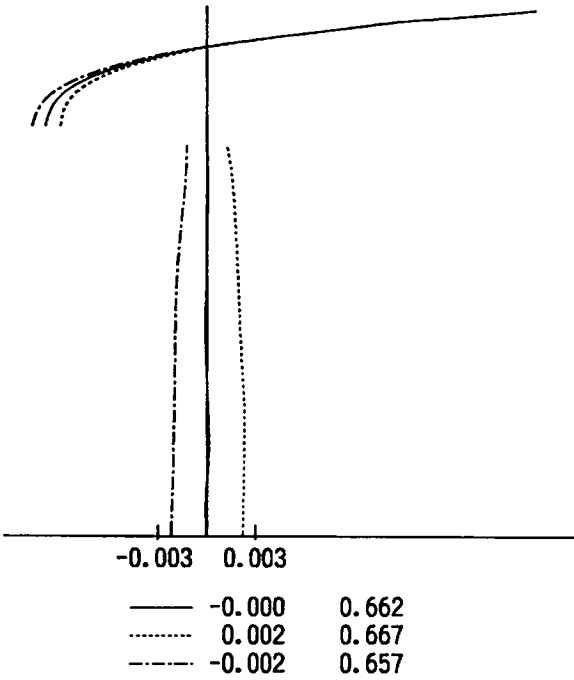


图 9B

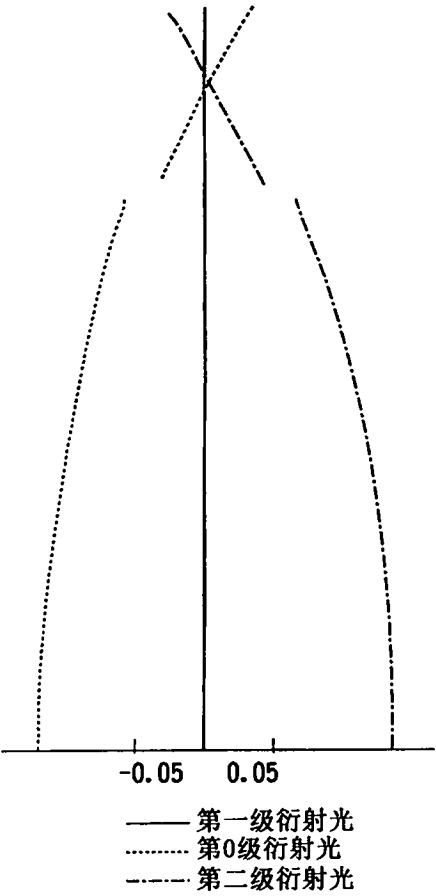


图 10A

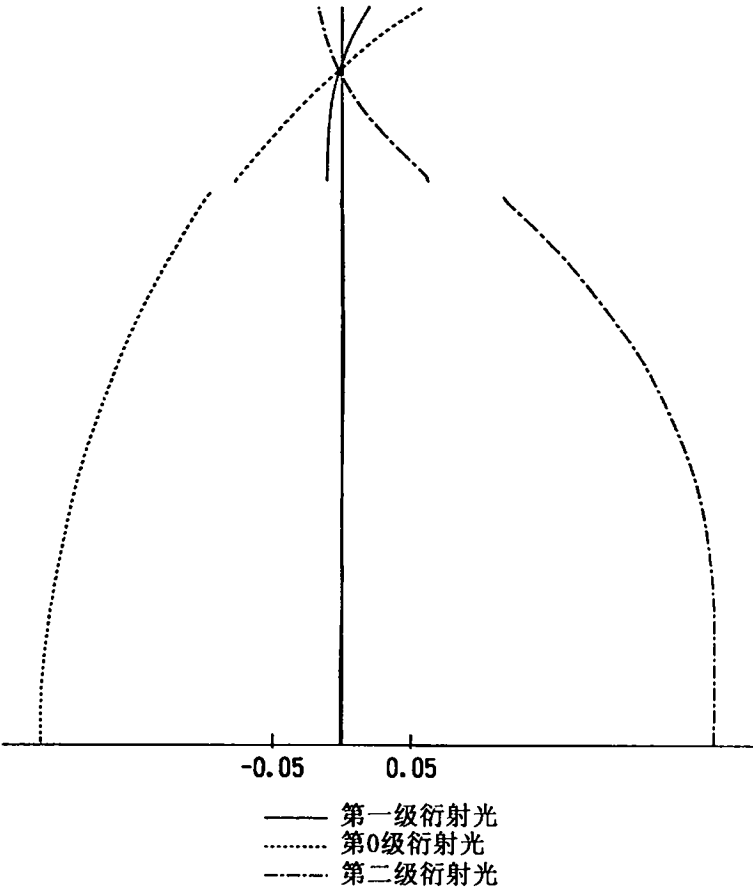


图 10B

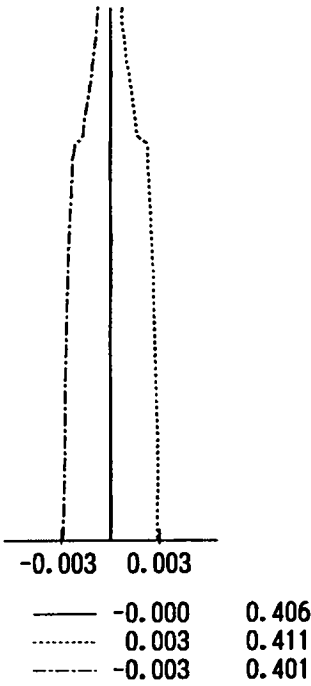


图 11A

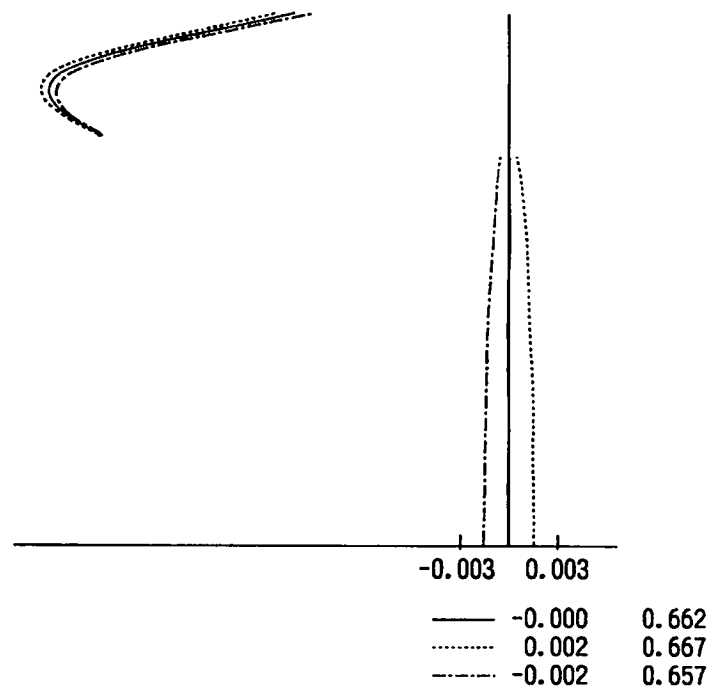


图 11B

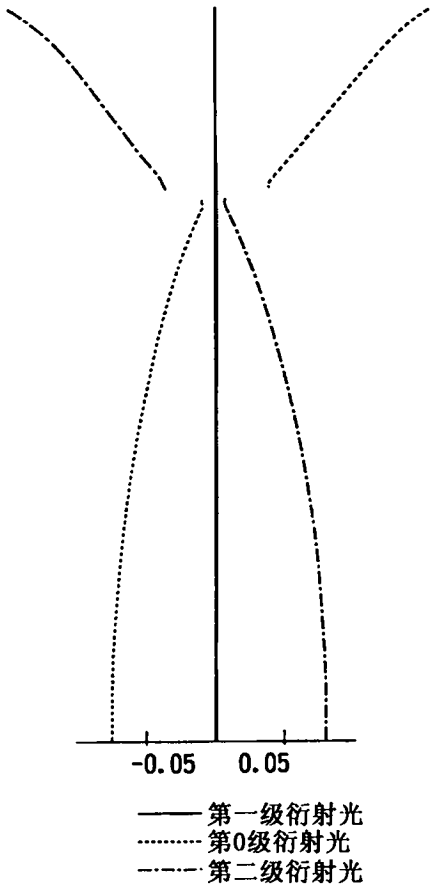


图 12A

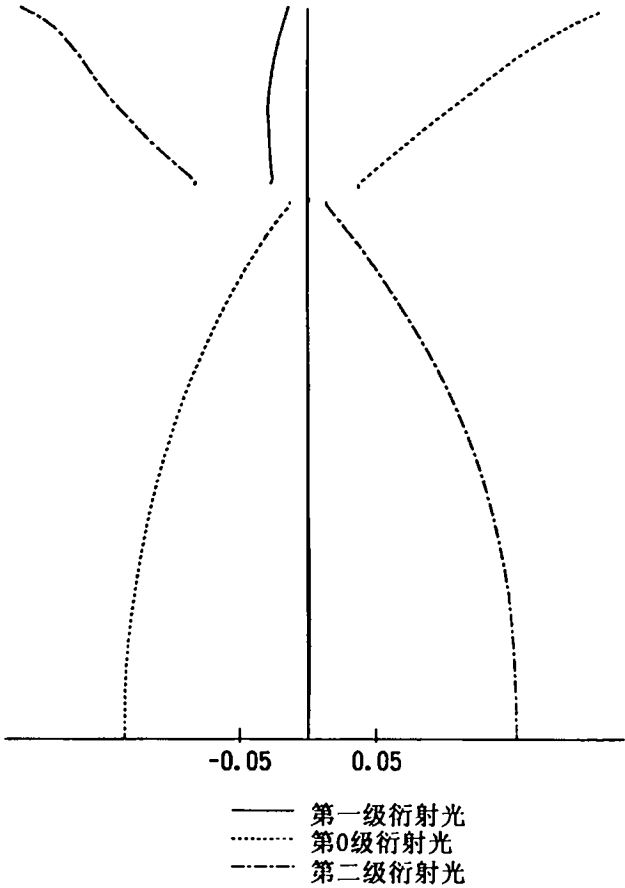


图 12B

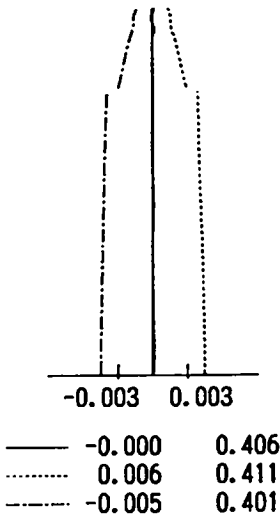


图 13A

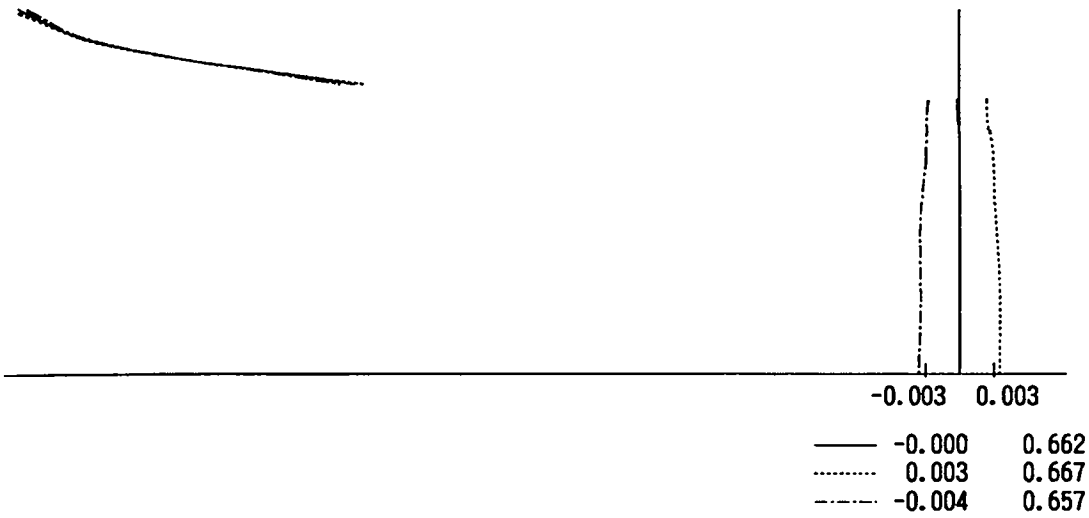


图 13B

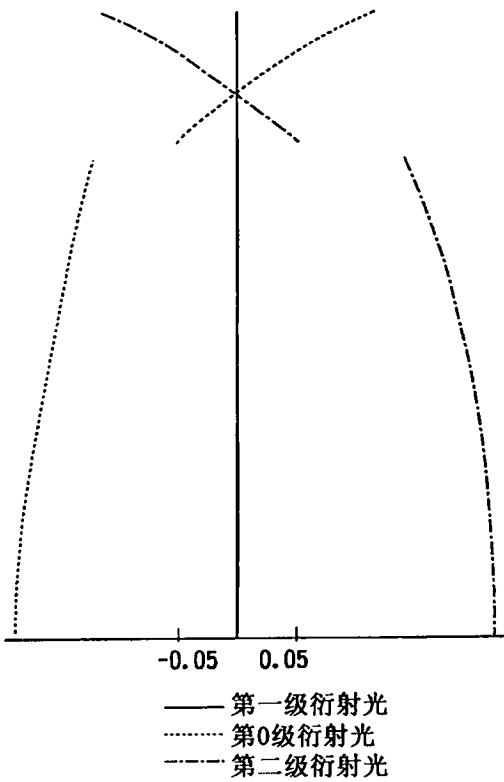


图 14A

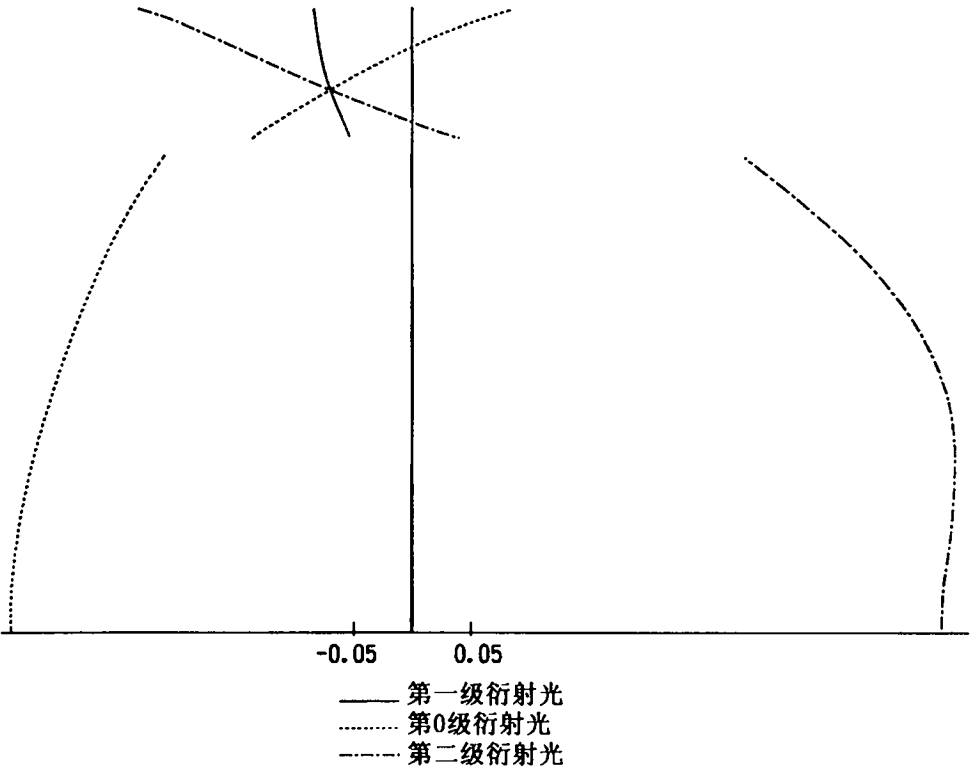


图 14B

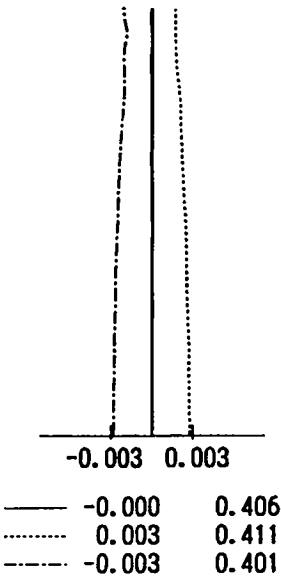


图 15A

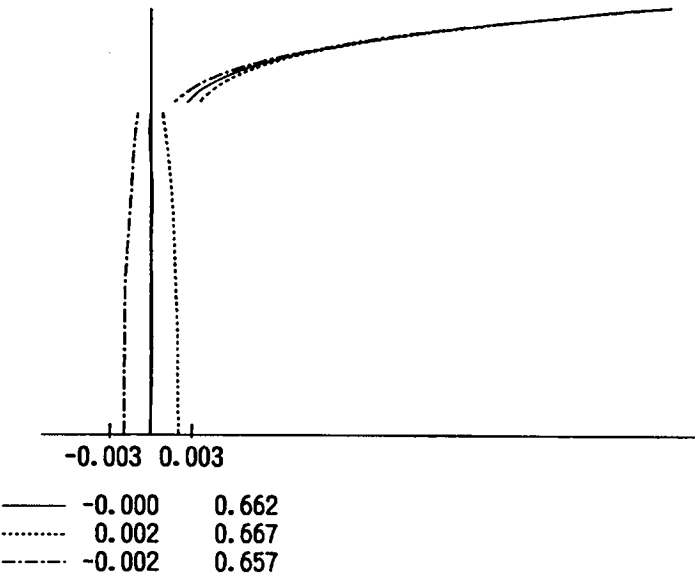


图 15B

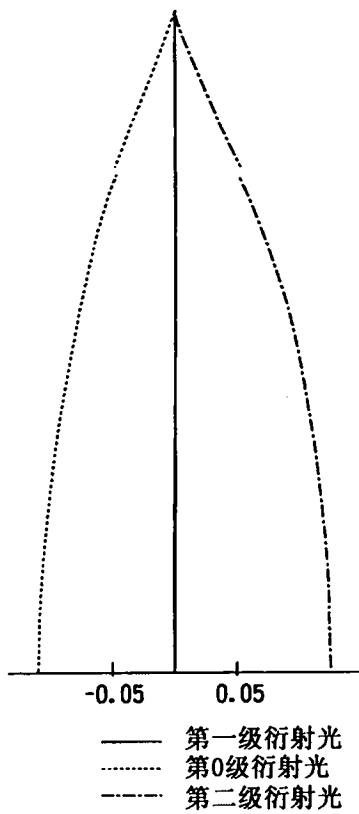


图 16A

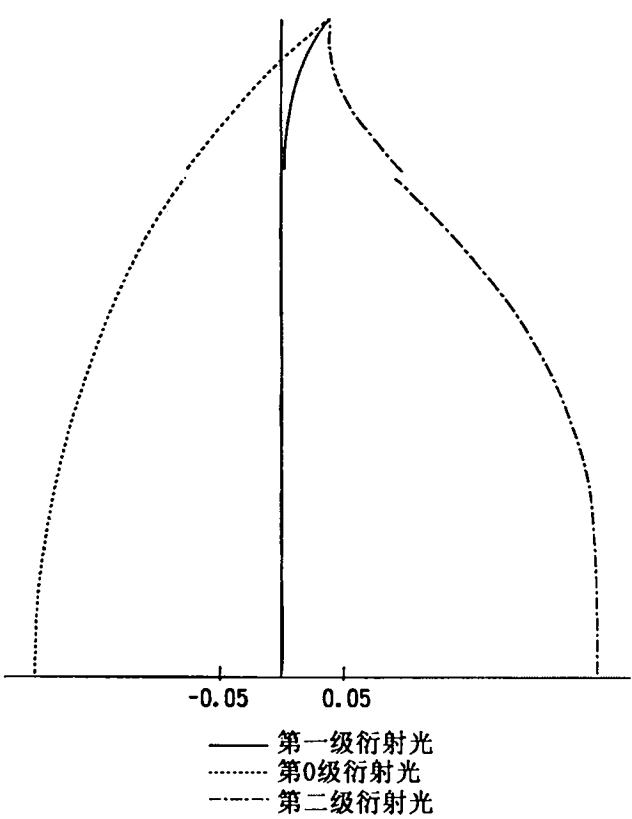


图 16B

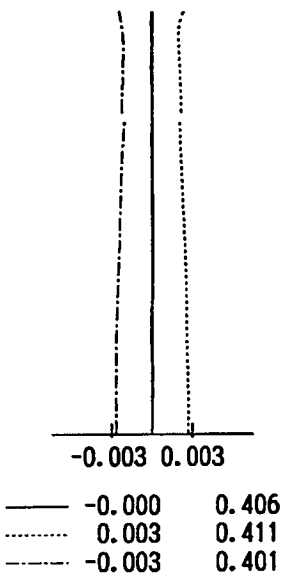


图 17A

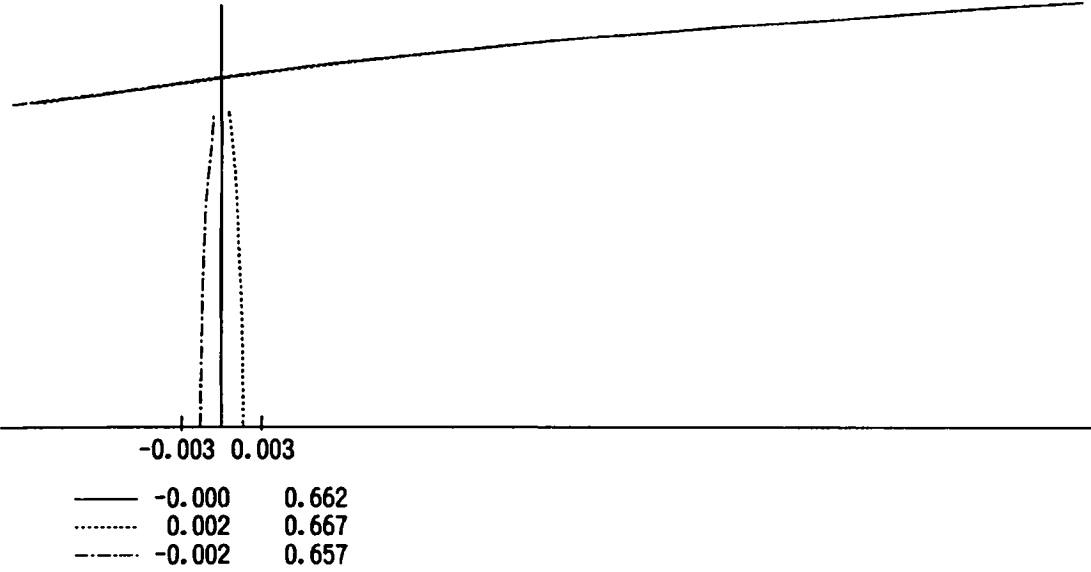


图 17B

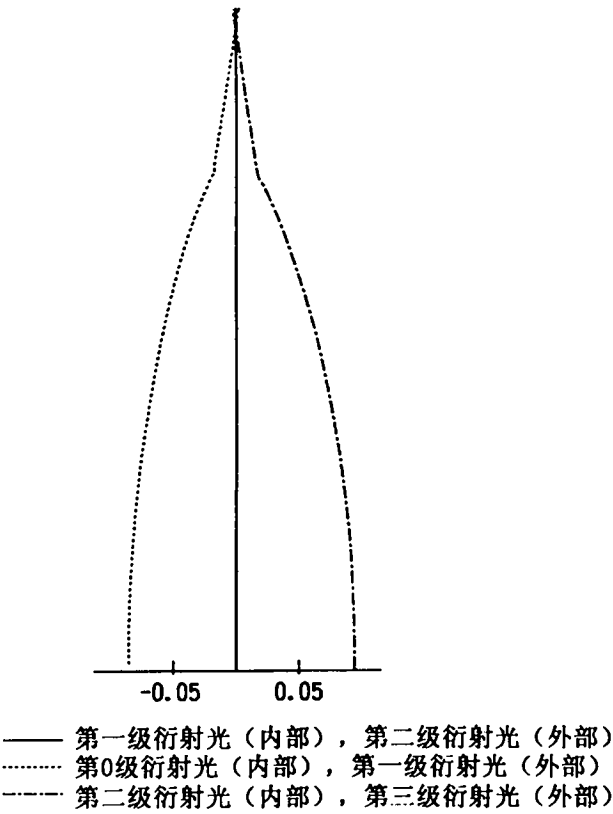


图 18A

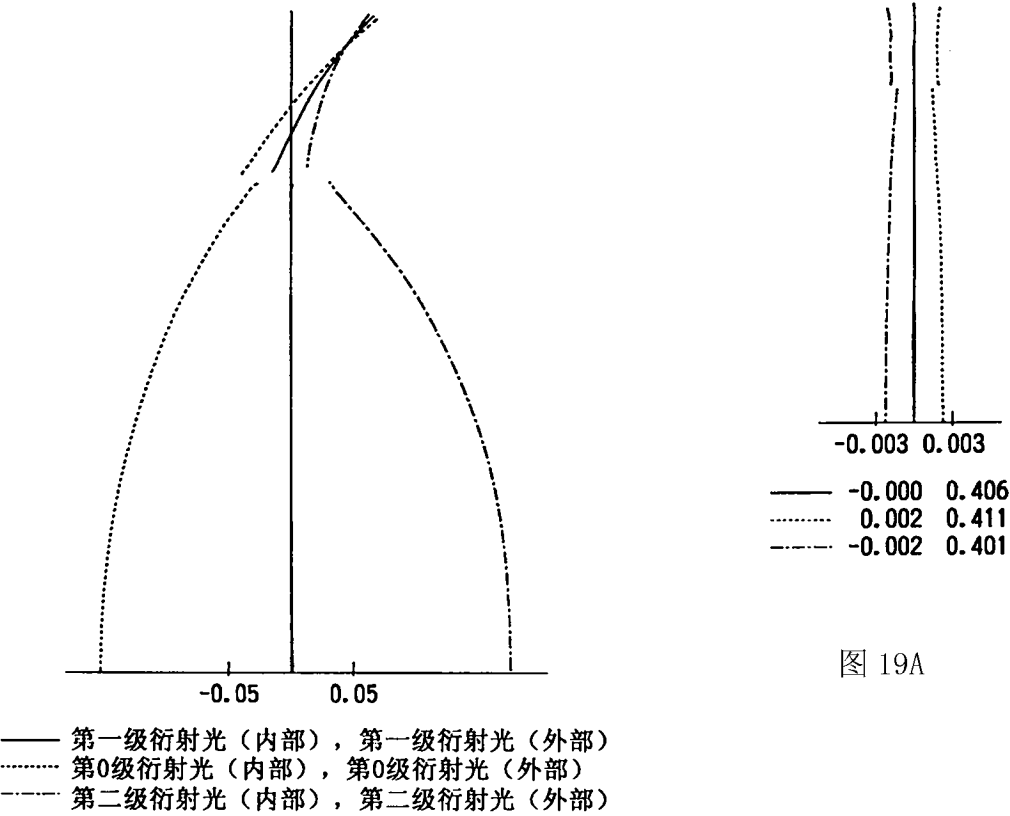


图 18B

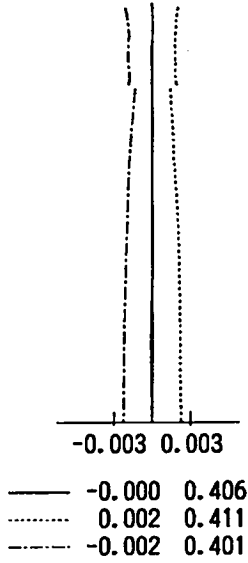


图 19A

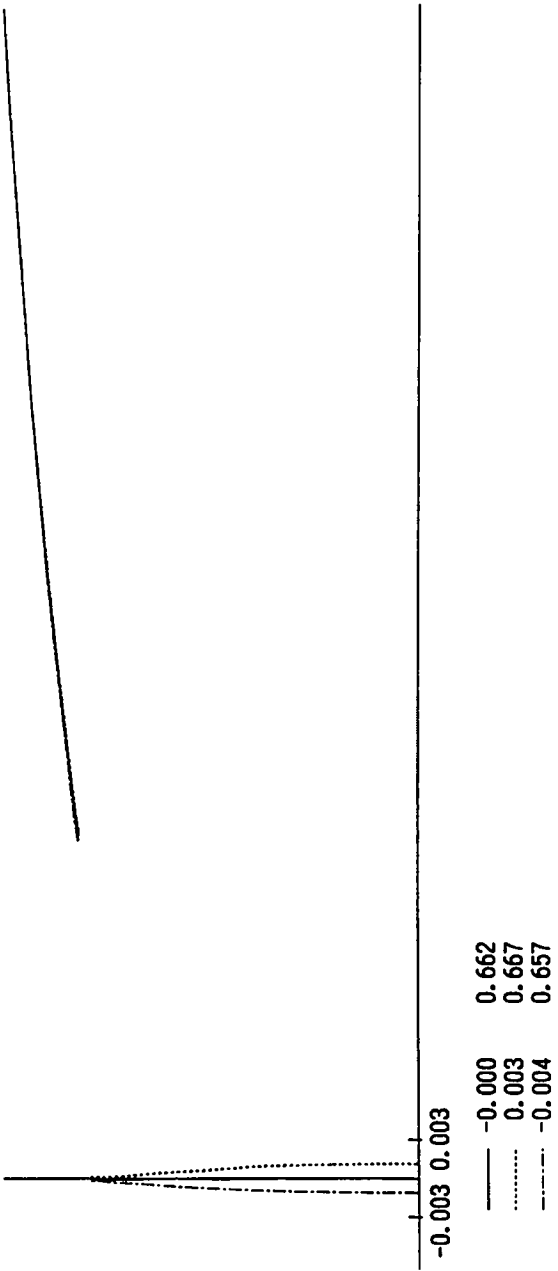


图 19B

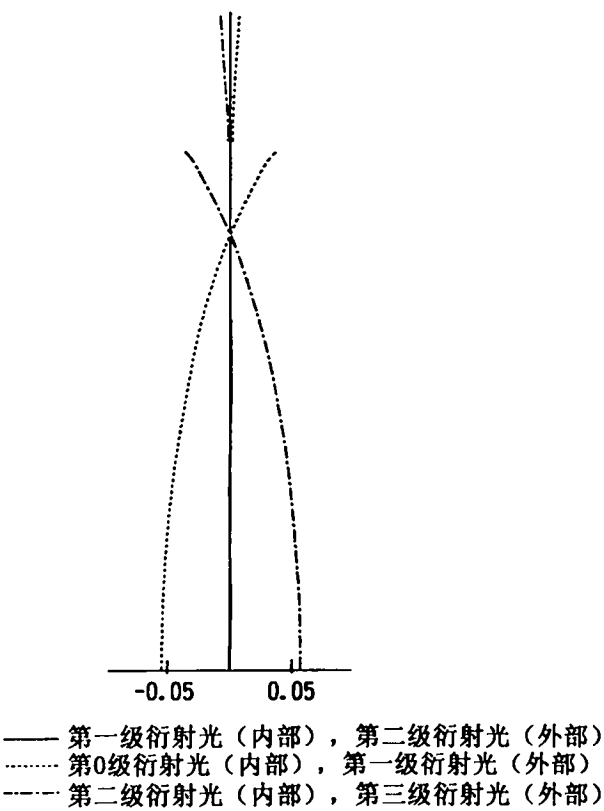


图 20A

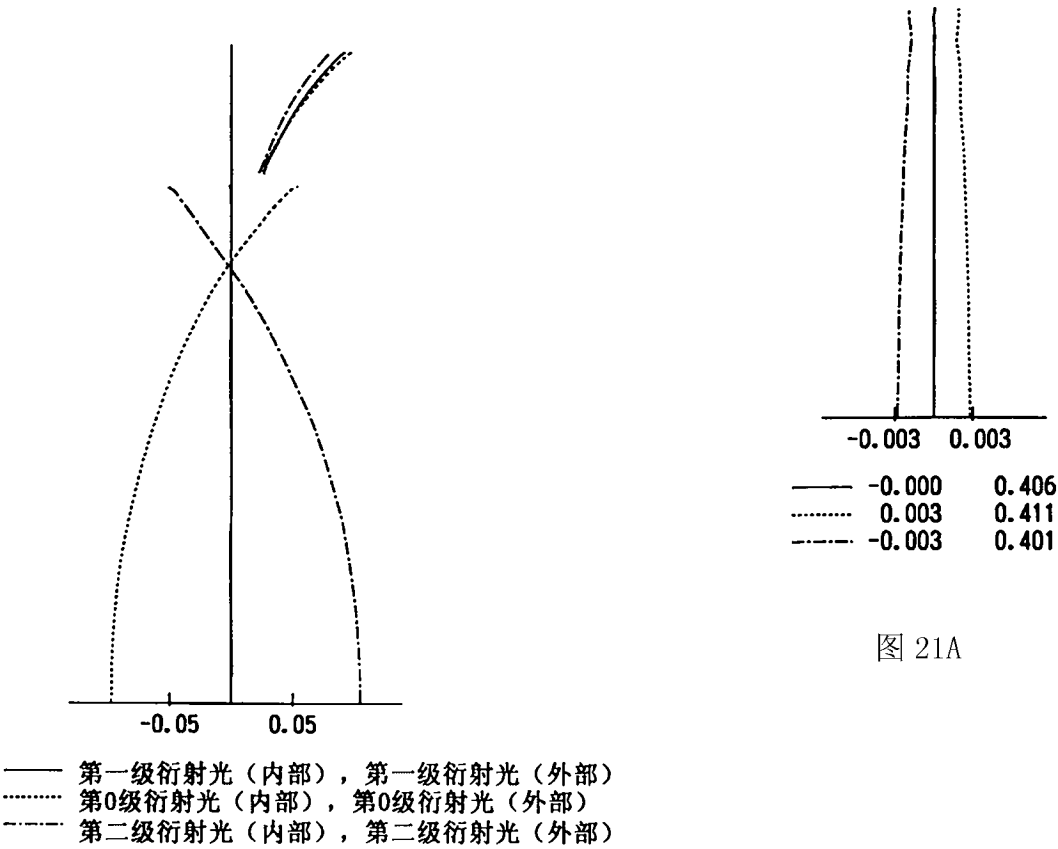


图 20B

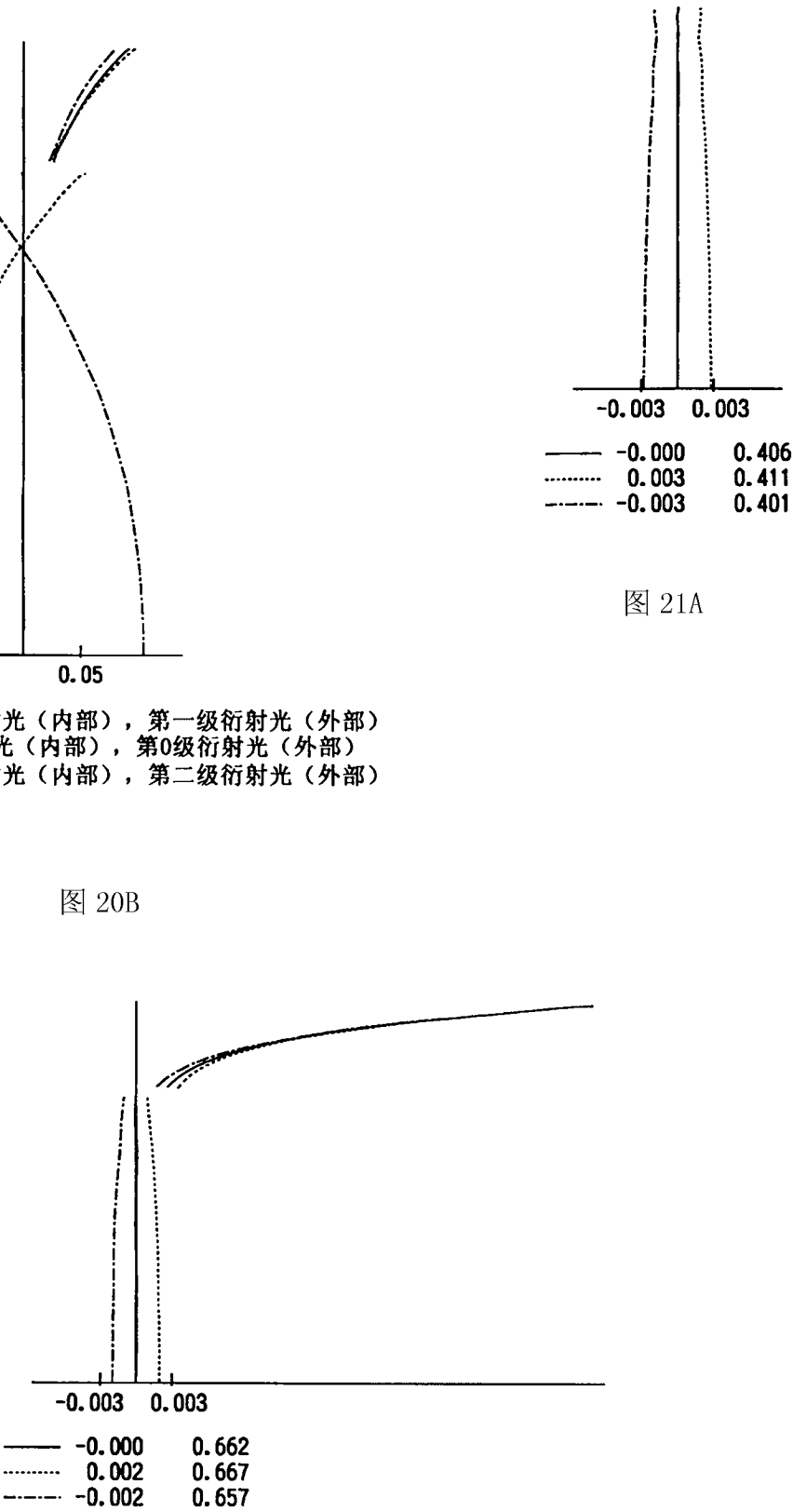


图 21A

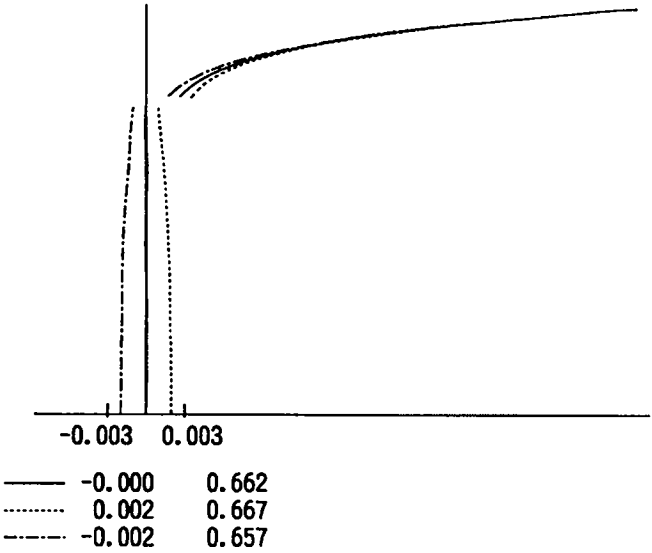


图 21B

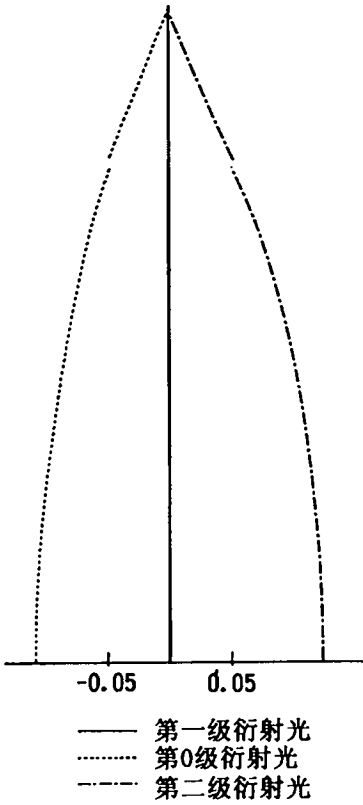


图 22A

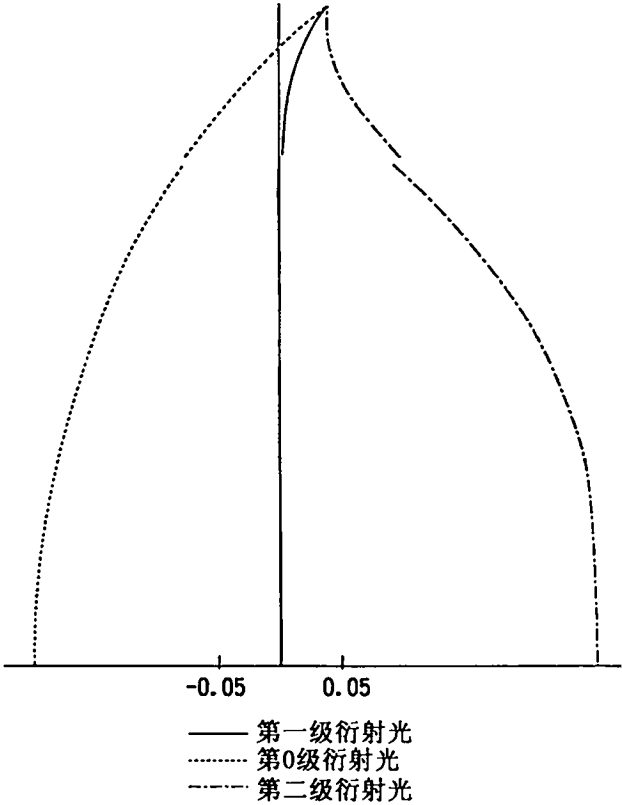


图 22B

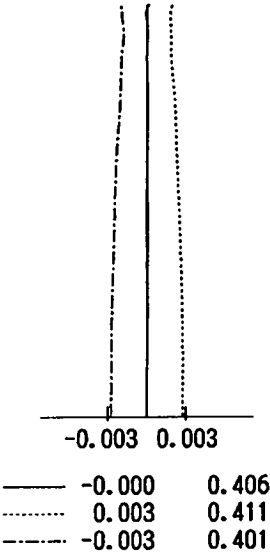


图 23A

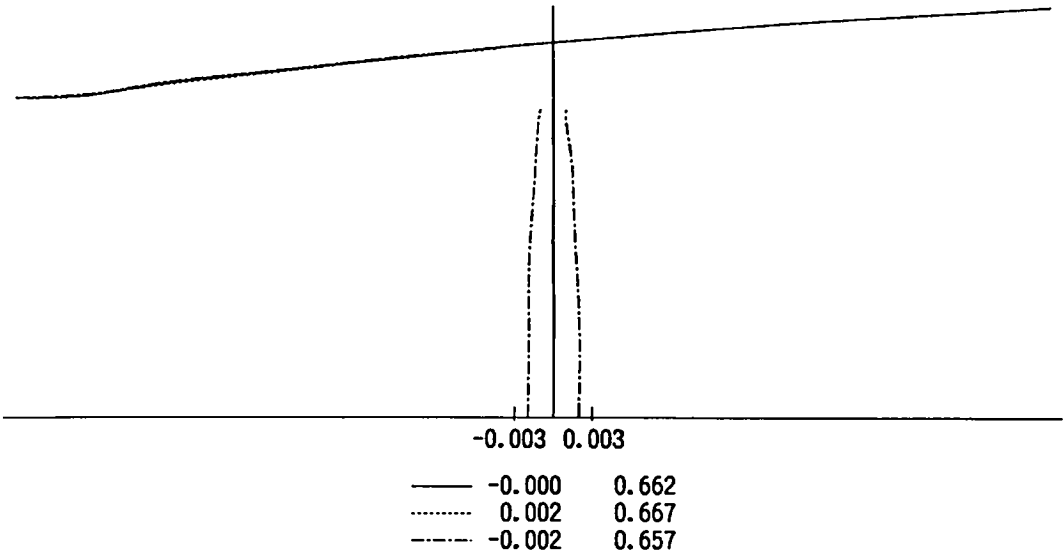


图 23B

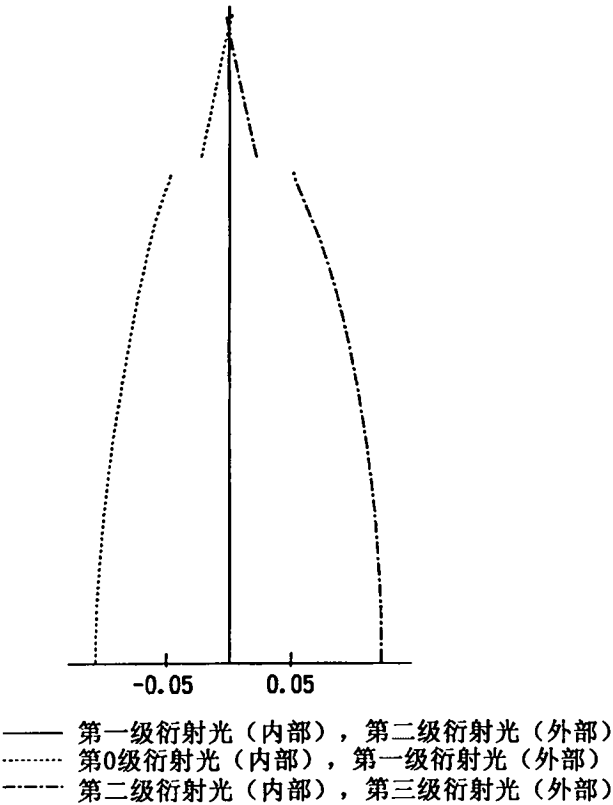
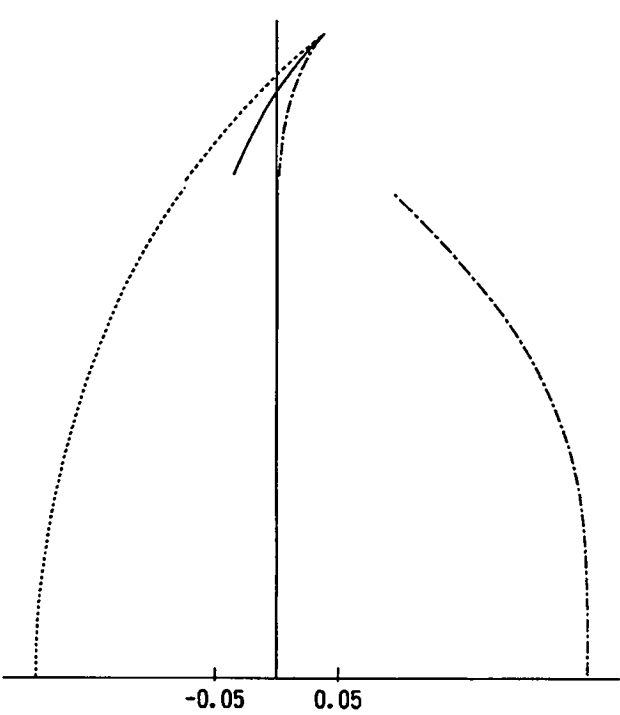


图 24A



—— 第一级衍射光（内部），第一级衍射光（外部）
..... 第0级衍射光（内部），第0级衍射光（外部）
- · - · 第二级衍射光（内部），第二级衍射光（外部）

图 24B

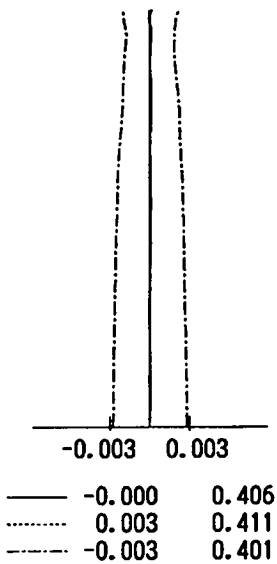


图 25A

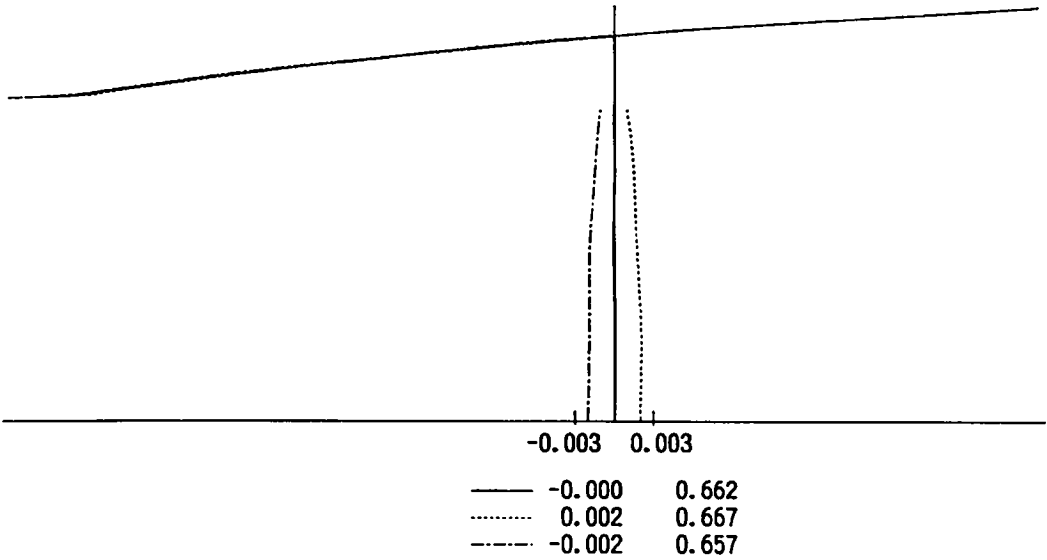


图 25B

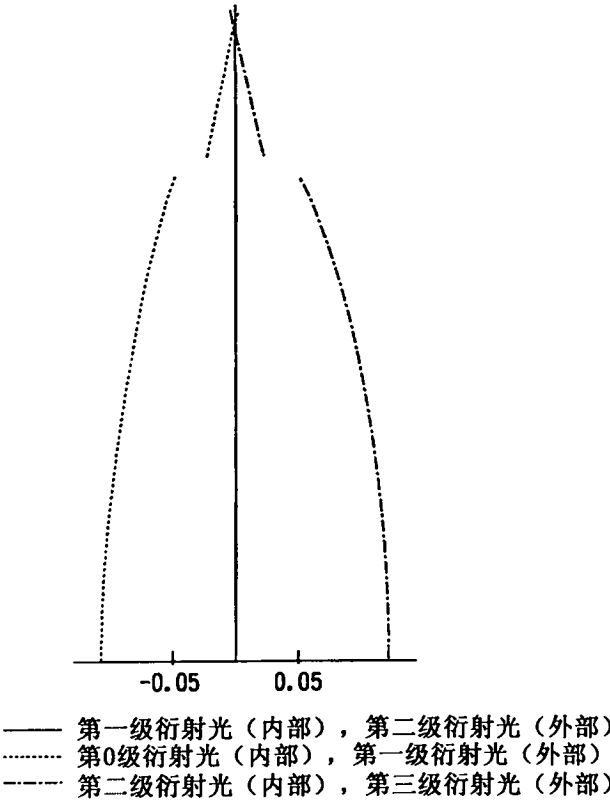


图 26A

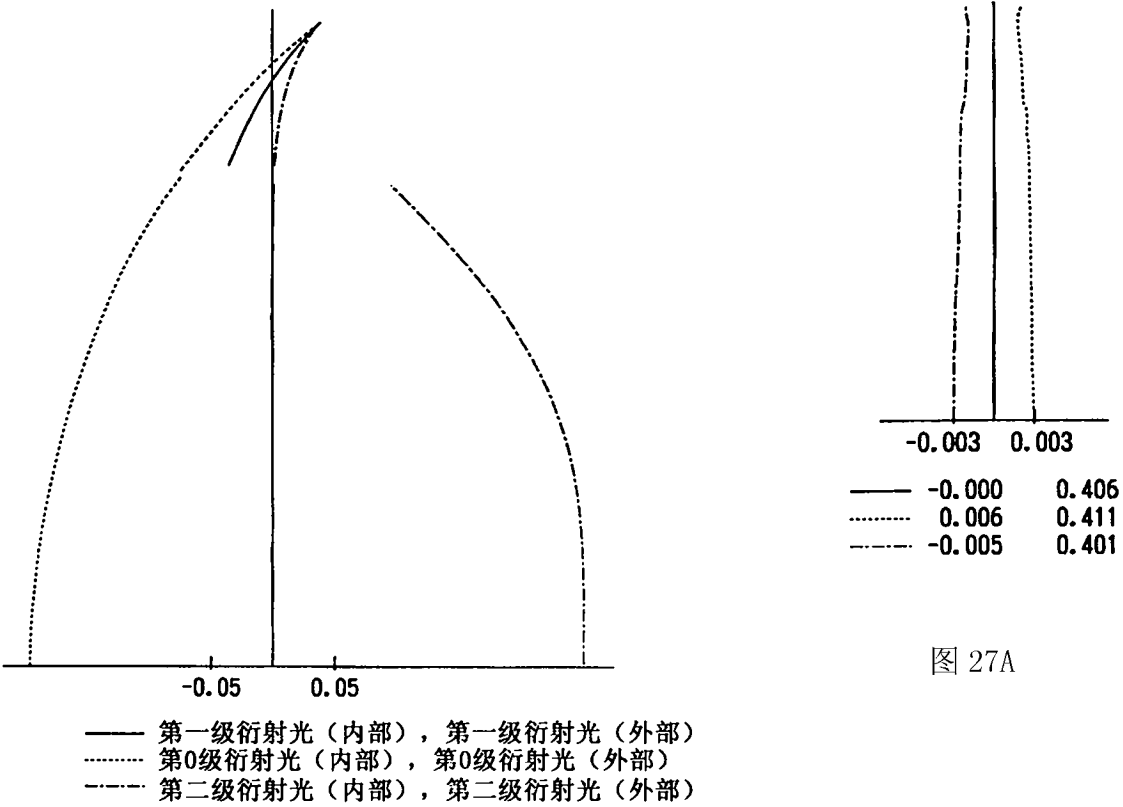


图 26B

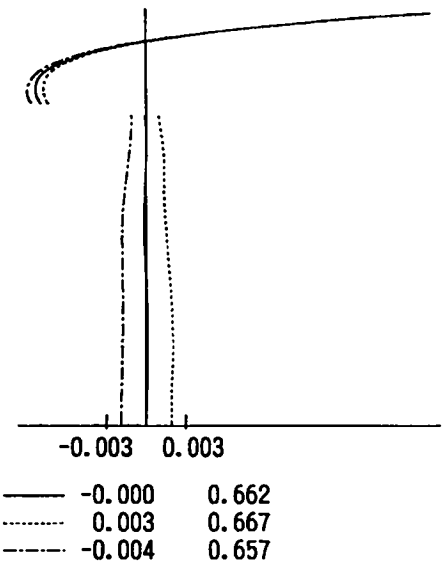


图 27B

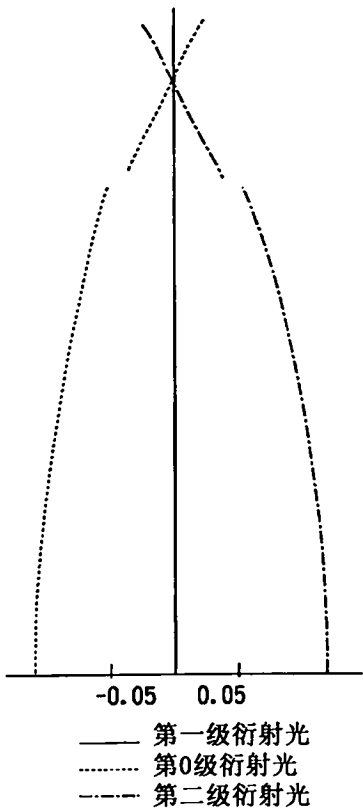


图 28A

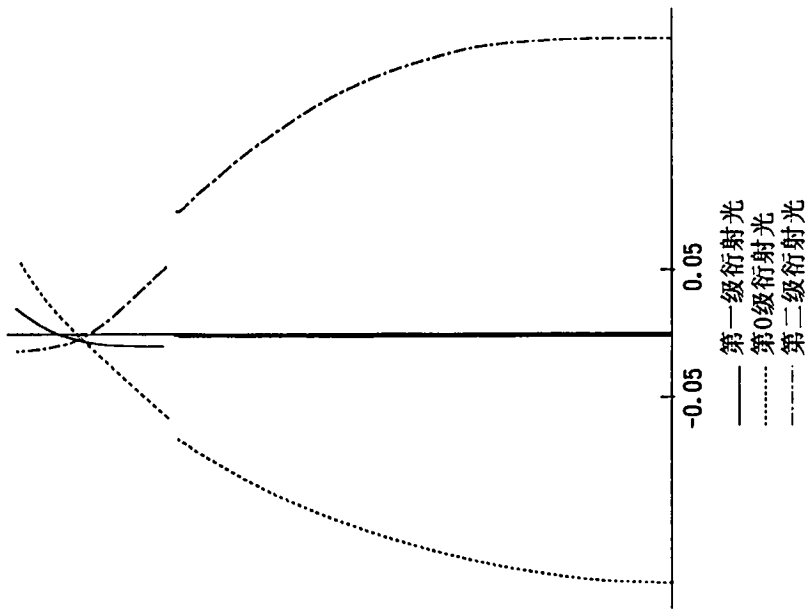


图 28B