

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 7/12 (2006.01)

G11B 7/135 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01121247.0

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1295694C

[22] 申请日 2001.5.11 [21] 申请号 01121247.0

[30] 优先权

[32] 2000. 5. 12 [33] JP [31] 139836/2000

[32] 2000. 6. 23 [33] JP [31] 189466/2000

[32] 2000. 8. 31 [33] JP [31] 262372/2000

[32] 2000. 10. 30 [33] JP [31] 330009/2000

[32] 2000. 12. 25 [33] JP [31] 392333/2000

[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 木村徹 大田耕平

[56] 参考文献

WO00/23841A1 2000.4.27 G11B13/00

EP-0517491A2 1992.12.9 G11B7/135

US-6049519A 2000.4.11 G11B7/00

DE-19924640A1 1999.12.2 G02B3/04

EP-0984440A2 2000.3.8 G11B7/125

EP-0881634A1 1998.12.2 G11B7/135

CN-1112706A 1995.11.29 G11B7/00

审查员 张 巍

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 马 浩

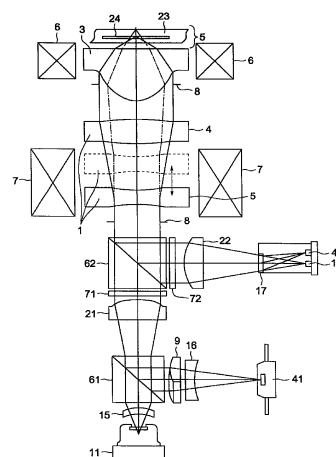
权利要求书 5 页 说明书 142 页 附图 48 页

[54] 发明名称

光学拾取装置以及记录和/或再现装置

[57] 摘要

一种用于进行记录和/或再现光信息记录介质上信息的光学拾取装置，包括一光源；一具有物镜的聚光光学系统；以及一光电检测器。该聚光光学系统包括一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件，以矫正该聚光光学系统的球面像差的偏差。该物镜象方的数值孔径是 0.65 或更大。



1. 一种用于进行记录和/或再现光信息记录介质上的信息的光学拾取装置, 包括:
光源;

聚光光学系统, 其将从光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上, 以便进行光信息记录介质上的信息的再现和/或记录, 该聚光光学系统具有物镜;
以及

光电检测器, 其接收从信息记录面反射的光通量;

其中, 该聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差, 而且该物镜在像方的数值孔径是小于1 大于等于0.65,

其中物镜包括满足下面的公式的塑料透镜:

$$1.1 \leq d1/f \leq 3.0$$

其中, $d1$ 为轴向透镜厚度; 且

f 为物镜的焦距, 其中, 当物镜包括具有环状衍射结构的衍射面时, f 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总焦距,

其中球面像差偏差矫正元件设置在所述物镜和光源之间, 球面像差偏差矫正元件包括能够沿光轴方向移动的可移动元件, 且

该球面像差偏差矫正元件的可移动元件被移动, 以便矫正物镜光学系统中的来自于取决于所述物镜中的所述塑料透镜的温度变化的折射率变化的球面像差偏差。

2. 根据权利要求1的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括一耦合透镜, 该耦合透镜包括至少一个用作球面像差偏差矫正元件的可移动元件的透镜组。

3. 根据权利要求2的光学拾取装置, 其中从光源发出的光通量波长为500nm 或更短, 该耦合透镜至少有一具有环形衍射结构的衍射面, 具有衍射面的透镜是塑料透镜, 可移动元件是塑料透镜, 以及物镜是塑料透镜。

4. 根据权利要求2的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括耦合透镜组, 该耦合透镜组具有至少两个透镜组, 并且两个透镜组中至少一个透镜组用作球面像差偏差矫正元件的可移动元件。

5. 根据权利要求2的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括耦合透镜, 该耦合透镜由一个透镜组构成, 该透镜组用作球面像差偏差矫正元件的可移动元件。

6. 根据权利要求5的光学拾取装置, 其中满足下面的公式:

$$0.05 \leq |m| \leq 0.5$$

其中, $m < 0$, m 表示该物镜和耦合透镜的组合光学系统的放大率。

7. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括一耦合透镜, 并且聚光光学系统还在该耦合透镜与物镜之间包括一具有至少一个正透镜的正透镜组和具有至少一个负透镜的负透镜组,

其中正透镜组和负透镜组中至少之一用作球面像差偏差矫正元件的可移动元件。

8. 根据权利要求 7 的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括一扩束器, 其具有正透镜组和负透镜组, 并且正透镜组和负透镜组中至少之一是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。

9. 根据权利要求 8 的光学拾取装置, 其中从光源发出的光通量波长为 500nm 或更短, 正透镜组和负透镜组中至少之一包括至少一个具有环形衍射结构的衍射面, 且具有衍射面的透镜是塑料透镜, 可移动元件是塑料透镜, 以及物镜是塑料透镜。

10. 根据权利要求 7 的光学拾取装置, 其中满足下面的公式:

$$|f_P/f_N| \geq 1.1.$$

其中, f_P 是正透镜组的焦距, 其中, 当衍射面设在正透镜组上时, f_P 为折射光焦度和衍射光焦度组合后的总焦距; f_N 是负透镜组的焦距, 其中, 当衍射面设在负透镜组上时, f_N 为折射光焦度和衍射光焦度组合后的总焦距。

11. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中可移动元件是塑料透镜。

12. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中可移动元件是具有至少一个非球面的非球面透镜。

13. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中聚光光学系统包括一轴向色差矫正元件, 以矫正聚光光学系统的轴向色差。

14. 根据权利要求 13 的光学拾取装置, 其中该轴向色差矫正元件包括一具有至少一个正透镜的正透镜组和一具有至少一个负透镜的负透镜组, 并且满足下面的公式:

$$vd_P > vd_N,$$

其中 vd_P 是聚光光学系统中所有正透镜的 d 线的阿贝系数的平均值, vd_N 是聚光光学系统中所有负透镜的 d 线的阿贝系数的平均值。

15. 根据权利要求 14 的光学拾取装置, 其中满足下面的公式:

$$vd_P > 55$$

$$35 > vd_N.$$

16. 根据权利要求 13 的光学拾取装置, 其中轴向色差矫正元件包括一具有环形衍射结构的衍射面。

17. 根据权利要求 16 的光学拾取装置, 其中满足下面的公式:

$$|a| > |b|$$

其中 a 是光源波长波动时由聚光光学系统的折射率色散引起的轴向色差, b 是光源波长波动时由聚光光学系统的折射率色散和衍射面引起的轴向色差总和。

18. 根据权利要求 16 的光学拾取装置, 其中当光源波长增加时由衍射面引起的欠矫正球面像差, 对当光源波长增加时由聚光光学系统的折射率色散引起的过矫正球面像差进行矫正。

19. 根据权利要求 16 的光学拾取装置, 其中该衍射面产生的 n -级衍射光线的衍射光量大于任何其他级衍射光线的衍射光量, n 是除 0 和 ± 1 以外的整数。

20. 根据权利要求 13 的光学拾取装置, 其中轴向像差元件满足以下公式:

$$P2 < P1 < P3$$

其中 $P1$ 为在光源波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度, $P2$ 为在比光源波长短 10nm 的波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度, $P3$ 为在比光源波长长 10nm 的波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度,

其中, 当轴向色差矫正元件包括衍射面时, 每个傍轴光焦度 $P1$, $P2$ 和 $P3$ 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总傍轴光焦度。

21. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中物镜包括单透镜, 该单透镜在其至少一个表面上具有非球面。

22. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中光学拾取装置对至少两种光信息记录介质进行记录和/或再现信息, 光源是发射波长 λ_1 的第一光通量的第一光源, 以进行具有第一透明基板的第一光信息记录介质上的信息的再现和/或记录, 光学拾取装置还包括一第二光源, 其发射具有不同于波长 λ_1 的波长 λ_2 的第二光通量, 以进行具有不同于第一透明基板的厚度的第二透明基板的第二光信息记录介质上的信息的再现和/或记录; 聚光光学系统将至少一部分的第一光通量会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上, 以便进行第一光信息记录介质上的信息的记录和/或再现, 并且将至少一部分的第二光通量会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上, 以便进行第二光信息记录介质上的信息的记录和/或再现。

23. 根据权利要求 22 的光学拾取装置, 其中球面像差偏差矫正元件矫正由于第一透明基板与第二透明基板之间的厚度差引起的球面像差的偏差。

24. 根据权利要求 22 的光学拾取装置, 其中物镜由具有至少一个非球面的单透镜构成, 并满足下面的公式:

$$0.7 \leq d_1/f \leq 2.4$$

其中, d_1 是物镜的轴向透镜厚度, f 是 λ_1 波长下物镜的焦距, 其中, 当物镜包括具有环状衍射结构的衍射面时, f 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总焦距。

25. 根据权利要求 22 的光学拾取装置, 其中该物镜具有至少一个具有环形衍射结构的衍射面, 而且该物镜在记录和再现第一光信息记录介质上信息所必需的物镜像方的一预定数值孔径内, 在波阵面像差为 $0.07\lambda_1$ rms 或者更小的条件下, 将第一光通量的至少一部分会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上; 并且在记录和再现第二光信息记录介质上信息所必需的物镜像方的一预定数值孔径内, 在波阵面像差为 $0.07\lambda_2$ rms 或更小的条件下, 将第二光通量的至少一部分会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上。

26. 根据权利要求 22 的光学拾取装置, 其中物镜包括一个环形台阶部分, 以通过折射作用将入射光通量分成 k 个环形光通量, 其中 $k \geq 3$, 且从光轴向外侧把光通量命名为第一、第二...第 k 光通量, 并且在由第 1 和第 k 光通量形成的最佳象面位置上第 1 和第 k 光通量的波阵面像差的球面像差分量是 $0.07\lambda_1$ rms 或更小, 而且在第 2 到第 $k-1$ 光通量中的至少 2 个光通量在不同于由第 1 和第 k 光通量形成的最佳象面位置的位置处形成一表观最佳象面位置, 以及在由第一和第 k 光通量形成的最佳象面位置上, 在用于记录和/或再现第一光信息记录介质的信息所必需的物镜像方的一预定数值孔径内通过的第一到第 k 光通量中的各光通量的光线的波阵面像差几乎为 $m_i\lambda_1$, 其中 m_i 是整数, 且 $i=1, 2, \dots, k$ 。

27. 根据权利要求 24 的光学拾取装置, 其中物镜是塑料透镜。

28. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中光信息记录介质在其一侧具有多个信息记录面, 并且聚光光学系统会聚从光源发射的光通量到光信息记录介质的多个信息记录面的每一个上, 以便进行光信息记录介质上的信息的记录和/或再现。

29. 根据权利要求 28 的光学拾取装置, 其中该球面像差偏差矫正元件矫正由于光信息记录介质的光通量入射面与光信息记录介质的多个信息记录面中的每一个之间的厚度差产生的球面像差的偏差。

30. 根据权利要求 1 的光学拾取装置, 其中该聚光光学系统的球面像差的偏差是由于温度和/或湿度改变引起的球面像差的偏差。

31. 根据权利要求1的光学拾取装置, 其中该聚光光学系统的球面像差的偏差是由于光源的波长偏差和/或在光源的波长上的制造误差引起的球面像差的偏差。

32. 根据权利要求1的光学拾取装置, 其中该球面像差偏差矫正元件矫正由光信息记录介质的透明基板的厚度偏差引起的球面像差的偏差。

33. 根据权利要求1的光学拾取装置, 其中光源波长是500nm或更短。

34. 根据权利要求1的光学拾取装置, 其中该球面像差偏差的可移动元件被移动, 以将 $A\lambda_{rms}$ 的球面像差矫正到大于0小于等于 $0.07\lambda_{rms}$, 其中A满足下面的公式:
 $0.07 < A \leq 0.5$ 。

35. 一种光信息记录介质的记录和/或再现装置, 用于进行光信息记录介质上的信息的记录和/或再现, 包括:

光学拾取装置, 其包括:

光源;

聚光光学系统, 其将从光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上, 以便进行光信息记录介质上的信息的再现和/或记录, 该聚光光学系统具有物镜; 以及

光电检测器, 其接收从信息记录面反射的光通量;

其中, 该聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件, 以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差, 而且物镜在像方的数值孔径是小于1大于等于0.65,

其中物镜包括满足下面的公式的塑料透镜:

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3.0$$

其中, d_1 为轴向透镜厚度; 且

f 为物镜的焦距, 其中, 当物镜包括具有环状衍射结构的衍射面时, f 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总焦距,

其中所述球面像差偏差矫正元件被设置在所述物镜和所述光源之间,

其中该球面像差偏差矫正元件包括能够沿光轴方向移动的可移动元件, 且

其中该球面像差偏差矫正元件的可移动元件被移动, 以便矫正物镜光学系统中的来自于取决于所述物镜中的所述塑料透镜的温度变化的折射率变化的球面像差偏差。

光学拾取装置以及记录和/或再现装置

技术领域

本发明涉及一种光学拾取装置，一种记录/再现光信息记录介质上信息的设备和扩束器，尤其涉及一种光学拾取装置、物镜和扩束器，通过它们能在高密度光信息记录介质上有效地矫正球面像差的变化。

背景技术

近来，根据短波长红色半导体激光的实际应用，开发出高密度光盘 DVD（数字多用盘），其尺寸几乎与传统光盘相同，即光信息记录介质 CD（致密盘），其容量被显著增大，在不远的将来，预示在市场上还会出现更高密度的下一代光盘。在用这种光盘作为媒体的光信息记录和再现设备的光学系统中，为了得到记录信号的高致密或者为了再现高密度记录信号，要求减小通过物镜将光会聚到记录媒体上的光斑直径。为了满足这种要求，实际状况是考虑减小作为光源的激光的波长或增大物镜的 NA。

在这种关系中，当减小激光波长或增大物镜的 NA 得以实现时，即使在由将相当长波长激光和低 NA 的物镜组合构成的光学拾取装置中的几乎微不足道的问题也进一步出现了，其中通过所述光学拾取装置在传统光盘例如 CD 或 DVD 上进行信息的记录和再现。

在同时缩短激光波长和增大物镜的 NA 时出现的问题是由于温度和湿度改变使光学系统的球面像差变化。即，与玻璃透镜相比，通常在光学拾取装置使用的塑料透镜由于温度和湿度变化容易变形，从而折射率改变。即使由于折射率的改变而使球面像差变化在用于传统拾取设备中的光学系统中不是问题，其量在减小激光波长和增大物镜 NA 的组合中也是不可忽略的，并且产生了光斑直径增大的问题。因此，在采用塑料透镜的光学系统中，球面像差变成了重要的问题。

另外，在缩短激光波长和增大物镜的 NA 的组合中的另一个问题是出现在物镜上的球面像差由于光源波长的轻微偏差而偏差。在用半导体激光器作为光学拾取装置中的光源时，在半导体激光器的实际产品之间存在 $\pm 10\text{nm}$ 的偏差。所以，如果用波长偏离参考波长的半导体激光器作为光源，由于数值孔径变大，出现在物镜上的球面像差也变大。因此，如果确定用具有偏离参考波长的波长的半导体激光器作为光源，就需要对要用作光源的半导体激光器进行选择。结果，增加了半导体激光器的成本。

另外，在缩短激光波长和增大物镜 NA 的组合中的另一个问题是光学系统的球面像差由于光盘保护层（透明基板）的厚度误差而出现偏差。由于保护层厚度误差引起的球面像差与物镜的数值孔径的四次方成正比出现，因此保护层厚度误差的影响随着物镜数值孔径变大而变大，这会导致不能稳定地进行记录或再现信息。

在这种关系中，为了信息的记录或再现，在要求减小激光波长和增大物镜的 NA 的下一代光盘和传统光盘之间，光源的波长和物镜的 NA 如上面所描述的那样彼此非

常不同。而且,为了抑制在下一代光盘中预示的由于盘面从垂直于光轴的表面倾斜而产生的彗差,减小透明基板的厚度是有效的,但是,根据那样,透明基板厚度与传统光盘例如 CD 显著不同。例如,提出在下一代中使用的光盘包括厚度为 0.1mm 的透明基板,这个厚度与 CD 或 DVD 的透明基板的厚度显著不同。所以,如果 CD 或 DVD 的信息通过在下一代中使用的物镜再现,可以产生大球面像差。因此,至少通过利用普通物镜,不显著增加成本,以及通过致密光学拾取设备,如何通过抑制包括下一代光盘的不同光学信息记录媒体的球面像差记录或再现信息是一个问题。

此外,另一个问题是由于激光光源波长的微小变化在物镜中引起轴向色差。由于使用短波长,则因一般光学透镜材料对波长的微小变化而引起的反射率变化更大。因此,由于波长的微小变化导致的焦点的散焦量变大。但是事实上可见,物镜的焦深由 $k\lambda/NA^2$ (k 是比例常数, λ 是波长, NA 是物镜象方的数值孔径) 表达,故使用的光源的波长越短,焦深越小,甚至不允许少量的散焦量。因此,在用短波长光源例如蓝紫半导体激光器(约 400nm 波长)和具有高象方数值孔径的物镜的光学系统中,为了防止由于半导体激光的模式跳变现象引起波长变化,或者由于高频叠加引起波阵面像差变坏,轴向色差的矫正变得非常重要。

发明内容

本发明是针对上述现有技术中的问题作出的,本发明的目的在于提供一种聚光光学系统和一种以简单结构能有效矫正光学拾取装置中每个光学表面由于激光光源波长变化、温度和湿度变化以及光信息记录介质上的透明基板(基板)的厚度误差而产生的球面像差中的偏差的光学拾取装置,尤其能将塑料透镜用于聚光光学系统。

此外,本发明的另一个目的是提供一种光学拾取装置及其物镜和扩束器,通过该光学拾取装置能有效地矫正由于半导体激光器模式跳变和 HFCS(高频叠加)引起的轴向色差。

另外,本发明的再一个目的是提供一种光学拾取装置,该光学拾取装置配有短波长激光器和高 NA 物镜,而且它能记录或再现不同光信息记录介质的信息。下文中,将举例说明解决上述问题的本发明装置。

(A) 一种用于进行记录和/或再现光信息记录介质上的信息的光学拾取装置,包括:

光源;

聚光光学系统,其将从光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上,以便进行光信息记录介质上的信息的再现和/或记录,该聚光光学系统具有物镜;以及

光电检测器,其接收从信息记录面反射的光通量;

其中,该聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差,而且该物镜在像方的数值孔径是小于 1 大于等于 0.65,

其中物镜包括满足下面的公式的塑料透镜:

$$1.1 \leq d1/f \leq 3.0$$

其中, $d1$ 为轴向透镜厚度; 且

f 为物镜的焦距, 其中, 当物镜包括具有环状衍射结构的衍射面时, f 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总焦距,

其中球面像差偏差矫正元件设置在所述物镜和光源之间, 球面像差偏差矫正元件包括能够沿光轴方向移动的可移动元件, 且

该球面像差偏差矫正元件的可移动元件被移动, 以便矫正物镜光学系统中的来自于取决于所述物镜中的所述塑料透镜的温度变化的折射率变化的球面像差偏差。

(B) 一种光信息记录介质的记录和/或再现装置, 用于进行光信息记录介质上的信息的记录和/或再现, 包括:

光学拾取装置, 其包括:

光源;

聚光光学系统, 其将从光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上, 以便进行光信息记录介质上的信息的再现和/或记录, 该聚光光学系统具有物镜; 以及

光电检测器, 其接收从信息记录面反射的光通量;

其中, 该聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件, 以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差, 而且物镜在像方的数值孔径是小于大于等于 0.65,

其中物镜包括满足下面的公式的塑料透镜:

$$1.1 \leq d1/f \leq 3.0$$

其中, $d1$ 为轴向透镜厚度; 且

f 为物镜的焦距, 其中, 当物镜包括具有环状衍射结构的衍射面时, f 是傍轴折射光焦度和傍轴衍射光焦度组合后的总焦距,

其中所述球面像差偏差矫正元件被设置在所述物镜和所述光源之间,

其中该球面像差偏差矫正元件包括能够沿光轴方向移动的可移动元件, 且

其中该球面像差偏差矫正元件的可移动元件被移动, 以便矫正物镜光学系统中的来自于取决于所述物镜中的所述塑料透镜的温度变化的折射率变化的球面像差偏差。

(C) 一种在光信息记录介质的记录和/或再现装置中使用的球面像差偏差矫正元件, 包括:

具有至少一个正透镜的正透镜组; 以及

具有至少一个负透镜的负透镜组,

其中象方物镜的数值孔径是 0.65 或更大,

正透镜组和负透镜组中至少之一可沿光轴方向移动, 并且通过沿光轴方向至少移动正透镜组和负透镜组其中之一矫正光学拾取装置的球面像差的偏差, 以及

其中该球面像差偏差矫正元件包括至少一个塑料透镜。

(D) 一种在用于记录和/或再现光信息记录介质上的信息并具有移动装置的光学拾取装置中使用的球面像差偏差矫正元件, 包括:

具有至少一个正透镜的正透镜组; 以及

具有至少一个负透镜的负透镜组,

其中正透镜组和负透镜组中至少之一是通过光学拾取装置的移动装置能够沿光

轴方向移动的可移动元件,且此可移动元件通过沿光轴方向移动能改变出射光通量的边缘光线的倾斜角,其中球面像差偏差矫正元件中包括的每个透镜所具有的阿贝系数大于等于 40 小于等于 70,而且球面像差偏差矫正元件包括至少一个具有环形衍射结构的衍射面。

(E)一种在光信息记录介质的记录和/或再现设备中使用的球面像差偏差矫正元件单元,包括:

一球面像差偏差矫正元件,其包括:

一具有至少一个正透镜的正透镜组;以及

一具有至少一个负透镜的负透镜组,

其中正透镜组和负透镜组中至少之一可沿光轴方向移动,且通过沿光轴方向至少移动正透镜组和负透镜组其中之一矫正光学拾取装置的球面像差的偏差,以及

其中每个正透镜所具有的阿贝系数为 70 或更小,或者每个负透镜所具有的阿贝系数为 40 或更大,而且球面像差偏差矫正元件包括至少一个具有环形衍射结构的衍射面;以及

沿光轴方向通向(t_0)至少正透镜和负透镜其中之一的移动装置。

(F)一种用于进行记录和/或再现光信息记录介质上的信息的光学拾取装置,包括:

光源;

聚光光学系统,其将从光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上,以便进行光信息记录介质上的信息的再现和/或记录,该聚光光学系统具有物镜;以及

光电检测器,其接收从信息记录面反射的光通量;

其中光源的波长为 500nm 或更小,

其中,该聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏差矫正元件,以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差,而且该物镜在像方的数值孔径是小于 1 大于等于 0.65;

其中该球面像差偏差矫正元件是不沿光轴方向移动的静止元件,以及

其中该静止元件沿着垂直于光轴方向的折射率分布是可变的,且

该球面像差偏差矫正元件将 $A\lambda_{rms}$ 的球面像差矫正到大于 0 小于等于 $0.07\lambda_{rms}$,其中 A 满足下面的公式: $0.07 < A \leq 0.2$ 。

此外,列举实现上述目的另一些优选装置。

(1)一种光学拾取装置,包括一聚光光学系统,该聚光光学系统包括一光源、一通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面(表面)上的物镜、和一从光信息记录介质接收反射光的光电检测器,其中该物镜包括一至少由一个塑料透镜组成的透镜,且对于温度在 -30°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 之间、湿

度在5%至90%之间的环境变化来说，由于为了矫正由物镜形状和折射率中至少其中一个因素变化和由光源（振动）波长变化引起的球面像差的变化而在光源和物镜之间设置一个装置，故即使当物镜中折射率发生变化时或者即使当光源波长发生变化时，相应于使用光学拾取装置的环境的温度或湿度变化，因此能有效抑制由它们造成的物镜的球面像差的变化。

在这种关系中，将物镜限定为包括‘在光源和物镜之间’，因此，在本发明中，甚至设在物镜表面上的衍射面也能变成一个矫正球面像差变化的装置。

(2) 一种光学拾取装置，包括：波长为 λ 的光源，聚光光学系统，所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜、和从光信息记录介质接收反射光的光检测器，其中在光源和物镜之间设置一矫正球面像差变化的装置，并且因为用于矫正球面像差变化的该装置能将球面像差矫正到例如 0.2λ rms 至小于 0.07λ rms，故能有效地抑制由于在使用光学拾取装置的环境中由温度和湿度变化和/或光源波长的微小变化引起的物镜球面像差变化。

(3) 当矫正球面像差变化的装置能将球面像差矫正到 0.5λ rms 至不超过 0.07λ rms 时，(2) 中描述的光学拾取装置是优选的。

(4) 一种光学拾取装置，包括光源，聚光光学系统，所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜、和从光信息记录介质接收反射光的光检测器，其中因为在光源和物镜之间设置一个用于矫正物镜中产生的球面像差变化的装置，例如能有效地抑制由于使用光学拾取装置的环境中的温度或湿度变化和光源波长的微小变化引起的物镜球面像差的变化。

(5) 因为在半导体激光器波长方面各个体之间存在约 $\pm 10\text{nm}$ 的偏差，故在使用具有短波长的光源和高象方数值孔径的物镜的光学系统中，当使用偏离参考波长的半导体激光时，它变成该装置性能退化的一个参数，并且是选择半导体激光器所必需的。(5) 中描述的光学拾取装置是一种光学拾取装置，它包括光源、聚光光学系统，所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜、和从光信息记录介质接收反射光的光检测器，其中因为在光源和物镜之间设置一个矫正由光源波长的微小变化造成在物镜中产生球面像差变化的装置，故能有效地抑制使用偏离参考波长的半导体激光

器时造成的物镜球面像差的变化，因此不需选择半导体激光器。

(6) 一种光学拾取装置，包括光源、聚光光学系统，所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜、和从光信息记录介质接收反射光的光检测器，其中因为在光源和物镜之间设置一个矫正由温度或湿度变化造成在聚光光学系统中产生球面像差变化的装置，因此，例如能有效地抑制在使用光学拾取装置的环境中的温度或湿度变化引起的物镜球面像差的变化。

(7) 一种光学拾取装置，包括光源、聚光光学系统，所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜、和从光信息记录介质接收反射光的光检测器，其中因为在光源和物镜之间设置一个矫正由光源的振动波长的微小变化和温度或湿度变化造成在聚光光学系统中产生球面像差变化的装置，因此，例如能有效地抑制在使用光学拾取装置的环境中的温度或湿度变化引起的和用偏离参考波长的半导体激光器作为光源时引起的物镜球面像差的变化。

(8) 如(1)至(7)中描述的光学拾取装置，其特征不在于一种矫正球面像差变化的装置，包括至少一个正透镜和至少一个负透镜，且两者中至少其中之一是能沿光轴方向移动的可移动元件。

(9) 此外，如(1)至(7)中描述的光学拾取装置，其特征不在于一种矫正球面像差变化的装置，其具有正透镜组和负透镜组，且前者具有正折射光焦距并至少包括一个正透镜，后者具有负折射光焦距并至少包括一个负透镜，而且两组中至少一个透镜组是能沿光轴方向移动的可移动元件。

在使用短波长光源的光学拾取装置中，如上所述，由于光源的波长变化引起的球面像差的变化或由于温度和湿度变化引起的球面像差的变化是大的。特别是当使用高象方数值孔径(高 NA)的物镜或塑料材料组成的物镜时，此变化增大。因此，在使用短波长光源的光学拾取装置中，尤其有必要提供一种矫正这些球面像差变化的装置。当物镜的球面像差由于波长的微小变化或温度或湿度变化而改变时，通过将矫正球面像差变化的装置的移动元件移动适当的一个量，并改变入射到物镜上的光通量的边缘光线的倾斜角，使得信息记录面上形成的波阵面的球面像差最小，能矫正球面像差的变化。

(10)(11) 分别如(8)和(9)中描述的光学拾取装置，其特征在于：矫

正球面像差的变化装置满足以下表达式。

$$vdP > vdN \quad (1)$$

其中， vdP 是包括该正透镜的所有正透镜的 d 线的阿贝系数的平均值， vdN 是包括该负透镜的所有负透镜的 d 线的阿贝系数的平均值。

上述表达式 (1) 涉及轴向色差的矫正。由于光源波长的微小变化或者温度或湿度变化，在物镜的球面像差改变的情况下，当例如用于矫正的装置包括可沿光轴方向移动的光学元件时，通过将该光学元件移动适当的一个量，可以改变入射到物镜上的光通量的边缘光线的倾斜角，从而使物镜的球面像差最小。对于在使用短波长光源时成为问题的物镜的轴向色差来说，当矫正球面像差变化的装置由以下结构组成时可以对其进行矫正。

当选择矫正球面像差变化的装置中的正透镜和负透镜的材料以便满足以上表达式 (1) 时，能产生对物镜中产生的轴向色差具有相反符号的轴向色差。因此，由于轴向色差彼此抵消，当波阵面聚焦在光信息记录介质上、穿过矫正球面像差变化的装置和物镜时，它处于轴向色差被抑制到很小的状态。当为物镜和/或矫正球面像差变化的装置提供衍射面时，因为衍射面的后焦距随波长增加而减小，因此能更出色地矫正像差。在这种情况下，因为可以将矫正轴向色差的任務分配给矫正球面像差变化的装置和衍射面，当矫正球面像差变化的装置例如包括可沿光轴方向移动的光学元件时，这种光学元件的行程 (stroke) 可以很小。

此外，当轴向色差的矫正任务被分配给矫正球面像差变化的装置和衍射面时，衍射面的衍射光焦度可减至很小，从而，衍射面的环状带的间隔增大，于是可提高衍射面的衍射效率。因此，无须分别提供矫正球面像差变化的装置和矫正轴向色差变化的装置，甚至在波长或温度或湿度发生变化时，可获得紧凑的光学拾取装置，其也能出色地矫正整个光学系统的球面像差和轴向色差。

(12)、(13) 分别如 (10) 和 (11) 中描述的光学拾取装置，其特征在于 vdP 和 vdN 满足以下表达式。

$$vdP > 55 \quad (2)$$

$$vdN < 35 \quad (3)$$

当增大正透镜和负透镜之间的阿贝系数差时，因为通过球面像差偏差 (变化) 矫正元件能大量产生与物镜的轴向色差相反符号的轴向色差，故能进一步出色地矫正光学拾取装置的轴向色差。

(14) 如 (8)、(10) 或 (12) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当矫正球面像差变化的装置由包括正透镜的正透镜组和包括负透镜的负透镜组组成时, 体现以下表达式, 且如第 15 方面描述的光学拾取装置, 其特征在于, 对于矫正球面像差变化的装置来说, 体现以下表达式。

$$\Delta d |f_P/f_N| / \Delta v_d \leq 0.05 \quad (4)$$

其中,

Δd : 当信息被记录到信息可被记录或再现的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面上或从信息可被记录或再现的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面再现时, 可移动元件的移动量 (mm);

f_P : 正透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在正透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并并在总焦距内);

f_N : 负透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在正透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并并在总焦距内);

Δv_d 在正透镜组和负透镜组中, 正透镜的阿贝系数的最大值和负透镜的阿贝系数的最小值之差。

上面表达式 (4) 涉及矫正球面像差变化的装置的傍轴光焦度和矫正球面像差变化的装置的可移动元件的移动量的平衡。本文中, 即使 Δv_d 很小, 当 $|f_P/f_N|$ 的值作得很大时, 可精确矫正物镜的轴向色差, 且当由于波长的变化或温度或湿度改变矫正物镜的球面像差变化的装置由沿光轴方向可移动的光学元件构造时, 可以将这种光学元件的行程抑制到很小, 但是, 存在正透镜组的有效直径太大或负透镜组的有效直径太小的可能性。相反, 当 Δv_d 值很大时, 即使当 $|f_P/f_N|$ 值很小时, 尽管可精确矫正物镜的轴向色差, 矫正球面像差所必需的矫正球面像差变化的装置的可移动元件的移动量变大, 因此, 有可能光学系统的尺寸变大。因此, 当 $\Delta d |f_P/f_N| / \Delta v_d$ 的值作成满足以上表达式 (4) 时, 也可实现它们的平衡。即, 能很好地矫正轴向色差并进一步获得紧凑的光学系统。

(16)、(17) 分别如 ((8), (10) 或 (12) 和 ((9), (11) 或 (13)) 中描述的光学拾取装置, 能记录和/或再现至少 2 种光信息记录介质上的信息, 因为矫正球面像差变化的装置能改变入射到用于至少 2 种光信息记录介质的物镜的光通量的边缘光线的倾斜角, 所述记录媒体的透明基板厚度彼此不同, 对应于每个透明基板厚度, 矫正由于透明基板厚度的差别引起的球面像差的不同, 因为当在

每个光信息记录介质上进行记录或再现时产生的球面像差变化能得到精细的矫正, 因此精细的波阵面总能形成在信息记录面上。

(18)、(19) 分别如((8), (10) 或 (10)) 和((9), (11) 或 (13) 到 (15)) 中描述的光学拾取装置能记录和/或再现光信息记录介质上的信息, 在记录介质中, 从光信息记录介质的前表面侧按顺序层叠多个透明基板和信息记录面, 当矫正球面像差变化的装置分别将光会聚在每个信息记录面上时, 因为它改变对应于该信息记录面的物镜的入射光通量的边缘光线的倾斜角, 则由于厚度不同造成的球面像差不同得到矫正, 而且由于在每个信息记录面上进行记录或再现时产生的球面像差变化被精细地矫正, 故对于每个信息记录面来说, 能在信息记录面上分别形成精细的波阵面。如上所述, 也能在具有 2 层或多层信息记录面的光信息记录介质上精细地进行信息的记录或再现。例如, 当沿光轴方向移动物镜时, 能对期望的一个信息记录面进行聚焦, 在这种情况下, 因为由于达到信息记录面的厚度差别而变化的球面像差主要是 3 级球面像差, 故当沿光轴方向移动矫正球面像差变化的装置的可移动元件时, 能精细矫正球面像差的变化。因此, 能在光信息记录介质的单侧表面上进行 2 次或多次信息的记录或再现。

(20)(21) 分别如 (16) 和 (17) 描述的光学拾取装置, 其特征在于, 在光信息记录介质的两种透明基板厚度分别是 a 和 b ($a < b$) 的情况下, 当在透明基板厚度 a 的光信息记录介质上记录或再现信息时, 负透镜和正透镜之间的间隔被增大, 超过在透明基板厚度 b 的光信息记录介质上记录或再现信息的情况。

(22) 如 (16)、(18) 或 (20) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当矫正球面像差变化的装置由包括正透镜的正透镜组和包括负透镜的负透镜组组成时, 满足以下表达式。

(23) 如 (17)、(19) 或 (21) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于满足以下表达式。

$$|fP/fN| \geq 1.3 \quad (5)$$

其中,

fP : 正透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在正透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并总在总焦距内);

fN : 负透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在负透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并总在总焦距内);

以上表达式(5)涉及矫正球面像差变化的装置的傍轴光焦度的关系。在矫正物镜使得在具有特定厚度的透明基板合并的状况下像差最小的情况下,当透明基板的厚度改变时,通过移动矫正球面像差变化的装置内的可移动元件,有必要改变入射光通量的边缘光线的倾斜角,使得物镜的球面像差对厚度最小。因此,当选择矫正球面像差变化的装置的傍轴光焦度以便满足以上表达式(5)时,可移动元件的行程被减小,从而得到完全紧凑的光学系统。

(24)如(8)至(23)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于矫正球面像差变化的装置具有传送装置,对应于球面像差的变化沿光轴传送可移动元件。

(25)如(8)至(24)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于可移动元件由不大于2.0的特定比重的材料形成。因此,能减轻可移动装置的负担。

(26)如(8)至(25)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于正透镜和负透镜中至少之一由塑料材料形成。特别是当球面像差矫正装置的可移动元件由塑料材料制成时,能减轻加到传送装置上的负担,由此能实现高速跟踪。此外,当上面设有衍射面或非球面的组件由塑料材料形成时,能容易地增加衍射面或非球面。

(27)如(8)至(25)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于可移动元件由塑料材料形成。从而,能减轻光学系统的重量,由此减轻可移动装置的负担。此外,能容易地增加衍射结构。

(28)如(8)至(27)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于正透镜和负透镜至少其中之一在至少一个表面上具有非球面,如第29方面中描述的光学拾取装置,其特征在于它在可移动元件的至少一个表面上具有非球面。通过提供非球面,矫正球面像差变化的装置能通过非球面的像差矫正作用得到良好性能的光学系统。特别是当在可移动元件上设置非球面时,能在可移动元件偏心时防止波阵面像差变坏。

(30)如(8)至(29)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于矫正球面像差变化的装置由饱和吸水不大于0.5%的材料形成。

(31)如(8)至(30)其中之一描述的光学拾取装置,其特征在于矫正球面像差变化的装置由3mm厚度处对于光源的振动波长的光的内透射比不小于85%的材料形成。

(32) 如(8)至(31)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于矫正球面像差变化的装置由一个正透镜和一个负透镜组成。

(33) 如(8)至(32)其中之一描述的光学拾取装置中, 因为矫正球面像差变化的装置包括提供具有环形衍射结构的衍射面的光学元件, 所以能用这种衍射面有效地矫正轴向色差, 所以, 不需要重新提供用于轴向色差衍射矫正的光学元件, 从而能降低成本、节省空间。在这种关系中, 配有衍射面的光学元件包括透镜组中的一个透镜, 因此, 它包括正透镜组或负透镜组在一侧。此外, 它还包括除那些透镜外单独设置的光学元件。

(34) 如(1)至(7)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于矫正球面像差变化的装置具有折射率分布可以改变的元件, 关于这种元件, 有例如使用液晶的元件 SE 的元件, 这将在以下参考图 24 进行描述, 但该元件不限于此。

(35) 一种光拾取元件, 包括光源; 聚光光学系统, 所述聚光光学系统包括通过光信息记录介质的透明基板将光源发射的光通量会聚到信息记录面上的物镜; 和从光信息记录介质接收反射光的光检测器。其中, 因为在光源和物镜中间设置一矫正物镜中产生的球面像差和物镜中产生的轴向色差变化的装置, 故能有效地抑制当作为光源的半导体激光器波长微小变化时产生的物镜的球面像差变化。此外, 即使当对应于环境温度或湿度变化在物镜中产生折射率变化时, 也能有效地抑制由此产生的物镜球面像差的变化。此外, 因为能有效地矫正物镜中产生的轴向色差, 即使当产生球面像差矫正装置或物镜聚焦不能跟随的振动波长的瞬时模式跳变时, 也总能在信息记录面上形成精细的波阵面。

(36) 如(35)中描述的光学拾取装置, 其特征在于矫正球面像差变化和轴向色差的装置至少包括一个正透镜和一个负透镜, 两者至少其一是能沿光轴方向被传送的可移动元件。

(37) 此外, 如(35)中描述的光学拾取装置, 其特征在于矫正球面像差偏差和轴向色差的装置包括包含一个正透镜的具有正衍射光焦度的正透镜组和包含一个负透镜的具有负衍射光焦度的负透镜组, 两者至少其中一个透镜组是能沿光轴方向被传送的可移动元件。

在用于短波长光源的光学拾取装置中, 如上所述, 由于温度或湿度改变引起的光源波长的变化或球面像差的变化很大。特别是当使用高数值孔径(高 NA)的物镜或塑料材料形成的物镜时, 变化增大。因此, 在使用短波长的光源的

拾取设备中, 特别需要提供矫正球面像差变化的装置。当物镜的球面像差由于光源波长的微小变化或温度或湿度改变而变化时, 通过将用于球面像差和轴向色差变化的矫正装置的可移动元件移动合适的一个量, 当改变入射到物镜的光通量的发散角(入射光通量的边缘光线的倾斜角)使得形成在信息记录媒体上的波阵面的波阵面像差最小时, 能矫正球面像差的变化。

(38)、(39)分别如(36)和(37)中描述的光学拾取装置, 其特征在于矫正球面像差和轴向色差变化的装置满足以上表达式(1)。

以上表达式(1)涉及轴向色差的矫正。在物镜的球面像差由于微小变化或温度或湿度改变而变化时, 当用例如可沿光轴方向传送的光学元件构成矫正这种变化的装置时, 将光学元件移动适当的一个量, 能改变入射到物镜上的光通量的边缘光线的倾斜角, 使得物镜的球面像差最小。当矫正球面像差和轴向色差变化的装置具有下列结构时, 使用短波长的光源时成为问题的物镜的轴向色差能得到矫正。

在选择矫正球面像差和轴向色差变化的装置中的正透镜和负透镜的材料以便满足表达式(1)时, 能产生与物镜中产生的轴向色差相反符号的轴向色差。因此, 因为像差相互抵消, 当波阵面通过矫正球面像差和轴向色差变化的装置以及物镜聚焦到光信息记录介质上的时候, 它处于轴向色差被抑制到很小的状态下。当为物镜和/或矫正球面像差和轴向色差变化的装置提供衍射面时, 因为衍射面的后焦距随波长增大而减小, 能更精细地矫正像差。在这种情况下, 因为能将轴向色差矫正的任务分配给矫正球面像差和轴向色差变化的装置以及衍射面, 所以例如当利用可沿光轴方向传送的光学元件构成矫正球面像差和轴向色差变化的装置时, 这种光学元件的行程足够短。

此外, 当可以将矫正轴向色差的任務分配给矫正球面像差和轴向色差变化的装置以及衍射面时, 能减小衍射面的光焦度, 从而增大衍射面的环形带的间隔, 使得衍射面的衍射效率得以提高。因此, 不需要分别设置矫正球面像差变化的装置和矫正轴向色差的装置, 即使当产生波长变化或温度或湿度变化时, 也能得到精细矫正整个光学系统的球面像差和轴向色差的紧凑光学拾取装置。

(40)(41)分别如(38)和(39)中描述的光学拾取装置, 其特征在于 vdP 和 vdN 满足以上表达式(2)和(3)。

当正透镜和负透镜的阿贝系数之差增大时, 因为与物镜的轴向色差具有相

反符号的轴向色差能主要通过球面像差偏差矫正元件产生，故能进一步精细矫正光拾取光学系统的轴向色差。

(42) 如(36)、(38)或(40)中描述的光学拾取装置，其特征在于，当矫正球面像差和轴向色差变化的装置由包括正透镜的正透镜组和包括负透镜的负透镜组构成时，实现以上表达式(4)。

(43) 如(37)、(39)或(41)中描述的光学拾取装置，其特征在于矫正球面像差和轴向色差变化的装置满足以上表达式(4)。

以上表达式(4)涉及物镜的轴向色差的矫正量、矫正球面像差和轴向色差变化的装置的傍轴光焦度，以及矫正球面像差和轴向色差变化的装置的可移动元件的移动量的平衡。本文中，即使当 Δvd 很小时，当 $|fP/fN|$ 的值增大时，物镜的轴向色差也能得到精细的矫正，当能矫正由于波长变化或温度或湿度改变引起的物镜的球面像差变化的矫正球面像差和轴向色差变化的装置由沿光轴方向可移动的光学元件组成时，能将这种光学元件的行程抑制到很小，但是，正透镜组的有效直径可能变大，或者负透镜组的有效直径变小。相反，当 Δvd 增大时，即使 $|fP/fN|$ 的值很小，物镜的轴向色差也能得到精细的矫正，但是，增加了矫正球面像差和轴向色差变化的装置的可移动元件的移动量，所以，光学系统的尺寸可能变大。因此，当 $\Delta d|fP/fN|/\Delta vd$ 作成满足以上表达式(5)时，能实现它们的平衡。即，能很好矫正轴向色差，进一步得到紧凑的光学系统。

(44) 如(36)、(38)或(40)中描述的光学拾取装置，其特征在于，当矫正球面像差和轴向色差变化的装置由包括正透镜的正透镜组和包括负透镜的负透镜组构成时，实现下一个表达式。

(45) 如(37)、(39)或(41)至(43)中描述的光学拾取装置，其特征在于矫正球面像差和轴向色差变化的装置满足下一个表达式。

$$\Delta d|fP/fN|/\leq 0.50 \quad (6)$$

其中， Δd ：当信息被记录或再现到信息可被记录的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面上或从信息可被记录或再现的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面再现时，可移动元件的移动量(mm)；

fP ：正透镜组的焦距(mm)(其中，当衍射面设在正透镜组上时，折射光焦度和衍射光焦度合并并在总焦距内)；

fN ：负透镜组的焦距(mm)(其中，当衍射面设在正透镜组上时，折射光焦

度和衍射光焦度合并并在总焦距内);

Δv_d 在正透镜组和负透镜组中, 正透镜的阿贝系数的最大值和负透镜的阿贝系数的最小值之差。

顺便提及, Δd 被如下定义是最佳的: Δd 是温度升高到超过参考温度+30°C (最好 15-35°C) 时出现球面像差偏差处矫正低于 λ_{rms} 的球面像差所必需的移动距离。

以上表达式 (6) 涉及物镜的轴向色差的矫正量、矫正球面像差和轴向色差变化的装置的傍轴光焦度, 以及矫正球面像差和轴向色差变化的装置的可移动元件的移动量的平衡。当作为矫正球面像差和轴向色差变化的装置的折射透镜的折射光焦度与加到矫正球面像差和轴向色差变化的装置上的衍射面的衍射光焦度被适当合并时, 能矫正物镜的轴向色差。此时, 在能矫正由于光源的振动波长变化和温度和湿度变化引起的物镜球面像差变化的矫正球面像差和轴向色差变化的装置用可沿光轴方向被传送的光学元件构成时, 当这种光学元件的行程太大时, 就产生不能精确矫正球面像差的问题。因此, 在以上表达式 (6) 中, 当 $\Delta d \cdot |f_P / f_N|$ 作成不大于 0.50 时, 能精确维持物镜的轴向色差矫正和球面像差矫正的平衡。

(46)、(47) 分别如 ((36)、(38) 或 (40)) 和 ((37)、(39) 或 (41) 至 (45)) 中描述的光学拾取装置中, 能在两种光信息记录介质上记录和/或再现信息, 因为矫正球面像差和轴向色差变化的装置对至少两种透明基板厚度彼此不同的光信息记录介质改变入射到物镜上的光通量的边缘光线的倾斜角, 故对应于各自的透明基板厚度, 由于透明基板厚度不同引起的球面像差的不同得到矫正, 此外, 因为在各个光信息记录介质上记录或再现时产生的球面像差变化得到精细矫正, 因此总能在信息记录面上形成精细的波阵面。

(48)、(49) 分别如 ((36)、(38) 或 (40)) 和 ((37)、(39) 或 (41) 至 (45)) 中描述的光学拾取装置中, 能在光信息记录介质上记录和/或再现信息, 在所述记录介质中, 多个透明基板和信息记录层从光信息记录介质的前表面侧顺序层叠, 当矫正球面像差和轴向色差变化的装置分别将光会聚到相应的信息记录面上时, 对应于信息记录层, 因为入射到物镜上的光通量的边缘光线的倾斜角被改变, 由于到达信息记录面的厚度的不同而引起的球面像差的差别得到矫正, 进一步, 因为在相应的光信息记录介质上记录或再现时产生的球面像差的变化得到

精细矫正, 因此对于每个相应的信息记录面来说, 总能分别在信息记录面上形成精细的波阵面。如上所述, 即使对于在其单侧表面上设有 2 层或多层信息记录面的光信息记录介质来说, 也能精细地进行信息的记录或再现。例如, 当沿光轴方向移动物镜时, 能在一个信息记录面上实现聚焦, 在这种情况下, 因为因到达信息记录面的厚度差别而变化的球面像差主要是第三级球面像差, 故当沿光轴方向传送矫正球面像差和轴向色差变化的装置的可移动元件时, 能精细地矫正球面像差的变化。因此, 可以在信息记录介质的单侧表面上记录或再现 2 次或多次信息。

(50)(51) 分别如 (46) 和 (47) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当两种光信息记录介质的透明基板厚度分别是 a 和 b ($a < b$) 时, 在透明基板厚度 a 的光信息记录介质的信息记录面上记录或再现信息的情况下, 负透镜和正透镜之间的间隔被增大, 超过在透明基板厚度 b 的光信息记录介质的信息记录面上记录或再现信息的情况。

(52) 分别如 (46)、(48) 或 (50) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当矫正球面像差和轴向色差变化的装置由包括正透镜的正透镜组和包括负透镜的负透镜组构成时, 满足以上表达式 (5)。

(53) 分别如 (47)、(49) 或 (51) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于满足以上表达式 (5)。

以上表达式 (5) 涉及矫正球面像差和轴向色差变化的装置的傍轴光焦度的关系。在矫正物镜使得在具有特定厚度的透明基板合并的状况下像差最小的情况下, 当透明基板的厚度改变时, 通过移动矫正球面像差变化的装置内的可移动元件, 有必要改变入射光通量的边缘光线的倾斜角, 使得物镜的球面像差对厚度最小。因此, 当选择矫正球面像差变化的装置的傍轴光焦度以便满足以上表达式 (5) 时, 可移动元件的行程被减小, 从而得到完全紧凑的光学系统。

(54) 如 (36) 至 (53) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 矫正球面像差和轴向色差变化的装置具有传送装置, 对应于球面像差的变化沿光轴传送可移动元件。

(55) 如 (36) 至 (54) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 可移动元件由比重不大于 2.0 的材料形成。从而, 能减轻到传送装置上的可移动元件的负担。

(56) 如 (36) 至 (55) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 正

透镜和负透镜中至少其中之一由塑料材料形成。特别是当矫正球面像差和轴向色差变化的装置的可移动元件由塑料材料制成时，能减轻到传送装置上的负担，高速跟踪成为可能。此外，当上面设有衍射面或非球面的组件由塑料材料形成时，能容易地在非球面上增加衍射面。

(57) 如(36)至(55)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，可移动元件由塑料材料形成。从而，能减轻光学系统的重量，由此减轻可移动装置的负担。此外，能容易地增加衍射结构。

(58) 如(36)至(57)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，正透镜和负透镜至少其中之一在至少一个表面上具有非球面，如第59方面中描述的光学拾取装置，其特征在于它在可移动元件的至少一个表面上具有非球面。通过提供非球面，矫正球面像差和轴向色差变化的装置能通过非球面的像差矫正作用得到良好性能的光学系统。特别是当在可移动元件上设置非球面时，能在可移动元件偏心时防止波阵面像差变坏。

(60) 如(36)至(59)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，矫正球面像差和轴向色差变化的装置由饱和吸水不大于0.5%的材料形成。

(61) 如(36)至(60)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，矫正球面像差和轴向色差变化的装置由3mm厚度处对于光源的振动波长的光的内透射比不小于85%的材料形成。

(62) 如(36)至(61)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，矫正球面像差和轴向色差变化的装置由一个正透镜和一个负透镜组成。

(63) 如(36)至(62)其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，因为，当矫正球面像差和轴向色差变化的装置包括配备具有环形衍射结构的衍射面的光学元件时，能用这种衍射面有效矫正轴向色差，所以，不需要重新提供用于轴向色差衍射矫正的光学元件，从而能降低成本、节省空间。在这种关系中，配有衍射面的光学元件包括透镜组中的一个透镜，因此，它包括具有正透镜组或负透镜组的一侧。此外，它还包括除那些透镜外单独设置的光学元件。

(64) 如(35)中描述的光学拾取装置，其特征在于，矫正球面像差和轴向色差变化的装置具有其折射率分布能改变的元件。

(65) 如(64)中描述的光学拾取装置，其特征在于，矫正球面像差和轴向色差变化的装置具有一设有矫正物镜轴向色差功能的耦合透镜。

(66) 如 (1) 至 (65) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 它具有配备具有环形衍射结构的衍射面的光学元件。

(67) 如 (66) 描述的光学拾取装置, 其特征在于, 该物镜是光学元件 (配备具有环带形衍射结构的衍射面的光学元件)。

(68) 如 (67) 描述的光学拾取装置, 其特征在于, 物镜的至少一个表面是非球面单物镜, 并且满足以下表达式。

$$5.0 \leq fD/f \leq 40.0 \quad (7)$$

其中, fD : 当物镜的衍射结构由 $\Phi = b_2 h^2 + b_4 h^4 + b_6 h^6 + \dots$ 定义的光程差函数表达时 [本文中, h 是距离光轴的高度 (mm), $b_2, b_4, b_6 \dots$ 是二级、四级、六级... 的光程差函数系数], 仅通过物镜的衍射结构在光源的波长上由 $fD = 1/(-2 \cdot b_2)$ 定义的焦距; 以及 f : 在整个物镜的光源的振动波长上的焦距, 其中物镜的折射光焦度与衍射光焦度合并在一起。

(68) 一种光学拾取装置, 涉及矫正用于该光学拾取装置的物镜的轴向色差, 能通过该光学拾取装置精细矫正球面像差的变化。当使用约 400nm 波长的短波长激光光源和具有约 NA0.85 的高象方数值孔径的物镜时, 在物镜中产生的轴向色差的矫正能变成很重要的问题。这个问题通过在物镜上提供具有满足以上表达式 (7) 的焦距的衍射结构来解决。因为这种衍射结构具有在后焦点变短方向上变化的波长特性, 当适当选择作为折射透镜的折射光焦度和作为衍射透镜的衍射光焦度以便满足以上表达式 (7) 时, 能矫正物镜中产生的轴向色差。可以实现 fD/f 的值不小于以上表达式 (7) 的下限且物镜的轴向色差不被过量矫正, 而且 fD/f 的值不大于以上表达式 (7) 的上限且物镜的轴向色差不被矫正得太不充分。此外, 当物镜的轴向色差处于过量矫正的状况时, 在包括在聚光光学系统中的每个光学元件中产生的轴向色差正好被物镜抵消, 这是优选的。

(69) 如 (33)、(63) 其中之一, (66) - (68) 其中之一中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 该衍射结构构造产生 n -级衍射光 (此处, n 是非-1, 0 和+1 的整数), 其衍射光量大于在由衍射结构产生的衍射光中任何其他级衍射光的光量, 对于光信息记录介质的信息的记录和/或再现, 能将 n -级衍射光会聚到信息记录媒体的信息记录面上。

如 (69) 中描述的光学拾取装置, 尤其涉及在该光学拾取装置中使用的光学系统, 在所述光学拾取装置中, 利用在衍射结构中产生的高于 2 级的更高级衍

射光在光信息记录介质上记录或再现信息。当用 n -级衍射光时，与使用+1级或-1级衍射光的情况相比，因为衍射结构的环带间隔（环带间距）能增大大约 n 倍，且环带数可作成约为 $1/n$ ，能容易地生产增加衍射结构的透镜压制件，缩短压制件的加工时间，并防止由于加工生产误差引起衍射效率下降。

(70) 如 (8) - (33) 其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，在具有配备具有环带形衍射结构的衍射面的光学元件的装置中，为了矫正球面像差的变化，包括此正透镜的所有正透镜的相应阿贝系数不大于 70.0，或者包括此负透镜的所有负透镜的相应阿贝系数不小于 40.0。

(71) 如 (36) - (63) 其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，在具有配备具有环带形衍射结构的衍射面的光学元件的装置中，为了矫正球面像差和轴向色差的变化，包括该正透镜的所有正透镜的相应阿贝系数不大于 70.0，或者包括该负透镜的所有负透镜的相应阿贝系数不小于 40.0。

如 (70) 中描述的光学拾取装置，涉及矫正球面像差变化的装置的优选结构，通过该装置能矫正物镜中产生的轴向色差；如 (71) 中描述的光学拾取装置，涉及矫正球面像差和轴向色差变化的装置的优选结构，通过该装置能矫正物镜中产生的轴向色差。当构成矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置的正透镜的阿贝系数不大于 70.0，或者构成该装置的负透镜的阿贝系数不小于 40.0 时，在物镜中产生的轴向色差易于被不充分矫正。在这种情况下，当在矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置的组件的至少一个表面上设置具有波长特性的有衍射结构的衍射面，以便在光源的振动波长被微小改变到长波长侧时物镜的后焦点变短时，能精细地矫正物镜的轴向色差。此外，在该衍射面上，当提供球面像差特性时，在这种特性下，物镜的球面像差在光源的振动波长被微小改变到长波长侧时变成不充分矫正，当光源的振动波长被微小改变到长波长侧时产生的球面像差也能被矫正。此外，当正透镜的阿贝系数不大于 70.0 时，强度出色，生产容易，抗环境性也好。另一方面，当负透镜的阿贝系数不小于 40.0 时，短波长光的穿透力出色。对于正透镜和负透镜来说，最好其阿贝系数不小于 40.0 且不大于 70.0。

(72) 如 (70) 中描述的光学拾取装置，其特征在于矫正球面像差变化的装置；而且进一步，(73) 如 (71) 中描述的光学拾取装置，其特征在于矫正球面像差和轴向色差变化的装置，当光源的振动波长中傍轴光焦度为 $P1$ 时，比振

动波长短 10nm 的波长中的傍轴光焦度为 P2, 比振动波长长 10nm 的波长中的傍轴光焦度为 P3, 满足以下表达式。

$$P2 < P1 < P3 \quad (8)$$

根据这个表达式, 矫正在光学元件例如物镜或耦合透镜中产生的轴向色差的任务被分配给矫正球面像差变化的装置或者矫正球面像差和轴向色差变化的装置。即, 在通过衍射结构矫正球面像差变化的装置本身内或在矫正球面像差和轴向色差变化的装置本身内, 轴向色差被过量矫正, 并且通过产生与例如物镜或耦合透镜这样的光学元件中产生的轴向色差极性相反的轴向色差, 能矫正光学元件例如物镜或耦合透镜中产生的轴向色差。

(74) 如 (33)、(63) 或 (66) - (73) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于衍射面相对于光源的振动波长的微小变化具有抑制物镜中产生的轴向色差的功能。

(75) 如 (33)、(63) 或 (66) - (74) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当光源的振动波长被微小改变到长波长侧时, 衍射面具有波长特性使得物镜的后焦点变短。这样, 能精细矫正轴向色差。特别是当在物镜中产生的轴向色差通过在耦合透镜和/或物镜上提供衍射面得到矫正时, 即使当瞬时波长改变, 例如产生球面像差偏差矫正装置或物镜聚焦不能跟随的模式跳变时, 也不增大光斑直径, 能进行稳定的信息记录或再现。

(76) 如 (33)、(63) 或 (66) - (75) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当光源的振动波长被微小改变到长波长侧时, 衍射面具有球面像差特性, 在这种特性下, 物镜的球面像差被改变到不充分矫正的方向。从而, 能精细矫正光源的振动波长被微小改变到长波长侧时产生的球面像差。

(77) 如 (1) - (65) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该光源具有至少 2 个光源: 振动波长为 λ_1 的光源和振动波长为 λ_2 的光源 ($\lambda_1 < \lambda_2$), 在记录或再现信息所需的物镜象方上的预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07 \lambda_1$ rpm 的条件下, 聚光光学系统能将来自振动波长为 λ_1 的光源的第一光通量会聚到透明基板厚度为 t_1 的第一光信息记录介质的信息记录面上, 在记录或再现信息所需的物镜象方上的预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07 \lambda_2$ rpm 的条件下, 聚光光学系统能将来自振动波长为 λ_2 的光源发射的第二光通量会聚到透明基板厚度为 t_2 ($t_1 \leq t_2$) 的第二光信息记录介质的信息记录面上。

例如, 在利用短波长光源例如蓝紫半导体激光器将信息记录或再现到不同透明基板厚度的光信息记录介质上的情况下, 当进行设计工作使得物镜的球面像差矫正在一侧光信息记录介质上变得最优时, 记录或再现信息时在另一个光信息记录介质上主要产生球面像差。具体地说, 在物镜和组合的情况下, 矫正透明基板厚度为 t_1 的光信息记录介质使得球面像差对于无限远平行光通量的入射光最小, 当记录或再现具有透明基板厚度为 t_2 ($>t_1$) 的光信息记录介质时, 在物镜中产生过量矫正的球面像差。相反, 当记录或再现具有透明基板厚度为 t_2 ($<t_1$) 的光信息记录介质时, 在物镜中产生不充分矫正的球面像差。

与此相对照, 例如, 当为物镜增加衍射面时, 形成具有波长相关性的衍射透镜, 其中不同波长的光通量分别将精细波阵面形成到透明基板厚度不同的光信息记录介质上, 可以精细地矫正透明基板厚度不同时产生的球面像差。如在第 77 方面的光学拾取装置中描述的, 当短波长的衍射光将精细波阵面形成到具有小透明基板厚度的光信息记录介质上时是精细的, 长波长的衍射光将精细波阵面形成到具有大透明基板厚度的光信息记录介质上。

具体地说, 最好是当光源的波长被微小改变到长波长侧时, 衍射面具有球面像差特性, 在这种特性下, 物镜的球面像差不能得到充分矫正。此外, 设置改变光通量的发散角的发散角改变装置, 当入射到物镜上的光通量的发散角变化到对应于球面像差变成最小的物距的发散角时, 可进一步精细地矫正物镜的球面像差。特别是当球面像差最小时到达具有透明基板厚度为 t_2 的光信息记录介质的光通量为发散光时, 能容易地固定工作距离。因为当透明基板厚度不同时矫正球面像差偏差的任务可分配给发散角改变装置和衍射面, 故发散角改变装置的可移动部分的移动量可以很小。此外, 当球面像差的矫正任务可分配给发散角改变装置和衍射面时, 能减小衍射面的光焦度, 增大衍射环带的间隔, 容易地生产具有高衍射效率的衍射透镜。在这种关系下, 在以上描述中, 与透明基板厚度 t_1 结合, 矫正物镜使得球面像差对于无限远光通量变为最小, 但是, 其中任一个物镜也是允许的, 对于来自有限距离的发散光通量变为最小或向象方物体会聚光通量, 将球面像差矫正成最小, 当然, 通过与上述同样的方式, 能矫正透明基板厚度不同时的球面像差。

(78) 如(77)中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 它具有设置具有环带形衍射结构的衍射面的光学元件。

(79) 如(78)中描述的光学拾取装置, 其特征在于它具有波长特性, 在该特性中, 在记录或再现信息所需的物镜象方的预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07\lambda_1$ rms 的条件下, 光学元件的衍射面能将来自振动波长为 λ_1 的光源发出的第一光通量会聚到透明基板厚度为 t_1 的第一光信息记录介质的信息记录面上, 在记录或再现信息所需的物镜象方的预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07\lambda_2$ rms 的条件下, 能将来自振动波长为 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) 的光源发射的第二光通量会聚到透明基板厚度为 t_2 ($t_1 \leq t_2$) 的第二光信息记录介质的信息记录面上。具体地说, 利用两个光源的振动波长的差矫正透明基板厚度差产生的球面像差, 两个光源用于记录和/或再现相应光信息记录介质的信息和设在衍射面上的衍射结构的作用。

(80) 如(79)中描述的光学设备, 其特征在于, 对于第一光信息记录介质的信息记录面, 当通过从振动波长为 λ_1 的光源发射的第一光通量记录或再现信息所必需的物镜的象方的预定数值孔径为 NA_1 时, 对于第一光信息记录介质的信息记录面, 通过从振动波长为 λ_2 的光源发射的第二光通量记录或再现信息所必需的物镜的象方的预定数值孔径为 NA_2 ($NA_1 > NA_2$), 在不小于波阵面像差 $0.07\lambda_2$ rms 的条件下, 在 NA_1 内, 光学元件的衍射面将从振动波长为 λ_2 的光源发射的第二光通量光聚光到第二光信息记录介质的信息记录面上。

特别是如(80)所述, 最好球面像差处于被精细矫正的状态, 对于振动波长 λ_1 、透明基板厚度 t_1 和象方数值孔径 NA_1 的组合, 球面像差达到振动波长 λ_2 、透明基板厚度 t_2 和象方数值孔径 NA_2 的组合所需的象方数值孔径 NA_2 的范围通过衍射结构的作用进行矫正, 范围从象方数值孔径 NA_2 至 NA_1 的球面像差被增大(主要作为闪烁成分产生)。从而, 当振动波长 λ_2 的第二光通量入射到其通过振动波长 λ_1 和物镜的象方数值孔径 NA_1 所决定的整个光阑内部时, 多于象方数值孔径 NA_2 的光通量不用于光斑的图象聚焦, 因为在信息记录面上光斑直径没有小到不能到达透明基板厚度为 t_1 的第一光信息记录介质, 能防止在光学拾取装置的光接收装置中错误信号的产生或不必要信号的检测, 而且, 因为对应于各个光源的振动波长和相应的象方数值孔径的组合, 不需要提供转换光阑的装置, 因此能得到简单的光学拾取装置。特别更可取的是, 在 NA_1 内不小于球面像差 $0.2\lambda_2$ rms 的条件下, 振动波长 λ_2 的光源发射的第二光通量会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上。

(81) 如(78) - (80) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该物镜是光学元件(配有带环带形衍射结构的衍射面的光学元件)。如第82方面中描述的光学拾取装置, 其特征在于, 该物镜的至少一个表面是非球面单透镜物镜, 且满足以下表达式。

$$5.0 \leq (f1/vd) \cdot fD1 \leq 10.0 \quad (9)$$

其中, $f1$: 在整个物镜的振动波长 $\lambda 1$ 上的焦距 (mm), 其中物镜的折射光焦度和衍射光焦度通过物镜的衍射结构结合在一起; vd : 物镜的 d 线的阿贝系数; $fD1$: 当物镜的衍射结构由 $\Phi b=b_2h^2+ b_4h^4+ b_6h^6+\dots$ 定义的光程差函数表达时[本文中, h 是距离光轴的高度 (mm), $b_2, b_4, b_6\dots$ 是二级、四级、六级...的光程差函数系数], 仅通过物镜的衍射结构在光源的波长上由 $fD=1/(-2 \cdot b_2)$ 定义的焦距 (mm)。

(83) 如(81) 中描述的光学拾取装置, 其特征在于物镜的至少一个表面是非球面单物镜, 且满足下列表达式。

$$-25.0 \leq (b_2/\lambda 1) \leq 0.0 \quad (10)$$

其中, b_2 : 二级的光程差函数系数, 当物镜的衍射结构由 $\Phi b=b_2h^2+ b_4h^4+ b_6h^6+\dots$ 定义的光程差函数表达时[本文中, h 是距离光轴的高度 (mm), $b_2, b_4, b_6\dots$ 是二级、四级、六级...的光程差函数系数]; $\lambda 1$: 振动波长 $\lambda 1$ (mm)。

(82)(83) 一种光学拾取装置, 涉及能精确矫正物镜中产生的轴向色差和聚光光学系统的每个光学表面上产生的球面像差变化的光学拾取装置, 涉及透明基板厚度不同的多个光信息记录介质, 尤其涉及在使用与波长彼此不同的多个光源的光通量同级的衍射光的光学拾取装置的情况下在物镜上设置衍射结构, 通过衍射结构的作用, 同级衍射光的轴向色差分别得到矫正。

当使用短波长光源 (不大于约 500nm 的振动波长) 和具有高于传统象方数值孔径 (例如用于 CD 的约 NA0.45, 用于 DVD 的约 NA 0.6) 的象方数值孔径的物镜时, 目的是抑制彗差产生, 特别有效的是光信息记录介质的透明基板厚度减小到不大于 0.2mm, 但是, 通过满足以上表达式 (9), 对短波长光源和传统长波长光源的光通量的轴向色差不被过量矫正或不被充分矫正, 且能正好平衡矫正, 当在物镜上设置具有波长特性的衍射结构时, 通过该波长特性, 对于多个透明基板厚度不同的光信息媒体, 精细光斑分别形成在相应的信息记录面上, 同样适用于透明基板厚度 (例如对于 CD 来说为 1.2mm, 对于 DVD 来说为 0.6mm) 大的传

统光信息记录介质, 通过单个光学拾取装置(至少, 通常适用物镜及其驱动机构的光学拾取装置), 能进行信息的记录或再现。在以上表达式(9)中, 一旦超过左侧下限, 对 600nm-800nm 的长波长光源的光通量不过量矫正轴向色差, 一旦低于右侧的上限, 对于不大于 500nm 的短波长光源的光通量充分矫正轴向色差, 这是可取的。

此外, 通过满足以上表达式(10), 通过设在物镜上的衍射结构的像差矫正的负担被减轻, 即, 通过满足以上表达式(10), 因为有可能在聚光光学系统中产生的轴向色差的矫正任务被分配给设在物镜上的衍射结构, 衍射结构的环带间隔可以很大, 环带的数量可以很小, 故能得到具有高衍射效率的物镜。本文中, 当 $b_2=0$ 时, 它相当于不通过设在物镜上的衍射结构矫正轴向色差的情况, 当 $-25.0 \leq (b_2/\lambda_1) < 0.0$ 时, 它相当于将短波长光源(不大于约 500nm)的光通量的轴向色差矫正到长波长光源(约 600nm 到 800nm)的光通量的轴向色差不被过量矫正的程度。以这种方式, 能在布置在物镜和光源之间的球面像差变化的装置由第 10、11、33、38、39、63 和 65 方面所描述的结构构成时矫正未充分矫正的轴向色差。此外, 在通过衍射结构的作用矫正物镜中产生的轴向色差的情况下, 当物镜材料的阿贝系数为 v_d 时, 最好满足 $v_d > 55.0$, 从而, 可以将二级光谱抑制为很小。

(84) 如(78)-(83)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 对于光源的振动波长的微小变化, 衍射面具有矫正物镜中产生的轴向色差的功能。

(85) 如(78)-(84)其中之一描述的光学拾取装置中, 因为衍射面具有波长特性, 在该特性中, 当光源的振动波长微小改变到长波长侧时, 物镜的后焦点变短, 能精细矫正适用短波长光源时成为问题的轴向色差。

(86) 如(78)-(85)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 当光源的振动波长微小改变到长波长侧时, 衍射面具有球面像差特性, 在该特性中, 物镜的球面像差被改变到未充分矫正的方向。因此, 因为可以将球面像差矫正的任务分配给矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置以及衍射面, 当利用可沿光轴方向移动的光学元件构造矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置时, 光学元件的行程量足够小。此外, 如上所述, 当将球面像差矫正的任务分配给矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置和衍射面时, 能抑制衍射面的光焦度, 因为衍射环带的间隔

可以很大，能容易地生产具有高衍射效率的光学元件。

(87)(88) 分别如 (1) - (65) 和 (77) 中其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，物镜在至少一个表面上至少具有第一部分、第二部分和第三部分，通过它们将光源发射的光通量经折射作用从光轴侧到其外周边按顺序分成多个光通量，其中第一部分和第三部分能会聚来自光源的光通量，使得能对透明基板厚度 t_1 的第一光信息记录介质的信息记录面进行信息的记录或再现，第一部分和第二部分能会聚来自光源的光通量，使得能对透明基板厚度 t_2 ($t_1 < t_2$) 的第二光信息记录介质的信息记录面进行信息的记录或再现。

(89) 如 (77) 中描述的光学拾取装置，其特征在于，在物镜的至少一个表面上，形成一个环带形台阶部分将入射光通量分成 k ($k \geq 4$) 个环带形光通量 (本文中，以从光轴侧到外部的顺序定义第一，第二，...，第 k 光通量)，当在第一光信息记录介质上进行信息的记录和/或再现时，在通过第一和第 k 光通量形成的最佳象面位置上的第一和第 k 光通量的波阵面的球面像差成分不大于 $0.05 \lambda_1 \text{ rms}$ (光源波长 λ_1)，在第二到第 $(k-1)$ 光通量中，至少 2 个光通量在从第一和第 k 光通量形成的最佳象面位置的不同位置上分别形成最佳象面位置，在由第一和第 k 光通量形成的最佳象面位置上，在通过必要的数值孔径到达第一光信息记录介质的第一到第 k 光通量的各光通量中的光线的波阵面像差几乎为 $m_i \lambda_1$ (m_i 是整数， $i=1, 2, \dots, k$)。

根据 (89) 所描述的光学拾取装置，因为在第一光信息记录介质 (第一光盘) 的透明基板厚度和第二光信息记录介质 (第二光盘) 的透明基板厚度之间的基板厚度差方面剩余误差减小，因此能适当地在多种光盘上进行信息的记录和/或再现。对于这种物镜，参见图 26，描述见下文。

(90) 如 (77) - (86)、(88) 或 (89) 其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于第一光信息记录介质的透明基板厚度 t_1 不大于 0.6mm，第二光信息记录介质的透明基板厚度 t_2 不小于 0.6mm，振动波长 λ_2 在不小于 600nm 且不大于 800nm 的范围内。

(91) 如 (1) - (90) 其中之一描述的光学拾取装置，其特征在于，在物镜的球面像差中，当第三级球面像差成分为 SA_1 时，第五、第七和第九球面像差成分的和是 SA_2 时，满足下面的表达式。

$$|SA_1/SA_2| > 1.0 \quad (11)$$

其中, SA1: 当像差函数展开成为 Zernike 多项式时的第三级球面像差成分; SA2: 当像差函数展开成为 Zernike 多项式时的第五球面像差成分、第七球面像差成分和第九球面像差成分的平方和的根。

在(91)中描述的光学拾取装置, 涉及在物镜中产生的球面像差的实际级球面像差成分中的平衡。特别是在具有高象方孔径的单透镜物镜中, 因为存在一种倾向, 在这种倾向中, 通过中央厚度(轴向厚度)的些微差别增大球面像差的量, 物镜所要求的可允许的中央厚度范围变得非常窄, 此外, 当通过模压生产透镜时, 也难以通过满足以上表达式(11)在不大于几 μm 的中央厚度的偏差下得到多个透镜, 因为第三级球面像差成分能通过矫正球面像差变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置比较容易地得到矫正, 能延伸中央厚度(特别是与设计值的误差)的可允许范围。

(92) 如(1)-(91)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 确定物镜的数值孔径的光阑位于从物镜的最大光源侧表面的表面顶部布置光信息记录介质的那一侧。于是, 当发散光入射到物镜上时, 因为最大光源侧表面上的光线的经过高度可以抑制到很小, 这对减小物镜尺寸或物镜的像差矫正是可取的。

(93) 如(1)-(92)其中之一描述的光学拾取装置, 因为物镜是在至少一个表面上具有非球面的单透镜物镜, 因此能有效地矫正球面像差或彗差, 能提供尺寸小重量轻的紧凑的光学拾取装置。特别是当两个表面都是非球面时, 因为能有效地矫正球面像差和彗差, 因此更为可取。

(94) 如(1)-(93)其中之一描述的光学拾取装置, 因为光源具有至少不大于500nm的振动波长, 所以高密度信息的记录或高密度记录信号的再现变成可能。此外, 使用具有不大于500nm的振动波长的短波长光源时成为问题的轴向色差可以通过第10、11、33、38、39、63或65方面所描述的结构得到矫正。

(95) 如(1)-(94)其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于, 物镜的象方数值孔径 NA 至少不小于0.65。当物镜的象方孔径不小于0.65(更可取的是不小于0.75)时, 它大于传统孔径, 能较大提高光信息记录介质的密度和容量。给出特定的数值, 本发明下面将作描述。因为会聚到光信息记录介质上的光斑直径可以由 $k\lambda/\text{NA}$ 表达(k : 比例常数, λ : 光源的振动波长, NA: 物镜的象方数值孔径), 在使用振动波长400nm的蓝紫半导体激光和象方数值孔径为0.85的物镜的高密度光拾取光学系统中, 与使用振动波长为650nm的红色半导

体激光和象方数值孔径为 0.65 的物镜的低密度光拾取光学系统相比, 光斑直径约为 1/2。本文中, 因为记录到光信息记录介质上的记录密度与光斑直径的比率的倒数的平方成正比, 所以高密度光拾取光学系统的记录密度约为低密度光拾取光学系统的记录密度的 4 倍。

(96) 如 (1) - (95) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该物镜满足以下表达式。

$$1.1 \leq d1/f \leq 3.0 \quad (12)$$

其中, $d1$: 轴向透镜厚度 (mm)

f : 在光源振动波长下的焦距 (mm) (在这种关系中, 当光源具有多个具有不同振动波长的光源时, 焦距在波长最短的振动波长下, 当在物镜上设置衍射面时, 在整个焦距内合并有折射光焦度和衍射光焦度)。

以上表达式 (12) 设计获得良好象高特性的条件。在希望大于 0.65 的大象方数值孔径的情况下, 当值 $d1/f$ 不低于下限时, 能保证良好的象高特性, 降低偏移灵敏度。此外, 因为在物镜的有效直径的最大位置处非球面的接触表面和垂直于光轴的表面之间形成的角度可以被减小, 故模压透镜时压制件的处理过程变容易了。另一方面, 当值 $d1/f$ 不小于上限时, 因为中央厚度 (轴向厚度) 不太大, 可以保证工作距离大。此外, 因为能将产生象散抑制到很小, 故能保证良好的象高特性。根据以上方案, 值 $d1/f$ 满足以下表达式更可取。

$$1.2 \leq d1/f \leq 2.3 \quad (12')$$

此外, 满足以下表达式尤其可取。

$$1.4 \leq d1/f \leq 1.8 \quad (12'')$$

(97) 如 (1) - (96) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该物镜由塑料材料形成。当物镜由塑料形成时, 能减轻重量, 并减小加到聚焦机构上的负担。此外, 生产的物镜有可靠的精确度, 量大, 成本低。此外, 当在物镜上设置非球面或衍射面时, 可以容易地形成这些表面。特别是通过注模法 (包括注射压模) 进行生产是可取的。

(98) 如 (1) - (97) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该物镜由饱和吸水不大于 0.5% 的材料形成。于是, 因为由湿度吸收引起的物镜的折射光焦度变化变小, 因此是可取的。

(99) 如 (1) - (98) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于该物镜

由对于光源的振动波长的光在厚度 3mm 时内部透射比不小于 85%的材料形成。于是, 因为具有高光强的光源是不必要的, 因此能节省能源。

(100) 如(1) - (99) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于它能应用到第 1 至第 99 方面其中之一所描述的光学拾取装置中。

(101) 如(1) - (99) 其中之一描述的光学拾取装置, 其特征在于它是用于第 1 至第 99 方面其中之一所描述的光学拾取装置的物镜。

(102) 一种物镜, 其特征在于, 在用于能对至少 2 种光信息记录介质进行信息记录和/或再现的光学拾取装置的物镜中, 所述光学拾取装置具有振动波长与 λ_1 ($\lambda_1 < \lambda_2$) 不同的振动波长 λ_2 的光源, 聚光光学系统包括物镜, 用于通过透明基板厚度为 t_1 的透明基板将振动波长 λ_1 的光源发出的第一光通量聚光到第一光信息记录介质的信息记录面上, 通过透明基板厚度为 t_2 ($t_1 < t_2$) 的透明基板将振动波长 λ_2 的光源发出的第二光通量聚光到第二光信息记录介质的信息记录面上, 以及光检测器, 用于接收从第一和第二光信息记录介质反射的光, 而且满足以下表达式。

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3.0 \quad (13)$$

其中, d_1 : 轴向透镜厚度 (mm)

f : 振动波长 λ_1 下的焦距 (mm) (在这种关系中, 当在物镜上设置衍射面时, 在整个焦距内合并有折射光焦度和衍射光焦度)。

(103) 如(102) 中描述的物镜, 其特征在于象方数值孔径 NA 不小于 0.75。

(104) 如(102) 或(103) 中描述的物镜, 其特征在于它设有具有环带形衍射结构的衍射面。

(105) 如(104) 中描述的物镜, 其特征在于衍射面具有这样的波长特性: 在记录和再现信息所必需的物镜的象方一预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07\lambda_1$ 的条件下, 能将振动波长 λ_1 rpm 的光源发出的第一光通量会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上, 在记录和再现信息所必需的物镜的象方一预定数值孔径内不大于波阵面像差 $0.07\lambda_2$ rpm 的条件下, 能将振动波长 λ_2 的光源发出的第二光通量会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上。

(106) 如(104) 或(105) 中描述的物镜, 其特征在于, 对于第一光信息记录介质的信息记录面, 当通过从振动波长 λ_1 的光源发出的第一光通量记录或再现信息所必需的物镜的象方一预定数值孔径为 NA1 时, 对于第二光信息记录介

质的信息记录面, 当通过从振动波长 λ_2 的光源发出的第二光通量记录或再现信息所必需的物镜的象方一预定数值孔径为 NA_2 ($NA_1 > NA_2$) 时, 在不小于波阵面像差 $0.07\lambda_2$ rms 的条件下, 在 NA_1 内, 衍射面将从振动波长 λ_2 的光源发出的第二光通量聚光到第二光信息记录介质的信息记录面上。

(107) 如(104) - (106) 其中之一描述的物镜, 其特征在于, 该衍射面具有对于光源的振动波长的微小变化能抑制轴向色差的功能。

(108) 如(104) - (107) 其中之一描述的物镜, 其特征在于, 该衍射面具有光源的振动波长被微小改变到长波长侧时缩短物镜的后焦点的波长特性。

(109) 如(104) - (108) 其中之一描述的物镜, 其特征在于, 该衍射面具有光源的振动波长被微小改变到长波长侧时改变到物镜的球面像差变成未充分校正的方向上的球面像差的特性。

(110) 如(102) - (109) 其中之一描述的物镜, 其特征在于它是至少一个表面是非球面的单透镜, 且满足以下表达式。

$$0.5 \leq (f_1/v_d) \cdot f_{D1} \leq 10.0 \quad (14)$$

其中, f_1 : 在振动波长 λ_1 下物镜的焦距(mm), 其中合并有物镜的折射光焦度和由物镜的衍射结构带来的衍射光焦度; v_d : 透镜材料的d线的阿贝系数; f_{D1} : 当物镜的衍射结构由 $\Phi = b_2 h^2 + b_4 h^4 + b_6 h^6 + \dots$ 定义的光程差函数表达时[本文中, h 是距离光轴的高度(mm), $b_2, b_4, b_6, \dots$ 是二级、四级、六级...的光程差函数系数], 仅通过衍射结构在振动波长 λ_1 下由 $f_D = 1/(-2 \cdot b_2)$ 定义的焦距(mm)。

通过满足以上表达式(14), 对短波长光源的光通量和传统长波长光源的轴向色差都不被过量校正或未充分校正, 并能很好平衡地校正。在以上表达式(14)中, 在超过左侧的下限内, 不对600nm-800nm的长波长光源的光通量过量校正轴向色差, 在低于右侧的上限内, 对不大于500nm的短波长光源的光通量充分校正轴向色差, 这是可取的。当在物镜上设置具有波长特性的衍射结构时, 通过该特性, 分别对透明基板厚度不同的多个光信息记录介质在各自的信息记录面上形成精细光斑, 也适用于透明基板厚度(例如1.2mm的CD, 0.6mm的DVD)大的传统光信息记录介质, 也适用于透明基板厚度小(例如透明基板厚度不大于0.2mm)的光信息记录介质, 对此, 短波长光源和高象方数值孔径是必要的, 能得到通常能用于信息的记录或再现的物镜。

(111) 如(102) - (109) 其中之一描述的物镜, 其特征在于它是至少一

个表面是非球面的单透镜, 且满足以下表达式。

$$-25.0 \leq (b_2/\lambda_1) \leq 0.0 \quad (15)$$

其中, b_2 : 二级的光程差函数系数, 当物镜的衍射结构由 $\Phi b = b_2 h^2 + b_4 h^4 + b_6 h^6 + \dots$ 定义的光程差函数表达时[本文中, h 是距离光轴的高度(mm), $b_2, b_4, b_6 \dots$ 是二级、四级、六级...的光程差函数系数]; λ_1 : 振动波长 λ_1 (mm)。

此外, 通过满足以上表达式(15), 能减轻由设在物镜上的衍射结构带来的像差矫正的负担, 即, 通过满足以上表达式(15), 因为可能在聚光光学系统中产生的轴向色差的矫正任务几乎不分配给设在物镜上的衍射结构, 衍射结构的环带间隔可以很大, 环带数量可以很小, 故能获得具有高衍射效率的物镜。本文中, 当 $b_2=0$ 时, 它相当于不通过设在物镜上的衍射结构矫正轴向色差的情况, 当 $-25.0 \leq (b_2/\lambda_1) < 0.0$ 时, 它相当于将短波长光源(不大于约 500nm)的光通量的轴向色差矫正到长波长光源(约 600nm 到 800nm)的光通量的轴向色差不被过量矫正的程度。以这种方式, 能在布置在物镜和光源之间的球面像差变化的装置由第(10)、(11)、(33)、(38)、(39)、(63)和(65)所描述的结构构成时矫正未充分矫正的轴向色差。此外, 在通过衍射结构的作用矫正物镜中产生的轴向色差的情况下, 当物镜材料的阿贝系数为 vd 时, 最好满足 $vd > 55.0$, 从而, 可以将二级光谱抑制为很小。

(112) 如(102)-(111)其中之一描述的物镜, 其特征在于, 在物镜的球面像差中, 当第三级球面像差成分为 SA1 时, 第五、第七和第九球面像差成分的和是 SA2 时, 满足下面的表达式。

$$|SA1/SA2| > 1.0 \quad (16)$$

其中, SA1: 当像差函数展开为 Zernike 多项式时的第三级球面像差成分; SA2: 当像差函数展开为 Zernike 多项式时的第五球面像差成分、第七球面像差成分和第九球面像差成分的平方和的根。

这涉及在物镜中产生的球面像差的实际级球面像差成分中的平衡。特别是在具有高象方孔径的单透镜物镜中, 因为存在一种倾向, 在这种倾向中, 通过中央厚度(轴向厚度)的些微差别增大球面像差的量, 物镜所要求的可允许的中央厚度范围变得非常窄, 此外, 当通过模压生产透镜时, 也难以通过满足以上表达式(11)在不大于几 μm 的中央厚度的偏差下得到多个透镜, 在物镜中产生的实际级的球面像差成分中的平衡可以作得很精细, 能延伸物镜所要求的中央厚度

(特别是与设计值的误差)的可允许范围。

(113) 如(102)或(103)中描述的物镜,其特征在于,在至少一个表面上至少具有第一部分、第二部分和第三部分,通过它们将光源发射的光通量经折射作用从光轴侧到其外周边按顺序分成多个光通量,其中第一部分和第三部分能会聚来自振动波长 λ_1 的光源的光通量,使得能对第一光信息记录介质的信息记录面进行信息的记录或再现,第一部分和第二部分能会聚来自振动波长 λ_2 的光源的光通量,使得能对第二光信息记录介质的信息记录面进行信息的记录或再现。

(114) 如(102)或(103)中描述的物镜,其特征在于,在物镜的至少一个表面上,形成一个环带形台阶部分将入射光通量分成 k ($k \geq 4$)个环带形光通量(本文中,以从光轴侧到外部的顺序定义第一,第二, ..., 第 k 光通量),当在第一光信息记录介质上进行信息的记录和/或再现时,在通过第一和第 k 光通量形成的最佳表观象面位置上的第一和第 k 光通量的波阵面的球面像差成分不大于 $0.05 \lambda_1 \text{ rms}$ (光源波长 λ_1),在第二到第 $(k-1)$ 光通量中,至少2个光通量在从第一和第 k 光通量形成的最佳表观图象位置的不同位置上分别形成最佳象面位置,在由第一和第 k 光通量形成的最佳表观图象位置上,在通过必要的数值孔径到达第一光信息记录介质的第一到第 k 光通量的各光通量中的光线的波阵面像差几乎为 $m_i \lambda_1$ (m_i 是整数, $i=1, 2, \dots, k$)。

(115) 如(102) - (104)其中之一描述的物镜,其特征在于它由塑料材料形成。

(116) 如(102) - (115)其中之一描述的物镜,其特征在于它由由饱和吸水不大于0.5%的材料形成。

(117) 如(102)至(116)其中之一描述的物镜,其特征在于它由3mm厚度下对于光源的振动波长内透射比不小于85%的材料形成。

(118) 如(102)至(117)其中之一描述的物镜,其特征在于它是至少一个表面是非球面的单透镜。

(119) 如(102)至(118)其中之一描述的物镜,其特征在于它适用于(1) - (99)中任一项描述的光学拾取装置。

(120) 一种扩束器,其特征在于,它包括至少一个正透镜和至少一个负透镜,两者中至少其一是能沿光轴方向传送的可移动元件,包括该正透镜的所有正

透镜的相应阿贝系数不大于 70.0 或者包括该负透镜的所有负透镜的的相应阿贝系数不小于 40.0, 它在至少一个表面上有具有环带形衍射结构的衍射面。

当组成扩束器的正透镜的阿贝系数不小于 70.0 或负透镜的阿贝系数不小于 40.0 时, 在另一个光学元件中产生的轴向色差(特别优选地, 当适用于光学拾取装置时的物镜)易于处于未充分矫正的状态, 但是, 当设置衍射面时, 能精细矫正轴向色差。特别是当在至少一个表面上设置具有入射光源的振动波长被微小变化到长波长侧时后焦点变短的波长特性的衍射面时, 能精细地矫正物镜的轴向色差。此外, 当正透镜的阿贝系数不大于 70.0 时, 强度出色, 生产容易, 也适于抵抗环境, 是好的。另一方面, 当负透镜的其阿贝系数不小于 40.0 时, 短波长光的透射比出色。对于正透镜和负透镜, 阿贝系数不小于 40.0 和不大于 70.0 是可取的。

(121) 如(120)中描述的扩束器, 其特征在于, 当在输出待入射光通量的光源的振动波长中傍轴光焦度为 P_1 时, 比振动波长短 10nm 的波长中的傍轴光焦度为 P_2 , 比振动波长长 10nm 的波长中的傍轴光焦度为 P_3 , 满足以下表达式。

$$P_2 < P_1 < P_3 \quad (17)$$

根据这个表达式, 矫正在光学元件例如物镜或耦合透镜中产生的轴向色差的任務被分配给扩束器。即在扩束器本身内, 轴向色差被衍射结构过量矫正, 并且通过产生与例如物镜或耦合透镜这样的光学元件中产生的轴向色差极性相反的轴向色差, 能矫正光学元件例如物镜或耦合透镜中产生的轴向色差。

(122) 如(121)或(120)中描述的扩束器, 其特征在于, 相对于输出待入射光通量的光源的振动波长的微小变化, 衍射面具有抑制设置在发光侧的聚光透镜中产生的轴向色差的功能。

(123) 如(120) - (122)其中之一描述的扩束器, 其特征在于, 当输出待入射光通量的光源的振动波长被微小变化到长波长侧时, 衍射面具有波长特性使得布置在发光侧上的聚光透镜的后焦点变短。据此, 能精细矫正光学元件例如物镜的轴向色差。

(124) 如(120) - (123)其中之一描述的扩束器, 其特征在于, 当输出待入射光通量的光源的振动波长被微小变化到长波长侧时, 衍射面具有球面像差特性, 在该特性中, 将布置在发光侧的聚光透镜的球面像差改变到未充分矫正的方向上。从而, 输出待入射光通量的光源的振动波长被微小变化到长波长侧时产

生的球面像差能得到精细矫正。

(125) 如(120) - (124) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于, 可移动元件由特定比重不大于 2.0 的材料形成。据此, 能减轻加到传动设备上的可移动元件的负担。

(126) 如(120) - (125) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于, 可移动元件由塑料材料形成。据此, 能减轻加到传送装置上的可移动元件的负担, 能沿光轴方向高速传送可移动元件。此外, 当上面设有衍射面或非球面的结构元件由塑料材料形成时, 这些可以很容易地被增加上去。

(127) 如(120) - (126) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它在可移动元件的至少一个表面上具有非球面。

(128) 如(120) - (127) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于可移动元件由饱和吸水不大于 0.5% 的材料形成。

(129) 如(120) - (128) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于可移动元件由 3mm 厚度下对于将要入射的光源的振动波长的光的内透射比不小于 85% 的材料形成。

(130) 如(120) - (124) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它由塑料材料形成。

(131) 如(120) - (124) 或(130) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它在至少一个表面上有非球面。

(132) 如(120) - (124)、(130) 或(131) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它由饱和吸水不大于 0.5% 的材料形成。

(133) 如(120) - (124)、(130) - (132) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它由 3mm 厚度下对于将要入射的光源的振动波长的光的内透射比不小于 85% 的材料形成。

(134) 如(120) - (133) 其中之一描述的扩束器, 其特征在于它适用于(8) - (33) 和(36) - (63) 中任一项中描述的光学拾取装置。

(135) 一种聚光光学系统, 是在记录和/或再现光信息记录介质的光学拾取装置上的一种聚光光学系统, 该聚光光学系统包括耦合透镜和物镜, 耦合透镜改变从光源发射的发散光的发散角, 物镜将通过耦合透镜的光通量通过光信息记录介质的透明基板会聚在图象记录表面上, 环形带状衍射结构形成在组成聚光光

学系统的光学元件的至少一个光学表面上，耦合透镜是 2-组结构，通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正聚光光学系统的每个光学表面上引起的球面像差偏差，这是特殊特征。

(135) 的聚光光学系统，涉及用于光学拾取装置的聚光光学系统的优选结构，所述光学拾取装置用于对密度比 DVD 高容量比 DVD 大的高级光信息记录介质进行记录和再现。在组成聚光光学系统的光学元件的至少一个光学表面上，通过提供具有波长特性的衍射结构，在该特性中，光源波长朝长波长侧轻微波动时物镜的后焦点被缩短，能有效矫正物镜上造成的轴向色差，轴向色差在使用短波长光源例如紫色半导体激光时是个问题。尽管上面提到的衍射结构也可以设置在与物镜相比更靠近光源的独立布置的耦合透镜以外的光学元件上，但将其设在物镜和/或耦合透镜上是可取的，因为聚光光学系统的结构元件的数量可以更少，由此将光学拾取装置的尺寸作得更小。当耦合透镜的光学表面上设置衍射结构时，可以将设在一个光学表面上的衍射结构的最小环形带距离作得很大，因为能使两个或多个光学表面分担衍射光焦度，由此增强衍射效率。

此外，当将组成耦合透镜的两个透镜组中的至少一组作成能沿光轴方向移动时，能矫正聚光光学系统中每个光学表面特别是物镜的光学表面上引起的球面像差的偏差。由于能实时矫正由光源的发射波长的微小偏差、温度和湿度和/或光信息记录介质的透明基板厚度误差在物镜上造成的球面像差，因此总能在光信息记录介质的信息记录面上形成适当光斑，而这些偏差在使用具有以比传统光信息记录介质更高的密度记录和/或再现以高密度记录的信息所必需的高数值孔径的物镜时会带来问题。

通过沿光轴方向移动耦合透镜的可移动透镜组，能矫正形成组成聚光光学系统的光学元件的误差引起的球面像差。通常，当通过采用金属铸模的形成方法制造光学元件时，在加工金属模和形成光学元件时会产生误差。误差的例子包括中央部分的厚度误差和光学表面的形状误差。如果由这些误差造成的像差成分是第三级球面像差，在本发明的聚光光学系统中能通过沿光轴方向移动耦合透镜的可移动透镜组来矫正它。所以，可以将形成聚光光学系统的光学元件的制造公差作得很大，从而提高生产率。

(136) 如(135)中描述的聚光光学系统，上述光源发射不大于 600nm 的波长的光，在聚光光学系统中每个折射面的折射作用产生的轴向色差和衍射结构

产生的轴向色差相互抵消。

尽管对于光信息记录介质来说，记录密度能高于在传统光信息记录介质和/或再现以较高密度记录的信息，提供采用具有不大于 600nm 的振动波长的光源发光，如图（136）所示，如上所述，在聚光光学系统尤其是物镜上产生轴向色差是一个问题。当在上述衍射结构上产生极性与聚光光学系统的每个折射面上产生的轴向色差的极性相反的轴向色差时，在通过聚光光学系统在光信息记录介质的信息记录面上形成光斑情况下的波阵面处于轴向色差被抵消的状态，从而，能建立一个系统，在系统中轴向色差被令人满意地矫正到作为整个聚光光学系统的光源的波长偏差范围内。

顺便提及，本发明的聚光光学系统最好由对具有光源的振动波长的光在 3mm 厚度下内部透射系数为 85%或更高的光学材料制成。当用振动波长不大于 600nm 特别是约 400nm 的短波长的光源时，由于光学材料吸光造成的透射系数下降是个问题。但是，通过制造具有上述内部透射系数的材料的聚光光学系统，能形成具有高光量的光斑而不增加记录时光源的输出，在再现时提高读信号的 S/N 比。

更可取的是，本发明的聚光光学系统由吸水饱和系数不大于 0.5%的光学材料制成。如果观察到这个条件，在组成聚光光学系统的每个光学元件吸收空气中水分期间几乎不产生由吸收系数差别引起的折射率分布，从而能抑制所产生的像差和相位变化造成的衍射效率下降。当物镜的数值孔径很大，特别会产生更多像差和衍射效率的下降。但是，可以通过前述方式将它们充分抑制到较低水平。

（137）在（136）描述的聚光光学系统中，由耦合透镜、其上具有衍射结构的光学元件和物镜组成的复合系统的轴向色差满足以下表达式；

$$|\Delta f_B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m \quad (17)$$

其中，NA 表示记录和/或再现光信息记录介质所必需的物方；指定物镜的数值孔径， Δf_B 表示对应于光源波长中 +1nm 变化的复合系统焦点位置的变化（ μm ）。

当利用衍射结构的作用矫正聚光光学系统的每个折射面上产生的轴向色差时，最好聚光光学系统的轴向色差即由耦合透镜、上面有衍射结构的光学元件和物镜组成的复合系统的轴向色差满足（137）的条件表达式（17）。

（138）在（135）-（137）所描述的聚光光学系统中，在记录和/或再现光信息记录介质所必需的物方；指定物镜的数值孔径最好是 0.65 或更大，光信息记录介质的透明基板的厚度不大于 0.6mm。

由于通过将记录和/或再现光信息记录介质所必需的物方；指定物镜的数值孔径增强到 0.65 或更大（传统光信息记录介质例如 CD 为 0.45，DVD 为 0.60）来减小会聚在信息记录面上的光斑尺寸，如（138）所示，对于光信息记录介质来说，能使记录密度比传统光信息记录介质高和/或再现以更高密度记录的信息。但是，增强物镜的数值孔径带来一个问题，即从垂直于光轴的表面倾斜的光信息记录介质或其变歪引起的彗差更显著。通过使光信息记录介质的透明基板厚度作得更小，能抑制彗差的出现。当物镜的数值孔径增大到 0.65 或更大时，最好使光信息记录介质的透明基板得厚度（ t ）作成 0.6 或更小（对于传统光信息记录介质例如 CD 为 1.2mm，对于 DVD 为 0.6mm）。具体地说，在 $0.65 \leq NA \leq 0.70$ 的情况下， $0.3 \leq t \leq 0.6$ 最好，而在 $0.70 \leq NA \leq 0.85$ 的情况下， $0.0 \leq t \leq 0.3$ 最好。

（139）在（135）-（138）其中之一描述的聚光光学系统中，能在组成耦合透镜的那些透镜之间沿光轴方向移动的透镜组具有正折射光焦度，满足以下表达式：

$$4 \leq f_{\text{CN}}/f_{\text{OBJ}} \leq 17 \quad (18)$$

其中 f_{CN} 表示能沿光轴方向移动且具有正折射光焦度的透镜组的焦距（mm）， f_{OBJ} 表示物镜的焦距。

当在组成耦合透镜的那些透镜中具有正折射光焦度的透镜组被作成能如（139）所示沿光轴方向移动时，最好满足表达式（18）。当不超过表达式（18）中的上限时，矫正聚光光学系统上造成的球面像差的偏差的移动量可以很小，这使整个聚光光学系统紧凑。当不超过表达式（2）中的下限时，能将可移动透镜组的折射光焦度压制到很小，从而抑制可移动透镜组上像差的出现。当组成耦合透镜的两个透镜组被作成具有正折射光焦度时，能通过满足表达式（18）将折射光焦度均衡分布给两个透镜组，每个透镜组作成易于制造的形状。

（140）在（135）-（138）其中之一描述的聚光光学系统中，能在组成耦合透镜的那些透镜之间沿光轴方向移动的透镜组具有负折射光焦度，满足以下表达式：

$$-20 \leq f_{\text{CN}}/f_{\text{OBJ}} \leq -3 \quad (19)$$

其中 f_{CN} 表示能沿光轴方向移动且具有负折射光焦度的透镜组的焦距（mm）， f_{OBJ} 表示物镜的焦距。

当在组成耦合透镜的那些透镜中具有负折射光焦度的透镜组被作成能如(140)所示沿光轴方向移动时,最好满足表达式(19)。当不超过表达式(19)中的下限时,矫正在聚光光学系统上造成的球面像差的偏差的移动量可以很小,这使整个聚光光学系统紧凑。当不超过表达式(19)中的上限时,能将可移动透镜组的折射光焦度压制到很小,从而抑制可移动透镜组上像差的出现。进一步能将组成耦合透镜的两个透镜组之间具有正折射光焦度的透镜组的折射光焦度压制到很小,从而能抑制具有正折射光焦度的透镜组上的像差的出现,从而易于制造。

(141)在(135)-(140)其中之一描述的聚光光学系统中,物镜具有1-组和1-元件的结构,至少一个表面是非球面的。

通过使物镜具有1-组和1-元件的结构,其中如(141)所示至少一个表面是非球面的,能得到适于光拾取的物镜,其中在简单的1-组和1-元件的结构中很好地矫正球面像差和彗差,并且对于光信息记录介质来说,能以高于传统光信息记录介质的密度记录和/或再现以更高密度记录的信息。此外,两个表面都是非球面的更可取,从而能更准确地矫正像差。此外,通过使物镜具有1-组和1-元件的结构,即使数值孔径大时也能保证工作距离长,从而防止由光信息记录介质变歪或倾斜造成的物镜和光信息记录介质之间的接触。

(142)在(135)-(140)其中之一描述的聚光光学系统中,物镜具有2-组和2-元件的结构,在第一表面至第三表面中至少两个表面是非球面的。

通过使物镜具有(142)所示的2-组和2-元件的结构,能将对光线的折射光焦度分布给四个表面,由此,即使数值孔径作得很大时,每个表面的折射光焦度也可以很小。结果,在作金属模和形成透镜时,透镜表面之间的偏心公差可以很大,导致透镜容易制造。通过将对光线的折射光焦度分布给四个表面,在对设置在第一表面到第三表面中至少两个表面上的非球面进行的矫正操作产生了空间,这使得能更准确地矫正球面像差和彗差。在这种情况下,最好将包括第一和第三表面的至少两个表面作成非球面。更好的是,第二表面也作成非球面,因为能将第一透镜和第二透镜之间光轴偏差造成的像差控制到很小。

(143)在(135)到(142)之一所述的聚光光学系统中,其上具有衍射结构的光学元件由塑料材料构成,因此,容易提供衍射元件,使得它能够以低成本大批量通过注射模压方法适用金属模制造。

(144)在(135)-(143)其中之一描述的聚光光学系统中,最好在组成

耦合透镜的透镜组中可沿光轴方向移动的透镜组由特定比重为 2.0 或更小的材料制成，在运动过程中可以将惯性力保持为很小，由此能快速运动。此外，用于驱动表示使可移动透镜组移动的驱动装置驱动器的电能可以很小，且能使用小型驱动器。

(145) 在 (135) - (144) 其中之一描述的聚光光学系统中，最好第 n 级衍射光的光量 (n 表示非 0 和 ± 1 的整数) 大于其他级的衍射光的光量，上述聚光光学系统能将在光信息记录介质的信息记录和/或再现过程中在衍射结构上产生的第 n 级衍射光会聚在光信息记录介质的信息记录面上，因为当衍射结构由多个区形成时，可以将环形带距离作得很大，这样容易制造。

(146) 在 (135) - (145) 其中之一描述的聚光光学系统中，如果通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正光源的振动波长偏差造成的聚光光学系统的每个光学表面上产生的球面像差的偏差，能在光信息记录介质的信息记录面上形成出色的光斑，从而不需要选择光源，这是可取的。

(147) 在 (135) - (146) 其中之一描述的聚光光学系统中，即使能用由于温度改变和湿度改变引起成象效率下降的塑料透镜作为物镜，对于光学拾取装置来说，能得到高数值孔径和大量降低成本，如果物镜包括用至少一个塑料材料片形成的透镜，则通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正温度和湿度变化引起的聚光光学系统的每个光学表面上产生的球面像差的偏差。

(148) 在 (135) - (146) 其中之一描述的聚光光学系统中，如果通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正信息记录媒体的透明基板厚度变化造成的球面像差的偏差，能使光信息记录介质的制造公差很大，从而提高生产率。

(149) 在 (135) - (146) 其中之一描述的聚光光学系统中，通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正由至少两个光源振动波长偏差、温度湿度变化和信息记录媒体的透明基板厚度变化组合引起的聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差的偏差。

在本发明的聚光光学系统中，如 (147) 所指出的，由温度湿度变化或信息记录媒体的透明基板厚度误差或光源的振动波长从标准波长漂移组合造成的球面像差的偏差能得到矫正，因此，能得到聚光特性总是很出色的聚光光学系统。

(150) 在 (135) - (149) 其中之一描述的聚光光学系统中，光信息记录

介质具有多个透明基板和多个信息记录层以从光信息记录介质表面开始的这种顺序交替层叠，沿光轴方向移动物镜用于聚焦以对每个信息记录面进行信息记录和/或再现，通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正每个信息记录层上透明基板的厚度差造成的球面像差的偏差。

聚光光学系统（150）涉及一种能对具有以下结构的光信息记录介质记录和/或再现信息的光学拾取装置，所述结构是多个透明基板和多个信息记录层以从光信息记录介质表面开始的这种顺序交替层叠。在该聚光光学系统中，能通过沿光轴方向移动耦合透镜的可移动光学元件来矫正到信息记录层存在于表面内的透明基板厚度差造成的球面像差，并且能通过沿光轴方向移动物镜来聚焦所指的信息记录层，由此，能在每个信息记录面上形成出色的波阵面。因此，能在光信息记录介质的一侧表面上记录双次或多次信息和/或将这些信息再现。

（151）一种其中有聚光光学系统的光学拾取装置，所述聚光光学系统有：光源；改变从光源发出的发散光的发散角的 2-组结构的耦合透镜和通过光信息记录介质的透明基板将经过耦合透镜的光通量会聚在信息记录面上的物镜；检测反射到信息记录面上的光的光检测器；第一驱动装置，沿光轴方向和垂直于光轴的方向上移动物镜，用于将光通量会聚在信息记录面上；以及第二驱动装置，沿光轴方向移动耦合透镜的至少一个光学元件；所述光学拾取装置对光信息记录介质的信息记录面进行信息记录和/或再现，其中在组成聚光光学系统的光学元件的至少一个光学表面上形成环形带状折射结构，第二驱动装置沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组，以矫正聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差的偏差。

一种（151）的光学拾取装置涉及一种对密度比 DVD 高容量比 DVD 大的高级光信息记录介质进行记录和/或再现的装置。在组成光学拾取装置的聚光光学系统的光学元件的至少一个光学表面上，通过提供具有波长特性的衍射结构，在该特性中，光源波长朝长波长侧轻微波动时物镜的后焦点被缩短，能有效矫正在物镜上造成的轴向色差，轴向色差在使用短波长光源例如紫色半导体激光时是个问题。还能通过使组成耦合透镜的两个透镜组中至少其中一组能沿光轴方向移动来令人满意地矫正聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差的偏差。第二驱动装置沿光轴方向移动组成耦合透镜的两个透镜组中的至少其中一组，在这种情况下，移动光学元件使得能适当矫正聚光光学系统上造成的球面像差，同时监视

来自检测会聚在信息记录面上的光通量的聚光状态的传感器的信号。能用音圈型驱动器和压电驱动器作为第二驱动装置。而且,呈现的效果与(135)相同。

(152)在(151)描述的光学拾取装置中,光源发射波长为600nm或更短的光,聚光光学系统中每个折射界面的折射作用造成的轴向色差和衍射结构造成的轴向色差彼此抵消,因此呈现出与结构2中描述的本发明所述的同样的效果。

(153)在(152)描述的光学拾取装置中,耦合透镜产生轴向色差,在衍射结构上设置光学元件,通过物镜满足以下表达式,从而呈现出与结构3中描述的本发明所述的同样的效果。

$$|\Delta f_B \cdot NA^2| \leq 0.25 \mu m \quad (20)$$

其中,NA表示记录和/或在线光信息记录介质必需的物方;上指定物镜的数值孔径, Δf_B 表示对应于光源波长+1nm变化的复合系统的焦点位置的变化(μm)。

(154)在(151)-(153)其中之一所述的光学拾取装置中,对光信息记录介质进行记录和/或再现所必需的象方的物镜的数值孔径为0.65或更大,光信息记录介质的透明基板的厚度为0.6mm或更小,因此,呈现与(138)中描述的发明同样的效果。

(155)在(151)-(154)其中之一所述的光学拾取装置中,在组成耦合透镜的透镜组中能在耦合透镜的方向上移动的透镜组具有正折射光焦度并满足以下表达式,因此,呈现与结构5中发明相同的效果;

$$4 \leq f_{CP} / f_{OBJ} \leq 17 \quad (21)$$

其中 f_{CP} 表示能沿光轴方向移动且具有正折射光焦度的透镜组的焦距(mm), f_{OBJ} 表示物镜的焦距。

(156)在(151)-(154)其中之一所述的光学拾取装置中,在组成耦合透镜的透镜组中能在耦合透镜的方向上移动的透镜组具有负折射光焦度并满足以下表达式,因此呈现与结构6中发明相同的效果;

$$-20 \leq f_{CN} / f_{OBJ} \leq -3 \quad (22)$$

其中 f_{CN} 表示能沿光轴方向移动且具有负折射光焦度的透镜组的焦距(mm), f_{OBJ} 表示物镜的焦距。

(157)在(151)-(156)其中之一所述的光学拾取装置中,物镜为1-组和1-元件结构,其至少一个表面是非球面,因此呈现与(141)所述发明同样的效果。

(158) 在(151) - (156) 其中之一所述的光学拾取装置中, 物镜为 2-组和 2-元件结构, 在第一至第三表面中至少两个表面是非球面的, 因此, 呈现与(142) 所述发明同样的效果。

(159) 在光学拾取装置中, 在衍射结构上设置塑料材料制成的光学元件, 因此呈现与(143) 所述发明同样的效果。

(160) 在(151) - (159) 其中之一所述的光学拾取装置中, 在组成耦合透镜的透镜组中能在耦合透镜的方向上移动的透镜组由比重不大于 2 的材料制成, 所以呈现与结构 10 所述发明同样的效果。

(161) 在(151) - (160) 其中之一所述的光学拾取装置中, 第 n 级衍射光的光量(n 表示非 0 和 ± 1 的整数) 大于任何其他级的衍射光的光量, 上述聚光光学系统能将在光信息记录介质的信息记录和/或再现过程中在衍射结构上产生的第 n 级衍射光会聚在光信息记录介质的信息记录面上, 呈现与结构 11 所述发明同样的效果。

(162) 在(151) - (161) 其中之一所述的光学拾取装置中, 由于光源的振动波长偏差在聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正, 所以呈现与结构 12 所述发明同样的效果。

(163) 在(151) - (161) 其中之一所述的光学拾取装置中, 物镜包括用至少一个塑料材料片制成的透镜, 由温度和湿度改变在聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正, 因此呈现与(147) 所述发明同样的效果。

(164) 在(151) - (161) 其中之一所述的光学拾取装置中, 通过移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正光信息记录介质的透明基板的厚度偏差造成的球面像差偏差, 因此呈现与(148) 所述发明同样的效果。

(165) 在(151) - (161) 其中之一所述的光学拾取装置中, 通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正光源的振动波长偏差、温度和湿度改变以及光信息记录介质的透明基板厚度变化中至少两个因素组合引起的在聚光光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差, 呈现与结构 15 所述发明同样的效果。

(166) 在(151) - (165) 其中之一所述的光学拾取装置中, 光信息记录

介质具有这样的结构, 在所述结构中, 多个透明基板和多个信息记录层以从光信息记录介质表面开始这样的顺序交替层叠, 沿光轴方向移动物镜, 用于对每个信息记录面的信息记录和/或再现进行聚焦, 通过沿光轴方向移动组成耦合透镜的至少一个透镜组来矫正每个信息记录层上的透明基板厚度差造成的球面像差偏差, 从而呈现与(150)所述发明同样的效果。

(167) 一种配有(151)-(166)其中之一所述的光学拾取装置的再现设备, 用于记录声音和/或图象, 和/或再现声音和/或图象。

(167)的再现装置能对在密度和容量方面大于DVD的高级光信息记录介质令人满意地进行声音和图象的记录或再现, 原因是声音和图象的记录设备和再现设备配有上述光学拾取装置。

(168) 一种光学拾取装置, 其中具有光源; 耦合透镜, 改变光源发出的发散光的发散角; 以及物镜, 将通过耦合透镜的光通量会聚在光信息记录介质的信息记录面上, 并通过检测来自光信息记录介质的光对光信息记录介质进行信息的记录和/或再现, 其中耦合透镜具有矫正物镜的像差的功能, 同时物镜在其至少一个表面上具有非球面并满足以下表达式从而获得出色的象高特性;

$$1.1 \leq d1/f \leq 3$$

其中, $d1$ 表示轴向透镜厚度, f 表示焦距。

(169) 在(168)所述的物镜中, 满足以下表达式;

$$f/vd \leq 0.060$$

其中 vd 表示阿贝系数。

(170) 在(168)或(169)所述的物镜中, 满足以下表达式;

$$1.40 \leq n$$

其中, n 表示所用波长下的折射率。

(171) 在(170)所述的物镜中, 满足以下表达式。

$$1.40 \leq n \leq 1.85$$

(172) 在(168)或(171)所述的物镜中, 满足以下表达式;

$$0.40 \leq r1/(n+f) \leq 0.70$$

其中, $r1$ 表示光源侧的傍轴曲率半径。

(173) 在(168)所述的物镜中, 最好复合光学系统的放大率 m 满足以下表达式;

$0.05 \leq |m| \leq 0.5 (m < 0)$ 最好, $0.1 \leq |m| \leq 0.5 (m < 0)$

其中, m 表示物镜和耦合透镜的复合光学系统的放大率。

当放大率不小于以上条件表达式的下限时, 复合光学系统在尺寸上可以是紧凑的, 当不大于上限时, 耦合透镜的像差原来是更好的。

(174) 在 (168) - (173) 其中之一所述的物镜中, 最好通过沿光轴方向移动耦合透镜来矫正光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差。根据光学拾取装置的聚光光学系统上造成的球面像差的矫正, 当光学系统的球面像差波动到“过”侧或“欠”侧时, 通过沿光轴方向将耦合透镜移动一个适当的量来改变进入物镜的光通量的发散角。依靠这个, 能消除光学系统上造成的球面像差偏差。

(175) 在 (174) 描述的物镜中, 最好通过沿光轴方向移动耦合透镜来矫正光源振动波长的轻微变化在光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差。根据在光学拾取装置的聚光光学系统上造成的球面像差的矫正, 当光源的半导体激光器振动波长波动时, 当振动波长从标准波长平移时在光学系统上造成“过”或“欠”球面像差。通过沿光轴方向将耦合透镜移动一个适当的量来改变进入物镜的光通量的发散角。依靠这个, 能消除光学系统上造成的球面像差偏差。

(176) 在 (174) 所述的物镜中, 最好通过沿光轴方向移动耦合透镜来矫正温度和湿度变化在光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差。根据温度或湿度改变时在光学拾取装置的聚光光学系统上造成的球面像差的矫正, 当由于温度和湿度变化在光学系统上造成“过”或“欠”球面像差时, 通过沿光轴方向将耦合透镜移动一个合适的量来改变进入物镜的光通量的发散角。依靠这个, 能消除光学系统上造成的球面像差偏差。

(177) 在 (174) 所述的物镜中, 最好通过沿光轴方向移动耦合物镜来矫正光信息记录介质的保护层厚度的轻微变化在光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差。根据光信息记录介质的保护层厚度误差在光学系统上造成的球面像差的矫正, 此时存在保护层变得更厚的误差, 当在光学系统中存在“过”球面像差变得更薄的误差时造成“欠”球面像差。在这种情况下, 通过将耦合透镜移动一个合适的量来改变进入物镜的光通量的发散角。依靠这个, 能消除光学系统上造成的球面像差偏差。

(178) 在 (174) 所述的物镜中, 最好通过沿光轴方向移动耦合透镜来矫

正光源的振动波长的轻微变化、温度和湿度变化以及光信息记录介质的保护层厚度的轻微偏差中至少两个或两个以上因素组合在光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差。根据激光振动波长的轻微偏差、温度和湿度变化以及光信息记录介质的保护层厚度的轻微偏差中至少两个或两个以上因素组合在光学系统上产生的球面像差的矫正，通过沿光轴方向将耦合透镜移动一个合适的量来改变进入物镜的光通量的发散角。依靠这个，能消除光学系统上造成的球面像差偏差。

此外，最好通过沿光轴方向移动耦合透镜来矫正在光学系统的每个光学表面上造成的球面像差偏差，使得在光学系统的球面像差波动到“过”侧时可以增大耦合透镜和物镜之间的距离，通过沿光轴方向移动耦合透镜使得在光学系统的球面像差波动到“欠”侧时可以减小耦合透镜和物镜之间的距离。如果沿光轴方向移动耦合透镜使得物镜和耦合透镜之间的距离被增大，与耦合透镜移动之前的情况相比，更多的发散光进入物镜，这使得能在物镜上产生欠球面像差。所以，当由于上述原因在光学系统上造成过球面像差时，如果通过将耦合透镜移动一个适当的量来增大物镜和耦合透镜之间的距离，则能刚好消除所产生的过球面像差。相反，如果沿光轴方向移动耦合透镜使得耦合透镜和物镜之间的距离被减小，与耦合透镜移动之前的情况相比，更多会聚光进入物镜，这使得能在物镜上产生过球面像差。所以，当由于上述原因产生欠球面像差时，如果通过将耦合透镜移动一个适当的量来减小物镜和耦合透镜之间的距离，则刚好能消除所产生的欠球面像差。

最好包括沿光轴方向移动耦合透镜的移动装置。在实际的光学拾取装置上，移动耦合透镜使得在光学系统上产生的球面像差可以得到合适的矫正，同时监视再现信号的 RF 信号。作为耦合透镜的移动装置，可以使用音圈型驱动器和压电驱动器。

在本说明书中使用的衍射面意味着一种结构（或表面），其中在光学元件的表面例如透镜表面上提供浮雕，向它施加作用从而通过衍射改变光线的角度，当在一个光学表面内存在产生衍射的区域或不产生衍射的区域时，它意味着产生衍射的区域。对于浮雕的形状，例如在光学元件的表面上形成一种几乎围绕光轴的同心环带的形状，已知每个环带形成锯齿型，并包括这种形状。特别是这种锯齿形环带结构最好。

在本说明书中，狭义上，假定物镜意味着布置成最靠近光信息记录介质以

面对它并在载有光信息记录介质的光学拾取装置中具有聚光功能的透镜，广义上，意味着能至少在其光轴方向上与前述透镜一起被驱动器驱动的透镜组。在这种情况下，透镜组意味着至少一个或多个透镜。所以，在本说明书中，光信息记录介质侧（象方）上的物镜的数值孔径 NA 是从位于最靠近物镜上光信息记录介质的透镜表面显射出来到达光信息记录介质侧的光通量的数值孔径 NA。此外，在本说明书中在光信息记录介质上记录和/或再现信息所必需的指定数值孔径是由每个光信息记录介质的标准规定的数值孔径，或者具有能根据用于每个光信息记录介质的光源波长获得记录或再现信息所必需的光斑直径的衍射极限功能的物镜的数值孔径。

在本说明书中，定义聚光光学系统意味着至少包括物镜的耦合透镜布置在光源和物镜之间，将入射光通量形成几乎平行的光通量，（包括将入射发散光形成平行光通量的准直仪）。但是，在本文聚光光学系统中不包括下面将描述的至少整体起作用的光学元件例如扩束器的集合，以及其中组成集合的部分光学元件能沿光轴方向传送的集合，和集合的部分光学元件。在这种关系中，耦合透镜可以由多个透镜组成，在其结构中，那些透镜是分离的，其他光学元件插在它们之间，这也是允许的。

在本说明书中，定义扩束器意味着光学元件例如能沿光轴方向传送至少光学元件例如一个透镜的透镜（一组光学元件例如透镜组）的集合，从而，能改变发射出的光通量的发散角（包括发散作用和会聚作用），这样，当入射几乎平行的光通量时，能发出几乎平行的光通量。最好，将多个光学元件例如那些透镜整合，当构造成光学元件例如至少一个透镜能沿光轴传送时，实际执行传送的驱动装置例如传送装置可以不包括在扩束器中。

在本说明书的扩束器中，假设几乎平行的入射光通量的直径为“a”，几乎平行射出的光通量的直径为“b”，当然包括 $a < b$ （扩束系统）和 $a > b$ （光束压缩系统）两种情况。当然，包括 $a = b$ 的情况。

在本说明书中，矫正球面像差变化和轴向色差的装置意味着一种结构，在这种结构中，矫正球面像差变化的装置和矫正轴向色差的装置用一个装置例如一个光学元件或其集合（例如扩束器）实现2个矫正功能，例如列出由指定阿贝系数的正透镜和负透镜构造的扩束器或者配备具有衍射结构的表面的扩束器。此外，在本说明书中，在涉及光学拾取装置的发明中，只要不作特别控制，定义焦

距表示对发射所用光源中最短振动波长的光的光源的振动波长的焦距。

在本说明书中，定义光源振动波长的微小变化表示在 $\pm 10\text{nm}$ 到光源振动波长范围内的波长变化。此外，在本说明书中，为了（精确）矫正每种像差，在得到球面像差时，最好不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ ，这是所说的衍射极限性能（本文中， λ 是所用光源的振动波长），此外，考虑机器的准确度，最好不大于 $0.05\lambda_{\text{rms}}$ 。据此，能分别得到适于不同光信息记录介质的光斑尺寸。

在本说明书中，作为光信息记录介质（光盘），盘形光信息记录介质和下一代的光信息记录介质也包括在内，所述记录介质例如 CD-R、CD-RW、CD-Video 和 CD-ROM 这样的 CD，DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW 和 DVD-Video 或 M 这样的 DVD。在这种关系下，在本说明书中使用的透明基板也包括厚度为 0 即透明基板不存在的情况。

在本说明书中，信息的记录和再现意味着将信息记录到上述光信息记录介质的信息记录面上，将记录的信息再现到信息记录面上。本发明的光学拾取装置可以是仅用于记录或仅用于再现的设备，或者可以是既用于记录又用于再现的设备。此外，可以用于对一些光信息记录介质进行记录、对另一些光信息记录介质进行再现的设备，可以是对一些光信息记录介质进行记录或再现、对另一些光信息记录介质进行记录和再现的设备。在这种关系下，本文所用的再现也仅包括信息的读取。

本发明的光学拾取装置安装在声音和/或图象的记录和/或再现装置中，例如播放器或驱动器、或者将这些组合起来的 AV 装置、个人计算机或其他信息终端设备。

附图说明

图 1 是本发明所述光学拾取装置的总体结构图。

图 2 是根据例 1 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 3 是例 1 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 4 是例 2 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 5 是例 2 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 6 是例 3 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 7 是例 3 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 8 是例 4 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 9 是例 4 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 10 是例 4 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 11 是例 4 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 12 是例 5 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 13 是例 5 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 14 是例 5 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 15 是例 5 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 16 是例 6 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 17 是例 6 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 18 是例 7 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 19 是例 7 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 20 是例 8 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 21 是例 8 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 22 是例 9 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 23 是例 9 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 24 是例 10 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 25 是例 10 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 26 是例 10 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 27 是例 11 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 28 是例 11 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 29 是例 12 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 30 是例 12 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 31 是例 12 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 32 是例 12 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 33 是例 13 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 34 是例 13 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 35 是例 14 所述的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 36 是例 14 所述光学系统的物镜 3 的球面像差图。

图 37 为表示光学系统另一个实施例的视图。

图 38 为表示本实施例的修改例所述的光学系统图。

图 39 (a) 是一个典型截面图, 示出了能用于本实施例的光学拾取装置的物

镜3', 图 39 (b) 是从光源一侧看的前视图。

图 40 是例 15 所述的光学拾取装置的总体结构图。

图 41 是例 15 所述的聚光光学系统的截面图。

图 42 是例 15 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 43 是例 16 所述的聚光光学系统的截面图。

图 44 是例 16 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 45 是例 16 所述的光学拾取装置的总体结构图。

图 46 是例 17 所述聚光光学系统的截面图。

图 47 是例 17 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 48 是例 18 所述聚光光学系统的截面图。

图 49 是例 18 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 50 是例 19 所述聚光光学系统的截面图。

图 51 是例 19 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 52 是例 20 所述聚光光学系统的截面图。

图 53 是例 20 所述聚光光学系统的球面像差图。

图 54 是例 17 所述的光学拾取装置的总体结构图。

图 55 是例 18 所述的光学拾取装置的总体结构图。

图 56 是例 21 所述的耦合透镜和物镜的截面图。

图 57 是例 21 所述的耦合透镜和物镜的球面像差图。

图 58 是例 22 所述的耦合透镜和物镜的截面图。

图 59 是例 22 所述的耦合透镜和物镜的球面像差图。

图 60 是例 23 所述的耦合透镜和物镜的截面图。

图 61 是例 23 所述的耦合透镜和物镜的球面像差图。

图 62 是表示采用本发明物镜的光学拾取装置的另一个实施例的视图。

图 63 是根据本发明采用折射率分布改变元件的一个实施例的截面图。

图 64 是根据本发明采用折射率分布改变元件的另一个实施例的截面图。

具体实施方式

本发明的记录和/或再现光信息记录介质信息的光学拾取装置具有：光源；聚光光学系统，具有将光源发射的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上以便再现和/或记录光信息记录介质的信息的物镜；以及光电检测器，从信息记录面接收反射的光通量。聚光光学系统包括至少一个塑料透镜和一个球面像差偏

差（变化）矫正元件（装置）以矫正聚光光学系统的球面像差的偏差（变化）。物镜象方的数值孔径不小于 0.65（最好不小于 0.75）。

光源最好是波长不大于 500nm 以应用于高密度光信息记录介质的半导体激光二极管。当波长是这种短波长时，最好因为本发明的效果而变得显著。

聚光光学系统最好具有耦合透镜例如准直透镜。耦合透镜可以由一个透镜或一个透镜组组成，或者包含多个透镜或多个透镜组。此外，在波阵面像差不大于 0.07λ rms 的条件下，聚光光学系统最好能在光信息记录介质的预定数值孔径内将从光源发出的波长 λ 的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面上。更可取的是，聚光光学系统能在不大于 0.05λ rms 的条件下会聚光通量。

物镜可以由一个透镜或一个透镜组组成，或者包含多个透镜或多个透镜组。从成本和安装准确度角度来看，物镜最好由一个透镜组成。此外，物镜最好至少有一个非球面。

本发明的光学拾取装置适用于检测来自信息记录面的反射光并再现和/或记录信息的拾取装置。

光电检测器是检测反射光的检测器，最好使用将光信号转换成电信号的元件，例如 PDIC。

设在聚光光学系统中的塑料透镜可以是物镜或耦合透镜例如准直透镜，或者组成球面像差偏差矫正元件的透镜，或者组成轴向色差矫正元件的透镜，或其他透镜。当然，在聚光光学系统中的所有透镜可以由塑料制成。

球面像差偏差（变化）矫正元件可以由一个光学元件组成，或者可以有两个以上的光学元件。

此外，作为要通过球面像差偏差（变化）矫正元件矫正的聚光光学系统的球面像差的偏差（变化）的例子，列出以下例子。

第一个例子是由于温度和/或湿度变化而造成的球面像差偏差（变化）。例如，这种偏差是由于温度 -30 至 +85°C、湿度 5% 至 90% 之间的环境改变，由光学元件（特别是由塑料形成的光学元件）的形状和折射率两个因素中至少其中一个因素改变而造成的球面像差的变化。第二个例子是由光源的波长偏差（变化）和/或光源波长的制造误差造成的球面像差偏差（变化）。在这种关系下，本文中使用的[波长偏差（变化）]意味着光学拾取装置的光源的波长由于温度、湿度或时间的改变而微小改变约 -10nm 至 +10nm，[波长的制造误差]意味着由于在生产光

源时每个光源偏差造成的波长误差。第三个例子是由于光信息记录介质的透明基板厚度偏差（变化）造成的球面像差的偏差（变化）。透明基板厚度的偏差（变化）包括一个光信息记录介质的透明基板厚度的轻微变化（最好小于 $100\text{ }\mu\text{m}$ ），还包括在至少两种光信息记录介质之间透明基板的厚度差，最好指前者。第四个例子是由于聚光光学系统的光学元件例如透镜的制造误差（例如表面形状误差或光轴方向上的厚度误差）造成的球面像差偏差（变化），如果球面像差偏差矫正元件能矫正第四例的球面像差偏差，则制造精度不需要太严格，可以提高透镜生产率。

顺便提及，当温度升高时，总的来说，在折射透镜的情况下，在信息记录面上产生球面像差，而当温度下降时，产生欠矫正的球面像差。（但是，当使用有两个透镜的物镜时，当温度升高时有时产生欠矫正的球面像差）。当湿度增大时，在折射透镜的情况下在信息记录面上产生欠矫正的球面像差，而当湿度下降时，产生过矫正的球面像差。当光源的波长变长时，在折射透镜的情况下在信息记录面上产生过矫正的球面像差，而当光源的波长变短时，产生欠矫正的球面像差。此外，当光信息记录介质的透明基板厚度增大时，在折射透镜的情况下在信息记录面上产生过矫正的球面像差，而当透明基板的厚度减小时，产生欠矫正的球面像差。

此外，球面像差偏差矫正元件最好能将 $0.07\lambda\text{ rms}$ 至 $0.2\lambda\text{ rms}$ 的球面像差矫正到不大于 $0.07\lambda\text{ rms}$ 。更可取的是，能将 $0.07\lambda\text{ rms}$ 至 $0.5\lambda\text{ rms}$ 的球面像差矫正到不大于 $0.07\lambda\text{ rms}$ 。

球面像差偏差（变化）矫正元件可以具有沿光轴方向可移动的可移动元件，或者可以仅由一个固定元件组成。此外，球面像差偏差矫正元件可以是可移动元件和固定元件的组合。

下面描述球面像差偏差（变化）矫正元件具有可移动元件的模式。在具有可移动元件的情况下，当可移动元件沿光轴方向移动时，可移动元件能通过沿光轴方向移动来改变射出光通量的边缘光线的倾斜角，矫正球面像差的偏差（变化）。在这种关系下，可移动元件最好是一个透镜或一个透镜组。更可取的是，可移动元件具有塑料透镜。球面像差偏差矫正元件有固定元件和可移动元件时，固定元件也可以具有塑料透镜。此外，可移动元件在至少一个表面上有具有非球面的非球面透镜。它可以是有两个非球面的透镜。当它有固定元件和可移动元件

时, 固定元件也可以有非球面透镜。此外, 光学拾取装置最好有移动装置以便沿光轴方向移动可移动元件。例如, 能用音圈驱动器或压电驱动器作为移动装置。

具有可移动元件的第一个例子是聚光光学系统有耦合透镜, 在组成耦合透镜的透镜组中至少一个透镜是球面像差偏差(变化)矫正元件的可移动元件。耦合透镜由一个或多个透镜组组成, 一个透镜组由一个或多个透镜组成。顺便提及, 关于本发明中的“透镜组”, 沿光轴方向移动透镜的情况下, 将一个透镜或每个透镜具有相同运动的一组多重透镜看作一个透镜组, 在透镜不沿光轴方向移动的情况下, 将与相邻透镜接触的一个透镜或一组多重透镜看作一个透镜组。所以, 当不沿光轴方向移动的两个透镜彼此远离时, 将这些透镜看作不同的透镜组。

下面示出第一个例子的一个例子。聚光光学系统具有耦合透镜, 耦合透镜有至少两个透镜组, 在组成耦合透镜的至少 2 个透镜组中至少一个透镜组是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。顺便提及, 组成耦合透镜的所有透镜组都可以沿光轴方向移动, 或者可以将不沿光轴方向移动的一个或多个透镜组用作固定元件。该例在图 40 中示出。

在这种关系下, 在图 40 所示的透镜中, 耦合透镜由 2 个元件(透镜)以 2 组组成。正透镜是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。当然, 在例子 1-1 中, 耦合透镜的一个透镜组可以由一个透镜或多个透镜组成。此外, 在一个透镜组中, 多个透镜可以是胶合的或不胶合的。此外, 在例子 1-1 中, 2 透镜组组成的耦合透镜可以由正透镜组和负透镜组组成, 或者可以由正透镜组和正透镜组组成。在由正透镜组和负透镜组组成耦合透镜的情况下, 正透镜组可以是可移动元件, 或者负透镜组可以是可移动元件。在这种关系下, 耦合透镜最好有塑料透镜。特别是可移动元件最好具有塑料透镜。此外, 耦合透镜最好有非球面透镜。特别是可移动元件最好有非球面透镜。

在例子 1-1 中, 当耦合透镜由两个透镜组组成时, 当在信息记录面上球面像差以过矫正的偏差变化时, 最好移动可移动元件以便可以缩短两组耦合透镜之间的距离, 当在信息记录面上球面像差以欠矫正的偏差变化时, 最好移动可移动元件以便可以延伸两组耦合透镜之间的距离。

接下来, 示出第一个例子的另一个例子(例 1-2)。还是在该模式下, 耦合透镜是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。在聚光光学系统中的耦合透镜仅由一个透镜组组成, 耦合透镜的一个透镜组是球面像差偏差矫正元件的可移动元

件。该例在图 62 中示出。

在这种关系下，在图 62 所示的耦合透镜中，耦合透镜由一组中一个元件组成，该元件是正透镜，正透镜是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。当然，在例 1-2 中，耦合透镜的一个透镜组可以由一个透镜组成。或者由多个透镜组成。此外，在一个透镜组中，多个透镜可以是胶合的或不胶合的。在这种关系下，耦合透镜最好有塑料透镜。此外，耦合透镜最好有非球面透镜。

在例 1-2 中，最好满足以下的条件表达式。

$$0.05 \leq |m| \leq 0.5 (m < 0)$$

其中， m 表示物镜和耦合透镜的复合光学系统的放大率。

更可取的是满足以下的条件表达式。

$$0.1 \leq |m| \leq 0.5 (m < 0)$$

在例子 1-2，当球面像差在信息记录面上沿过矫正方向变化时，最好移动耦合透镜以便可以延伸耦合透镜和物镜之间的距离，而当球面像差在信息记录面上沿欠矫正方向变化时，最好移动耦合透镜以便可以缩短耦合透镜和物镜之间的距离。

下面将描述其中有可移动元件的第一个例子中更可取的一个实施例。光源波长不超过 500nm，耦合透镜中至少一个透镜有具有环形衍射结构的衍射面，具有衍射面的透镜是塑料透镜，可移动元件是塑料透镜，物镜是塑料透镜。

接着，下面描述有可移动元件的第二个例子。第二个例子中，聚光光学系统具有耦合透镜，且在耦合透镜和物镜之间具有至少有一个正透镜的正透镜组和至少有一个负透镜的负透镜组，正透镜组和负透镜组中至少其中之一是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。此外，在图 1 中示出其一个例子。

在第二个例子中，正透镜组和负透镜组可以分别由一个透镜组成，或者由多个透镜组成。此外，在各自的透镜组中，多个透镜可以是胶合的或不胶合的；。在这种关系下，正透镜组或负透镜组最好有塑料透镜。更可取的是可移动透镜组有塑料透镜。此外，正透镜组或负透镜组最好有非球面透镜。更可取的是可移动透镜组具有非球面透镜。

此外，在第二个例子中，聚光光学系统可以有扩束器，扩束器也可以有正透镜组和负透镜组。当然，在这种情况下，正透镜组和负透镜组中至少其中之一是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。扩束器最好有移动装置以便移动可移动

元件。例如，可以用音圈驱动器或压电驱动器作为移动装置。

在这种关系下，在图 1 所示的光学系统中，具有正折射光焦度的耦合透镜由一组中一个元件组成，所述一个元件是正透镜，扩束器设在耦合透镜和物镜之间，扩束器由一个正透镜和一个负透镜组成，负透镜是球面像差偏差矫正元件的可移动元件。

在第二个例子中，最好满足以下条件表达式。

$$|fP/fN| \geq 1.1$$

fP: 正透镜组的焦距（当正透镜组有衍射面时，fP 是折射光焦度和衍射光焦度合并一起的总焦距）

fN: 负透镜组的焦距（当负透镜组有衍射面时，fN 是折射光焦度和衍射光焦度合并一起的总焦距）

更可取的是， $|fP/fN| \geq 1.2$

进一步可取的是， $2.0 \geq |fP/fN| \geq 1.2$

进一步更可取的是， $2.0 \geq |fP/fN| \geq 1.3$

在例 2 中，扩束器由包括正透镜组和负透镜组的两个透镜组组成，当球面像差在信息记录面上以过矫正偏差变化时，最好将可移动元件移动成缩短扩束器的两个透镜组之间的距离，而当球面像差在信息记录面上以欠矫正偏差变化时，最好将可移动元件移动成延伸扩束器的两个透镜组之间的距离。

顺便提及，下面描述其中有可移动元件的第二个例子中的实施例。光源波长不超过 500nm，正透镜组或负透镜组中至少一个透镜具有带环形衍射结构的衍射面，具有衍射面的透镜是塑料透镜，可移动元件是塑料透镜，物镜是塑料透镜。

接着，描述一个球面像差偏差矫正元件没有可移动元件而只有不沿光轴方向移动的固定元件的情况。固定元件最好用折射率分布方向与光轴垂直的元件表示。例如，指定一种液晶元件。下面示出折射率分布可变的最佳固定元件的例子。

图 63 表示例 1。在物镜和准直透镜之间设置其折射率分布可变的折射率分布可变元件 21，如图 63 所示。

作为折射率分布可变元件 21，可能使用一种元件，在该元件中，电极层 a、b 和 c 彼此电连接且是光学透明的，例如，与电极层 a、b 和 c 电绝缘且在折射率分布上根据外加电压而改变的折射率分布可变层 d 和 e 交替层叠，将透明电极层 a、b 和 c 分成多个区域。

在图 63 中, 当检测球面像差的偏差时, 通过用于折射率分布可变元件 21 的驱动装置 22 在电极层 a、b 和 c 上施加电压, 使得可以根据位置改变折射率分布可变层 d 和 e 的折射率, 从折射率分布可变元件 21 射出的一段光受到控制, 使球面像差的偏差可以是零。

图 64 示出了另一个折射率分布可变元件的例子。图 64 中的折射率分布可变元件 23 配有液晶元件 23a 和液晶元件 23b, 在液晶元件 23a 上, 在与光轴垂直的平面上沿任意 X 方向顺序布置液晶微粒, 在液晶元件 23b 上, 在与光轴垂直的平面上沿与 X 方向垂直的 Y 方向上顺序布置液晶颗粒。液晶元件 23a 和液晶元件 23b 交替层叠, 每个元件都被玻璃基板 23c 夹在中间, 在内部玻璃基板 23c 之间布置 1/2 波片 23d。

在图 64 中, 当检测球面像差的偏差时, 通过在每个液晶元件 23a 和液晶元件 23b 上施加电压和独立控制从折射率分布可变元件 23 射出的光的 X 方向分量和 Y 方向分量来矫正球面像差的偏差, 每个折射率分布可变元件 23 具有驱动装置 22。

图 63 和图 64 分别示出的折射率分布可变元件 21 和折射率分布可变元件 23 使得能组成没有可移动元件且机械结构简单的聚光光学系统。

此外, 聚光光学系统最好具有轴向色差矫正元件以矫正聚光光学系统的轴向色差。特别是在聚光光学系统具有塑料透镜的情况下, 特别是物镜是塑料透镜的情况下, 轴向色差的问题变得显著了, 聚光光学系统最好有轴向色差矫正元件。此外, 在光源波长为 500nm 或更短的情况下, 最好包括轴向色差矫正元件, 原因是轴向色差变得更大。在这种关系下, 轴向色差矫正元件和球面像差矫正元件可以由相同的光学元件或组件组成, 或者可以由不同的光学元件或组件组成。轴向色差矫正元件和球面像差矫正元件其中之一可以合并到另一个中。此外, 球面像差矫正元件的一部分和轴向色差矫正元件的一部分可以是相同的光学元件。此外, 轴向色差矫正元件可以由一个光学元件组成, 或者可以有 2 个以上的光学元件。

在轴向色差矫正元件包括有一个正透镜的至少一个正透镜组 (仅包括一个元件或多个透镜) 和有一个负透镜的至少一个负透镜组 (仅包括一个元件或多个透镜) 的情况下, 满足以下条件。

$$vdP > vdN$$

vdP: 聚光光学系统的所有正透镜的 d 线的阿贝系数的平均值,

vdN: 聚光光学系统的所有负透镜的 d 线的阿贝系数的平均值.

进一步可取的是满足以下条件.

vdP>55

vdN<35

另外, 在球面像差偏差矫正元件具有可移动元件的上述第二例子的情况下, 作为轴向色差矫正元件, 优选的是满足下面的条件表达式.

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| / \Delta v_d \leq 0.05 \quad (4)$$

其中,

Δd : 当信息被记录到信息可被记录或再现的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面上或从信息可被记录或再现的任意一个光信息记录介质的一个信息记录面再现时, 可移动元件的移动量 (mm);

f_P : 正透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在正透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并总在总焦距内);

f_N : 负透镜组的焦距 (mm) (其中, 当衍射面设在负透镜组上时, 折射光焦度和衍射光焦度合并总在总焦距内);

Δv_d : 在正透镜组和负透镜组中, 正透镜的阿贝系数的最大值和负透镜的阿贝系数的最小值之差.

顺便提及, 优选 Δd 如下定义.

Δd : 为把温度升高到超过标准温度+30°C (最好 15-35°C) 时出现的球面像差偏差矫正到 0.05λ rms 或更小可移动元件所必需的移动量 (mm).

另外, 在球面像差偏差矫正元件具有可移动元件, 作为轴向色差矫正元件的上述第二例子的情况下, 优选的是满足下面的条件表达式.

$$\Delta d \cdot |f_P / f_N| \leq 0.5$$

另外, 优选地是使轴向色差矫正元件具有含环状衍射结构的衍射面. 它之所以是优选的是因为与通过矫正 Abbe 数而矫正轴向色差的情况相比可更强烈地进行矫正. 在物镜或耦合透镜或其它透镜或除透镜外的光学元件上可设置衍射面. 当然, 衍射面也可设置在包括在球面像差偏差矫正元件中的光学元件上. 另外, 可在透镜一侧或两侧上设置衍射面. 带有衍射面的光学元件成为轴向色差矫正元件.

此外, 当轴向色差矫正元件具有含至少一个正透镜的正透镜组(具有仅一个透镜或多个透镜)、含至少一个负透镜的负透镜组(具有仅一个透镜或多个透镜)以及至少一个衍射面时, 优选用于聚光光学系统的所有正透镜的每一个的 d 线的阿贝系数不大于 70, 并且用于聚光光学系统的所有负透镜的每一个的 d 线的阿贝系数不小于 40。

当提供具有衍射面的轴向色差矫正元件时, 优选满足下面的条件表达式, 当“ a ”代表光源波长改变(优选地变化 -10nm 到 $+10\text{nm}$)时由聚光光学系统(包括物镜和其它光学元件)的反射率色散(reflective index dispersion)引起的轴向色差, “ b ”代表由聚光光学系统和衍射面的折射率色散引起的轴向色差的总和时, $|a| > |b|$ 。

另外, 优选使衍射面抑制当光源波长变化时物镜引起的轴向色差。尤其优选地是, 当波长稍微变化 -10nm 到 $+10\text{nm}$ 时抑制轴向色差。还有, 当光源波长变化时, 优选使衍射面引起的轴向色差和聚光光学系统的折射率色散引起的轴向色差对于大部分部件(优选地最好)彼此偏置。而且, 当光源波长增大时, 优选让衍射面具有使得后焦点被缩短的波长特性。另外, 优选让衍射面矫正球面像差来使得当光源波长改变时聚光光学系统的折射率色散引起的球面像差做成接近标准波长的情况下聚光光学系统的球面像差。具体说来, 优选当光源波长增加时衍射面引起的欠矫正的球面像差矫正聚光光学系统的折射率色散引起的过矫正的球面像差。还优选地是当光源波长改变时衍射面引起的球面像差和聚光光学系统的折射率色散引起的轴向色差对于大部分部件(优选地最好)彼此偏置。当光源波长增大时, 优选衍射面具有使得球面像差被欠矫正的球面像差特性。另外, 优选使衍射面产生大于其它级衍射光线的第 n 级衍射光线量(n 代表除 0, ± 1 以外的整数)。

此外, 优选轴向色差矫正元件满足下面的条件表达式。

$$P2 < P1 < P3$$

P1: 光源波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度;

P2: 比光源波长小 10nm 的波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度;

P3: 比光源波长大 10nm 的波长下轴向色差矫正元件的傍轴光焦度。

当轴向色差矫正元件具有衍射面时, 上述傍轴光焦度 P1, P2, P3 中的每一个是将傍轴折射光焦度与傍轴衍射光焦度组合一起的总的傍轴光焦度。

当物镜由一个透镜组成时, 优选满足下面的条件表达式。

$$1.1 \leq d_1/f \leq 3.0$$

其中, d_1 : 轴向透镜厚度

f : 物镜焦距,

尤其优选是 $1.2 \leq d_1/f \leq 2.3$, 并且更优选是 $1.4 \leq d_1/f \leq 1.8$ 。

上述条件尤其适合于仅对于一种光信息记录介质或媒体再现或记录信息的光学拾取装置的其必须的数值孔径是 0.65 或更大的物镜中。

而且, 优选物镜是塑料透镜。

作为本发明的光学元件的材料, 下面列出优选的材料。而且, 优选使光学元件, 尤其是由球面像差偏差矫正元件构成的可移动元件或物镜由下面的材料制成。其比重不大于 2.0 的材料。其饱和吸水不大于 0.5% 的材料。3mm 厚度下对于光源的波长的光的内透射比不小于 85% 的材料。满足上述条件之一或多个的塑料。

而且, 本发明的光学拾取装置可做成使得它进行仅一种光信息记录介质的记录和/或再现, 或还进行 2 种以上的不同光信息记录介质的信息记录和/或再现。

例如, 当光学拾取装置进行 2 种光信息记录介质的信息的记录和/或再现时, 优选使光学拾取装置具有第一光源, 以发射波长 λ_1 的第一光通量, 来进行第一光信息记录介质的再现和/或记录, 具有第二光源, 以发射波长 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) 的第二光通量, 来进行第二光信息记录介质的再现和/或记录。聚光光学系统把至少一部分第一光通量会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上, 使得第一光信息记录介质的信息可被记录和/或再现, 并且把至少一部分第二光通量会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上, 使得第二光信息记录介质的信息可被记录和/或再现。

就此而论, 不同种类的光信息记录介质包括信息记录密度不同、用于记录和/或再现的必须数值孔径不同、用于记录和/或再现信息的波长不同、透明基板的厚度不同的情况, 或者这些情况的组合。作为优选例子, 讨论下面的组合:
 $\lambda_1 < \lambda_2$ 与第一光信息记录介质的信息记录密度高于第二信息记录媒体的密度、与第一光信息记录介质的透明基板厚度薄于第二光信息记录介质的透明基板厚度、与第一光信息记录介质的记录和/或再现的必要数值孔径大于第二光信息记

录介质的记录和/或再现的必要数值孔径的组合。

尤其，当第一光信息记录介质的透明基板的厚度不同于第二光信息记录介质的透明基板厚度时，球面像差偏差矫正元件可矫正第一透明基板的厚度与第二透明基板的厚度差引起的球面像差的变化。

作为通过一个光学拾取装置记录和/或再现 2 种不同光信息记录介质的结构，可应用不同模式。

作为第一例子，列出使用具有球面像差偏差矫正元件的可移动元件的球面像差偏差矫正元件的模式。当球面像差偏差矫正元件的可移动元件沿光轴方向移动时，改变入射到物镜的光通量的边缘光线的倾斜角，并且矫正 2 种光信息记录介质的透明基板厚度不同产生的球面像差的偏差，以及把光通量会聚到各个信息记录面来记录和/或再现信息。

第二例子是使用衍射面的模式。在聚光光学系统的光学元件上设置衍射面，通过使用 2 个光源的波长差带来的衍射光的焦点的位置差，矫正 2 种光信息记录介质的透明基板厚度不同产生的球面像差，把光通量会聚到各个信息记录面来记录和/或再现信息。可在耦合透镜或物镜上设置衍射面，或者在其它光学元件上设置。

第三例子是使用诸如物镜的具有绕光轴环形同心形成的至少 3 分割的表面的光学元件的模式。当最靠近光轴的分割的表面是第一分割表面时，其外侧的分割表面是第二分割表面，再外侧的分割表面是第三分割表面，通过第一分割表面和第三分割表面的光通量被会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上以记录和/或再现信息。另一方面，通过第一分割表面和第二分割表面的光通量被会聚到其必要的预定数值孔径小于第一光信息记录介质的第二光信息记录介质的信息记录面上以记录和/或再现信息。

顺便提及，在第三分割表面的外侧，进一步可提供一个或多个分割表面。

第四例子是这样一个实施例，其中：物镜在其至少一个表面上具有环状台阶部分，该台阶部分经折射效应把入射光通量分割为数量为 k 个的环状光通量（在这种情况下，从光轴侧到其外侧依次是第 1、第 2、第 k 光通量），第 1 和第 k 光通量形成的最佳像面位置中第 1 和第 k 光通量的波阵面像差的球面像差分量是 0.07λ 1 rms 或更小，第 2 到第 $(k-1)$ 通量中的至少 2 个光通量在不同于第 1 和第 k 光通量形成的最佳像面位置的位置处形成表观最佳像面位置，以及在由第 1

和第 k 光通量形成的最佳象面位置上, 在通过用于记录和/或再现第一光信息记录介质的信息所必须的物镜的象方规定数值孔径的第 1 到第 k 光通量的各光通量中的光线的波阵面像差几乎为 $m_i \lambda_1$ (m_i 是整数, $i=1, 2, \dots, k$).

另外, 可组合上述 4 个例子中的 2 个或多个。在所有的上面 4 个例子中, 当波长 λ_1 的第一光源的光通量被会聚到第一光信息记录介质的信息记录面上时, 优选在用于记录和/或再现第一光信息记录介质的信息的预定的数值孔径内, 信息记录面上的波阵面像差不大于 $0.07 \lambda_1$ rms, 更优选是不大于 $0.05 \lambda_1$ rms。另外, 当波长 λ_2 的第二光源的光通量被会聚到第二光信息记录介质的信息记录面上时, 优选在用于记录和/或再现第二光信息记录介质的信息的预定的数值孔径内, 信息记录面上的波阵面像差不大于 $0.07 \lambda_2$ rms, 更优选是不大于 $0.05 \lambda_2$ rms。

当用于记录和/或再现第一光信息记录介质的信息的预定的数值孔 NA1 大于用于记录和/或再现第二光信息记录介质的信息的预定数值控制 NA2 时, 并且当波长 λ_2 的第二光源的光通量被会聚到第二光信息记录介质的图像记录面上时, 优选 NA2 内的光通量被会聚使得信息记录面上的波阵面像差是 $0.07 \lambda_2$ rms 或更小, 并且 NA1 内的光通量被会聚使得信息记录面上的波阵面像差大于 $0.07 \lambda_2$ rms。更优选在 NA2 内不大于 $0.05 \lambda_2$ rms, 并且在 NA1 内不小于 $0.2 \lambda_2$ rms。

顺便提及, 当 2 种或多种不同光信息记录介质通过一个光学拾取装置进行记录和/或再现并且这些光信息记录介质包括其记录和/或再现信息的必要的数值孔径小于 0.65 的一个媒体时, 以及当物镜由一个透镜组成时, 优选满足下面的条件表达式。

$$0.7 \leq d_1/f \leq 2.4$$

其中, d_1 代表物镜轴向厚度, f 代表 λ_1 波长下物镜的焦距。

优选满足上述条件表达式的物镜具有至少一个非球面。

而且, 光信息记录介质可在光信息记录介质一侧具有多个信息记录面。例如, 列出的结构中透明基板和信息记录层从光通量入射侧表面被依次交替堆放在多个堆叠层中。在这种情况下, 聚光光学系统可会聚从光源发射的光通量到光信息记录介质的各个信息记录面上, 使得光信息记录介质的信息可被记录和/或再现。

对于记录和/或再现具有多个信息记录面的光信息记录介质的信息的结构,

可应用各种模式。例如, 列出使用具有可移动元件的球面像差偏差矫正元件的模式。当球面像差偏差矫正元件的可移动元件沿光轴方向移动时, 改变入射到物镜的光通量的边缘光线的倾斜角, 并且矫正各个信息记录面的位置产生的球面像差的偏差, 以及把光通量会聚到各个信息记录面来记录和/或再现信息。

另外, 在上述的说明中, 当波长 λ 的光通量被会聚到光信息记录介质的各个信息记录面上时, 优选在用于记录和/或再现光信息记录介质的信息的预定数值孔径内, 信息记录面上的波阵面像差不大于 0.07λ rms, 并且优选不大于 0.05λ rms。

而且, 优选使本发明的光学拾取装置具有检测聚光光学系统引起的的球面像差的偏差的球面像差偏差矫正元件。基于这种检测装置的检测结果, 在球面像差偏差矫正元件具有可移动元件时通过移动可移动元件, 或在球面像差偏差矫正元件具有其在垂直于光轴方向上的折射率分布可变的装置时, 通过改变折射率来矫正球面像差的偏差,

另外, 本发明的为记录和/或再现光信息记录介质上信息的光信息记录介质记录和/或再现装置, 具有本发明的如上所述的光学拾取装置。优选它具有主轴电机或电源。

在本实施例中使用的非球面以下面的[等式 1]表达。其中 X 是沿光轴方向的坐标轴, h 是垂直于光轴方向的坐标轴, 光前进方向是正向, r 是傍轴曲率半径, k 是圆锥系数, A_{2i} 是非球面系数

[等式 1]

$$X = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)h^2 / r^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_{2i} h^{2i}$$

在本实施例中使用的球面以[等式 2]表达, 作为光程差函数。

[等式 2]

$$\phi b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

参考附图, 本发明的优选实施例描述如下。图 1 是根据本发明的光学拾取装置的主要结构图。在图 1 中, 提供进行第一光信息记录介质 24 的记录和/或再现的第一光源 11 和进行第二光信息记录介质 23 的记录和/或再现的其波长不同于第一光源 11 的第二光源 12, 提供转换从各个光源发射的发散光通量的发散角的耦合透镜 21 和 22、作为使从各个光源发出的光通量沿几乎相同方向前进的光

路合成装置的光束分离器 62、把来自光束分离器 62 的光通量会聚到信息记录媒体的信息记录面 5 上的物镜 3 以及从光信息记录介质接收反射光的光检测器 41 和 42。在附图中，数字 8 是光阑、数字 9 是柱面透镜，数字 71 和 72 是 $1/4$ 波片，数字 15 是减小来自光源 11 的发散光通量的发散角的耦合透镜，数字 16 是凹面透镜，数字 17 是把反射的光通量分离开的全息图。

另外，在本实施例中，作为矫正物镜 3 的球面像差的变化装置和发散角改变装置，提供从光源侧顺序设置的负透镜 5 和正透镜 4 以及致动器 7（后面这些都成为球面像差矫正装置与发散角改变装置）。致动器 7 用作传送装置，以通过沿光轴方向移作用为光学元件的负透镜 5 来改变光通量的边缘光线的倾斜角。而且，与本实施例相关的是在表示光学系统的特定部分的例子 1 到 4 中，由可传送的负透镜 5 和正透镜 4 构成的所谓的扩束器的例子有时表达为球面像差矫正装置。在这种关系中，数字 6 是沿光轴方向驱动物镜 3 来调焦的致动器。定义为第一光源 11 可发射波长 $\lambda_1=405\text{nm}$ 的激光，第二光源 12 可发射波长 $\lambda_2=655\text{nm}$ 的激光。

在下面描述的例子中，在例子 1、2、11、12 中，在物镜 3 上设置衍射面并矫正轴向色差，在例子 3 到 5 中，把特定材料用于负透镜 5 和正透镜 4 并矫正轴向色差，在例子 6 到 8、13 和 14 中，在负透镜 5 和正透镜 4 至少之一上设置衍射面并矫正物镜 3 的轴向色差，在例子 9 和 10 中，通过负透镜 5 和正透镜 4 的特定材料以及正透镜 4 上设置的衍射面之间的协作效应矫正物镜 3 的轴向色差。另外，例子 4、5 和 12 是利用用于不同光信息记录介质的同一光学系统进行信息的记录或再现的例子。就此而论，在物镜 3 的下面的例子中，通过利用其饱和吸水不大于 0.01% 并且其对于光源波长 400nm 的光通量的内透射比是 90.5% 且其对于光源波长 700nm 的光通量的穿透率是 92% 的塑料材料形成。而且，在下面的例子中，在仅使用图 1 所示的本实施例的第一光源 11 的例子中，尽管忽略了特定实施例的附图，通常在图 1 的光学拾取装置中，可应用例如去除第二光源 12、耦合透镜 22、光束分离器 62、光检测器 42、 $1/4$ 波片 72 和全息图 17 的模式。各个例子如下所述。

[例子 1]

与例子 1 中负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 构成的光学系统相关的数据在表 1 中表示。就此而论，在后面所示的数据中，10 的次幂（例如 2.5×10^{-3} ）用 E（例

如 2.5XE-3) 表示。而且, 由旋转对称多项式表示的衍射面的衍射得到的一级光指是在衍射后光线的角度在会聚方向上改变的光。

表 1

例子 1

λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N_d	vd
1	球面像差矫正装置	-604.711	0.800	1.91409	23.8
2		7.532	1.000		
3		8.122	1.200	1.50717	81.6
4		-11.199	1.000		
5 (光阑)		∞	0.000		
6 (非球面 1、衍射面 1)	物镜	1.233	2.688	1.52524	56.5
7 (非球面 2)		-0.931	0.334		
8	透明基板	∞	0.100	1.51949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K -6.8440E-01

A_4 1.7085E-02

A_6 2.4417E-03

A_8 1.4011E-03

A_{10} 3.9966E-04

A_{12} -2.0375E-04

A_{14} 1.8903E-05

A_{16} 2.6231E-05

A_{18} 2.3047E-05

A_{20} -1.4976E-05

非球面 2

K -22.173426

A_4 0.345477
 A_6 -0.821245
 A_8 0.890651
 A_{10} -0.391613
 A_{12} -0.252257E-03
 A_{14} -0.109061E-09
 A_{16} -0.166822E-10
 A_{18} -0.250470E-11
 A_{20} -0.370377E-12
 衍射面 1
 $B2$ -7.0001E-03

图 2 是根据例子 1 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 3 是根据物镜 3 的球面像差图。在例子 1 中, 通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在本例中, 作为用于矫正球面像差的变化装置的负透镜 5、正透镜 4 的材料, 分别选择 $v_d N=23.8$ 、 $v_d P=81.6$ 的材料, 并且通过在物镜 3 光源侧的表面上提供衍射面, 矫正物镜 3 中产生的轴向色差。而且, 在本例中, $fN=-8.13(\text{mm})$, $fP=9.48(\text{mm})$, $f=1.765(\text{mm})$, $fD=71.483(\text{mm})$ 。

在本例子中, 在光源的振动波长有微小变化(后面简称为波长变化)或温度改变时球面像差的变化矫正可如下进行。在本例的情况下, 当波长变大时, 或温度升高时, 在物镜 3 中产生过矫正的球面像差。在这种情况下, 当负透镜 5 沿着光轴由致动器 7 移动时, 负透镜 5 和正透镜 4 之间的间隔被减小, 可产生欠矫正的球面像差。当把负透镜 5 移动适当的量, 可抵消过矫正的球面像差, 并且从表示球面像差结果的表 2 明显看到, 整个光学系统的球面像差变小。

表 2

例子 1

图像高度特性		Y=0μm	0.004λ(1.00mm)
WFE rms		Y=10μm	0.011λ
波长特性	+10nm	Y=0μm	0.005λ(0.75mm)
WFE rms		Δf _B (μm)	+0.47
	-10nm	Y=0μm	0.011λ(1.27mm)
		Δf _B (μm)	-0.64
温度特性	+30℃	Y=0μm	0.008λ(0.80mm)
WFE rms	-30℃		0.024λ(1.22mm)

（注意）表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 2]

与例子 2 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 3 中。

表 3

例子 2

λ1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N _d	vd
1	球面像差矫正装置	-6.551	0.800	1.61949	30.0
2		5.582	1.000		
3		8.542	1.200	1.52524	56.5
4		-5.364	1.000		
5（光阑）		∞	0.000		
6（非球面 1、衍射面 1）	物镜	1.233	2.688	1.52524	56.5
7（非球面 2）		-0.931	0.334		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K -6.8440E-01

A₄ 1.7085E-02

A₆ 2.4417E-03

A₈ 1.4011E-03

A₁₀ 3.9966E-04

A₁₂ -2.0375E-04

A₁₄ 1.8903E-05

A₁₆ 2.6231E-05

A₁₈ 2.3047E-05

A₂₀ -1.4976E-05

非球面 2

K -22.173426

A₄ 0.345477

A₆ -0.821245

A₈ 0.890651

A₁₀ -0.391613

A₁₂ -0.252257E-03

A₁₄ -0.109061E-09

A₁₆ -0.166822E-10

A₁₈ -0.250470E-11

A₂₀ -0.370377E-12

衍射面 1

B₂ -7.0001E-03

图 4 是根据例 2 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 5 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 2 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 2 中，作为用于矫正球面像差变化的装置的负透镜 5、正透镜 4 的材料，分别选择 $\text{vdN}=30.0$ 、 $\text{vdP}=56.5$ 的材料，并且通过在物镜 3 的光源侧表面上提供衍射面，矫正物镜 3 中产生的轴向色差。而且，在本例中， $fN=-4.75(\text{mm})$ ， $fP=6.47(\text{mm})$ ， $f=1.765(\text{mm})$ ， $fD=71.483(\text{mm})$ 。

由于本例子中波长变化或温度改变时球面像差变化的矫正与例 1 相同, 省略其解释。从表示球面像差结果的表 4 明显看到, 波长变化或温度改变时球面像差变小。而且, 作为物镜 3 和矫正球面像差变化的装置, 当把塑料材料用于负透镜 5 和正透镜 4 时, 光学系统的重量降低, 并且加到可移动机构上的负担降低。

表 4

例子 2

图像高度特性		$Y=0\mu\text{m}$	$0.005\lambda(1.00\text{mm})$
WFE rms		$Y=10\mu\text{m}$	0.009λ
波长特性	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.005\lambda(0.91\text{mm})$
WFE rms		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+1.30
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.009\lambda(1.10\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-1.60
温度特性	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.007\lambda(0.88\text{mm})$
WFE rms	-30°C		$0.017\lambda(1.13\text{mm})$

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 3]

与例子 3 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 5 中。

表 5

例子 3

 λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N_d	vd
1	球面像差矫正装置	-20.486	0.800	1.91409	23.8
2		14.729	1.000		
3		26.278	1.200	1.50717	81.6
4		-7.040	1.000		
5 (光阑)		∞	0.000		
6 (非球面 1)	物镜	1.225	2.845	1.52524	56.5
7 (非球面 2)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K -0.699712

 A_4 0.166009E-01 A_6 0.209051E-02 A_8 0.157932E-02 A_{10} 0.212509E-03 A_{12} -0.344184E-03 A_{14} 0.119417E-04 A_{16} 0.577745E-04 A_{18} 0.409189E-04 A_{20} -0.257292E-04

非球面 2

K -20.033672

 A_4 0.331327 A_6 -0.881378 A_8 0.965015

A₁₀ -0.412771
A₁₂ -0.252257E-03
A₁₄ -0.110756E-09
A₁₆ -0.168921E-10
A₁₈ -0.253030E-11
A₂₀ -0.370376E-12

图6是根据例3的负透镜5、正透镜4和物镜3的光学系统结构图。图7是根据物镜3的球面像差图。在例3中，通过组合波长405nm的第一光源11和图像侧数值孔径NA为0.85的物镜3来记录或再现信息。在例3中，作为负透镜5、正透镜4的材料，分别选择vd N=23.8、vdP=81.6的材料，并且矫正轴向色差。而且，在本例中，fN=-9.27(mm)，fP=11.08(mm)，f=1.765(mm)。

由于本例中波长变化或温度改变时球面像差的变化与例1相同，省略其解释。从表示球面像差结果的表6明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜3时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表6

例子3

图像高度特性		Y=0μm	0.010λ(1.00mm)
WFE rms		Y=10μm	0.011λ
波长特性	+10nm	Y=0μm	0.025λ(0.87mm)
WFE rms		Δf _B (μm)	+0.81
	-10nm	Y=0μm	0.021λ(1.21mm)
		Δf _B (μm)	-2.03
温度特性	+30℃	Y=0μm	0.028λ(0.70mm)
WFE rms	-30℃		0.024λ(1.28mm)

(注意)表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 4]

与例 4 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 7 中。

表 7

例子 4

$\lambda 1$ 405nm

$\lambda 2$ 655nm

NA1 0.85

NA2 0.65

		r (mm)	d (mm)	N_d	vd
1 (非球面 1)	发散角改变装置	-4.511	0.800	1.5949	30.0
2 (非球面 2)		5.332	(可变间隔 1)		
3 (非球面 3)		8.748	1.200	1.52524	56.5
4 (非球面 4)		-5.817	1.700		
5 (光阑)		∞	0.700		
7 (非球面 5, 衍射面 1)	物镜	1.180	2.518	1.52524	56.5
8 (非球面 5)		-1.146	(可变间隔 2)		
9	透明基板	∞	(可变间隔 3)	1.61949	30.0
10		∞			

	$\lambda 1$	$\lambda 2$
可变间隔 1	2.271	0.602
可变间隔 2	0.405	0.261
可变间隔 3	0.100	0.600

非球面 1

K -1.82245E+00

A_4 1.91843E-03

A_6 1.53453E-03

A_8 -3.74714E-03

A_{10} -3.98906E-05

$A_{12} -4.92552E-13$

非球面 2

$K -3.59130E-01$

$A_4 -3.68216E-04$

$A_6 3.35772E-04$

$A_8 -1.59195E-03$

$A_{10} -7.62648E-04$

$A_{12} -4.15896E-10$

非球面 3

$K -4.37805E+00$

$A_4 -7.92779E-04$

$A_6 1.00408E-03$

$A_8 2.25086E-04$

$A_{10} -1.35761E-04$

$A_{12} -5.87062E-08$

$A_{14} -4.46993E-05$

$A_{16} -1.66320E-06$

$A_{18} -9.66153E-07$

$A_{20} 1.05818E-06$

非球面 4

$K -1.59857E-01$

$A_4 7.04289E-05$

$A_6 2.47603E-04$

$A_8 3.22371E-04$

$A_{10} 6.12332E-05$

$A_{12} -5.31635E-05$

$A_{14} -3.38725E-05$

$A_{16} 1.91316E-06$

$A_{18} -2.94735E-08$

$A_{20} 6.23600E-07$

非球面 5

 $K \quad -7.83080E-01$ $A_4 \quad 2.01730 \text{ E-}02$ $A_6 \quad -1.84080E-03$ $A_8 \quad 7.06210E-03$ $A_{10} \quad -6.87170E-04$ $A_{12} \quad -9.64340 \text{ E-}04$ $A_{14} \quad 6.64990E-05$ $A_{16} \quad 2.60470E-04$ $A_{18} \quad 4.70690E-05$ $A_{20} \quad -4.45290E-05$

非球面 6

 $K \quad -2.03154E+01$ $A_4 \quad 2.67833 \text{ E-}01$ $A_6 \quad -4.80343E-01$ $A_8 \quad 3.68667E-01$ $A_{10} \quad -1.19103E-01$ $A_{12} \quad 4.67297E-03$ $A_{14} \quad 9.98218E-10$ $A_{16} \quad 1.22952E-10$ $A_{18} \quad 1.57221E-11$ $A_{20} \quad 1.92406E-12$

衍射面 1

 $b_2 \quad -1.00000E-06$ $b_4 \quad -2.33560E-03$ $b_6 \quad -7.29050E-04$ $b_8 \quad 9.81200E-04$ $b_{10} \quad 5.06860E-05$ $b_{12} \quad 1.88310E-04$ $b_{14} \quad -1.02330E-04$

$$b_{16} \quad 5.97500E-05$$

$$b_{18} \quad 2.65550E-05$$

$$b_{20} \quad -1.09350E-05$$

图 8 和图 9 是根据例 4 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。

图 10 和 11 是分别对于不同的光信息记录介质记录或再现信息时根据物镜 3 的球面像差图。例 4 是通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和其透明基板厚度为 0.6mm 的光信息记录介质或组合波长为 655nm 的第二光源 12 与其透明基板厚度是 0.6mm 的光信息记录介质并使用该光学系统而记录或再现信息的光学拾取装置的例子。在例 4 中，作为负透镜 5、正透镜 4 的材料，分别选择 $vdN=30.0$ 、 $vdP=56.5$ 的材料，并且矫正轴向色差。而且，在本例中， $fN=-3.82(mm)$ ， $fP=6.85(mm)$ ， $f=1.765(mm)$ ， $fD1=5000000.02(mm)$ 。就此而论，物镜在振动波长 λ_2 为 655nm 处的焦距是 $f2=1.804$ 。

在例 4 中，由于两种以上的光信息记录介质的透明基板厚度不同而产生的球面像差的变化通过改变从光源侧依次由一个负透镜 5 和一个正透镜 4 构成的发散角改变装置（对应于用于矫正本发明的球面像差的变化的装置或矫正球面像差和轴向色差变化的装置）之间的间隔来矫正。而且，通过在物镜 3 的光源侧提供衍射面，球面像差被更精细矫正。另外，在光源的波长变化或温度改变时聚光光学系统的球面像差偏差也通过改变发散角改变装置来精细矫正。即从表 8 明显看到，通过改变负透镜 5 与正透镜 4 之间的间隔到适当的距离，物镜 3 在基板厚度改变或波长变化和温度改变时的球面像差恶化被精细矫正。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表 8

例子 4

			405nm NA 0.85	655nm NA 0.65
图像高度特性 WFE rms		Y=0μm	0.008λ(2.27mm)	0.008λ(0.60mm)
		Y=10μm	0.025λ	0.030λ
波长特性 WFE rms	+10nm	Y=0μm	0.019λ(2.24mm)	0.005λ(0.62mm)
		Δf _B (μm)	+3.57λ	+0.47
	-10nm	Y=0μm	0.021λ(2.31mm)	0.01λ(0.59mm)
		Δf _B (μm)	+3.57	+0.47
温度特性 WFE rms	+30℃	Y=0μm	0.028λ(2.15mm)	0.018λ(0.63mm)
	-30℃		0.028λ(2.44mm)	0.006λ(0.58mm)

（注意）表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 5]

与例 5 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 9 中。

表 9

例子 5

 $\lambda 1$ 405nm $\lambda 2$ 655nm

NA1 0.85

NA2 0.65

		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
1 (非球面 1)	发散角改变装置	-8.096	1.000	1.61949	30.0
2 (非球面 2)		8.634	(可变间隔 1)		
3 (非球面 3)		11.647	1.500	1.52524	56.5
4 (非球面 4)		-8.791	1.800		
5 (光阑)		∞	-0.800		
7 (非球面 5, 衍射面 1)	物镜	1.979	4.322	1.52524	56.5
8 (非球面 5)		-1.853	(可变间隔 2)		
9	透明基板	∞	(可变间隔 3)	1.61949	30.0
10		∞			

	$\lambda 1$	$\lambda 2$
可变间隔 1	2.367	1.520
可变间隔 2	0.684	0.503
可变间隔 3	0.100	0.600

非球面 1

K -8.49544E-01

 A_4 2.60023E-04

A_6 -1.81862E-05

A_8 -5.43678E-05

A_{10} -4.51719E-06

A_{12} -4.84352E-07

非球面 2

K -1.51200E+00

A_4 -2.95477E-04

A_6 -6.00121E-05

A_8 -9.38876E-07

A_{10} -9.20091E-06

A_{12} -4.37732E-07

非球面 3

K -1.41587E + 00

A_4 -1.44673E-04

A_6 -9.36888E-06

A_8 6.82686E-07

A_{10} 1.03613E-07

A_{12} 1.93933E-09

A_{14} -5.32563E-09

非球面 4

K -6.16512E-01

A_4 1.03046 E-04

A_6 2.00275E-06

A_8 -8.66334E-07

A_{10} 1.56881E-07

A_{12} -1.06594E-08

A_{14} 1.06582E-09

非球面 5

K -7.77500E-01

A_4 4.52960 E-03

A_6 -1.03310E-04

A_8 1.54300E-04

A_{10} -7.93870E-06

A_{12} -2.71240 E-06

A_{14} -3.51620E-09

A_{16} 9.02610E-08

A_{18} 6.04590E-09

A_{20} -1.79290E-09

非球面 6

K -2.31402E+01

A_4 5.47424 E-02

A_6 -3.25565E-02

A_8 8.11386E-03

A_{10} -8.45883E-04

A_{12} 6.59378E-05

A_{14} -1.21099E-06

A_{16} -2.46113E-06

A_{18} -1.12315E-06

A_{20} 9.53156E-11

衍射面 1

b_2 -5.88260E-07

b_4 -2.47940E-04

b_6 -8.68800E-05

b_8 1.67950E-05

b_{10} -4.00170E-07

b_{12} -5.69670E-07

b_{14} -9.95240E-08

b_{16} 2.40370E-08

b_{18} 3.46480E-09

b_{20} -5.18490E-10

图 12 和图 13 是根据例 5 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 14 和 15 是分别对于不同的光信息记录介质记录或再现信息时根据物镜 3 的球面像差图。例 5 是通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和其透明基板厚度为 0.6mm 的光信息记录介质或组合波长为 655nm 的第二光源 12 与其透明基板厚度是 0.6mm 的光信息记录介质并使用该光学系统而记录或再现信息的光学拾取装置的例子。在例 5 中, 作为负透镜 5、正透镜 4 的材料, 分别选择 $vdN=30.0$ 、 $vdP=56.5$ 的材料, 并且矫正轴向色差。而且, 在本例中, $fN=-6.59(\text{mm})$, $fP=9.85(\text{mm})$, $f1=3.011(\text{mm})$, $fD1=849964.33(\text{mm})$ 。就此而论, 物镜在振动波长 λ_2 为 655nm 处的焦距是 $f2=3.076$ 。

以与例 4 相同方式, 从表 10 明显看到, 通过改变负透镜 5 与正透镜 4 之间的间隔到适当的距离, 聚光光学系统在基板厚度改变或波长变化和温度改变时的球面像差偏差被精细矫正。而且, 当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时, 光学系统的重量降低, 并且加到可移动机构上的负担降低。

表 10

例子 5

			405nm NA 0.85	655nm NA 0.65
图像高度特性 WFE rms		$Y=0\mu\text{m}$	$0.008\lambda(2.36\text{mm})$	$0.001\lambda(1.52\text{mm})$
		$Y=10\mu\text{m}$	0.021λ	0.019λ
波长特性 WFE rms	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.044\lambda(2.35\text{mm})$	$0.002\lambda(1.57\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+4.90	+0.82
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.045\lambda(2.39\text{mm})$	$0.002\lambda(1.47\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-5.47	-0.86
温度特性 WFE rms	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.061\lambda(2.22\text{mm})$	$0.006\lambda(1.57\text{mm})$
	-30°C		$0.081\lambda(2.55\text{mm})$	$0.004\lambda(1.45\text{mm})$

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

就此而论, 即使当入射到用于矫正球面像差变化的装置的负透镜 5 的光通量不仅是平行光而且是发散光或会聚光时, 本发明的光学系统也可以同样方式应用。另外, 尽管在本例的图中未示出, 改变来自光源的光通量的发散角的耦合透

镜可被提供在光源与球面像差矫正装置之间。当衍射面被增加到这种耦合透镜并且衍射面具有后焦点在长波长侧被缩短的特性时，在物镜中产生的轴向色差可被矫正。

用于根据本发明的光学系统的耦合透镜不限于上述模式，但是当它是日本专利 No. 2000-060843 中描述的那种耦合透镜时，在物镜 3 中产生的轴向色差可更精细地矫正。

另外，当通过其将来自光源的光通量的象散差降低并且几乎为圆形的光通量入射到球面像差矫正装置的光束整形元件被设置在耦合透镜与用于矫正球面像差的变化的装置（负透镜 5，正透镜 4）之间时，来自耦合透镜的光通量的发散角通过因温度或湿度改变带来的焦点移动改变，并且通过光束整形元件产生象散。为抑制这一点，当使用如上面日本专利 No. 2000-53858 中描述的耦合透镜时，抑制了光束整形元件产生的象散。

就此而论，在例 4 和 5 中，对于光源波长 655nm 并且透明基板厚度为 0.6mm 的光信息记录介质的球面像差的视图表示到 NA 等于 0.65 时。但是，在这种情况下，通过由光源波长 405nm、NA 0.85 决定的所有光阑的光通量入射到物镜 3 上。大于 NA 0.65 的对图像形成不起作用的光通量，通过使用设置在物镜 3 上的衍射面的效应而成为闪烁（flare）成分，从而光斑直径不过分挤压在光信息记录面上，并且可防止光学拾取装置的光接收元件对不需要的信号的检测。

[例子 6]

与例 6 中负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 构成的光学系统相关的数据在表 11 中表示。

表 11

例子 6

 λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N_{λ_1}	vd
1 (非球面 1)	球面像差矫正 装置	-5.556	0.800	1.52524	56.5
2 (非球面 2)		5.279	1.000		
3 (非球面 3)		12.098	1.200	1.52524	56.5
4 (非球面 4, 衍射 面 1)		-6.085	1.000		
5 (光阑)		∞	-0.000		
6 (非球面 5)	物镜	1.225	2.845	1.52524	56.5
7 (非球面 6)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K -5.72580E-02

 A_4 -1.45908E-03 A_6 6.52770E-03 A_8 -2.53887E-03 A_{10} -3.22205E-03

非球面 2

K 4.07593E+00

 A_4 3.63395E-03 A_6 -2.26920E-03 A_8 -2.83908E-03 A_{10} -3.04265E-04

非球面 3

K 5.32508E+00

 A_4 1.06266E-04

A_6 -5.48799E-05

A_8 1.47470E-04

A_{10} 4.06608E-04

A_{12} -1.27769E-04

非球面 4

K 1.13730E+00

A_4 -1.46440E-03

A_6 4.40310E-04

A_8 2.47800E-04

A_{10} 4.40280E-05

A_{12} -1.33270E-05

非球面 5

K -6.99712E-01

A_4 1.66009 E-02

A_6 2.09051E-03

A_8 1.57932E-03

A_{10} 2.12509E-04

A_{12} -3.44184E-04

A_{14} 1.19417E-05

A_{16} 5.77745E-05

A_{18} 4.09189E-05

A_{20} -2.57292E-05

非球面 6

K -2.00337E+01

A_4 3.31327E-01

A_6 -8.81378E-01

A_8 9.65015E-01

A_{10} -4.12771E-01

A_{12} -2.52257E-04

A_{14} -1.10756E-10

$$A_{16} -1.68921\text{E-}11$$

$$A_{18} -2.53030\text{E-}12$$

$$A_{20} -3.70376\text{E-}13$$

衍射面 1

$$b_2 -1.00000\text{E-}02$$

$$b_4 4.93850\text{E-}04$$

$$b_6 2.43430\text{E-}04$$

$$b_8 1.12150\text{E-}04$$

$$b_{10} -2.73490\text{E-}05$$

图 16 是根据例 6 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 17 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 6 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 6 中，把衍射面增加到物镜 4 的光信息记录介质的侧的表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，物镜 3 中产生的轴向色差被矫正。而且在本例中， $fN=0.503(\text{mm})$ ， $fP=6.81(\text{mm})$ ， $f1=1.765(\text{mm})$ 。

由于本例中光源波长变化或温度改变时球面像差的变化矫正与例 1 相同，省略其解释。从表 12 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表 12

例子 6

图像高度特性		$Y=0\mu\text{m}$	$0.008\lambda(1.00\text{mm})$
WFE rms		$Y=10\mu\text{m}$	0.017λ
波长特性	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.009\lambda(0.94\text{mm})$
WFE rms		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+3.01
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.009\lambda(1.06\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-3.17
温度特性	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.005\lambda(0.93\text{mm})$
WFE rms	-30°C		$0.016\lambda(1.07\text{mm})$

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以

及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 7]

与例 7 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 13 中。

表 13

例子 7

λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N_{λ_1}	vd
1 (非球面 1)	球面像差	-6.790	0.800	1.52524	56.5
2 (非球面 2)	矫正装置	4.293	1.000		
3 (非球面 3, 衍射面 1)		6.555	1.200	1.52524	56.5
4 (非球面 4, 衍射面 2)		-10.777	1.000		
5 (光阑)		∞	0.000		
6 (非球面 5)	物镜	1.225	2.845	1.52524	56.5
7 (非球面 6)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K 6.34005E-01

A_4 -8.04474E-04

A_6 3.26482E-03

A_8 -1.10780E-03

A_{10} -2.17617E-03

非球面 2

K 5.90931E-01

A_4 1.44067E-03

A_6 -3.12725E-03

A_8 -2.20735E-03

A_{10} -3.12725E-05

非球面 3

K 9.31840E-01

 A_4 1.47940E-04 A_6 -2.30680E-05 A_8 3.05100E-04 A_{10} -4.13730E-05

非球面 4

K 0.00000E+00

 A_4 -1.11870E-03 A_6 6.80430E-04 A_8 3.66720E-04 A_{10} -2.55160E-05

非球面 5

K -6.99712E-01

 A_4 1.66009 E-02 A_6 2.09051E-03 A_8 1.57932E-03 A_{10} 2.12509E-04 A_{12} -3.44184E-04 A_{14} 1.19417E-05 A_{16} 5.77745E-05 A_{18} 4.09189E-05 A_{20} -2.57292E-05

非球面 6

K -2.00337E+01

 A_4 3.31327E-01 A_6 -8.81378E-01 A_8 9.65015E-01 A_{10} -4.12771E-01 A_{12} -2.52257E-04

$$A_{14} -1.10756\text{E-}10$$

$$A_{16} -1.68921\text{E-}11$$

$$A_{18} -2.53030\text{E-}12$$

$$A_{20} -3.70376\text{E-}13$$

衍射面 1

$$b_2 -8.00000\text{E-}03$$

$$b_4 2.66130\text{E-}04$$

$$b_6 7.45750\text{E-}05$$

$$b_8 -1.58010\text{E-}04$$

$$b_{10} 4.67190\text{E-}05$$

衍射面 2

$$b_2 -8.00000\text{E-}03$$

$$b_4 -2.59880\text{E-}04$$

$$b_6 3.77670\text{E-}04$$

$$b_8 5.66990\text{E-}05$$

$$b_{10} -4.26270\text{E-}05$$

图 18 是根据例 7 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 19 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 7 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 7 中，把衍射面增加到负透镜 5、正透镜 4 的表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，物镜 3 中产生的轴向色差被矫正。而且在本例中， $fN=-4.89(\text{mm})$ ， $fP=5.83(\text{mm})$ ， $f1=1.765(\text{mm})$ 。

由于本例子中光源波长变化或温度改变时球面像差的变化矫正与例 1 相同，省略其解释。从表 14 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表 14

例子 7

图像高度特性 WFE rms		Y=0 μm Y=10 μm	0.008 λ (1.00mm) 0.017 λ
波长特性 WFE rms	+10nm	Y=0 μm $\Delta f_B(\mu\text{m})$	0.007 λ (0.95mm) +0.83
	-10nm	Y=0 μm $\Delta f_B(\mu\text{m})$	0.010 λ (1.05mm) -1.21
温度特性 WFE rms	+30°C -30°C	Y=0 μm	0.008 λ (0.96mm) 0.019 λ (1.05mm)

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 8]

与例 8 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 15 中。

表 15

例子 8

 λ_1 405nm

NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_{d1}	vd
1 (非球面 1, 衍射面 1)	球面像差矫正装置	-4.781	0.800	1.52524	56.5
2 (非球面 2, 衍射面 2)		6.136	1.000		
3 (非球面 3, 衍射面 3)		23.371	1.200	1.52524	56.5
4 (非球面 4, 衍射面 4)		-5.587	1.000		
5 (光阑)		∞	0.000		
6 (非球面 5)	物镜	1.225	2.845	1.52524	56.5
7 (非球面 6)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K -5.09350E-02

A₄ -2.56160E-04

A₆ 2.73940E-03

A₈ -6.04320E-04

A₁₀ -1.04120E-03

A₁₂ -8.54300E-04

非球面 2

K 2.61840E+00

A₄ 1.40260E-03

A₆ -9.46360E-04

A₈ -1.03170E-03

A₁₀ -7.00650E-04

A₁₂ 1.59290E-04

非球面 3

K 1.48200E+01

A₄ 1.08520E-04

A₆ -2.99390E-05

A₈ -5.09390E-05

A₁₀ -9.76740E-05

A₁₂ -5.01720E-01

非球面 4

K 7.68210E-01

A₄ -7.75160E-04

A₆ 2.57520E-04

A₈ 2.11770E-04

A₁₀ -2.31350E-05

A₄ -1.82460E-05

非球面 5

K -6.99712E-01

A_4 1.66009 E-02

A_6 2.09051E-03

A_8 1.57932E-03

A_{10} 2.12509E-04

A_{12} -3.44184E-04

A_{14} 1.19417E-05

A_{16} 5.77745E-05

A_{18} 4.09189E-05

A_{20} -2.57292E-05

非球面 6

K -2.00337E+01

A_4 3.31327E-01

A_6 -8.81378E-01

A_8 9.65015E-01

A_{10} -4.12771E-01

A_{12} -2.52257E-04

A_{14} -1.10756E-10

A_{16} -1.68921E-11

A_{18} -2.53030E-12

A_{20} -3.70376E-13

衍射面 1

b_2 -5.00000E-03

b_4 3.72180E-04

b_6 -1.28520E-03

b_8 2.68410E-04

b_{10} 1.32790E-05

衍射面 2

b_2 -5.00000E-03

b_4 1.24620E-03

b_6 1.57800E-04

b_8 9.32920E-05

b_{10} -2.48990E-04

衍射面 3

b_2 -5.00000E-03

b_4 -8.23030E-05

b_6 6.12980E-05

b_8 7.98370E-05

b_{10} -5.34800E-05

衍射面 4

b_2 -5.00000E-03

b_4 -5.11460E-04

b_6 6.47470E-05

b_8 3.77610E-05

b_{10} -1.42650E-05

图 20 是根据例 8 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 21 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 8 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 8 中，把衍射面增加到负透镜 5、正透镜 4 的表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，物镜 3 中产生的轴向色差被矫正。而且在本例中， $fN=-5.54(\text{mm})$ ， $fP=7.42(\text{mm})$ ， $f1=1.765(\text{mm})$ 。

由于本例中光源波长变化或温度改变时球面像差变化的矫正与例子 1 相同，省略其解释。从表 16 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表 16

例子 8

图像高度特性 WFE rms		Y=0 μm Y=10 μm	0.009 λ (1.00mm) 0.017 λ
波长特性 WFE rms	+10nm	Y=0 μm Δf_B (μm)	0.008 λ (0.95mm) +0.83
	-10nm	Y=0 μm Δf_B (μm)	0.013 λ (1.06mm) -1.21
温度特性 WFE rms	+30°C	Y=0 μm	0.007 λ (0.92mm)
	-30°C		0.022 λ (1.08mm)

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 9]

与例 9 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 17 中。

表 17

例子 9

λ 405nm

NA 0.85

		r(mm)	d(mm)	N_{d1}	vd
1 (非球面 1)	球面像差 矫正装置	-4.940	0.800	1.61949	30.0
2 (非球面 2)		5.707	1.000		
3 (非球面 3)		8.857	1.200	1.52524	56.5
4 (非球面 4, 衍射面 1)		-5.570	1.000		
5 (光阑)		∞	0.000		
6 (非球面 5)	物镜	1.225	2.845	1.52524	56.5
7 (非球面 6)		-0.763	0.292		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面 1

K 7.47423E-01

 A_4 -1.05216E-03 A_6 1.83191E-03 A_8 -7.42838E-04 A_{10} -1.82340E-03**非球面 2**

K 2.05271E-01

 A_4 2.17539E-04 A_6 -1.28316E-03 A_8 -8.89776E-04 A_{10} -4.69136E-04**非球面 3**

K 1.16167E+00

 A_4 2.41421E-04 A_6 -1.36517E-05 A_8 5.39496E-05 A_{10} 3.14626E-05 A_{12} -4.79376E-05**非球面 4**

K 1.25410E-01

 A_4 -1.41630E-04 A_6 1.31960E-04 A_8 7.62960E-05 A_{10} -3.79170E-06 A_4 -2.37460E-05**非球面 5**

K -6.99712E-01

 A_4 1.66009 E-02 A_6 2.09051E-03

A_8 1.57932E-03

A_{10} 2.12509E-04

A_{12} -3.44184E-04

A_{14} 1.19417E-05

A_{16} 5.77745E-05

A_{18} 4.09189E-05

A_{20} -2.57292E-05

非球面 6

K -2.00337E+01

A_4 3.31327E-01

A_6 -8.81378E-01

A_8 9.65015E-01

A_{10} -4.12771E-01

A_{12} -2.52257E-04

A_{14} -1.10756E-10

A_{16} -1.68921E-11

A_{18} -2.53030E-12

A_{20} -3.70376E-13

衍射面 1

b_2 -1.00000E-02

b_4 5.64880E-05

b_6 6.33930E-05

b_8 6.62150E-05

b_{10} -4.80270E-06

图 22 是根据例 9 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 23 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 9 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 9 中，把衍射面增加到正透镜 4 的光信息记录介质侧的表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，物镜 3 中产生的轴向色差被矫正。而且作为球面像差矫正装置的负透镜 5 和正透镜 4 的材料，分别选择 N=30.0 和 P=56.5 的材料，可更精细

矫正物镜 3 中的轴向色差。另外，在本例中， $fN=-4.15(\text{mm})$ ， $fP=5.91(\text{mm})$ ， $f1=1.765(\text{mm})$ 。

由于本例子中光源波长变化或温度改变时球面像差的变化与例 1 相同，省略其解释。从表 18 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。

表 18

例子 9

图像高度特性		$Y=0\mu\text{m}$	$0.006\lambda(1.00\text{mm})$
WFE rms		$Y=10\mu\text{m}$	0.016λ
波长特性	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.006\lambda(0.95\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+0.65
WFE rms	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.007\lambda(1.05\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-0.95
温度特性	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.005\lambda(0.95\text{mm})$
WFE rms	-30°C		$0.012\lambda(1.05\text{mm})$

（注意）表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 10]

与例 10 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 19 中。

表 19

例子 10

 λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
1 (非球面 1)	球面像差矫正装置	-17.882	0.800	1.66845	24.3
2 (非球面 2)		7.461	1.500		
3 (衍射面 1)		7.218	1.200	1.52491	56.5
4 (衍射面 2)		∞	2.500		
5 (光阑)		∞	-1.000		
6 (非球面 3)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
7 (非球面 4)		0.975	0.355		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面系数

非球面 1

K -180.985319

 A_4 0.213341E-02 A_6 -0.309153E-03 A_8 -0.923446E-03 A_{10} 0.434595E-03

非球面 2

K 6.460482

 A_4 0.303589 E-02 A_6 -0.127523E-02 A_8 -0.661011E-03 A_{10} 0.354629E-03

非球面 3

K 0.683354

 A_4 0.162029E-01

A_6 0.154908E-02
 A_8 0.289288E-02
 A_{10} -0.367711E-03
 A_{12} -0.358222E-03
 A_{14} 0.148419E-03
 A_{16} 0.119603E-03
 A_{18} -0.302302E-04
 A_{20} -0.110520E-04
 非球面 4

K -21.704418
 A_4 0.308021
 A_6 -0.639499
 A_8 0.585364
 A_{10} -0.215623
 A_{12} -0.252265E-03
 衍射面系数

衍射面 1
 b_2 -6.7880E-03
 b_4 -1.2066E-04
 衍射面 2
 b_2 -9.7794E-03
 b_4 5.1838E-04

图 24 是根据例 10 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 25 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 10 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 10 中，把衍射面增加到正透镜 4 的两个表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，物镜 3 中产生的轴向色差被矫正。在这种情况下，当组合负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 作为球面像差矫正装置的复合系统的轴向色差在过矫正状态下做成时，如图 25 所示，第一光源 11 的振荡波长（405nm）的球面像差曲线和在长波长和短波长上的球面像差曲线彼此交叉。从而，当发生光源的模式跳变时，高频

叠加时波阵面像差的恶化非常小, 例如, 甚至光源的振动波长微小变化时, 最佳象面的位置的移动可被抑制到很小。另外, 当作为球面像差矫正装置的可移动元件的负透镜 5 形成到两侧非球面透镜中时, 在负透镜 5 偏心时波阵面像差恶化或跟踪误差被抑制到很小。另外, 作为负透镜 5 和正透镜 4 的材料, 分别选择 $vdN=24.3$ 和 $vdP=56.5$ 的材料, 可矫正物镜 3 中的轴向色差。并且减轻衍射结构加到正透镜 4 上的负担。另外, 在本例中, $fN=-7.78(\text{mm})$, $fP=9.95(\text{mm})$, $f1=1.765(\text{mm})$ 。

在本例子中, 由于调节光通量的光阑从物镜 3 的光源一侧的表面顶部被设置在光信息记录介质一侧, 当发散光通量入射时, 物镜 3 的光源侧的光束通过表面高度可被抑制到很小。这对于物镜 3 的尺寸减小或像差矫正有益的。

由于本例子中光源波长变化或温度改变时球面像差的变化与例 1 相同, 省略其解释。从表 20 明显看到, 波长变化或温度改变时球面像差变小。而且, 当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时, 光学系统的重量降低, 并且加到可移动机构上的负担降低。另外, 由于使用其内透射比对于短波长而言很高的塑料材料, 可以低成本制造大量透镜, 并且实现光利用效率高的光学系统。在这个连接中, 可移动机构是负透镜 5 的传送装置和本说明书的例子中的物镜 3 的调焦机构。

表 20

例子 10

图像高度特性 WFE rms		$Y=0\mu\text{m}$	$0.004\lambda(1.50\text{mm})$
		$Y=10\mu\text{m}$	0.011λ
波长特性 WFE rms	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.004\lambda(1.29\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-0.94
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.010\lambda(1.72\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+0.82
温度特性 WFE rms	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.013\lambda(1.26\text{mm})$
	-30°C		$0.023\lambda(1.76\text{mm})$

(注意) 表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

在这个连接中, 在本例子中, 尽管图 25 中未示出, 如图 1 的实施例所示,

在实际光学拾取装置中，诸如准直镜的耦合透镜设置在光源与球面像差矫正装置之间。在这种情况下，可通过本例的结构矫正耦合透镜中产生的轴向色差，并且得到具有小色差的聚光光学系统。

另外，所谓的 2 层记录系统光信息记录介质已知其中：通过对在光信息记录介质一侧的第一信息记录层和第二信息记录层提供两个相变层并且通过在每一个上记录信息，光信息记录介质的存储容量被提高到大约 2 倍，但是，本例中的装置还可应用于记录或再现这种 2 层记录系统光信息记录介质的信息，并且矫正光通量的入射面与各个信息记录层的信息记录面的厚度差产生的球面像差。例如，当从光信息记录介质的光通量的入射面起依次定义第一信息记录层和第二信息记录层时，如图 26 所示，通过减小作为球面像差矫正装置的负透镜 5 与正透镜 4 之间的间隔，可向第二信息记录层的信息记录面记录或再现信息。

[例子 11]

与例子中负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 构成的光学系统相关的数据在表 21 中表示。

表 21

例子 11

λ_1 405nm

NA 0.85

		r (mm)	d (mm)	$N_{\lambda 1}$	vd
1 (非球面 1)	球面像差 矫正装置	-11.505	0.800	1.52491	56.5
2 (非球面 2)		7.202	3.000		
3		∞	1.200	1.52491	56.5
4		-6.458	3.000		
5 (光阑)			0.000		
6 (非球面 3、衍射面 1)	物镜	1.258	2.620	1.52491	56.5
7 (非球面 4)		-1.023	0.330		
8	透明基板	∞	0.100	1.61950	30.0
9		∞			

非球面系数

非球面 1

$$K = -47.861166$$

$$A_4 = 0.401592 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 0.290627 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 0.694294 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -0.493101 \times 10^{-2}$$

非球面 2

$$K = 11.392515$$

$$A_4 = 0.273496 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 0.238867 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -0.86487 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -0.324593 \times 10^{-2}$$

非球面 3

$$K = -7.0631 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = 1.8891 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -1.2594 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 4.3129 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -3.1523 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} = -8.1023 \times 10^{-4}$$

$$A_{14} = 6.1785 \times 10^{-5}$$

$$A_{16} = 1.7038 \times 10^{-4}$$

$$A_{18} = 7.7915 \times 10^{-6}$$

$$A_{20} = -1.8397 \times 10^{-5}$$

非球面 4

$$K = -32.230932$$

$$A_4 = 0.202088$$

$$A_6 = -0.395843$$

$$A_8 = 0.286204$$

$$A_{10} = -0.715179 \times 10^{-1}$$

$$A_{12} = -0.252269 \times 10^{-3}$$

衍射面系数

衍射面 1

$$b_2 -1.7601 \times 10^{-2}$$

$$b_4 -2.3203 \times 10^{-3}$$

$$b_6 -2.1692 \times 10^{-4}$$

$$b_8 -2.4765 \times 10^{-5}$$

$$b_{10} -9.4777 \times 10^{-5}$$

图 27 是根据例 11 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 28 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 11 中，通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 11 中，当把衍射面增加到物镜 3 的光源侧的表面上并且衍射结构具有在长波长侧后焦点变短的特性时，可矫正物镜 3 中产生的轴向色差。另外，当作为球面像差矫正装置的负透镜 5 是双侧非球面透镜时，在负透镜 5 偏心时的波阵面像差恶化或跟踪误差被抑制到很小。另外，在本例中， $f_N = -8.32(\text{mm})$, $f_P = 12.30(\text{mm})$, $f_1 = 1.765(\text{mm})$, $f_D = 28.417(\text{mm})$ 。

由于本例中光源波长变化或温度改变时球面像差变化的矫正与例 1 相同，省略其解释。从表 22 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。而且，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。另外，由于使用其内透射比对于短波长而言很高的塑料材料，可以低成本制造大量透镜，并且实现光利用效率高的光学系统。

表 22

例子 11

图像高度特性 WFE rms		$Y=0\mu\text{m}$	$0.008\lambda(3.00\text{mm})$
		$Y=10\mu\text{m}$	0.011λ
波长特性 WFE rms	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.007\lambda(3.01\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+0.12
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	$0.009\lambda(2.99\text{mm})$
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-0.36
温度特性 WFE rms	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	$0.016\lambda(2.80\text{mm})$
	-30°C		$0.029\lambda(3.21\text{mm})$

（注意）表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

[例子 12]

与例 12 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 23 中。

例子 12

λ_1 405nm NA1 0.85

λ_2 655nm NA 2 0.65

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
1 (非球面 1)	球面像差 矫正装置	-14.461	1.000	1.52491	56.5
2 (非球面 2)		4.468	(可变间隔 1)		
3 (非球面 3)		5.516	1.500	1.52491	56.5
4		∞	1.700		
5 (光阑)			-0.700		
3 (非球面 4、 衍射面 1)	物镜	1.203	2.497	1.52491	56.5
4 (非球面 5)		-1.207	(可变间隔 2)		
5	透明基板	∞	(可变间隔 3)	1.61950	30.0
6		∞			

非球面系数

非球面 1

$K = -303.128595$

$A_4 = 0.708268 \times 10^{-2}$

$A_6 = -0.189289 \times 10^{-1}$

$A_8 = 0.190213 \times 10^{-1}$

$A_{10} = -0.271581 \times 10^{-2}$

非球面 2

$K = 3.803233$

$A_4 = 0.588950 \times 10^{-2}$

$$A_6 = -0.167364 \times 10^{-1}$$

$$A_8 = 0.1136577 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = 0.615860 \times 10^{-3}$$

非球面 3

$$K = 1.637827$$

$$A_4 = -0.395830 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 0.115426 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -0.543755 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 0.885518 \times 10^{-4}$$

非球面 4

$$K = -6.8335 \times 10^{-1}$$

$$A_4 = 1.6203 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 1.5491 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 2.8929 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -3.6771 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} = 3.5822 \times 10^{-4}$$

$$A_{14} = 1.4842 \times 10^{-4}$$

$$A_{16} = 1.1960 \times 10^{-4}$$

$$A_{18} = -3.0230 \times 10^{-5}$$

$$A_{20} = -1.1052 \times 10^{-5}$$

非球面 5

$$K = -26.275787$$

$$A_4 = 0.291992$$

$$A_6 = -0.513328$$

$$A_8 = 0.415634$$

$$A_{10} = -0.137436$$

$$A_{12} = -0.252265 \times 10^{-3}$$

衍射面系数

衍射面 1

$$b_2 = -1.1002 \times 10^{-2}$$

$$b_4 -1.9824 \times 10^{-3}$$

$$b_6 3.3680 \times 10^{-4}$$

$$b_8 -9.6881 \times 10^{-5}$$

$$b_{10} -4.2391 \times 10^{-4}$$

$$b_{12} 2.2319 \times 10^{-4}$$

$$b_{14} -2.3482 \times 10^{-5}$$

$$b_{16} -9.2757 \times 10^{-6}$$

	$\lambda 1$	$\lambda 2$
(可变间隔 1)	4.000	0.335
(可变间隔 2)	0.377	0.200
(可变间隔 3)	0.100	0.600

图 29 和 30 是根据例 12 的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 31 和 32 是分别对于不同的光信息记录介质记录或再现信息时根据物镜 3 的球面像差图。例 12 是通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和其透明基板厚度为 0.1mm 的光信息记录介质或组合波长为 655nm 的第二光源 11 与其透明基板厚度是 0.6mm 的光信息记录介质记录或再现信息的光学拾取装置的例子。在例 12 中，把衍射面增加到物镜 3 的光源侧的表面上时，透明基板厚度不同产生的球面像差和色球面像差被矫正。尤其，当入射到物镜 3 上的光通量的边缘光线的倾斜角对应于信息记录媒体的透明基板厚度而改变时，通过沿光轴方向移作用为球面像差矫正装置的负透镜 5 来矫正物镜 3 中产生的轴向色差。而且在本例中， $fN=-6.39(\text{mm})$ ， $fP=10.51(\text{mm})$ ， $f1=1.765(\text{mm})$ ， $fD1=45.46(\text{mm})$ 。就此而论，物镜在振动波长 $\lambda 2=655\text{nm}$ 下的焦距是 $f2=1.79$ 。

由于本例中光源的波长变化或温度改变时球面像差变化的矫正与例 1 相同，省略其解释。从表 24 明显看到，波长变化或温度改变时球面像差变小。另外，当把塑料材料用于物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。另外，由于使用其内透射比对于短波长而言很高的塑料材料，可以低成本制造大量透镜，并且实现光利用效率高的光学系统。

表 24

例子 12

			405nm NA 0.85	655nm NA 0.65
图像高度特性		Y=0 μm	0.005 λ (4.00mm)	0.002 λ (0.33mm)
WFE rms		Y=10 μm	0.033 λ	0.014
波长特性	+10nm	Y=0 μm	0.011 λ (4.01mm)	0.002 λ (0.35mm)
WFE rms		Δf_B (μm)	+1.45	-1.28
	-10nm	Y=0 μm	0.007 λ (3.99mm)	0.003 λ (0.32mm)
		Δf_B (μm)	-1.28	+1.28
温度特性	+30 $^{\circ}\text{C}$	Y=0 μm	0.016 λ (3.85mm)	0.005 λ (0.33mm)
WFE rms	-30 $^{\circ}\text{C}$		0.026 λ (4.17mm)	0.004 λ (0.34mm)

(注意)表中的括号内的数字表示球面像差矫正装置的负透镜与正透镜以及发散角改变装置之间的间隔。

就此而论, 以与例 4 和 5 相同的方式, 当使用在物镜 3 上提供的衍射面的效应使得波长为 655nm 的光源的大于 NA 0.65 的到达光信息记录介质的光通量成为闪烁成分时, 光斑直径不被过分地挤压在信息记录面上, 并且防止在光学拾取装置的光接收元件上检测不必要的信号。

[例子 13]

与例 13 中的耦合透镜 21 或对应于耦合透镜 15 和 21 的准直透镜、负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 25 中。

表 25

例子 13

 λ_1 405nm

NA 0.85

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{λ_1}	vd
	光源		11.450		
1 (非球面 1)	耦合透镜	19.575	1.200	1.52491	56.5
2 (非球面 2)		-9.091	d2(可变)		
3 (非球面 3)	球面像差 矫正装置	-7.656	0.800	1.52491	56.5
4 (非球面 4)		21.942	d4(可变)		
5 (衍射面 1)		∞	1.200	1.52491	56.5
6 (衍射面 2)		-22.590	2.500		
7 (光阑)		∞	0.000		
8 (非球面 5)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
9 (非球面 6)		-0.975	0.355		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面系数

非球面 1

K 117.804975

 A_4 0.329240E-02 A_6 -0.186424E-02 A_8 0.140707E-02 A_{10} -0.640870E-03

非球面 2

K -6.746762

 A_4 0.111141E-02 A_6 0.282880E-02 A_8 -0.449522E-03 A_{10} -0.118579E-03

非球面 3**K -19.770711****A₄ -0.749547E-03****A₆ 0.187767E-02****A₈ 0.123312E-03****A₁₀ 0.333580E-03****非球面 4****K 105.955239****A₄ 0.446828E-02****A₆ -0.226237 E-02****A₈ 0.112349 E-02****A₁₀ 0.112686E-03****非球面 5****K -0.683354****A₄ 0.162029E-01****A₆ 0.154908E-02****A₈ 0.289288 E-02****A₁₀ -0.367711E-03****A₁₂ -0.358222E-03****A₁₄ 0.148419E-03****A₁₆ 0.119603E-03****A₁₈ -0.302302E-04****A₂₀ -0.110520E-04****非球面 6****K -21.704418****A₄ 0.308021****A₆ -0.639499****A₈ 0.585364****A₁₀ -0.215623****A₁₂ -0.252265E-03**

衍射面 1 系数

衍射面 1

b_2 -1.0609E-02

b_4 -6.4692E-04

衍射面 2

b_2 -1.6184E-02

b_4 5.9162E-04

图 33 是根据例 13 的准直镜、负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。图 34 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 13 中, 通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 13 中, 通过沿着光轴方向移动球面像差矫正装置中的负透镜 5, 改变入射到物镜 3 上的光通量的边缘光线的倾斜角, 并且矫正聚光光学系统(准直镜和物镜 3)的各个光学表面上产生的球面像差的变化。另外, 在本例中, $fN=-10.71(\text{mm})$, $fP=13.18(\text{mm})$, $f1=1.765(\text{mm})$ 。

此外, 把衍射面增加到正透镜 4 的两个表面上并且在球面像差矫正装置自身中产生与聚光光学系统的光学表面产生的轴向色差相反符号的轴向色差, 从而聚光光学系统的光学表面产生的轴向色差可被矫正, 并且当焦点形成在信息记录面上时波阵面的轴向色差被做得很小。在本例的聚光光学系统中, 当准直镜与物镜 3 产生的轴向色差分别是 $\Delta fB1$ 和 $\Delta fB2$ 时, 由于准直镜的焦距是 12mm、球面像差矫正装置的放大率是 1.23 倍、物镜的焦距是 1.765mm 而导致其比率大约为 $\Delta fB1/\Delta fB2 = 1/30$ 。即当球面像差矫正装置产生的轴向色差的绝对值作得几乎与物镜产生的轴向色差的绝对值相同, 当在信息记录面上形成焦点时波阵面的轴向色差做得很小。此时, 当组合了聚光光学系统和负透镜 5 与正透镜 4 作为球面像差矫正装置的复合系统的轴向色差在过矫正状态下被矫正时, 如图 34 所示, 第一光源 11 的振动波长(405nm)的球面像差曲线与长短波长侧的球面像差曲线彼此交叉。从而, 甚至当高频叠加时光源的模式跳变现象或波阵面像差的恶化非常小时, 例如, 光源的振动波长微小变化时, 最佳象面的位置移动可被抑制到很小。另外, 当作为球面像差矫正装置的可移动元件的负透镜 5 是双侧非球面透镜时, 在负透镜 5 偏心或跟踪误差时波阵面像差恶化被抑制到很小。

从表 26 明显看到, 由于诸如波长变化或温度改变时的各种因素使得聚光光

学系统的各个光学表面上产生的球面像差的变化可被矫正，并且球面像差变小。

另外，当把塑料材料用于所有构成球面像差矫正装置的准直镜和物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时，光学系统的重量降低，并且加到可移动机构上的负担降低。另外，由于使用其内透射比对于短波长而言很高的塑料材料，可以低成本制造大量透镜，并且实现光利用效率高的光学系统。

表 26

例子 13

球面像差变化的原因			矫正后的波 阵面像差	d2(可变)	d4(可变)
参考条件 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^{\circ}\text{C}$)		$Y=0\mu\text{m}$	0.005λ	3.000	1.500
		$Y=10\mu\text{m}$	0.011λ		
波长特性 WFE rms	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	0.005λ	3.326	1.164
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	-0.90		
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	0.009λ	2.623	1.877
		$\Delta f_B(\mu\text{m})$	+0.66		
温度特性 WFE rms	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	0.007λ	3.363	1.137
	-30°C		0.019λ	2.587	1.913

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta\lambda = +0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 。

在这个连接中，在本例中，球面像差矫正装置中负透镜 5 做成可传送的，但是正透镜 4 可作成可传送的，而且两个透镜以同样方式都做成可传送的时候，可矫正聚光光学系统的球面像差的变化。另外，在本例中，尽管通过在球面像差矫正装置中的正透镜 4 上设置的衍射结构可矫正聚光光学系统和球面像差矫正装置的轴向色差，但是衍射结构也可设置在其他透镜的表面上，或者可独立地向其他部分添加具有带衍射结构的表面的光学元件。

[例子 14]

与例 14 中的耦合透镜 15、负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 组成的光学系统相关的数据表示于表 27 中。

表 27

例子 14

 λ_1 405nm

NA 0.85

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
	光源		9.300		
1	耦合透镜	∞	1.000	1.52491	56.5
2 (非球面 1)		-10.078	d2(可变)		
3 (非球面 2)	球面像差 矫正装置	-7.701	0.800	1.52491	56.5
4		∞	d4(可变)		
5 (衍射面 1)		∞	1.200	1.52491	56.5
6 (衍射面 2)		-15.928	2.500		
7 (光阑)		∞	0.000		
8 (非球面 3)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
9 (非球面 4)		-0.975	0.355		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面系数

非球面 1

K 18.245912

 A_4 -0.281317E-02 A_6 0.530301E-02 A_8 -0.297176E-02 A_{10} 0.962649E-03

非球面 2

K -5.052328

 A_4 -0.433879E-02 A_6 0.267506E-02 A_8 0.14128E-02 A_{10} 0.388234E-03

非球面 3

K -0.683354

 A_4 0.162029E-01 A_6 0.154908E-02 A_8 0.289288E-02 A_{10} -0.367711E-03 A_{12} -0.358222E-03 A_{14} 0.148419E-03 A_{16} 0.119603E-03 A_{18} -0.302302E-04 A_{20} -0.110520E-04

非球面 4

K -21.704418

 A_4 0.308021 A_6 -0.639499 A_8 0.585364 A_{10} -0.215623 A_{12} -0.252265E-03

衍射面系数

衍射面 1

 b_2 -1.1850E-02 b_4 -3.7111E-04

衍射面 2

 b_2 -1.5129E-02 b_4 3.5690E-04

图 35 是根据例 14 的耦合透镜 15、负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 的光学系统结构图。耦合透镜 15 具有把来自第一光源 11 的强的发散光通量转换为微弱的发散光通量的功能。图 36 是根据物镜 3 的球面像差图。在例 14 中, 通过组合波长 405nm 的第一光源 11 和图像侧数值孔径 NA 为 0.85 的物镜 3 来记录或再现信息。在例 14 中, 通过沿着光轴方向移动球面像差矫正装置中的负透镜 5, 改变入

射到物镜 3 上的光通量的边缘光线的倾斜角, 并且矫正聚光光学系统(耦合透镜 15 和物镜 3)的各个光学表面上产生的球面像差的变化。另外, 在本例中, $f_N = -14.67(\text{mm})$, $f_P = 11.66(\text{mm})$, $f_1 = 1.765(\text{mm})$ 。

此外, 把衍射面增加到正透镜 4 的两个表面上并且通过球面像差矫正装置自身产生与聚光光学系统的光学表面产生的轴向色差相反符号的轴向色差, 从而聚光光学系统的光学表面产生的轴向色差可被矫正, 并且当焦点形成在信息记录面上时波阵面的轴向色差被做得很小。此时, 当组合了聚光光学系统和负透镜 5 与正透镜 4 作为球面像差矫正装置的复合系统的轴向色差在过矫正状态下被矫正时, 如图 36 所示, 第一光源 11 的振动波长(405nm)的球面像差曲线与长短波长侧的球面像差曲线彼此交叉。从而, 甚至当高频叠加时光源的模式跳变现象或波阵面像差的恶化非常小时, 例如, 光源的振动波长微小变化时, 最佳象面的位置移动可被抑制到很小。

从表 28 明显看到, 由于诸如波长变化或温度改变时的各种因素使得聚光光学系统的各个光学表面上产生的球面像差的变化可被矫正, 并且球面像差变小。另外, 当把塑料材料用于所有构成球面像差矫正装置的耦合透镜 15 和物镜 3、负透镜 5 和正透镜 4 时, 光学系统的重量降低, 并且加到可移动机构上的负担降低。另外, 由于使用其内透射比对于短波长而言很高的塑料材料, 可以低成本制造大量透镜, 并且实现光利用效率高的光学系统。另外, 在本例中, 由于入射到球面像差矫正装置的光线是弱发散光通量, 球面像差矫正装置中耦合透镜 15 和负透镜 5 的光焦度可很小, 并且由于各个透镜的偏心带来的波阵面像差的恶化可被抑制到很小。

表 28

例子 14

球面像差变化的原因			矫正后的波 阵面像差	d2(可变)	d4(可变)
参考条件 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$)		$Y=0\mu\text{m}$	0.004λ	3.000	1.500
		$Y=10\mu\text{m}$	0.012λ		
波长特性 WFE rms	+10nm	$Y=0\mu\text{m}$	0.003λ	3.308	1.192
		$\Delta f_B (\mu\text{m})$	-0.91		
	-10nm	$Y=0\mu\text{m}$	0.007λ	2.658	1.842
		$\Delta f_B (\mu\text{m})$	+0.75		
温度特性 WFE rms	+30°C	$Y=0\mu\text{m}$	0.008λ	3.338	1.162
	-30°C		0.016λ	2.622	1.878

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta\lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 。

在这个连接中, 在本例中, 球面像差矫正装置中负透镜 5 做成可传送的, 但是正透镜 4 可作成可传送的, 而且两个透镜以同样方式都做成可传送的时候, 可矫正聚光光学系统的球面像差的变化。另外, 在本例中, 尽管通过在球面像差矫正装置中的正透镜 4 上设置的衍射结构可矫正聚光光学系统和球面像差矫正装置的轴向色差, 但是衍射结构也可设置在其他透镜的表面上, 或者可独立地向其他部分添加具有带衍射结构的表面的光学元件。

在上述各个例子中, 作为球面像差矫正装置, 使用扩束器, 并且作为扩束器, 尽管在表示出的例子中是由可传送的单负透镜和单正透镜构成, 当然, 扩束器可不限于此, 只要它不背离本发明的精神, 它可以是有 2 个透镜组或多个透镜组构成的结构, 可进行各种修改。

图 37 是表示根据不同实施例的光学系统的视图。插入用于矫正球面像差变化的元件 SE。这种光学系统可通过替代图 1 中的负透镜 5、正透镜 4 和物镜 3 来使用。

元件 SE 的结构为使得 X 方向的液晶元件 SE1、1/2 波片和 Y 方向的液晶元件 SE3 分别被夹在从耦合透镜 CL 侧开始的 4 个玻璃板 SE4 之间。通过电驱动液晶元件 SE1 和 SE2, 可矫正球面像差的变化。另外, 当环状衍射结构 (未示出) 设置在耦合透镜 CL 中的物镜的表面上时, 可产生与物镜 OL 中产生的轴向色差相

反相位的色差，即短波长侧上过分矫正（过）的轴向色差，以及长波侧上未充分矫正（欠）的轴向色差。结果，由于抵消轴向色差，焦点经矫正球面像差的变化了的元件 SE 和物镜 OL 形成于光信息记录介质（未示出）上的波阵面成为轴向色差被抑制到很小的条件。

图 38 是表示根据本发明的修改例的光学系统的视图。在图 38 中，由于物镜 OL 和矫正球面像差变化的元件 SE 与图 37 所示的实施例中相同，解释从略。在图 38 中，耦合透镜 CL 具有负透镜 CL1 和正透镜 CL2 胶合一起的组成，并且负透镜 CL1 的阿贝系数 vdN 和正透镜 CL2 的阿贝系数 vdP 具有关系 $vdN < vdP$ 。

如上所述，当负透镜 CL1 和正透镜 CL2 的阿贝系数适当选择时，耦合透镜 CL 产生具有与物镜 OL 产生的轴向色差相反符号的轴向色差，即随着波长减小可产生过矫正的轴向色差，随着波长增大可产生欠矫正的轴向色差。

结果，由于抵消轴向色差，焦点经耦合透镜 CL1 和矫正球面像差的变化了的元件 SE 以及物镜 OL 形成在光信息记录介质（未示出）上的波阵面成为轴向色差被抑制到很小的条件。

图 39 中 (a) 是通常表示适合于本发明的光学拾取装置的物镜 3' 的截面图，(b) 是从光源侧看去的正视图（虚线表示光轴）。

该物镜 3' 可进行由于不同光信息记录介质的透明基板的厚度不同引起的球面像差偏差的矫正。在图 36 中，光源侧的折射表面 S1 和光盘侧的折射表面 S2 都是凸面透镜，具有正折射光焦度，为非球面形状。另外，物镜的光源侧的折射表面 S1 由与光轴共轴的 4 个分割的表面 b1 到 b4 构成。分割表面的边界设置台阶，并且形成各个分割的表面。据此，物镜的球面像差和波阵面像差在对应于边界部分的部分处产生台阶。

在一般物镜中，由于不同光信息记录介质的透明基板的厚度不同引起的球面像差的产生不可避免。但是，用在本实施例中的物镜 3' 不能完美地矫正球面像差，然而，如下面所述，设计成这种像差被软化 (softed)。

开始，当对于第一光信息记录介质再现和/或记录信息时，各个折射面 S1 和折射面 S2 被设计成波阵面像差的球面像差成分在最佳象面位置处在 $0.05\lambda_{1rms}$ 内。据此设计的折射面 S1 被应用于第一分割的表面 b1 和第四分割的表面 b4。之后，新的折射面 S1' 不使用折射面 S2 作为变量来设计，使得波阵面像差的球面像差成分在透明基板厚度 $t_3 (t_1 \leq t_3 \leq t_2)$ 中的最佳象面位置处在 $0.05\lambda_2 rms$

内。

使得这个折射面 $S1'$ 作为第二分割的表面 $b2$ 和第三分割的表面 $b3$ ，并且由于透明基板厚度在使用第一光盘 10 时由透明基板厚度 $t3$ 优化，最佳象面位置显然形成于不同于第一分割的表面 $b1$ 和第四分割的表面 $b4$ 形成的最佳象面位置。但是，波阵面像差是分割表面中波阵面像差的倾斜例如在第一光信息记录介质（例如下一代比 DVD 更高密度和容量光盘）中被改变的像差，波阵面像差是向右下方的，并且相反，在第二光信息记录介质（例如 DVD）中，它稍微向右上方。当 2 个以上的这种分割的表面被部分提供在折射表面 $S1$ 上时，在不同光信息记录介质中波阵面像差的兼容性变得容易。

当各个分割的表面的边界位置或分割的表面的轴向厚度适当地设计时，波阵面像差矫正变得可分别在比 DVD 更高密度和容量的下一代光盘中在光斑最小模糊圆环位置处进行，并且在 DVD 中，是在前聚焦位置进行。即，在比 DVD 更高密度和容量的下一代光盘中，由物镜将光线会聚到光斑最小模糊圆环位置处，并且在第一到第四光通量 $LB1$ 到 $LB4$ 中光线在光斑最小模糊圆环位置处具有大约几倍于波长 $\lambda 1$ 的球面像差，即 $m_i \lambda 1$ (m_i 是整数且 $i=1, 2, \dots, k$)。

另外，由于在 DVD 中必要的数值孔径 $NA2$ 小于 $NA1$ ，所有第一到第四光通量 $LB1$ 到 $LB4$ 不能有效使用，并且在本实施例的光学拾取装置中，第一到第四光通量 $LB1$ 到 $LB4$ 中的光线几乎具有波长 $\lambda 2$ 的整数倍，即 $n_i \lambda 2$ (n_i 是整数且 $i=1, 2, \dots, k$)。第四光通量 $LB4$ 在 DVD 的情况下是不必要的光线，并且在与光盘的记录表面上的主光斑光线分离的位置处作为闪烁发射。由于这个闪烁对于主光斑而言非常小，当光阑 8 仅保留为与比 DVD 更高密度和容量的下一代光盘中所用的必要数值孔径相同时，不需要改变光阑 8 的数值孔径的装置就可进行 DVD 的再现。当然，在使用 DVD 时，可使用具有屏蔽第四光通量 $LB4$ 的功能的光阑 8。

因此，尽管本例子的光学拾取装置提供有 4 分割的表面 $b1$ 到 $b4$ ，与相关技术的物镜不同，因为它在各个盘上不具有多个焦点位置，光斑的光量损失可被降低。然后，在使用各个光盘时，必要数值孔径中光线的波阵面像差做成几乎是波长的整数倍，并且由于通过必要数值孔径的光通量彼此干涉并彼此增强，结果，从光盘得到足够的反射光量，并且作为可互换的光学拾取装置，稳定的操作变得可能。

就此而论，本例中，在物镜上设置 4 个分割的表面，但是，带有具有把入

射光通量分为实际上的3个光通量的3部分以基本上作为3个分割的表面这样的表面的物镜也可被用于本发明的物镜。例如,已知物镜结构可以是在至少一个表面上具有至少第一部分、第二部分和第三部分,这三部分通过折射作用以从光轴侧到它的外围侧的顺序把从光源发射的光通量分割成多个光通量,其中第一部分和第三部分可把来自光源的光通量会聚到信息记录面上使得可对于透明基板厚度为 t_1 的第一光信息记录介质的信息记录面记录或再现信息,另外,第一部分和第二部分可把来自光源的光通量会聚到信息记录面上使得可对于透明基板厚度为 $t_2(t_1 < t_2)$ 的第二光信息记录介质的信息记录面记录或再现信息。

根据本实施例,可提供有效地矫正由于半导体激光的模式跳变现象引起的轴向色差的光学拾取装置和光学系统、可有效地矫正由于温度和湿度改变引起的聚光光学系统的球面像差的变化变化的光学拾取装置和光学系统以及带有短波长激光和高NA物镜并可记录或再现不同类型的光信息记录介质的信息的光学拾取装置。就此而论,当然,本发明不限于上述实施例或各种例子。

本发明的优选实施例将参考附图解释如下。图40是与实施例15相关的光学拾取装置的结构简图。

图40中的光学拾取装置配备有代表光源的半导体激光器3、改变从光源3发射出的发散光的发散角的耦合透镜2由两个透镜组构成,即透镜元件2a和2b,其中透镜元件2a具有正折射光焦距,而透镜元件2b具有负折射光焦距,这也适用于下面的实施例)、把来自耦合透镜2的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面5上的物镜1以及接收从光信息记录介质的信息记录面5反射的光的检测器4。耦合透镜2和物镜1构成聚光光学系统。

图40中的光学拾取装置还配备把来自信息记录面5的反射光分束而朝向检测器4的光束分离器6、设置在耦合透镜2与物镜1之间的 $1/4$ 波片7、设置在物镜1前面的光阑8、柱面透镜9和用于调焦跟踪的致动器10(第一驱动装置:这也适用于下面的实施例)。

另外,物镜1在其外周边上具有含在垂直于光轴方向上延伸的平面的凸缘部分1a。这个凸缘部分1a使得可能把物镜1准确安装于光学拾取装置上。双轴致动器10使物镜1能够沿光轴方向移动来进行调焦,并且能沿垂直于光轴的方向上移动来跟踪。

耦合透镜2还可以是使已经进入的发散光通量成为一个几乎与光轴平行的

光通量的准直镜。在本实施例中，耦合透镜 2 的透镜元件 2a 做成能够在光轴的方向上由致动器（第二驱动装置：这也适用于下面的实施例）11 移动，为的是矫正光学拾取装置的各个光学表面上由半导体激光器 3 的振动波长的改变、温度和湿度改变以及光信息记录介质的透明基板的厚度误差引起的球面像差的偏差。

（例子）

接着，如下解释可被应用于本实施例的聚光光学系统的例子 15。在例子 15 和其他例子中，半导体激光器 3 的光源波长为 405nm 并且物镜 1 的数值孔径是 0.85。关于例子 15 中的非球面，以下面的表达式（数字 1）表达，条件是 x 轴表示光轴方向，h 代表垂直于光轴方向上的高度，r 代表平面的曲率半径，k 代表圆锥常数， A_{2i} 表示非球面常数。

（数字 1）

$$X = \frac{h^2 / r}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)h^2 / r^2}} + \sum_{i=2} A_{2i} h^{2i}$$

另一方面，关于衍射面，用表示衍射浮雕被去除的宏观形状的产生非球面以及下面表达式（数字 2）的光程差的函数 ϕb 表达。光程差函数 ϕb 是用来表示由衍射面加在标准波长衍射光上的光程差，而且每当提供一衍射带时光程差函数 ϕb 改变为 $m\lambda$ 的值（m 为衍射级）。在这个表示式中，h 代表与光轴之差， b_{2i} 代表光程差函数的系数。

[数字 2]

$$\phi b = \sum_{i=1} b_{2i} h^{2i}$$

例子 15 的聚光光学系统的透镜数据表示在表 29 中。而且，本例聚光光学系统的简单截面图表示在图 41 中，球面像差的图表示在图 42 中。在本例中，聚光光学系统上引起的轴向色差通过在具有 2 组 2 个元件的结构耦合透镜 2 的第一和第三表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外，如表 30 所示，聚光光学系统上由激光光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板的厚度误差引起的球面像差可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来矫正。

表 29

例子 15

 λ_1 405nm

NA 0.85

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{λ_1}	vd
0	光源		9.524		
1 (非球面 1)	耦合透镜	∞	1.200	1.52491	56.5
2 (衍射面 1)		-41.291	d2(可变)		
3 (非球面 2)		∞	1.200	1.52491	56.5
4 (衍射面 2)		-40.155	d4(可变)		
5	光阑		0.000		
6 (非球面 3)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
7 (非球面 4)		-0.975	0.355		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面常数

非球面 1

K -6.0700 E+02

 A_4 2.1101E-04 A_6 6.3636E-04 A_8 -1.5044E-04

非球面 2

K -5.4018 E+02

 A_4 7.6477E-04 A_6 -6.5149E-05 A_8 4.6581E-05 A_{10} -4.8124E-06

非球面 3

K -6.8335E-01

 A_4 1.6203E-02

A_6 1.5491E-03

A_8 2.8929E-03

A_{10} -3.6771E-04

A_{12} -3.5822E-04

A_{14} 1.4842 E -04

A_{16} 1.1960E-04

A_{18} -3.0230E-05

A_{20} -1.1052E-05

非球面 4

K -2.1704E+01

A_4 3.0802E-01

A_6 -6.3950 E-01

A_8 5.85364E-01

A_{10} -2.1562 E-01

A_{12} -2.5227E-04

衍射面常数

衍射面 1

b_2 -2.4126E-02

b_4 -8.7753E-04

衍射面 2

b_2 -1.1228E-02

b_4 -8.6150E-04

表 30

例子 15

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面像差	d2(可变)	d4(可变)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.100\text{mm}$)		0.004λ	4.000	6.000
光源波长偏 差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.005λ	2.545	7.455
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.010λ	5.616	4.384
温度改变	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.010λ	2.279	7.721
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.018λ	6.064	3.906
透明基板厚 度误差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.008λ	1.551	8.449
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.007λ	7.126	2.874

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta \lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 。

顺便提及, 在本说明书中(包括表中的透镜数据), 10 的指数(例如 2.5×10^{-3}) 适用 E 来表达(例如 $2.5\text{E}-3$)。

接着解释可用于图 40 中的光学拾取装置的第二例子的聚光光学系统。首先, 本例中的聚光光学系统的透镜数据表示在表 31 中。另外, 在图 43 中表示出本例中聚光光学系统的截面简图, 图 44 表示出球面像差图。在本例中, 聚光光学系统上引起的轴向色差通过在具有 2 组 2 个元件的结构耦合透镜 2 的第三表面和 1 组 1 个元件的透镜 1 的第一表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外, 如表 32 所示, 聚光光学系统上由激光光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板的厚度误差引起的球面像差可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来矫正。当发散光通量进入物镜 1 时, 光束通过的光源侧物镜 1 的表面上的点与通过具有相同直径的光阑的校准的光通量进入的情况相比要高。为控制

那种情况下高级的非球面的闪烁成分的产生，用于规整光通量的光阑被设置成远离光源侧物镜1的表面的顶部，在本例中朝向光信息记录介质。

表 31

例子 16

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
0	光源		d0 (可变)		
1 (非球面 1)	耦合透镜	-18.828	0.800	1.52491	56.5
2 (衍射面 1)		16.312	d2(可变)		
3 (非球面 2)		69.930	1.200	1.52491	56.5
4 (衍射面 2)		-11.046	6.000		
5	光阑		-1.000		
6 (非球面 3)	物镜	1.247	2.750	1.52491	56.5
7 (非球面 4)		-0.861	0.330		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面常数

非球面 1

K 8.8068 E+00

A_4 1.3574E-03

A_6 -3.0031E-02

A_8 -4.1461E-04

非球面 2

K -6.6272 E+02

A_4 -2.0667E-03

A_6 -7.2622E-03

A_8 -7.6379E-03

非球面 3

K -3.9217E+00

A_4 3.7182E-04

A_6 8.0750E-04

A_8 1.1443E-04

A_{10} 5.3543E-05

非球面 4

K -7.0271E-01

A_4 2.0793E-02

A_6 -2.5985 E-03

A_8 4.9919E-03

A_{10} -2.2786E-04

A_{12} -9.5332E-04

A_{14} 4.6404E-05

A_{16} 1.7553 E-04

A_{18} 2.1430E-05

A_{20} -2.9990E-05

非球面 5

K -2.7384E+01

A_4 1.3778E-01

A_6 -3.2821 E-01

A_8 2.6291E-01

A_{10} -7.8115E-02

A_{12} -2.5227E-04

衍射面常数

衍射面 1

b_2 -1.6978E-02

b_4 7.8786E-04

b_6 -9.5788E-04

b_8 -6.4481E-05

b_{10} 3.1466E-06

衍射面 2

b_2 -4.9893E-03

b_4 -3.7597E-04

表 32

例子 16

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面像差	d2(可变)	d4(可变)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.100\text{mm}$)		0.006λ	9.300	4.700
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.007λ	9.385	4.615
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.008λ	9.187	4.813
温度改变	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.018λ	9.508	4.492
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.026λ	9.079	4.921
透明基板厚度误差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.016λ	9.818	4.182
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.019λ	8.673	5.327

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta \lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 。

接着, 解释与实施例 16 相关的光学拾取装置。图 45 中的光学拾取装置配备有 2 组 2 个元件的其中支持件 1c 稳固地支持塑料透镜 1a 和 1b 的物镜 1、代表光源的半导体激光器 3、改变从光源发射出的发散光的发散角的耦合透镜 2 (由两个透镜 2a 和 2b 组成) 以及接收从光信息记录介质的信息记录面 5 反射的光的检测器 4。物镜 1 把来自耦合透镜 2 的光通量会聚到光信息记录介质的信息记录面 5 上。

图 45 中的光学拾取装置还配备把来自信息记录面 5 的反射光分束而朝向检测器 4 的光束分离器 6、设置在耦合透镜 2 与物镜 1 之间的 $1/4$ 波片 7、设置在物镜 1 前面的光阑 8、柱面透镜 9 和用于调焦跟踪的双轴致动器 10。

另外, 物镜 1 在其支持件 1c 的外周边上具有含在垂直于光轴方向上延伸的平面的凸缘部分 1d。这个凸缘部分 1d 使得可能把物镜 1 准确安装于光学拾取装

置上。

耦合透镜 2 还可以是使正进入的发散光通量成为一个几乎与光轴平行的光通量的准直透镜。在这种情况下，耦合透镜 2 的透镜元件 2a 做成能够在光轴的方向上移动，为的是控制光学拾取装置的各个光学表面上由半导体激光器 3 的振动波长的改变、温度和湿度改变以及光信息记录介质的透明基板的厚度误差引起的球面像差的偏差。

接着，如下解释可被应用于本实施例的聚光光学系统的例子 17。首先，本例中的聚光光学系统的透镜数据表示在表 33 中。而且，本例的聚光光学系统的简单截面图表示在图 8 中。在本例中，聚光光学系统上引起的轴向色差通过在 2 组 2 个元件的耦合透镜 2 的第一和第三表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外，如表 34 所示，聚光光学系统上由激光光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板的厚度误差引起的球面像差可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来矫正。

表 33

例子 17

表面序号		r (mm)	d (mm)	N _d	vd
0	光源		9.557		
1 (非球面 1)	耦合透镜	∞	1.000	1.52491	56.5
2 (衍射面 1)		-17.290	d2(可变)		
3 (非球面 2)		∞	1.000	1.52491	56.5
4 (衍射面 2)		-23.158	d4(可变)		
5	光阑		0.000		
6 (非球面 3)	物镜	1.870	1.700	1.52491	56.5
7 (非球面 4)		21.104	0.600		
8 (非球面 5)		0.916	1.100		
9		∞	0.150		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面常数

非球面 1

K -2.1849 E+01

A_4 5.6259E-04

A_6 6.5164E-04

A_8 -9.6165E-04

非球面 2

K -2.6544 E+01

A_4 6.8751E-04

A_6 -2.4489E-04

A_8 2.9894E-05

非球面 3

K -1.1034E-01

A_4 -6.0609E-03

A_6 -1.2828E-03

A_8 -5.4230E-04

A_{10} -1.0053E-04

A_{12} -3.1022E-06

A_{14} 1.3974E-08

A_{16} -8.2488E-06

非球面 4

K 1.0547E+02

A_4 7.2959E-03

A_6 -1.8973E-03

A_8 4.8022E-04

A_{10} -2.1096E-03

A_{12} 6.0792E-04

非球面 5

K -1.9362E-01

A_4 1.8873E-02

A_6 -1.7301E-02

A_8 1.1456E-01

$A_{10} \text{ } -1.4290\text{E-}01$

衍射面常数

衍射面 1

$b_2 \text{ } -9.5885\text{E-}03$

$b_4 \text{ } -8.0888\text{E-}04$

$b_6 \text{ } -1.1868\text{E-}04$

衍射面 2

$b_2 \text{ } -9.5292\text{E-}03$

$b_4 \text{ } -4.2952\text{E-}04$

$b_6 \text{ } -2.2554\text{E-}04$

表 34

例子 17

球面像差偏差的原因		矫正后的波阵面 像差	d2(可变)	d4(可变)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^{\circ}\text{C}$, $t=0.100\text{mm}$)		0.001λ	4.000	5.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.004λ	4.130	4.870
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.005λ	3.886	5.114
温度改变	$\Delta T=+30^{\circ}\text{C}$	0.006λ	4.785	4.215
	$\Delta T=-30^{\circ}\text{C}$	0.008λ	3.249	5.751
透明基板厚度误差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.007λ	1.928	7.072
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.009λ	6.424	2.576

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta \lambda = + 0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 。
接着解释可用于图 45 中的光学拾取装置的例子 18 的聚光光学系统。首先,

本例中的聚光光学系统的透镜数据表示在表 35 中。另外，在图 48 中表示出本例中聚光光学系统的截面简图，图 49 表示出球面像差图。在本例中，聚光光学系统上引起的轴向色差通过在具有 2 组 2 个元件的结构耦合透镜 2 的第三表面和 1 组 1 个元件的透镜 1 的第一表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外，如表 36 所示，聚光光学系统上由激光光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板的厚度误差引起的球面像差可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来矫正。

表 35

例子 18

表面序号		r (mm)	d (mm)	N _d	vd
0	光源		d0 (可变)		
1 (非球面 1)	耦合透镜	— 125.213	0.800	1.52491	56.5
2 (非球面 2)		10.615	d2(可变)		
3 (衍射面 1)		∞	1.000	1.52491	56.5
4 (非球面 3)		−8.470	5.000		
5	光阑		0.000		
6 (非球面 4, 衍射面 2)	物镜	1.944	1.700	1.52491	56.5
7 (非球面 5)		32.238	0.600		
8 (非球面 6)		0.959	1.100		
9		∞	0.150		
10	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
11		∞	0.000		

非球面常数

非球面 1

K 1.8394 E+03

A₄ −4.6322E−03

A₆ −2.1863E−03

A₈ −3.0571E−04

非球面 2

K -4.2244 E+01

 A_4 -2.1729E-04 A_6 -7.3557E-03 A_8 -1.4106E-02

非球面 3

K 3.7370E-01

 A_4 -7.5808E-04 A_6 6.2516E-05 A_8 -1.3333E-05 A_{10} 5.5520E-06

非球面 4

K -1.0167E-01

 A_4 -6.3824E-03 A_6 -1.0712 E-03 A_8 -3.8459E-04 A_{10} -8.7158E-05 A_{12} 2.9718E-06 A_{14} 8.3886E-06 A_{16} -4.1865 E-06

非球面 5

K -3.4728E+02

 A_4 3.1109E-03 A_6 8.4223E-04 A_8 2.7940E-03 A_{10} -2.6177E-03 A_{12} 1.0154E-03

非球面 6

K -2.9075E-01

 A_4 2.0673E-02

A_6 -2.2747E-02
 A_8 1.1245E-01
 A_{10} -9.7095E-02
衍射面常数
衍射面 1
 b_2 -1.3723E-02
 b_4 6.4381E-04
衍射面 2
 b_2 -6.3411E-03
 b_4 -9.0875E-05

表 36

例子 18

球面像差偏差的原因		矫正后的波阵面像差	d2(可变)	d4(可变)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.100\text{mm}$)		0.001 λ	8.000	5.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.002 λ	8.128	4.872
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.001 λ	7.873	5.127
温度改变	$\Delta T=+30^\circ\text{C}$	0.004 λ	7.837	5.163
	$\Delta T=-30^\circ\text{C}$	0.006 λ	8.162	4.838
透明基板厚度 误差	$\Delta t=+0.02\text{mm}$	0.003 λ	8.579	4.421
	$\Delta t=-0.02\text{mm}$	0.006 λ	7.357	5.643

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta \lambda = + 0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$.

接着解释可用于图 40 中的光学拾取装置的例子 19 的聚光光学系统。首先,

本例中的聚光光学系统的透镜数据表示在表 37 中。另外，在图 50 中表示出本例中聚光光学系统的截面简图，图 51 表示出球面像差图。在本例中，聚光光学系统上引起的轴向色差通过在具有 2 组 2 个元件的结构耦合透镜 2 的第三表面和 1 组 1 个元件的透镜 1 的第一表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外，如表 38 所示，对其中在一侧上层叠透明基板和 3 个信息记录层的所谓的 3 层记录系统的光信息记录介质的信息记录和/或再现可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来进行。另外，以与例 1-4 中相同方式，在记录和/或再现各个信息记录媒体的信息期间可矫正光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板厚度误差带来的聚光光学系统的球面像差。

表 37

例子 19

表面序号		r (mm)	d (mm)	N _{d1}	vd
0	光源		d0 (可变)		
1 (非球面 1)	耦合透镜	-15.158	0.800	1.52491	56.5
2 (非球面 2)		15.692	d2(可变)		
3 (衍射面 1)		-32.332	1.200	1.52491	56.5
4 (非球面 3)		-7.369	6.150		
5	光阑		-1.150		
6 (非球面 4, 衍射面 2)	物镜	1.247	2.750	1.52491	56.5
7 (非球面 5)		-0.861	D7(可变)		
8	透明基板	∞	d8(可变)	1.61949	30.0
9		∞	0.000		

非球面常数

非球面 1

K 2.2997E+02
A₄ -1.2113E-03
A₆ -2.3094E-02
A₈ 5.7097E-04

非球面 2

K -7.1651 E+02

A₄ -5.0140E-04

A₆ -1.5428E-02

A₈ -5.7871E-03

非球面 3

K -5.7990E-01

A₄ 5.3861E-05

A₆ 8.2843E-04

A₈ 1.2847E-04

A₁₀ 2.2449E-05

非球面 4

K -7.0271E-01

A₄ 2.0793E-02

A₆ -2.5985 E-03

A₈ 4.9919E-03

A₁₀ -2.2786E-04

A₁₂ -9.5332E-04

A₁₄ 4.6404E-05

A₁₆ 1.7553 E-04

A₁₈ 2.1430E-05

A₂₀ -2.9990E-05

非球面 5

K -2.7384E+01

A₄ 1.3778E-01

A₆ -3.2821E-01

A₈ 2.6291E-01

A₁₀ -7.8115E-02

A₁₂ -2.5227E-04

衍射面常数

衍射面 1

b_2 -1.6939E-02
 b_4 6.4086E-04
 b_6 -9.2105E-04
 b_8 -4.4088E-05
 b_{10} 4.2021 E-06
衍射面 2
 b_2 -4.9893E-03
 b_4 -3.7597E-04

表 38

例子 19

	第一信息记录层	第二信息记录层	第三信息记录层
d0(可变)	9.300	10.398	11.228
d2(可变)	4.700	3.602	2.772
d7(可变)	0.330	0.317	0.301
d8(可变)	0.100	0.150	0.200
波阵面像差	0.007λ	0.010λ	0.008λ

尽管在本例中光信息记录介质做成 3 层记录系统，其中插在信息记录层之间的透明基板厚度是 0.05mm，本例中的聚光光学系统也可用于记录和/或再现除前述之外的多层记录系统的光信息记录介质上的信息。

接着，解释可用于图 40 中的光学拾取装置的例子 20 的聚光光学系统。首先，本例中的聚光光学系统的透镜数据表示在表 39 和 40 中。另外，在图 42 中表示出本例中聚光光学系统的截面简图，图 43 表示出球面像差图。在本例中，聚光光学系统上引起的轴向色差通过在具有 2 组 2 个元件的结构的耦合透镜 2 的第三表面和第四表面的每一个上提供的衍射结构的操作来矫正。另外，如表 41 所示，可通过改变耦合透镜 2 的透镜元件 2a 和 2b 之间的距离来矫正光源 3 的波长偏差、温度改变和透明基板厚度误差带来的聚光光学系统的球面像差。

表 39

例子 20

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
0	光源		d0 (可变)		
1	耦合透镜	∞	1.000	1.52491	56.5
2		-6.056	d2(可变)		
3		∞	1.000	1.52491	56.5
4		-19.860	5.000		
5	光阑	∞	0.000		
6	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
7		-0.975	0.355		
8	透明基板	∞	0.100	1.61949	30.0
9		∞			

表 40

非球面常数

第二表面

- K 7.8224E-01
- A₄ -6.5522E-04
- A₆ 7.6018E-05
- A₈ 1.4178E-04
- 第四表面
- K -7.6290 E+01
- A₄ 1.1179E-03
- A₆ 5.9633E-04
- A₈ 1.5178E-04
- A₁₀ 5.6734E-05
- 第六表面
- K -6.8335E-01
- A₄ 1.6203E-02

A_6 1.5491E-03

A_8 2.8929E-03

A_{10} -3.6771E-04

A_{12} -3.5822 E-04

A_{14} 1.4842E-04

A_6 1.1960E-04

A_8 -3.0230E-05

A_{10} -1.1052E-05

第七表面

K -2.1704E+01

A_4 3.0802E-01

A_6 -6.3950 E-01

A_8 5.8536E-01

A_{10} -2.1562E-01

A_{12} -2.5227E-04

衍射面常数

第三表面

b_2 -1.2117E-02

b_4 -5.5463E-04

b_6 -1.6754E-04

b_8 -8.4468E-05

b_{10} -3.4341 E-06

第四表面

b_2 -1.1967E-02

b_4 -3.3959E-04

b_6 -6.3935E-05

b_8 -6.8699E-05

b_{10} -1.6431 E-05

表 41

例子 20

球面像差偏差的原因		波阵面像差	d0(可变)	d2(可变)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.1\text{mm}$)		0.004	5.000	2.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.004	4.956	2.044
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.006	5.049	1.951
温度改变	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.011	4.906	2.094
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.014	5.093	1.907
透明基板厚度 误差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.004	4.794	2.206
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.005	5.205	1.795

(注意) 在温度改变时光源的振荡波长变化量为 $\Delta \lambda = +0.05\text{nm}/^\circ\text{C}$ 。

由于在上面例子 15 到 20 中的聚光光学系统由其饱和吸水率为 0.01%或更小并且 3mm 厚度下在使用的波长区域中内透射比为 90%或更大的塑料材料制成, 故其图像质量受吸水的影响更小, 光利用效率高并且可以低成本大批量生产。另外, 通过使用其比重为 2.0 或更小的塑料, 可能使整个聚光光学系统轻, 从而减轻物镜 1 的驱动机构(致动器 10 等)和耦合透镜 2 的驱动机构(致动器 11)上的负载, 从而可进行高速驱动并且驱动机构尺寸变小。

图 54 是与实施例 17 相关的光学拾取装置的结构简图。图 54 中的光学拾取装置与图 40 中的光学拾取装置的不同之处仅在于致动器 11 沿光轴方向移动耦合透镜 2 的透镜元件 2b 而不是透镜元件 2a 这一点, 从而对除上述外的其他方面的解释从略。

图 55 是与实施例 18 相关的光学拾取装置的结构简图。图 55 中的光学拾取装置与图 45 中的光学拾取装置的不同之处仅在于致动器 11 沿光轴方向移动耦合

透镜2的透镜元件2b而不是透镜元件2a这一点,从而对除上述外的其他方面的解释从略。顺便提及,例15到20中的聚光光学系统的任何一个都可应用于图54和55中的光学拾取装置。另外,耦合透镜2的透镜元件2b与2a之间的距离也可通过移动二者来改变,这作为图54和55中的光学拾取装置的变形例。

另一个例子作如下解释。

图62是表示配置用于沿光轴方向移动耦合透镜2的单轴致动器11的光学拾取装置的图。可能通过把耦合透镜由代表移动装置的单轴致动器11沿光轴方向移动一适当的量来改变进入物镜1的光通量的边缘光线的倾斜角,从而消除光学系统上引起的球面像差的偏差。另外,当代表光源的半导体激光器3的振动波长改变、或温度或湿度改变或光信息记录介质中保护层厚度误差引起光学系统上的球面像差时,可能通过把耦合透镜2由单轴致动器11沿光轴方向移动一适当的量并且从而改变进入物镜1的光通量的边缘光线的倾斜角,来消除光学系统上引起的球面像差的偏差。使用图62中的拾取装置的例子在下面表示出来,作为例子21到25。

(例子21)

透镜数据和非球面的常数在表42中表示。图56表示例子21中1组1个元件的耦合透镜与物镜的截面图,图57表示球面像差曲线图。

表 42

例子 21

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_d	vd
0	光源		d0 (可变)		
1	耦合透镜	-62.022	1.200	1.52491	56.5
2 (非球面 1, 衍射面 1)		-4.608	d2(可变)		
光阑		∞	0		
3 (非球面 2)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (非球面 3)		-0.975	0.355		
5	透明基板	∞	0.100	1.61950	30.0
6	t	∞			

非球面 1

$$K = -2.4335E-01$$

$$A_4 = 2.7143E-03$$

$$A_6 = -5.6745E-05$$

$$A_8 = 7.0168E-05$$

$$A_{10} = -1.5659E-05$$

非球面 2

$$K = -0.683354$$

$$A_4 = 0.162029E-01$$

$$A_6 = 0.154908E-02$$

$$A_8 = 0.289288E-02$$

$$A_{10} = -0.367711 E-03$$

$$A_{12} = -0.358222 E-03$$

$$A_{14} = 0.148419 E-03$$

$$A_{16} = 0.119603E-03$$

$$A_{18} = -0.302302 E-04$$

$$A_{20} = -0.110520 E-04$$

非球面 3

$$K = -21.704418$$

$$A_4 = 0.308021E+00$$

$$A_6 = -0.639499E+00$$

$$A_8 = 0.585364E+00$$

$$A_{10} = -0.215623E+00$$

$$A_{12} = -0.252265E-03$$

衍射面 1

$$b_2 = -2.0000E-02$$

$$b_4 = -1.3821E-03$$

在本例 21 中，旨在使光学系统重量轻，并通过把塑料材料用于物镜和耦合透镜减轻聚焦机构或耦合透镜移动装置的负担。这些透镜可以低成本大批量制造。另外，通过使耦合透镜以单透镜形式的衍射透镜来代表，可实现通过简单结

构令人满意地矫正轴向色差的光学系统。表 43 表示移动耦合透镜对各种原因产生的球面像差进行矫正的结果。从该表 43 明显看到, 激光波长偏差、温度变化和透明基板的厚度误差产生的球面像差可在本例子的光学系统中令人满意地得到矫正。

表 43

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面误差	d0(mm)	d2(mm)
标准状态 ($\lambda = 405\text{nm}$, $T=25^\circ\text{C}$, $t=0.1\text{mm}$)		0.007λ	6.000	5.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.008λ	5.941	5.059
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.022λ	6.054	4.946
温度改变	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.011λ	5.927	5.073
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.031λ	6.071	4.929
透明基板厚度误差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.004λ	5.853	5.147
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.015λ	6.152	4.848

(例子 22)

透镜数据和非球面的常数在表 44 中表示。图 58 表示例 22 中 1 元件结构的耦合透镜与物镜的截面图, 图 59 表示球面像差曲线图。

表 44

例子 22

表面序号		R (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
0	光源		d0 (可变)		
1 (非球面 1, 衍射面 1)	耦合透镜	-226.959	1.200	1.52491	56.5
2 (非球面 2, 衍射面 2)		-6.733	d2(可变)		
光阑		∞	0		
3 (非球面 3)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (非球面 4)		-0.975	0.355		
5	透明基板	∞	0.100	1.61950	30.0
6		∞			

非球面 1

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 1.0245E-02$$

$$A_6 = 9.6650E-04$$

$$A_8 = -5.9104E-04$$

$$A_{10} = 8.9735E-05$$

非球面 2

$$K = -4.3181$$

$$A_4 = 1.5848E-03$$

$$A_6 = 8.6137E-04$$

$$A_8 = -2.0117E-04$$

$$A_{10} = 1.3168 E-05$$

非球面 3

$$K = -0.683354$$

$$A_4 = 0.162029E-01$$

$$A_6 = -0.154908E-02$$

$$A_8 = 0.289288E-02$$

$$A_{10} = -0.367711E-03$$

$$A_{12} = -0.358222E-03$$

$$A_{14} = 0.148419 E-03$$

$$A_{16} = 0.119603E-03$$

$$A_{18} = -0.302302 E-04$$

$$A_{20} = -0.110520 E-04$$

非球面 4

$$K = -21.704418$$

$$A_4 = 0.308021E+00$$

$$A_6 = -0.639499E+00$$

$$A_8 = 0.585364E+00$$

$$A_{10} = -0.215623E+00$$

$$A_{12} = -0.252265E-00$$

衍射面常数

衍射面 1

$$b_2 = -2.2967E-02$$

$$b_4 = 2.1037E-03$$

衍射面 2

$$b_2 = -1.7113E-02$$

$$b_4 = 8.2815E-04$$

在本例 22 中,减轻光学系统重量,并通过把塑料材料用于物镜和耦合透镜减轻聚焦机构或耦合透镜移动装置的负担。这些透镜可以利用塑料材料低成本大批量制造。当在光信息记录介质上记录信息时,模式跳变引起的波阵面像差的恶化是不可允许的问题。在本光学系统中,通过使用代表在轴向色差方面被过矫正的单一透镜的双衍射面,用于标准波长的球面像差曲线和用于长短波长的球面像差曲线彼此交叉。结果,波长变动带来的最佳象面的位置的移动被控制到最小,结果防止模式跳变的情况下波阵面像差的恶化。表 45 表示移动耦合透镜对各种原因引起的球面像差进行矫正的结果。从表 45 明显看到,本例的光学系统可令人满意地矫正激光波长偏差、温度改变和透明基板厚度误差带来的球面像差。

表 45

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面误差	d0(mm)	d2(mm)
标准状态 ($\lambda_c = 405\text{nm}$, $T_c=25^\circ\text{C}$, $t_c=0.1\text{mm}$)		0.008λ	6.000	5.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.009λ	5.869	5.131
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.010λ	6.141	4.859
温度改变	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.006λ	5.905	5.095
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.025λ	6.101	4.899
透明基板厚度误差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.003λ	5.867	5.133
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.014λ	6.139	4.861

(例子 23)

表 46 表示透镜数据和非球面的常数。图 60 表示例 23 中 1 组中 2 个元件的耦合透镜与物镜的截面图，图 61 表示球面像差曲线图。

表 46

例子 23

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_{d1}	vd
光源			d0 (可变)		
1	耦合透镜	13.531	1.000	1.91409	23.8
2		2.551	2.100	1.71548	53.2
3 (非球面 1)		-5.765	d3(可变)		
光阑		∞	0		
3 (非球面 2)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (非球面 3)		-0.975	0.355		
6	透明基板	∞	0.100	1.61950	30.0
7		∞			

非球面 1

$$K = 0.699858$$

$$A_4 = -0.53797E-3$$

$$A_6 = -0.352488E-3$$

$$A_8 = 0.595790E-4$$

$$A_{10} = -0.152115E-4$$

非球面 2

$$K = -0.683354$$

$$A_4 = 0.162029E-01$$

$$A_6 = 0.154908E-02$$

$$A_8 = 0.289288E-02$$

$$A_{10} = -0.367711E-03$$

$$A_{12} = -0.358222E-03$$

$$A_{14} = 0.148419E-03$$

$$A_{16} = 0.119603E-03$$

$$A_{18} = -0.302302E-04$$

$A_{20} = -0.110520E-04$

非球面 3

$K = -21.704418$

$A_4 = 0.308021E+00$

$A_6 = -0.639499E+00$

$A_8 = 0.585364E+00$

$A_{10} = -0.215623E+00$

$A_{12} = -0.252265E-03$

在本例 23 中，通过把塑料材料用于物镜减轻光学系统重量和减轻聚焦机构的负担。把 1 组 2 个元件的双透镜用来把光学系统的轴向色差作令人满意地矫正。另外，通过使光信息记录介质侧的表面成为非球面，通过对非球面的矫正效应可把耦合透镜的数值孔径做得较大，从而实现其总长度短的紧凑光学系统。表 47 表示移动耦合透镜对各种原因引起的球面像差进行矫正的结果。从表 47 明显看到，本例的光学系统可令人满意地矫正激光波长偏差、温度改变和透明基板厚度误差带来的球面像差。

表 47

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面误差	d0(mm)	d2(mm)
标准状态 ($\lambda_c = 405\text{nm}$, $T_c = 25^\circ\text{C}$, $t_c = 0.1\text{mm}$)		0.008λ	7.230	5.000
光源波长偏差	$\Delta \lambda = +10\text{nm}$	0.008λ	7.134	5.096
	$\Delta \lambda = -10\text{nm}$	0.019λ	7.330	4.900
温度改变	$\Delta T = +30^\circ\text{C}$	0.015λ	7.050	5.180
	$\Delta T = -30^\circ\text{C}$	0.027λ	7.415	4.815
透明基板厚度误差	$\Delta t = +0.02\text{mm}$	0.006λ	6.987	5.243
	$\Delta t = -0.02\text{mm}$	0.015λ	7.486	4.744

(例子 24)

这是一个衍射面仅设置在单透镜的耦合透镜的一侧上的例子。

表 48

表面序号		r (mm)	d (mm)	N_d	vd
光源			d0 (可变)		
1 (衍射面 1)	耦合透镜	∞	1.200	1.52491	56.5
2 (非球面 1)		- 16.084	d2(可变)		
光阑		∞	0		
3 (非球面 2)	物镜	1.194	2.650	1.52491	56.5
4 (非球面 3)		-0.975	0.355		
5	透明基板	∞	0.100	1.61950	30.0
6		∞			

非球面 1

$$K = 17.997115$$

$$A_4 = 0.759036E-03$$

$$A_6 = 0.311883E-03$$

$$A_8 = -0.123894E-03$$

$$A_{10} = 0.196179E-04$$

非球面 2

$$K = -0.683354$$

$$A_4 = 0.162029E-01$$

$$A_6 = 0.154908E-02$$

$$A_8 = 0.289288E-02$$

$$A_{10} = -0.367711 E-03$$

$$A_{12} = -0.358222E-03$$

$$A_{14} = 0.148419 E-03$$

$$A_{16} = 0.119603E-03$$

$$A_{18} = -0.302302 E-04$$

$$A_{20} = -0.110520 E-04$$

非球面 3

$K = -21.704418$

$A_4 = 0.308021E+00$

$A_6 = -0.639499E+00$

$A_8 = 0.585364E+00$

$A_{10} = -0.215623E+00$

$A_{12} = -0.252265E-00$

衍射面 1

$b_2 = -2.6023E-02$

$b_4 = 2.1722E-4$

在例 24 中，把塑料材料用于物镜和耦合透镜。这样，波长变动带来的最佳象面位置的移动被控制到最小，结果防止模式跳变的情况下波阵面像差的恶化。另外，在耦合透镜的表面偏心的情况下波阵面像差的恶化通过仅在耦合透镜的一侧设置非球面来防止。此外，在跟踪误差和耦合透镜的偏心情况下波阵面像差的恶化可通过在光源侧的耦合透镜的表面上设置衍射面以及通过在物镜侧在其表面上设置折射光焦度随着折射光焦度的位置远离光轴而降低的非球面来防止。表 49 表示移动耦合透镜对各种原因引起的球面像差进行矫正的结果。从表 49 明显看到，本例的光学系统可令人满意地矫正激光波长偏差、温度改变和透明基板厚度误差带来的球面像差。

表 49

球面像差偏差的原因		矫正后的波 阵面误差	d0(mm)	d2(mm)
标准状态 (λ c = 405nm, Tc=25℃, tc=0.1mm)		0.005λ	11.670	5.000
光源波长偏差	Δ λ = +10nm	0.008λ	11.404	5.266
	Δ λ = -10nm	0.009λ	11.960	4.710
温度改变	Δ T=+30℃	0.014λ	11.373	5.297
	Δ T=-30℃	0.018λ	11.995	4.676
透明基板厚度误差	Δ t=+0.02mm	0.009λ	11.246	5.424
	Δ t=-0.02mm	0.008λ	12.136	4.534

根据本发明，在用于进行高密度光信息记录介质的信息的记录和/或再现的光学拾取装置中，球面像差的偏差可被有效矫正。

本发明使得可能提供这样的聚光光学系统和光学拾取装置，其中在光学拾取装置的各个光学表面上通过激光光源的振动波长改变、温度和湿度改变以及光信息记录介质的透明基板厚度误差引起的球面像差的偏差可通过简单结构有效地矫正。

本发明还使得可能提供这样的聚光光学系统和光学拾取装置，其中在物镜上通过模式跳变引起的轴向色差可被有效地矫正。

另外，本发明使得可能提供这样的聚光光学系统和光学拾取装置，其中提供短波长激光光源和具有高数值孔径的物镜，并且可进行多个其中每一个具有不同厚度的透明基板的信息记录媒体的信息的记录和/或再现。

关于用于光学拾取装置的物镜，本发明使得可能提供作为单透镜的物镜，其具有大的数值孔径以及良好的图像高度特性。尤其，可提供具有如 0.75 或更大的数值孔径并适用于使用光源波长短至大约 400nm 的激光器的高密度记录/再现设备的物镜。此外，对于偏心的敏感性可作到良好，并且非球面像差和彗差可被令人满意地矫正。

还可能提供适合于记录和/或再现设备的物镜，其中光信息记录介质的保护层的厚度薄至大约 0.1mm 并且工作距离很短。

在不背离本发明的精神和范围的情况下，所公开的实施例可由熟悉本领域的技术人员进行改变。

图 1

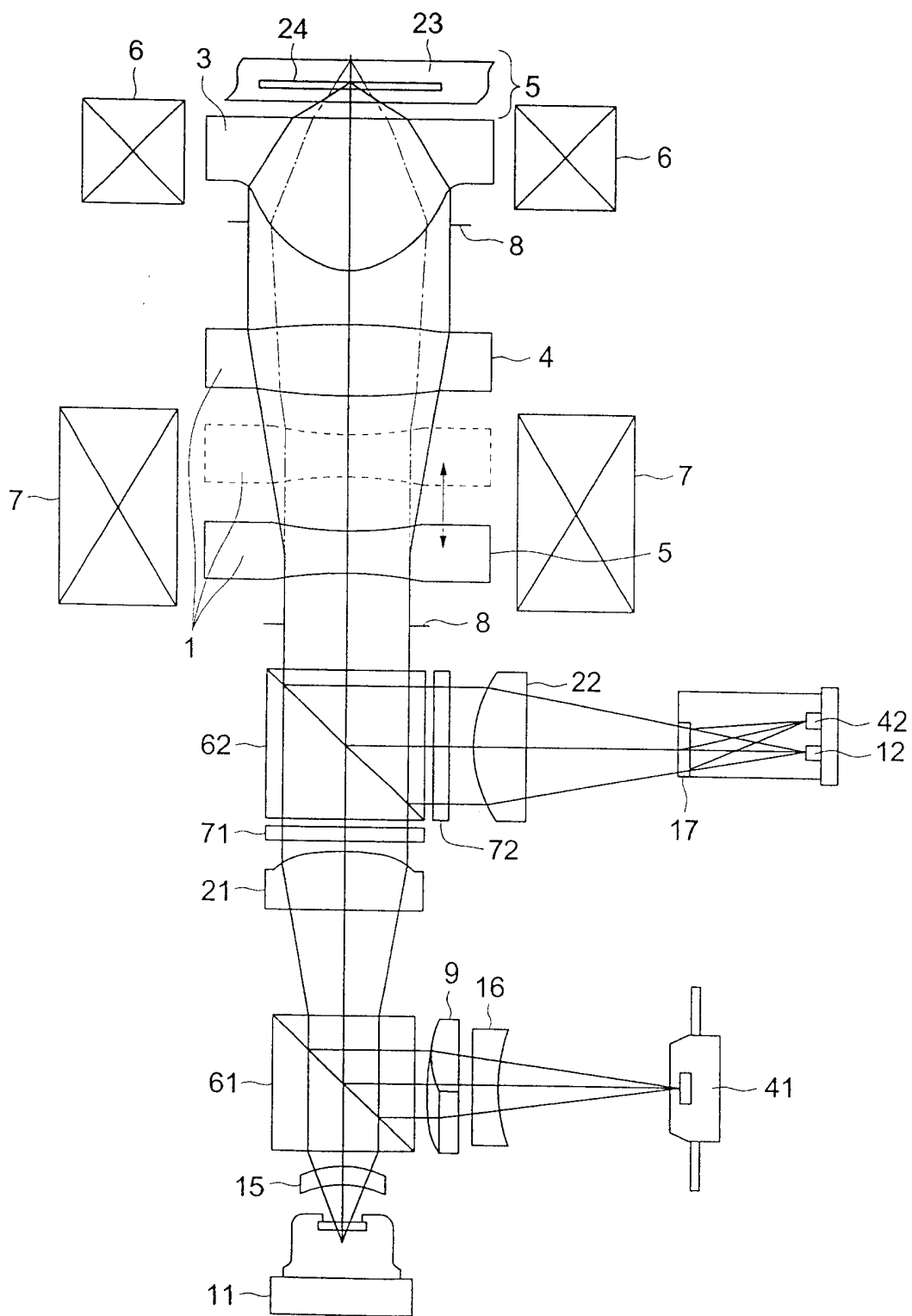


图 2

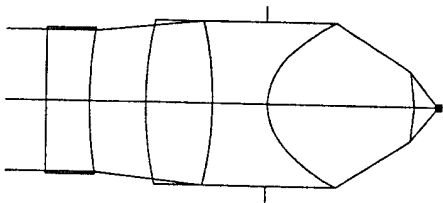


图 3

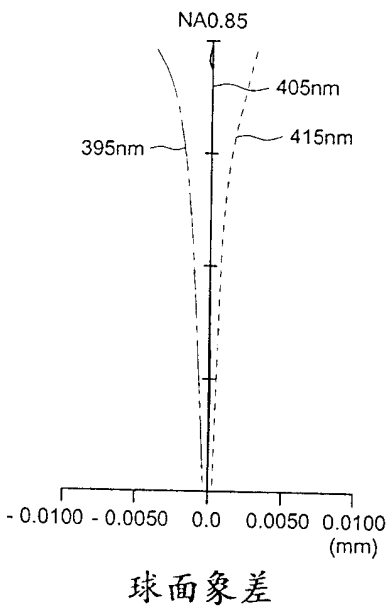


图 4

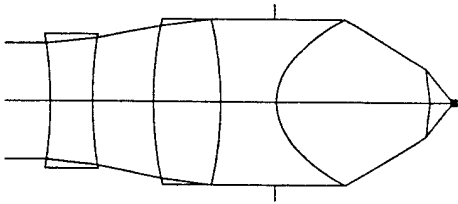


图 5

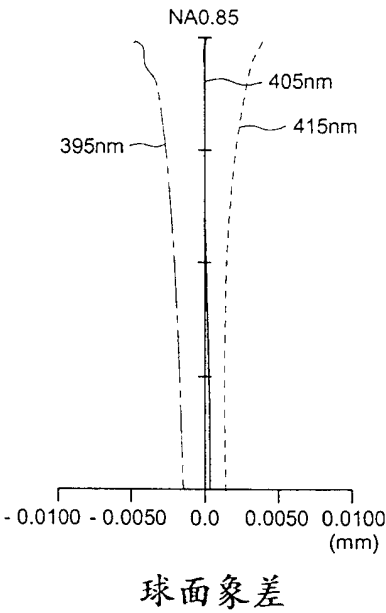


图 6

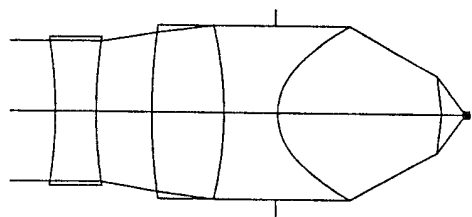
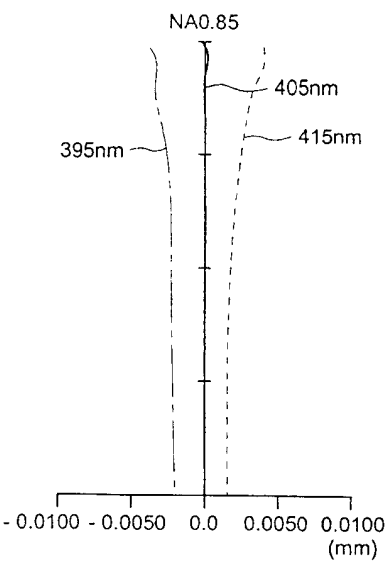


图 7



球面象差

图 8

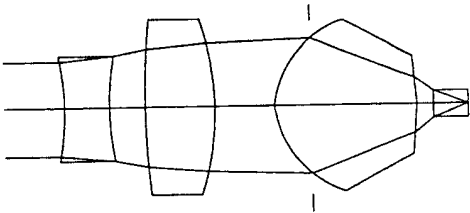


图 9

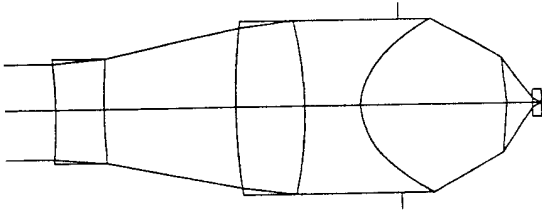


图 10

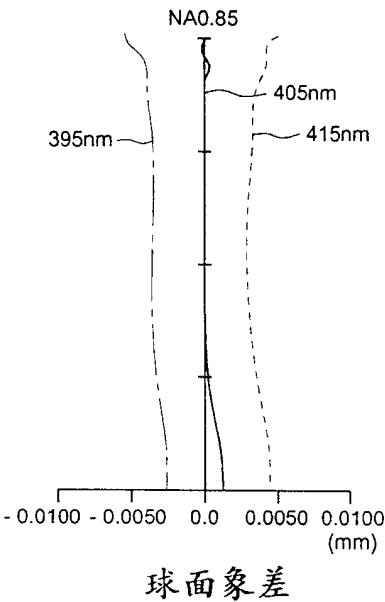


图 11

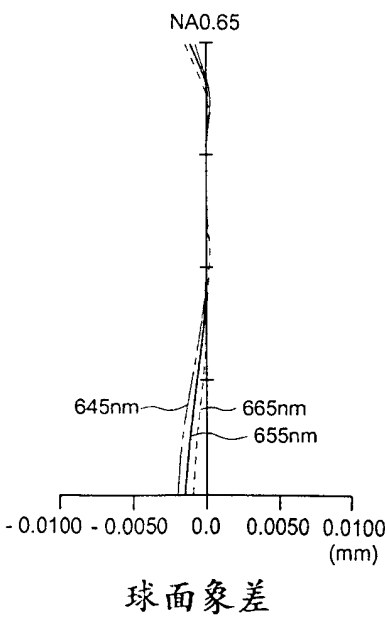


图 12

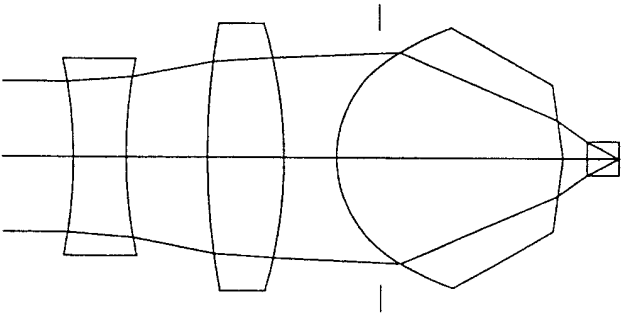


图 13

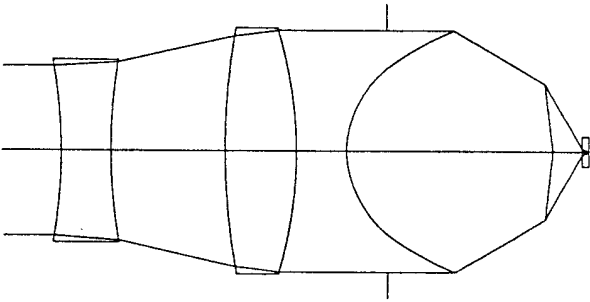


图 14

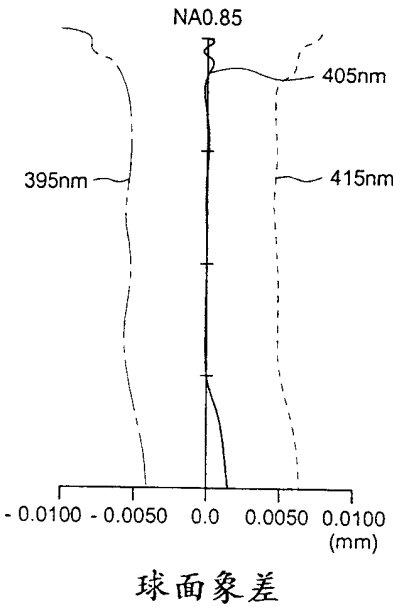


图 15

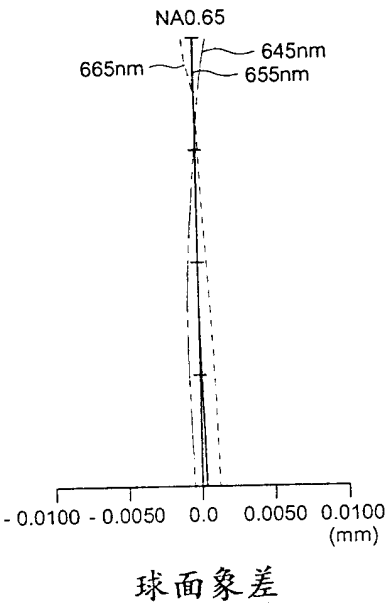


图 16

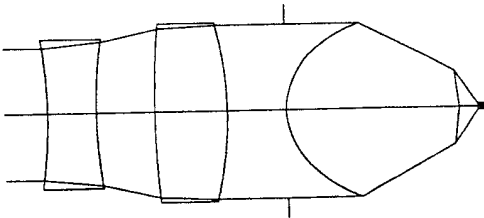


图 17

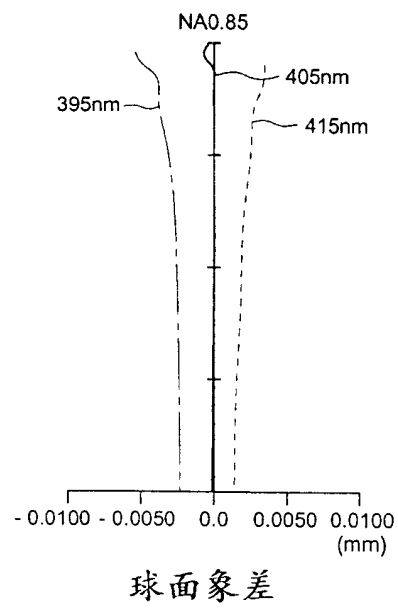


图 18

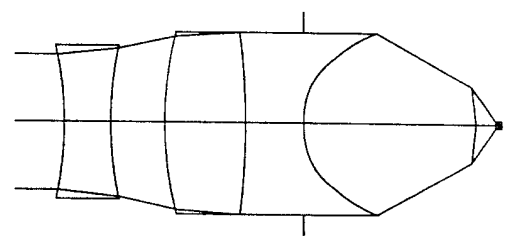


图 19

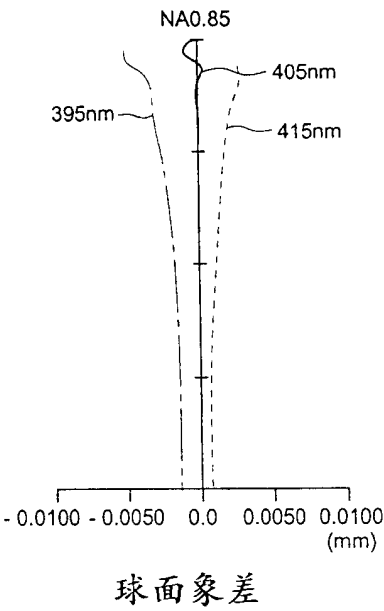


图 20

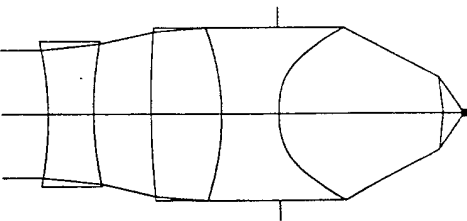


图 21

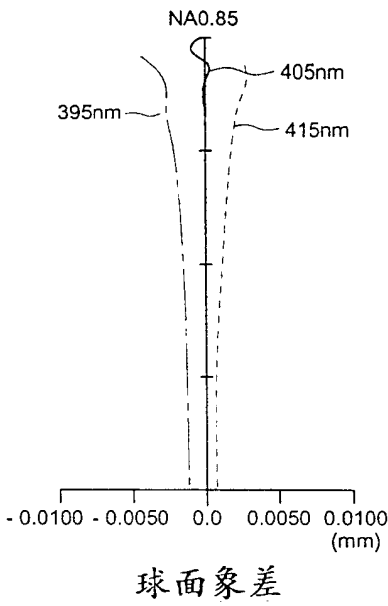


图 22

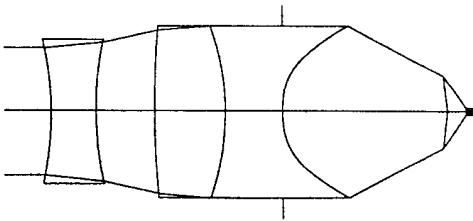


图 23

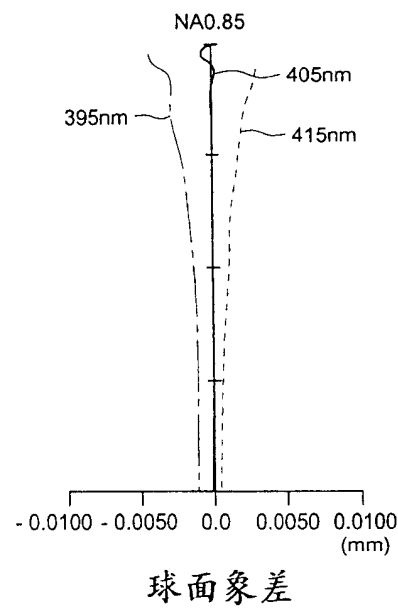


图 24

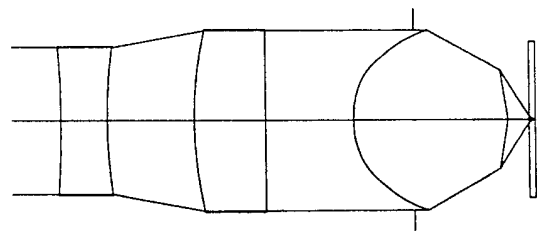


图 25

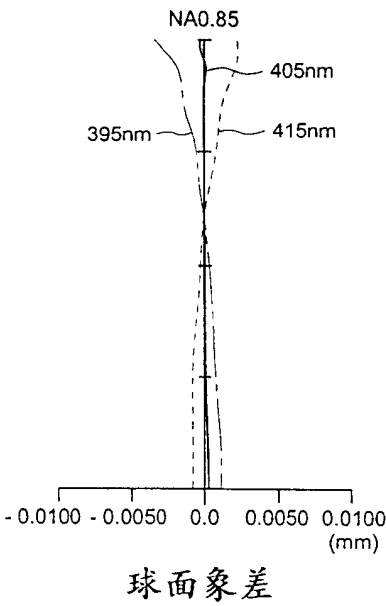


图 26

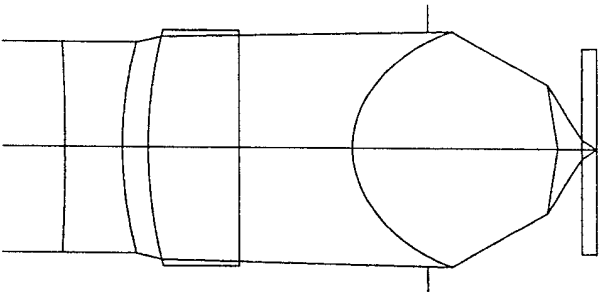


图 27

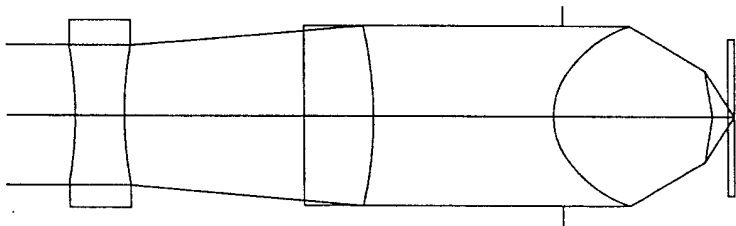


图 28

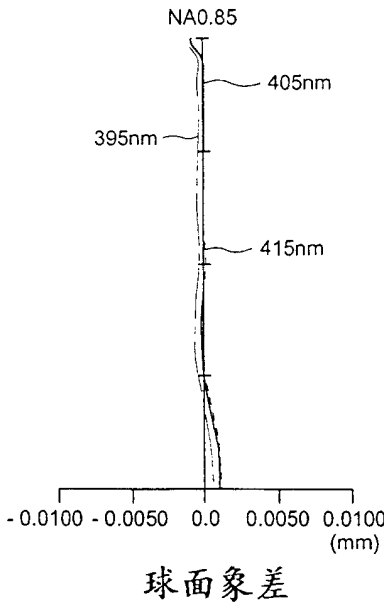


图 29

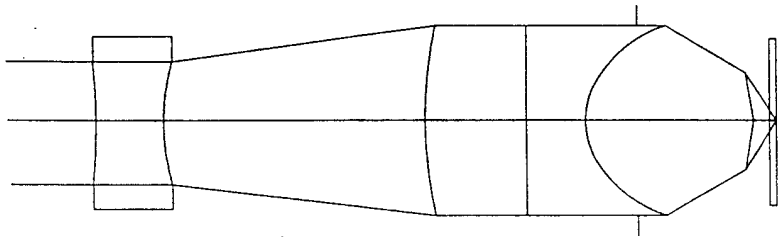


图 30

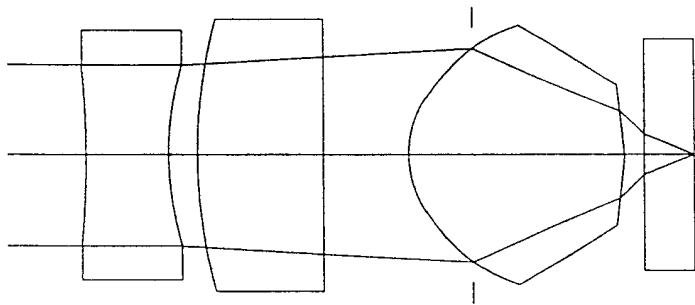


图 31

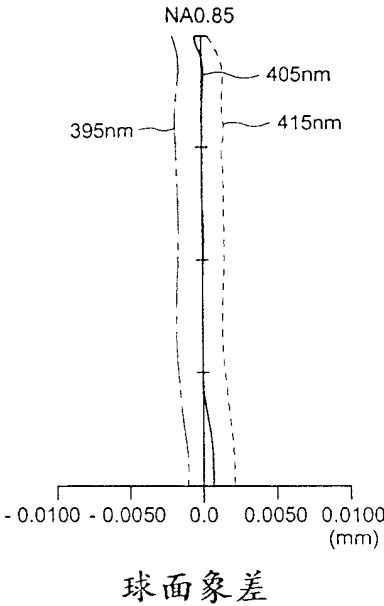


图 32

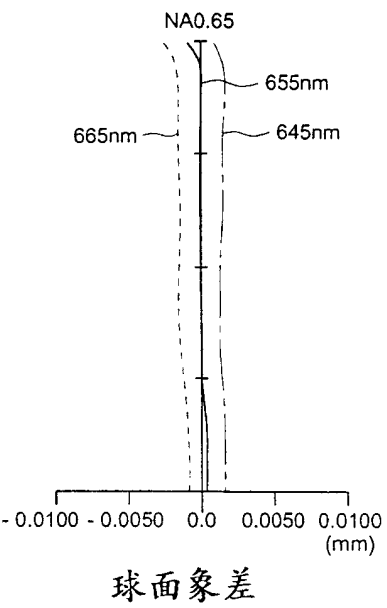


图 33

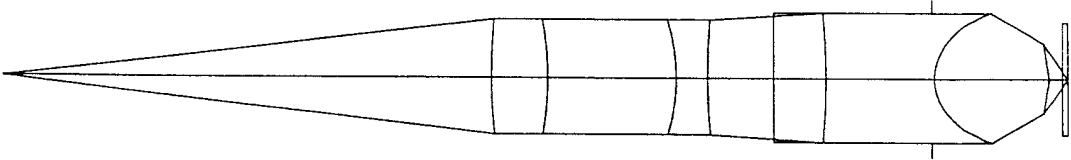


图 34

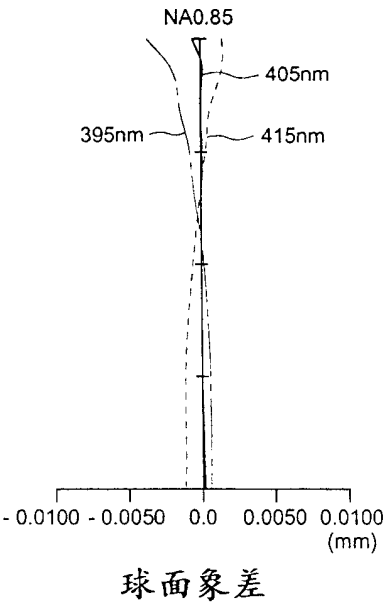


图 35

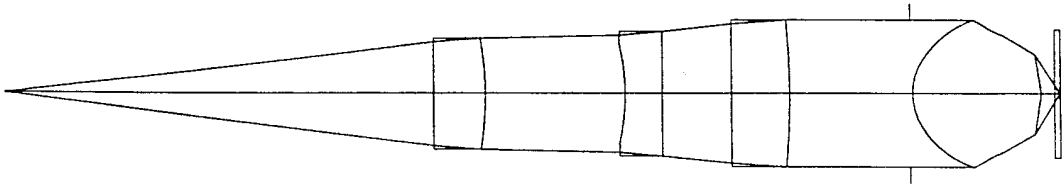


图 36

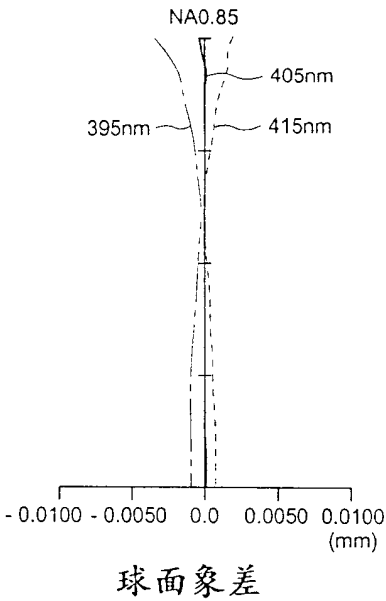


图 37

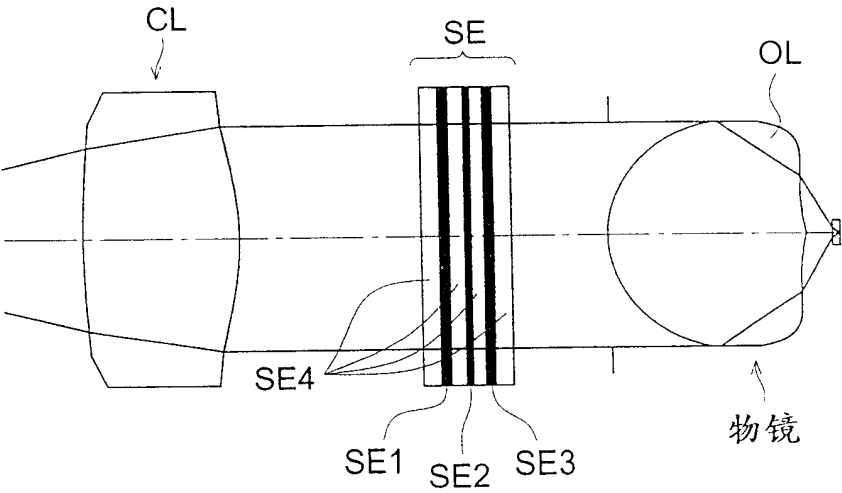


图 38

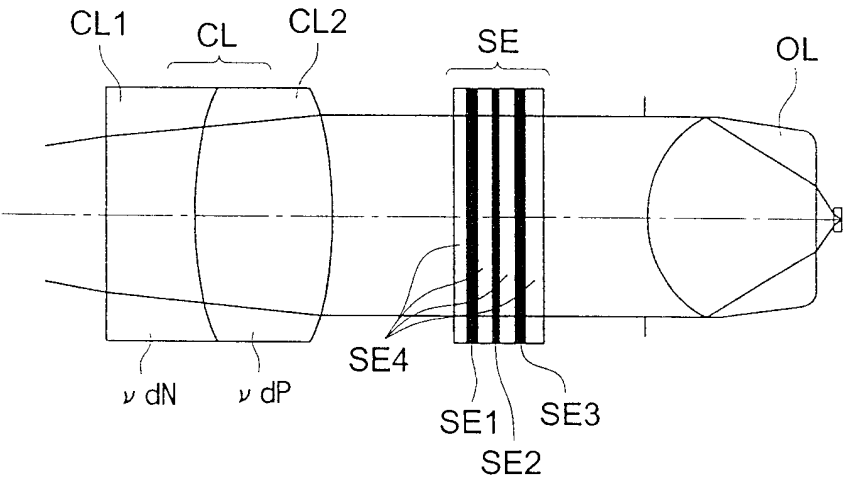


图 39 (a)

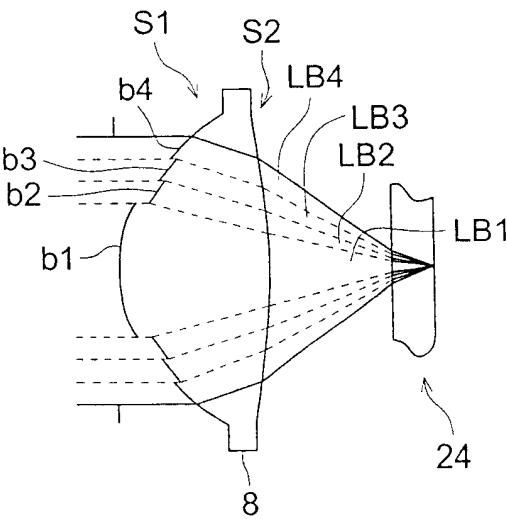


图 39 (b)

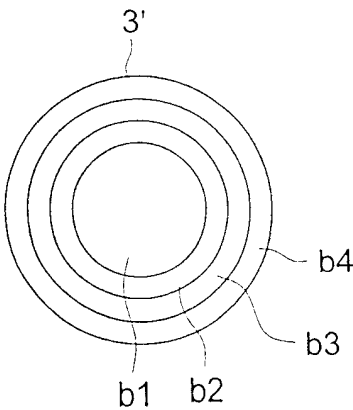


图 40

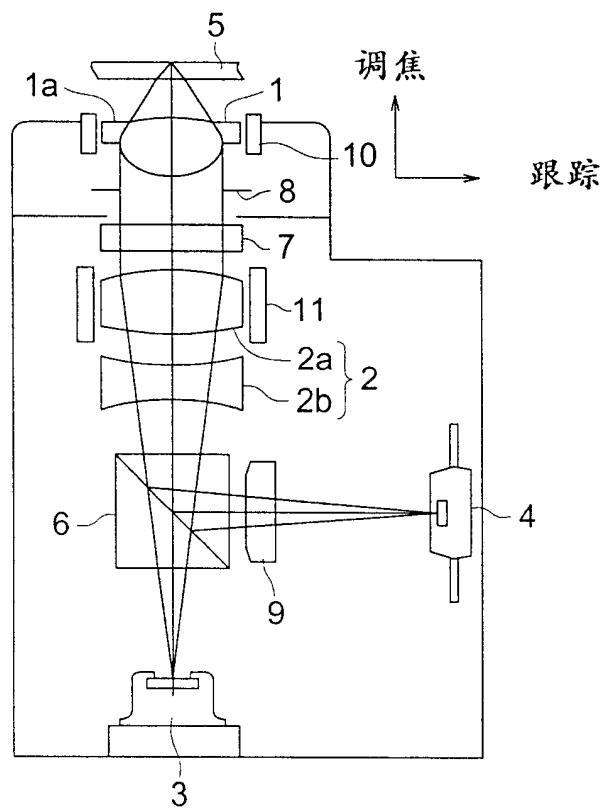


图 41

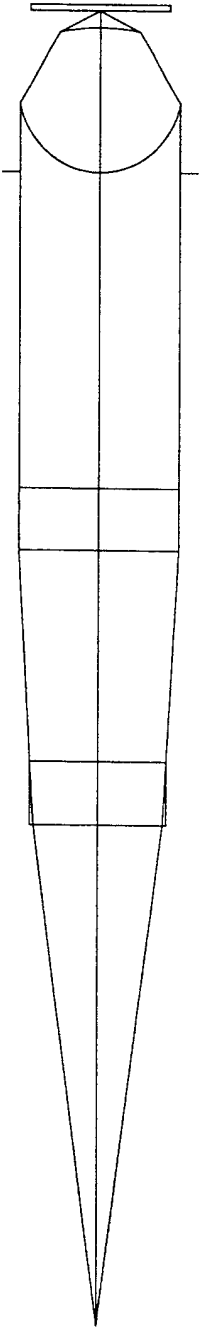


图 42

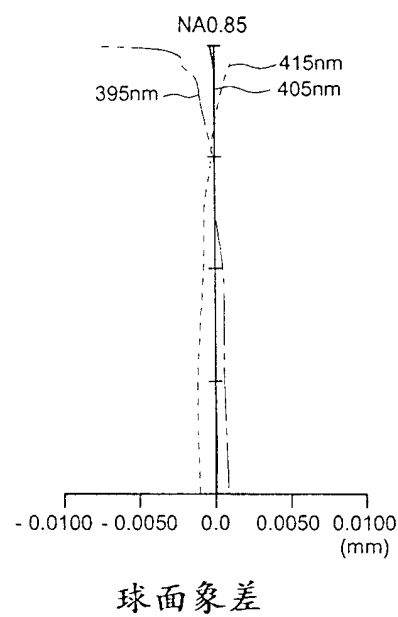


图 43

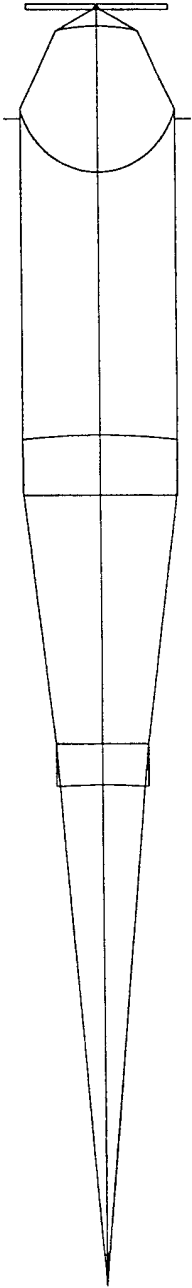


图 44

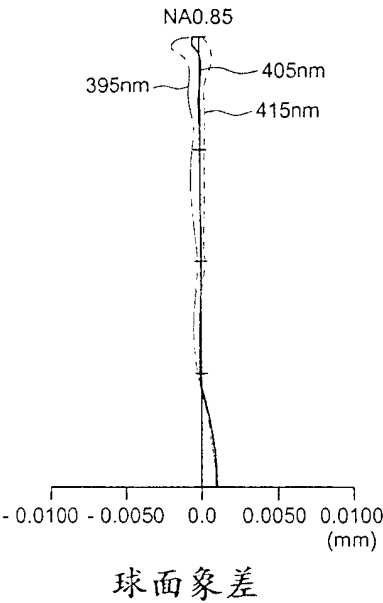


图 45

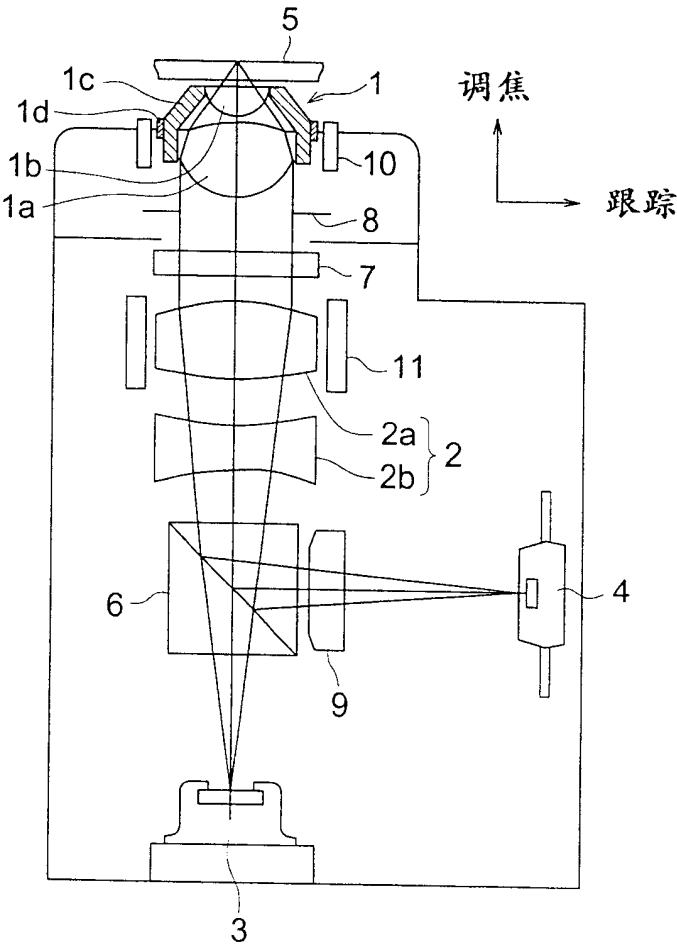


图 46

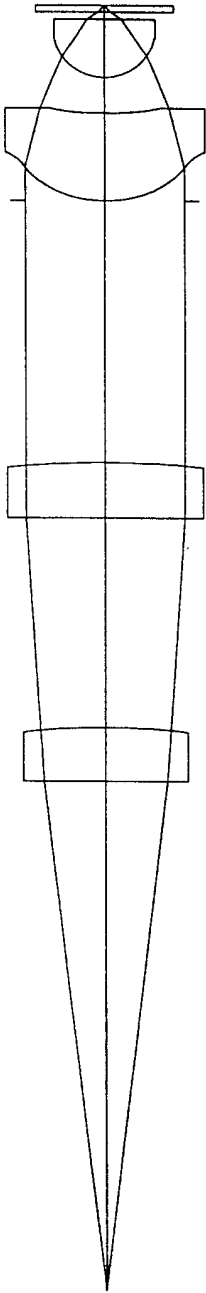
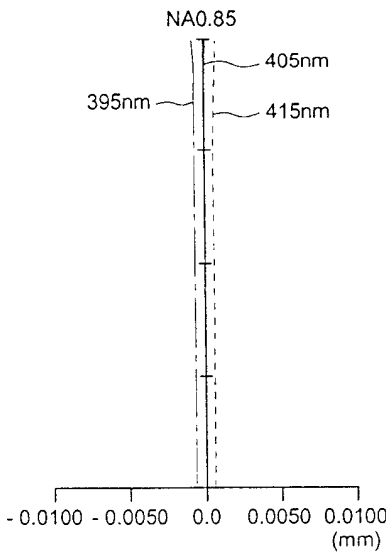


图 47



球面象差

图 48

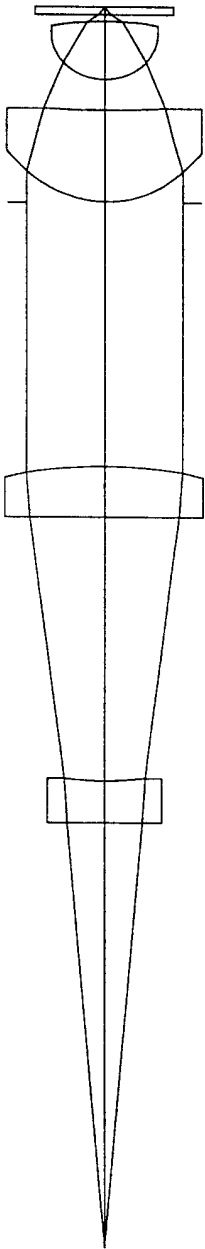
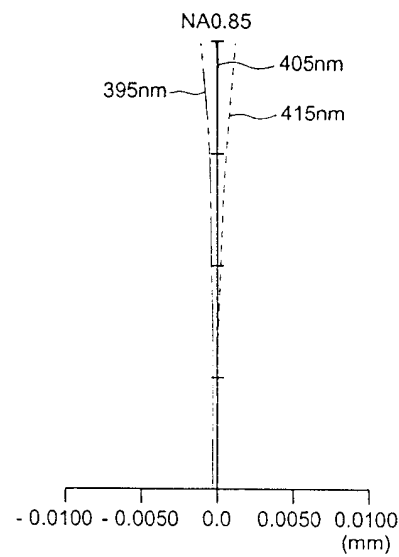


图 49



球面象差

图 50

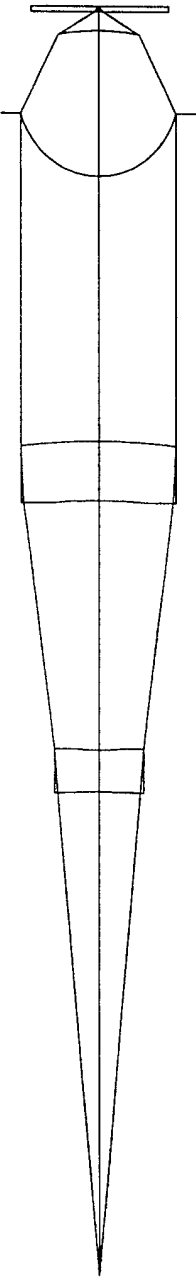


图 51

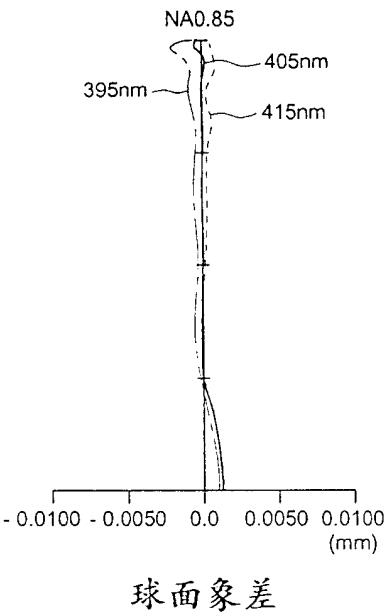


图 52

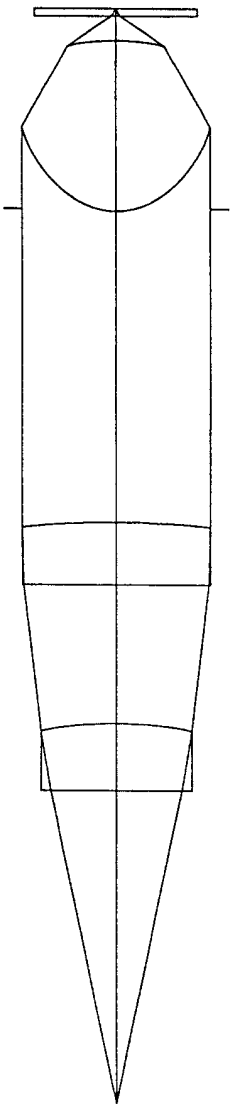


图 53

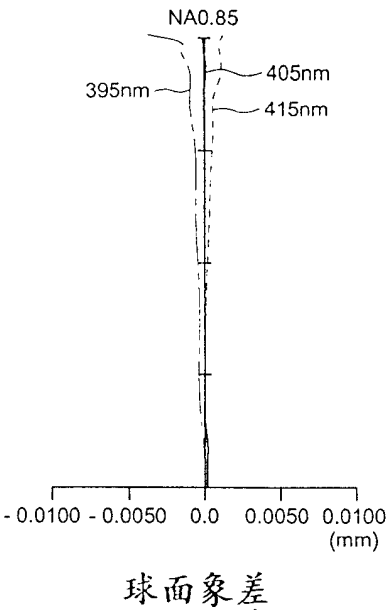


图 55

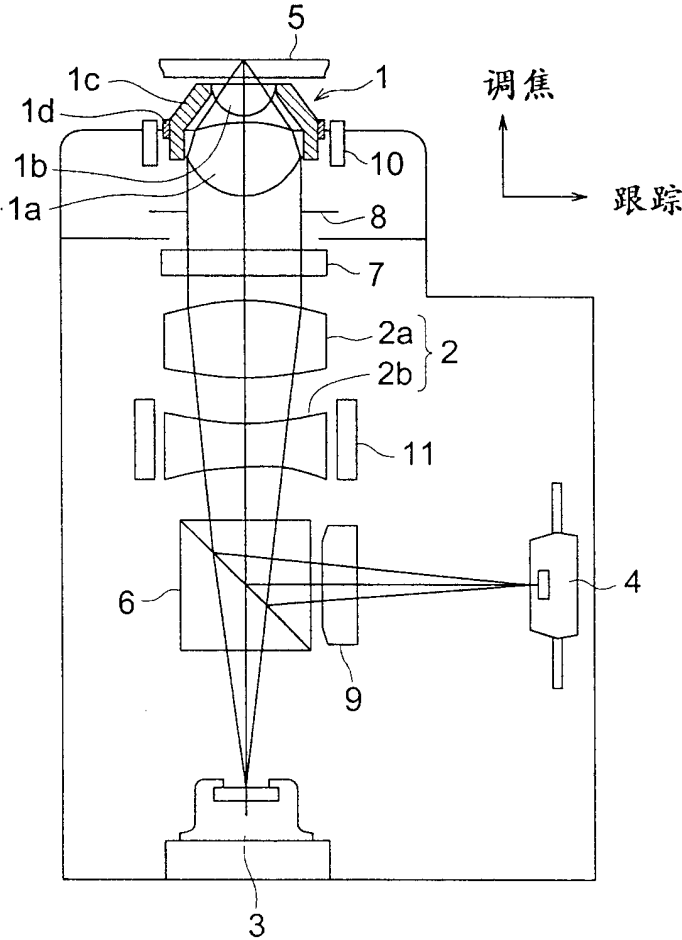


图 56

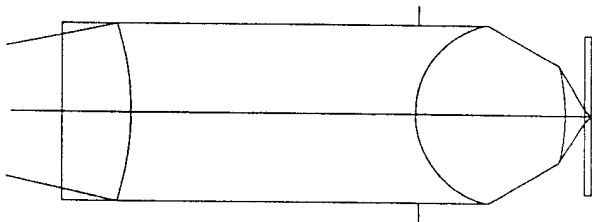


图 57

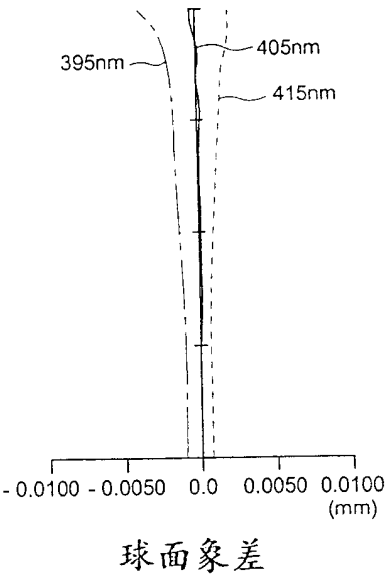


图 58

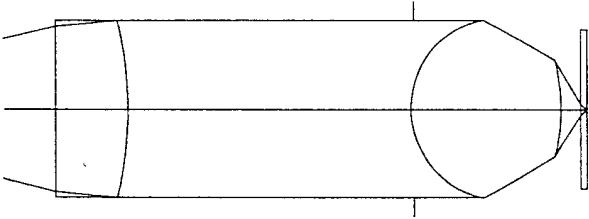


图 59

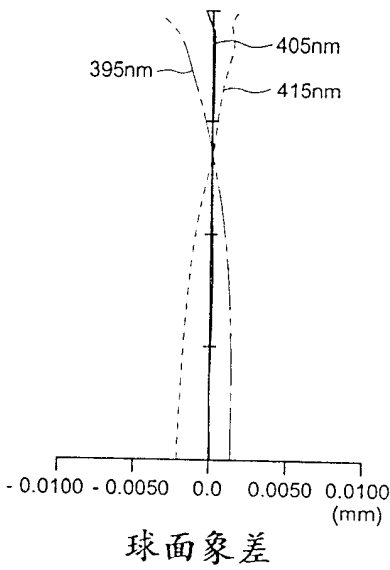


图 60

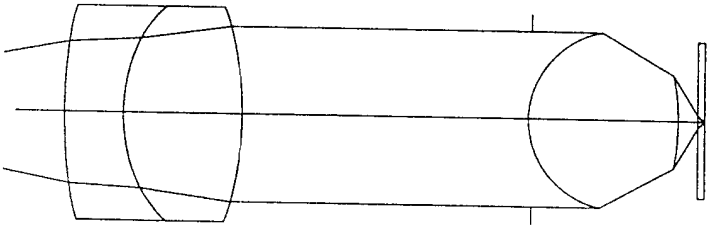


图 61

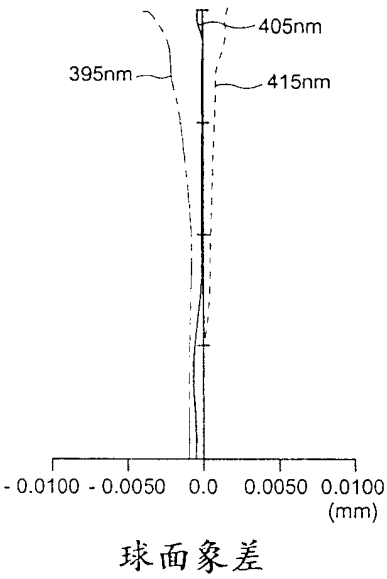
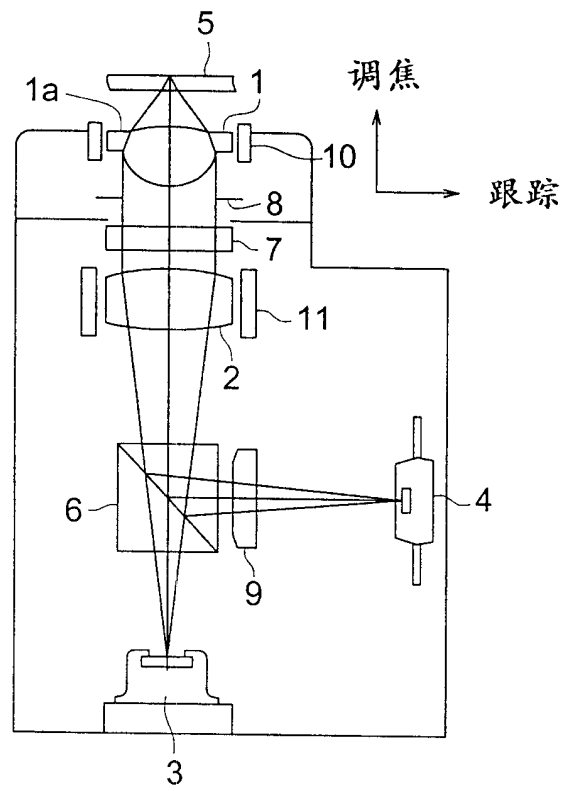


图 62



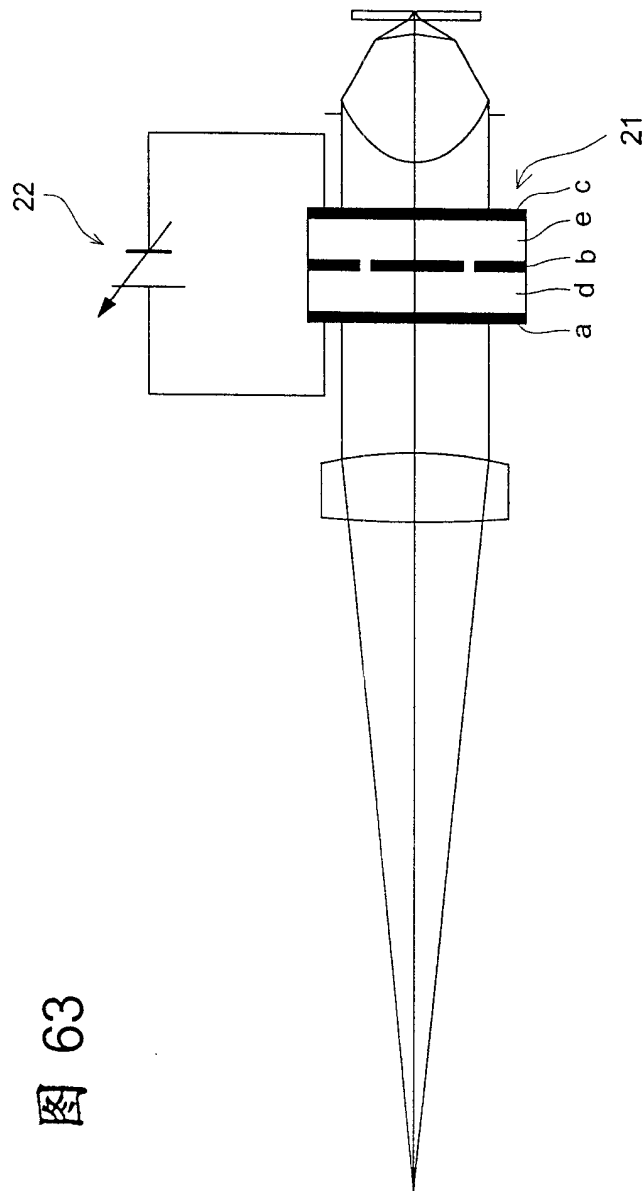


图 63

图 64

