



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101882447 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201010170113. 8

WO 2006/095583 A1, 2006. 09. 14,

(22) 申请日 2010. 05. 04

CN 1767020 A, 2006. 05. 03,

(30) 优先权数据

审查员 吴少鸿

112918/09 2009. 05. 07 JP

112919/09 2009. 05. 07 JP

148535/09 2009. 06. 23 JP

050599/10 2010. 03. 08 JP

(73) 专利权人 柯尼卡美能达精密光学株式会社  
地址 日本东京都

(72) 发明人 中村健太郎

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

代理人 岳雪兰

(51) Int. Cl.

G11B 7/1374(2012. 01)

G11B 7/135(2012. 01)

(56) 对比文件

WO 2008/136242 A1, 2008. 11. 13,

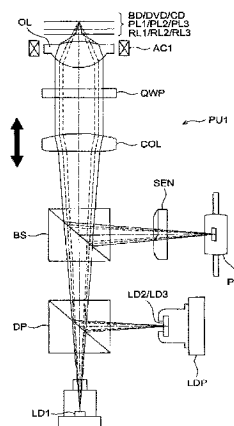
权利要求书3页 说明书32页 附图7页

(54) 发明名称

物镜、光拾取装置及光信息记录再生装置

(57) 摘要

本发明提供一种实现能够用通用的物镜进行BD/DVD/CD之3种光盘的互换,并且在CD时也能够充分确保工作距离的光拾取装置、光信息记录再生装置以及适用于其中的物镜。另外,在物镜上设使蓝紫色激光光束的衍射次数为奇数次数的基础构造的台阶朝向朝着光轴相反方向、使蓝紫色激光光束的衍射次数为偶数次数的基础构造的台阶朝向朝着光轴方向、重合而成的第1光程差付与构造。



1. 一种物镜,是用于具有射出第 1 波长  $\lambda_1$  之第 1 光束的第 1 光源、射出第 2 波长  $\lambda_2$  且  $\lambda_2 > \lambda_1$  之第 2 光束的第 2 光源、射出第 3 波长  $\lambda_3$  且  $\lambda_3 > \lambda_2$  之第 3 光束的第 3 光源,且用所述第 1 光束进行具有厚度为  $t_1$  之保护基板的 BD 的信息记录及 / 或再生、用所述第 2 光束进行具有厚度为  $t_2$  且  $t_1 < t_2$  之保护基板的 DVD 的信息记录及 / 或再生、用所述第 3 光束进行具有厚度为  $t_3$  且  $t_2 < t_3$  之保护基板的 CD 的信息记录及 / 或再生之光拾取装置的物镜,其特征在于,

所述物镜为单个透镜,

所述物镜的光学面至少备有中央区域、所述中央区域周围的中间区域、所述中间区域周围的周边区域,

所述中央区域备有第 1 光程差付与构造,

所述中间区域备有第 2 光程差付与构造,

所述物镜将穿过所述中央区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 BD 的信息记录面上、将穿过所述中央区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 DVD 的信息记录面上、将穿过所述中央区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 CD 的信息记录面上,

所述物镜将穿过所述中间区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 BD 的信息记录面上、将穿过所述中间区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 DVD 的信息记录面上、不将穿过所述中间区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 CD 的信息记录面上,

所述物镜将穿过所述周边区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 BD 的信息记录面上、不将穿过所述周边区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 DVD 的信息记录面上、不将穿过所述周边区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述 CD 的信息记录面上,

所述第 1 光程差付与构造是至少重合第 1 基础构造和第 2 基础构造的构造,

所述第 1 基础构造使穿过所述第 1 基础构造的第 1 光束的 X 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 1 基础构造的第 2 光束的 Y 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 1 基础构造的第 3 光束的 Z 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,

所述 X 是奇数的整数,

所述第 1 基础构造是火焰型构造,至少被设在所述中央区域的光轴附近,

在所述第 1 光程差付与构造的所述第 1 基础构造,所有的台阶都朝着光轴相反的方向,

所述第 2 基础构造使穿过所述第 2 基础构造的第 1 光束的 L 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 2 基础构造的第 2 光束的 M 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 2 基础构造的第 3 光束的 N 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,

所述 L 是偶数的整数,

所述第 2 基础构造是火焰型构造,至少被设在所述中央区域的光轴附近,

在所述第 1 光程差付与构造的所述第 2 基础构造,所有的台阶都朝着光轴的方向,

在所述中央区域中,所述朝着光轴相反方向的台阶数,多于所述朝着光轴方向的台阶

数，

所述物镜满足以下条件式：

$$1.0 \leq d/f \leq 1.5 \quad (3),$$

其中，d 表示所述物镜的光轴上的厚度，厚度单位是 mm，f 表示所述第 1 光束的所述物镜的焦点距离。

2. 如权利要求 1 中记载的物镜，其特征在于，所述 L 是绝对值为 4 以下的偶数，所述 X 是绝对值为 5 以下的奇数。

3. 如权利要求 2 中记载的物镜，其特征在于， $(|X|、|Y|、|Z|) = (1、1、1)$ ，且  $(|L|、|M|、|N|) = (2、1、1)$ 。

4. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，所述第 1 光程差付与构造，同时备有朝着光轴相反方向的台阶和朝着光轴方向的台阶，所述朝着光轴相反方向的台阶的台阶高低 d11 和所述朝着光轴方向的台阶的台阶高低 d12 满足以下条件式 (1)、(2)：

$$0.6(\lambda 1/(n-1)) < d11 < 1.5(\lambda 1/(n-1)) \quad (1)$$

$$0.6(\lambda 1/(n-1)) < d12 < 1.5(2\lambda 1/(n-1)) \quad (2),$$

其中，n 表示  $\lambda 1$  时的物镜的折射率。

5. 如权利要求 4 中记载的物镜，其特征在于，在所述中央区域的全区域，满足所述条件式 (1)、(2)。

6. 如权利要求 5 中记载的物镜，其特征在于，满足以下条件式：

$$0.9(\lambda 1/(n-1)) < d11 < 1.5(\lambda 1/(n-1)) \quad (1)'$$

$$0.9(\lambda 1/(n-1)) < d12 < 1.5(\lambda 1/(n-1)) \quad (2)'。$$

7. 如权利要求 6 中记载的物镜，其特征在于，在所述中央区域的全区域，满足所述条件式 (1)'、(2)'。

8. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，所述第 1 光束、第 2 光束、第 3 光束中入射到所述物镜上的任何一个波长与相应的所述第 1 波长、第 2 波长、第 3 波长相比变长时发生的 3 次球面像差及 5 次球面像差都为不足。

9. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，轴上色像差在  $0.9 \mu\text{m}/\text{nm}$  以下。

10. 如权利要求 9 中记载的物镜，其特征在于，所述轴上色像差在  $0.4 \mu\text{m}/\text{nm}$  以上。

11. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，所述中央区域的所述第 1 光程差付与构造的最小齿距 p 与第 1 波长的所述物镜的焦点距离 f1 之比  $p/f1$  满足下述条件式 (23)：

$$0.002 \leq p/f1 \leq 0.004 \quad (23)。$$

12. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，所述中央区域的所述第 1 光程差付与构造的最小齿距在  $15 \mu\text{m}$  以下。

13. 如权利要求 1 至 3 的任一项中记载的物镜，其特征在于，满足以下条件式 (4)、(5)、(6)：

$$-0.01 < m1 < 0.01 \quad (4)$$

$$-0.01 < m2 < 0.01 \quad (5)$$

$$-0.01 < m3 < 0.01 \quad (6)$$

其中,  $m_1$  表示所述第 1 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率,  $m_2$  表示所述第 2 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率,  $m_3$  表示所述第 3 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率。

14. 一种光拾取装置, 其特征在于, 备有权利要求 1 至 13 的任何一项中记载的物镜。

15. 一种光信息记录再生装置, 其特征在于, 备有权利要求 14 中记载的光拾取装置。

## 物镜、光拾取装置及光信息记录再生装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能够对不同种类的光盘互换可能地进行信息记录及 / 或再生 ( 记录 / 再生 ) 的光拾取装置、物镜及光信息记录再生装置。

### 背景技术

[0002] 近年来,在光拾取装置中,作为用来再生光盘上记录的信息以及向光盘记录信息的光源,所使用的激光光源的短波长化有所进展,例如,蓝紫色半导体激光等波长 390 ~ 420nm 的激光光源已经实用化。使用这些蓝紫色激光光源的话,在使用与 DVD ( 数字通用盘 ) 相同数值孔径 ( NA ) 的物镜时,对直径 12cm 的光盘能够记录 15 ~ 20GB 的信息,将物镜的 NA 提高到 0.85 时,对直径 12cm 的光盘能够记录 23 ~ 25GB 的信息。

[0003] 作为使用上述 NA 0.85 物镜的光盘例子,可以举出 BD ( 蓝光光盘 )。因为起因于光盘歪斜 ( skew ) 发生的彗形像差增大,所以,BD 的保护基板设计得比 DVD 还要薄 ( 相对于 DVD 的 0.6mm 来说只有 0.1mm ), 由此来降低歪斜引起的像差量。

[0004] 但是,仅仅能够对 BD 正确地记录 / 再生信息的话,作为光盘播放 / 录制机 ( 光信息记录再生装置 ) 产品的价值来说还不充分。考虑到现在有记录着多种多样信息的 DVD 和 CD ( 小型盘 ) 出售之现况,那么,只能够对 BD 记录 / 再生信息是不够的,对例如用户持有的 DVD 和 CD 也能够同样正确地记录 / 再生信息,是提高作为 BD 用光盘播放 / 录制机产品价值的必然所至。出于这种背景,希望搭载于 BD 用的光盘播放 / 录制机中的光拾取装置,既对 BD、DVD 且 CD 的任何一种维持互换性,又具有能够确切地记录 / 再生信息的性能。

[0005] 作为既对 BD、DVD 且 CD 的任何一种维持互换性,又能够确切地记录 / 再生信息的方法,可以考虑根据记录 / 再生的光盘的记录密度,选择性地切换 BD 用的光学系统、DVD 和 CD 用的光学系统之方法,但是因为需要多个光学系统,所以不利于小型化,另外成本上升。

[0006] 因此,为了简化光拾取装置结构,实现低成本,优选在具有互换性的光拾取装置中也使 BD 用的光学系统和 DVD、CD 用的光学系统通用,以尽量减少构成光拾取装置的光学部件数。然而,使对着光盘配置的物镜通用化,这对简化光拾取装置结构和降低成本来说是最有利。为了得到对记录 / 再生波长相互不同的多种光盘通用的物镜,必须在物镜上形成具有球面像差的波长依存性的衍射构造。

[0007] 专利文献 1 中,记载了一种物镜及搭载了该物镜的光拾取装置,这种物镜备有分别是衍射构造的 2 个基础构造重叠而成的构造,能够通用于 3 种光盘。

[0008] 专利文献 1 中记载的 3 种光盘中 2 种是 DVD 和 CD。有关另外一种虽然涉及到 BD, 但专利文献 1 的实施例却都是 HD-DVD 的例子,可以说是重点放在 HD-DVD、DVD 及 CD 3 种光盘的专利申请。本发明者检讨了将上述专利申请的实施例应用于 BD、DVD 及 CD 之 3 种光盘互换的情况,发现 CD 时工作距离变得非常短,物镜和光盘在记录 / 再生中有可能发生接触之课题。这里的工作距离是指从光盘表面到物镜光盘侧光学面的面顶点的光轴方向的距离。

[0009] 先行技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献 1 :特开 2008-293630 号公报

## 发明内容

[0012] 发明欲解决的课题

[0013] 本发明以解决上述课题为目的,目的在于提供一种实现能够用通用的物镜进行 BD、DVD 及 CD 之 3 种光盘的互换,并且对基板厚度较厚的 CD 也能够确保充分的工作距离的光拾取装置、光信息记录再生装置以及适用于其中的物镜。

[0014] 用来解决课题的手段

[0015] 技术方案 1 记载的物镜,是用于具有射出第 1 波长  $\lambda_1$  之第 1 光束的第 1 光源、射出第 2 波长  $\lambda_2$  ( $\lambda_2 > \lambda_1$ ) 之第 2 光束的第 2 光源、射出第 3 波长  $\lambda_3$  ( $\lambda_3 > \lambda_2$ ) 之第 3 光束的第 3 光源,且用所述第 1 光束进行具有厚度为  $t_1$  之保护基板的第 1 光盘的信息记录及 / 或再生、用所述第 2 光束进行具有厚度为  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) 之保护基板的第 2 光盘的信息记录及 / 或再生、用所述第 3 光束进行具有厚度为  $t_3$  ( $t_2 < t_3$ ) 之保护基板的第 3 光盘的信息记录及 / 或再生之光拾取装置的物镜,其特征在于,所述物镜的光学面至少备有中央区域、所述中央区域周围的中间区域、所述中间区域周围的周边区域,所述中央区域备有第 1 光程差付与构造,所述中间区域备有第 2 光程差付与构造,所述物镜将穿过所述中央区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 1 光盘的信息记录面上、将穿过所述中央区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 2 光盘的信息记录面上、将穿过所述中央区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 3 光盘的信息记录面上,所述物镜将穿过所述中间区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 1 光盘的信息记录面上、将穿过所述中间区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 2 光盘的信息记录面上、不将穿过所述中间区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 3 光盘的信息记录面上,所述物镜将穿过所述周边区域的所述第 1 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 1 光盘的信息记录面上、不将穿过所述周边区域的所述第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 2 光盘的信息记录面上、不将穿过所述周边区域的所述第 3 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于所述第 3 光盘的信息记录面上,所述第 1 光程差付与构造是至少重合第 1 基础构造和第 2 基础构造的构造,所述第 1 基础构造使穿过所述第 1 基础构造的第 1 光束的 X 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 1 基础构造的第 2 光束的 Y 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 1 基础构造的第 3 光束的 Z 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,所述 X 是奇数的整数,所述第 1 基础构造是火焰型构造,至少被设在所述中央区域的光轴附近的所述第 1 基础构造,其台阶朝着光轴相反的方向,所述第 2 基础构造使穿过所述第 2 基础构造的第 1 光束的 L 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 2 基础构造的第 2 光束的 M 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第 2 基础构造的第 3 光束的 N 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,所述 L 是偶数的整数,所述第 1 基础构造是火焰型构造,至少被设在所述中央区域的光轴附近的所述第 2 基础构造,其台阶朝着光轴的方向。

[0016] 本发明者锐意研究结果发现,专利文献 1 中记载的方式,由于所有蓝紫色激光光

束的衍射次数为 3 次的基础构造的台阶朝向都朝着光轴方向,所以,像 BD、DVD 及 CD3 种光盘互换使用时采用的那种轴上厚较厚的物镜,在 CD 使用时产生工作距离变短之课题。根据该着眼点,本发明者发现,通过使蓝紫色激光光束的衍射次数为奇数次数的基础构造的台阶朝向向光轴相反方向,像 BD、DVD 及 CD3 种光盘互换时采用的那种轴上厚较厚的物镜,在 CD 使用时也能够充分确保工作距离。

[0017] 并且,为了达成 BD、DVD 及 CD3 种光盘的互换,优选再进一步重叠一个基础构造(重合),此时本发明者发现,通过使蓝紫色激光光束的衍射次数为奇数次数的基础构造的台阶朝向向光轴相反方向,进一步重合蓝紫色激光光束的衍射次数为偶数次数的基础构造并使其台阶朝向向光轴方向,由此能够实现 BD、DVD 及 CD3 种光盘的互换使用,并能够抑制重合后的台阶高度升高,能够抑制伴随高度升高的制造误差等引起的光量损失,并且能够抑制波长变动时的衍射效率的变动。由于上述效果,能够用通用物镜良好进行 BD、DVD 及 CD3 种光盘的记录/再生。

[0018] 另外,还能够提供一种对 BD、DVD 及 CD3 种光盘的任何一种都能够维持高的光利用效率的光利用效率平衡性好的物镜。另外,因为第 1 光程差付与构造由第 1 基础构造和第 2 基础构造之 2 种构造重叠而成,所以,与用阶梯型等单一构造形成光程差付与构造的情况相比,能够大大确保设计的自由度,因此,尤其有利于有效径小的物镜。

[0019] 还有,当波长向长波长变动时,能够使像差向不足(修正不足)方向变化。这样,能够抑制光拾取装置的温度上升时发生的像差,在物镜是塑料的情况时,能够提供一种在温度变化时也能够维持安定性能的物镜。

[0020] 技术方案 2 记载的物镜,是技术方案 1 中记载的发明,其特征在于,所述 L 是绝对值为 4 以下的偶数,所述 X 是绝对值为 5 以下的奇数。

[0021] 技术方案 3 记载的物镜,是技术方案 1 或 2 中记载的发明,其特征在于,(X、Y、Z) = (-1、-1、-1),且(L、M、N) = (2、1、1)。

[0022] 技术方案 4 记载的物镜,是技术方案 1 至 3 的任何一项中记载的发明,其特征在于,设在所述中央区域上的所述第 1 基础构造,所有的台阶朝着光轴相反的方向。

[0023] 技术方案 5 记载的物镜,是技术方案 1 至 3 的任何一项中记载的发明,其特征在于,设在所述中央区域的所述中间区域附近的所述第 1 基础构造,台阶朝着光轴方向。

[0024] 技术方案 6 记载的物镜,是技术方案 1 至 5 的任何一项中记载的发明,其特征在于,设在所述中央区域上的所述第 2 基础构造,所有的台阶朝着光轴的方向。

[0025] 技术方案 7 记载的物镜,是技术方案 1 至 5 的任何一项中记载的发明,其特征在于,设在所述中央区域的所述中间区域附近的所述第 2 基础构造,台阶朝着光轴相反的方向。

[0026] 技术方案 8 记载的物镜,是技术方案 1 至 7 的任何一项中记载的发明,其特征在于,至少设在所述中央区域的光轴附近的所述第 1 光程差付与构造,同时备有朝着光轴相反方向的台阶和朝着光轴方向的台阶,所述朝着光轴相反方向的台阶的台阶高低 d11 和所述朝着光轴方向的台阶的台阶高低 d12,满足以下条件式(1)、(2):

$$[0027] \quad 0.6(1/(n-1)) < d11 < 1.5(\lambda 1/(n-1)) \quad (1)$$

$$[0028] \quad 0.6(\lambda 1/(n-1)) < d12 < 1.5(2\lambda 1/(n-1)) \quad (2),$$

[0029] 其中, n 表示 1 时的物镜的折射率。

[0030] 通过上述发明,能够实现用通用的物镜进行 BD、DVD 及 CD3 种光盘的互换使用,并且,因为降低了设在物镜上的台阶高度,所以制造误差少,由此光量损失少,并且,能够提供波长变动时衍射效率也安定的物镜。并且,还能够提供一种对 BD、DVD 及 CD3 种光盘的任何一种都能够维持高的光利用效率的光利用效率平衡性好的物镜。

[0031] 还有根据本发明,波长特性不会过分不足也不会过剩太大,能够得到恰好程度不足的波长特性。由此,能够抑制光拾取装置的温度上升时发生的像差,在物镜是塑料的情况时,能够提供一种在温度变化时也能够维持安定性能的物镜。

[0032] 技术方案 9 记载的物镜,是技术方案 8 中记载的发明,其特征在于,在所述中央区域的全区域,满足所述条件式 (1)、(2)。

[0033] 技术方案 10 记载的物镜,是技术方案 8 中记载的发明,其特征在于,满足以下条件式:

$$[0034] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d_1 < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (1)'$$

$$[0035] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d_2 < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (2)'$$

[0036] 技术方案 11 记载的物镜,是技术方案 10 中记载的发明,其特征在于,在所述中央区域的全区域,满足所述条件式 (1)'、(2)'。

[0037] 技术方案 12 记载的物镜,是技术方案 1 至 11 的任何一项中记载的发明,其特征在于,在所述中央区域中,所述朝着光轴相反方向的台阶数,多于所述朝着光轴方向的台阶数。

[0038] 第 3 光盘的记录/再生时,穿过第 1 光程差付与构造的第 3 光束主要成为用于记录/再生的必要的衍射光,但发生一部分不用于记录/再生的不要的衍射光。通过缩短第 1 光程差付与构造的齿距,尤其优选通过增加朝着光轴相反方向的台阶数,使其齿距细一些,能够使上述不要的衍射光的聚光位置离开必要的衍射光的聚光位置,能够防止不要的衍射光聚光于受光元件引起误检出,所以优选。另外,CD 时更容易确保工作距离,所以从这一点来说也优选。

[0039] 技术方案 13 记载的物镜,是技术方案 1 至 12 的任何一项中记载的发明,其特征在于,所述第 1 光束、第 2 光束、第 3 光束中入射到所述物镜上的任何一个波长与相应的所述第 1 波长、第 2 波长、第 3 波长相比变长时发生的 3 次球面像差及 5 次球面像差都是不足(修正不足)。

[0040] 通过上述结构,能够抑制光拾取装置的温度上升时发生的像差,在物镜是塑料的情况时,能够提供一种在温度变化时也能够维持安定性能的物镜。

[0041] 技术方案 14 记载的物镜,是技术方案 1 至 13 的任何一项中记载的发明,其特征在于,满足以下条件式:

$$[0042] \quad 1.0 \leq d/f \leq 1.5 \quad (3),$$

[0043] 其中,d 表示所述物镜的光轴上的厚度(mm),f 表示所述第 1 光束时所述物镜的焦点距离。

[0044] 物镜用于 BD 那样短波长、高 NA 的光盘时,存在容易发生像散和容易发生偏心彗形像差之课题,但通过上述结构,能够抑制像散和偏心彗形像差的发生。

[0045] 另外,因为满足条件式 (3) 而物镜成为轴上厚较厚的厚物镜、CD 的记录/再生时工作距离容易变短,但是,虽然如此,根据技术方案 1 的构成也能够充分确保工作距离,所

以本发明的效果更为显著。

[0046] 技术方案 15 记载的物镜,是技术方案 1 至 14 的任何一项中记载的发明,其特征在于,轴上色像差在  $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$  以下。

[0047] 本发明者锐意研究的结果,为了进一步确保 CD 时的工作距离,想到加强基础构造中负的焦强。此时,通过使 BD 使用时使发生奇数次数衍射光的衍射齿距细一些,能够加强基础构造的负的焦强。但是,同时也发现,此时,持有轴上色像差相对增大的所谓权衡特性。有的半导体激光因高频重叠而波长光谱变宽(相对基准波长持有上下波段),已经知道如果使波长光谱变宽的光束入射到轴上色像差较大的物镜上,则聚光斑点的轮廓中旁瓣增大,有容易发生串扰等问题。

[0048] 为此,通过用将轴上色像差抑制在  $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$  以下的衍射齿距形成第 1 光程差付与构造、尤其是第 1 基础构造,这样,即使在采用因高频重叠而波长光谱变宽的半导体激光时,也能够有效地抑制发生串扰等。

[0049] 技术方案 16 记载的物镜,是技术方案 1 至 15 的任何一项中记载的发明,其特征在于,所述轴上色像差在  $0.4\mu\text{m}/\text{nm}$  以上。

[0050] 通过上述发明,不会使第 1 基础构造的衍射齿距太细,而且就此能够确保 CD 时充分的工作距离。

[0051] 技术方案 17 记载的物镜,是技术方案 1 至 16 的任何一项中记载的发明,其特征在于,所述中央区域的所述第 1 光程差付与构造的最小齿距  $p$ ,与第 1 波长时所述物镜的焦点距离  $f_1$  之比  $p/f_1$  满足下述条件式 (23) :

$$[0052] \quad 0.002 \leq p/f_1 \leq 0.004 \quad (23)。$$

[0053] 通过满足上述条件,既确保 CD 时充分的工作距离又抑制轴上色像差,在采用因高频重叠而波长光谱变宽的半导体激光时,也能够有效地抑制发生串扰等,而且能够使不要的衍射光的聚光位置离开必要的衍射光的聚光位置,能够防止不要的衍射光聚光于受光元件而产生误检出。

[0054] 技术方案 18 记载的物镜,是技术方案 1 至 17 的任何一项中记载的发明,其特征在于,所述中央区域的所述第 1 光程差付与构造的最小齿距在  $15\mu\text{m}$  以下。

[0055] 第 3 光盘的记录/再生时,穿过第 1 光程差付与构造的第 3 光束主要成为用于记录/再生的必要的衍射光,但发生一部分不用于记录/再生的不要的衍射光。通过使第 1 光程差付与构造的齿距细一些,尤其优选通过使第 1 基础构造的齿距细一些,能够使上述不要的衍射光的聚光位置离开必要的衍射光的聚光位置,能够防止不要的衍射光聚光于受光元件引起误检出,所以优选。

[0056] 技术方案 19 记载的物镜,是技术方案 1 至 18 的任何一项中记载的发明,其特征在于,满足以下条件式 (4)、(5)、(6) :

$$[0057] \quad -0.01 < m_1 < 0.01 \quad (4)$$

$$[0058] \quad -0.01 < m_2 < 0.01 \quad (5)$$

$$[0059] \quad -0.01 < m_3 < 0.01 \quad (6),$$

[0060] 其中,  $m_1$  表示所述第 1 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率,  $m_2$  表示所述第 2 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率,  $m_3$  表示所述第 3 光束入射到所述物镜时所述物镜的倍率。

[0061] 技术方案 20 记载的光拾取装置,其特征在于,备有技术方案 1 至 19 的任何一项中记载的物镜。

[0062] 技术方案 21 记载的光信息记录再生装置,其特征在于,备有技术方案 20 中记载的光拾取装置。

[0063] 本发明的光拾取装置备有第 1 光源、第 2 光源、第 3 光源之至少 3 个光源。并且,本发明的光拾取装置备有用来使第 1 光束聚光于第 1 光盘的信息记录面上、使第 2 光束聚光于第 2 光盘的信息记录面上、使第 3 光束聚光于第 3 光盘的信息记录面上的聚光光学系统。另外,本发明的光拾取装置备有接受第 1 光盘、第 2 光盘及第 3 光盘的信息记录面之反射光束的受光元件。

[0064] 第 1 光盘具有厚度为  $t_1$  的保护基板和信息记录面。第 2 光盘具有厚度为  $t_2$  ( $t_1 < t_2$ ) 的保护基板和信息记录面。第 3 光盘具有厚度为  $t_3$  ( $t_2 < t_3$ ) 保护基板和信息记录面。优选第 1 光盘是 BD、第 2 光盘是 DVD、第 3 光盘是 CD,但并不局限于此。并且第 1 光盘、第 2 光盘或第 3 光盘也可以是具有多个信息记录面的多层光盘。

[0065] 本说明书中,BD 是由波长 390 ~ 415nm 程度的光束、NA0.8 ~ 0.9 程度的物镜进行信息记录 / 再生的、保护基板的厚度为 0.05 ~ 0.125mm 程度的 BD 系列光盘的总称,包括只有单一信息记录层的 BD 和具有 2 层或其以上信息记录层的 BD 等。并且,本说明书中,DVD 是由 NA0.60 ~ 0.67 程度的物镜进行信息记录 / 再生的、保护基板的厚度为 0.6mm 程度的 DVD 系列光盘的总称,包括 DVD-ROM、DVD-Video、DVD-Audio、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+R、DVD+RW 等。另外,本说明书中,CD 是由 NA0.45 ~ 0.51 程度的物镜进行信息记录 / 再生的、保护基板的厚度为 1.2mm 程度的 CD 系列光盘的总称,包括 CD-ROM、CD-Audio、CD-Video、CD-R、CD-RW 等。有关记录密度,BD 的记录密度最高,接下去以 DVD、CD 顺序依次降低。

[0066] 有关保护基板的厚度  $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ ,优选满足以下条件式 (7)、(8)、(9),但不局限于此。这里所说的保护基板的厚度,是设在光盘表面的保护基板的厚度。即指从光盘表面到最接近表面的信息记录面的保护基板的厚度。

[0067]  $0.050\text{mm} \leq t_1 \leq 0.125\text{mm}$  (7)

[0068]  $0.5\text{mm} \leq t_2 \leq 0.7\text{mm}$  (8)

[0069]  $1.0\text{mm} \leq t_3 \leq 1.3\text{mm}$  (9)

[0070] 本说明书中,优选第 1 光源、第 2 光源、第 3 光源是激光光源。作为激光光源,优选采用半导体激光、硅激光等。优选第 1 光源射出的第 1 光束的第 1 波长  $\lambda_1$ 、第 2 光源射出的第 2 光束的第 2 波长  $\lambda_2$  ( $\lambda_2 > \lambda_1$ )、第 3 光源射出的第 3 光束的第 3 波长  $\lambda_3$  ( $\lambda_3 > \lambda_2$ ) 满足以下条件式 (10)、(11) :

[0071]  $1.5 \cdot \lambda_1 < \lambda_2 < 1.7 \cdot \lambda_1$  (10)

[0072]  $1.8 \cdot \lambda_1 < \lambda_3 < 2.0 \cdot \lambda_1$  (11)。

[0073] 另外,分别用 BD、DVD 及 CD 作为第 1 光盘、第 2 光盘、第 3 光盘时,第 1 光源的第 1 波长  $\lambda_1$  优选在 350nm 以上 440nm 以下,较优选在 390nm 以上 415nm 以下,第 2 光源的第 2 波长  $\lambda_2$  优选在 570nm 以上 680nm 以下,较优选在 630nm 以上 670nm 以下,第 3 光源的第 3 波长  $\lambda_3$  优选在 750nm 以上 880nm 以下,较优选在 760nm 以上 820nm 以下。

[0074] 激光光源是进行高频重叠类型的话有发生串扰等危险性,但通过使轴上色像差在  $0.9 \mu\text{m}/\text{nm}$  以下,即使是上述进行高频重叠的激光光源也能够防止发生串扰等,故优选。另

外,如果采用射出光束的波长光谱的半值全宽(峰值一半的波长光谱的全宽)在 0.5nm 以上的激光光源(优选波长不同的 3 个光源全部)的话,串扰等问题更大,但通过使轴上色像差在  $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$  以下,可不成问题地使用,故优选。

[0075] 可以对第 1 光源、第 2 光源、第 3 光源中的至少 2 个光源单元化。所谓单元化是指例如第 1 光源和第 2 光源被固定收纳在 1 插件中。除了光源之外,后面将要叙述的受光元件也可以 1 插件化。

[0076] 作为受光元件,优选采用光敏二极管等光检出器。在光盘信息记录面上反射的光入射到受光元件,用其输出信号可以得到各光盘上记录信息的读取信号。并且,检出受光元件上斑点形状变化、位置变化的光量变化进行对焦检出和轨迹检出,可以根据该检出移动物镜来对焦和跟踪。受光元件可以由多个光检出器构成。受光元件也可以备有主的光检出器和副的光检出器。可以构成下述受光元件,例如在接受用于信息记录/再生之主光的光检出器的两侧设 2 个副的光检出器,由该 2 个副的光检出器接受跟踪调整用的副光。受光元件也可以备有与各光源对应的多个受光元件。

[0077] 聚光光学系统备有物镜。优选聚光光学系统除了物镜之外还备有准直仪等耦合透镜。耦合透镜是指被配置在物镜和光源之间的改变光束发散角的单透镜或透镜组。准直仪是耦合透镜的一种,是将入射到准直仪的光变为平行光射出的透镜。本说明书中,物镜是指在光拾取装置中被配置在对着光盘位置上的、具有将从光源射出的光束聚光于光盘的信息记录面上之功能的光学系统。物镜可以由二个以上的多个透镜及/或光学元件构成,也可以仅由单个透镜构成,优选单个透镜。可以优选采用两面凸的单个透镜。物镜可以是玻璃透镜也可以是塑料透镜,还可以是在玻璃透镜上用光固化性树脂、UV 固化性树脂或热固化性树脂等设了光程差付与构造的混合透镜。物镜备有多个透镜时,可以混合采用玻璃透镜和塑料透镜。物镜备有多个透镜时,也可以是具有光程差付与构造的平板光学元件和非球面透镜(可以有也可以没有光程差付与构造)的组合。另外,优选物镜的折射面是非球面。还优选物镜设有光程差付与构造的基面是非球面。

[0078] 使物镜为玻璃透镜时,优选使用玻璃转移点  $T_g$  在  $500^\circ\text{C}$  以下的、更优选在  $400^\circ\text{C}$  以下的玻璃材料。通过使用玻璃转移点  $T_g$  在  $500^\circ\text{C}$  以下的玻璃材料,能够用比较低的温度成型,可以延长模具寿命。作为这种玻璃转移点  $T_g$  低的玻璃材料,有例如株式会社住田光学玻璃制造的 K-PG325、K-PG375(同为产品名称)。

[0079] 但是,一般来说玻璃透镜比重比树脂透镜大,所以,使物镜为玻璃透镜的话重量上升,驱动物镜的传动装置的负担大。因此,使物镜为玻璃透镜时优选使用比重小的玻璃材料。具体则优选比重在 4.0 以下的,更优选比重在 3.0 以下的。

[0080] 另外,成型制作玻璃透镜时线膨胀系数  $\alpha$  是一个重要的物性值。即使是选定了  $T_g$  为  $400^\circ\text{C}$  以下的材料,但是相比之下室温与塑料材料的温度差依然很大。用线膨胀系数  $\alpha$  大的玻璃材料成型透镜时,降温时容易出现裂缝。优选玻璃材料的线膨胀系数  $\alpha$  在  $200(10\text{E}-7/\text{K})$  以下,更优选在 120 以下。

[0081] 使物镜为塑料透镜时,优选使用环状聚烯烃类的树脂材料等脂环式烃类聚合物材料。这种树脂材料中又较优选使用在温度  $25^\circ\text{C}$  时对波长 405nm 的折射率在 1.54 至 1.60 范围内的、在  $-5^\circ\text{C}$  到  $70^\circ\text{C}$  的温度范围内伴随温度变化对波长 405nm 的折射率变化率  $dN/dT(^\circ\text{C}^{-1})$  在  $-20\times 10^{-5}$  至  $-5\times 10^{-5}$ (较优选在  $-10\times 10^{-5}$  至  $-8\times 10^{-5}$ ) 范围内的树脂材料。

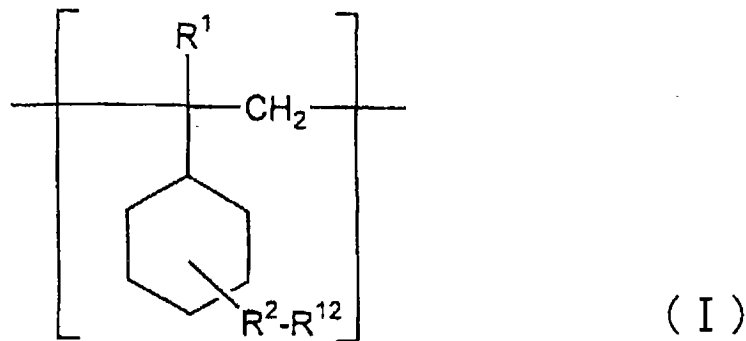
另外,使物镜为塑料透镜时,优选使耦合透镜也为塑料透镜。

[0082] 以下列举几种脂环式烃类聚合物的优选实例。

[0083] 第 1 优选实例涉及包含下述嵌段共聚物的树脂组合物:所述嵌段共聚物具有聚合物嵌段 [A] 和聚合物嵌段 [B],所述聚合物嵌段 [A] 包含下述式 (I) 表示的重复单元 [1],所述聚合物嵌段 [B] 包含下述式 (1) 表示的重复单元 [1],并且包含下述式 (II) 表示的重复单元 [2] 和 / 或下述式 (III) 表示的重复单元 [3],且上述嵌段 [A] 中的重复单元 [1] 的摩尔分数 a(摩尔%)与上述嵌段 [B] 中的重复单元 [1] 的摩尔分数 b(摩尔%)之间的关系为  $a > b$ 。

[0084] [化学式 1]

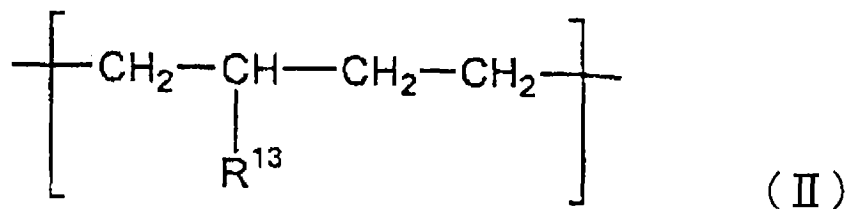
[0085]



[0086] (式中,  $\text{R}^1$  代表氢原子或碳原子数 1-20 的烷基,  $\text{R}^2\text{-R}^{12}$  彼此独立地代表氢原子、碳原子数 1-20 的烷基、羟基、碳原子数 1-20 的烷氧基、或卤素基团。)

[0087] [化学式 2]

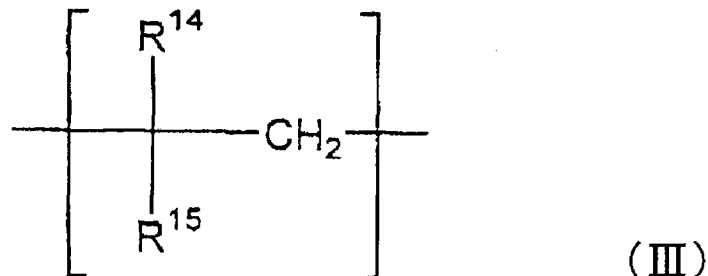
[0088]



[0089] (式中,  $\text{R}^{13}$  代表氢原子或碳原子数 1-20 的烷基。)

[0090] [化学式 3]

[0091]



[0092] (式中,  $\text{R}^{14}$  及  $\text{R}^{15}$  彼此独立地代表氢原子或碳原子数 1-20 的烷基。)

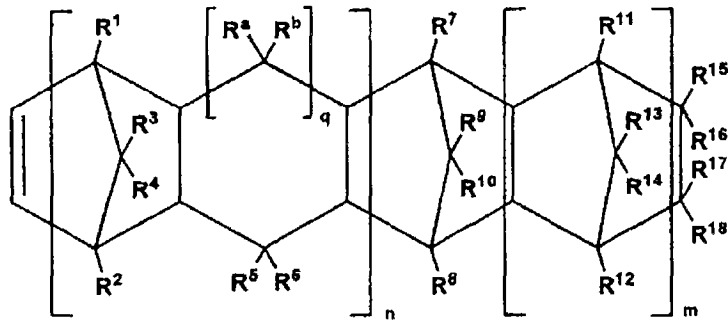
[0093] 此外,第 2 优选实例涉及包含下述聚合物 (A) 和下述聚合物 (B) 的树脂组合物:所述聚合物 (A) 是通过至少使碳原子数为 2-20 的  $\alpha$ -烯烃和包含下述通式 (IV) 表示的环状烯烃的单体组合物进行加成聚合而得到的聚合物;所述聚合物 (B) 是使碳原子数 2-20 的  $\alpha$ -烯烃和包含下述通式 (V) 表示的环状烯烃的单体组合物进行加成聚合而得到的聚合

物。

[0094] [化学式 4]

[0095] 通式 (IV)

[0096]

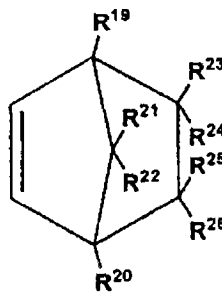


[0097] [式中,  $n$  为 0 或 1,  $m$  为 0 或 1 以上的整数,  $q$  为 0 或 1,  $R^1$ - $R^{18}$ 、 $R^a$  及  $R^b$  彼此独立地代表氢原子、卤原子或烃基,  $R^{15}$ - $R^{18}$  可以相互键合形成单环或多环, 括号内的单环或多环可以具有双键, 另外,  $R^{15}$  和  $R^{16}$  可以形成亚烷基、或者  $R^{17}$  和  $R^{18}$  可以形成亚烷基。]

[0098] [化学式 5]

[0099] 通式 (IV)

[0100]



[0101] [式中,  $R^{19}$ - $R^{26}$  彼此独立地代表氢原子、卤原子或烃基。]

[0102] 为了进一步为树脂材料赋予性能, 还可以向其中添加如下所示的添加剂。

[0103] (稳定剂)

[0104] 优选添加选自酚类稳定剂、受阻胺类稳定剂、磷类稳定剂及硫类稳定剂中的至少 1 种稳定剂。通过适当选择并添加这些稳定剂, 例如, 可以对持续照射 405nm 这样的短波长光时产生的浑浊、折射率变化等光学特性的变化实现更为有效的抑制。

[0105] 作为优选的酚类稳定剂, 可使用传统公知的稳定剂, 可列举例如: 丙烯酸 2-叔丁基-6-(3-叔丁基-2-羟基-5-甲基苄基)-4-甲基苯酯、丙烯酸 2,4-二叔戊基-6-(1-(3,5-二叔戊基-2-羟基苯基)乙基)苯酯等记载于日本特开昭 63-179953 号公报、日本特开平 1-168643 号公报中的丙烯酸酯类化合物; 丙酸十八烷基-3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)酯、2,2'-亚甲基双(4-甲基-6-叔丁基苯酚)、1,1,3-三(2-甲基-4-羟基-5-叔丁基苯基)丁烷、1,3,5-三甲基-2,4,6-三(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)苯、四(亚甲基-3-(3',5'-二叔丁基-4'-羟基苯基)丙酸酯)甲烷 [即, 季戊四醇四(3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苯基)丙酸酯)]、二缩三乙二醇双(3-(3-叔丁基-4-羟基-5-甲基苯基)丙酸酯)等烷基取代的酚类化合物; 6-(4-羟基-3,5-二叔丁基苯胺基)-2,4-双辛硫基-1,3,5-三嗪、4-双辛硫基-1,3,5-三嗪、2-辛硫基-4,6-双(3,5-二叔丁基-4-羟基苯胺基)-1,3,5-三嗪等含

有三嗪基的酚类化合物;等等。

[0106] 此外,作为优选的受阻胺类稳定剂,可列举:癸二酸双(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、琥珀酸双(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、癸二酸双(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯、癸二酸双(N-辛氧基-2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、癸二酸双(N-苄氧基-2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、癸二酸双(N-环己氧基-2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、2-(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)-2-丁基丙二酸双(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯、2,2-双(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)-2-丁基丙二酸双(1-丙烯酰基-2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、癸二酸双(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯、甲基丙烯酸2,2,6,6-四甲基-4-哌啶酯、4-[3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)丙酰氧基]-1-[2-(3-(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)丙酰氧基)乙基]-2,2,6,6-四甲基哌啶、2-甲基-2-(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)氨基-N-(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)丙酰胺、1,2,3,4-丁烷四甲酸四(2,2,6,6-四甲基-4-哌啶基)酯、1,2,3,4-丁烷四甲酸四(1,2,2,6,6-五甲基-4-哌啶基)酯等。

[0107] 此外,作为优选的磷类稳定剂,只要是通常被用于常规的树脂工业中的稳定剂则并无特殊限制,可列举例如:亚磷酸三苯酯、亚磷酸二苯基异癸基酯、亚磷酸苯基二异癸基酯、亚磷酸三(壬基苯基)酯、亚磷酸三(二壬基苯基)酯、亚磷酸三(2,4-二叔丁基苯基)酯、10-(3,5-二叔丁基-4-羟基苄基)-9,10-二氢-9-氧杂-10-磷杂菲-10-氧化物等单亚磷酸酯类化合物;4,4'-亚丁基-双(3-甲基-6-叔丁基苯基-二(十三烷基)亚磷酸酯)、4,4'-异亚丙基-双(苯基-二烷基(C12-C15)亚磷酸酯)等二亚磷酸酯类化合物等。其中,优选单亚磷酸酯类化合物,尤其优选亚磷酸三(壬基苯基)酯、亚磷酸三(二壬基苯基)酯、亚磷酸三(2,4-二叔丁基苯基)酯等。

[0108] 此外,作为优选的硫类稳定剂,可列举例如:3,3-硫代二丙酸二月桂酯、3,3'-硫代二丙酸二肉豆蔻酯、3,3-硫代二丙酸二硬脂酯、3,3-硫代二丙酸月桂基硬脂基酯、季戊四醇四(β-月桂基硫代)丙酸酯、3,9-双(2-十二烷硫基乙基)-2,4,8,10-四氧螺[5,5]十一烷等。

[0109] 作为上述各稳定剂的混合量,可以在不破坏本发明的目的的范围内适当选择,但相对于脂环式烃类共聚物100质量份,通常混合0.01-2质量份、优选0.01-1质量份。

[0110] (表面活性剂)

[0111] 表面活性剂是在同一分子中具有亲水基和疏水基的化合物。通过利用表面活性剂对水分附着于树脂表面的速度及水分从上述表面蒸发的速度进行调节,可以防止树脂组合物的白浊。

[0112] 作为表面活性剂的亲水基,具体可列举:羟基、碳原子数1以上的羟基烷基、羟基、羰基、酯基、氨基、酰胺基、铵盐、硫醇、磺酸盐、磷酸盐、聚亚烷基二醇基等。其中,氨基可以是伯氨基、仲氨基、叔氨基中的任一种。作为表面活性剂的疏水基,具体可列举:碳原子数6以上的烷基、具有碳原子数6以上的烷基的甲硅烷基、碳原子数6以上的氟代烷基等。其中,碳原子数6以上的烷基上还可以具有芳香环作为其取代基。作为烷基,具体可列举:己基、庚基、辛基、壬基、癸基、十一烷基、十二烷基、十三烷基、十四烷基、肉豆蔻基、硬脂基、月桂基、棕榈基、环己基等。作为芳香环,可列举苯基等。在该表面活性剂中,可以在同一分子中具有如上所述的亲水基和疏水基中的各至少1个,也可以具有2个以上的各基团。

[0113] 作为这类表面活性剂,更具体地,可列举例如:肉豆蔻基二乙醇胺、2-羟基乙基-2-羟基十二烷基胺、2-羟基乙基-2-羟基十三烷基胺、2-羟基乙基-2-羟基十四烷基胺、季戊四醇单硬脂酸酯、季戊四醇二硬脂酸酯、季戊四醇三硬脂酸酯、二(2-羟基乙基-2-羟基十二烷基)胺、烷基(碳原子数8-18)苄基二甲基氯化铵、亚乙基双烷基(碳原子数8-18)酰胺、硬脂基二乙醇酰胺、月桂基二乙醇酰胺、肉豆蔻基二乙醇酰胺、棕榈基二乙醇酰胺等。其中,优选使用具有羟基烷基的胺化合物或酰胺化合物。在本发明中,也可以将2种以上的上述化合物组合使用。

[0114] 作为表面活性剂,从能够有效抑制伴随温度、湿度变化而引起的成形物白浊、保持成形物的高度透光率的角度考虑,相对于100质量份脂环式烃类聚合物,优选添加0.01-10质量份的表面活性剂。相对于100质量份脂环式烃类聚合物,表面活性剂的添加量更优选0.05-5质量份,进一步优选0.3-3质量份。

[0115] (增塑剂)

[0116] 增塑剂是为了调节共聚物的熔体指数,根据需要而添加的。

[0117] 作为增塑剂,可采用己二酸双(2-乙基己基)酯、己二酸双(2-丁氧基乙基)酯、壬二酸双(2-乙基己基)酯、一缩二丙二醇二苯甲酸酯、柠檬酸三正丁酯、乙酰柠檬酸三正丁酯、环氧化大豆油、2-乙基己基环氧化松浆油、氯化石蜡、磷酸三(2-乙基己基)酯、磷酸三甲酚酯、磷酸叔丁基苯酯、磷酸三(2-乙基己基联苯)酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二异己酯、邻苯二甲酸二庚酯、邻苯二甲酸二壬酯、邻苯二甲酸二(十一烷基)酯、邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸二异壬酯、邻苯二甲酸二异癸酯、邻苯二甲酸二(十三烷基)酯、邻苯二甲酸丁基苄基酯、邻苯二甲酸二环己酯、癸二酸二(2-乙基己基)酯、偏苯三酸三(2-乙基己基)酯、Santicizer 278、Paraplex G40、Drapex 334F、Plastolein9720、Mesamol1、DNODP-610、HB-40等公知的增塑剂。增塑剂的选择及添加量可以在不破坏共聚物的透过性、对环境变化的耐性的条件下适当进行选择。

[0118] 作为上述树脂,适合采用环烯树脂,具体作为优选例子,可以举出日本ゼオン公司制造的ZEONEX、三井化学公司制造的APEL、TOPAS ADVANCED POLYMERS公司制造的TOPAS、JSR公司制造的ARTON等。

[0119] 另外,优选构成物镜的材料阿贝数在50以上。

[0120] 以下有关物镜作描述。物镜的至少一个光学面,至少备有中央区域、中央区域周围的中间区域、中间区域周围的周边区域。优选中央区域是含物镜光轴的区域,但也可以把含光轴的微小区域作为未使用区域和特殊用途区域,以其周围为中央区域。优选中央区域、中间区域及周边区域被设在同一光学面上。优选如图1所示,中央区域CN、中间区域MD、周边区域OT被设在同一光学面上,呈以光轴为中心的同心圆状。另外,物镜的中央区域上设有第一光程差付与构造,中间区域上设有第二光程差付与构造。周边区域可以是折射面,也可以在周边区域设第三光程差付与构造。优选中央区域、中间区域、周边区域分别邻接,但之间也可略有间隙。

[0121] 物镜的中央区域可以说是用于第1光盘、第2光盘及第3光盘记录/再生的第1、第2、第3光盘的共用区域。也就是说,物镜将穿过中央区域的第1光束能够信息记录/再生地聚光于第1光盘的信息记录面上、将穿过中央区域的第2光束能够信息记录及/或再生地聚光于第2光盘的信息记录面上、将穿过中央区域的第3光束能够信息记录/再生地

聚光于所述第 3 光盘的信息记录面上。另外,优选设在中央区域的第 1 光程差付与构造,对穿过第 1 光程差付与构造的第 1 光束及第 2 光束,修正由于第 1 光盘保护基板厚度  $t_1$  与第 2 光盘保护基板厚度  $t_2$  的不同而产生的球面像差或由于第 1 光束与第 2 光束的波长不同而产生的球面像差。并且,优选第 1 光程差付与构造对穿过第 1 光程差付与构造的第 1 光束及第 3 光束,修正由于第 1 光盘保护基板厚度  $t_1$  与第 3 光盘保护基板厚度  $t_3$  的不同而产生的球面像差或由于第 1 光束与第 3 光束的波长不同而产生的球面像差。

[0122] 物镜的中间区域可以说是用于第 1 光盘、第 2 光盘记录 / 再生、不用于第 3 光盘记录 / 再生的第 1、第 2 光盘共用区域。也就是说,物镜将穿过中间区域的第 1 光束能够信息记录 / 再生地聚光于第 1 光盘的信息记录面上、将穿过中间区域的第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于第 2 光盘的信息记录面上。而不将穿过中间区域的第 3 光束能够信息记录 / 再生地聚光于第 3 光盘的信息记录面上。优选穿过物镜中间区域的第 3 光束在第 3 光盘的信息记录面上形成耀斑。优选如图 2 所示,穿过物镜的第 3 光束在第 3 光盘的信息记录面上形成的耀斑中从光轴(或斑点中心部)向外侧依次,具有光量密度高的斑点中心部 SCN、光量密度低于斑点中心部的斑点中间部 SMD、光量密度高于斑点中间部低于斑点中心部的斑点周边部 SOT。斑点中心部被用于光盘的信息记录 / 再生,斑点中间部及斑点周边部不用于光盘的信息记录 / 再生。上述这种斑点周边部称为耀斑。其中,斑点中心部的周围不存在斑点中间部而有斑点周边部的类型、即聚光斑点的周围形成淡淡的大光斑时,其斑点周边部也可以称为耀斑。也就是说,可以说优选穿过物镜中间区域的第 3 光束在第 3 光盘的信息记录面上形成斑点周边部。

[0123] 物镜的周边区域可以说是用于第 1 光盘记录 / 再生、不用于第 2 光盘及第 3 光盘记录 / 再生的第 1 光盘专用区域。也就是说,物镜将穿过周边区域的第 1 光束能够信息记录 / 再生地聚光于第 1 光盘的信息记录面上。而不将穿过周边区域的第 2 光束能够信息记录及 / 或再生地聚光于第 2 光盘的信息记录面上、不将穿过周边区域的第 3 光束能够信息记录 / 再生地聚光于第 3 光盘的信息记录面上。优选穿过物镜周边区域的第 2 光束及第 3 光束在第 2 光盘及第 3 光盘的信息记录面上形成耀斑。即优选穿过物镜周边区域的第 2 光束及第 3 光束在第 2 光盘及第 3 光盘的信息记录面上形成斑点周边部。

[0124] 优选第 1 光程差付与构造被设在物镜中央区域面积的 70% 以上的区域上,较优选 90% 以上。较优选第 1 光程差付与构造被设在中央区域的整个面上。优选第 2 光程差付与构造被设在物镜中间区域面积的 70% 以上的区域上,较优选 90% 以上。较优选第 2 光程差付与构造被设在中间区域的整个面上。周边区域有第 3 光程差付与构造时,优选第 3 光程差付与构造被设在物镜周边区域面积的 70% 以上的区域上,较优选 90% 以上。较优选第 3 光程差付与构造被设在周边区域的整个面上。

[0125] 本说明书中的所谓光程差付与构造是对入射光束附加光程差的构造的总称。光程差付与构造中也包括付与相位差的相位差付与构造。另外,相位差付与构造中包括衍射构造。本发明的光程差付与构造优选是衍射构造。光程差付与构造备有台阶,优选备有多个台阶。由该台阶对入射光束附加光程差及 / 或相位差。光程差付与构造附加的光程差可以是入射光束波长的整数倍,也可以是入射光束波长的非整数倍。台阶可以在光轴垂直方向持周期性间隔地配置,也可以在光轴垂直方向持非周期性间隔地配置。另外,设有光程差付与构造的物镜是非球面单透镜时,因为光束向物镜的入射角随离开光轴的高度而不同,所以,

光程差付与构造的台阶高低在每个环带中若干不同。例如,物镜是非球面单凸透镜时,即使是付与相同光程差的光程差付与构造,一般也是越离开光轴台阶高低趋向于增大。

[0126] 本说明书中的所谓衍射构造,是备有台阶的、持有通过衍射使光束收敛或发散作用的构造的总称。包括例如下述构造:通过以光轴为中心排列多个单位形状而构成,光束入射到各个单位形状上,在每相邻环带上透过光的波面产生相位差,结果形成新的波面,由此使光收敛或发散。优选衍射构造备有多个台阶,台阶可以在光轴垂直方向持周期性间隔地配置,也可以在光轴垂直方向持非周期性间隔地配置。另外,设有衍射构造的物镜是非球面单透镜时,因为光束向物镜的入射角随离开光轴的高度而不同,所以衍射构造构造的台阶高低在每个环带中若干不同。例如,物镜是非球面单凸透镜时,即使是使发生相同衍射次数衍射光的衍射构造,一般也是越离开光轴台阶高低趋向于增大。

[0127] 优选光程差付与构造具有以光轴为中心的同圆心状的多个环带。一般来说,光程差付与构造可以取各种截面形状(含光轴之面的截面形状),含光轴的截面形状大致分为火焰型构造和阶梯型构造。

[0128] 火焰型构造如图 3(a)、(b) 所示,备有光程差付与构造的光学元件含光轴的截面形状是锯齿状形状。图 3 例中,上方是光源侧,下方是光盘侧,是在母非球面的平面上形成光程差付与构造。火焰型构造中,1 个火焰单位的光轴垂直方向的长度称为齿距  $P$ (参照图 3(a)、(b))。火焰的光轴平行方向的台阶的长度称为台阶高低  $B$ (参照图 3(a))。

[0129] 阶梯型构造如图 3(c)、(d) 所示,备有光程差付与构造的光学元件含光轴的截面形状备有多个小阶梯状(称为阶梯单位)。本说明书中,所谓「 $V$  级」,是指在阶梯型构造的 1 个阶梯单位中,由台阶对相应于(朝着)光轴垂直方向的环带状面(以下又称为平台面)进行划分,分割成每  $V$  个环带面,尤其是 3 级以上的阶梯型构造,备有小台阶和大台阶。

[0130] 例如,图 3(c) 所示的光程差付与构造称为 5 级阶梯型构造,图 3(d) 所示的光程差付与构造称为 2 级阶梯型构造(又称为二进制构造)。下面对 2 级阶梯型构造作说明。包括以光轴为中心的同圆心状的多个环带,物镜含光轴的多个环带的截面形状由平行于光轴延伸的多个台阶面  $P_a$ 、 $P_b$  和连接相邻台阶面  $P_a$ 、 $P_b$  光源侧端的光源侧平台面  $P_c$  及连接相邻台阶面  $P_a$ 、 $P_b$  光盘侧端的光盘侧平台面  $P_d$  形成,光源侧平台面  $P_c$  和光盘侧平台面  $P_d$  沿着光轴垂直方向交替配置。

[0131] 阶梯型构造中,1 个阶梯单位的光轴垂直方向的长度称为齿距  $P$ 。(参照图 3(c)、(d))。另外,阶梯的光轴平行方向的台阶的长度称为台阶高低  $B_1$ 、 $B_2$ 。3 级以上的阶梯型构造的情况时,存在大台阶高低  $B_1$  和小台阶高低  $B_2$ (参照图 3(c))。

[0132] 优选光程差付与构造是某单位形状作周期性反复的构造。这里的所谓“单位形状作周期性反复”包括同一形状以同一周期作反复的形状。并且,1 个周期单位的单位形状持有规律性地周期渐渐变长渐渐变短的形状,也包括在“单位形状作周期性反复”之中。

[0133] 光程差付与构造具有火焰型构造时,是单位形状的锯齿状形状作反复的形状。可以如图 3(a) 所示是同一锯齿状形状反复,也可以如图 3(b) 所示,是随着向离开光轴的方向向前而渐渐地锯齿状形状的齿距变长的形状或齿距变短的形状。除此之外还可以形成下述形状:在某区域使火焰型构造的台阶朝着光轴(中心)相反方向,在其它区域使火焰型构造的台阶朝着光轴(中心),在其间设用来切换火焰型构造台阶朝向的必要的迁移区域。这种在中途切换火焰型构造台阶朝向的构造的场合,可以放宽环带齿距,能够抑制光程差付与

构造的制造误差引起的透过率降低。

[0134] 光程差付与构造具有阶梯型构造时,可以取如图 3(c) 所示的 5 级的阶梯单位作反复的形状等。并且,也可以是随着向离开光轴的方向向前而渐渐地阶梯单位的齿距变长的形状和渐渐地阶梯单位的齿距变短的形状。

[0135] 第 1 光程差付与构造及第 2 光程差付与构造可以分别设在物镜不同的光学面上,但优选设在同一光学面上。进一步设第 3 光程差付与构造时,也优选设在与第 1 光程差付与构造及第 2 光程差付与构造相同的光学面上。通过设在同一光学面上,可以减少制造时的偏心误差故优选。另外,与设在物镜光盘侧的面相比,优选第 1 光程差付与构造、第 2 光程差付与构造及第 3 光程差付与构造设在物镜光源侧的面上。换言之,优选第 1 光程差付与构造、第 2 光程差付与构造及第 3 光程差付与构造设在物镜曲率半径的绝对值小的一个光学面上。

[0136] 接下去对设在中央区域的第 1 光程差付与构造作说明。第 1 光程差付与构造至少是第 1 基础构造和第 2 基础构造重合而成的构造。

[0137] 第 1 基础构造是火焰型构造。另外,第 1 基础构造使穿过第 1 基础构造的第 1 光束的 X 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 1 基础构造的第 2 光束的 Y 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 1 基础构造的第 3 光束的 Z 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量。此时, X、Y 及 Z 分别为整数。X 是奇数整数。另外, X 是绝对值为 5 以下的奇数的话第 1 基础构造的台阶高低不会太大,这样容易制造,能够抑制制造误差引起的光量损失,并且能够降低波长变动时的衍射效率变动,所以优选。

[0138] 另外,设在至少中央区域光轴附近的第 1 基础构造其台阶朝着光轴相反的方向。所谓“台阶朝着光轴相反的方向”,是指如图 4(b) 所示的状态。另外,所谓设在“至少中央区域光轴附近”的第 1 基础构造,是指上述 X 为奇数的台阶中至少最接近光轴的台阶。优选至少存在于下述位置与光轴之间的上述 X 为奇数 的台阶,是朝着光轴相反方向的,该位置是:在光轴垂直方向上从光轴到中央区域中间区域之境界的一半的位置。

[0139] 例如,设在中央区域的中间区域附近的第 1 基础构造,台阶朝着光轴方向也可以。即可以是如图 5(b) 所示的形状,第 1 基础构造在光轴附近台阶朝着光轴相反方向,在中途切换,在中间区域附近第 1 基础构造的台阶朝着光轴方向。但优选设在中央区域的第 1 基础构造的所有台阶都朝着光轴相反的方向。

[0140] 这样,通过使第 1 光束的衍射次数为奇数整数的第 1 基础构造的台阶朝向朝着光轴相反方向,即使是 BD、DVD 及 CD3 种光盘互换用的那种轴上厚厚的厚物镜,CD 使用时也能够充分确保工作距离。

[0141] 从 BD、DVD 及 CD3 种光盘互换用的轴上厚厚的厚物镜在 CD 使用时也能够充分确保工作距离之观点出发,优选第 1 基础构造对第 1 光束持近轴焦强。这里的“持近轴焦强”意味着用后述数 2 式来表示第 1 基础构造的光程差函数时, $B_2h^2$ 不为 0。

[0142] 第 2 基础构造也是火焰型构造。第 2 基础构造使穿过第 2 基础构造的第 1 光束的 L 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 2 基础构造的第 2 光束的 M 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 2 基础构造的第 3 光束的 N 次衍射光量大于其他任何次数的衍射光量。此时, L、M 及 N 分别为整数。L 是偶数整数。另外, L 是绝对值为 4 以下的偶数的话第 2 基础构造的台阶高低不会太大,这样容易制造,能够抑制制造误差引

起的光量损失,并且能够降低波长变动时的衍射效率变动,所以优选。

[0143] 另外,设在至少中央区域光轴附近的第2基础构造其台阶朝着光轴方向。所谓“台阶朝着光轴方向”,是指如图4(a)所示的状态。另外,所谓设在“至少中央区域光轴附近”的第2基础构造,是指上述L为偶数的台阶中至少最接近光轴的台阶。优选至少存在于下述位置与光轴之间的上述L为偶数的台阶,是朝着光轴方向的,该位置是:在光轴垂直方向上从光轴到中央区域中间区域之境界的一半的位置。

[0144] 例如,设在中央区域的中间区域附近的第2基础构造,台阶朝着光轴相反方向也可以。即可以是如图5(a)所示的形状,第2基础构造在光轴附近台阶朝着光轴方向,在中途切换,在中间区域附近第2基础构造的台阶朝着光轴相反方向。但优选设在中央区域的第2基础构造的所有台阶都朝着光轴方向。

[0145] 这样,通过重合对第1光束发生奇数次数的衍射光、至少在中央区域的光轴附近台阶朝着光轴相反方向的第1基础构造和对第1光束发生偶数次数的衍射光、至少在中央区域的光轴附近台阶朝着光轴方向的第2基础构造,与第1基础构造和第2基础构造的台阶朝向相同地进行重合的情况相比,能够抑制重合后台阶的高度变高,这样,能够抑制制造误差等引起的光量损失,同时能够抑制波长变动时的衍射效率变动。

[0146] 另外,不仅实现了BD、DVD及CD3种光盘的互换,还能够提供一种对BD、DVD及CD3种光盘都能够维持高的光利用效率的光利用效率的平衡性好的物镜。例如,设计上能够提供一种对波长 $\lambda_1$ 的衍射效率在80%以上、对波长 $\lambda_2$ 的衍射效率在60%以上、对波长 $\lambda_3$ 的衍射效率在50%以上的物镜。除此之外,通过使第1基础构造的台阶朝向朝着光轴相反方向,能够在波长向长波长方向变动时使像差向不足(修正不足)的方向变化。这样,能够抑制光拾取装置的温度上升时发生的像差,在物镜是塑料的情况时,能够提供一种在温度变化时也能够维持安定性能的物镜。

[0147] 物镜是塑料的情况时为了在温度变化时也维持安定性能,优选波长变长时在物镜发生的3次球面像差及5次球面像差都为不足(修正不足)。

[0148] 较优选第1光路付与构造是 $|X|$ 、 $|Y|$ 、 $|Z|$ 分别为1、1、1的第1基础构造和 $|L|$ 、 $|M|$ 、 $|N|$ 分别为2、1、1的第2基础构造的重合构造。构成这种第1光程差付与构造的话,能够使台阶的高度为非常低。这样,能够进一步降低制造误差,能够进一步抑制光量损失,同时能够进一步抑制波长变动时的衍射效率变动。

[0149] 从第1基础构造和第2基础构造重合后的第1光程差付与构造的形状和台阶高低之观点出发, $|X|$ 、 $|Y|$ 、 $|Z|$ 分别为1、1、1的第1基础构造和 $|L|$ 、 $|M|$ 、 $|N|$ 分别为2、1、1的第2基础构造重合而成的第1光程差付与构造可以如下表现。设在至少中央区域光轴附近的第1光程差付与构造同时具有朝着光轴相反方向的台阶和朝着光轴方向的台阶,优选朝着光轴相反方向的台阶的台阶高低 $d_{11}$ 和朝着光轴方向的台阶的台阶高低 $d_{12}$ 满足以下条件式(1)、(2)。较优选在中央区域全区域满足以下条件式(1)、(2)。另外,设有光程差付与构造的物镜是非球面单透镜时,因为光束向物镜的入射角随离开光轴的高度而不同,所以,即使是付与相同光程差的光程差付与构造,一般也是越离开光轴而台阶高低趋向于增大。以下条件式中对上限制上1.5是因为加上了上述台阶高低之增加的原因。其中, $n$ 表示第1波长 $\lambda_1$ 时的物镜折射率。

$$[0150] \quad 0.6(\lambda_1/(n-1)) < d_{11} < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (1)$$

$$[0151] \quad 0.6(\lambda_1/(n-1)) < d_{12} < 1.5(2\lambda_1/(n-1)) \quad (2)$$

[0152] 并且,设在“至少中央区域光轴附近”的第1光程差付与构造,是指同时具有至少最接近光轴的朝着光轴相反方向的台阶和最接近光轴的朝着光轴方向的台阶的光程差付与构造。优选至少是具有存在于下述位置与光轴之间的台阶的光程差付与构造,该位置是:在光轴垂直方向上从光轴到中央区域与中间区域之境界的一半的位置。

[0153] 例如, $\lambda_1$ 为390~415nm(0.390~0.415 $\mu\text{m}$ )、 $n$ 为1.54~1.60时,上述条件式可如下表示:

$$[0154] \quad 0.39\mu\text{m} < d_{11} < 1.15\mu\text{m} \quad (12)$$

$$[0155] \quad 0.39\mu\text{m} < d_{12} < 2.31\mu\text{m} \quad (13)$$

[0156] 作为第1基础构造和第2基础构造的重合方法,优选使第1基础构造和第2基础构造的齿距对准、使第2基础构造所有的台阶位置和第1基础构造的台阶位置对准,或使第1基础构造所有的台阶位置和第2基础构造的台阶位置对准。

[0157] 上述使第2基础构造所有的台阶位置和第1基础构造的台阶位置对准的情况时,优选第1光程差付与构造的 $d_{11}$ 、 $d_{12}$ 满足以下条件式(1)'、(2)'。较优选在中央区域的全区域满足以下条件式(1)'、(2)':

$$[0158] \quad 0.6(\lambda_1/(n-1)) < d_{11} < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (1)'$$

$$[0159] \quad 0.6(\lambda_1/(n-1)) < d_{12} < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (2)'$$

[0160] 例如, $\lambda_1$ 为390~415nm(0.390~0.415 $\mu\text{m}$ )、 $n$ 为1.54~1.60时,上述条件式可如下表示:

$$[0161] \quad 0.39\mu\text{m} < d_{11} < 1.15\mu\text{m} \quad (12)$$

$$[0162] \quad 0.39\mu\text{m} < d_{12} < 1.15\mu\text{m} \quad (13)。$$

[0163] 更优选满足以下条件式(1)'、(2)'。较优选中央区域的全区域满足以下条件式(1)'、(2)':

$$[0164] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d_{11} < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (1)'$$

$$[0165] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d_{12} < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (2)'$$

[0166] 例如, $\lambda_1$ 为390~415nm(0.390~0.415 $\mu\text{m}$ )、 $n$ 为1.54~1.60时,上述条件式可如下表示:

$$[0167] \quad 0.59\mu\text{m} < d_{11} < 1.15\mu\text{m} \quad (12)'$$

$$[0168] \quad 0.59\mu\text{m} < d_{12} < 1.15\mu\text{m} \quad (13)'$$

[0169] 通过 $|X|$ 、 $|Y|$ 、 $|Z|$ 分别为1、1、1的第1基础构造和 $|L|$ 、 $|M|$ 、 $|N|$ 分别为2、1、1的第2基础构造重合而成的第1光程差付与构造,因为第1基础构造在波长变长时使像差为不足(修正不足)(使波长特性为不足),相反第2基础构造能够在波长变长时使像差为过剩(修正过剩)(使波长特性为过剩),所以,波长特性不会太大不足,也不会太大过剩,能够得到恰好程度不足的波长特性。所谓“恰好程度不足的波长特性”,优选 $\lambda_{\text{rms}}$ 的绝对值在150以下。这样,物镜是塑料的情况时,也能够抑制温度变化时的像差变化为较小,从这一观点出发也优选。

[0170] 从上述得到“恰好程度不足的波长特性”之观点出发,优选与第2基础构造相比,第1基础构造的贡献起到支配作用。从与第2基础构造相比第1基础构造的贡献起到支配作用之观点出发,优选第1基础构造的平均齿距小于第2基础构造的平均齿距。用另一种

表现也可以说是朝着光轴相反方向的台阶间的齿距,小于朝着光轴方向的台阶间的齿距,也可以说在第 1 光程差付与构造中,朝着光轴相反方向的台阶数,多于朝着光轴方向的台阶数。优选第 1 基础构造的平均齿距在第 2 基础构造的平均齿距的 1/4 以下。更优选使在 1/6 以下。通过使第 1 基础构造的平均齿距在第 2 基础构造的平均齿距的 1/4 以下(优选 1/6 以下),不仅能够实现上述“恰好程度不足的波长特性”,从充分确保 CD 的工作距离之观点出发也优选。用另一种表现也可以说,在中央区域的第 1 光程差付与构造中,优选朝着光轴相反方向的台阶数是朝着光轴方向的台阶数的 4 倍以上。较优选在 6 倍以上。

[0171] 另外,优选第 1 光程差付与构造的最小齿距在  $15\mu\text{m}$  以下。从该观点出发,优选第 1 光程差付与构造的最小齿距  $p$  与第 1 波长  $\lambda_1$  时的焦点距离  $f_1$  之比  $p/f_1$  在 0.004 以下。较优选第 1 光程差付与构造的最小齿距在  $10\mu\text{m}$  以下。另外,优选第 1 光程差付与构造的平均齿距在  $30\mu\text{m}$  以下。较优选使在  $20\mu\text{m}$  以下。通过构成这种结构,在能够得到上述恰好程度不足的波长特性的同时,并能够使穿过第 1 光程差付与构造的第 3 光束所产生的用于第 3 光盘信息记录/再生的必要光的最佳焦点位置、与不用于第 3 光盘信息记录/再生的不要光的最佳焦点位置分开,能够降低误检出。所谓平均齿距,是用中央区域的第 1 光程差付与构造的台阶数,除中央区域的第 1 光程差付与构造的所有齿距的合计得到的值。

[0172] 本发明的物镜优选轴上色像差在  $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$  以下。更优选使轴上色像差在  $0.8\mu\text{m}/\text{nm}$  以下。使第 1 基础构造的齿距太小的话轴上色像差会恶化,所以,优选设计时小心留意,使齿距不要造成使轴上色像差大于  $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$ 。从该观点出发,优选第 1 光程差付与构造的最小齿距  $p$  与第 1 波长  $\lambda_1$  时的焦点距离  $f_1$  之比  $p/f_1$  在 0.002 以上。而为了充分确保 CD 时的工作距离,优选轴上色像差在  $0.4\mu\text{m}/\text{nm}$  以上。

[0173] 优选由穿过第 1 光程差付与构造的第 3 光束,第 3 光束形成的斑点光强度最强的第 1 最佳焦点位置和第 3 光束形成的斑点光强度第二强的第 2 最佳焦点位置满足以下条件式 (14)。这里的最佳焦点位置是指光束腰在某散焦范围光束腰为极小的位置。第 1 最佳焦点位置是用于第 3 光盘的记录/再生的必要光的最佳焦点位置,第 2 最佳焦点位置是不用于第 3 光盘的记录/再生的不要光之中光量最多的光束的最佳焦点位置。

$$[0174] \quad 0.05 \leq L/f_{13} \leq 0.35 \quad (14)$$

[0175] 其中, $f_{13}[\text{mm}]$  表示穿过第 1 光程差付与构造的、形成第 1 最佳焦点的第 3 光束的焦点距离, $L[\text{mm}]$  表示第 1 最佳焦点和第 2 最佳焦点之间的距离。

[0176] 较优选满足以下条件式 (14) :

$$[0177] \quad 0.10 \leq L/f_{13} \leq 0.25 \quad (14)$$

[0178] 在图 6 中出示上面叙述的第 1 光程差付与构造的优选一例。图 6 中,为了方便起见,第 1 光程差付与构造 ODS1 设在平板上,但也可以是设在非球面单凸透镜上。在  $|L|$ 、 $|M|$ 、 $|N|$  分别为 2、1、1 的第 2 基础构造 BS2 上,重合了  $|X|$ 、 $|Y|$ 、 $|Z|$  分别为 1、1、1 的第 1 基础构造 BS1。另外,第 2 基础构造 BS2 的台阶朝着光轴 OA 方向,第 1 基础构造 BS1 的台阶朝着光轴 OA 相反方向。并且可以看到,第 1 基础构造 BS1 和第 2 基础构造 BS2 的齿距对准,第 2 基础构造的所有的台阶的位置,与第 1 基础构造的台阶的位置相合。本例中, $d_{11} = \lambda_1/(n-1)$ ,  $d_{12} = \lambda_1/(n-1)$ 。并且本例中,使  $\lambda_1 = 405\text{nm}(0.405\mu\text{m})$ 、 $n = 1.5592$  的话,  $d_{11} = d_{12} = 0.72\mu\text{m}$ 。并且,第 1 基础构造 BS1 的平均齿距小于第 2 基础构造 BS2 的平均齿距,第 1 基础构造的朝着光轴相反方向的台阶数,多于第 2 基础构造的朝着光轴方向的台阶

数。

[0179] 接下去对设在中间区域的第 2 光程差付与构造作说明。优选第 2 光程差付与构造至少是第 3 基础构造和第 4 基础构造之 2 个基础构造重合而成的构造。

[0180] 第 3 基础构造使穿过第 3 基础构造的第 1 光束的 A 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 3 基础构造的第 2 光束的 B 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、穿过第 3 基础构造的第 3 光束的 C 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量。另外,第 4 基础构造使穿过第 4 基础构造的第 1 光束的 D 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 4 基础构造的第 2 光束的 E 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、穿过第 4 基础构造的第 3 光束的 F 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量。此时的 A、B、C、D、E 及 F 分别为整数。

[0181] 优选第 1 光程差付与构造及第 2 光程差付与构造满足以下式 (15)、(16)、(17)、(18)。这样,能够使中央区域和中间区域的光程差付与构造产生的相位差略相等,能够降低中央区域和中间区域之间的相位差偏差,所以优选。

$$[0182] \quad X = A \quad (15)$$

$$[0183] \quad Y = B \quad (16)$$

$$[0184] \quad L = D \quad (17)$$

$$[0185] \quad M = E \quad (18)$$

[0186] 较优选又满足  $Z = C$ 、 $N = F$ 。优选第 1 基础构造和第 3 基础构造是相同的构造、第 2 基础构造和第 4 基础构造是相同的构造。

[0187] 并且在第 2 光程差付与构造中,当第 3 基础构造、第 4 基础构造与第 1 基础构造、第 2 基础构造相等时,优选在第 3、第 4 基础构造上再重合第 5 基础构造。

[0188] 此时,优选第 5 基础构造是使穿过第 5 基础构造的第 1 光束的 0 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 5 基础构造的第 2 光束的 0 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 5 基础构造的第 3 光束的 G 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量之构造。此时的 G 是 0 以外的整数。通过重合上述第 5 基础构造,这样,对穿过物镜中间区域的第 1 光束、第 2 光束不产生不良影响,并且使中央区域和中间区域之间不产生相位偏差,只使第 3 光束在第 3 光盘的信息记录面上形成耀斑,能够降低不要光对聚光斑点带来的不良影响。

[0189] 优选 G 为  $\pm 1$ 。G 为  $\pm 1$  时,优选第 5 基础构造是如图 3(d) 所示的 2 级阶梯型构造(又称二进制构造)。

[0190] 第 5 基础构造是 2 级阶梯型构造时,优选其光轴方向的台阶高低 LB1 是对第 1 光束给出第 1 波长  $\lambda 1$  的 5 波长分的光程差的台阶高低,或是对第 1 光束给出第 1 波长  $\lambda 1$  的 3 波长分的光程差的台阶高低。通过 2 级阶梯型构造对第 1 光束给出第 1 波长  $\lambda 1$  的 5 波长分的光程差,能够更大地降低 CD 记录 / 再生时不要光的不良影响,所以优选。而通过使 2 级阶梯型构造是对第 1 光束给出第 1 波长  $\lambda 1$  的 3 波长分的光程差,可以降低第 5 基础构造的高度,这样容易制造,能够降低制造损失,进而言之,在能够防止光利用效率的低下之观点上来说优选。另外,在抑制波长变化时的衍射效率变动为较小之观点上来说也优选。

[0191] 也就是说,优选第 5 基础构造的台阶高低 LB1 满足以下条件式 (19) 或 (20) :

$$[0192] \quad 0.9(5\lambda_1/(n-1)) < LB1 < 1.5(5\lambda_1/(n-1)) \quad (19)$$

$$[0193] \quad 0.9(3\lambda_1/(n-1)) < LB1 < 1.5(3\lambda_1/(n-1)) \quad (20)。$$

[0194] 另外,例如在  $\lambda_1$  为 390 ~ 415nm (0.390 ~ 0.415  $\mu\text{m}$ )、 $n$  为 1.54 ~ 1.60 时,上述条件式可表示如下:

$$[0195] \quad 2.92\mu\text{m} < LB1 < 5.77\mu\text{m} \quad (21)$$

$$[0196] \quad 1.75\mu\text{m} < LB1 < 3.46\mu\text{m} \quad (22)。$$

[0197] 因此,优选的第 2 光程差付与构造,是在与上述优选的第 1 光程差付与构造同样的构造上,重合  $G$  为  $\pm 1$  的二进制构造而构成的构造。

[0198] 另外,优选第 2 光程差付与构造如图 10 中的中间区域  $M$   $D$  上所示的构造那样,在 2 级的阶梯型构造的上部平台面  $P_c$  上具有台阶。更优选具有多个台阶。优选该台阶是以多个第 3 基础构造和单个第 4 基础构造为由来的台阶。

[0199] 通过在 2 级阶梯型构造的上部平台面上设多个第 3 基础构造的台阶,树脂容易到达 2 级阶梯型构造的模具尖端,能够提高转印性并降低制造损失,能够防止光利用效率的降低。并且,能够使不要的衍射光的聚光位置,进一步离开必要的衍射光的聚光位置,能够防止因不要的衍射光聚光在受光元件上而引起产生误检出,优选。

[0200] 另外,优选第 5 基础构造的最小齿距在 10  $\mu\text{m}$  以上。优选齿距在 100  $\mu\text{m}$  以下。通过不在中央区域采用而在中间区域采用台阶高低容易变高的 2 级阶梯型构造,可以放宽齿距,注射成型时树脂容易进入深处,能够降低制造损失。

[0201] 在周边区域上设第 3 光程差付与构造为时,可以设任意的光程差付与构造。优选第 3 光程差付与构造备有第 6 基础构造。第 6 基础构造使穿过第 6 基础构造的第 1 光束的  $P$  次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 6 基础构造的第 2 光束的  $Q$  次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 6 基础构造的第 3 光束的  $R$  次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量。并且为了抑制波长变动时的衍射效率变动,也优选  $P$  在 5 以下。较优选  $P$  在 2 以下。

[0202] 以用来对第 1 光盘再生/记录信息所必要的物镜的像侧数值孔径为  $NA_1$ 、对第 2 光盘再生/记录信息所必要的物镜的像侧数值孔径为  $NA_2$  ( $NA_1 > NA_2$ )、对第 3 光盘再生/记录信息所必要的物镜的像侧数值孔径为  $NA_3$  ( $NA_2 > NA_3$ )。优选  $NA_1$  在 0.75 以上 0.9 以下,较优选在 0.8 以上 0.9 以下。尤其优选  $NA_1$  为 0.85。优选  $NA_2$  在 0.55 以上 0.7 以下。尤其优选  $NA_2$  为 0.60 或 0.65。另外,优选  $NA_3$  在 0.4 以上 0.55 以下。尤其优选  $NA_3$  为 0.45 或 0.53。

[0203] 优选物镜的中央区域与中间区域的境界形成在相当于第 3 光束使用时的  $0.9NA_3$  以上  $1.2NA_3$  以下(较优选在  $0.95NA_3$  以上  $1.15NA_3$  以下)范围的部分上。较优选物镜的中央区域和中间区域的境界形成在相当于  $NA_3$  的部分上。另外,优选物镜的中间区域与周边区域的境界形成在相当于第 2 光束使用时的  $0.9NA_2$  以上  $1.2NA_2$  以下(较优选在  $0.95NA_2$  以上  $1.15NA_2$  以下)范围的部分上。较优选物镜的中间区域与周边区域的境界形成在相当于  $NA_2$  的部分上。

[0204] 优选穿过物镜的第 3 光束聚光于第 3 光盘的信息记录面上时,球面像差至少具有 1 处不连续部。此时,优选不连续部存在于第 3 光束使用时的  $0.9NA_3$  以上  $1.2NA_3$  以下(较优选在  $0.95NA_3$  以上  $1.15NA_3$  以下)之范围。

[0205] 另外,优选物镜满足以下条件式(3):

$$[0206] \quad 1.0 \leq d/f \leq 1.5 \quad (3),$$

[0207] 其中,  $d$  表示物镜的光轴上的厚度(mm),  $f$  表示第 1 光束时的物镜的焦点距离。

[0208] 应用于 BD 那样的短波长、高 N A 的光盘时,物镜中存在容易发生像散还容易发生偏心彗形像差之课题,但通过满足条件式(3),能够抑制像散和偏心彗形像差的发生。

[0209] 另外,由于满足条件式(3)而物镜成为其轴上厚较厚的厚物镜,所以在 CD 记录/再生时工作距离容易变短,但是,尽管如此,通过在物镜上设本发明的第 1 光程差付与构造,也能够充分确保 CD 记录/再生时的工作距离,所以本发明的效果更显著。

[0210] 第 1 光束、第 2 光束及第 3 光束可以作为平行光入射到物镜上,也可以作为发散光或收束光入射到物镜上。跟踪时为了防止发生彗形像差,也优选使第 1 光束、第 2 光束、及第 3 光束都作为平行光或略平行光入射到物镜上。通过采用本发明的第 1 光程差付与构造,能够使第 1 光束、第 2 光束及第 3 光束都作为平行光或略平行光入射到物镜上,所以本发明的效果更显著。第 1 光束为平行光或略平行光时,优选第 1 光束入射到物镜时的物镜的成像倍率  $m_1$  满足下述式(4):

$$[0211] \quad -0.01 < m_1 < 0.01 \quad (4).$$

[0212] 另外,使第 2 光束为平行光或略平行光入射到物镜上时,优选第 2 光束入射到物镜时的物镜的成像倍率  $m_2$  满足下述式(5):

$$[0213] \quad -0.01 < m_2 < 0.01 \quad (5).$$

[0214] 而使第 2 光束作为发散光入射到物镜时,优选第 2 光束向物镜入射时的物镜的成像倍率  $m_2$  满足下述式(5):

$$[0215] \quad -0.025 < m_2 \leq -0.01 \quad (5).$$

[0216] 另外,使第 3 光束为平行光束或略平行光束入射到物镜上时,优选第 3 光束入射到物镜时的物镜的成像倍率  $m_3$  满足下述式(6):

$$[0217] \quad -0.01 < m_3 < 0.01 \quad (6).$$

[0218] 而使第 3 光束作为发散光入射到物镜时,优选第 3 光束向物镜入射时的物镜的成像倍率  $m_3$  满足下述式(6):

$$[0219] \quad -0.025 < m_3 \leq -0.01 \quad (6).$$

[0220] 另外,优选采用第 3 光盘时的物镜光学元件的工作距离(WD)在 0.15mm 以上 1.5mm 以下。优选在 0.3mm 以上 0.9mm 以下。优选采用第 2 光盘时的物镜光学元件的 WD 在 0.2mm 以上 1.3mm 以下。优选采用第 1 光盘时的物镜光学元件的 WD 在 0.25mm 以上 1.0mm 以下。

[0221] 本发明涉及的光信息记录再生装置,备有具有上述光拾取装置的光盘驱动装置。

[0222] 对装备在光信息记录再生装置中的光盘驱动装置作说明,光盘驱动装置有下述方式:只有搭载并能够支撑光盘的托盘,从收纳着光拾取装置等的光信息记录再生装置本体向外部取出;连同收纳着光拾取装置等的光盘驱动装置本体一起,向外部取出。

[0223] 采用上述各方式的光信息记录再生装置中大致装备有下述构成部件,但并不局限于此。它们是收纳在外壳等中的光拾取装置、连同外壳一起使光拾取装置向光盘内周或外周移动的查询马达等光拾取装置的驱动源、备有向光盘内周或外周向导光拾取装置外壳之导向轨等的光拾取装置移送手段,以及进行光盘旋转取动的主轴马达等。

[0224] 前者的方式中,除了上述各构成部件之外,还设有搭载并能够支撑光盘的托盘以

及用来使托盘滑动的装载机构等, 后者的方式中没有托盘及装载机构, 优选各构成部件被设在相当于能够向外部抽出的底座抽屉上。

[0225] 发明的效果

[0226] 根据本发明, 即使是 BD、DVD 及 CD 3 种光盘互换用的那种轴上厚厚的厚物镜, 在 CD 使用时也能够充分确保工作距离。并且, 能够抑制光程差付与构造的台阶高度变高, 能够抑制伴随高度升高的制造误差等引起的光量损失, 并且能够抑制波长变动时的衍射效率的变动。另外, 能够提供一种对 BD、DVD 及 CD 3 种光盘的任何一种都能够维持高的光利用效率的光利用效率的平衡性良好的物镜。另外也有利于小径化。除此之外, 能够抑制光拾取装置温度上升时发生的像差, 在物镜是塑料时, 能够提供一种在温度变化时也能够维持安定性能的物镜。通过上述效果, 能够用通用的物镜良好地进行 BD、DVD 及 CD 3 种光盘的记录 / 再生。

### 附图说明

[0227] 图 1 : 在光轴方向看到的本实施方式单透镜物镜 OL 的视图。

[0228] 图 2 : 穿过物镜的第 3 光束在第 3 光盘的信息记录面上形成的斑点的状态示意图。

[0229] 图 3 : (a) - (d) 光程差付与构造例子的轴线方向的截面示意图。

[0230] 图 4 : (a) 是台阶朝着光轴方向状态、(b) 是台阶朝着光轴相反方向状态的示意图。

[0231] 图 5 : (a) 是在光轴附近是台阶朝着光轴方向, 在中途切换, 到中间区域附近是台阶朝着光轴相反方向的形状示意图, (b) 是在光轴附近是台阶朝着光轴相反方向, 在中途切换, 到中间区域附近是台阶朝着光轴方向的形状示意图。

[0232] 图 6 : 第 1 光程差付与构造的概念图。

[0233] 图 7 : 能够对不同光盘的 BD、DVD 及 CD 确切地进行信息记录及 / 或再生的本实施方式光拾取装置 PU1 的结构概略示意图。

[0234] 图 8 : (a) - (c) 实施例 1 的球面像差图。

[0235] 图 9 : (a) - (c) 实施例 1 的衍射效率的波长依存性的示意图。

[0236] 图 10 : 把实施例 1 的第 1 光程差付与构造、第 2 光程差付与构造、第 3 光程差付与构造设在平板元件上时的概念截面图。

[0237] 【符号说明】

[0238] AC1 2 轴传动装置

[0239] BS 偏振分光仪

[0240] CN 中央区域

[0241] COL 准直透镜

[0242] DP 二向色性棱镜

[0243] LD1 第 1 半导体激光或蓝紫色半导体激光

[0244] LD2 第 2 半导体激光

[0245] LD3 第 3 半导体激光

[0246] LDP 激光单元

[0247] MD 中间区域

[0248] OL 物镜

- [0249] OT 周边区域
- [0250] PD 受光元件
- [0251] PL1 保护基板
- [0252] PL2 保护基板
- [0253] PL3 保护基板
- [0254] PU1 光拾取装置
- [0255] QWP  $\lambda/4$  波片
- [0256] RL1 信息记录面
- [0257] RL2 信息记录面
- [0258] RL3 信息记录面
- [0259] SEN 传感透镜

### 具体实施方式

[0260] 以下参照附图,说明本发明的实施方式。图7是能够对不同光盘的BD、DVD及CD确切地进行信息记录及/或再生的本实施方式光拾取装置PU1的结构概略示意图。这种光拾取装置PU1能够搭载于光信息记录再生装置。这里以第1光盘为BD、第2光盘为DVD、第3光盘为CD。本发明不局限于本实施方式。

[0261] 光拾取装置PU1备有物镜OL、 $\lambda/4$ 波片QWP、准直透镜COL、偏振分光仪BS、二向色性棱镜DP、对BD进行信息记录/再生时发光射出波长 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ 激光光束(第1光束)的第1半导体激光LD1(第1光源)、对DVD进行信息记录/再生时发光射出波长 $\lambda_2 = 660\text{nm}$ 激光光束(第2光束)的第2半导体激光LD2(第2光源)及对CD进行信息记录/再生时发光射出波长 $\lambda_3 = 785\text{nm}$ 激光光束(第3光束)的第3半导体激光LD3一体化了的激光单元LDP、传感透镜SEN、作为光检出器的受光元件PD等。

[0262] 如图1所示,本实施方式的单透镜物镜OL,在光源侧非球面光学面上,以光轴为中心同心圆状地形成了含光轴的中央区域CN、其周围的中间区域MD、且其周围的周边区域OT。虽然没有图示,但是,在中央区域CN上形成了已作了详细叙述的第1光程差付与构造,在中间区域MD上形成了已作了详细叙述的第2光程差付与构造。另外,在周边区域OT上形成了第3光程差付与构造。本实施方式中,第3光程差付与构造是火焰型衍射构造。另外,本实施方式的物镜是塑料透镜。物镜OL的中央区域CN上形成的第1光程差付与构造如图6所示,是第1基础构造和第2基础构造重合而成的构造,第1基础构造使穿过第1基础构造的第1光束的-1次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第1基础构造的第2光束的-1次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第1基础构造的第3光束的-1次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,至少设在中央区域CN的光轴附近的第1基础构造,其台阶朝着光轴相反的方向(即持有负的焦强),第2基础构造使穿过第2基础构造的第1光束的2次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第2基础构造的第2光束的1次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过所述第2基础构造的第3光束的1次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量,至少设在中央区域CN的光轴附近的第2基础构造,其台阶朝着光轴方向(即持有正的焦强),轴上色像差在 $0.9\mu\text{m}/\text{nm}$ 以下。

[0263] 从蓝紫色半导体激光 LD1 射出的第 1 光束 ( $\lambda_1 = 405\text{nm}$ ) 的发散光束, 如实线所示, 穿过二向色性棱镜 DP, 穿过偏振分光仪 BS 之后, 穿过准直透镜 COL 变为平行光, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从直线偏振变换为圆偏振, 经没有图示的光圈而其光束径被规制, 入射到物镜 OL 上。由物镜 OL 的中央区域和中间区域及周边区域聚光的光束, 经由厚度 0.1mm 的保护基板 PL1, 成为在 BD 的信息记录面 RL1 上形成的斑点。

[0264] 在信息记录面 RL1 上经信息槽调制的反射光束, 再次透过物镜 OL 和没有图示的光圈之后, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从圆偏振变换为直线偏振, 经准直透镜 COL 而被变为收敛光束, 在偏振分光仪 BS 被反射, 经由传感透镜 SEN 收束于受光元件 PD 的受光面上。然后用受光元件 PD 的输出信号, 通过 2 轴传动装置 AC1 使物镜 OL 对焦、跟踪, 由此能够读取 BD 上记录的信息。第 1 光束产生波长变动时, 以及对具有多个信息记录层的 BD 进行记录 / 再生时, 可以通过使作为倍率变更手段的准直透镜 COL 在光轴方向位移、改变入射到物镜光学元件 OL 上的光束的发散角或收束角, 由此修正起因于波长变动和不同信息记录层而产生的球面像差。

[0265] 从激光单元 LDP 的半导体激光 LD2 射出的第 2 光束 ( $\lambda_2 = 660\text{nm}$ ) 的发散光束, 如虚线所示, 在二向色性棱镜 DP 被反射, 穿过偏振分光仪 BS、准直透镜 COL, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从直线偏振变换为圆偏振, 入射到物镜 OL 上。由物镜 OL 的中央区域和中间区域聚光的 (穿过周边区域的光束被耀斑化, 形成斑点周边部) 光束, 经由厚度 0.6mm 的保护基板 PL2, 成为在 DVD 的信息记录面 RL2 上形成的斑点, 形成斑点中心部。

[0266] 在信息记录面 RL2 上经信息槽调制的反射光束, 再次透过物镜 OL 之后, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从圆偏振变换为直线偏振, 经准直透镜 COL 而被变为收敛光束, 在偏振分光仪 BS 被反射, 经由传感透镜 SEN 收束于受光元件 PD 的受光面上。然后用受光元件 PD 的输出信号, 能够读取 DVD 上记录的信息。

[0267] 从激光单元 LDP 的半导体激光 LD3 射出的第 3 光束 ( $\lambda_3 = 785\text{nm}$ ) 的发散光束, 如点划线所示, 在二向色性棱镜 DP 被反射, 穿过偏振分光仪 BS、准直透镜 COL, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从直线偏振变换为圆偏振, 入射到物镜 OL 上。由物镜 OL 的中央区域聚光的 (穿过中间区域及周边区域的光束被耀斑化, 形成斑点周边部) 光束, 经由厚度 1.2mm 的保护基板 PL3, 成为在 CD 的信息记录面 RL3 上形成的斑点。

[0268] 在信息记录面 RL3 上经信息槽调制的反射光束, 再次透过物镜 OL 之后, 由  $\lambda/4$  波片 QWP 从圆偏振变换为直线偏振, 经准直透镜 COL 而被变为收敛光束, 在偏振分光仪 BS 被反射, 经由传感透镜 SEN 收束于受光元件 PD 的受光面上。然后用受光元件 PD 的输出信号, 能够读取 CD 上记录的信息。

[0269] 实施例

[0270] 下面对能够用于上述实施方式的实施例作说明。后面 (包括表中透镜数据) 有时用 E (例如  $2.5 \times E^{-3}$ ) 表示 10 的幂指数 (例如  $2.5 \times 10^{-3}$ )。另外, 物镜的光学面被形成是: 由在数 1 式中分别代入表中所示系数后的数式规定的、绕光轴轴对称的非球面。

[0271] 【数 1】

$$[0272] \quad X(h) = \frac{(h^2/r)}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum_{i=0}^{10} A_{2i} h^{2i}$$

[0273] 其中,  $X(h)$  是光轴方向的轴 (以光的行进方向为正),  $\kappa$  是圆锥系数,  $A_{2i}$  是非球面系数,  $h$  是离开光轴的高度,  $r$  是近轴曲率半径。

[0274] 另外, 采用衍射构造的实施例的场合, 衍射构造对各波长光束给出的光称差, 由在数 2 式的光称差函数中代入表中所示系数后的数式规定。

[0275] 【数 2】

$$[0276] \quad \Phi = m \lambda \sum B_{2i} h^{2i}$$

[0277] (单位 :mm)

[0278]  $h$  是离开光轴的高度,  $\lambda$  是入射光束的波长,  $m$  是衍射次数,  $B_{2i}$  是光称差函数系数。

[0279] 实施例 1

[0280] 实施例 1 的物镜是塑料单透镜。在图 6 中出示实施例 1 的第 1 光程差付与构造的概念图 (图 6 与实施例 1 的实际形状不同, 只不过是概念图而已)。实施例 1 的第 1 光程差付与构造, 是在中央区域的全区域上, 在  $|L|$ 、 $|M|$ 、 $|N|$  分别为 2、1、1 的火焰型衍射构造的第 2 基础构造 BS2 上, 重合  $|X|$ 、 $|Y|$ 、 $|Z|$  分别为 1、1、1 的火焰型衍射构造的第 1 基础构造 BS1 而构成的光程差付与构造。另外, 第 2 基础构造 BS2 的台阶朝着光轴 OA 方向, 第 1 基础构造 BS1 的台阶朝着光轴 OA 相反方向。并且已经知道, 第 1 基础构造 BS1 和第 2 基础构造 BS2 的齿距相合, 第 2 基础构造的所有的台阶的位置与第 1 基础构造的台阶的位置相合。并且, 第 1 基础构造 BS1 的平均齿距小于第 2 基础构造 BS2 的平均齿距, 第 1 基础构造的朝着光轴相反方向的台阶数, 多于第 2 基础构造的朝着光轴方向的台阶数。

[0281] 实施例 1 的第 1 光程差付与构造满足以下条件式 (1)、(2)。d11 是朝着光轴相反方向的台阶的台阶高低, d12 是朝着光轴方向的台阶的台阶高低。

$$[0282] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d11 < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (1)$$

$$[0283] \quad 0.9(\lambda_1/(n-1)) < d12 < 1.5(\lambda_1/(n-1)) \quad (2)$$

[0284] 实施例 1 的  $\lambda_1$  为 405nm (0.405  $\mu\text{m}$ ),  $n$  为 1.5592, 所以台阶高低 d11、d12 满足以下条件式:

$$[0285] \quad 0.65 \mu\text{m} < d11 < 1.09 \mu\text{m}$$

$$[0286] \quad 0.65 \mu\text{m} < d12 < 1.09 \mu\text{m}。$$

[0287] 实施例 1 的第 2 光程差付与构造, 是在中间区域的全区域上, 重合了与第 1 基础构造相同的第 3 基础构造和与第 2 基础构造相同的第 4 基础构造的构造上, 进一步重合了第 5 基础构造而构成的光程差付与构造。实施例 1 的第 5 基础构造, 是使穿过第 5 基础构造的第 1 光束的 0 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 5 基础构造的第 2 光束的 0 次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量、使穿过第 5 基础构造的第 3 光束的  $\pm 1$  次的衍射光量大于其他任何次数的衍射光量的 2 级的阶梯型 (二进制构造) 构造。

[0288] 在表 1 中出示实施例 1 的透镜数据。

[0289] 【表 1】

[0290] 物镜的焦点距离  $f_1 = 2.20\text{mm}$   $f_2 = 2.38\text{mm}$   $f_3 = 2.45\text{mm}$

[0291] 数值孔径 NA1 :0.85 NA2 :0.60 NA3 :0.47

[0292] 倍率 m1 :0 m2 :0 m3 :0

[0293]

第 i 面	ri	di (405nm)	ni (405nm)	di (660nm)	ni (660nm)	di (785nm)	ni (785nm)
0		$\infty$		$\infty$		$\infty$	
1(光圈径)		0.0( $\phi$ 3.74mm)		0.0( $\phi$ 2.87mm)		0.0( $\phi$ 2.30mm)	
2-1	1.3099	2.670	1.5414	2.670	1.5225	2.670	1.5193
2-2	1.5097						
2-3	1.4723						
3	-2.3669	0.721		0.646		0.359	
4	$\infty$	0.0875	1.6196	0.600	1.5773	1.200	1.5709
5	$\infty$						

[0294]

面 no.		2-1	2-2	2-3	3
区域		$h \leq 1.180$	$1.180 \leq h \leq 1.45$	$1.45 \leq h \leq 1.87$	
非球面 系数	$\kappa$	-8.7226E-01	-3.7413E-01	-5.9930E-01	-3.3091E+01
	A0	0.0000E+00	2.4521E-02	2.2268E-02	0.0000E+00
	A4	7.9383E-03	2.3786E-02	1.9406E-02	1.0060E-01
	A6	5.4165E-03	-1.8940E-03	-1.0124E-04	-9.9722E-02
	A8	3.1408E-04	-3.0942E-04	2.4046E-03	7.7657E-02
	A10	-1.3516E-03	-2.2047E-03	-1.5974E-03	-4.3120E-02
	A12	5.1208E-04	5.9886E-04	2.3273E-04	1.4491E-02
	A14	7.0800E-04	3.2379E-04	2.3920E-04	-2.5798E-03
	A16	-7.9609E-04	-2.2751E-04	-1.6547E-04	1.8060E-04
	A18	3.2163E-04	8.4526E-05	4.5018E-05	0.0000E+00
	A20	-4.3814E-05	-1.5640E-05	-4.6358E-06	0.0000E+00
第 1 光 程差 函数	衍射 次数	1/1/1	1/1/1	2/1/1	
	B2	6.3821E+01	6.4208E+01	1.4185E+01	
	B4	-6.0360E+00	-6.3479E+00	1.7360E+00	
	B6	3.1232E+00	2.4210E+00	-1.7979E-01	
	B8	-1.3062E+00	-5.1565E-01	-1.0132E-01	
B10	2.5156E-01	5.8699E-02	-4.6009E-02		
第 2 光 程差 函数	衍射 次数	2/1/1	2/1/1	-	
	B2	-7.6263E+00	-7.6722E+00	-	
	B4	-3.7264E+00	-4.1548E+00	-	
	B6	1.5761E+00	1.4111E+00	-	
	B8	-9.7167E-01	-3.8603E-01	-	
B10	2.3713E-01	7.2573E-02	-		
第 3 光 程差 函数	衍射 次数	-	0/0/ $\pm 1$	-	
	B2	-	-9.4827E+01	-	
	B4	-	1.9720E+02	-	
	B6	-	-1.5525E+02	-	
	B8	-	5.5362E+01	-	
B10	-	-7.4420E+00	-		

[0295] 波长特性 +5nm

[0296]  $\Delta SA3 : -0.105$

[0297]  $\Delta SA5 : -0.024$

[0298]  $SAH : 0.015 \quad |d(n-1)/\lambda_1 * N| : 45$

[0299] 并根据实施例 1 的透镜数据,设计了实际的物镜的形状。在表 2 至 6 中出示该实际形状的数据。将表 2 至 6(连续)所示的数据代入由数 3 式所示的数式,由此可以得到各环带实际形状的数据。表 2 至 6 中,hs 表示各环带开始的高度(mm),hl 表示各环带结束的高度(mm)。

[0300] 【数 3】

$$[0301] \quad x = A_0 + A_2 \times h^2 + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6$$

[0302] h 表示在光轴垂直方向上离开光轴的高度。并且在图 10 中出示了在平板元件上设实施例 1 的第 1 光程差付与构造、第 2 光程差付与构造、第 3 光程差付与构造时的概念截面图。设有第 1 光程差付与构造的中央区域是 C N,设有第 2 光程差付与构造的中间区域是用 M D 表示的区域,设有第 3 光程差付与构造的周边区域是用 OT 表示的区域。

[0303] 【表 2】

[0304]

Ring No.	hs (mm)	h1 (mm)	A0	A2	A4	A6	齿距 (mm)
1	0.00000	0.12527	0.00000	0.33265	0.02116	0.00000	0.12527
2	0.12527	0.17728	0.00094	0.33275	0.02123	0.00000	0.05202
3	0.17728	0.21728	0.00188	0.33284	0.02131	0.00000	0.04000
4	0.21728	0.25108	0.00283	0.33293	0.02139	0.00000	0.03379
5	0.25108	0.28091	0.00377	0.33302	0.02148	0.00000	0.02983
6	0.28091	0.30793	0.00471	0.33310	0.02158	0.00000	0.02703
7	0.30793	0.33283	0.00566	0.33318	0.02168	0.00000	0.02490
8	0.33283	0.35606	0.00660	0.33325	0.02179	0.00000	0.02322
9	0.35606	0.37791	0.00609	0.33317	0.02188	0.00000	0.02185
10	0.37791	0.39861	0.00703	0.33324	0.02200	0.00000	0.02071
11	0.39861	0.41834	0.00798	0.33330	0.02212	0.00000	0.01973
12	0.41834	0.43723	0.00892	0.33336	0.02224	0.00000	0.01888
13	0.43723	0.45537	0.00987	0.33341	0.02237	0.00000	0.01814
14	0.45537	0.47286	0.01082	0.33345	0.02250	0.00000	0.01749
15	0.47286	0.48976	0.01177	0.33349	0.02264	0.00000	0.01690
16	0.48976	0.50613	0.01126	0.33338	0.02276	0.00000	0.01637
17	0.50613	0.52203	0.01221	0.33341	0.02290	0.00000	0.01589
18	0.52203	0.53748	0.01316	0.33343	0.02304	0.00000	0.01546
19	0.53748	0.55254	0.01412	0.33345	0.02319	0.00000	0.01506
20	0.55254	0.56722	0.01507	0.33346	0.02334	0.00000	0.01469
21	0.56722	0.58157	0.01603	0.33346	0.02350	0.00000	0.01434
22	0.58157	0.59559	0.01459	0.34150	0.00000	0.02274	0.01403
23	0.59559	0.60932	0.01545	0.34194	0.00000	0.02185	0.01373
24	0.60932	0.62278	0.01631	0.34238	0.00000	0.02104	0.01345
25	0.62278	0.63597	0.01716	0.34282	0.00000	0.02030	0.01319
26	0.63597	0.64892	0.01801	0.34326	0.00000	0.01962	0.01295
27	0.64892	0.66164	0.01886	0.34370	0.00000	0.01899	0.01272
28	0.66164	0.67414	0.01825	0.34399	0.00000	0.01839	0.01250
29	0.67414	0.68643	0.01908	0.34443	0.00000	0.01785	0.01229
30	0.68643	0.69853	0.01992	0.34487	0.00000	0.01735	0.01210

中央区域

[0305] 【表 3】

[0306]

Ring No.	hs (mm)	h1 (mm)	A0	A2	A4	A6	齿距 (mm)
31	0.69853	0.71045	0.02075	0.34531	0.00000	0.01689	0.01191
32	0.71045	0.72218	0.02380	0.33275	0.02533	0.00000	0.01174
33	0.72218	0.73375	0.02479	0.33266	0.02552	0.00000	0.01157
34	0.73375	0.74516	0.02433	0.33243	0.02568	0.00000	0.01141
35	0.74516	0.75641	0.02532	0.33233	0.02588	0.00000	0.01125
36	0.75641	0.76751	0.09062	0.00000	0.59827	-0.32850	0.01111
37	0.76751	0.77848	0.09347	0.00000	0.58204	-0.31002	0.01096
38	0.77848	0.78931	0.09633	0.00000	0.56669	-0.29303	0.01083
39	0.78931	0.80000	0.09771	0.00000	0.55189	-0.27724	0.01070
40	0.80000	0.81058	0.10058	0.00000	0.53808	-0.26276	0.01057
41	0.81058	0.82103	0.10346	0.00000	0.52496	-0.24936	0.01045
42	0.82103	0.83136	0.02674	0.34981	0.00000	0.01332	0.01034
43	0.83136	0.84158	0.02753	0.35025	0.00000	0.01310	0.01022
44	0.84158	0.85170	0.02686	0.35052	0.00000	0.01287	0.01011
45	0.85170	0.86171	0.02764	0.35096	0.00000	0.01267	0.01001
46	0.86171	0.87162	0.02842	0.35139	0.00000	0.01248	0.00991
47	0.87162	0.88143	0.02920	0.35182	0.00000	0.01231	0.00981
48	0.88143	0.89114	0.02997	0.35225	0.00000	0.01213	0.00972
49	0.89114	0.90077	0.02929	0.35251	0.00000	0.01196	0.00962
50	0.90077	0.91030	0.03005	0.35294	0.00000	0.01180	0.00954
51	0.91030	0.91975	0.03081	0.35336	0.00000	0.01166	0.00945
52	0.91975	0.92911	0.03157	0.35379	0.00000	0.01152	0.00936
53	0.92911	0.93840	0.03233	0.35421	0.00000	0.01138	0.00928
54	0.93840	0.94760	0.03164	0.35447	0.00000	0.01124	0.00920
55	0.94760	0.95673	0.03239	0.35488	0.00000	0.01112	0.00913
56	0.95673	0.96578	0.03314	0.35530	0.00000	0.01101	0.00905
57	0.96578	0.97476	0.03389	0.35571	0.00000	0.01090	0.00898
58	0.97476	0.98367	0.03463	0.35612	0.00000	0.01080	0.00891
59	0.98367	0.99251	0.03393	0.35636	0.00000	0.01068	0.00884
60	0.99251	1.00128	0.03467	0.35677	0.00000	0.01059	0.00877

中央区域

[0307] 【表 4】

[0308]

Ring No.	hs (mm)	h1 (mm)	A0	A2	A4	A6	齿距 (mm)
61	1.00128	1.00999	0.15581	0.00000	0.35317	-0.10591	0.00871
62	1.00999	1.01863	0.15878	0.00000	0.34754	-0.10218	0.00864
63	1.01863	1.02721	0.16024	0.00000	0.34194	-0.09860	0.00858
64	1.02721	1.03573	0.16321	0.00000	0.33665	-0.09523	0.00852
65	1.03573	1.04419	0.16619	0.00000	0.33153	-0.09200	0.00846
66	1.04419	1.05259	0.16917	0.00000	0.32656	-0.08893	0.00840
67	1.05259	1.06093	0.17065	0.00000	0.32160	-0.08596	0.00834
68	1.06093	1.06922	0.17365	0.00000	0.31692	-0.08315	0.00829
69	1.06922	1.07745	0.17665	0.00000	0.31236	-0.08046	0.00823
70	1.07745	1.08563	0.17966	0.00000	0.30794	-0.07789	0.00818
71	1.08563	1.09376	0.18116	0.00000	0.30350	-0.07539	0.00813
72	1.09376	1.10184	0.18418	0.00000	0.29930	-0.07302	0.00808
73	1.10184	1.10987	0.18721	0.00000	0.29522	-0.07074	0.00803
74	1.10987	1.11784	0.19025	0.00000	0.29123	-0.06856	0.00797
75	1.11784	1.12577	0.19178	0.00000	0.28723	-0.06644	0.00793
76	1.12577	1.13366	0.19484	0.00000	0.28343	-0.06441	0.00789
77	1.13366	1.14149	0.19791	0.00000	0.27972	-0.06246	0.00783
78	1.14149	1.14928	0.20099	0.00000	0.27610	-0.06057	0.00779
79	1.14928	1.15703	0.20256	0.00000	0.27244	-0.05874	0.00775
80	1.15703	1.16473	0.20566	0.00000	0.26897	-0.05698	0.00770
81	1.16473	1.17239	0.20878	0.00000	0.26556	-0.05528	0.00766
82	1.17239	1.18000	0.21192	0.00000	0.26223	-0.05364	0.00761

[0309] 【表 5】

[0310]

	Ring No.	hs (mm)	hl (mm)	A0	A2	A4	A6	齿距 (mm)
中间区域	83	1.18000	1.18752	0.21381	0.00000	0.258730	-0.05205	0.00752
	84	1.18752	1.19500	0.21670	0.00000	0.255927	-0.05070	0.00748
	85	1.19500	1.20244	0.21961	0.00000	0.253166	-0.04938	0.00744
	86	1.20244	1.20983	0.22255	0.00000	0.250447	-0.04810	0.00739
	87	1.20983	1.21718	0.22005	0.00000	0.247375	-0.04682	0.00735
	88	1.21718	1.22449	0.22302	0.00000	0.244742	-0.04561	0.00731
	89	1.22449	1.23176	0.22601	0.00000	0.242144	-0.04443	0.00727
	90	1.23176	1.23899	0.22902	0.00000	0.239580	-0.04328	0.00723
	91	1.23899	1.24617	0.23446	0.00000	0.237204	-0.04216	0.00718
	92	1.24617	1.25332	0.23752	0.00000	0.234701	-0.04106	0.00715
	93	1.25332	1.26043	0.24060	0.00000	0.232226	-0.03999	0.00711
	94	1.26043	1.26749	0.24370	0.00000	0.229782	-0.03894	0.00706
	95	1.26749	1.27452	0.24131	0.00000	0.227059	-0.03791	0.00703
	96	1.27452	1.28152	0.24445	0.00000	0.224681	-0.03691	0.00700
	97	1.28152	1.28847	0.24762	0.00000	0.222331	-0.03594	0.00695
	98	1.28847	1.29539	0.25080	0.00000	0.220009	-0.03498	0.00692
	99	1.29539	1.30227	0.25645	0.00000	0.217833	-0.03404	0.00688
	100	1.30227	1.30912	0.25968	0.00000	0.215562	-0.03312	0.00685
	101	1.30912	1.31593	0.26293	0.00000	0.213319	-0.03223	0.00681
	102	1.31593	1.32271	0.26620	0.00000	0.211105	-0.03135	0.00678
	103	1.32271	1.32945	0.26389	0.00000	0.208690	-0.03053	0.00674
	104	1.32945	1.33616	0.26718	0.00000	0.206546	-0.02970	0.00671
	105	1.33616	1.34283	0.27048	0.00000	0.204435	-0.02889	0.00667
	106	1.34283	1.34947	0.27379	0.00000	0.202359	-0.02810	0.00664
	107	1.34947	1.35607	0.27958	0.00000	0.200410	-0.02732	0.00660
	108	1.35607	1.36265	0.28290	0.00000	0.198406	-0.02657	0.00658
	109	1.36265	1.36919	0.28622	0.00000	0.196443	-0.02584	0.00654
	110	1.36919	1.37570	0.28953	0.00000	0.194525	-0.02514	0.00651
	111	1.37570	1.38217	0.28719	0.00000	0.192460	-0.02451	0.00647
	112	1.38217	1.38862	0.29047	0.00000	0.190641	-0.02385	0.00645
113	1.38862	1.39503	0.29372	0.00000	0.188876	-0.02322	0.00641	
114	1.39503	1.40142	0.29694	0.00000	0.187168	-0.02261	0.00639	

[0311] 【表 6】

[0312]

	Ring No.	hs (mm)	h1 (mm)	A0	A2	A4	A6	齿距 (mm)
中间区域	115	1.40142	1.40777	0.30260	0.00000	0.185613	-0.02202	0.00635
	116	1.40777	1.41409	0.30572	0.00000	0.184040	-0.02147	0.00632
	117	1.41409	1.42038	0.30879	0.00000	0.182540	-0.02095	0.00629
	118	1.42038	1.42665	0.31179	0.00000	0.181119	-0.02046	0.00627
	119	1.42665	1.43288	0.30915	0.00000	0.179531	-0.02003	0.00623
	120	1.43288	1.43908	0.31199	0.00000	0.178272	-0.01960	0.00620
	121	1.43908	1.44525	0.31472	0.00000	0.177110	-0.01920	0.00617
周边区域	122	1.44525	1.45140	0.31734	0.00000	0.176051	-0.01885	0.00615
	123	1.45140	1.48504	0.00356	0.43039	-0.028837	0.01481	0.03364
	124	1.48504	1.52404	-0.02036	0.46504	-0.044431	0.01717	0.03900
	125	1.52404	1.57735	-0.05909	0.51692	-0.066597	0.02036	0.05331
	126	1.57735	1.68994	-0.11461	0.58552	-0.093985	0.02403	0.11259
	127	1.68994	1.73016	0.04430	0.41718	-0.035205	0.01716	0.04022
	128	1.73016	1.75573	0.35374	0.10533	0.068936	0.00555	0.02557
	129	1.75573	1.77560	0.75304	-0.28449	0.195187	-0.00810	0.01987
	130	1.77560	1.79219	0.44580	0.00000	0.106847	0.00103	0.01659
	131	1.79219	1.80661	0.42668	0.00000	0.111826	-0.00002	0.01442
	132	1.80661	1.81944	0.40049	0.00000	0.118620	-0.00142	0.01283
	133	1.81944	1.83107	0.36745	0.00000	0.127087	-0.00314	0.01163
	134	1.83107	1.84173	0.32759	0.00000	0.137141	-0.00515	0.01066
	135	1.84173	1.85160	0.28093	0.00000	0.148717	-0.00743	0.00987
	136	1.85160	1.86080	0.22745	0.00000	0.161773	-0.00997	0.00920
	137	1.86080	1.86945	0.16701	0.00000	0.176290	-0.01277	0.00865
	138	1.86945	1.87760	0.09954	0.00000	0.192246	-0.01582	0.00815
	139	1.87760	1.88533	0.02495	0.00000	0.209619	-0.01910	0.00773
	140	1.88533	1.89268	-0.05690	0.00000	0.228411	-0.02262	0.00735
	141	1.89268	1.89970	-0.14614	0.00000	0.248616	-0.02638	0.00702
142	1.89970	1.90641	-0.24285	0.00000	0.270219	-0.03036	0.00671	
143	1.90641	1.91285	-0.34713	0.00000	0.293211	-0.03457	0.00644	
144	1.91285	1.91904	-0.45913	0.00000	0.317596	-0.03900	0.00619	
145	1.91904	1.92500	-0.57889	0.00000	0.343357	-0.04365	0.00596	

[0313] 如表 1 所示, 实施例 1 中,  $m_1 = 0$ 、 $m_2 = 0$ 、 $m_3 = 0$ 。另外,  $d/f = 2.67/2.2 = 1.21$ 。即使是像这种  $d/f$  大、CD 时难于获取工作距离的物镜, 作为 CD 时的工作距离, 实施例 1 也成功地确保了 0.359mm。另外, 从表 2 至 6 可知, 第 1 光程差付与构造的最小齿距约为  $7.6 \mu\text{m}$ , 平均齿距约为  $14.39 \mu\text{m}$ 。因此,  $p/f_1 = 0.00345$ 。

[0314] 另外, 实施例 1 的物镜的衍射效率, BD 时为 87.3%、DVD 时为 74.6%、CD 时为 60.9%, 对任何光盘都能够平衡性良好地得到高的衍射效率。

[0315] 图 8 中出示实施例 1 的球面像差图。图 8(a) 是 BD 时的球面像差图, 图 8(b) 是

DVD 时的球面像差图,图 8(c) 是 CD 时的球面像差图。各球面像差图中,LM 是与其他任何次数的衍射光相比,发生最多光量的衍射次数的光、即主光的球面像差,1 是光量少于主光的衍射次数的光、表示不用于光盘信息记录 / 再生的不要光 1 的球面像差,2 也是光量少于主光的衍射次数的光、表示不用于光盘信息记录 / 再生的另外的不要光 2 的球面像差,3 也是光量少于主光的衍射次数的光,表示不用于光盘信息记录 / 再生的再另外的不要光 3 的球面像差。如图 8 所示,可以知道在  $m_1 = 0$ 、 $m_2 = 0$ 、 $m_3 = 0$  状况下,在必要的数值孔径内保持了良好的球面像差,对任何光盘都能够良好地进行信息记录 / 再生。另外,从图 8 可知,能够得到在中央区域和中间区域之间不产生相位偏差之优选的结果。

[0316] 实施例 1 的轴上色像差为  $0.67 \mu\text{m}/\text{nm}$ 。另外,实施例 1 的波长特性及温度特性出示在表 7 中。第 1 光源波长变动  $+5\text{nm}$  时的 3 次球面像差为  $-0.105 \lambda \text{ rms}$ 、5 次球面像差为  $-0.024 \lambda \text{ rms}$ 。另外,环境温度上升  $+30$  度时的 3 次球面像差为  $0.114 \lambda \text{ rms}$ 、5 次球面像差为  $0.025 \lambda \text{ rms}$ 。它们通过倍率修正得到改善。倍率修正是指通过移动准直透镜的倍率修正。

[0317] 【表 7】

[0318]

$\Delta \lambda$ +5nm	倍率修正前	倍率修正后
SA3	-0.078	0.000
SA5	-0.021	-0.008
SA7	-0.013	-0.011
$\Delta$ T+30deg	倍率修正前	倍率修正后
SA3	0.106	0.000
SA5	0.023	0.006
SA7	0.001	-0.002

[0319] 可以知道,实施例 1 在波长变长时发生的 3 次球面像差及 5 次球面像差都是不足(修正不足)。另外,可以知道,得到了温度特性的绝对值小的优选结果,在准直透镜的移动量和修正分辨率之观点来说优选。

[0320] 图 9 中出示实施例 1 的衍射效率的波长依存性。从图 9 可知,BD、DVD 及 CD 的任何一个情况时都抑制了波长变动时的衍射效率的变动为较小,得到了优选的结果。

[0321] 本发明并不局限于说明书中记载的实施例,本领域的从事人员可以从本说明书中记载的实施例和思想明确本发明也包括其他实施例和变形例。说明书的记载及实施例,仅仅只不过是作为例证,本发明的范围由技术方案出示。

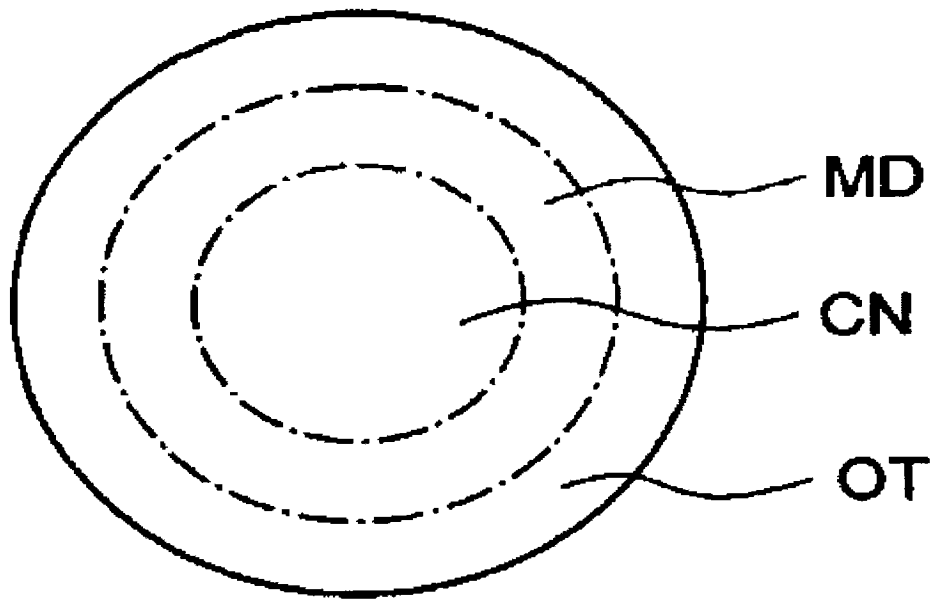


图 1

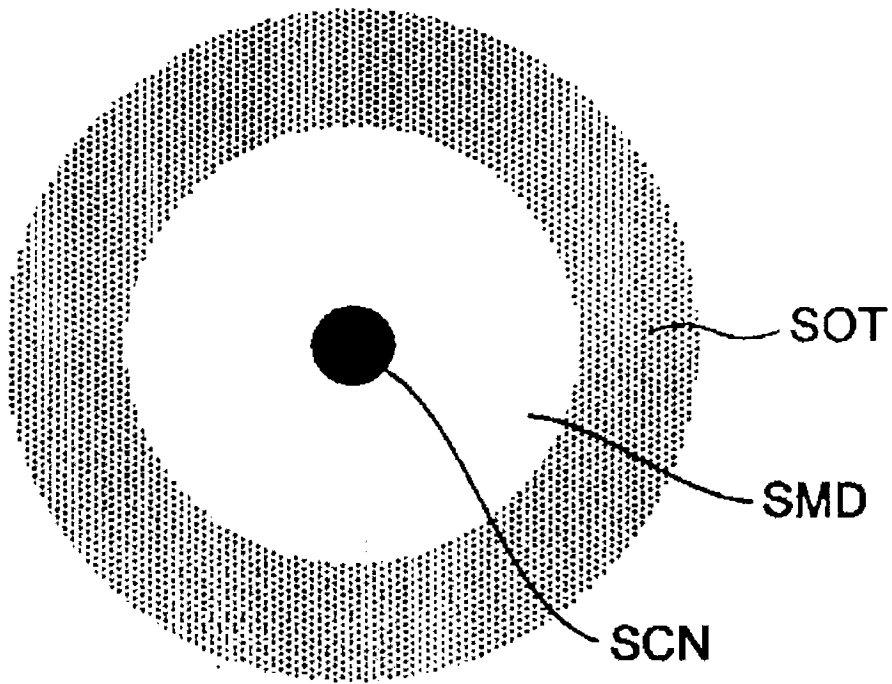


图 2

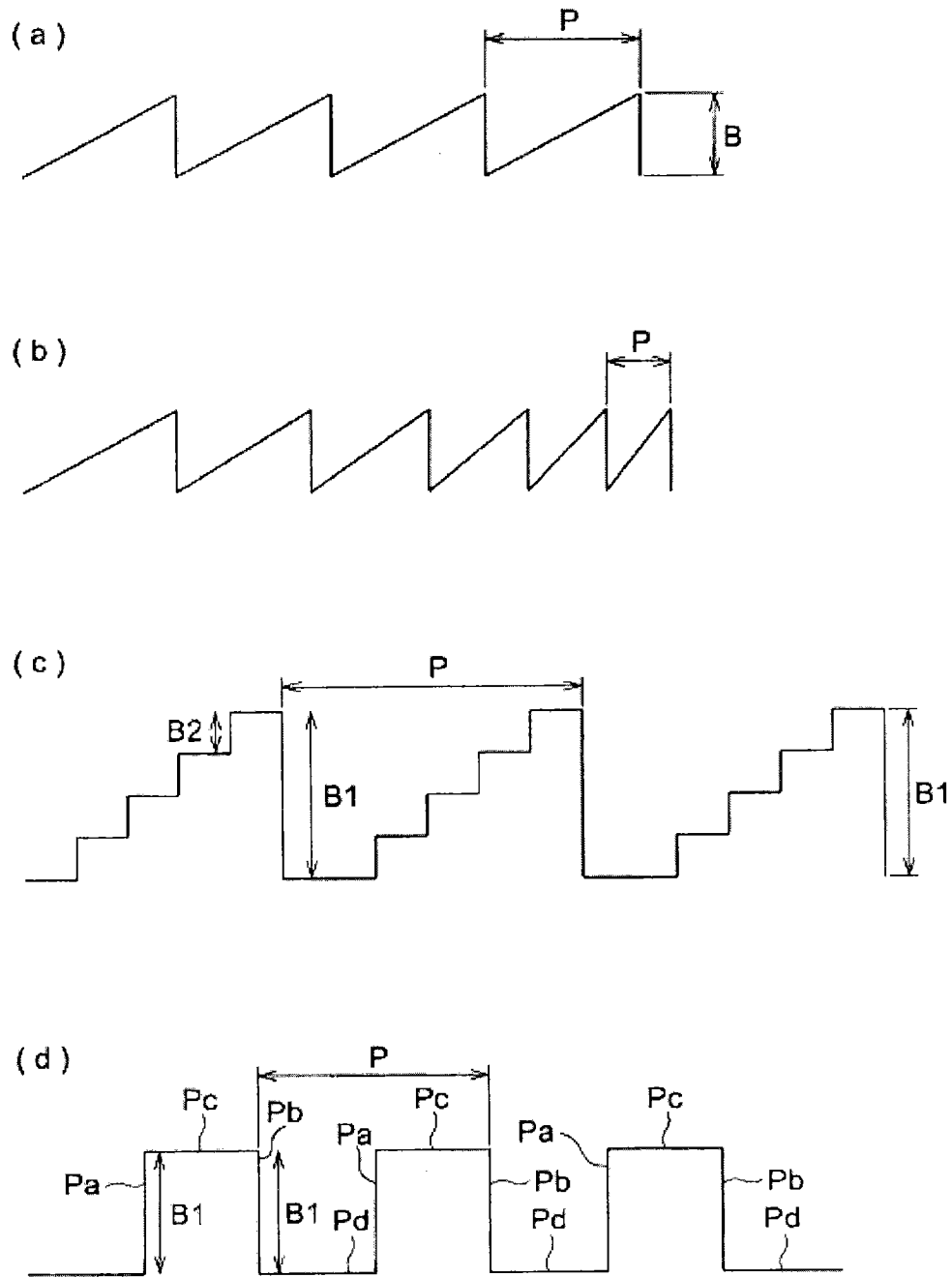


图 3

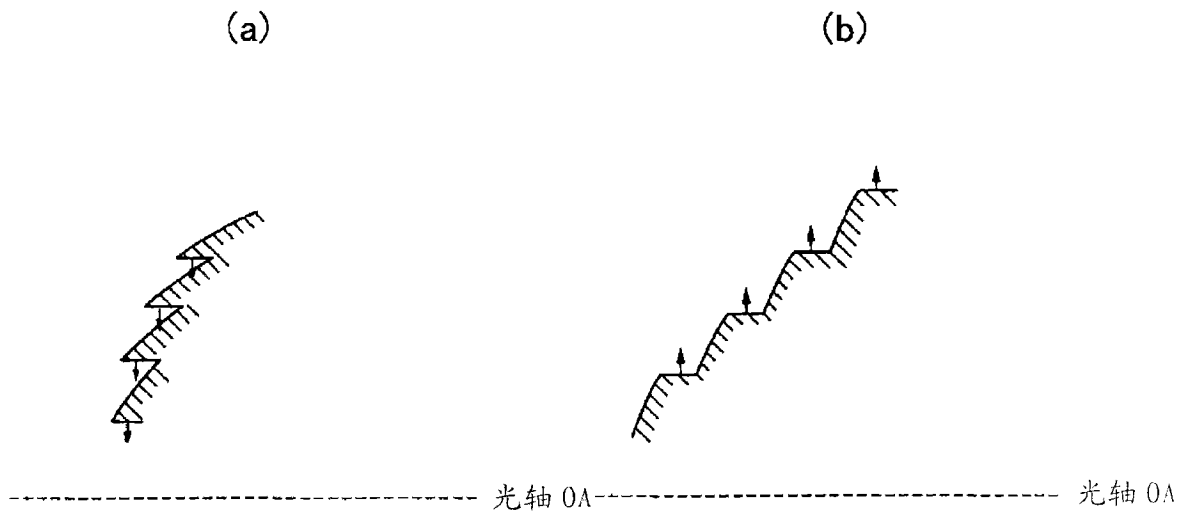


图 4

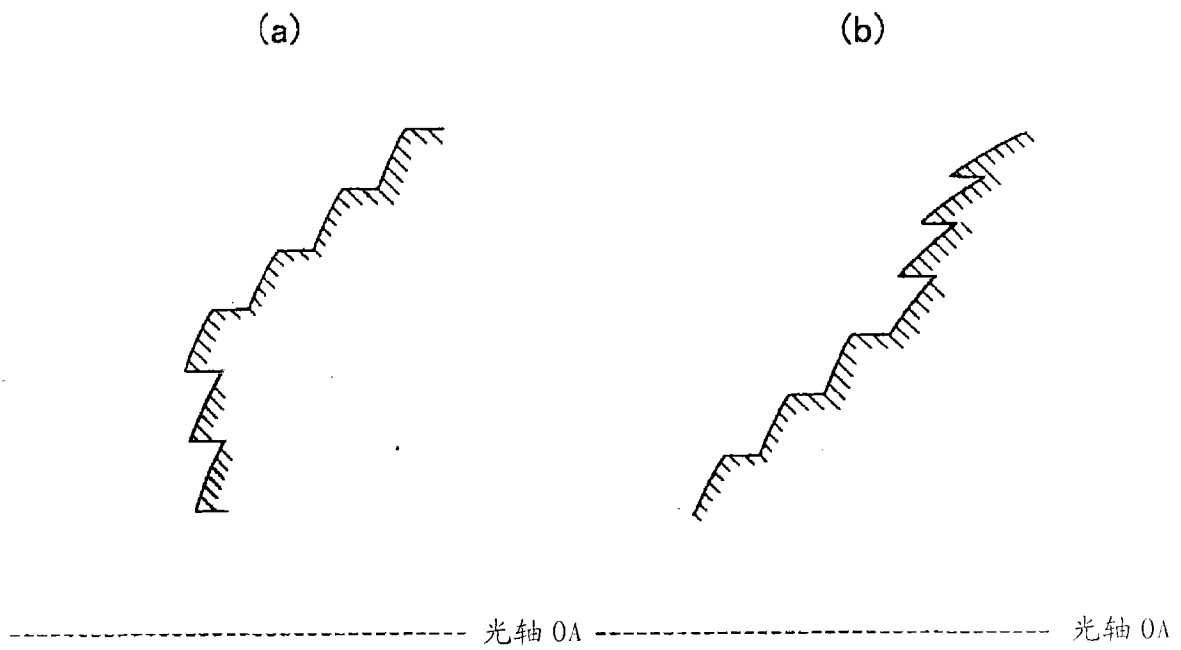


图 5

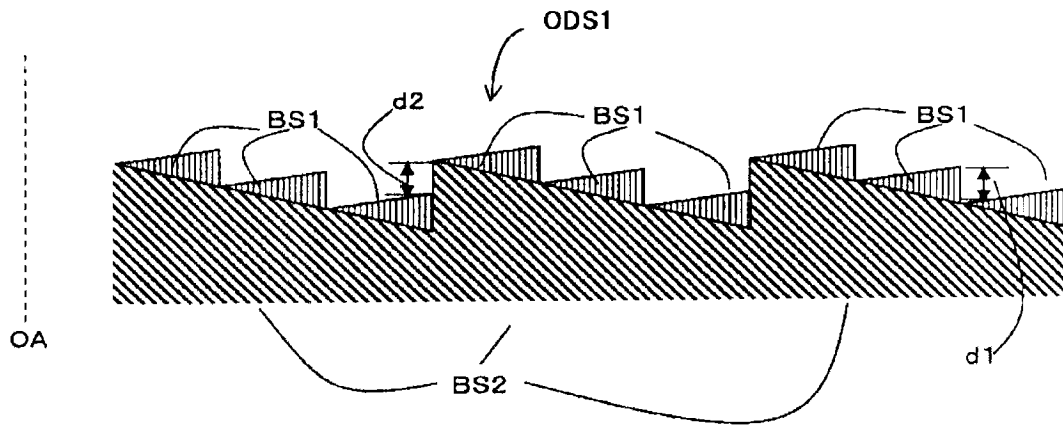


图 6

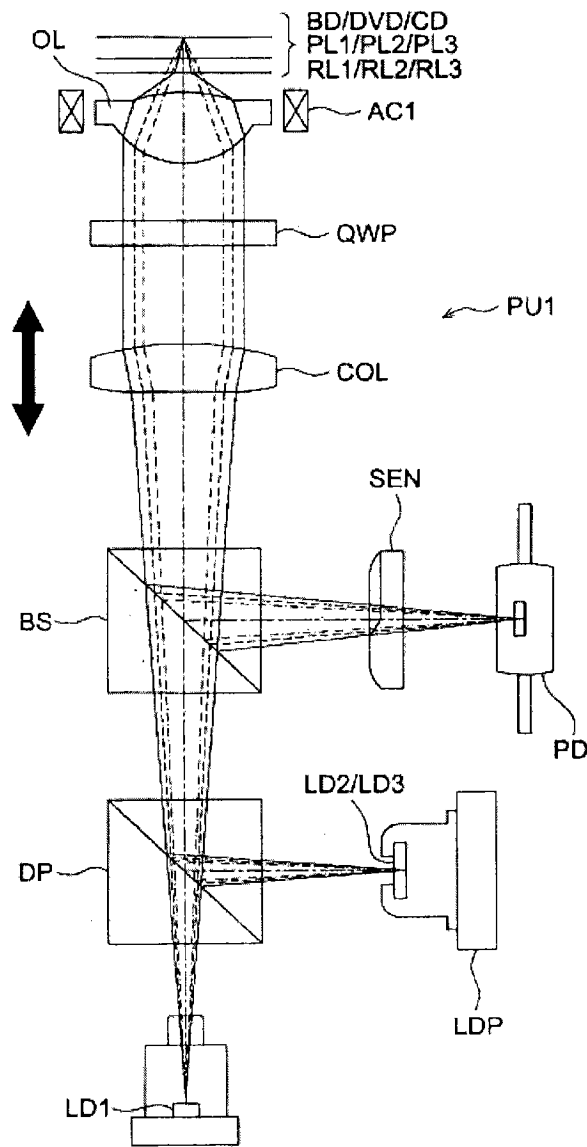


图 7

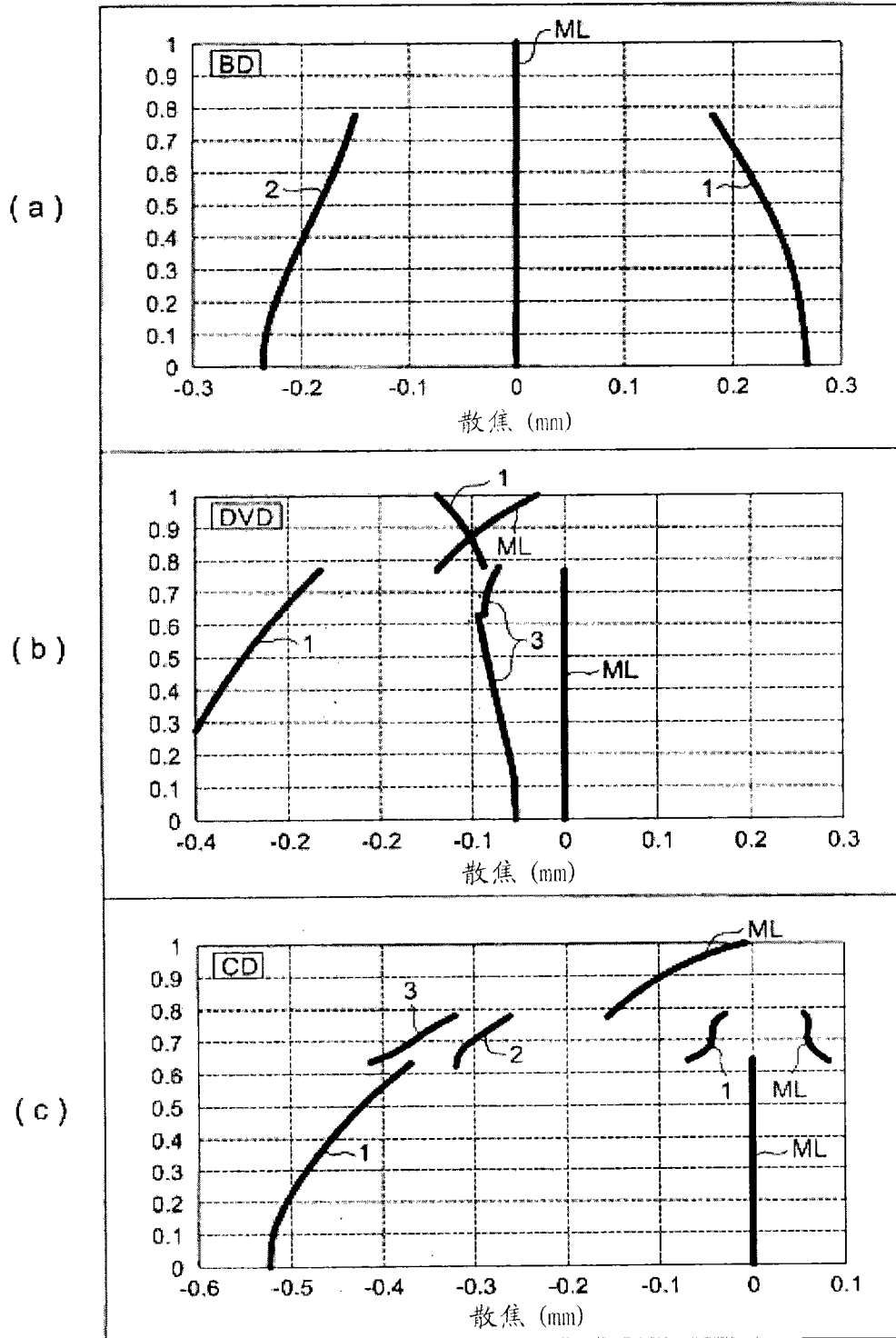


图 8

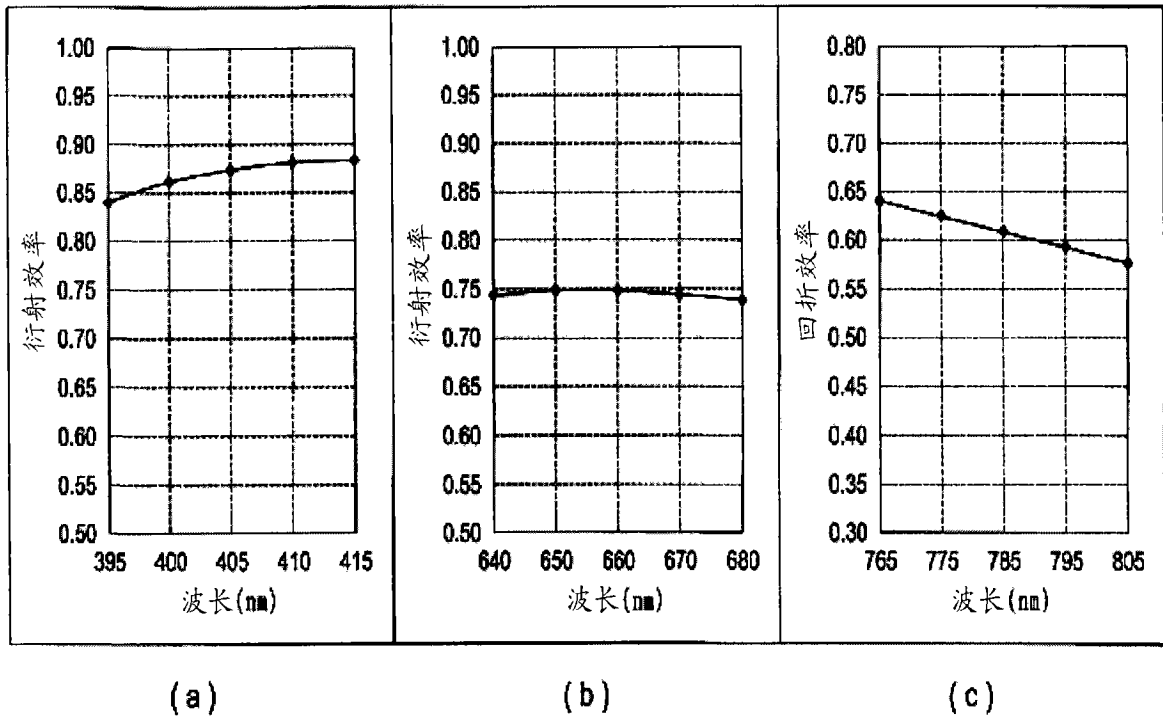


图 9

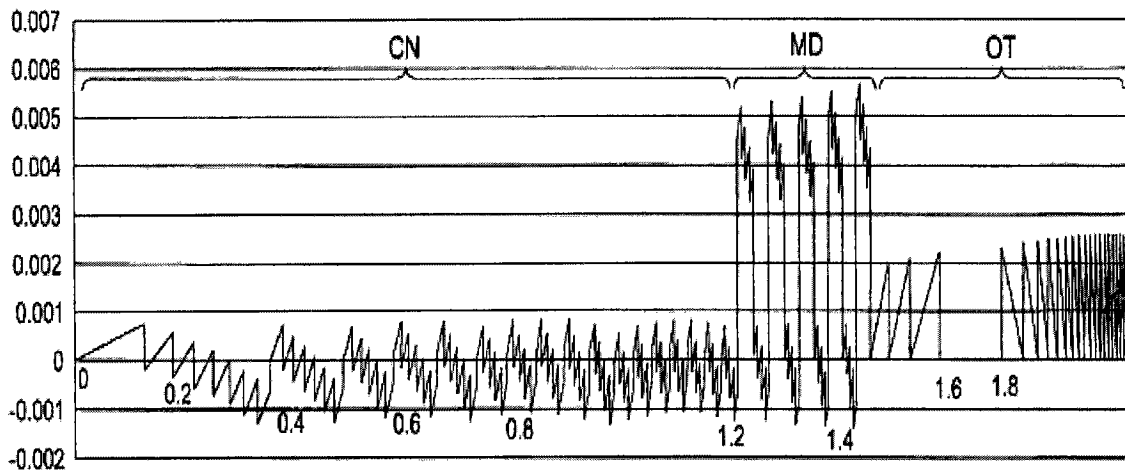


图 10