

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 7/135

G02B 27/42



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00104175.4

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1224968C

[22] 申请日 2000.1.22 [21] 申请号 00104175.4

[30] 优先权

[32] 1999. 1. 22 [33] JP [31] 015010/99

[32] 1999. 2. 19 [33] JP [31] 041925/99

[32] 1999. 4. 1 [33] JP [31] 095347/99

[32] 1999. 4. 5 [33] JP [31] 097480/99

[32] 1999. 9. 10 [33] JP [31] 257466/99

[32] 1999. 11. 2 [33] JP [31] 312701/99

[71] 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 荒井则一 小嶋俊之 桐木俊彦

大田耕平 齐藤真一郎

审查员 王 靖

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

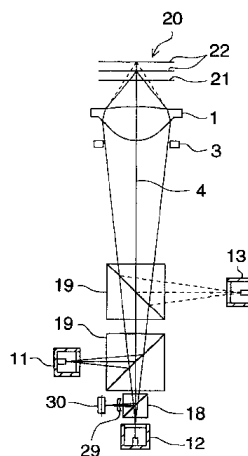
代理人 李晓舒

权利要求书 19 页 说明书 127 页 附图 81 页

[54] 发明名称 光学头装置、记录/再现装置、光学元件及信息记录/再现方法

[57] 摘要

一种对光信息记录介质进行记录或再现的装置，包括：发出第一波长第一光通量的第一光源；发出第二波长第二光通量的第二光源，第一波长不同于第二波长；具有光轴和衍射部分以及光检测器的会聚光学系统；在第一光通量经衍射部分产生至少一条衍射光线的情况下，其中的 n 阶衍射光线量大于其它阶衍射光线量，而在第二光通量经衍射部分产生至少一条衍射光线的情况下，其中的 n 阶衍射光线量大于其它阶的衍射光线量， n 为非零整数。



1. 一种用于再现来自光信息记录媒体的信息或用于把信息记录到光信息记录媒体上的光学头装置, 包括:

- 5 用于发出具有第一波长的第一光通量的第一光源, 用于从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上;

 用于发出具有第二波长的第二光通量的第二光源, 第一波长不同于第二波长, 用于从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上;

- 10 具有光轴和衍射部分的会聚光学系统;
 光检测器;

 其特征在于, 在第一光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下, 第一光通量的 n 阶衍射光线的量大于第一光通量的任何其它阶衍射光线的量, 并且在第二光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下,
15 第二光通量的 n 阶衍射光线的量大于第二光通量的任何其它阶衍射光线的量, 其中 n 代表非零整数。

2. 如权利要求 1 的光学头装置, 其特征在于会聚光学系统能够通过第一透明衬底把到达衍射部分的第一光通量在衍射部分产生的第一光通量的 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上来再现记录
20 在第一光信息记录媒体中的信息或者把信息记录在第一光信息记录媒体上, 而且

 会聚光学系统能够通过第二透明衬底把到达衍射部分的第二光通量在衍射部分产生的第二光通量的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上来再现记录在第二光信息记录媒体中的信息或者把信息
25 记录在第二光信息记录媒体上, 而且光检测器能够接收从第一信息记录面或第二信息记录面反射的光通量。

3. 如权利要求 1 的光学头装置, 其特征在于会聚光学系统包括物镜, 其中会聚光学系统能够在物镜像侧数值孔径处于第一光信息记录媒体的指定数值孔径范围内时波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下把第一光通量中的
30 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上, 并且, 会聚光学系统能够在物镜像侧数值孔径处于第二光信息记录媒体的指定数值孔

径范围内时波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下把第二光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上。

4. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于第一光信息记录媒体具有 t_1 的透明衬底厚度并且第二光信息记录媒体具有 t_2 的透明衬底厚度，厚度
- 5 t_2 不同于厚度 t_1 。

5. 如权利要求 4 的光学头装置，其特征在于会聚光学系统包括物镜，其中会聚光学系统能够在物镜像侧数值孔径处于第一光信息记录媒体的指定数值孔径范围内时波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下把第一光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，并且，会聚
- 10 光学系统能够在物镜像侧数值孔径处于第二光信息记录媒体的指定数值孔径范围内时波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下把第二光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上。

6. 如权利要求 4 的光学头装置，其特征在于满足下面的公式：

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ 且 } t_1 < t_2$$

- 15 λ_1 ：第一光通量的波长，
 λ_2 ：第二光通量的波长，
 t_1 ：第一透明衬底厚度，
 t_2 ：第二透明衬底厚度。

7. 如权利要求 6 的光学头装置，其特征在于满足下面的公式：

20 $NA_1 > NA_2$

其中 NA_1 是第一光信息记录媒体对于物镜像侧第一光通量的指定数值孔径， NA_2 是第二光信息记录媒体对于物镜像侧第二光通量的指定数值孔径。

8. 如权利要求 7 的光学头装置，其特征在于 n 阶衍射光线是正一阶衍
- 25 射光。

9. 如权利要求 7 的光学头装置，其特征在于满足下面的公式：

$$0.55\text{mm} < t_1 < 0.65\text{mm}$$

$$1.1\text{mm} < t_2 < 1.3\text{mm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_1 < 670\text{nm}$$

30 $760\text{nm} < \lambda_2 < 820\text{nm}$

$$0.55 < NA_1 < 0.68$$

$$0.40 < NA2 < 0.55$$

10. 如权利要求 9 的光学头装置, 其特征在于转换光学系统包括物镜, 物镜具有衍射部分, $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $t_1=0.6\text{mm}$ 且 $NA=0.6$, 并且其中在由平行光构成并具有均匀强度分布的第一光通量被引入物镜并经第一透明衬底被
5 会聚到第一信息记录面上的情况下, 在最佳聚焦状态下会聚光斑的直径是 $0.88\mu\text{m}$ 到 $0.91\mu\text{m}$ 。

11. 如权利要求 9 的光学头装置, 其特征在于转换光学系统包括物镜, 物镜具有衍射部分, $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $t_1=0.6\text{mm}$ 且 $NA_1=0.65$, 并且其中在由平行光构成并具有均匀强度分布的第一光通量被引入物镜并经第一透明衬底
10 被会聚到第一信息记录面上的情况下, 在最佳聚焦状态下会聚光斑的直径是 $0.81\mu\text{m}$ 到 $0.84\mu\text{m}$ 。

12. 如权利要求 9 的光学头装置, 其特征在于 t_1 为 0.6mm , t_2 为 1.2mm , $\lambda_1=650\text{nm}$, $\lambda_2=780\text{nm}$, NA_1 为 0.6 , NA_2 为 0.45 。

13. 如权利要求 7 的光学头装置, 其特征在于转换光学系统包括物镜,
15 物镜具有衍射部分, 并且其中在会聚光学系统把 n 阶衍射光线会聚到第二信息记录媒体的第二信息记录面上的情况下, 球差在一个位置附近包括至少一个不连续部分。

14. 如权利要求 13 的光学头装置, 其特征在于球差在靠近 NA_2 的位置
包括至少不连续部分。

20 15. 如权利要求 13 的光学头装置, 其特征在于球差在 $NA=0.45$ 的位置包括至少不连续部分。

16. 如权利要求 13 的光学头装置, 其特征在于球差在 $NA=0.5$ 的位置
包括至少不连续部分。

17. 如权利要求 13 的光学头装置, 其特征在于会聚光学系统把具有比
25 通过衍射部分的第一光通量中的 NA_1 小的数值孔径的 n 阶衍射光线会聚到第一信息记录媒体的第一信息记录面上从而最佳像点的波前像差为 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 并且会聚光学系统把具有比通过衍射部分的第二光通量中的小的数值孔径的 n 阶衍射光线会聚到第二信息记录媒体的第二信息记录面上从而最佳像点的波前像差为 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 。

30 18. 如权利要求 7 的光学头装置, 转换光学系统包括物镜, 物镜具有衍射部分, 球差在会聚光学系统把通过衍射部分的第二光通量中的 n 阶衍射

光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上以对第二光信息记录媒体进行记录或再现的情况下，球差是连续的，没有不连续部分。

19. 如权利要求 18 的光学头装置，其特征在于在 NA1 的球差不小于 20 μ m，在 NA2 的球差不大于 10 μ m。

5 20. 如权利要求 4 的光学头装置，其特征在于满足下面的公式：

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ 且 } t_1 > t_2$$

其中

λ_1 : 第一光通量的波长(nm)

λ_2 : 第二光通量的波长(nm)

10 t_1 : 第一透明衬底厚度(mm)

t_2 : 第二透明衬底厚度(mm)

21. 如权利要求 20 的光学头装置，其特征在于 n 阶衍射光线是负一阶衍射光线。

22. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于在衍射部分第一光通量的
15 n 阶衍射光线的衍射效率为 A%，并且第一光通量的其它阶衍射光线的衍射效率为 B%，衍射效率满足 $A-B \geq 10$ ，并且在衍射部分第二光通量的 n 阶衍射光线的衍射效率为 A'%，并且第二光通量的其它阶衍射光线的衍射效率为 B'%，衍射效率满足 $A'-B' \geq 10$ 。

23. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于在衍射部分第一光通量的
20 n 阶衍射光线的衍射效率为 A%，并且第一光通量的其它阶衍射光线的衍射效率为 B%，衍射效率满足 $A-B \geq 50$ ，并且在衍射部分第二光通量的 n 阶衍射光线的衍射效率为 A'%，并且第二光通量的其它阶衍射光线的衍射效率为 B'%，衍射效率满足 $A'-B' \geq 50$ 。

24. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于第一光通量与第二光通量
25 的波长差是 80-400nm。

25. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于衍射部分包括绕光轴或靠近光轴的点作为中心共轴形成的多个环形带。

26. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于以表示多个环形带的各个位置的幂级数表示的相位差函数除平方项之外的至少一项有一个非零系
30 数。

27. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于以表示多个环形带的各

个位置的幂级数表示的相位差函数中在平方项包括非零系数。

28. 如权利要求 25 的光学头装置, 其特征在于以表示多个环形带的各个位置的幂级数表示的相位差函数没有平方项。

29. 如权利要求 25 的光学头装置, 其特征在于被衍射部分增加的衍射
5 效果的负号或正号的符号在垂直于光轴方向上更加远离光轴的方向上至少被切换一阶。

30. 如权利要求 29 的光学头装置, 其特征在于在衍射部分中刻有多个环状带, 位于靠近光轴的一侧的环状带中的阶梯部分被放置在远离光轴的一侧, 位于远离光轴的一侧的环状带中的阶梯部分被放置在靠近光轴的一
10 侧。

31. 如权利要求 29 的光学头装置, 其特征在于在衍射部分中刻有多个环状带, 位于靠近光轴的一侧的环状带中的阶梯部分被放置在靠近光轴的一侧, 位于远离光轴的一侧的环状带中的阶梯部分被放置在远离光轴的一
15 侧。

32. 如权利要求 25 的光学头装置, 其特征在于会聚光学系统包括物镜, 相应于物镜像侧上最大数值孔径的衍射部分的环形带的间距 Pf 和相应于最大数值孔径 $1/2$ 的衍射部分的环形带的间距 Ph 满足下面公式 $0.4 \leq |$
20 $(Ph/Pf)-2| \leq 25$ 。

33. 如权利要求 25 的光学头装置, 其特征在于衍射部分包括第一衍射
20 图案和第二衍射图案, 第二衍射图案比第一衍射图案离开光轴更远的距离。

34. 如权利要求 33 的光学头装置, 其特征在于通过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中所产生的 n 阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量, 通过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中所产生的 n 阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量, 通过衍射部分的第二衍射图案的第一光能量中所
25 产生的 n 阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量, 并且通过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中产生的零阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量。

35. 如权利要求 33 的光学头装置, 其特征在于通过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中产生的 n 阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量,
30 通过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中产生零阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量, 通过衍射部分的第二衍射图案的第一光通量中产生的 n

阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量，并且通过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中产生除 n 阶之外的负阶衍射光线的量多于其它阶衍射光线量。

36. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于会聚光学系统包括物镜，
5 物镜的像侧最大数值孔径内的所有光通量通过衍射部分。

37. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于会聚光学系统包括物镜，物镜的像侧最大数值孔径内的部分光通量通过衍射部分而最大数值孔径内的另一部分光通量不通过衍射部分。

38. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于衍射部分中的环状带上
10 台阶的数目为 2 到 45。

39. 如权利要求 38 的光学头装置，其特征在于衍射部分中的环状带上台阶的数目为 2 到 15。

40. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于衍射部分中的环状带上台阶部分在光轴方向的深度不大于 $2\mu\text{m}$ 。

41. 如权利要求 25 的光学头装置，其特征在于光学会聚系统包括物镜，
15 衍射部分设置在物镜上，在 $\text{NA}=0.4$ 的位置处衍射部分的间距为 10 到 $70\mu\text{m}$ 。

42. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于光学会聚系统包括具有折射面的物镜，衍射部分设置在物镜上。

43. 如权利要求 42 的光学头装置，其特征在于设有衍射部分的透镜是
20 物镜。

44. 如权利要求 43 的光学头装置，其特征在于提供有衍射部分的物镜包括其外部周边上的凸缘部分。

45. 如权利要求 43 的光学头装置，其特征在于提供有衍射部分的物镜的折射面是非球面。

46. 如权利要求 42 的光学头装置，其特征在于提供有衍射部分的透镜
25 是由 Abbe 数 γ_d 不小于 50 的材料制成的。

47. 如权利要求 42 的光学头装置，其特征在于提供有衍射部分的透镜是塑料透镜。

48. 如权利要求 42 的光学头装置，其特征在于提供有衍射部分的透镜
30 是玻璃透镜。

49. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于 n 阶衍射光线是正一阶衍

射光线或负一阶衍射光线。

50. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于衍射部分的 n 阶衍射光线的衍射效率在波长处于第一光通量的波长与第二光通量的波长之间时变成最大值。

5 51. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于衍射部分的 n 阶衍射光线的衍射效率在波长在第一光通量的波长或第二光通量的波长时变成最大值。

52. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于所述会聚光学系统包括一个物镜,所述第二光通量的波长比所述第一光通量的波长要长,轴色差 Z
10 满足以下公式:

$$-\lambda_2/(2NA_2^2) \leq Z \leq \lambda_2/(2NA_2^2)$$

其中 λ_2 是第二光通量的波长, NA_2 是用于第二光通量的在第二光信息记录媒体的物镜的像一侧的预定的数值孔径。

53. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于进一步包括:

15 一个第三光源,用于发射具有第三波长的第三光通量,其特征不在于第三波长与第一波长和第二波长不同。

54. 如权利要求 53 的光学头装置,其特征不在于:在穿过衍射部分的第三光通量中,所产生的 n 阶衍射光的量要比其它阶的衍射光的量大。

55. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于所述会聚光学系统包括一个物镜,以及能遮住或衍射位于物镜像侧的第二光信息记录媒体的预定数值孔径之外的第一光通量但能允许第二光通量通过的一个孔径限制装置和能遮住或衍射位于物镜的像一侧上的第一光信息记录媒体的预定数值孔径之外的第二光通量但允许第一光通量通过的一个孔径限制装置中的至少一个。
20

56. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于:所述光会聚光学系统包括一个物镜,但不包括一个能遮住或衍射位于物镜像侧上的第二光信息记录媒体的预定数值孔径之外的第一光通量并允许第二光通量通过的孔径限制装置,也不包括第一光信息记录媒体的孔径限制装置,它能遮住或衍射位于物镜像侧上的预定数值孔径之外的第二光通量并允许第一光通量通
25 过。
30

57. 如权利要求 1 的光学头装置,其特征不在于:会聚光学系统包括一个

透镜，它具有折射面，其中衍射部分位于所述透镜上，以下公式满足：

$$-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.00005/^{\circ}\text{C}$$

$$0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C} < \Delta \lambda_1 / \Delta T < 0.5\text{nm}/^{\circ}\text{C}$$

其中 ΔT 是温度变化，以及

5 Δn 是透镜的折射率的变化。

$\Delta \lambda_1$ 是温度发生 ΔT 的变化时，第一光源的波长的变化。

58. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：会聚光学系统包括一个物镜，以下公式满足：

$$0.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} < \Delta \text{WSA3} \cdot \lambda_1 / \{f \cdot (\text{NA1})^4 \cdot \Delta T\} < 2.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

10 其中，NA1 是用于在物镜像侧的第一光通量的第一光信息记录媒体的数值孔径，

λ_1 是第一光通量的波长，

ΔT 是环境温度的变化；以及

15 ΔWSA3 表示在使用第一光通量再现来自光信息记录媒体的信息或向其执行记录的情况下，被会聚到光信息记录面上的光通量的波前像差的三阶球面像差分量的改变量。

59. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：会聚光学系统包括一个物镜，其中在使用第一光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，位于物镜的像侧的第一光信息记录媒体的预定数值孔径内的第一光
20 通量被会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，

其中，在第一信息记录面上，通过预定数值孔径之外的第一光通量的波前像差大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ ，以及

其中，在使用第二光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，通过预定数值孔径以内的第二光通量以及穿过预定数值孔径以外的
25 第二光通量被会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，或

其中，在使用第二光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，位于物镜的像侧的第二光信息记录媒体的预定数值孔径内的第二光通量被会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，

其中，在第二信息记录面上，通过预定数值孔径之外的第二光通量的
30 波前像差大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ ，以及

其中，在使用第一光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前

提下，通过预定数值孔径以内的第一光通量以及穿过预定数值孔径以外的第一光通量被会聚到第一信息记录面上。

60. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：会聚光学系统包括一个物镜，

5 其中，在使用第一光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，位于物镜的像侧的第一光信息记录媒体的预定数值孔径内的第一光通量被会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，

10 其中，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，通过预定数值孔径以外的第一光通量被会聚到第一信息记录面上，或被遮住，从而不能到达第一信息记录面，

其中，在使用第二光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，穿过预定数值孔径之内的第二光通量和穿过预定数值孔径之外的第二光通量被会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，或

15 其中，在使用第二光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，在物镜的像侧的第二光信息记录媒体的预定的数值孔径之内的第二光通量被会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，

其中，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，穿过预定数值孔径外部的第二光通量被会聚到第二信息记录面上，或被遮住，从而不能到达第二信息记录面，以及

20 其中，在使用第一光通量的情况下，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的前提下，穿过预定数值孔径以内的第一光通量以及穿过预定数值孔径外部的第一光通量被会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上。

61. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：会聚光学系统包括一个物镜，其中当使用第一光通量时，允许非平行光通量的第一光通量进入物镜，当使用第二光通量时，允许非平行光通量的第二光通量进入物镜。

25 62. 如权利要求 61 的光学头装置，其特征在于：所述非平行光通量是一种发散光。

63. 如权利要求 61 的光学头装置，其特征在于：所述非平行光通量是一种会聚光。

30 64. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：所述会聚光学系统包括一个物镜，其中当使用第一光通量时，允许平行光通量的第一光通量进入

物镜，当使用第二光通量时，允许非平行光通量的第二光通量进入物镜，或当使用第一光通量时，允许非平行光通量的第一光通量进入物镜，当使用第二光通量时，允许平行光通量的第二光通量进入物镜。

5 65. 如权利要求 64 的光学头装置，其特征在于：非平行光通量是一种发散光。

66. 如权利要求 64 的光学头装置，其特征在于：非平行光通量是一种会聚光。

67. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：当使用第一光通量时，允许平行光通量的第一光通量进入物镜，当使用第二光通量时，允许平行
10 光通量的第二光通量进入物镜。

68. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：所述会聚光学系统包括一个物镜以及用于改变进入物镜的光通量的发散程度的发散程度改变装置。

69. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：光检测器对第一光通量
15 和第二光通量是公用的。

70. 如权利要求 1 的光学头装置，还包括一个第二光检测器，其中所述光检测器用于第一光通量，所述第二光检测器用于第二光通量。

71. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：所述光检测器以及第一光源和第二光源中的一个被安装在一个单元内。

20 72. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：所述光检测器、第一光源和第二光源被安装在一个单元内。

73. 如权利要求 1 的光学头装置，进一步包括一个第二光检测器，其中所述光检测器用于第一光通量，所述第二光检测器用于第二光通量，所述光检测器、第二像检测器、第一光源和第二光源被安装在一个单元内。

25 74. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：
第一光源和第二光源被安装在一个单元内。

75. 如权利要求 1 的光学头装置，其特征在于：过摄量为 0% 到 20%。

76. 一种在用于再现来自光信息记录媒体的信息或将信息记录到光信息记录媒体上的光学头装置中所用的光学元件，所述光学头装置包括第一
30 光源，用于发射具有第一波长的第一光通量，从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上；还包括第二光源，用于发射

具有第二波长的第二光通量，从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上，所述光学元件包括：

一个光轴，以及

衍射部分，

5 其中，在第一光通量穿过衍射部分而产生至少一个衍射光的情况下，第一光通量的 n 阶衍射光的量比第一光通量的其它阶衍射光的量大，在其波长与第一光通量不同的第二光通量穿过衍射部分，从而产生至少一个衍射光的情况下，第二光通量的 n 阶衍射光的量要比第二光通量的任意其它阶衍射光的量大，

10 其中，第一光通量和第二光通量之间的波长差为 80nm 到 400nm，且 n 表示一个非零整数。

77. 如权利要求 76 的光学元件，其特征在于所述光学头装置还包括一个像检测器。

78. 如权利要求 76 的光学元件，其特征在于：所述光学元件能使第一
15 光通量的 n 阶衍射光穿过第一透明衬底而会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，可以再现记录在第一光信息记录媒体上的信息或向第一光信息记录媒体上记录信息，所述衍射光是由到达衍射部分的第一光通量在衍射部分处产生的，以及

20 其中，所述光学元件能使第二光通量的 n 阶衍射光穿过第二透明衬底而会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，可以再现记录在第二光信息记录媒体上的信息或向第二光信息记录媒体上记录信息，所述衍射光是由到达衍射部分的第二光通量在衍射部分处产生的。

79. 如权利要求 78 的光学元件，其特征在于所述光学头装置包括一个物镜，其中，当物镜像侧的数值孔径处于第一光信息记录媒体的预定的数值孔径内时，会聚光学系统在波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的前提下，能将第一
25 光通量的 n 阶衍射光会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上；而当物镜像侧的数值孔径处于第二光信息记录媒体的预定数值孔径内时，会聚光学系统在波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的前提下，能将第二光通量的 n 阶衍射光会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上。

30 80. 如权利要求 76 的光学元件，其特征在于：第一光信息记录媒体具有厚度为 t_1 的第一透明衬底，以及

其中第二光信息记录媒体具有厚度为 t_2 的第二透明衬底，其中厚度 t_2 与厚度 t_1 不同。

81. 如权利要求 80 的光学元件，其特征在于：所述光学头装置包括一个物镜，其中当物镜图像侧的数值孔径处于第一光信息记录媒体的预定数值孔径内时，会聚光学系统在波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的前提下，能将第一光通量的 n 阶衍射光会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上的；而当物镜像侧的数值孔径处于第二光信息记录媒体的预定数值孔径内时，会聚光学系统在波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的前提下，能将第二光通量的 n 阶衍射光会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上。

82. 如权利要求 80 的光学元件，其特征在于以下公式满足：

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ 以及 } t_1 < t_2$$

其中 λ_1 是第一光通量的波长，

λ_2 是第二光通量的波长，

t_1 是第一透明衬底的厚度，以及

t_2 是第二透明衬底的厚度。

83. 如权利要求 82 的光学元件，其特征在于以下公式满足：

$$NA_1 > NA_2$$

其中 NA_1 是对于物镜像侧的第一光通量第一光信息记录媒体的预定的数值孔径， NA_2 是第二光信息记录媒体的预定的数值孔径，用于位于物镜的像一侧的第二光通量。

84. 如权利要求 83 的光学元件，其特征在于所述 n 阶衍射光是正一阶衍射光。

85. 如权利要求 83 的光学元件，其特征在于以下公式满足：

$$0.55\text{mm} < t_1 < 0.65\text{mm}$$

$$1.1\text{mm} < t_2 < 1.3\text{mm}$$

$$630\text{nm} < \lambda_1 < 670\text{nm}$$

$$760\text{nm} < \lambda_2 < 820\text{nm}$$

$$0.55 < NA_1 < 0.68$$

$$0.40 < NA_2 < 0.55$$

86. 如权利要求 85 的光学元件，其特征在于所述光学元件是一个物镜， $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $t_1=0.6\text{mm}$ ，以及 $NA_1=0.6$ ，其中在由平行光构成且具有均匀的

强度分布的第一光通量进入物镜,并穿过第一透明衬底而会聚到第一信息记录面上的情况下,在最佳聚焦条件下,会聚斑的直径为 $0.88\mu\text{m}$ 到 $0.91\mu\text{m}$ 。

87. 如权利要求 85 的光学元件,其特征在于所述光学元件是一个物镜,
 $\lambda_1=650\text{nm}$ 、 $t_1=0.6\text{mm}$,以及 $\text{NA}=0.65$,其中在由平行光构成且具有均匀的
5 强度分布的第一光通量进入物镜,并穿过第一透明衬底而会聚到第一信息记录面上的情况下,在最佳聚焦条件下,会聚点的直径为 $0.81\mu\text{m}$ 到 $0.84\mu\text{m}$ 。

88. 如权利要求 85 的光学元件,其特征在于 t_1 为 0.6mm , t_2 为 1.2mm ,
 λ_1 为 650nm , λ_2 为 780nm , NA_1 为 0.6 , NA_2 为 0.45 。

89. 如权利要求 83 的光学元件,其特征在于所述光学元件是一个物镜,
10 在该物镜将第二光通量的 n 阶衍射光会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上的情况下,在至少一个位置的球面像差包括一个不连续部分。

90. 如权利要求 89 的光学元件,其特征在于球面像差在靠近 NA_2 处包括一个不连续的部分。

91. 如权利要求 89 的光学元件,其特征在于所述球面像差在靠近 NA
15 为 0.45 的地方包括一个不连续部分。

92. 如权利要求 89 的光学元件,其特征在于所述球面像差在靠近 NA 为 0.5 的地方包括一个不连续部分。

93. 如权利要求 89 的光学元件,其特征在于所述物镜将通过衍射部分的第一光通量中具有 NA_1 小的数值孔径的 n 阶衍射光会聚到第一记录媒体的
20 的第一信息记录面上,这样,在最佳像点处的波前像差为 $0.07\lambda_{\text{rms}}$,所述物镜将通过衍射部分的第二光能量中具有比不连续部分的数值孔径小的数值孔径的 n 阶衍射光会聚到第二记录媒体的第二信息记录面上,这样,在最佳像点处的波前像差为 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 。

94. 如权利要求 83 的光学元件,其特征在于,该光学元件是一个物镜,
25 并且在会聚光学系统将穿过衍射部分的第二光通量中的第 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录介质的第二信息记录面上,以对第二光信息记录介质进行记录或再现的情况下,球面像差连续而没有断开部分。

95. 如权利要求 94 的光学元件,其特征在于, NA_1 上的球面像差不小于 $20\mu\text{m}$, 而且在 NA_2 上的球面像差不大于 $10\mu\text{m}$ 。

30 96. 如权利要求 80 的光学元件,其特征在于,满足下列公式:

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ 以及 } t_1 > t_2$$

其中 λ_1 是第一光通量的波长,

λ_2 是第二光通量的波长,

t_1 是第一透明衬底的厚度, 以及

t_2 是第二透明衬底的厚度。

5 97. 如权利要求 96 的光学元件, 其特征在于, 第 n 阶衍射光线是负一阶衍射光线。

98. 如权利要求 76 的光学元件, 其特征在于第一光通量的 n 阶衍射光线在衍射部分的衍射效率是 $A\%$, 而第一光通量的其他阶衍射光线的衍射效率是 $B\%$, 这些衍射效率满足下列公式: $A-B \geq 10$, 并且第二光通量的 n 10 阶衍射光线在衍射部分的衍射效率是 $A'\%$, 而第二光通量的其他阶衍射光线的衍射效率是 $B'\%$, 这些衍射效率满足下列公式 $A'-B' \geq 10$ 。

99. 如权利要求 98 的光学元件, 其特征在于, 第一光通量的 n 阶衍射光线在衍射部分的衍射效率是 $A\%$, 而第一光通量的其他阶衍射光线的衍射效率是 $B\%$, 这些衍射效率满足下列公式: $A-B \geq 50$, 并且第二光通量的 n 15 阶衍射光线在衍射部分的衍射效率是 $A'\%$, 而第二光通量的其他阶衍射光线的衍射效率是 $B'\%$, 这些衍射效率满足下列公式 $A'-B' \geq 50$ 。

100. 如权利要求 76 的光学元件, 其特征在于, 衍射部分包括多个同轴地环绕光轴或环绕靠近光轴的一个点并将其作为中心而形成的环形带。

101. 如权利要求 100 的光学元件, 其特征在于, 由显示多个环形带的各个位置的幂级数所表示的相差函数中除 2 阶幂项以外的至少一个项具有一个非零的系数。

102. 如权利要求 100 的光学元件, 由显示多个环形带的各个位置的幂级数所表示的相差函数中 2 阶幂具有一个非零系数。

103. 如权利要求 100 的光学元件, 其特征在于, 由显示多个环形带的各个位置的幂级数所表示的相差函数没有 2 阶幂项。

104. 如权利要求 100 的光学元件, 其特征在于, 在垂直于光轴的光轴方向上远离光轴时, 至少将由衍射部分所添加的衍射效果的正负符号切换一阶。

105. 如权利要求 104 的光学元件, 其特征在于, 在衍射部分中刻有多个 30 个环形带, 设置于靠近光轴一侧上的环形带中的台阶部分位于远离光轴的一侧, 并且设置于靠近光轴一侧上的环形带中的台阶部分位于靠近光轴的

一侧。

106. 如权利要求 104 的光学元件，其特征在于，在衍射部分中刻有多个环形带，设置于靠近光轴一侧上的环形带中的台阶部分设置在靠近光轴一侧的地方，并且设置于靠近光轴一侧上的环形带中的台阶部分设置在远离光轴一侧的地方。

107. 如权利要求 100 的光学元件，其特征在于，拾取装置包括一个物镜，在衍射部分中对应于物镜像侧最大数值孔径的环形带间距 Pf 和衍射部分中对应于最大数值孔径一半的环形带间距 Ph 满足下列方程：

$$0.4 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 25$$

108. 如权利要求 100 的光学元件，其特征在于，该衍射部分包括第一衍射图案和第二衍射图案，并且第二衍射图案被设置在比第一衍射图案更远离光轴的位置上。

109. 如权利要求 108 的光学元件，其特征在于，在穿过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中，所产生的第 n 阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，在穿过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中，所产生的第 n 阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，在穿过衍射部分的第二衍射图案的第一光通量中，所产生的第 n 阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，并且在穿过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中，所产生的零阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多。

110. 如权利要求 108 的光学元件，其特征在于，在穿过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中，所产生的第 n 阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，在穿过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中，所产生的第 n 阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，在穿过衍射部分的第二衍射图案的第一光通量中，所产生的零阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多，并且在穿过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中，所产生的除 n 阶之外的负阶衍射光线的量比其它阶衍射光线的量多。

111. 如权利要求 100 的光学元件，其特征在于，在整个光通量入射面或者在光学元件的光通量射出面上设有该衍射部分。

112. 如权利要求 100 的光学元件，其特征在于，衍射部分的面积是光学元件光通量入射面或射出面面积的 10% 到 90%。

113. 如权利要求 100 的光学元件，其特征在于，在衍射部分中的环形

带上的台阶数是2到45。

114. 如权利要求113的光学元件, 其特征在于, 在衍射部分中的环形带上的台阶数是2到15。

115. 如权利要求100的光学元件, 其特征在于, 在衍射部分中的环形带上的台阶部分在光轴方向上的深度不大于 $2\mu\text{m}$ 。

116. 如权利要求100的光学元件, 其特征在于, 在 $\text{NA}=0.4$ 处的衍射部分的间距是 $10\mu\text{m}$ 到 $70\mu\text{m}$ 。

117. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 该光学元件是具有折射面的透镜。

118. 如权利要求117的光学元件, 其特征在于, 该光学元件是物镜。

119. 如权利要求117的光学元件, 其特征在于, 该光学元件是准直透镜。

120. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 该光学元件不是物镜和准直透镜。

121. 如权利要求118的光学元件, 其特征在于, 该物镜在其外圆周部分上包括一个凸缘部分。

122. 如权利要求118的光学元件, 其特征在于, 物镜的折射面是非球面。

123. 如权利要求117的光学元件, 其特征在于, 该透镜是由Abbe数 γ_d 不小于50的材料制成。

124. 如权利要求117的光学元件, 其特征在于, 所述透镜是塑料透镜。

125. 如权利要求117的光学元件, 其特征在于, 所述透镜是玻璃透镜。

126. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 第 n 阶衍射光线是正一阶衍射光线或是负一阶衍射光线。

127. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 经过衍射部分的第 n 阶衍射光线的衍射效率在位于第一光通量波长和第二光通量波长之间的波长处为最大。

128. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 经过衍射部分的第 n 阶衍射光线的衍射效率在第一光通量波长或第二光通量波长处为最大。

129. 如权利要求76的光学元件, 其特征在于, 该光学元件满足下列公式:

$$-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n/\Delta T < -0.00005/^{\circ}\text{C}$$

其中 ΔT 是温度变化,

Δn 是透镜的折射率的变化。

130. 如权利要求 76 的光学元件, 其特征在于, 光学头装置包括一个物
5 镜,

其中在使用第一光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 物镜像侧的第一光信息记录介质的预定数值孔径之内的第一光通量被会聚在第一光信息记录介质的第一信息记录面上,

其中在第一信息记录面上, 经过预定数值孔径外部的第一光通量的波
10 前像差大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$, 以及

其中在使用第二光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 穿过预定数值孔径内部的第二光通量和穿过预定数值孔径外部的第二光通量会聚在第二光信息记录介质的第二信息记录面上, 或

其中在使用第二光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 位于物镜像侧的第二光信息记录介质的预定数值孔径内部的第二光通
15 量会聚在第二光信息记录介质的第二信息记录面上, 其中在第二信息记录面上, 经过预定数值孔径外部的第二光通量的波前像差大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$, 以及

其中在使用第一光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 穿过预定数值孔径内部的第一光通量和穿过预定数值孔径外部的第一
20 光通量会聚在第一信息记录面上。

131. 如权利要求 76 的光学元件, 其特征在于, 光学头装置包括一个物
镜,

其中在使用第一光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 物镜像侧的预定数值孔径内部的第一光通量会聚在第一光信息记录介
25 质的第一信息记录面上, 其中在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下经过预定数值孔径外部的第一光通量会聚在第一信息记录面上, 或该光通量被遮住以便于不能到达第一信息记录面上, 以及

其中在使用第二光通量的情况中, 在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下, 穿过预定数值孔径内部的第二光通量和穿过预定数值孔径外部的第二
30 光通量会聚在第二光信息记录介质的第二信息记录面上, 或

其中在使用第二光通量的情况中，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下，物镜像侧的第二光信息记录介质的预定数值孔径内部的第二光通量会聚在第二光信息记录介质的第一信息记录面上，

5 其中在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下经过预定数值孔径外部的第二光通量会聚在第二信息记录面上，或该光通量被遮住以不能到达第二信息记录面上，以及

其中在使用第一光通量的情况中，在波前像差不大于 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 的条件下，穿过预定数值孔径内部的第一光通量和穿过预定数值孔径外部的第一光通量会聚在第一光信息记录介质的第一信息记录面上。

10 132. 如权利要求 76 的光学元件，其特征在于，过摄量是 0% 到 20%。

133. 一种用于再现来自光信息记录介质的信息或用于将信息记录在该光信息记录介质上的装置，包括：

一个光学头装置，包括

15 用于发出具有第一波长的第一光通量的第一光源，用于从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上；

用于发出具有第二波长的第二光通量的第二光源，第一波长不同于第二波长，用于从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上；

具有一个光轴、一个衍射部分以及一个光检测器的会聚光学系统，

20 其中

在第一光通量经过该衍射部分产生至少一条衍射光线的情况下，第一光通量的第 n 阶衍射光线量大于第一光通量的任何其它阶的衍射光线量，而在第二光通量经过该衍射部分产生至少一条衍射光线的情况下，第二光通量的第 n 阶衍射光线量大于第二光通量的任何其它阶的衍射光线量，其中 n 表示除 0 以外的一个整数。

25 134. 由包括第一光源、第二光源、光检测器以及具有光轴和衍射部分的会聚光学系统的光学头装置来再现来自至少两种光信息记录介质上的信息或在其上记录信息的方法，第一光源用于从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上，第二光源用于从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上，该方法包括这些步骤：

从第一光源中发出第一光通量或从第二光源中发出第二光通量，其中第二光通量的波长不同于第一光通量的波长；

- 使第一或第二光通量经过衍射部分从而产生第一光通量的至少一条衍射光线或第二光通量的至少一条衍射光线，其中第一光通量的至少一条衍射光线中的第 n 阶衍射光线量大于第一光通量的任何其它阶的衍射光线量，而第二光通量的至少一条衍射光线中的第 n 阶衍射光线量大于第二光通量的任何其它阶的衍射光线量；
- 5

- 通过会聚光学系统将第一光通量的第 n 阶衍射光线会聚在第一光信息记录介质的第一信息记录面上或将第二光通量的第 n 阶衍射光线会聚在第二光信息记录介质的第二信息记录面上，以便于光学头装置将信息记录在第一信息记录面或第二信息记录面上或再现来自其上的信息；
- 10

由光检测器检测来自第一信息记录面的经会聚的第 n 阶衍射光线的第一反射光通量或来自第二信息记录面的经会聚的第 n 阶衍射光线的第二反射光通量；

- 15 其中 n 表示除 0 以外的一个整数。

光学头装置、记录/再现装置、
光学元件及信息记录/再现方法

5

技术领域

本发明涉及一种光学头装置、带有这种光学头装置的记录/再现装置、光学元件及信息记录/再现方法。

10

背景技术

最近，作为短波长红色激光器的实际应用，具有与 CD(致密盘)几乎相同的尺寸但具有更大容量的高密度光信息记录媒体(也称为光盘)DVD 投入生产。在 DVD 记录/再现装置中，使用 650nm 的半导体激光器时物镜的光盘一侧上的数值孔径 NA 为 0.6-0.65。DVD 具有 0.74 μ m 的光道间距和 0.4 μ m 的最小信号坑长度，并且处于致密化状态，其中尺寸比具有 1.6 μ m 的光道间距和 0.83 μ m 的最小信号坑长度的 CD 的一半还低。另外，在 DVD 中，为了把光盘相对光轴倾斜时产生的彗差降低到很小，透明衬底的厚度为 0.6mm，是 CD 的透明衬底的厚度的一半。

另外，除上述 CD 或 DVD 之外，光源波长或透明衬底厚度不同的各种标准的光盘如 CD-R、RW(附录型致密盘)、VD(视频盘)、MD(小型盘)、MO(光电磁盘)等也进入市场并广为传播。另外，半导体激光器的波长被进一步缩短，具有大约 400nm 的发出波长的短波长蓝色激光器正被投入实际应用。当波长被缩短时，即使使用与 DVD 相同的数值孔径，光信息记录媒体的容量也会被进一步提高。

此外，在与上述传统光信息记录媒体 CD 相同的尺寸中，多种光信息记录媒体的开发在推进，如可执行记录和再现的 CD-R、记录面的透明衬底厚度不同或者用于记录和再现的激光的波长不同的记录密度被提高的 DVD 的开发，因此，要求能对这些光信息记录媒体由同一光学头执行记录和再现。从而，建议了各种光学头，其具有相应于使用波长的多个激光源，通过这些激光源经必要的数值孔径由同一物镜把激光会聚到记录面上(例如，日本特开平 8-55363 和 10-92010 等)。

在上面的说明中,在日本特开平 9-54973 中,公开了使用全息光学元件的光学系统,其中应用 635nm 的透射光(零阶衍射光线)和 785nm 的负一阶衍射光线;和使用全息光学系统的光学系统,其中应用 635nm 的正一阶衍射光线和 785nm 的透射光(零阶衍射光线)。另外,日本特开平 10-283668
5 中,公开了一种波长为 650nm、全息环形透镜以 100%透射并且 780nm 的光被全息环形透镜一阶衍射的光学系统。

但是,在这些全息元件和全息型环形透镜中,当对于一侧的波长而言,零阶光的衍射效率为 100%时,对于另一侧的波长,正一阶衍射光线或负一阶衍射光线的衍射效率必定受到限制,从而不能获得所需的高衍射效率,
10 引起光量的损失,使用光量的效率变坏而出现问题。当引起光量的损失时,需要大功率的激光器,尤其是在信息记录时。

另外,在全息元件和全息型环形透镜中,当对于一侧的波长零阶光的衍射效率为 100%,并且对于另一侧的波长,通过尽可能防止零阶光被透射而使正一阶衍射光线或负一阶衍射光线的衍射效率变大时,全息图已经被
15 作成 3.8-5.18 μ m 那么深。因此,当全息光学元件或全息型环形透镜的功能特别是集成在物镜中时,处理金属模具和模塑变得困难,这已经成为一个问题。

另外,本发明人原来建议了一种物镜(日本特愿平 9-286954),其中构造了一种由多个被分割为同心圆的分割表面构成的光学头,各个分割表面进
20 行象差校正而达到具有不同波长的多个光源和/或具有记录面的不同厚度的透明衬底的衍射极限,并且结构简单。这种物镜具有一种功能,通过它可自动获得相应于使用波长和/或透明衬底的厚度的必要的孔径。但是,当使用其中激光器和光检测器被集成起来的激光器/检测器集成单元时,有由于弥散光进入光检测器而致使检测不能正确进行的情况发生,从而出现问题。
25 尤其在通过利用全息技术偏斜光通量并将之引入光检测器的类型的激光器/检测器集成单元中这个问题显著。此外,当在 DVD 系统(DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+R 等)的可记录盘或 CD 系统(CD-R、CD-RW 等)的可记录盘中执行高速记录时,由于局部光束弥散,与使用专用透镜的光学系统相比,该光量的使用效率很差,因此必须提高激光源的功率。

30 对于使用的波长和透明衬底厚度彼此不同的 DVD 和 CD,提出了各种可互换的光学系统,其中一个物镜被用于记录和/或再现信息而不产生大的

球差或色差。但是，实际应用中的光学系统被构造为来自光源的发散光的光通量的发散程度通过耦合物镜被弱化，或者使得发散光的光通量成为平行光通量或成为弱发散光的光通量，并且光通量经物镜和光信息记录媒体的透明衬底被会聚到信息记录面上，因此需要耦合透镜和物镜两个透镜。

- 5 因此，难以把光学头装置的大小减小到很小很薄，并且还有成本提高的问题。

另一方面，如上所述，广为使用除 CD 和 DVD 之外的各种光盘，因此，对于这些光盘而言可互换的并且结构简单的光学系统和带有这种光学系统的光学头装置是必要的。

10

发明内容

本发明的目的是提供一种光学头装置、一种记录和再现装置、一种光学元件以及记录和再现方法，其中一种光学头装置可对使用至少两种不同波长的光线的不同类型光信息记录媒体执行记录和/或再现。

- 15 另一个目的是对于各个不同光信息记录媒体可使信息记录和/或信息再现由一个光学头装置来执行而且甚至在使用具有至少两种不同波长的光并应用于不同类型的光信息记录媒体的情况下都不产生严重的球差和色差。此外，另一个目的是提供一种具有简单结构的光学头装置。尤其，当使用不同类型的各自具有不同厚度的透明衬底的光信息记录媒体时，球差问题
- 20 变得很严重。另一个目的是用一个光学头装置可对不同类型的光信息记录媒体进行信息的记录和/或再现而不产生严重的球差和色差，甚至是在前述的情况中也不产生。

- 另外，还有一个目的是通过光检测器的光检测可满意地进行并且检测中的 S 状弯曲特性可做到令人满意，甚至是在光学头装置使用由多个激光器
- 25 器和多个检测器组成的集成单元的情况下也不会产生对光检测器的检测有负面影响的弥散光的辐射。而且，提供光量损失更小并且光量使用效率良好的光学头装置、记录和再现装置、光学元件以及记录和再现方法也是本发明的目的。

上述目的可通过下面的结构和方法来实现。

- 30 (1) 一种用于再现来自光信息记录媒体的信息或者用于把信息记录到光信息记录媒体上的光学头装置，包括：

用于发出具有第一波长的第一光通量的第一光源，用于从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上；

用于发出具有第二波长的第二光通量的第二光源，第一波长不同于第二波长，用于从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息

5 记录媒体上；

具有光轴和衍射部分的会聚光学系统；

光检测器；

其特征是在第一光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下，第一光通量的 n 阶衍射光线的光量大于第一光通量的任何其它阶衍射光线的光量，在第二光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下，
10 第二光通量的 n 阶衍射光线的量大于第二光通量的任何其它阶衍射光线的量，其中 n 代表非零整数。

(2) 一种用于再现来自光信息记录媒体的信息或把信息记录在光信息记录媒体上的光学头装置的光学元件，所述光学头装置包括第一光源，用于发射具有第一波长的第一光通量，从第一光信息记录媒体再现信息或把
15 信息记录在第一光信息记录媒体上；还包括第二光源，用于发射具有第二波长的第二光通量，从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上，所述光学元件包括：

光轴；

20 衍射部分；

其特征是在第一光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下，第一光通量的 n 阶衍射光线的量大于第一光通量的任何其它阶衍射光线的量，并且在其波长不同于第一光通量的波长的第二光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下，第二光通量的 n 阶衍射光线的量大于
25 第二光通量的任何其它阶衍射光线的量，

其中第一光通量与第二光通量的波长差是 80-400nm 并且 n 代表非零整数。

(3) 一种用于再现来自光信息记录媒体的信息或把信息记录在光信息记录媒体上的装置，包括：

30 光学头装置，包括

用于发出具有第一波长的第一光通量的第一光源，用于从第一光信息

记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上;

用于发出具有第二波长的第二光通量的第二光源, 第一波长不同于第二波长, 用于从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上;

- 5 具有光轴和衍射部分的会聚光学系统;
光检测器;

其特征在于在第一光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下, 第一光通量的 n 阶衍射光线的量大于第一光通量的任何其它阶衍射光线的量, 并且在第二光通量通过衍射部分产生至少一个衍射光线的情况下, 10 第二光通量的 n 阶衍射光线的量大于第二光通量的任何其它阶衍射光线的量, 其中 n 代表非零整数。

- (4) 一种由包括第一光源、第二光源、光检测器和具有光轴和衍射部分的会聚光学系统的光学头装置再现来自至少两种光信息记录媒体的信息或把信息记录在其上的方法, 所述光学头装置包括第一光源, 用于发射具有 15 第一波长的第一光通量, 从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上; 还包括第二光源, 用于发射具有第二波长的第二光通量, 从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上, 该方法包括:

- 20 从第一光源发出第一光通量或从第二光源发出第二光通量, 其中第二光通量的波长不同于第一光通量的波长;

- 使第一或第二光通量通过衍射部分产生第一光通量的至少一个衍射光线或第二光通量的至少一个衍射光线, 其中当第一光通量的至少一个衍射光线中 n 阶衍射光线的量大于第一光通量的任何其它阶衍射光线的量时, 第二光通量的至少一个衍射光线中 n 阶衍射光线的量大于第二光通量的任何其它阶衍射光线的量, 25

为使光学头装置把信息记录到第一信息记录面或第二信息记录面或者从第一信息记录面或第二信息记录面再现信息, 由会聚光学系统把第一光通量的 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面或把第二光通量的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面,

- 30 由光检测器检测来自第一信息记录面的会聚的 n 阶衍射光线的第一反射光通量或来自第二信息记录面的会聚的 n 阶衍射光线的第二反射光通量,

其中 n 代表非零整数。

附图说明

图 1 是本发明例 1 的衍射光学透镜的光路视图。

5 图 2 是本发明例 1 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的球差的视图。

图 3 是本发明例 1 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的 $\text{NA}=0.45$ 以内的球差的视图。

图 4 是本发明例 1 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的直到 $\text{NA}=0.60$ 的球差的视图。

10 图 5 是本发明例 1 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的波前象差的视图。

图 6 是本发明例 1 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的产生的波前象差的视图。

图 7 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的光路视图。

图 8 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的光路视图。

15 图 9 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的产生的球差的视图。

图 10 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的球差的视图。

图 11 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的波前象差的视图。

20 图 12 是本发明例 2 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的波前象差的视图。

图 13 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的光路视图。

图 14 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的光路视图。

图 15 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的球差的视图。

25 图 16 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的球差的视图。

图 17 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 的波前象差的视图。

图 18 是本发明例 3 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的波前象差的视图。

30 图 19 是本发明例 4 的衍射光学透镜的光路视图。

图 20 是本发明例 4 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 、 650nm 和 780nm

的球差的视图。

图 21 是本发明例 5 的衍射光学透镜的光路视图。

图 22 是本发明例 5 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 、 650nm 和 780nm 的球差的视图。

5 图 23 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=650\text{nm}$ 的光路视图。

图 24 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ ($\text{NA}=0.5$)的球差的视图。

图 25 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=650 \pm 10\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

10 图 26 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780 \pm 10\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.50 的球差的视图。

图 27 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

15 图 28 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=650\text{nm}$ 的波前象差 rms 的视图。

图 29 是本发明例 6 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的波前象差 rms 的视图。

图 30 是本发明例 7 的衍射光学透镜对波长 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

20 图 31 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ ($\text{NA}=0.5$)的波长的光路视图。

图 32 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=650 \pm 10\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

25 图 33 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=780 \pm 10\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.50 的球差的视图。

图 34 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

图 35 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差 rms 的视图。

30 图 36 是本发明例 7 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差 rms 的视图。

图 37 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 38 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ ($\text{NA}=0.5$)的波长的光路视图。

图 39 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=650 \pm 10\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

图 40 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=780 \pm 10\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.50 的球差的视图。

图 41 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.60 的球差的视图。

图 42 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差 rms 的视图。

图 43 是本发明例 8 的衍射光学透镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差 rms 的视图。

图 44 是表示衍射环带数目与距本发明例 6 中的衍射光学透镜的光轴的高度之间的关系曲线。

图 45 是表示衍射环带数目与距本发明例 7 中衍射光学透镜的光轴的高度之间的关系曲线。

图 46 是表示衍射环带数目与距本发明例 8 中衍射光学透镜的光轴的高度之间的关系曲线。

图 47 是典型地表示衍射透镜功率与根据本发明的示例的衍射光学透镜的透镜形状之间的关系的视图。

图 48 是表示根据本发明的第二实施例的光学头装置的结构的光路图。

图 49 是表示根据本发明的第三实施例的光学头装置的结构的光路图。

图 50 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 51 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的光路视图。

图 52 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 53 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到 $\text{NA}=0.45$ 的球差的视图。

图 54 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到 $\text{NA}=0.60$ 的球差的视图。

图 55 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 56 是本发明例 9 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 57 是本发明例 10 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 58 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 59 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

5 图 60 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 61 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 62 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=780$ 的波长的直到 $\text{NA}=0.45$ 的球差视图。

10 图 63 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=780$ 的波长的直到 $\text{NA}=0.65$ 的球差视图。

图 64 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 65 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 66 是本发明的例 10 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 67 是表示根据本发明的实施例 4 的光学头装置的结构视图。

15 图 68 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 69 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的光路视图。

图 70 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的光路视图。

图 71 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 72 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

20 图 73 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.45 的球差的视图。

图 74 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.65 的球差的视图。

图 75 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

25 图 76 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 77 是本发明的例 11 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 78 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 79 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的光路视图。

图 80 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的光路视图。

30 图 81 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 82 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 83 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.45 的球差的视图。

图 84 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.65 的球差的视图。

5 图 85 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 86 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 87 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 88 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的光路的视图。

图 89 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的光路视图。

10 图 90 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的光路视图。

图 91 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 92 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的球差的视图。

图 93 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.45 的球差视图。

15 图 94 是本发明的例 12 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的直到数值孔径 0.65 的球差视图。

图 95 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=650\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 96 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

图 97 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=780\text{nm}$ 的波长的波前象差视图。

20 图 98 是本发明的例 13 的物镜对 $\lambda=400\text{nm}$ 的波长的光路图。

图 99 是本发明的例 13 的物镜对波长 $\lambda=400\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 的球差视图。

图 100 是本发明的例 13 的物镜对波长 $\lambda=650\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 的球差视图。

图 101 是本发明的例 13 的物镜对波长 $\lambda=780\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 的球差视图。

图 102 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第一结构的光路视图。

25 图 103 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第二结构的光路视图。

图 104 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第三结构的光路视图。

图 105 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第四结构的光路视图。

图 106 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第五结构的光路视图。

图 107 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第六结构的光路视图。

30 图 108 是表示根据本发明实施例 8 的光学头装置第七结构的光路视图。

图 109 是 Super RENS 系统的光盘结构的典型视图。

图 110 是表示成像放大率 m_2 与根据本发明的实施例 8 的例 15 的物镜的波前象差之间关系的曲线。

图 111 是根据本发明的实施例 8 的例 15 的截面图。

图 112 是例 15 的球差视图。

5 图 113 是衍射图案作用的示图。

图 114 是表示色差对根据本发明的实施例 8 的物镜的球差的影响的典型视图。

图 115 是表示正一阶衍射对根据本发明的实施例 8 的物镜的球差的影响的典型视图。

10 图 116 是表示负一阶衍射对根据本发明的实施例 8 的物镜的球差的影响的典型视图。

图 117 是表示根据本发明的实施例 7 的光学头装置的结构的光路图。

图 118 是作为根据本发明的实施例 7 的例 15 的物镜的衍射光学透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。

15 图 119 是图 118 中的衍射光学透镜对于波长(λ)=640、650、660nm 的直到数值孔径 0.60 的球差视图。

图 120 是在例 15 中在光信息媒体的透明衬底厚度大于图 118 中的衍射光学透镜的光路图。

20 图 121 是图 120 中的衍射光学透镜对于波长 λ =770、780、790nm 的直到数值孔径 0.60 的球差视图。

图 122 作为根据本发明的实施例 7 的例 16 的物镜的衍射光学透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。

图 123 是图 122 中的衍射光学透镜对于波长(λ)=640、650、660nm 的直到数值孔径 0.60 的球差视图。

25 图 124 是在例 16 中在光信息媒体的透明衬底厚度大于图 122 中的衍射光学透镜的光路图。

图 125 是图 124 中的衍射光学透镜对于波长 λ =770、780、790nm 的直到数值孔径 0.60 的球差视图。

30 图 126 作为根据本发明的实施例 7 的例 17 的物镜的衍射光学透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。

图 127 是图 126 中的衍射光学透镜对于波长(λ)=640、650、660nm 的直

到数值孔径 0.60 的球差视图。

图 128 是在例 17 中在光信息媒体的透明衬底厚度大于图 126 中的衍射光学透镜的光路图。

5 图 129 是图 128 中的衍射光学透镜对于波长(λ)=770、780、790nm 的直到数值孔径 0.60 的球差视图。

图 130 是作为根据本发明的实施例 7 的例 18 的物镜的衍射光学透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。

图 131 是图 130 中的衍射光学透镜对于波长(λ)=390、400、410nm 的直到数值孔径 0.70 的球差视图。

10 图 132 是在例 18 中在光信息媒体的透明衬底厚度大于图 130 中的衍射光学透镜的光路图。

图 133 是图 132 中的衍射光学透镜对于波长 λ =640、650、660nm 的直到数值孔径 0.70 的球差视图。

图 134 是衍射环带的横截面视图。

15

具体实施方式

用于再现来自光信息记录媒体的信息或把信息记录在光信息记录媒体上的光学头装置具有用于发出具有第一波长的第一光通量的第一光源；用于发出具有第二波长的第二光通量的第二光源，第一波长不同于第二波长；
20 具有光轴和衍射部分的会聚光学系统以及光检测器。另外，衍射部分在通过衍射部分的第一光通量中产生比其它阶衍射光线更加多的 n 阶衍射光线，并且在也通过衍射部分的第二光通量中产生比其它阶衍射光线更加多的 n 阶衍射光线， n 代表非零整数。本发明的光学元件是一种具有能够实现前述实施例的衍射部分的元件。用于再现来自光信息记录媒体的信息或把信息
25 记录在光信息记录媒体上的装置具有上述的光学头装置。

顺便提出，“ n 阶衍射光线的量大于任何其它阶衍射光线的量”意味着对于 n 阶衍射光线的衍射效率高于 n 阶衍射光线之外的其它阶衍射光线。另外， n 阶中的 n 还包括符号，当已经通过衍射部分的第一光通量中产生的正一阶衍射光线多于其它阶衍射光线时，意思是产生的正一阶衍射光线多
30 于其它阶衍射光线，即使是在通过衍射部分的第二光通量中，它不包括已经通过衍射部分的第二光通量中产生的负一阶衍射光线多于其它阶衍射光

线的含义。

本发明的光学头装置是一种其中一个光学头装置可对使用至少两个彼此不相同的波长的不同类型的光信息记录媒体进行记录和/或再现的装置。

即，本发明的光学头装置是一种用来记录/再现不同信息记录媒体如第一光
5 信息记录媒体和第二光信息记录媒体的装置。光学头装置的第一光源发出第一光通量来从第一光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第一光信息记录媒体上，而光学头装置的第二光源发出第二光通量来从第二光信息记录媒体再现信息或把信息记录在第二光信息记录媒体上。通常，光信息记录媒体在信息记录面上具有透明衬底。

10 当以另一种方式实现本发明的功能时，会聚光学系统能够通过第一透明衬底把到达衍射部分的第一光通量在衍射部分产生的“第一光通量的 n 阶衍射光线”会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上来再现记录在第一光信息记录媒体中的信息或者把信息记录在第一光信息记录媒体上，而且会聚光学系统能够通过第二透明衬底把到达衍射部分的第二光通
15 量在衍射部分产生的“第二光通量的 n 阶衍射光线”会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上来再现记录在第二光信息记录媒体中的信息或者把信息记录在第二光信息记录媒体上，而且光检测器能够接收从第一信息记录面或第二信息记录面反射的光通量。

下面将表示优选的实施例，其中会聚光学系统能够在物镜像侧上的第一
20 光通量中第一光信息记录媒体的指定数值孔径范围内，波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下(换言之，在指定数值孔径范围内于最佳像点(最佳聚焦)光通量取衍射极限值或少些的情况下)，把第一光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，并且，会聚光学系统能够在物镜像侧上的第二光通量中第二光信息记录媒体的指定数值孔径范围内
25 波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下(换言之，在指定数值孔径范围内于最佳像点(最佳聚焦)光通量取衍射极限值或少些的情况下)，把第二光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上。

另外，优选地在物镜像侧上的指定数值孔径范围内，波前象差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下，把 n 阶衍射光线会聚到各个信息记录面上，即使是在
30 第一光源或第二光源中有由温度波动和电流波动引起的大约 $\pm 10\text{nm}$ 的波长漂移的情况下。特别优选地是 n 阶衍射光线在物镜像侧上的指定数值孔径

范围内的 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的波前象差的状态下被会聚,即使是在第一光通量或第二光通量是一个具有 600nm 或更小(例如 350-480nm)的波长并且产生大约 $\pm 10\text{nm}$ 的波长漂移的时候。

顺便提出,当 n 阶衍射光线是正一阶衍射光线或负一阶衍射光线时,
5 光量的损失小于使用比 ± 1 阶更高阶的衍射光线的情况,这是优选的。

另外,当衍射部分中第一光通量的 n 阶衍射光线的衍射效率以 $A\%$ 代表,并且其它的某阶衍射光线的衍射效率以 $B\%$ 代表时(优选地,最大衍射效率的阶数处于除 n 之外的数值中),优选地满足 $A-B \geq 10$,而当衍射部分中的第二光通量的 n 阶衍射光线的衍射效率以 $A'\%$ 代表,并且其它的某阶
10 衍射光线的衍射效率以 $B'\%$ 代表时,优选地满足 $A'-B' \geq 10$ 。 $A-B \geq 30$ 和 $A'-B' \geq 30$ 是更优选的, $A-B \geq 50$ 和 $A'-B' \geq 50$ 是更优选的, $A-B \geq 70$ 和 $A'-B' \geq 70$ 进一步优选。

当第一光通量和第二光通量均被用于向光信息记录媒体记录信息时,
优选地衍射部分中的 n 阶衍射光线的衍射效率在第一光通量的波长和第二
15 光通量的波长之间的波长处为最大值。

当第一光通量和第二光通量之一被用于向光信息记录媒体记录信息并且另一光通量仅用于再现时,优选地衍射部分中的 n 阶衍射光线的衍射效率在第一光通量的波长和第二光通量的波长之间的波长处为最小值。更优选地衍射部分中的 n 阶衍射光线的衍射效率在用于信息记录的第一光通量的
20 的波长和第二光通量的波长处为最大值。

作为提供有衍射部分的光学元件,给出了在会聚光学系统上设有折射面和平面型元件的透镜,但这里没有特定的限制。

当具有折射面的透镜作为提供有衍射部分的光学元件时,作为具体的光学元件的示例给出的是物镜、准直透镜和耦合透镜。在各个透镜上的折
25 射面上,设有衍射部分。仅仅是意在提供衍射部分的平面状或透镜状光学元件也可被增加到会聚光学系统。

顺便提出,当在物镜的折射面上提供衍射部分时,优选地物镜的外径(如果有凸缘则外径包括凸缘)比光圈直径大 $0.4\text{mm}-2\text{mm}$ 。

衍射部分可提供在光源侧的光学元件的光学表面上或者在像侧上(光
30 信息记录媒体侧),或者在两侧上。另外,衍射部分可提供在凹面和凸面上。

当衍射部分提供在物镜上时,就更好,因为部件数目减少了,制造时

5 组装光学头装置的误差减少了。在那种情况下,优选地物镜是单元件型,但是它也可以是双元件型。优选为塑料透镜,但是玻璃透镜也可接受。也可以把上面形成有衍射部分的树脂层设置在玻璃透镜的表面上。优选地其上设有衍射部分的物镜在其外部周边上设有具有沿垂直于光轴方向延伸的表面的凸缘部分。这使得它能容易地准确安装在光学头装置上,并且使得即使在周围环境温度波动时也可能获得稳定的性能。更加优选地是物镜的折射面是非球表面并且衍射部分提供在非球表面上。衍射部分当然可提供在物镜的任何一侧上或在其两侧上。

10 另外,优选地其上设有衍射部分的光学元件由 Abbe 数 v_d 不小于 50 且不大于 100 的材料制成。它也可由塑料或玻璃制成。顺便提到,在塑料透镜的情况中,优选地材料的折射率在 1.4-1.75 的范围内,并且 1.48-1.6 是更优选的,最好是 1.5-1.56。

当衍射部分设在透镜上时(优选在塑料透镜上),优选地满足下面的条件表达式,以获得对温度波动稳定的光学头装置和光学元件。

15 $-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.00005/^{\circ}\text{C}$

其中,

ΔT 是温度波动

Δn 是透镜的折射率变化量。

优选满足下面的条件表达式。

20 $0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C} < \Delta \lambda_1 / \Delta T < 0.5\text{nm}/^{\circ}\text{C}$

其中,

$\Delta \lambda_1(\text{nm})$ 是第一光源的波长对于温度波动 ΔT 的变化量。

25 从光的使用效率方面看衍射部分优选是相位类型的,尽管它也可以是振幅类型。优选的衍射部分的衍射图案构形为相对于光轴对称旋转。优选的从光轴方向看衍射部分具有多个环形带,并且这些多个环形带大部分形成在其中心在光轴上或在光轴附近的同心圆上。圆形是优选的,但也可可是椭圆。有台阶的火焰型环带衍射面尤其优选。还可以是形成有阶梯的环带衍射面。还可以是形成有阶梯作为随透镜远离光轴位置透镜厚度变大的方向上不连续移动的环形带的环带衍射面。顺便提到,优选地衍射部分是环带状,但也可是一维衍射栅。

当衍射部分表示环带状形式的同心圆时,衍射环状带的间距通过应用

相位差函数或光路差函数来定义。在这种情况下，优选地在以表示多个环形带的位置的幂级数表示的相位差函数中除平方项之外的至少一项有一个非零系数。由于这种结构，可能校正由各自具有不同波长的光所引起的色差的球差。

- 5 当在以表示衍射部分的多个环形带的位置的幂级数表示的相位差函数中平方项有一个非零系数时，可校正修轴色差，这种情况是优选的。但是，重要的是当不把衍射环状带的间距作得很小时，也可能使以表示衍射部分的多个环形带的位置的幂级数表示的相位差函数中不包括平方项。

- 10 顺便提到，优选地衍射部分的衍射环形带的台阶数在 2 到 45 范围内。更优选地是不超过 40。进一步优选地是不大于 15。顺便提到，台阶数的计数通过计算环状带的台阶部分的数目而得到。

另外，优选地光轴方向上衍射部分的衍射环形带的台阶部分的深度不大于 $2\mu\text{m}$ 。由于这种结构，光学元件可简单制造，并且 n 阶衍射光线可容易地成为正一阶衍射光线或负一阶衍射光线。

- 15 另外，当在光源侧光学元件的表面上设置衍射部分时，优选地台阶部分的深度随台阶部分离光轴越来越远而变得更大。

关于衍射部分对光通量偏斜的效果，在本说明书中，光通量被偏斜向光轴方向的情况称为正效果，另一方面，光通量被偏斜而离开光轴方向的情况称为负效果。

- 20 关于环带状衍射表面上的间距，这里也提供一种间距，其中提供的间距反比于其离开光轴的高度。也可能提供一种具有非球面特性的间距，其中提供间距的方式与离开光轴的高度不成反比。

尤其当提供具有非球面特性的间距时，即当所提供的间距不反比与离开光轴的高度时，优选地在光路差的函数中没有拐点，尽管也可能有拐点。

- 25 另外，增加到衍射部分中的衍射效果在衍射部分的整个表面上或者是正的或者是负的。也可能设置成使得增加到衍射部分中的衍射效果的加号或减号在垂直于光轴方向上更加远离光轴的方向上应至少被切换一阶。例如，给出一种类型，其中在垂直于光轴的方向上远离光轴的方向上符号从减号变为加号，如图 47(c)所示。换言之，可以说衍射部分上刻制的多个环状带并且在靠近光轴的衍射环状带上，台阶部分被定位在远离光轴，而在
30 远离光轴的衍射环状带上，台阶部分被定位在靠近光轴。还给出一种类型，

其中在垂直于光轴的方向上远离光轴的方向上符号从加号变为减号, 如图 47(d)所示。换言之, 可以说衍射部分上刻制的多个环状带, 并且在靠近光轴的前述衍射环状带上, 台阶部分被定位在靠近光轴, 而在远离光轴的衍射环状带上, 台阶部分被定位在远离光轴。

- 5 顺便提到, 衍射环状带的间距(区段距离)意味着图 134 中在垂直于光轴的方向上环状带台阶与相邻的环状带台阶之间的距离 p , 而台阶深度的意思是图 134 中的光方向上的台阶的长度 d 。

顺便提到, 当间距小时, 上述部分上的会聚效果和发散效果变强, 并且当间距变大时, 上述部分上的会聚效果和发散效果变弱。

- 10 另外, 衍射部分也可设在具有衍射部分的光学元件中的光通量所通过的整个表面部分上。换言之, 也可以说也可以设置成使得物镜像侧最大数值孔径内的所有光通量可通过衍射部分。衍射部分也可简单设在光学元件的一个光表面的整个部分上或者使光学元件的一个光表面的不小于 70% (优选为不小于 80%, 更好为不小于 90%) 的部分成为衍射部分。

- 15 另外, 衍射部分可仅提供在光通量所通过的光学元件的一部分表面上, 使另一区域成为光学元件中的折射表面或透射表面。当衍射部分仅提供在光通量所通过的表面的一部分上时, 衍射部分可仅被提供在光轴附近包括光轴的部分上, 或者衍射部分可仅设为环形形状而不设在光轴附近。例如, 衍射部分可提供在光学元件的光表面中的 10% 或更多且在 90% 以下的表面上。或者使 10% 或更多并且小于 50% 的表面成为衍射部分。

- 20 顺便提到, 当仅在光通量所通过的光学元件的一部分表面上提供衍射部分时, 在 $NA1 > NA2$ 的情况下 $NA1 > NAH1$ 、 $NAH1 > NA2$ 、 $NA2 \geq NAL1 \geq 0$ 是优选的。在 $NA2 > NA1$ 的情况下 $NA2 > NAH2$ 、 $NAH2 > NA1$ 、 $NA1 \geq NAL2 \geq 0$ 是优选的。顺便提出, 当分别使用第一光通量和第二光通量时, 25 $NA1$ 和 $NA2$ 分别是物镜像侧的指定数值孔径。 $NAH1$ 和 $NAH2$ 的每一个是对于通过衍射部分最外侧的第一光通量和第二光通量的每一个的像侧上物镜的数值孔径。 $NAL1$ 和 $NAL2$ 的每一个是对于通过衍射部分最内侧的第一光通量和第二光通量的每一个的像侧上物镜的数值孔径。

- 30 当衍射部分仅提供在光通量所经过的光学元件的一部分表面上时, 在 $NA1 > NA2$ 的情况下, 优选地第一光通量中在 $NA1$ 或更小时通过衍射部分的光通量及在 $NA1$ 或更小时通过除衍射部分之外的折射面的光被会聚在几

乎相同的位置。在 $NA2 > NA1$ 的情况下, 优选地第二光通量中在 $NA2$ 或更小时通过衍射部分的光通量及在 $NA2$ 或更小时通过除衍射部分之外的折射面的光被会聚在几乎相同的位置。

有一个其中衍射部分具有第一衍射图案和第二衍射图案的实施例, 第二衍射图案比第一衍射图案离开光轴更远的距离。可以把衍射部分与在同一面上具有非衍射部分的折射表面组合起来。

当使用两种类型的衍射图案时, 也可设置成使得在通过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中, 产生比其它阶衍射光线更多的 n 阶衍射光线, 并能够将其会聚在第一信息记录面上, 并且在通过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中, 也产生比其它阶衍射光线更多的 n 阶衍射光线, 并能够将其会聚在第二信息记录面上, 在通过衍射部分的第二衍射图案的第一光通量中, 产生比其它阶衍射光线更多的 n 阶衍射光线并能够将其会聚在第一信息记录面上, 而在通过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中也产生比其它阶衍射光线更多的代表透射光的零阶光。这种情况的 n 阶优选是一阶。

另外, 在另一实施例中, 在通过衍射部分的第一衍射图案的第一光通量中产生比其它阶衍射光线更多的 n 阶衍射光线并能够将其会聚在第一信息记录面上, 并且在通过衍射部分的第一衍射图案的第二光通量中也产生比其它阶衍射光线更多的 n 阶衍射光线并能够将其会聚在第二信息记录面上, 在通过衍射部分的第二衍射图案的第一光通量中产生比其它阶衍射光线更多的零阶衍射光线并能够将其会聚在第一信息记录面上, 而在通过衍射部分的第二衍射图案的第二光通量中也产生比其它阶衍射光线更多的不是 n 阶的负数阶的衍射光线。这种情况的 n 阶优选是正一阶并且负数阶优选是负一阶。

在用在各自具有不同厚度透明衬底的多个光信息记录媒体中的光学头装置或光学元件的情况下, 尤其优选的是衍射部分的环形带的间距满足下面的条件表达式:

$$0.4 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 25$$

更优选的是 $0.8 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 6$, 并且最好是 $1.2 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 2$ 。

相应于像侧上物镜的最大数值孔径的衍射部分的环形带的间距以 Pf 代表, 并且相应于最大数值孔径 $1/2$ 的衍射部分的环形带的间距以 Ph 代表。

顺便提出，关于最大数值孔径，在光学头装置中进行信息读出/记录的一些类型的光信息记录媒体的指定数值孔径中最大的一个被认为是最大数值孔径。顺便提出，指定数值孔径意思是在其光学头装置中能使具有可能的指定波长的光通量向光信息记录媒体进行信息的读出/记录的一个数值孔径，

- 5 但是也可以是某光信息记录媒体的标准所设定的数值孔径。另外，“相应于像侧上物镜的最大数值孔径的衍射部分的环形带的间距”意味着在最大数值孔径的情况下位于通过衍射部分的光通量的最外侧部分的环形带间距。

“相应于最大数值孔径 $1/2$ 的衍射部分的环形带的间距”意味着在数值孔径为最大数值孔径一半的情况下位于通过衍射部分的光通量的最外侧部分的
10 环形带间距。

顺便提出，也可接受一种光学头装置，其中对于分别来自两个光源的两个光通量中的一个光通量，使其在所指定的数值孔径内没有象差，并且对于指定的数值孔径之外的部分，使象差变成弥散斑。

- 换言之，可有如下的说法。在使用第一光通量的情况下像侧上物镜的
15 指定数值孔径内的第一光信息记录媒体的第一光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，并且使得在使用第一光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径之外的第一光通量设成在第一信息记录面上大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，并把在使用第一光通量和通过前述数值孔径之外的第二光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径的第二
20 光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下会聚到第二信息记录面上。在这种情况下， $NA1$ 小于 $NA2$ ，并且，在记录和再现第一光信息记录媒体时使 $NA1$ 与 $NA2$ 之间的光通量弥散。

- 或者，在使用第二光通量的情况下像侧上物镜的指定数值孔径内的第二光信息记录媒体的第二光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第二
25 光信息记录媒体的第二信息记录面上，并且使得在使用第二光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径之外的第二光通量在第二信息记录面上变成大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，并把在使用第二光通量和通过前述数值孔径之外的第一光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径的第一光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下会聚到第一信息记录面上。在这种情况下， $NA1$ 大于 $NA2$ ，
30 并且，在记录和再现第二光信息记录媒体时使 $NA2$ 与 $NA1$ 之间的光通量弥散。

这些实施例可通过衍射部分的设计自动建立。例如，可以在光学元件的整个表面上提供衍射部分从而通过设计衍射部分在指定数值孔径或更多处产生弥散光，或者可在光学元件的一部分表面上提供衍射部分而使其它部分成为折射面从而由折射面和衍射面产生弥散光。

- 5 在上述产生弥散光的实施例中，优选地在使用第一光通量的情况下不用提供阻挡或衍射位于像侧物镜的指定数值孔径之外的第一光通量并把第二光通量透射过去的孔径调整装置，并且不用提供在使用第二光通量的情况下阻挡或衍射位于像侧物镜的指定数值孔径之外的第二光通量并把第一光通量透射过去的孔径调整装置。即，优选地仅提供普通光圈而不用提供
- 10 分色滤光器或全息滤光器。如果仅设计衍射部分来满足前述功能，那么仅提供普通的光圈就足够了，因其机构简单而成为优选。

但是，也可以使用滤光器如全息滤光器来产生弥散光。顺便说明，当提供诸如全息滤光器的滤光器时，可在光学会聚系统中提供分离的滤光器，或在物镜上提供滤光器。

- 15 可能在位于指定数值孔径更小处的光通量被会聚时，对于取得最小光斑的位置把弥散光提供在该下面，或者把弥散光提供在上面。优选是提供在上面。

当产生如上所述的弥散光时，可能在球差图上连续产生弥散光或不连续地产生弥散光。

- 20 另外，有另一个实施例，给出的是不产生弥散光的光学头装置。如下说明。

- 换言之，可能如下来表达。在使用第一光通量的情况下像侧上物镜的指定数值孔径内的第一光信息记录媒体的第一光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上，并且使得在使用
- 25 第一光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径之外的第一光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第一信息记录面上，或者其被阻挡并且不到达第一信息记录面。在使用第一光通量的情况下已经通过像侧物镜的指定数值孔径内的第二光通量，和已经通过指定数值孔径之外的第二光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录
- 30 面上。在这种情况下， $NA1$ 小于 $NA2$ ，并且，在记录和再现第一光信息记录媒体时使 $NA1$ 与 $NA2$ 之间的光通量也被会聚或阻挡。

或者，在使用第二光通量的情况下像侧上物镜的指定数值孔径内的第二光信息记录媒体的第二光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上，并且使得在使用第二光通量的情况下通过像侧物镜的指定数值孔径之外的第二光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下被会聚到第二信息记录面上，或者其被阻挡并且不到达第二信息记录面。在使用第二光通量的情况下已经通过像侧物镜的指定数值孔径内的第一光通量，和已经通过指定数值孔径之外的第一光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的状态下会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上。在这种情况下， $NA1$ 大于 $NA2$ ，并且，在记录和再现第二光信息记录媒体时使 $NA2$ 与 $NA1$ 之间的光通量也被会聚或被阻挡。

这些实施例可通过衍射部分的设计自动建立。

在该实施例中，弥散光没有产生， $NA1$ 与 $NA2$ 之间或 $NA2$ 与 $NA1$ 之间的光通量被阻挡，优选地，使用第一光通量的情况下提供阻挡位于像侧物镜的指定数值孔径之外的第一光通量并透射第二光通量的孔径调整装置，或使用第二光通量的情况下阻挡位于像侧物镜的指定数值孔径之外的第二光通量并透射第一光通量的孔径调整装置。或者，优选地提供孔径调整装置，其中各个光通量具有自己的指定数值孔径。

即，优选地光通量对于第一光通量或第二光通量，在指定数值孔径或更大值处被代表孔径调整装置的环带状滤光器如分色滤光器或全息滤光器阻挡。顺便说明，当提供分色滤光器或全息滤光器时，分离的滤光器设置在光学会聚系统中，或把滤光器设置在物镜上。

但是，甚至在没有弥散光产生时，也可能使最大数值孔径内的所有光通量通过仅提供普通的光圈而不提供分色滤光器或全息滤光器而被会聚到信息记录面上。换言之，也可以使像侧物镜的最大数值孔径内的第一光通量和第二光通量在 $0.07\lambda_{rms}$ 的状态下被会聚到信息记录面上。优选地在 $NA1=NA2$ 时上述实施例不产生弥散光。

顺便说明，均代表不同信息记录媒体的第一光信息记录媒体和第二光信息记录媒体意指各自具有用于各个记录/再现的光波长的信息记录媒体。透明衬底的厚度和折射率或相同或不同。指定的数值孔径或相同或不同。指定的数值孔径或相同或不同，并且信息记录密度也可相同或不同。

用于各个不同信息记录媒体的记录/再现的光波长的不同引起的近轴色

差和球差由本发明的衍射部分校正。顺便说明，最好是近轴色差和球差均被校正，并且其中仅球差被校正而近轴色差未被校正的实施例是优选的下一个实施例，而其中仅近轴色差被校正而球差未被校正的实施例也是可接受的。顺便说明，作为光信息记录媒体的具体实施例，列出了 CD、CD-R、
5 CD-RW、DVD、DVD-RAM、LD、MD、MO 等。但是，并不限于此。另外，应用蓝色激光器的光信息记录媒体也可应用。

甚至在透明衬底的厚度在不同信息记录媒体中是不相同并且球差是基于透明衬底的厚度而引起时，球差可由本发明的衍射部分校正。顺便说明，在透明衬底的厚度在第一光信息记录媒体和第二光信息记录媒体中是不相同
10 同时，所带来的球差较高，并且因此，本发明的效果更明显，是优选的。

顺便说明，优选地，第一光通量的波长与第二光通量的波长之差在 80nm-400nm 的范围内。更优选地是，在 100nm-200nm 的范围内。更优选地是在 120nm-200nm 的范围内。作为第一光源和第二光源，可能从例如发射
15 波长为 760-820nm、630-670nm、350-480nm 的这些中选择两种类型的光源来组合起来应用。当然可使用 3 个或 4 个光源。当提供发射第三光通量的第三光源和发射第四光通量的第四光源时，优选地甚至在通过衍射部分的第三光通量和第四光通量中产生的 n 阶衍射光线多于其它阶衍射光线。

当第二光通量的波长长于第一光通量的波长时，优选地第二光通量和第一光通量中的近轴色差满足下面的条件表达式：

$$20 \quad -\lambda_2/(2NA_2^2) \leq Z \leq \lambda_2/(2NA_2^2)$$

λ_2 : 第二光通量的波长

NA_2 : 第二光信息记录媒体的对于第二光通量像侧物镜的指定数值孔径

当使用具有不同透明衬底厚度的记录媒体时，优选地在 $t_2 > t_1$ 和 $\lambda_2 > \lambda_1$ 的情况下满足下面的表达式：

$$25 \quad 0.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} < \Delta WSA_3 \cdot \lambda_1 / \{f \cdot (NA_1)^4 \cdot \Delta T\} < 2.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

NA_1 : 第一光信息记录媒体的对于使用第一光通量的像侧物镜的指定数值孔径

λ_1 : 第一光通量的波长

f_1 : 对于第一光通量的物镜的焦距

30 ΔT : 环境温度波动

$\Delta WSA(\lambda_1\text{rms})$: 通过使用第一光通量而再现或记录光信息记录媒体的情

况下会聚在光信息记录面上的光通量的球差的三阶球差分量的波动量

也可设置成使得在使用第一光通量的情况下代表未准直的光通量如发散光或会聚光的第一光通量进入物镜,并且在使用第二光通量的情况下使代表未校准的光通量如发散光或会聚光的第二光通量进入物镜。

- 5 或者,在使用第一光通量的情况下使代表校准的光通量的第一光通量进入物镜,并且在使用第二光通量的情况下也使代表未校准的光通量如发散光或会聚光的第二光通量进入物镜。或者,也可设置成使得在使用第一光通量的情况下代表未校准的光通量如发散光或会聚光的第一光通量进入物镜,并且在使用第二光通量的情况下使代表校准的光的第二光通量进入
- 10 物镜。

- 在第一光通量和第二光通量之一中或在两个光通量中均使用未校准的光通量时,优选地使用第一光通量的物镜的放大率 m_1 与使用第二光通量的物镜的放大率 m_2 之间差的绝对值在 $0-1/15$ 的范围内。优选的范围是 $0-1/18$ 。在 $\lambda_2 > \lambda_1$ 且 $t_2 > t_1$ 时,优选地 m_1 较大。尤其在分别对 CD 和 DVD 使用第
- 15 二光通量和第一光通量时,前述的范围是优选的。顺便说明,第一光源的波长以 λ_1 代表,第二光源的波长以 λ_2 代表,第一透明衬底的厚度以 t_1 代表,第二透明衬底的厚度以 t_2 代表。

- 或者,也可设置成使得代表校准的光通量的第一光通量和代表校准的光通量的第二光通量进入物镜。在这种情况下,优选地衍射部分处于图 47(a)
- 20 和 47(b)所示的形式,尽管也可处于图 47(a)和 47(c)所示的形式。

另外,也可能在光学头装置上提供发散度变化装置,其改变进入物镜的光通量的发散度,并且从而改变第一光通量和第二光通量中进入物镜的光通量的发散度。

顺便说明,在发散光进入物镜时,优选地,物镜是玻璃透镜。

- 25 顺便说明,在仅仅对第一信息记录媒体和第二信息记录媒体之一进行再现和记录,而仅仅对另外一个进行再现时,优选地在光学头装置中对第一光通量的总的光学头装置的成像放大率不同于对第二光通量的总的光学头装置的成像放大率。在这种情况下,对第一光通量物镜的成像放大率等于或者不同于对第二光通量的物镜的成像放大率。

- 30 另外,当在 $\lambda_1 < \lambda_2$ 且 $t_1 < t_2$ 的情况下,仅仅对第一信息记录媒体进行再现和记录,而仅仅对第二信息记录媒体进行再现时,优选地对第一光通

- 量的总的光学头装置的成像放大率小于对第二光通量的总的光学头装置的成像放大率。另外，当前面满足条件 $0.61 < NA1 < 0.66$ 时，优选地将改变放大率的耦合透镜设在第一光源与光学会聚系统中的准直透镜之间，用于第一光通量的准直透镜和用于第二光通量的准直透镜分别设在光学会聚系统中。
- 5 顺便说明，优选地对第一光通量物镜的成像放大率和对第二光通量的物镜的成像放大率都为零。顺便说明，第一光源的波长以 λ_1 代表，第二光源的波长以 λ_2 代表，第一透明衬底的厚度以 $t1$ 代表，第二透明衬底的厚度以 $t2$ 代表，并且对像侧第一光信息记录媒体的记录或再现必须的物镜的指定数值孔径以 $NA1$ 代表。
- 10 另外，当在 $\lambda_1 < \lambda_2$ 且 $t1 < t2$ 的情况下，仅仅对第二信息记录媒体进行再现和记录，而仅仅对第一信息记录媒体进行再现时，优选地对第一光通量的总的光学头装置的成像放大率大于对第二光通量的总的光学头装置的成像放大率。顺便说明，优选地对第一光通量物镜的成像放大率和对第二光通量的物镜的成像放大率都为零。
- 15 顺便说明，当对第一信息记录媒体和第二信息记录媒体进行再现和记录时，或仅仅对它们进行再现时，优选地在光学头装置中对第一光通量的总的光学头装置的成像放大率与对第二光通量的总的光学头装置的成像放大率几乎相同。在这种情况下，对第一光通量物镜的成像放大率等于或不同于对第二光通量的物镜的成像放大率。
- 20 另外，可对第一光通量和第二光通量共用光检测器。或者也可提供第二光检测器使得光检测器用于第一光通量，第二光检测器用于第二光通量。
- 光检测器和第一光源或第二光检测器和第二光源可组合起来。或者光检测器和第一光源及第二光源组合起来。或者光检测器、第二光检测器、第一光源和第二光源全部组合起来。另外也可仅仅组合第一光源和第二光源。
- 25 尤其，当第一光源和第二光源分别组合起来并被并排安置在同一面上时，在 $NA1 > NA2$ 的情况下优选地在物镜光轴上提供第一光源，在 $NA1 < NA2$ 的情况下优选地在物镜光轴上提供第二光源。顺便说明，对像侧第一光信息记录媒体的记录或再现必须的物镜的指定数值孔径以 $NA1$ 代表，对像侧第二光信息记录媒体的记录或再现必须的物镜的指定数值孔径以 $NA2$ 代表。
- 30

顺便说明,当 WD1 代表记录和再现第一光信息记录媒体时的工作距离并且 WD2 代表记录和再现第二光信息记录媒体时的工作距离时,优选地 $|WD1-WD2| \leq 0.29\text{mm}$ 。在这种情况下,对第一光信息记录媒体记录和再现的放大率与对第二光信息记录媒体记录和再现的放大率相同。优选地放大率为零。另外在 $t1 < t2$ 且 $\lambda_1 < \lambda_2$ 的情况下, $WD1 > WD2$ 是优选的。关于工作距离的这些条件在第一光信息记录媒体为 DVD 而第二光信息记录媒体为 CD 时尤其是优选的。顺便说明,当满足前面的工作距离时,图 47(b)和 47(c)所示的衍射部分的形式比图 47(a)和 47(d)所示的衍射部分的形式更优选。

另外,会聚光学系统或光学元件如物镜形成光斑从而光通量可被会聚在光信息记录媒体的信息记录面上记录和再现信息。尤其,当 NA1 大于 NA2 并且 λ_1 小于 λ_2 时,使 NA2 之外的光通量在第二光信息记录媒体的第二信息记录面上弥散光(使像形成面上的波前像差大于 $0.07\lambda_{2\text{rms}}$),考虑第二光通量,优选的光斑满足下面的条件。

$$0.66\lambda_2/NA2 \leq w \leq 1.15\lambda_2/NA2$$

$$w > 0.83\lambda_2/NA1$$

λ_1 : 第一光通量的波长

λ_2 : 第二光通量的波长

NA1: 第一光信息记录媒体的对于第一光通量的指定数值孔径

NA2: 第二光信息记录媒体的对于第二光通量的指定数值孔径

w: 像形成面上第二光通量的 13.5% 的强度的光束直径

顺便说明,光斑为不完全圆形时,优选的在光束直径收缩最大的方向上光束直径为前面所述光束直径(w)。

更优选的满足下面的条件:

$$0.74\lambda_2/NA2 \leq w \leq 0.98\lambda_2/NA2$$

关于光斑的形式,可以是位于中心的用于记录和再现的高强度光斑,而强度降低到不足以对检测产生负面影响的一定程度的弥散光围绕光斑连续分布,也可以是用于记录和再现的高强度光斑位于中心而弥散光围绕光斑以环状分布。

另外为更好地检测信息,优选的是 S 型特性良好。具体说,优选的是过摄量是 0%-20%。

如果第一光源的波长以 λ_1 代表,第二光源的波长以 λ_2 代表,第一透明

衬底的厚度以 t_1 代表, 第二透明衬底的厚度以 t_2 代表, 由第一光通量进行第一光信息记录媒体的记录或再现必需的像侧物镜的指定数值孔径以 NA_1 代表, 由第二光通量进行第二光信息记录媒体的记录或再现必需的像侧物镜的指定数值孔径以 NA_2 代表, 则作为优选实施例给出下面的条件表达式。

- 5 在这种情况下, 优选的 n 阶衍射光线是正一阶衍射光线。优选实施例当然不被下面的条件表达式限制。

$$\lambda_1 > \lambda_2$$

$$t_1 < t_2$$

$$NA_1 > NA_2 (\text{优选的 } NA_1 > NA_2 > 0.5 \times NA_1)$$

- 10 在满足上述条件公式的情况下, 会聚光学系统的物镜包括衍射部分, 在会聚光学系统把通过衍射部分的第二光通量中的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上时, 球差可包括在图 112 中所示的至少一个位置中的不连续部分。

- 15 在包括不连续部分的情况下, 在靠近 NA_2 的位置处, 优选的是球差可包括不连续部分。例如, 下面列出的情况。在 $NA=0.45$ 的位置处, 球差包括不连续部分, 并且 $NA=0.5$ 的位置处, 球差包括不连续部分。

- 20 在包括不连续部分的情况下, 会聚光学系统把具有小于通过衍射部分的第一光通量中的 NA_1 的数值孔径的 n 阶衍射光线会聚到第一光信息记录媒体的第一信息记录面上, 从而在最佳像点的波前相差是 $0.07\lambda_{rms}$, 会聚光学系统把具有小于通过衍射部分的第二光通量中的不连续部分的数值孔径的数值孔径的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上, 从而在最佳像点的波前相差是 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 25 另外, 在满足上述条件公式的情况下, 可以是转换光学系统包括物镜, 物镜有衍射部分, 在会聚光学系统把通过衍射部分的第二光通量的 n 阶衍射光线会聚到第二光信息记录媒体的第二信息记录面上以对第二光信息记录媒体进行记录或再现的情况下, 球差没有图 27 所示的不连续部分而是连续的。

- 30 在球差没有不连续部分而是连续的情况下, 优选的是在 NA_1 时球差不小于 $20\mu m$ 并且在 NA_2 时球差不大于 $10\mu m$ 。更优选的是在 NA_1 时球差不小于 $50\mu m$, 并且在 NA_2 时球差不大于 $2\mu m$ 。

给出下面的实施例作为具体和优选的例子, 其中在前述状态中一种类

型的 DVD 被用作第一光信息记录媒体并且一种类型的 CD 被用作第二光信息记录媒体，本发明并不局限于此。

$$0.55\text{mm} < t_1 < 0.65\text{mm}$$

$$1.1\text{mm} < t_2 < 1.3\text{mm}$$

5 $630\text{nm} < \lambda_1 < 670\text{nm}$

$$760\text{nm} < \lambda_2 < 820\text{nm}$$

$$0.55 < \text{NA1} < 0.68$$

$$0.40 < \text{NA2} < 0.55$$

10 当在所述范围情况下衍射部分为环带状衍射时，优选地相应于 NA2 或更小的衍射部分不超过 19 个环带或不少于 21 个环带。也优选整个衍射部分不少于 35 个环带或不超过 33 个环带。

另外，在上述范围满足的情况下，优选地光斑的直径满足下面的实施例，转换光学系统包括物镜，物镜具有衍射部分， $\lambda_1=650\text{nm}$ ， $t_1=0.6\text{mm}$ ， $\text{NA1}=0.6$ ，并且其中在由平行光构成的并具有均匀强度分布的第一光通量被引入物镜并且经第一透明衬底被会聚到第一信息记录面上的情况下，在最佳聚焦状态下会聚光斑的直径是 $0.88\mu\text{m}$ 到 $0.91\mu\text{m}$ 。

20 另外，优选地 $\lambda_1=650\text{nm}$ ， $t_1=0.6\text{mm}$ ， $\text{NA1}=0.65$ ，并且其中在由平行光构成的并具有均匀强度分布的第一光通量被引入物镜并且经第一透明衬底被会聚到第一信息记录面上的情况下，在最佳聚焦状态下会聚光斑的直径是 $0.81\mu\text{m}$ 到 $0.84\mu\text{m}$ 。

另外，在上述范围满足并且衍射部分被设在物镜上的情况下，在 $\text{NA}=0.4$ 时，衍射部分的间距为 $10\mu\text{m}$ 到 $70\mu\text{m}$ 。更优选地间距为 $20\mu\text{m}$ 到 $50\mu\text{m}$ 。

25 另外，给出下面的实施例作为前述条件下的具体和优选的例子，其中本发明并不局限于此。在对作为第二光信息记录媒体的 CD 也进行记录时，尤其，优选地 NA2 是 0.5。另外，当对作为第一光信息记录媒体的 DVD 也进行记录时，NA1 是 0.65 为优选。

$$t_1=0.6\text{mm}$$

$$t_2=1.2\text{mm}$$

30 $\lambda_1=650\text{nm}$

$$\lambda_2=780\text{nm}$$

$$NA1=0.6$$

$$NA2=0.45$$

下列实施例也可以被接受，在下面的实施例中，优选的是 n 阶衍射光线是负一阶光。

5 $\lambda_1 < \lambda_2$
 $t_1 > t_2$

作为用来从光信息记录媒体再现信息或把信息记录在光信息记录媒体上的、具有本发明的光学头装置的光信息记录媒体再现或记录装置的具体例子，这里给出 DVD/CD 再现装置、DVD/CD/CD-R 记录和再现装置、
10 DVD-RAM/DVD/CD-R/CD 记录和再现装置、DVD/CD/CD-RW 记录和再现装置、DVD/LD 记录和再现装置、DVD/使用蓝色激光器的光信息记录媒体记录和再现装置、CD/和使用蓝色激光器的光信息记录媒体记录和再现装置，但发明并不局限于此。这些光信息记录媒体再现或记录装置除具有光学头装置之外还具有电源和主轴马达。

15 接着将说明本发明的优选实施例。

为了实现上述目的，项 1 的光学系统包括 1 个以上的光学元件，并且在用于信息从记录媒体再现和向记录媒体记录至少之一的光学系统中，至少一个光学元件具有衍射面，其选择地对至少两个互不相同的波长的光产生同阶衍射光线。

20 根据项 1，因为光学元件具有衍射面，对至少两个互不相同的波长的光可校正球差并且轴色差也可被校正。即，通过一种其中许多光学元件如物镜或类似的透镜被共同使用的简单的结构，球差和轴色差可被校正，从而光学系统的尺寸和重量被减少，成本也被降低。另外，因为光学系统具有可选择地对至少两个互不相同的波长的光产生同阶衍射光线的衍射面，光
25 量的损失减少了。并且甚至在必要的数值孔径不同的时候，例如，通过使用公共物镜，可获得充足的光量。

另外，在项 2 的光学系统中，其包括一个以上的光学元件，并且被用于信息从记录媒体再现和向记录媒体记录的至少一种情况，选择地对具有至少两个互不相同的波长的光分别产生特定阶衍射光线的衍射面形成在上
30 述光学元件的至少一个光学元件的至少一个光表面的几乎整个表面上。

根据项 2，因为衍射面形成在光学元件上，以与项 1 同样的方式，对具

有至少两个互不相同的波长的光可校正球差和轴色差。另外，因为衍射面形成在光学元件的至少一个光表面的几乎整个表面上，可更有效地进行校正。

顺便说明，各个术语如下定义。首先，光学元件指代应用于光学系统以向信息记录媒体记录信息和/或再现信息记录媒体上的信息的所有光学元件的每一个，并且通常列出了耦合透镜、物镜、偏振束分离器、1/4 波长片或从两个以上的光源合成光的束分离器等，但是光学元件并不局限于此。另外，可使用仅提供有本发明的衍射部分而没有其它功能的光学元件。

另外，本发明的光学系统是 1 个以上的光学元件的组合以把信息记录到例如 CD 和 DVD 上或再现那里的信息，并且意味着不仅整个光学系统而且光学系统的一部分都能把信息记录到信息记录媒体上和/或再现信息记录媒体上的信息，并且光学系统包括如上所述的至少 1 个光学元件。

作为本发明的信息记录媒体，盘状信息记录媒体，列出了例如各种 CD 如 CD、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM 等，或各种 DVD 如 DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW 等，或 MD、LD、MO 等。通常，透明衬底存在于信息记录媒体的信息记录面上。不用说，信息记录媒体并不局限于上述。用于本发明的信息记录媒体包括光信息记录媒体如目前市场中可得到的蓝色激光器。

在本发明中，信息向信息记录媒体的记录或者信息记录媒体上信息的再现指的是把信息记录到信息记录媒体的信息记录面上及再现记录在信息记录面上的信息。本发明的光学头装置和光学系统可以是仅用于记录或仅用于再现的光学头装置和光学系统，也可以是用于记录和再现的光学头装置和光学系统。另外，光学头装置和光学系统可用于向一个信息记录媒体记录并从另一信息记录媒体再现，或从一个信息记录媒体记录和再现并从另一信息记录媒体记录和再现。顺便说明，用于这里的再现仅包括信息的读出。

另外，用于信息记录媒体的记录或再现至少之一的光学头装置和光学系统包括光学头装置和光学系统，当然，是用于上述目的，并且也有实际用于或意在用于这种目的光学头装置和光学系统。

在本发明中，具有至少两个彼此不同的波长的光可以具有两个不同波长，如用于 CD 的具有 780nm 的波长和用于 DVD 的 635nm 或 650nm 的波

长的光。并且可以是具有 3 种彼此不同的波长的光，其还包括例如具有 400nm 波长的用于记录和/或再现大容量的致密记录的信息记录媒体的光。

当然，具有 4 个以上不同波长的光也可是允许的。另外，甚至在实际上 3 个以上的不同波长被使用的光学系统中，当然或者是意在使用 3 个以上的不同波长的光学系统中，它指的是其中具有至少两个不同波长的光。当然事实上，400nm 和 780nm 的组合或 400nm 和 650nm 的组合也可使用。

在本发明中，具有不同波长的光指的是具有多个彼此之间有足够差别的波长的波长的光，其被用于相应种类的信息记录媒体，如上所述，即记录密度有差别的媒体，但是，它并非指具有由温度变化或输出 1 波长的光的 1 光源的输出变化而引起的在大约 $\pm 10\text{nm}$ 之内的暂时变动而产生不同的波长的光。另外，作为具有不同波长的光被应用的因素，列出了例如，信息记录媒体的透明衬底的厚度差别或记录与再现之间的差别，除了上述信息记录媒体的种类或记录密度差别。

另外，衍射面指的是其中在光学元件的表面上提供凹凸的表面，例如在透镜表面上，并且其具有通过衍射把光通量会聚或发散的功能，当有衍射发生的区域存在并且在同一光学表面上有衍射不发生的区域存在时，它指的是衍射发生。作为凹凸的形状，例如同心的圆环带围绕光轴在光学元件的表面上形成，并且当在包括光轴的面上看横截面时，知道各个圆环带具有锯齿状形状(此后圆环带称为环形带)，并且衍射面包括这种形状。

通常，从衍射面，可产生无限阶衍射光线如零阶光、 ± 1 阶衍射光线、 ± 2 阶衍射光线等，并且在其中子午横截面部分具有上述的锯齿状凹凸的情况下，起伏的形状可被设置来使得特定阶的衍射效率高于其它阶，或者在特定环境中，特定的一个阶(例如正一阶)的衍射效率几乎达 100%。在本发明中，特定阶的衍射光线可选择地产生，指的是对于具有预定波长的光，特定阶的衍射光线的衍射效率高于除特定阶之外的其它阶的各个衍射光线的衍射效率，并且对于具有彼此不同的两个波长的各个光，分别可选择地产生的特定阶衍射光线的特定阶是相同的，意味着可选择地产生同阶的衍射波。这里衍射波的阶是相同的，意味着衍射波的阶包括符号都是相同的。

另外，衍射效率是这样得到的，根据衍射面的形状(起伏的形状)获得各阶衍射光线的光量对于所有衍射光线的比率并通过要被发出的波长被设置为预定波长的模拟计算得到。作为预定波长，列出 780nm 或 650nm 作为波

长示例。

另外，衍射面形成在光学元件的至少一个光学表面的几乎整个表面上，意思是衍射结构(起伏)提供在光学表面上光通量通过的至少几乎所有的范围上，而不是其中在光学表面的一部分上提供衍射结构的光学元件，例如

5 衍射结构仅被提供在例如圆周部分。在这种情况下，来自光源的光通量通过到信息记录媒体侧的范围由用于光学系统或光学头装置的光圈光阑确定。衍射面形成的范围在被看作提供有衍射面的光学元件单体时涉及光学表面的几乎所有表面，但是，通常，衍射面也形成在光通量不通过的圆周部分上，留有一定程度的边，从而在该部分被认作包含在光学表面中作为

10 光学表面的可用区域时，优选地光学表面中衍射面的区域比率至少超过光学元件单体的一半以上，优选是几乎 100%。

另外，项 3 中的光学系统特征在于可选择地分别产生的两个特定阶衍射光线与具有彼此不同的两个波长的各个光是相同的阶。

根据项 3，由于对具有两个波长的各个光，衍射面使同阶衍射光线的衍

15 射效率为最大值，光量的损失比衍射面使同阶衍射光线的衍射效率为最大值的情况下小。

另外，项 4 中的光学系统特征在于同阶衍射光线是一阶衍射光线。一阶衍射光线可以是正一阶衍射光线或负一阶衍射光线。

根据项 4，由于同阶衍射光线是一阶衍射光线，光量的损失比同阶衍射

20 光线是比一阶更高阶的情况下小。

另外，项 5 中的光学系统特征在于具有衍射面的光学元件的至少 1 个光学元件是具有折射率的透镜。项 5 中的光学系统可以是其中用于衍射的精细结构(起伏)还形成在具有折射率的透镜表面上的光学系统。在这种情况下，用于衍射的精细结构的包围表面是透镜的衍射面形状。例如，所谓的

25 火焰型(blaze)衍射面提供在非球面单一透镜物镜的至少一个表面上，并且它可以是一个透镜，在其整个表面上提供有子午横截面是锯齿状的环状带。

根据项 5，由于具有衍射面的光学元件是具有折射率的透镜，球差和色差可被校正，并且部件数目被减少。

另外，项 6 中的光学系统特征在于透镜的衍射面的形状是非球面的。

30 另外项 7 中的光学系统特征在于透镜使对于具有某 1 波长的衍射光线的衍射效率大于对于具有最大波长和最小波长的光的衍射光线的衍射效

率，其中某 1 波长是处于至少两个彼此不同的波长的最大波长与最小波长之间的波长。

另外，项 8 中的光学系统特征在于透镜使对于具有至少两个彼此不同的波长的最大波长与最小波长的光的衍射光线的衍射效率大于对于具有波
5 长在至少两个波长彼此不同的最大波长和最小波长之间的光的衍射光线的衍射效率。

另外，项 9 中的光学系统特征在于透镜的衍射面增加的衍射效果的正负符号在与垂直于光轴的光轴相分开的方向上被至少切换一阶。

根据项 9，由于透镜的衍射面增加的衍射效果的正负符号在与垂直于光
10 轴的光轴相分开的方向上被至少切换一阶，从而球差的波长变化可被抑制。

另外，项 10 中的光学系统特征在于透镜的衍射面增加的衍射效果在与垂直于光轴的光轴相分开的方向上从负号向正号被切换一阶。

根据项 10，由于透镜的衍射面增加的衍射光焦度在与垂直于光轴的光轴相分开的方向上从负号向正号被切换一阶，从而当例如平行光进入 CD 系
15 统和 DVD 系统中的物镜时，由于信息记录媒体的透明衬底的厚度差所引起的球差的波动可被有效地校正而不会使衍射面的环状带间距太小。

关于衍射光焦度，在提供有具有折射作用和衍射作用的光学表面的光学元件的情况下，换言之，在衍射面提供在具有折射作用的光学表面的光学元件的情况下，通过衍射面的作用，会聚或发散光通量的作用被增加到
20 作为基础的折射面的衍射作用上。在这种情况下，当会聚作用被增加到处于实际有限的高度的光时，不限于近轴光，在本发明中，也限定了下面的：折射面的预定位置具有正衍射光焦度，并且当增加会聚作用时，具有负衍射光焦度。

项 11 中的光学系统特征在于从光轴看去衍射面由多个环状带构成，并且
25 多个环状带被构成为围绕光轴或靠近光轴的点的几乎同心的圆环状。即，项 11 的衍射面是例如在日本特开平 6-242373 公开的那种阶梯式的环状带，其在透镜厚度随着离开光轴而增加的方向上不连续地变动。

项 12 中的光学系统特征在于以表示多个环状带的各个位置的幂级数表达的相位差函数在除 2 阶幂项之外的至少 1 项中具有非零系数。

30 根据项 12，球差可被控制在两个不同波长之间。这里，“可被控制”是指球差的不同在两个波长之间可被作得非常小，并且可提供对于光学规格

必要的不同。

另外，项 13 中的光学系统特征在于以表示多个环状带的各个位置的幂级数表达的相位差函数在 2 阶幂项具有非零系数。

根据项 14，近轴区域中色差的校正可有效进行。

- 5 另外项 13 中的光学系统特征在于以表示多个环状带的各个位置的幂级数表达的相位差函数不包括 2 阶幂项。

根据项 14，由于相位差函数不包括 2 阶幂项，衍射面的近轴率为零，并且仅使用超过 4 阶以上的项，从而，衍射环状带的间距不太小，球差可被控制。

- 10 项 15 中的光学系统特征在于物镜被包括在一个以上的光学元件中，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光(波长 λ)，像信息表面上的波前象差在物镜像测预定数值孔径中不超过 $0.07\lambda_{rms}$ 。

根据项 15，由于在物镜像测预定数值孔径中波前象差不超过 Maershall 的允许值 $0.07\lambda_{rms}$ ，从而可获得球差很小的良好光学特性。

- 15 项 16 中的光学系统特征在于如果至少两个彼此不同的波长的一个波长 λ_1 在 $\pm 10nm$ 范围内变化，像信息表面上的波前象差在物镜像测预定数值孔径中不超过 $0.07\lambda_{1rms}$ 。

根据项 16，即使波长 λ_1 在 $\pm 10nm$ 范围内变化，也能获得球差很小的良好光学特性。

- 20 另外项 17 中的光学系统特征在于具有至少两个彼此不同的波长的一个波长 λ_2 的光，并且对于具有其中物镜的像侧数值孔径大于具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径的另一个波长的光，具有波长 λ_2 的光的像形成面上的波前象差不小于具有另一波长的光的预定数值孔径中的 $0.07\lambda_{2rms}$ 。

- 25 根据项 17，由于具有波长 λ_2 的光的波前象差不小于具有另一波长的光的预定数值孔径(其不小于具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径)中的 $0.07\lambda_{2rms}$ ，对于具有波长 λ_2 的光可获得适当的光斑直径。即，对于实际应用中的数字，使象差几乎为零，并且对于其外部的部分，象差成为弥散光，从而可获得预定效果。

- 30 另外，项 18 中的光学系统特征在于在像形成面上具有波长 λ_2 的光的波前象差不小于具有另一波长的光的预定数值孔径中的 $0.10\lambda_{2rms}$ 。

根据项 18，由于具有波长 λ_2 的光的波前象差不小于具有另一波长的光

的预定数值孔径(其大于对于具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径)中的 $0.10\lambda_{2rms}$, 对于具有波长 λ_2 的光可获得更适当的光斑直径。

项 19 中的光学系统特征在于当具有另一波长的光的预定数值孔径是 NA1 并且具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径为 NA2, 光学系统满足 NA1 > 5 NA2 > 0.5NA1。

另外, 项 20 中的光学系统特征在于对于具有至少两个彼此不相同的波长的至少一个波长的光的平行光通量进入物镜, 并且对于具有另一个波长的光的非平行光通量进入物镜。

10 根据项 20, 由于对于具有至少两个彼此不相同的波长的至少一个波长的光的平行光通量进入物镜, 并且对于具有另一个波长的光的非平行光通量进入物镜, 从而对于具有至少两个波长的各个光的波长的大约 10nm 的变动, 球差的变动可被抑制到很小的值。

另外, 项 21 中的光学系统特征在于对于具有至少两个彼此不相同的波长的至少两个波长的光的平行光通量进入物镜。

15 另外, 项 22 中的光学系统特征在于对于具有至少两个彼此不相同的波长的至少两个波长的光的非平行光通量进入物镜。

另外, 项 23 中的光学系统特征在于, 当至少两个彼此不相同的波长的任何两个波长中较长的波长被定义为 λ_3 , 并且对于具有波长 λ_3 的光物镜的像侧上预定数值孔径被定义为 NA 时, 波长 λ_3 和较短波长之间的轴色差不小于 $-\lambda_3/(2NA^2)$ 并不大于 $+\lambda_3/(2NA^2)$ 。

20 根据项 23, 当波长切换时, 由于聚焦很难改变, 聚焦伺服是不必要的, 并且通过聚焦伺服移动的范围变窄。

另外, 项 24 中的光学系统特征在于具有至少两个彼此不相同的波长的光被分别用于其透明衬底厚度不同的信息记录媒体。

25 另外, 项 25 中的光学系统特征在于至少两个彼此不相同的波长是彼此不同的 3 个波长。

另外, 项 26 中的光学系统特征在于, 当彼此不相同的三个波长被分别定义为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$), 并且对于彼此不相同的三个波长的每一个物镜的像侧上预定数值孔径被分别定义为 NA1、NA2 和 NA3, 满足下面的表

30 达式: $0.60 \leq NA1$ 、 $0.60 \leq NA2$ 、 $0.40 \leq NA3 \leq 0.50$ 。

另外, 项 27 中的光学系统特征在于提供了能遮蔽在预定数值孔径的最

小预定数值孔径外侧进入物镜的至少一部分光的滤光器。

另外，项 28 和 29 中的光学系统特征在于具有衍射面的光学元件是物镜。

另外，项 30 中的光学系统特征在于物镜包括一个透镜。

5 另外，项 31 中的光学系统特征在于物镜衍射面提供在物镜的两个表面上。

另外，项 32 中的光学系统特征在于物镜材料的 Abbe 数 v_d 不小于 50。

根据项 32，当对于具有两个不同波长的光源校正轴色差时，二阶光谱可减少。

10 另外，项 33 中的光学系统特征在于物镜是由塑料制成。根据项 33，可获得低成本重量轻的光学系统。另外，项 34 中的光学系统特征在于物镜由玻璃制成。根据项 33 和 34，得到可承受温度强烈变化的系统。

另外，项 35 中的光学系统特征在于物镜在其玻璃透镜面上有衍射面形成其上的树脂层。根据项 35，由于在玻璃透镜上提供衍射面容易形成其上的树脂层，从而可获得对温度变化承受力强并且成本方面有利的光学系统。

15 另外，项 36 中的光学系统特征在于至少两个彼此不同的波长之间的波长差不小于 80nm。

另外，项 37 中的光学系统特征在于至少两个彼此不同的波长之间的波长差不大于 400nm。

20 另外，项 38 中的光学系统特征在于至少两个彼此不同的波长之间的波长差不小于 100nm 且不大于 200nm。

另外，项 39 中的光学系统特征在于，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光，可选择地产生的特定阶衍射光线的衍射效率比除特定阶之外的阶的各个衍射光线的衍射效率高 10%。

25 另外，项 40 中的光学系统特征在于，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光，可选择地分别产生的特定阶衍射光线的衍射效率比除特定阶之外的阶的各个衍射光线的衍射效率高 30% 以上。

另外，项 41 中的光学系统特征在于，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光，可选择地分别产生的特定阶衍射光线的衍射效率比除特定阶之外的阶的各个衍射光线的衍射效率高 50% 以上。

30 另外，项 42 中的光学系统特征在于，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光，可选择地分别产生的特定阶衍射光线的衍射效率比除特定阶

之外的阶的各个衍射光线的衍射效率高 70 % 以上。

另外，项 43 中的光学系统特征在于，当可选择地产生的具有至少两个彼此不同的波长的特定阶衍射光线聚焦时，由于提供衍射面，与没有衍射面的情况相比，球差得到改善。

- 5 另外，项 44 中的光学系统特征在于，对于具有至少两个彼此不同的波长的各个光(波长 λ)，可选择地分别产生的特定阶衍射光线的像形成面上波前色差不超过 $0.07\lambda_{rms}$ 。

另外，项 45 是一种光学头装置，其特征在于具有上述的各个光学系统。

- 10 另外，项 46 中的光学头装置包括：至少两个输出具有彼此不同的波长的光的光源；包括一个以上的光学元件的光学系统，通过该元件光源被会聚到信息记录媒体上；及检测来自信息记录媒体的透射光或来自信息记录媒体的反射光的光检测器，其特征在于光学元件的至少一个光学元件具有可选择地产生同阶衍射光线作为具有两个从至少两个光源输出的不同波长的光的衍射面。

- 15 另外，项 47 中的光学头装置包括：至少两个输出具有彼此不同的波长的光的光源；包括一个以上的光学元件的光学系统光学系统，通过该元件来自光源的光被会聚到信息记录媒体上；及检测来自信息记录媒体的透射光或来自信息记录媒体的反射光的光检测器，其特征在于对具有从至少两个光源输出的两个不同波长的各个光可选择地分别产生特定阶衍射光线的衍射面形成在光学元件的至少一个光学元件的至少一个光学表面的几乎整个表面上。
- 20

另外，项 48 中的光学头装置特征在于具有项 46 和 47 中所述的衍射面的光学元件的至少一个光学元件是具有衍射光焦度的透镜。

- 25 另外，项 49 中的光学头装置特征在于透镜使得对于具有处于从至少两个光源输出的最大波长和最小波长之间的某波长的光衍射光线的衍射效率大于对于具有最大波长和最小波长的光的衍射光线的衍射效率。

- 30 另外，项 50 中的光学头装置特征在于透镜使得对于具有从至少两个光源输出的最大波长或最小波长的光衍射光线的衍射效率大于对于具有处于至少两个彼此不同的不同波长的最大波长和最小波长之间的波长的光的衍射光线的衍射效率。

另外，项 51 中的光学头装置特征在于透镜在外部周边具有凸缘。另外

项 52 中的光学头装置特征在于凸缘部分具有在几乎垂直于透镜光轴的方向上延伸的表面。通过这个凸缘部分，透镜可容易地附接于光学头装置，并且当提供有在几乎垂直于透镜光轴的方向上延伸的表面时，可容易地执行更准确地附接。

- 5 另外，项 53 中的光学头装置特征在于物镜被包括在至少一个以上的光学元件中，并且对于具有从至少两个光源输出的两个不同波长的各个光(波长 λ)，像形成面上的波前象差不大于物镜的像侧上预定数值孔径中的 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 10 另外，项 54 中的光学头装置特征在于物镜被包括在至少一个以上的光学元件中，并且对于具有从至少两个光源输出的两个不同波长的各个光(波长 λ)，像形成面上的波前象差不大于物镜的像侧上最大数值孔径中的 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 15 另外，项 55 中的光学头装置特征在于即使在从至少两个光源输出的两个不同波长的一个波长 λ_1 在 $\pm 10nm$ 的范围内变化时，像形成面上的波前象差不大于物镜的像侧上预定数值孔径中的 $0.07\lambda_{1rms}$ 。

- 20 另外，项 56 中的光学头装置特征在于，对于具有从至少两个光源输出的两个不同波长的一个波长 λ_2 的光，及对于具有其中物镜的像侧上预定数值孔径大于具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径的另一波长的光，具有波长 λ_2 的光的像形成面上的波前象差不小于具有另一波长的光的预定数值孔径中的 $0.07\lambda_{2rms}$ 。

另外，项 57 中的像拾取装置特征在于具有波长 λ_2 的光的像形成面上的波前象差不小于具有另一波长的光的预定数值孔径中的 $0.10\lambda_{2rms}$ 。

- 25 另外，项 58 中的像拾取装置特征在于，当具有另一波长的光的预定数值孔径被定义为 $NA1$ ，并且具有波长 λ_2 的光的预定数值孔径被定义为 $NA2$ ，满足下面的表达式： $NA1 > NA2 > 0.5 \times NA1$ 。

另外，项 59 中的像拾取装置特征在于对于具有从至少两个光源输出的两个不同波长中的至少一个波长的光的平行光通量进入物镜，并且对于具有至少另一个波长的光的非平行光通量进入物镜。

- 30 另外，项 60 中的像拾取装置特征在于对于具有从至少两个光源输出的两个不同波长的光的平行光通量进入物镜。

另外，项 61 中的像拾取装置特征在于对于具有从至少两个光源输出的

两个不同波长的光的非平行光通量进入物镜。

另外，项 62 中的像拾取装置特征在于，当从至少两个光源输出的两个不同波长中较长的波长被定义为 λ_3 ，并且对于具有波长 λ_3 的光的物镜像侧上预定数值孔径被定义为 NA 时，波长 λ_3 和较短波长之间的轴色差不小于
5 $-\lambda_3/(2NA^2)$ 并不大于 $+\lambda_3/(2NA^2)$ 。

另外，项 63 中的像拾取装置特征在于具有从至少两个光源输出的两个不同波长的光被分别用于透明衬底厚度不同的信息记录媒体。

另外，项 64 中的像拾取装置特征在于从光轴方向看去衍射面由多个环状带构成，并且多个环状带被构成为围绕光轴或靠近光轴的点的几乎同心
10 的圆环状。并且，相应于物镜像侧上最大数值孔径的环形带的间距 Pf 与相应于 1/2 的最大数值孔径环形带的间距 Ph 之间建立下面的关系式： $0.4 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 25$ 。

根据项 64，在上述关系中大于下限的情况下，校正高阶球差的衍射作用不被减弱并且因此，由透明衬底的厚度差产生的两个波长之间的球差差
15 值可被衍射作用校正。另外，在小于上限的情况下，衍射环状带的间距太小的部分几乎不被产生，从而可产生衍射效率高的透镜。另外，上述关系表达式优选是 $0.8 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 6.0$ ，更优选 $1.2 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 2.0$ 。

另外，项 65 中的像拾取装置特征在于至少两个光源是三个光源。

另外，项 66 中的像拾取装置特征在于，当具有从三个光源输出的三个
20 波长的光被分别定义为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)，并且对于这三个不同的波长的每一个物镜的像侧上预定数值孔径被定义为 NA1、NA2 和 NA3，满足下面的表达式： $0.60 \leq NA1$ 、 $0.60 \leq NA2$ 、 $0.40 \leq NA3 \leq 0.50$ 。

另外，项 67 中的像拾取装置在于提供了能遮蔽在预定数值孔径的最小预定数值孔径外侧进入物镜的至少一部分光的滤光器。

25 另外，项 68 内的光学头装置的特征在于：提供了一种孔径限定装置，使得对具有 2 种不同波长的每一种光都能得到预定的数值孔径。

另外，项 69 中的光学头装置的特征在于：没有对具有 2 种不同波长的每一种光都能得到的预定的数值孔径的孔径限定。例如，具体来说，最大的数值孔径具有孔径限定，孔径限定不是为较小的预定的数值孔径而设定的。
30 因此，例如象具有波长选择性的滤波器这样的孔径限定装置就不是必需的，因此，费用可以降低，且尺寸也可以减小。

另外，项 70 中的光学头装置的特征在于：物镜被包括在多于一个的光学元件中，且当具有彼此不同的波长的光分别会聚于信息记录媒体上时，该物镜是共用的。

5 另外，项 71 中的光学头装置的特征在于：至少集中了至少两个光源和物体的单元至少与信息记录媒体的主表面平行地被驱动。

另外，项 72 中的光学头装置的特征在于：该单元与信息记录媒体的主表面垂直地被驱动。

另外，项 73 是一个记录及再现装置，其特征不在于：安装有光学头装置，可以记录或再现音频或像中的至少一种。

10 另外，项 74 中的透镜的特征在于：在用于对信息记录媒体执行信息的记录或再现中的至少一种的透镜中，所添加的来自衍射表面的正和负符号至少在垂直光轴方向上离开所述光轴的方向中发生一阶翻转，其中上述透镜具有折射率，并在至少一个光表面上具有衍射表面。

15 另外，项 75 中的透镜的特征在于：在项 74 中的透镜中，衍射表面具有多个刻制的衍射环带，且其台阶部分位于远离靠近光轴一侧的衍射环带内的光轴的一侧，且在远离所述光轴的一侧上的衍射环带内，其阶梯部分位于靠近光轴一侧。另外，项 76 中的透镜的特征在于：衍射面具有多个刻制的衍射环带，其台阶部分位于靠近衍射环带内的光轴的一侧，而所述衍射环带又在靠近所述光轴的一侧，在远离光轴的一侧上的衍射环带中，其
20 台阶部分位于远离所述光轴的一侧。

另外，项 77 是一能应用于光学系统的光学元件，这种光学系统用于向信息记录媒体中记录信息，或用于再现来自信息记录媒体的信息，所述光学元件的特征在于：当将该器件用在用于向信息记录媒体中记录信息以及/或用于再现来自信息记录媒体的信息的光学系统中，而在这种光学系统中
25 的光使用了至少两种彼此不同的波长时，该光学元件具有衍射面，以对具有至少两种彼此不同的波长的光选择产生同阶的衍射光线。

另外，项 78 是一透镜，它可被当作光学系统中的一个物镜，所述光学系统是用于向信息记录媒体记录信息，或用于再现来自信息记录媒体的信息，该透镜的特征在于：当将其用作用于向信息记录媒体记录信息或用于
30 再现来自信息记录媒体的信息的光学系统中的物镜，而在所述光学系统中使用了具有至少两种彼此不同的波长的光时，其具有衍射面，以对具有两

种彼此不同的波长的光选择产生同阶的衍射光线的衍射光焦度。

另外，项 79 是一光学元件，可将其用在用于向信息记录媒体记录信息或用于再现来自信息记录媒体的信息的光学系统中，所述光学元件的特征在于：当将其用在用于向信息记录媒体记录信息以及/或用于再现来自信息记录媒体的信息的光学系统中，而在该光学系统中使用了具有至少两种彼此不同的波长的光时，至少一个光学表面的几乎整个表面上就形成了一个衍射面，以对具有至少两种彼此不同的波长的光选择产生指定的衍射光线。

另外，项 80 是一可被当作用在光学系统中的物镜的透镜，其中该光学系统用于向信息记录媒体记录信息或用于再现来自信息记录媒体的信息，所述透镜的特征在于：当将其用作用于向信息记录媒体记录信息以及/或用于再现来自信息记录媒体的信息的光学系统中的物镜，而在该光学系统中使用了具有至少两种彼此不同的波长的光时，在至少一个光学表面的几乎整个表面上形成了衍射面，以便对具有至少两种彼此不同的波长的光选择产生指定阶的衍射光线。

另外，用于项 81 中的光盘的衍射光系统的特征在于：在具有不同波长的两个光源且记录和再现都使用同一光学系统的记录和再现光学系统中，光学系统包括光学表面，在该光学表面上，衍射环带透镜位于折射面上，因此消除了由折射面上的波长的不同而产生的象差，并消除了由衍射环带透镜所产生的象差，用于消除作用的衍射光线对 2 种光源的波长是同阶衍射光线。

如上所述，这种衍射光系统的特征在于：它包括光学表面，在该光表面上，衍射环带透镜位于折射面上，对具有两种不同波长的光源中的每一种，都消除了由衍射面而引起的某 1 种同阶衍射光线以及球面像差，因此，这些光线被校正为没有象差，这种情况几乎等于衍射极限。同阶衍射光线最好是一阶衍射光线。

作为本发明的使同阶衍射光能响应 2 种光源的每个波长的一种方法，该方法的优点在于：与使不同阶的衍射光线做响应的情况相比，光量的总体损耗较小。例如，在使用了 780nm 和 635nm 的两个波长的情况下，当一阶衍射光线被用于这两种波长时，光量的总体损耗要比将一阶衍射光线用于一个波长而将零阶衍射光线用于另一个波长的情况要小。另外，在将同阶衍射光线用于两种不同波长的光的情况下，当使用一阶衍射光时，光量

的损耗小于使用高阶衍射光线的情况。

另外，用于项 82 的光盘的衍射光系统的特征在于：被消除的象差是球面像差以及/或色差。

5 另外，用于项 83 的光盘的衍射光系统的特征在于：同阶的衍射光线是一阶衍射光线。

另外，用于项 84 的光盘的衍射光系统的特征在于：2 种不同波长的光源相应于其透明体衬底厚度相互不同的光盘。

另外，用于项 85 的光盘的衍射光系统的特征在于：在彼此不同的两种波长中的较短波长的光源的波长不大于 700nm。

10 另外，用于项 86 的光盘的衍射光系统的特征在于：在彼此不同的两种波长中的较长波长的光源的波长不短于 600nm。

另外，用于项 87 的光盘的衍射光系统的特征在于：在衍射环带透镜中，表示环带位置的相位函数包括除幂级数的二阶方以外的项系数。

15 另外，用于项 88 的光盘的衍射光系统的特征在于：光衍射面是非球面的。

另外，用于项 89 的光盘的衍射光系统的特征在于：对彼此不同的 2 种波长的光源来说，衍射光线的衍射效率在几乎为居中的波长时最大。

另外，用于项 90 的光盘的衍射光系统的特征在于：对彼此不同的 2 种波长的光源来说，衍射光线的衍射效率在所述波长中的一个波长上为最大。

20 另外，用于项 91 的光盘的衍射光系统的特征在于：在光学表面上的衍射环带透镜内，球面像差被修正到较低值，在光学表面的非球面内，球面像差被修正到较高值。

另外，在用于项 91 的光盘的衍射光系统内，当物镜被用于例如是 CD 系统(例如，其波长为 780nm，衬底厚度为 1.2mm)和 DVD 系统(例如波长为 25 650nm，衬底厚度为 0.6mm)的平行光入射时，在 CD 系统中，由于衬底的厚度厚，因此球面像差与 DVD 系统相比具有较高的值，但由于这一球面像差已经用衍射透镜的波长差进行了校正，所以该衍射透镜的球面像差被降低。顺便说一句，在这种情况下，在 CD 系统的长波长内，衍射透镜的球面像差被大大降低，因此由于衬底厚度而受到的影响得到修正。在非球面内，30 因衬底厚度的不同而受到的影响未被修正，在 CD 系统和 DVD 系统内，球面像差被过修正到几乎相同的台阶别。在上述说明中，发现，当使用了衍

射的高阶项时，可以大大地控制球面像差的波运动。

另外，在用于项 92 的光盘的衍射光系统内，在具有 2 种不同波长的光源内，波长的差不小于 80nm。

5 另外，用于项 93 的光盘的衍射光系统的特征在于：在光盘的物镜光学系统内，当衍射环带透镜位于光学表面时，对具有 2 种不同波长的光源中的每一种，其某一种同阶衍射光线的轴向色差都得到校正。

另外，用于项 94 的光盘的衍射光系统的特征在于：具有两种不同波长的光源的波长差不小于 80nm，且衍射光系统具有单个的物镜，它能满足以下关系： $vd > 50$ ，其中 vd 是物镜的玻璃材料的阿贝数。

10 另外，用于项 95 的光盘的衍射光系统的特征在于：在对两种不同波长的透镜性能中，任何一个都不会具有大到实际使用的孔径的象差，在其外部，其象差变成弥散光。

另外，用于项 96 内的光盘的衍射光系统的特征在于：在对两种不同波长的透镜性能中，当在开放孔径内没有象差的波长的数值被定义为 $NA1$ ，
15 在实际使用中的其它波长的数值孔径被定义为 $NA2$ ，则以下的关系满足： $NA1 > NA2 > 0.5 \times NA1$ 。

另外，用于项 97 内的光盘的衍射光系统的特征在于：对 2 种不同波长的光盘的厚度是不同的。

另外，项 98 内的光学头装置是一种用于记录和再现的光学系统的光学
20 头装置，所述光学系统具有至少多于具有不同波长的 2 个光源，在这种光学系统中，使用同一物镜经由透明衬底，利用来自每个光源的发散的光通量向光信息记录媒体的信息记录表面记录信息以及/或再现来自光信息记录媒体的信息记录表面的信息，项 98 内的光学头装置的特征在于：物镜包括光学表面，在表面内，类环带衍射表面位于折射面上，且对至少一个光源，
25 通过物镜和透明衬底透射的光通量在最佳像点具有衍射极限性能。

这里，衍射极限性能意味着波前象差得到测量，且全部光通量的波前象差的均方根值(rms 值)不大于 Mareshal 允差波长的 0.07 倍。另外，实际使用中的孔径意味着可得到由光信息记录媒体的相应标准规定的数值孔径，且其与具有用于记录或再现相应的光信息记录媒体的信息所必需的光斑直径的衍射极限性能的物镜的数值孔径相应。
30

如上所述，由于实际使用中的数值孔径是随光信息记录媒体而定的，

因此穿过拾取装置的光学系统的实际光通量的光信息记录媒体一侧的数值孔径可以大于实际使用的数值孔径。

另外，在本发明中，最好是，最大数值孔径最好意味着实际使用中的数值孔径的最大一个。这即是，在可互换地用于多个光信息记录媒体的拾取装置的情况下，确定了实际所用的多个数值孔径，且更好的做法可以是，在这些数值孔径中的最大一个被定义为最大数值孔径。另外，预定的数值孔径和必需的数值孔径与实际使用中的数值孔径具有相同的意义。

顺便说一句，在将信息记录到光信息记录媒体上或再现来自光信息记录媒体的信息的情况下，当在实际的光学头装置中所用的光源具有与由标准规定的光源不同的波长时，设定实际所用的数值孔径，使所规定的波长与所规定的数值孔径之比，以及实际所用的波长与实际所用的数值孔径之比为常数。举个例子，在 CD 中，当使用标准的 780nm 波长的光源时，数值孔径为 0.45，但是，当使用具有 650nm 波长的光源时，数值孔径为 0.38。

另外，项 99 中的光学头装置是用于记录和再现的光学系统的一种光学头装置，这种光学系统具有至少 2 个以上的光源，这 2 个光源具有不同的波长，在这种光学系统中，来自每个光源的散射光通量被用来通过同一物镜经由透明衬底向光信息记录媒体的信息记录表面记录信息以及/或再现来自光信息记录媒体的信息记录表面的信息，项 99 内的光学头装置的特征在于：物镜包括光学表面，在该表面中，类环带衍射表面位于折射表面上，并且对至少一个光源，经由物镜和透明衬底而透射的光通量在最佳像点具有衍射极限特性，并且对至少一个光源，在通过物镜和透明衬底而透射的光通量中，一直到实际使用中的孔径的光通量在最佳像点具有衍射极限特性，并且提供有类环带衍射表面，以便其外部变成弥散光。

另外，项 100 内的光学头装置的特征在于：上述装置具有至少 3 个光源，它们具有不同的波长。

另外，项 101 内的光学头装置的特征在于：上述装置包括光表面，在该光表面上，至少提供有多于 2 个的类环带衍射表面。

另外，项 102 内的光学头装置的特征在于：上述装置包括类环带滤波器，以便屏蔽进入物镜的光通量内的实际使用的孔径外的光通量的一部分。

另外，项 103 内的光学头装置的特征在于：在上述装置中，所述单元包括光源和物镜，该单元至少与光信息记录媒体平行地被驱动。

另外，项 104 内的光学头装置的特征在于：在上述装置中，所述单元包括光源和物镜，该单元进一步与光信息记录媒体垂直地被驱动。

另外，依据项 105 的发明是一种音频以及/或像记录以及/或一种音频以及/或像再现装置，其特征在于：安装有上述光学头装置。

- 5 另外，项 106 内的物镜是一种用于记录和再现的光学系统的物镜，所述光学系统具有至少多于 2 个光源，所述 2 个光源具有不同的波长，在这种光学系统中，来自每个光源的发散的光通量被用来通过同一物镜经由透明衬底向光信息记录媒体的信息记录表面上记录信息以及/或再现来自光信息记录媒体的信息记录表面的信息，物镜的特征在于：它包括光学表面，
10 在该光学表面上，类环带衍射表面位于折射表面上，对于至少一个光源，通过物镜和透明衬底而透射的光通量在最佳像点具有衍射极限特性。

- 另外，项 107 内的物镜是用于记录和再现光学系统的一种物镜，所述光学系统具有至少多于 2 个的光源，所述光源具有不同的波长，在所述光学系统中，来自每个光源的发散的光通量被通过同一物镜经由透明衬底用于向光信息记录媒体记录信息以及/或从中再现出信息，物镜的特征在于：
15 它包括光学表面，在该表面上，类环带衍射表面位于折射表面上，对于至少一种光源，通过物镜和透明衬底而传送的光通量在最佳像点具有衍射极限特性，对于至少一种光源，在通过物镜和透明衬底而透射的光通量中，一直到实际所用的孔径的光通量在最佳像点具有衍射极限特性，提供有类
20 环带衍射表面，这样其外部变为弥散光。

- 另外，在项 108 中的光学头装置中，从光源发射出的光通量被包括物镜的光会聚光学系统通过光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录表面上，且该光学头装置具有第一光源、第二光源和第三光源，并用来记录和播放光信息记录媒体；第一光源具有波长 λ_1 ，以记录/再现第一光信息记录媒体；第二光源具有波长 λ_2 ，以记录/再现第二光信息记录媒体；第三光源具有 λ_3 ，以记录/再现第三光信息记录媒体；这些光源的波长彼此不同；
25 所述光学头装置的特征在于：在所述物镜的至少一面上，形成了一个衍射面，该衍射面用于通过对每一个光信息记录媒体的某种同阶衍射光线将球面像差校正到与衍射极限相同或更小的程度。

- 30 另外，在项 109 内的光学头装置中，从光源发射出的光通量被包括物镜的光会聚光学系统通过光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录表

面上, 且该光学头装置具有第一光源、第二光源和第三光源, 并用来记录和播放光信息记录媒体; 第一光源具有波长 λ_1 , 以记录/再现第一光信息记录媒体; 第二光源具有波长 λ_2 , 以记录/再现第二光信息记录媒体; 第三光源具有 λ_3 , 以记录/再现第三光信息记录媒体; 这些光源的波长彼此不同;

- 5 所述光学头装置的特征在于: 在物镜的至少一面上, 对每一个光信息记录媒体使用某种同阶的衍射光线, 对至少一种光信息记录媒体, 一直到实际所使用的孔径的象差被制作为几乎与衍射极限处于同一等级或比它还要小, 且使得孔径外部的一部分象差变成弥散光。

- 在用于记录以及/或再现光信息记录媒体的项 109 内的光学头装置中,
10 对于每一种光信息记录媒体, 由物镜形成的衍射面使用了某种同阶衍射光线, 对于至少一种光信息记录媒体, 一直可到实际所用的孔径的象差被制作为几乎与衍射极限处于相同的台阶别或比它更小, 并使得该孔径外的部分的象差变成弥散光。

- 另外, 正如将要在下面的项中所描述的那样, 最好是, 在物镜的两个
15 面上都形成衍射面, 且衍射光线是一阶衍射光线。以下的特征在于: 衍射面形成围绕物镜光轴的一类环带形, 用来表示环带位置的相位函数包括除幂级数的 2 阶方项以外的项系数, 但是, 相位函数也可以包括幂级数的二阶方项, 也可以不包括它。另外, 最好是, 在衍射面内, 对第一光源、第二光源和第三光源中的每一个, 衍射光线的衍射效率在两端的波长或在中间
20 区域的波长为最大。另外, 物镜具有为非球面的至少一面, 且衍射面上的球面像差被校正而降低, 而非球面上的球面像差被校正而提高, 因此可以提供上述功能。

另外, 项 110 中的光学头装置的特征在于: 衍射面形成于物镜的两面上。

- 另外, 项 111 中的光学头装置的特征在于: 同阶衍射光线为一阶衍射
25 光线。

另外, 项 112 中的光学头装置的特征在于: 衍射面形成围绕物镜光轴的一类环带状, 且表示环带位置的相位函数包括除幂级数的二阶方项之外的项的系数。

- 另外, 项 113 中的光学头装置的特征在于: 衍射面形成围绕物镜光轴
30 的一类环带状, 且表示环带位置的相位函数包括幂级数的二阶方项系数。

另外, 项 114 中的光学头装置的特征在于: 衍射形成面围绕物镜光轴

的类环带状，且表示环带位置的相位函数不包括除幂级数的二阶方项系数。

另外，项 115 中的光学头装置的特征在于：对于第一光源、第二光源以及第三光源中的每一个，衍射光线的衍射效率在两端或在中间区域的波长处最大。

- 5 另外，项 116 中的光学头装置的特征在于：物镜中的至少一面为非球面，在衍射面上的球面像差被修正变小，而非球面上的球面像差被修正变大。

另外，项 117 中的发明是一个音频以及/或像写入以及/或一个音频以及/或像再现装置，这些装置的特征在于：安装有在项 108-116 中任一项所描述

10 述的具有第一光源、第二光源以及第三光源的光学头装置。

另外，项 118 中的物镜被用于光学头装置，在这种装置中，从光源发射出的光通量通过光会聚光学系统经由光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录面上，在光学头装置中，具有第一光源、第二光源和第三光源，并记录和播放光信息记录媒体；第一光源具有波长 λ_1 ，以记录/再现第一光

15 信息记录媒体；第二光源具有波长 λ_2 ，以记录/再现第二光信息记录媒体；第三光源具有 λ_3 ，以记录/再现第三光信息记录媒体；这些光源的波长彼此不同；所述物镜的特征在于：在物镜的至少一面上，形成有衍射面，在该衍射面中，对每一种光信息记录媒体，都使用同阶衍射光线来校正球面像差，以将其校正成与衍射极限处于同一等级，或比它还要小。

20 另外，项 119 中的物镜被用于光学头装置，在这种装置中，从光源发射出的光通量通过光会聚光学系统经由光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录面上，在光学头装置中，具有第一光源、第二光源和第三光源，并记录和播放光信息记录媒体；第一光源具有波长 λ_1 ，以记录/再现第一光信息记录媒体；第二光源具有波长 λ_2 ，以记录/再现第二光信息记录媒体；

25 第三光源具有 λ_3 ，以记录/再现第三光信息记录媒体；这些光源的波长彼此不同；所述物镜的特征在于：在物镜的至少一面上，对每一个光信息记录媒体，都使用某种同阶衍射光线，且对至少一个光信息记录媒体，以及对于球面像差被校正而直到实际所用的孔径达到几乎与衍射极限处于同一台阶别或比它要小，且对于该孔径外的部分，象差变成弥散光。

30 另外，在项 120 中的光学头装置中，从光源发射出的光通量通过光会聚光学系统经由光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录面上，在光

学头装置中，具有第一光源、第二光源和第三光源，并记录和播放光信息记录媒体；第一光源具有波长 λ_1 ，以记录/再现第一光信息记录媒体；第二光源具有波长 λ_2 ，以记录/再现第二光信息记录媒体；第三光源具有 λ_3 ，以记录/再现第三光信息记录媒体；这些光源的波长彼此不同；所述光学头的特征在于：在光会聚系统的至少一面上形成有衍射面，在该衍射面中，对每一种光信息记录媒体，都使用某种同阶衍射光线来校正球面像差，以将其校正到与衍射极限处于同一等级，或比它还要小。

另外，在项 121 中的光学头装置中，从光源发射出的光通量通过光会聚光学系统经由光信息记录媒体的透明衬底而会聚到信息记录面上，在光学头装置中，具有第一光源、第二光源和第三光源，并记录和播放光信息记录媒体；第一光源具有波长 λ_1 ，以记录/再现第一光信息记录媒体；第二光源具有波长 λ_2 ，以记录/再现第二光信息记录媒体；第三光源具有 λ_3 ，以记录/再现第三光信息记录媒体；这些光源的波长彼此不同；所述光学头的特征在于：在光会聚光学系统的至少一面上提供有衍射面，该衍射面中，对每一种光信息记录媒体都使用某种同阶衍射光线，对至少一种光信息记录媒体，直到实际所用的孔径，象差被校正到几乎与衍射极限处于同一台阶别或比它还小，而对在孔径外的部分，象差变成弥散光。

另外，项 122 内的光学头装置还具有：具有波长 λ_1 的第一光源、波长为 λ_2 的第二光源($\lambda_2 \neq \lambda_1$)；在至少一面上具有衍射图案的物镜，它来自各个光源的光通量经由透明衬底会聚到光信息记录媒体的信息记录面上；光检测器，接收来自光信息记录媒体的第一光源和第二光源的发射光通量的反射光，当使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 m 阶衍射光线(m 是一个非零整数)时，其透明衬底的厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体被记录以及/或被播放，当使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 n 阶衍射光线($n=m$)时，其厚度为 t_2 ($t_2 \neq t_1$)的第二光信息记录媒体被记录以及/或被播放。

另外，项 123 内的光学头装置是用于有这样一种关系的光学头装置，即第一和第二光源的波长 λ_1 和 λ_2 的关系是 $\lambda_1 < \lambda_2$ ，透明衬底 t_1 和 t_2 的厚度是 $t_1 < t_2$ ，该光学头装置的特征在于所述 m 阶和 n 阶衍射光都是 $+1$ 阶衍射光。

另外，项 124 内的光学头装置是用于有这样一种关系的光学头装置，

即第一和第二光源的波长 λ_1 和 λ_2 的关系是 $\lambda_1 < \lambda_2$, 透明衬底 t_1 和 t_2 的厚度是 $t_1 > t_2$, 该光学头装置的特征在于所述 m 阶和 n 阶衍射光都是-1阶衍射光。

另外, 项 125 内的光学头装置的特征在于: 在项 122 内的装置中, 当
5 用波长为 λ_1 的第一光源对透明衬底的厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或执行再现时, 所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径被定义为 NA_1 , 当用波长为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)的第二光源对透明衬底的厚度为 t_2 ($t_2 > t_1$)的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现时, 所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径被定义为 NA_2 ($NA_2 < NA_1$), 在物镜
10 的至少一面上的衍射图案对光轴是旋转对称的, 从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第一光源的光通量的+1阶衍射光线被会聚为一个光通量, 其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{H1} , 从与物镜的衍射图案的光轴一侧最近的环境中来自第一光源的光通量的+1阶衍射光线被会聚为光通量, 其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{L1} , 以下关系
15 满足:

$$NA_{H1} < NA_1, 0 \leq NA_{L1} \leq NA_2.$$

另外, 项 126 中的光学头装置的特征在于: 在项 122 内的装置中, 当
由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底的厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体进行记录以及/或再现时, 在所需物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值
20 孔径被定义为 NA_1 , 当由波长为 λ_2 的第二光源($\lambda_2 > \lambda_1$)对其透明衬底的厚度为 t_2 ($t_2 > t_1$)的第二光信息记录媒体进行记录以及/或再现时, 在所述的物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值孔径被定义为 NA_2 ($NA_2 > NA_1$), 物镜的至少一面上所提供的衍射图案对光轴是旋转对称的, 从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第一光源的光通量的+1阶衍射光
25 线被会聚为一个光通量, 其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{H1} , 从与物镜的衍射图案的光轴一侧最近的环境中来自第一光源的光通量的+1阶衍射光线被会聚为光通量, 其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{L1} , 以下关系满足:

$$NA_{H1} < NA_2, 0 \leq NA_{L1} \leq NA_1.$$

30 另外, 项 127 中的光学头装置的特征在于: 在项 122 内的装置中, 当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底的厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体进

行记录以及/或再现时，在所需的物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值孔径被定义为 NA_1 ，当由波长为 λ_2 的第二光源($\lambda_2 > \lambda_1$)对透明衬底的厚度为 $t_2(t_2 < t_1)$ 的第二光信息记录媒体进行记录以及/或再现时，在所述的物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值孔径被定义为 $NA_2(NA_2 < NA_1)$ ，

- 5 物镜的至少一面上所提供的衍射图案对光轴是旋转对称的，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第一光源的光通量的-1 阶衍射光线被会聚为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{H1} ，从与物镜的衍射图案的光轴一侧最近的环境中来自第一光源的光通量的-1 阶衍射光线被会聚为光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{L1} ，以下关系满足：

$$NA_{H1} < NA_1, 0 \leq NA_{L1} \leq NA_2.$$

- 另外，项 128 中的光学头装置的特征在于：在项 122 内的装置中，当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底的厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体进行记录以及/或再现时，在物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值孔径
- 15 被定义为 NA_1 ，当由波长为 λ_2 的第二光源($\lambda_2 > \lambda_1$)对其透明衬底的厚度为 $t_2(t_2 < t_1)$ 的第二光信息记录媒体进行记录以及/或再现时，在所述物镜的光信息记录媒体一侧上的必要的数值孔径被定义为 $NA_2(NA_2 > NA_1)$ ，物镜的至少一面上所提供的衍射图案对光轴是旋转对称的，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第一光源的光通量的-1 阶衍射光线被会聚
- 20 为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{H1} ，从与物镜的衍射图案的光轴一侧最近的环境中来自第一光源的光通量的-1 阶衍射光线被会聚为光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NA_{L1} ，以下关系满足：

$$NA_{H1} < NA_2, 0 \leq NA_{L1} \leq NA_1.$$

- 25 另外，项 129 中的光学头装置的特征在于：在项 125 内的装置中，在来自第一光源的光通量内，不通过衍射图案的光通量的光会聚位置与穿过衍射图案的光通量的光会聚位置几乎相同，不穿过衍射图案的光通量的数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_1 。

- 30 另外，项 130 中的光学头装置的特征在于：在项 126 内的装置中，在来自第二光源的光通量内，不通过衍射图案的光通量的光会聚位置与穿过衍射图案的光通量的光会聚位置几乎相同，不穿过衍射图案的光通量的数

值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_2 。

- 另外，项 131 中的光学头装置的特征在于：在项 127 内的装置中，在来自第一光源的光通量内，不通过衍射图案的光通量的光会聚位置与穿过衍射图案的光通量的光会聚位置几乎相同，不穿过衍射图案的光通量的数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_1 。

另外，项 132 中的光学头装置的特征在于：在项 128 内的装置中，在来自第二光源的光通量内，不通过衍射图案的光通量的光会聚位置与穿过衍射图案的光通量的光会聚位置几乎相同，不穿过衍射图案的光通量的数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_2 。

- 10 另外，项 133 中的光学头装置的特征在于：在项 129 内的装置中，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第二光源的光通量的 +1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NAH_2 ，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中来自第二光源的光通量的 +1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_2 ，如此设置穿过物镜的光通量的球面像差，使得在来自第一光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_1 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第一光信息记录媒体的记录以及/或再现，在来自第二光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NAH_2 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第二光信息记录媒体的记录以及/或再现。

- 25 另外，项 134 中的光学头装置的特征在于：在项 130 内的装置中，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第二光源的光通量的 +1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 NAH_2 ，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中来自第二光源的光通量的 +1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_2 ，如此设置穿过物镜的光通量的球面像差，使得在来自第一光源的光通量中，使用数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NAH_1 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第一光信息记录媒体的记录以及/或再现，在来自第二光源的光通量中，使用数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 NA_2 的光通量，且光斑被会聚到光信息
- 30

记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第二光信息记录媒体的记录以及/或再现。

另外，项 135 中的光学头装置的特征在于：在项 131 内的装置中，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第二光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 $NAH2$ ，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中来自第二光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 $NAL2$ ，如此设置穿过物镜的光通量的球面像差，使得在来自第一光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 $NA1$ 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第一光信息记录媒体的记录以及/或再现，在来自第二光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 $NAH2$ 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第二光信息记录媒体的记录以及/或再现。

另外，项 136 中的光学头装置的特征在于：在项 132 内的装置中，从与物镜的衍射图案的光轴分开得最远的环境中来自第二光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其在光信息记录媒体一侧的数值孔径为 $NAH2$ ，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中来自第二光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为一个光通量，其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 $NAL2$ ，如此设置穿过物镜的光通量的球面像差，使得在来自第一光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 $NAH1$ 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第一光信息记录媒体的记录以及/或再现，在来自第二光源的光通量中，使用其数值孔径在该光通量穿过物镜时不大于 $NA2$ 的光通量，且光斑被会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上，这样可以实施对第二光信息记录媒体的记录以及/或再现。

另外，项 137 中的光学头装置的特征在于：在项 133 内的装置中，在来自第一光源的光通量中，在穿过第一光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 $NA1$ 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，在来自第二光源的光通量中，在穿过第二光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 $NAH2$

的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 另外，项 138 中的光学头装置的特征在于：在项 134 内的装置中，在来自第一光源的光通量中，在穿过第一光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NAH1 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，在来自第二光源的光通量中，在穿过第二光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NA2 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 另外，项 139 中的光学头装置的特征在于：在项 135 内的装置中，在来自第一光源的光通量中，在穿过第一光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NA1 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，在来自第二光源的光通量中，在穿过第二光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NAH2 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 另外，项 140 中的光学头装置的特征在于：在项 136 内的装置中，在来自第一光源的光通量中，在穿过第一光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NAH1 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ ，在来自第二光源的光通量中，在穿过第二光信息记录媒体的透明衬底的最佳像点处，其数值孔径在光通量穿过物镜时不大于 NA2 的光通量的波前像差不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 。

- 另外，项 141 中的光学头装置的特征在于：在项 122-140 中的任何一项的装置中，在第一光源和物镜之间、在第二光源和物镜之间至少包含有一个准直仪，进入物镜的来自第一光源的光通量以及进入物镜的来自第二光源的光通量分别是平行光。

- 另外，项 142 中的光学头装置的特征在于：在项 141 内的装置中，用于来自第一光源的光通量的近轴焦点位置以及用于来自第二光源的光通量的近轴焦点位置几乎是一致的。

- 另外，项 143 内的光学头装置的特征在于：在项 129、133 和 137 内的装置中，所提供的第二衍射图案位于所述衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得对于来自第一光源的光通量，第二衍射图案的 +1 阶衍射光被会聚到光会聚位置上，来自第二光源的光通量没有被第二衍射图案衍射。

另外，项 144 内的光学头装置的特征在于：在项 130、134 和 138 内的

装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得来自第一光源的光通量在第二衍射图案中主要是+1阶衍射光，来自第二光源的光通量通过第二衍射图案透射出去，并被会聚到光会聚位置上。

- 5 另外，项145内的光学头装置的特征在于：在项131、135和139内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得第二衍射图案中的-1阶衍射光被会聚到对来自第一光源的光通量的光会聚位置上，第二衍射图案不对来自第二光源的光通量进行衍射。

- 10 另外，项146内的光学头装置的特征在于：在项132、136和140内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得来自第一光源的光通量在第二衍射图案中主要是-1阶衍射光，来自第二光源的光通量通过第二衍射图案透射出去，并被会聚到光会聚位置上。

- 15 另外，项147内的光学头装置的特征在于：在项129、133和137内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得对于来自第一光源的光通量第二衍射图案的透射光被会聚到所述光会聚位置上，来自第二光源的光通量为第二衍射图案内的-1阶衍射光的主要部分。

- 20 另外，项148内的光学头装置的特征在于：在项130、134和138内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得来自第一光源的光通量穿过第二衍射图案，来自第二衍射图案的光通主要量成为第二衍射图案中-1阶衍射光，并被会聚到会聚位置上。

- 25 另外，项149内的光学头装置的特征在于：在项131、135和139内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得对于来自第一光源的光通量，第二衍射图案透射的光被会聚到光会聚位置上，来自第二光源的光通量主要变为第二衍射图案内+1阶衍射光。

- 30 另外，项150内的光学头装置的特征在于：在项132、136和140内的装置中，所提供的第二衍射图案位于衍射图案的外部，如此设置第二衍射图案，使得来自第一光源的光通量穿过第二衍射图案，来自第二衍射图案的光通量主要成为第二衍射图案中+1阶衍射光，并被会聚到光会聚位置

上。

另外，项 151 内的光学头装置的特征在于：在项 129、131、133、135、137 或 139 内的装置中，装置包括一个光合成装置以及一个开度限制装置，利用前者可以形成由第一光源所发射的光通量以及由第二光源所发射的光通量，而后者可以传送来自第一光源的光通量，并且在来自第二光源的光通量中，开度限制装置不传送穿过与光合成装置和光信息记录媒体之间的衍射图案的光轴相对一侧区域的光通量。

另外，项 151 内的光学头装置的特征在于：在项 129、131、133、135、137 或 139 内的装置中，装置包括一个光合成装置以及一个开度限制装置，利用前者可以形成由第一光源所发射的光通量，以及形成由第二光源所发射的光通量，而后者可以传送来自第二光源的光通量，而且在来自第一光源的光通量中，开度限制装置不传送穿过与光合成装置和光信息记录媒体之间的衍射图案的光轴相对一侧区域的光通量。

另外，项 153 内的光学头装置的特征在于：在项 151 内的装置中，开度限制装置是一个环带滤波器，该环带滤波器传送来自第一光源的光通量，而在来自第二光源的光通量内，该环带滤波器反射或吸收穿过与衍射图案的光轴相反一侧区域的光通量。

另外，在项 154 内的光学头装置的特征在于：在项 152 内的装置中，开度限制装置是一个环带滤波器，该环带滤波器传送来自第二光源的光通量，而在来自第一光源的光通量内，该环带滤波器反射或吸收穿过与衍射图案的光轴相反一侧区域的光通量。

另外，在项 155 内的光学头装置的特征在于：在项 151 内的装置中，开度限制装置是一个环带滤波器，该环带滤波器传送来自第一光源的光通量，而在来自第二光源的光通量内，该环带滤波器对穿过与衍射图案的光轴相反一侧区域的光通量进行衍射。

另外，在项 156 内的光学头装置的特征在于：在项 152 内的装置中，开度限制装置是一个环带滤波器，该环带滤波器传送来自第二光源的光通量，而在来自第一光源的光通量内，该环带滤波器对穿过与衍射图案的光轴相反一侧区域的光通量进行衍射。

另外，在项 157 内的光学头装置的特征在于：在项 122-156 的任何一项的装置中，光检测器对第一光源和第二光源是公用的。

另外,在项 158 内的光学头装置的特征在于:在项 122-156 的任何一项的装置中,光检测器分别有用于第一光源的第一光检测器和第二光源的第二光检测器,这两个光检测器在空间上处于分离开的位置。

- 5 另外,在项 159 内的光学头装置的特征在于:在项 158 内的装置中,第一光源和第一光检测器或第二光源和第二光检测器中的至少一对形成一个单元。

另外,在项 160 内的光学头装置的特征在于:在项 157 内的装置中,第一光源、第二光源和公用的光检测器(单独一只光检测器)构成一个单元。

- 10 另外,在项 161 内的光学头装置的特征在于:在项 158 内的装置中,在光检测器中,第一光源的第一光检测器和第二光源的第二光检测器是分别提供的,第一光源、第二光源、第一光检测器和第二光检测器构成一个单元。

另外,在项 162 内的光学头装置的特征在于:在项 122-161 的任一项内的装置中,还提供了用于检测来自光盘的光的光检测器。

- 15 另外,在项 163 内的光学头装置具有:波长为 λ_1 的第一光源,波长为 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)的第二光源;波构成装置,可用于构成所发射的来自第一光源的光通量和所发射的来自第二光源的光通量;衍射光元件,在至少一面上具有衍射图案;物镜,分别将来自相应光源的光通量通过透明衬底而会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上;光检测器,它接收从光信息记录媒体反射回来的来自第一光源和第二光源的反射光通量的光,所述光学头装置的特征在于:至少使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的 m 阶衍射光线(其中, m 是一个非零的整数),因此,对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体进行记录以及/或播放,至少使用来自第二光源的光通量的物镜的衍射图案的 n 阶衍射光(其中 $n=m$),因此,对其透明衬底厚度为 t_2 ($t_2 \neq t_1$)的第二光信息记录媒体进行记录以及/或播放。
- 20
- 25

另外,项 164 内的光学头装置的特征在于:在项 163 内的装置中,在以下关系中使用光学头装置,即第一光源和第二光源的波长 λ_1 和 λ_2 的关系为 $\lambda_1 < \lambda_2$,透明衬底的厚度 t_1 和 t_2 的关系为 $t_1 < t_2$, m 阶和 n 阶衍射光都是 $+1$ 阶衍射光。

- 30 另外,项 165 内的光学头装置的特征在于:在项 163 内的装置中,在以下关系中使用光学头装置,即第一光源和第二光源的波长 λ_1 和 λ_2 的关系

为 $\lambda_1 < \lambda_2$, 透明衬底的厚度 t_1 和 t_2 的关系为 $t_1 > t_2$, m 阶和 n 阶衍射光都是-1 阶衍射光。

另外, 项 166 内的光学头装置的特征在于: 在项 163、164 和 165 内的装置中, 衍射光元件和物镜是被整体驱动的。

- 5 另外, 项 167 内的光学头装置的特征在于: 在项 122-166 内的装置中, 第一衍射图案的光轴方向的深度不大于 $2\mu\text{m}$ 。

另外, 用于项 168 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在其至少一面上具有衍射图案, 当有波长为 λ_1 的光通量入射时, 来自衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数)被会聚到第一光会聚位置, 当有波长为
10 λ_2 的光通量入射时, 来自衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中, $n=m$)被会聚到第二光会聚位置上, 该第二会聚位置与第一会聚位置不同。

另外, 用于项 169 内的光学头装置的物镜的特征在于: 当波长 λ_1 、 λ_2 为 $\lambda_1 < \lambda_2$ 时, 第一光会聚位置为对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体的光会聚位置, 第二光会聚位置为对其透明衬底厚度为 t_2 的第二光信息记录媒体的光会聚位置, 透明衬底的厚度 t_1 、 t_2 为 $t_1 < t_2$, m 阶和 n 阶衍射光都是 +1 阶衍射光。
15

另外, 用于项 170 内的光学头装置的物镜的特征在于: 当波长 λ_1 、 λ_2 为 $\lambda_1 < \lambda_2$ 时, 第一光会聚位置为对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体的光会聚位置, 第二光会聚位置为对其透明衬底厚度为 t_2 的第二光信息记录媒体的光会聚位置, 透明衬底的厚度 t_1 、 t_2 为 $t_1 > t_2$, m 阶和 n 阶衍射光都是-1 阶衍射光。
20

另外, 用于项 171 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在其至少一面上具有衍射图案, 当有波长为 λ_1 的光通量入射时, 来自衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数)具有这样的光会聚位置, 该位置用于对其
25 透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现, 当有波长为 λ_2 (其中 $\lambda_2 \neq \lambda_1$)的光通量入射时, 来自衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中, $n=m$)具有这样的光会聚位置, 该位置用于对其透明衬底的厚度为 t_2 (这里, $t_2 \neq t_1$)的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现。

另外, 用于项 172 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 171 内的
30 物镜中, 当波长 λ_1 、 λ_2 为 $\lambda_1 < \lambda_2$, 且透明衬底的厚度 t_1 、 t_2 为 $t_1 < t_2$ 时, m 阶和 n 阶衍射光都是 +1 阶衍射光。

另外，用于项 173 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 171 内的物镜中，当波长 λ_1 、 λ_2 为 $\lambda_1 < \lambda_2$ ，且透明衬底的厚度 t_1 、 t_2 为 $t_1 > t_2$ 时， m 阶和 n 阶衍射光都是-1阶衍射光。

另外，用于项 174 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 172 内的物镜中，当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现时，所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_1 ，当由波长为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)的第二光源对其透明衬底厚度为 t_2 ($t_2 > t_1$)的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现时，所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_2 ($NA_2 < NA_1$)，在物镜至少一面上的衍射图案对光轴是旋转对称的，从与物镜的衍射图案的光轴离开得最远的环境中自第一光源的光通量的+1阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAH_1 的光通量，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中自第一光源的光通量的+1阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_1 的一个光通量，且以下条件满足： $NAH_1 < NA_1$ ， $0 \leq NAL_1 \leq NA_2$ 。

另外，用于项 175 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 172 内的物镜中，当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现时，所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_1 ，当由波长为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)的第二光源对其透明衬底厚度为 t_2 ($t_2 > t_1$)的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现时，所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_2 ($NA_2 > NA_1$)，在物镜至少一面上的衍射图案对光轴是旋转对称的，从与物镜的衍射图案的光轴离开得最远的环境中自第一光源的光通量的+1阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAH_1 的光通量，从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中自第一光源的光通量的+1阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_1 的一个光通量，且以下条件满足： $NAH_1 < NA_2$ ， $0 \leq NAL_1 \leq NA_1$ 。

另外，用于项 176 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 173 内的物镜中，当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现时，所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_1 ，当由波长为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$)的第二光源对其透明衬底厚度

为 $t_2(t_2 > t_1)$ 的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现时, 所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 $NA_2(NA_2 < NA_1)$, 在物镜至少一面上的衍射图案对光轴是旋转对称的, 从与物镜的衍射图案的光轴离开得最远的环境中自第一光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAH_1 的光通量, 从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中自第一光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_1 的一个光通量, 且以下条件满足: $NAH_1 < NA_1$, $0 \leq NAL_1 \leq NA_2$ 。

另外, 用于项 177 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 173 内的物镜中, 当由波长为 λ_1 的第一光源对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现时, 所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 NA_1 , 当由波长为 $\lambda_2(\lambda_2 > \lambda_1)$ 的第二光源对其透明衬底厚度为 $t_2(t_2 < t_1)$ 的第二光信息记录媒体执行记录以及/或再现时, 所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为 $NA_2(NA_2 > NA_1)$, 在物镜至少一面上的衍射图案对光轴是旋转对称的, 从与物镜的衍射图案的光轴离开得最远的环境中自第一光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAH_1 的光通量, 从与物镜的衍射图案的光轴最近的环境中自第一光源的光通量的-1 阶衍射光被会聚为其数值孔径在光信息记录媒体一侧为 NAL_1 的一个光通量, 且以下条件满足: $NAH_1 < NA_2$, $0 \leq NAL_1 \leq NA_1$ 。

另外, 用于项 178 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 168-177 内的任一项的物镜中, 光表面包括衍射图案部分以及折射部分, 衍射部分和折射部分之间的边界包括不小于 $5\mu\text{m}$ 的高度差。

另外, 用于项 179 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 168-177 内的任一项中, 与光轴一侧最近的衍射部分的衍射图案的平均深度不大于 $2\mu\text{m}$ 。

另外, 用于项 180 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 179 中的物镜, 与光轴一侧最近的衍射部分的衍射图案的平均深度不大于 $2\mu\text{m}$, 与光轴一侧最远的衍射部分的衍射图案的平均深度不小于 $2\mu\text{m}$ 。

另外, 用于项 181 内的光学头装置的物镜的特征在于: 在项 168-180 的任一项内的物镜中, 光表面的衍射图案包括光轴部分。

另外，用于项 182 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 168-180 的任一项内的物镜中，光表面的光轴部分不具有衍射图案，它是一个折射表面。

- 5 另外，用于项 183 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 168、169、171、172 或 174 内的物镜中，当在 650nm 的光源的波长下，以预定的成像放大率通过厚度为 0.6mm 的透明衬底在信息记录表面上形成像时，它具有可达到至少 0.6 的数值孔径的衍射极限特性，当在 780nm 的光源的波长下，以预定的成像放大率通过厚度为 1.2mm 的透明衬底在信息记录表面上形成像时，它具有可达到至少 0.45 的衍射极限特性。

- 10 另外，用于项 184 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 183 内的物镜中，衍射图案的台阶数目不大于 15。

另外，用于项 185 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 168-184 的任一项内的物镜中，提供有衍射图案的光表面是一个凸面。

- 15 另外，用于项 186 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 185 内的物镜中，提供有衍射图案的光表面的折射部分是非球面。

另外，用于项 187 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 186 内的物镜中，衍射图案包括至少一个非球面折射部分。

另外，用于项 188 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 168-187 的任一项内的物镜中，物镜是单独的一只透镜。

- 20 另外，用于项 189 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 188 内的物镜中，仅仅在单独一只透镜的一个光表面上提供有衍射图案。

另外，用于项 185 内的光学头装置的物镜的特征在于：在项 188 内的物镜中，仅仅在单独一只透镜的一个光表面上提供有衍射图案，另一光表面是非球面的。

- 25 来自第一光源的无象差平行光被射入这样的物镜，通过使用设计成使平行光穿过第一光信息记录媒体的透明衬底(其厚度为 t_1)而被无象差地会聚的一只专用物镜，如下考虑来自第二光源的无象差平行光入射到这只物镜，并穿过第二光信息记录媒体的透明衬底(厚度 t_2 , $t_2 > t_1$)的情况。

- 30 对所射入的平行光，当没有衬底且波长为 λ_1 时，后焦点为 f_{B1} ，当波长为 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) 时，后焦点为 f_{B2} 。

在这种情况下，轴向色差 Δf_B 定义为 $\Delta f_B = f_{B2} - f_{B1} \dots \dots (1)$

当物镜为折射型非球面单透镜时, $\Delta f_B > 0$ 。

另外, 当波长为 λ_2 , 且光被会聚而穿过第二光信息记录媒体的透明衬底时, 在将轴焦点位置当作参照物的情况下, 球面像差由于以下原因而不为零:

5 (1) 由于波长而引起的球面像差与物镜的折射率相关, 折射率会随波长 λ_1 到 λ_2 的改变而改变。

(2) 由于第一光信息记录媒体的透明衬底的厚度 t_1 与第二光信息记录媒体的透明衬底的厚度 t_2 之间的差而产生的球面像差。

10 (3) 由于第一光信息记录媒体的透明衬底的折射率 $nd_1(\lambda_1)$ 与第二光信息记录媒体的透明衬底的折射率 $nd_2(\lambda_2)$ 之间的差而引起的球面像差。

当物镜是折射型非球面单透镜时, 由于因素(1)而产生的球面像差提高。由于因素(2)而产生的球面像差也提高。另外, 在 $nd_2 < nd_1$ 时, 由于因素(3)而产生的球面像差也提高。

15 在由于因素(1)-(3)而产生的过高球面像差中, 由于因素(2)而产生的球面像差几乎占了全部份额, 其阶是由于因素(1)而引起的球面像差。由于因素(3)而引起的球面像差几乎可被忽略。

上述假想与这样一种情况相应, 这种情况例如是第一光信息记录媒体是 DVD, 第一光源的波长 λ_1 为 650nm, 第二光信息记录媒体是 CD, 第二光源的波长 λ_2 为 780nm, 在 DVD(厚度 $t_1=0.6\text{mm}$)和 CD(厚度 $t_2=1.2\text{mm}$)中, 20 透明衬底的材料是相同的, 但厚度不同。

接下来, 如图 113(a)所示, 观察对光轴是旋转对称的衍射图案的 +1 阶衍射光时, 当波长较长时, +1 阶光的衍射角较大, +1 阶光更多地朝光轴一侧衍射, 更向下面一侧弯曲。即, 与射入来自波长为 λ_1 的第一光源的无象差的平行光通量的情况相比, 当射入来自波长为 λ_2 的第二光源的无象差的平行光通量时, +1 阶光具有这样一种性能, 它能降低轴色差和球面像差。25 通过使用这一性能, 可以降低当波长为 λ_2 的光穿过第二光信息记录媒体时的球面像差与当波长为 λ_1 的光穿过第一光信息记录媒体时的球面像差之间的差异, 这是通过引入旋转对称的衍射图案, 以及使用 +1 阶衍射光来实现的。

30 当第一光信息记录媒体的衬底厚度 t_1 大于第二光信息记录媒体的衬底厚度 t_2 时, 由于因素(2)而产生的球面像差降低, 如图 12(b)所示, 通过使用

具有可以提高要产生的轴色差和球差的特性的-1阶衍射光,能够降低像差。

在本发明中,在使用+1阶衍射光的情况下,当物镜材料的折射率在波长 λ_1 时为 $n(\lambda_1)$,物镜材料的折射率在波长 λ_2 时为 $n(\lambda_2)$,衍射图案的深度为 $\lambda_1/\{n(\lambda_1)-1\}$ 或 $\lambda_2/\{n(\lambda_2)-1\}$,甚至是使用了具有相对较小折射率的塑料材料,深度也不会大于 $2\mu\text{m}$,因此,对有集成了衍射图案的物镜的生产要比对传统全息光元件的或对全息类型的环形透镜的要容易。

另外,项191内的光学头装置,它具有:具有波长 λ_1 的第一光源;具有波长 λ_2 的第二光源($\lambda_1 \neq \lambda_2$);物镜在其至少一面上具有衍射图案,它能将来自相应光源的光通量穿过透明衬底会聚到光信息记录媒体的信息记录面上;光检测器接收由第一光源和第二光源发射出的从光信息记录媒体上反射回来的反射光,光学头装置的特征在于:通过使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数),光学头装置能对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行信息记录或再现的至少一种,通过使用来自第二光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中 $n=m$),光学头装置对其透明衬底厚度为 $t_2(t_2 \neq t_1)$ 的第二光信息记录媒体执行信息记录或再现中的至少一种,该物镜是由塑料材料制成的,塑料材料满足以下关系:当温度改变 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 时,折射率的改变量被定义为 Δn ,则 $-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n/\Delta T < -0.00005/^{\circ}\text{C}$,第一光源满足以下关系:当温度改变 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 时,发射波长的改变量被定义为 $\Delta \lambda_1(\text{nm})$,则 $0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C} < \Delta \lambda_1/\Delta T < 0.5\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 。

依据项191,因为塑料物镜内的折射率由于温度变化而引起的光学头装置的特性改变以及因为光源波长由于温度变化而引起的光学头装置的特性改变具有彼此趋于相互抵消的作用,可获得补偿效果,从而可得到对温度变化有很强适应性的光学头装置。

另外,项192内的光学头具有:具有波长 λ_1 的第一光源;具有波长 $\lambda_2(\lambda_1 \neq \lambda_2)$;物镜,至少在其一个面上具有衍射图案,它将来自相应光源的光通量穿过透明衬底会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上;光检测器,接收从第一光源和第二光源发射出的从光信息记录媒体上反射回的反射光,光学头装置的特征在于:通过使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数),光学头装置可以对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行信息记录或再现中的至少一种,

通过使用来自第二光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中 $n=m$)，光学头装置可以对其透明衬底厚度为 $t_2(t_2 \neq t_1)$ 的第二光信息记录媒体执行信息记录或再现中的至少一种，波长 λ_1 、 λ_2 ，透明衬底 t_1 和 t_2 的厚度具有如下关系： $\lambda_2 > \lambda_1$ ， $t_2 > t_1$ ，在由第一光源对第一光信息记录媒体执行记录以及/或再现所需的物镜的光信息记录媒体一侧的必要的数值孔径为

5 NA1，物镜在波长 $\lambda_1(\text{nm})$ 时的焦距为 $f_1(\text{mm})$ ，环境温度变化为 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的情况下，当会聚到第一信息记录媒体的信息记录表面上的光通量的波前像差的三阶球面像差分量的变化量为 $\Delta WSA3(\lambda_1 \text{rms})$ 时，以下关系满足：

$$0.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} < \Delta WSA3 \cdot \lambda_1 / \{f \cdot (\text{NA}1)^4 \cdot \Delta T\} < 2.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

- 10 依据项 192，当目标项的值不大于上限时，甚至在环境温度变化时，也可很容易地维护拾取装置的特征，当目标项的值不小于下限时，即便只有温度发生改变，也可很容易地维护拾取目标装置的特性。

另外，项 193 内的光学头装置的特征在于：在项 191 或 192 中，在第一光源和物镜之间、在第二光源和物镜之间至少包括一个准直仪，来自第一光源入射到物镜的光通量和来自第二光源入射到物镜的光通量均几乎是平行光。

15

另外，项 194 内的光学头装置的特征在于：在项 191、192 或 193 中， t_1 为 0.55mm-0.65mm， t_2 为 1.1mm-1.3mm， λ_1 为 630nm-670nm， λ_2 为 760nm-820nm。

- 20 另外，项 192 内的光学头装置提供有：具有波长 λ_1 的第一光源；具有波长 λ_2 的第二光源($\lambda_1 \neq \lambda_2$)；物镜，在其至少一面上具有衍射图案，它使来自相应光源的光通量穿过透明衬底会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上；光检测器，接收从第一光源和第二光源发射出的从光信息记录媒体上反射回的反射光，光学头装置的特征在于，通过使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数)，光学头对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行信息记录或再现的至少一种，通过使用来自第二光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中 $n=m$)，光学头对其透明衬底厚度为 $t_2(t_2 \neq t_1)$ 的第二光信息记录媒体执行信息记录或再现的至少一种，该光学头还具有一个校正装置，用于补偿入射到所述物镜的来自第一和第二光源中至少一个光源的光通量的发散程度。
- 25
- 30

依据项 195, 通过补偿入射到物镜的光通量的发散程度, 包含物镜的整个光系统的三阶球面像差可依据设计值而得到修正。

5 另外, 项 196 内的光学头装置, 在项 195 内, 该装置包括在第一光源和物镜之间的、第二光源和物镜之间的至少一个准直仪, 项 197 内的光学头装置的特征在于: 通过改变第一以及/或第二光源和至少一个准直仪之间的距离, 从而用校正装置实现了对发散程度的校正。由校正装置对发散程度进行校正的特征在于: 这是通过改变第一和/或第二光源和至少一个准直仪之间的距离而实现的。通过改变光源和准直仪之间的距离, 可以校正入射到物镜的来自一个光源的光通量的发散程度。

10 另外, 项 192 内的光学头装置具有: 具有波长 λ_1 的第一光源; 具有波长 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)的第二光源; 物镜, 在其至少一面上具有衍射图案, 该物镜将来自相应光源的光通量穿过透明衬底会聚到光信息记录媒体的信息记录表面上; 光检测器, 它接收从第一光源和第二光源发射出的而从光信息记录媒体反射回的反射光, 光学头装置的特征在于: 通过使用来自第一光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 m 阶衍射光(其中 m 是一个非零整数), 光学头装置对其透明衬底厚度为 t_1 的第一光信息记录媒体执行信息记录或再现中的至少一种, 通过使用来自第二光源的光通量的物镜的衍射图案的至少 n 阶衍射光(其中 $n=m$), 光学头装置对其透明衬底厚度为 t_2 ($t_2 \neq t_1$)的第二光信息记录媒体执行信息记录或再现中的至少一种, 对于第一和第二光源输出的具有两种不同波长(λ)的光的每一种, 像形成表面上的波前像差在物镜的像侧上的最大数值孔径内不大于 $0.07\lambda_{rms}$ 。

15 20

依据项 198, 在对第一和第二信息记录媒体进行记录以及/或再现时, 在每一个信息记录表面和光检测器中没有弥散光, 因此, 光学头装置的性能变得更出色。

25 另外, 项 199 内的光学头装置的特征在于: 在项 122-156、198 的任何一项中, 第一光源和第二光源构成一个单元, 光检测器对第一光源和第二光源是公用的。

以下, 将参照附图, 对本发明的实施例进行详细说明。

30 本发明的第一实施例的光系统基本上是一个 2 面非球面单透镜, 且在一个非球面上有衍射环带(环形区域衍射表面)。一般来说, 在非球面折射表面内, 当对某种主波长的光校正球面像差, 对于波长短于主波长光的波长

光, 球面像差降低(校正不足)。相反, 在作为具有衍射表面的透镜的衍射透镜中, 当球面像差受到主波长光的校正时, 球面像差在短于主波长的波长上被提高(校正过度)。因此, 当正确选择对折射的非球面透镜的非球面系数、折射透镜的相位差函数的系数, 并合并折射光焦度和衍射光焦度时, 球面像差能被 2 种不同波长的光进行精确校正。

另外, 一般来说, 衍射环带的间距是使用像差函数或光程差函数定义的, 这将在后面的例子中进行详细说明。具体来说, 在以下[等式 1]中表示了相位差函数 Φ_B , 其单位为弧度, 在以下[等式 2]中表示了光程差函数 Φ_b , 其单位为 mm。

10 [等式 1]

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h_{2i}$$

[等式 2]

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h_{2i}$$

这 2 种表达方法虽然彼此的单位不同, 但是它们在表示衍射环带的间距的意义上是彼此等价的。即对主波长 λ (单位 mm)。当相位差函数的系数 B 乘以 $\lambda/2\pi$ 时, 它可被转换为光程差函数的系数 b, 或相反, 当光程差函数的系数 b 乘以 $2\pi/\lambda$ 时, 可将它转换为相位差函数的系数 B。

在此, 为简单说明起见, 将说明使用 1 阶衍射光的衍射透镜。在光程差函数的情况下, 当每阶函数值超过主波长 λ 的整数倍时, 就刻出环带, 在相位差函数的情况下, 当每阶函数值超过 2π 的整数倍时, 就刻出环带。

例如, 考虑在对 2 面圆柱形材料的无折射光焦度的一面上刻有衍射环带的透镜, 当主波长为 $0.5\mu\text{m}=0.0005\text{mm}$ 时, 光程差函数的二阶幂项系数(二阶幂项)为-0.05(当被转换为相位差函数的二阶幂项系数时, 它是-628.3), 其它阶幂项系数全部为零, 第一环带的直径为 $h=0.1\text{mm}$, 第二环带的直径为 $h=0.141\text{mm}$ 。另外, 关于这一衍射透镜的焦距 f, 光程差函数的二阶幂项系数 b_2 , $b_2=-0.05$ 时, 我们知道 $f=-1/(2 \cdot b_2)=10\text{mm}$ 。

这里, 在使用上述定义为基础的情况下, 当相位差或光程差的二阶幂项系数是一个非零值时, 可校正靠近光轴即所谓近轴区域内的色差。另外, 当不是相位差函数或光程差函数的二阶幂项系数的系数例如是四阶幂项系数、六阶幂项系数、八阶幂项系数、十阶幂项系数等是一个非零值, 可控

制 2 个波长之间的球面像差。顺便提一句，在此，“控制”意味着可使 2 个波长之间的球面像差的差变得非常小，同时还可提供用于光学要求所必需的差。

作为上述说明的具体应用，当来自具有不同波长的 2 种光源的准直光(平行光)同时入射到物镜时，为在光盘上形成像，最好是，一开始用相位差函数或光程差函数的二阶幂项系数来校正近轴色差，然后进一步减小 2 个波长的球面像差之间的差，这样，通过利用相位差函数或光程差函数的四阶幂项或后面的阶幂项系数，使旁轴色差在允许值内。

另外，作为另一个例子，下面考虑说明其中一个物镜用于具有不同波长的 2 个光源的光的情况，对于一个波长的光，像差被校正，以用于具有厚度(透明衬底的厚度)为 t_1 的盘，对于另一个波长的光，像差被校正，以用于具有厚度(透明衬底的厚度)为 t_2 的盘。在这种情况下，当主要使用相位差函数或光程差函数的四阶幂项之后的系数时，提供有 2 个波长之间的球面像差的差，且使用对于相应厚度的相应的波长来校正该球面像差。另外，在两种情况下，对于折射面，非球面要比球面更容易进行 2 个波长之间的像差校正。

上述非球面折射面对不同波长具有相应的不同的折射光焦距，并具有不同的光会聚点，因此，相应的光会聚点与具有相应衬底厚度的光盘相对应。在这种情况下，光源中较短的波长不大于 700nm，光源中较长的波长不小于 600nm，最好是，其波长差不小于 80nm。另外，最好是，波长差不大于 400nm，进一步来说，更好的是，波长差不小于 100nm，而不大于 200nm。可取的是，对于具有 2 个不同波长的光来说，衍射面在中间波长处具有最大衍射效率，但衍射面也可在任何一个波长处具有最大衍射效率。

通过使用与对球面像差的校正相同的行为，可为光面上提供衍射环带透镜，对于具有 2 个不同波长的光源中的每一个，可通过某种同阶衍射光来校正轴差。即，可将用于具有 2 个不同波长的光源的光的轴色差校正到 $\pm \lambda/(2NA^2)$ 的范围内。其中， λ 是 2 个波长中较长的一个波长，NA 是与较长波长相应的像一侧的数值孔径。

另外，当具有 2 个不同波长的光源的波长差不小于 80nm 时，物镜的玻璃材料的阿贝数为 v_d ，希望能满足以下条件的表达式：

$$v_d > 50 \quad \dots\dots(1)$$

条件表达式(1)是在对有 2 个不同波长的光源校正轴色差时，减小二阶谱的

一个条件。

接下来，当衍射面位于很薄的单透镜的一面上时，整个单透镜就被看作是折射透镜和衍射面的合成，折射透镜作为生成衍射凸凹的基础，以下，将考虑这种合成透镜的色差。由某种波长 λ_x 和波长 λ_y ($\lambda_x < \lambda_y$) 构成的无色

5 差条件如下：

$f_R \cdot v_R + f_D \cdot v_D = 0$ ，其中 f_R 、 f_D ：相应的折射透镜与衍射面的焦距， v_R 、 v_D ：相应的折射透镜与衍射面的阿贝数，并由以下表达式所确定：

$$v_R = (n_0 - 1) / (n_x - n_y)$$

$$v_D = \lambda_0 / (\lambda_x - \lambda_y)$$

10 其中， n_0 ：在基准波长处的折射率， λ_0 ：基准波长。

在这种情况下，对某个波长 λ_z 的色差 δf 用以下等式表示：

$$\delta f = f(\theta_R - \theta_D) / (v_R - v_D) \quad \dots \dots (2)$$

其中， θ_R 、 θ_D ：折射透镜和衍射面的相应的局部变化比，它们由以下等式确定。

$$15 \quad \theta_R = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$$

$$\theta_D = (\lambda_x - \lambda_z) / (\lambda_x - \lambda_y)$$

其中， n_z ：在波长 λ_z 处的折射率。

举个例子，将 $\lambda_0 = \lambda_x = 635\text{nm}$ ， $\lambda_y = 780\text{nm}$ ， $\lambda_z = 650\text{nm}$ ，作为基础的折射透镜的玻璃材料为由Hoya公司制造的BSC7($v_d = 64.2$)，这样，得到 $v_R = 134.5$ ，

20 $v_D = -4.38$ ， $\theta_R = 0.128$ ， $\theta_D = 0.103$ ，这样可得到 $\delta f = 0.18 \times 10^{-3}f$ 。

另外，当作为基础的折射透镜的玻璃材料变为由Hoya公司制造的E-FD1($v_d = 29.5$)时，则可得到 $v_R = 70.5$ ， $\theta_R = 0.136$ ，这样可得到 $\delta f = 0.44 \times 10^{-3}f$ 。

如上所述，在等式(2)中，在右侧分母($v_R - v_D$)中，由于 $|v_D|$ 远远小于 $|v_R|$ ，则折射透镜的阿贝数 v_R 的变化决定着由于替换折射透镜的玻璃材料而引起色差 δf 的变化。另一方面， θ_R 和 θ_D 仅仅是由波长确定的，右侧分子($\theta_R - \theta_D$)的变化所作的贡献要小于右侧分母($v_R - v_D$)。

依据上述说明，在具有衍射面的透镜中，为抑制二阶谱 δf ，使其变小，应该能理解，选择具有较大阿贝数 v_R 的材料用于折射透镜的材料是一种有效方法。条件等式(1)显示了有效的限制，以抑制二阶谱，这样能应付光源波长的变化。

30 另外，在下述情况下，即消色差处理时没有使用衍射面，而是将两种

材料的折射透镜粘在一起, 当对每一种材料, 有 $\theta R = a + b \cdot vR + \Delta\theta R$ (a 、 b 为常数), 如果 $\Delta\theta R$ 很小, 且没有异常色散性, 则第二谱 δf 不依赖于2个折射透镜的阿贝数 vR 。因此, 应当理解, 表达式(1)对衍射光系统是一种特定条件。

- 5 为很容易地生产本发明中的衍射透镜, 物镜最好是由塑料材料构成的。作为满足条件表达式(1)的塑料材料, 可使用丙烯酸系列、聚烯烃系列塑料材料, 但从抗湿性和抗热性来考虑, 最好使用聚烯烃系列。

接下来, 将具体说明本发明第二实施例的物镜以及具有该物镜的光学头装置的结构。

- 10 在图48中, 显示了本发明的光学头装置的原理结构图。作为通过光学头装置可以向其记录信息以及/或从中再现信息的光信息记录媒体的光盘20是三种类型的盘, 第一种光盘(例如DVD)的透明衬底的厚度为 t_1 , 第二种光盘(例如, 使用第二代高密度光盘的蓝色激光)和第三种光盘(例如CD), 其透明衬底的厚度为 t_2 , 与 t_1 不同, 以下, 这些盘将被称作光盘20。这里,
- 15 透明衬底的厚度 $t_1=0.6\text{mm}$, $t_2=1.2\text{mm}$ 。

- 附图中所示的光学头装置具有: 作为光源有, 作为第一光源的第一半导体激光器11(波长 $\lambda_1=610\text{nm}-670\text{nm}$), 作为第二光源的蓝色激光器12(波长 $\lambda_2=400\text{nm}-440\text{nm}$), 作为第三光源的第二半导体激光器13(波长 $\lambda_3=740\text{nm}-870\text{nm}$), 且该光学头装置具有作为该光系统一部分的物镜1。对
- 20 第一光源、第二光源和第三光源的选择使用分别与光盘相对应, 以便记录以及/或再现信息。

从第一半导体激光器11、蓝色激光器12和第二半导体激光器13发射出的发散光通量穿过分束器13和光阑3, 再穿过光盘20的透明衬底21, 通过物镜1, 光被会聚到相应的信息记录面22上, 并形成光斑。

- 25 通过信息记录面22上的信息信号坑, 使来自每一个激光器的入射光变为经调制的反射光, 并穿过分束器18和复曲面透镜29进入公用光检测器30, 通过利用其输出信号, 可得到记录在光盘20上的信息的读出信号、聚焦检测信号和循道检测信号。

- 另外, 对光通路中的光阑3, 在这个例子中, 光阑具有固定的数值孔径
- 30 (NA0.65), 且不需要多余的装置, 因此, 可以实现成本的降低。顺便提一句, 当记录以及/或播放第三种盘时, 光阑3的数值孔径是可改变的, 这样可消

除不必要的(大于 NA 0.45 的)光。

当将带状滤波器集成在物镜 1 的光面上,使得实际使用的孔径之外的部分的光通量被屏蔽,也可很容易地使用低成本的结构来消除实际使用的孔径之外的弥散光。

- 5 当象本发明那样使用确定的共轭型光系统时,必须使光源和光会聚光学系统之间的关系保持恒定,以维护光会聚性能,可取的做法是:随着聚焦和循道的移动,光源 11、12 和 13,以及物镜 1 作为一个单元来移动。

接下来,将具体说明本发明的第三实施例的物镜以及包括该物镜的光学头装置的结构。

- 10 在图 49 中,显示了本发明的光学头装置的原理结构图。图 49 中所示的光学头装置是这样一个例子,其中使用了一个激光器/检测器综合单元 40,在该单元 40 中,激光器、光检测器以及全息件构成了一个单元,与图 48 中相同的器件用与其相同的数字代码来表示。在该光学头装置中,第一半导体激光器 11、蓝色激光器 12、第一光检测器装置 31、第二光检测器装置
15 32 以及全息分束器 23 被安装在一个单元内,作为激光器/检测器综合单元 40。

- 当播放第一种光盘时,从第一半导体激光器 11 发出的光通量穿过全息分束器 23,被光阑 3 缩小光圈,穿过第一种光盘 20 的透明衬底 21 被物镜 1 会聚在信息记录面 22 上。之后,光通量受到信息信号坑的调制,并在信息记录面 22 上被反射,并穿过物镜 1 和光阑 3,在全息分束器 23 的盘一侧的表面上再阶被衍射,并进入到与第一半导体激光器 11 相对应的第一光检测器 31。接着,通过使用第一光检测器 31 的输出信号,可得到记录在第一种光盘 20 上的信息的读出信号、聚焦检测信号以及循道检测信号。
20

- 当播放第二种光盘时,从蓝色激光器 12 发射出的光通量被全息分束器 23 的激光器一侧的面所衍射,并沿着与来自第一半导体激光器 11 的光通量相同的光路前进。即,全息分束器 23 的半导体激光器一侧的面的功能是光合成装置。另外,通过光阑 3、物镜 1 以及第二光盘 20 的透明衬底 21,该光通量被会聚到信息记录面 22 上。之后,该光通量受到信息信号坑的调制,并在信息记录面 22 上被反射,之后,穿过透镜 1 和光阑 3,被全息分束器 23 的盘一侧的面所衍射,并进入到与所述蓝色激光器 12 相应的第二光检测器 32。之后,通过利用第二光检测器 32 的输出信号,可得到记录在第二种
25
30

光盘 20 上的信息的读出信号、聚焦检测信号以及循道检测信号。

另外，当播放第三种光盘时，使用由第二半导体激光器 13、第三光检测装置 33 以及全息分束器 24 构成的激光器/检测器综合单元 14。从第二半导体激光器 13 发射出的光通量穿过全息分束器 24，被构成发射光构成装置的分束器 19 所反射，被光阑 3 缩小光圈，穿过光盘 20 的透明衬底由透镜 1 会聚信息记录面 22 上。之后，该光通量被信息信号坑所调制，并被信息记录面 22 所反射，之后通过物镜 1、光阑 3 和分束器 19，并由全息分束器 24 再阶对其进行衍射并进入光检测器 33。这样，通过利用第三光检测器 33 的输出信号，可得到记录在第三光盘 20 上的信息的读出信号、聚焦检测信号以及循道检测信号。

在第二和第三实施例内的光学头装置中，与光轴 4 同心的带状衍射面被安装在物镜 1 的非球面折射面上。一般来说，在物镜仅仅是由非球面折射面构成的情况下，当对某个波长 λ_a 校正球面像差时，对于波长短于 λ_a 的波长 λ_b 的球面像差降低。另一方面，在使用衍射面的情况下，当对于某个波长 λ_a 校正球面像差时，对短于 λ_a 的波长 λ_b 的球面像差增大。因此，当利用折射面进行非球面光学设计时，要适当选择衍射面的相位差函数的系数，使得可以组合折射光焦度和衍射光焦度，从而校正不同波长之间的球面像差。另外，在非球面折射面上，当波长不同时，衍射光焦度也改变了，光会聚位置也不同。因此，当适当地设计非球面折射面后，具有不同波长的光也可被会聚到每个透明衬底 21 的信息记录面 22 上。

另外，在第二和第三实施例的物镜 1 中，当适当设计了非球面折射面和环带衍射面的相位差函数后，对于由第一半导体激光器 11、蓝色激光器 12 或第二半导体激光器 13 所发射的每一个光通量，就可校正由于光盘 20 的透明衬底厚度 21 的不同而产生的球面像差。另外，在环带衍射面上，当使用幂级数的四阶方以及后续项的系数作为表示环带位置的相位差函数时，可校正球面像差的色差。顺便说一句，对于第三种光盘(CD)，实际使用的孔径为 NA 0.45，在第三种光盘上，球面像差被校正到 NA 0.45 之内，而位于 NA 0.45 之外的球面像差变成弥散光。通过这些校正，对于每一种光盘 20，在像记录面 22 上的光会聚点的象差变为几乎与衍射极限处于同一台阶别($0.07\lambda_{rms}$)或比它还低。

第二和第三实施例中的上述光学头装置可被安装在用于音频以及/或像

的记录装置内,或被安装在用于可兼容播放器或驱动器的音频以及/像的再现装置内,或可安装在可安装这些设备的AV设备上、个人计算机或其它信息终端,用于任意2种或多种即多个种光信息记录媒体,例如象CD、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、
5 DVD-RW、MD等。

接下来,将具体说明本发明的第四实施例的物镜以及包括该物镜的光学头装置。

图67是本发明的光学头装置10的原理结构图。在图67中,与第二和第三实施例中共同的部件被用相同的数字代码所表示。在图67中,光学头
10 装置10对作为光信息记录媒体的多个类型的光盘20执行记录/播放。以下,多个类型的光盘20被称作其透明衬底厚度为 t_1 的第一种光盘(DVD)、第二种光盘(蓝色激光器用第二代高密度光盘),以及其透明衬底的厚度为 t_2 的第三光盘(CD), t_2 与 t_1 不同。这里,透明衬底的厚度 $t_1=0.6\text{mm}$, $t_2=1.2\text{mm}$ 。

光学头装置10具有:作为光源有,作为第一光源的第一半导体激光器
15 11(波长 $\lambda_1=610\text{nm}-670\text{nm}$),作为第二光源的蓝色激光器12(波长 $\lambda_2=400\text{nm}-440\text{nm}$),以及作为第三光源的第二半导体激光器13(波长 $\lambda_3=740\text{nm}-870\text{nm}$)。这些第一光源、第二光源以及第三光源专用于对应的所要记录/播放的光盘。

光会聚光学系统5是这样一种装置,它用于使从第一半导体激光器11、
20 蓝色激光器12以及第二半导体激光器13所发射的光通量穿过光盘20的透明衬底21而会聚到信息记录面22上,并形成光斑。在本例中,光会聚光学系统5具有一个准直透镜2,以便将从光源发射出的光通量转换为平行光(也可是几乎平行的),还具有一个物镜1,以便对由准直透镜2转换成平行光的光通量执行会聚。

25 在物镜1的两面,形成有与光轴4同心的环带衍射面。一般来说,在光会聚光学系统5仅仅是由非球面折射面形成的情况下,当对于某个波长 λ_a 球面像差被校正时,对于比 λ_a 短的波长 λ_b 的球面像差减小了。另一方面,在使用折射面的情况下,当对于某个波长 λ_a 球面像差被校正时,对于比 λ_a 短的波长 λ_b 的球面像差增大了。因此,在用折射面进行非球面光学设计,
30 且适当选择了衍射面的相位差函数的系数,且组合了折射光焦度与衍射光焦度时,可以校正不同波长之间的球面像差。另外,在非球面折射面上,

当波长不同时, 折射光焦度也改变了, 光会聚位置也不同。因此, 当适当设计非球面折射面之后, 具有不同波长的光也可会聚到每一个透明衬底 21 的信息记录面 22 上。

在上述环带衍射面上, 对于从第一半导体激光器 11、蓝色激光器 12 或第二半导体激光器 13 中的每一个光通量, 利用 1 阶衍射光来校正象差。当同阶衍射光与所述光通量相对应时, 光量的损耗要小于不同阶的衍射光与光通量相对应的情况, 进一步来说, 当使用 1 阶衍射光时, 光量的损耗要比更高阶衍射光与光通量相应的情况小。因此, 本实施例的物镜 1 在光学头装置内能有效地向例如是 DVD-RAM 的光盘记录信息, 这类光盘可以记录高密度信息。另外, 衍射面的可取之处在于: 对于具有 3 种不同波长的光, 其衍射光焦度在中间波长时为最大, 但也可以在这些波长的两端具有最大衍射光焦度。

当适当设计非球面折射面和环带衍射面的相位差函数后对于从第一半导体激光器 11、蓝色激光器 12 和第二半导体激光器 13 发射出的每一个光通量, 由光盘 20 的透明衬底 21 的厚度的不同而产生的球面像差被校正。另外, 在体现形成于物镜 1 上的环带位置的相位差函数中, 当使用幂级数内的四阶方项以及后续项的系数时, 可以校正球面像差的色差。顺便提一句, 对于第三种光盘(CD), 实际所用的孔径为 NA 0.45, 球面像差被校正到 NA 0.45 以内, 且位于 NA 0.45 以外的球面像差变成弥散光。穿过 NA 0.45 内的区域的光通量在信息记录面上形成光斑, 穿过 NA 0.45 之外的弥散光通过与信息记录面上光斑相距很远的区域, 这样它不会有坏影响。依据这些校正, 对于每一种光盘 20, 在信息记录面上的光会聚点的象差几乎与衍射极限($0.07\lambda_{rms}$)处于同一台阶别或比它更低。

在本实施例中, 光路中的光阑 3 是一个具有固定数值孔径(NA 0.65)的光阑, 且不需要多余装置, 因而可实现成本的降低。顺便提一句, 当对第三种盘进行记录以及/或播放时, 光阑 3 的数值孔径可以是可变的, 这样, 可消除不必要的(大于 NA 0.45 的)光。另外, 分束器 67 用于调整每个激光器的光的光轴。众所周知, 光检测器(未示出)可分别用于每一个光源, 或一个光检测器可接收与 3 种光源 11、12 和 13 相对应的反射光。

接下来, 将说明本发明的第五实施例。

在本实施例中, 在环带衍射面上, 仅有表示环带位置的相位差函数使

用幂级数内的二阶方项的系数这一点与上述第四实施例中的物镜不同，因此，轴色差也可被校正。另外，依据本实施例的物镜，对每一种光盘 20，可使用与第四实施例相同的方式，在信息记录面 22 上的光会聚点的象差可变得几乎与衍射极限($0.07\lambda_{rms}$)处于同一台阶别或比它还小。

5 接下来，将说明本发明的第六实施例。

在本实施例的光学头装置内，对于第一种光盘(例如是 DVD)和第二种光盘(例如蓝色激光用第二代高密度光盘)，从光源发射出的光通量被耦合透镜转换为平行光，对于第三种光盘(如 CD)，从光源发射出的光通量被耦合透镜转换为发散光。这些都分别由物镜会聚。第一和第二光盘的透明衬底
10 21 的厚度为 0.6mm，第三光盘的透明衬底 21 的厚度为 1.2mm。

在当前实施例中，第一种光盘和第二种光盘的球面像差都受衍射面的作用而被校正到衍射极限内，对于第三种光盘，由于盘的厚度大于第一和第二光盘的厚度而产生的球面像差主要是被由射入物镜的发散光而产生的球面像差来抵消的，在低于对第三种光盘进行记录/再现所必需的数值孔径
15 例如 NA 0.5 或 NA 0.45 的数值孔径处，球面像差校正到衍射极限内。

因此，当对与 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)中每一个波长相应的光信息记录媒体，对它们执行记录/再现所需的预定的数值孔径为 NA1、NA2 和 NA3 时，对于各个波长，波前像差的 RMS 可被校正到这样一个值：在 NA1 的范围内低于 $0.07\lambda_1$ ，在 NA2 的范围内低于 $0.07\lambda_2$ ，在 NA3 的范围内低于
20 $0.07\lambda_3$ 。

另外，对于第三种光盘，利用大于预定数值孔径 NA 的数值孔径 NA 的光通量，使光斑的直径变得非常小是不太好的。因此，最好是，使用与第四实施例相同的方法，在大于必要数值孔径的数值孔径中，球面像差变成弥散光。

25 在第四至第六实施例中，具有不同波长的 3 种光源的上述光学头装置可被安装在用于音频以及/或像的记录装置中，或安装在可兼容播放器或驱动器的用于音频以及/像的再现装置中，或安装在能安装上述设备的 AV 设备中，安装在个人计算机、或其它信息终端上，用于任意不同的 2 种或更多种即多个光信息记录媒体上，这种光信息记录媒体例如可以是 CD、CD-R、
30 CD-RW、CD-Video、CD-ROM、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、MD 等。

例子

以下将说明本发明的物镜的例子。

[例子 1-8]

例子 1-8 中的物镜是依据第一实施例的物镜的具体实例，在折射面上
5 具有由[等式 3]所表示的非球面形状。

[等式 3]

$$Z = \frac{h^2 / R_0}{1 + \sqrt{1 - (1 + k)(h / R_0)^2}} + \sum_{i=2}^{\infty} A_{2i} h_{2i}$$

其中，z 是光轴方向的一个轴，h 是与光轴垂直方向的一个轴(从光轴算起的高度：沿着光的前进方向为正)，R₀ 是曲率的近轴半径，k 是圆锥系数，A
10 是非球面系数，2i 是非球面的指数。另外，在例子 1-3、6-8 中，衍射面由[等式 1]表示为相位差函数 Φ_B，单位为弧度，以相同的方式，在例子 4 和 5 中，衍射面中[等式 2]表示为光程差函数 Φ_b，单位为 mm。

[等式 1]

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h_{2i}$$

15 [等式 2]

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h_{2i}$$

例 1

在图 1 中显示了作为例 1 中的物镜的衍射光透镜(具有衍射面的物镜)
20 的光路的视图。在图 2 中显示了用于例 1 中的衍射光透镜的 λ=635nm 的波长的一直到数值孔径 0.60 的球面像差的视图。另外，图 3 和图 4 中分别显示了用于例 1 的衍射光透镜的 λ=780nm 的波长的一直到数值孔径 0.45 和 0.60 的球面像差的视图。顺便提一句，虽然图 1 所示的衍射透镜在其整个透镜面上具有刻出的同轴环带，但该图中省略了衍射部分的起伏形状。同
25 样，在以下附图中，也省略了衍射部分的起伏形状。

依据例 1 中的衍射光透镜，如图 2 所示，在一直到 NA 0.60 的所有孔径上，对波长 λ=635nm，几乎没有象差。另外，如图 3 所示，对波长 λ=780nm，对于一直到 NA 0.45 的实际所使用的范围，几乎没有象差。如图 4 所示，在其外部即 NA 0.45-0.60 的部分，球面像差被大大降低，并被变成弥散光。依

据这一点，可得到合适的光斑直径。

在图 5 和图 6 中分别显示了例 1 中的对波长 $\lambda=635\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 的衍射透镜的波前像差。正如可从这些图中看到的那样，依据例 1 中的衍射光透镜，对任何一个波长，在光轴上都没有像差，甚至是在像高为 0.03 的情况下，在实际使用中的象差的水平都几乎为没有象差。

以下，将显示例 1 的透镜数据。在[表 1]中，R 是曲率半径，d 是面之间的间距，n 是在主波长处的折射率，v 是阿贝常数。

例 1

当光源的波长 $\lambda_1=635\text{nm}$ 时，焦距 $f_1=3.34$ ，数值孔径 $NA_1=0.60$ ，为无限型。

当光源的波长 $\lambda_2=780\text{nm}$ 时，焦距 $f_2=3.36$ ，数值孔径 $NA_2=0.45$ ，无限型。

在这一实施例中，在 λ_1 的光通量内，所产生的 +1 阶衍射光的量要比任何其它阶衍射光要大。同样，在 λ_2 的光通量内，所产生的 +1 阶衍射光的量要比任何其它阶衍射光要大。假定对 λ_1 的光通量的 +1 阶衍射光的衍射效率为 100%，对 λ_2 的光通量的衍射效率为 84%。另外，假定对 λ_2 的光通量的 +1 阶衍射光的衍射效率为 100%，对 λ_1 的光通量的衍射效率为 89%。

表 1

面号	R	d ₁	d ₂	n ₁	n ₂	vd	nd
1(非球面 1.衍射面)	2.126	2.2	2.2	1.53829	1.53388	56	1.5404
2(非球面 2)	-7.370	1.0	1.0				
3(玻璃罩)	∞	0.6	1.2	1.58139	1.57346	30	1.585
4	∞						

(下标 1 是在 $\lambda_1=635\text{nm}$ 处，下标 2 是在 $\lambda_2=780\text{nm}$ 处，vd 和 nd 分别表示 d 线的值)

非球面系数

非球面 1

非球面 2

$\kappa=-0.10721$

$\kappa=-11.653$

$A_4=-0.0032315$

$A_4=0.0038456$

$A_6=-0.00058160$

$A_6=-0.020800$

$$\begin{aligned} A8 &= -4.6316 \times 10^{-5} & A8 &= 0.0078684 \\ A10 &= -3.79858 \times 10^{-5} & A10 &= -0.0019431 \\ A12 &= -6.0308 \times 10^{-6} & A12 &= 0.00024343 \end{aligned}$$

衍射面系数

$$\begin{aligned} 5 \quad B2 &= -96.766 \\ B4 &= -2.9950 \\ B6 &= 2.1306 \\ B8 &= -0.12614 \\ B10 &= -0.095285 \end{aligned}$$

10 例 2, 例 3

接下来, 将说明例 2 和例 3。图 7 和图 8 分别显示了对于 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm , 作为例 2 内的物镜的衍射光透镜的光路的视图。另外, 在图 9 和 10 中, 分别显示了用于例 2 中的衍射光透镜的、对于 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm 的、一直到数值孔径 0.60 的球面像差视图。另外, 在图 11 和图 12 中, 分别显示了用于例 2 中的衍射光透镜的对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm 的波前像差视图。

另外, 在图 13 和图 14 内, 分别显示了对于 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm 的作为例 3 内物镜的衍射光透镜的光路的视图。另外, 图 15 和图 16 中, 分别显示了用于例 3 中的衍射光透镜的、对于 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm 的、一直到数值孔径 0.60 的球面像差视图。另外, 在图 17 和图 18 中, 分别显示了用于例 20 3 中的衍射光透镜的对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 和 635nm 的波前像差视图。

在例 2 和例 3 中, 对波长 $\lambda=405\text{nm}$ 和波长 $\lambda=635\text{nm}$ 的衬底的厚度都为 0.6mm , NA 为 0.6, 波前像差在光轴上几乎为无象差, 甚至是在像高为 0.03mm 的情况下, 其处于实际上几乎没有象差的级别。

以下将要显示例 2 和 3 的透镜数据。

25 例 2

当光源的波长 $\lambda_1=405\text{nm}$ 时, 则焦距 $f_1=3.23$, 数值孔径 $\text{NA}_1=0.60$, 为无限型。

当光源的波长 $\lambda_2=635\text{nm}$ 时, 焦距 $f_1=3.34$, 数值孔径 $\text{NA}_2=0.60$, 为无限型。

30 在这一实施例中, 在 λ_1 的光通量中, 所产生的 +1 阶衍射光的量要大于任何其它阶的衍射光。同样, 在 λ_2 的光通量中, 所产生的 +1 阶衍射光

的量要大于任何其它阶的衍射光。

表 2

面号	R	d_1	d_2	n_1	n_2	vd	nd
1(非球面 1,衍射面)	2.128	2.2	2.2	1.55682	1.53829	56	1.5405
2(非球面 2)	-7.359	1.0	1.0				
3(玻璃罩)	∞	0.6	0.6	1.62230	1.58139	30	1.585
4	∞						

(下标 1 是在 $\lambda_1=405\text{nm}$ 处, 下标 2 是在 $\lambda_2=635\text{nm}$ 处, vd 和 nd 分别表示 d 线的值)

非球面系数

非球面 1

非球面 2

$\kappa=-0.15079$

$\kappa=-3.8288$

$A4=-0.0021230$

$A4=0.0036962$

10

$A6=-0.00076528$

$A6=-0.020858$

$A8=-8.84957 \times 10^{-5}$

$A8=0.0079732$

$A10=-3.49803 \times 10^{-5}$

$A10=-0.0018713$

$A12=-2.38916 \times 10^{-6}$

$A12=0.00022504$

衍射面系数

15

$B2=0.0$

$B4=-6.7169$

$B6=2.0791$

$B8=-0.31970$

$B10=0.00016708$

20 例 3

当光源的波长 $\lambda_1=405\text{nm}$ 时, 焦距 $f1=3.31$, 数值孔径 $NA1=0.60$, 为无限型。

当光源的波长 $\lambda_2=635\text{nm}$ 时, 焦距 $f1=3.34$, 数值孔径 $NA2=0.60$, 为无限型。

25 在这一实施例中, 在 λ_1 的光通量中, 所产生的+1阶衍射光的量要大于任何其它阶的衍射光。同样, 在 λ_2 的光通量中, 所产生的+1阶衍射光

的量要大于任何其它阶的衍射光。

表 3

面号	R	d ₁	d ₂	n ₁	n ₂	vd	nd
1(非球面 1.衍射面)	2.300	2.2	2.2	1.55682	1.53829	56	1.5404
2(非球面 2)	-7.359	1.0	1.0				
3(玻璃罩)	∞	0.6	0.6	1.62230	1.58139	30	1.585
4	∞						

(下标 1 是在λ₁=405nm 处，下标 2 是在λ₂=635nm 处，vd 和 nd 分别表示 d 线的值)

- 非球面系数
- 非球面 1

非球面 2
- κ=-0.19029

κ=6.4430
- A4=0.00030538

A4=0.037045
- A6=-0.0010619

A6=-0.021474
- A8=-7.5747 × 10⁻⁵

A8=0.0078175
- A10=-6.7599 × 10⁻⁵

A10=-0.0016064
- A12=-3.3788 × 10⁻⁶

A12=0.00014332
- 衍射面系数
- B2=-96.766

B4=-2.9950

B6=-0.25560

B8=-0.08789

B10=0.014562

例 4，例 5

接下来，将说明例 4 和例 5，其中使用了色差校正。图 19 中显示了作为例 4 内的物镜的衍射光透镜的光路的视图。另外，在图 20 中，分别显示了用于例 4 中的衍射光透镜的、对于λ=635nm、650nm 和 780nm 的、一直到数值孔径 0.50 的球面像差视图。另外，在图 21 中，显示了作为例 5 内的物镜的衍射光透镜的光路的视图。另外，在图 22 中，分别显示了用于例 5 中的衍射光透镜的对波长λ=635nm、650nm 和 780nm 一直到数值孔径 0.50

的波前像差视图。

正如可从图 20 和图 22 中看到的那样，依据例 4 和 5 中的衍射光透镜，对于波长 $\lambda=635\text{nm}$ 以及波长 $\lambda=780\text{nm}$ ，由于颜色而引起的漂移几乎得到了最好的校正，对波长 $\lambda=650\text{nm}$ ，它也被校正到在实际中没有问题的程度。

5 以下将显示例 4 和 5 中的透镜数据。

例 4

当光源的波长 $\lambda_1=635\text{nm}$ 时，焦距 $f_1=3.40$ ，数值孔径 $\text{NA}_1=0.50$ ，为无限型。

10 当光源的波长 $\lambda_2=780\text{nm}$ 时，焦距 $f_2=3.41$ ，数值孔径 $\text{NA}_2=0.50$ ，为无限型。

在这一实施例中，在 λ_1 的光通量中，所产生的 +1 阶衍射光的量要大于任何其它阶的衍射光。同样，在 λ_2 的光通量中，所产生的 +1 阶衍射光的量要大于任何其它阶的衍射光。

表 4

表面号	R	d_1	d_2	n_1	n_2	vd	nd
1(非球面表面 1 ·衍射面)	2.442	1.90	1.90	1.5417	1.5373	56	1.5438
2(非球表面 2)	-5.990	1.68	1.68				
3 玻璃罩	∞	1.20	1.20	1.5790	1.5708	30	1.5830
4	∞						

15 (下标 1 是表示在 $\lambda_1=635\text{nm}$ 时，下标 2 是表示在 $\lambda_2=780\text{nm}$ 时，vd 和 nd 分别为 d 线的值。)

非球面系数

非球面表面 1

$k=-0.53245$

$A_4=0.24033 \times 10^{-2}$

$A_6=-0.91472 \times 10^{-3}$

$A_8=0.15590 \times 10^{-4}$

$A_{10}=-0.11131 \times 10^{-3}$

衍射面系数

$b_2=-0.36764 \times 10^{-2}$

$b_4=-0.91727 \times 10^{-4}$

非球面表面 2

$k=7.3988$

$A_4=0.90408 \times 10^{-2}$

$A_6=-0.18704 \times 10^{-2}$

$A_8=-0.47368 \times 10^{-3}$

$A_{10}=0.16891 \times 10^{-3}$

$b_6=-0.34903 \times 10^{-4}$
 $b_8=0.77485 \times 10^{-5}$
 $b_{10}=-0.15750 \times 10^{-5}$

例 5
当光源的波长 $\lambda_1=635\text{nm}$ 时，焦距 $f_1=3.40$ ，数值孔径 $\text{NA}_1=0.50$ ，为无限型。

当光源的波长 $\lambda_2=780\text{nm}$ 时，焦距 $f_2=3.40$ ，数值孔径 $\text{NA}_2=0.50$ ，为无限型。

在这个实施例中，在 λ_1 的光通量中，所产生的+1阶衍射光线的量要比任何一个其它阶衍射光线的量大。同样，在 λ_2 的光通量中，所产生的+1阶衍射光线的量要比任何一个其它阶衍射光线的量大。

表 5

表面号	R	d ₁	d ₂	n ₁	n ₂	vd	nd
1(非球面表面·衍射面)	2.160	1.80	1.80	1.5417	1.5373	56	1.5438
2(非球面表面 2)	-11.681	1.64	1.64				
3 玻璃罩	∞	1.20	1.20	1.5790	1.5708	30	1.5830
4	∞						

10 (下标 1 是表示在 $\lambda_1=635\text{nm}$ 时，下标 2 是表示在 $\lambda_2=780\text{nm}$ 时，vd 和 nd 分别为 d 线的值。)

非球面系数

非球面表面 1

$k=-0.17006$
 $A_4=-0.30563 \times 10^{-2}$
 $A_6=-0.45119 \times 10^{-3}$
 $A_8=0.58811 \times 10^{-5}$
 $A_{10}=-0.13002 \times 10^{-4}$

衍射面系数

$b_2=-0.74461 \times 10^{-2}$
 $b_4=-0.11193 \times 10^{-2}$

非球面表面 2

$k=-40.782$
 $A_4=0.73447 \times 10^{-2}$
 $A_6=0.85177 \times 10^{-3}$
 $A_8=-0.82795 \times 10^{-3}$
 $A_{10}=0.23029 \times 10^{-3}$

$$b6=-0.85257 \times 10^{-3}$$

$$b8=0.50517 \times 10^{-3}$$

$$b10=-0.11242 \times 10^{-3}$$

例 6-8

下面，将描述实例 6-8。在图 23、图 30 以及图 37 中分别显示了在 $\lambda=650\text{nm}$ 条件下在例 6-8 中作为物镜的衍射光透镜的光路图。另外，在图 24、图 31 以及图 38 中，分别显示了在 $\lambda=780\text{nm}$ ($\text{NA}=0.5$)条件下例 6-8 中的衍射光透镜的光路图。此外，在图 25、图 32 以及图 39 中，分别显示了例 6-8 中的对于衍射光透镜在 $\lambda=650 \pm 10\text{nm}$ 条件下，数值孔径一直到 0.60 的球面像差图。另外，在图 26、33 以及图 40 中，分别显示了例 6-8 中对于衍射光透镜在 $\lambda=780 \pm 10\text{nm}$ 条件下，数值孔径一直到 0.50 的球面像差图。此外，在图 27、图 34 以及图 41 中，分别显示了实例 6-8 中对于衍射光透镜在 $\lambda=780\text{nm}$ 条件下，数值孔径一直到 0.60 的球面像差图。

另外，在图 28、图 35 和图 42 中，分别显示了例子 6-8 中对于 $\lambda=650\text{nm}$ 的衍射光透镜的波前像差 rms 的图形。此外，在图 29、图 36 和图 43 中，分别显示了例子 6-8 中对于 $\lambda=780\text{nm}$ 的衍射光透镜的波前像差 rms 的图形。另外，在图 44、图 45 和图 46 中分别显示了对于例子 6-8 中的衍射光透镜的衍射环形带的量与从光轴算起的高度之间的关系曲线。这里，衍射环形带量被定义为这样一个值：其中相位差函数被除以 2π 。

在例子 6-8 中，如球面像差图中所示，对于波长 $\lambda=650\text{nm}$ ，直到 $\text{NA}0.60$ 所有的孔径，几乎没有像差。另外，对于波长 $\lambda=780\text{nm}$ ，直到作为实际使用范围的 $\text{NA}0.50$ ，几乎没有像差，但是，在此范围之外的部分 $\text{NA}0.50-0.60$ ，该球面像差就很大，并且变成弥散光。据此，对于波长 $\lambda=780\text{nm}$ ，可以获得一个合适的光斑直径。

其阶，将显示例子 6-8 中的透镜数据。在[表 6]-[表 8]中，STO 表示光阑，IMA 表示像面并且以包括该光阑的形式来表示。

例 6

当光源波长 $\lambda=650\text{nm}$ 时，焦距 $f=3.33$ ，像侧数值孔径 $\text{NA}=0.60$ ，为无限型。

当光源波长 $\lambda=780\text{nm}$ 时，焦距 $f=3.37$ ，像侧数值孔径 $\text{NA}=0.50$ ($\text{NA}=0.60$)，为无限型。当位于像形成面上的 780nm 光通量的 13.5% 强度处

的光束直径是 w 时, $w=1.20\mu\text{m}$ 。

在这个实施例中, 如图 44 所示, 在其中心部分, 即从光轴算起的高度几乎小于 λ_1 的光通量和 λ_2 的光通量的有效半径的一半处, 产生许多 -1 阶衍射光线从而使之大于任何一个其它阶的衍射光线量, 并且在外围部分, 即从光轴算起的高度几乎大于有效半径的一半处, 产生许多 +1 阶衍射光线, 从而使之大于任何一个其它阶的衍射光线量。但是, 在本实施例中, 通过将环形带的间距乘以一个整数来取代 - 或 +1 阶衍射光线, 有可能产生高阶的相同阶的衍射光线。

另外, 在本实施例中, 如图 27 所示, 在第二光信息媒体中, 在 $\text{NA}_1=0.6$ 时的球面像差是 $+29\mu\text{m}$, 而在 $\text{NA}_2=0.5$ 时的球面像差是 $+1\mu\text{m}$ 。此外, 在本实施例中, 在 $\text{NA}=0.4$ 时的衍射部分的间距是 $14\mu\text{m}$ 。

表 6

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无穷大	无穷大		
STO	无穷大	0.0		
2(非球面 1 衍射面)	2.057515	2.2	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-7.8997731	1.0287		
4	无穷大	d4	1.57789	1.57079
5	无穷大	d5		
IMA	无穷大			

	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	0.6	0.7500
对于 $\lambda=780\text{nm}$	1.2	0.35

非球面系数

非球面 1

$k=-1.7952$

$A_4=0.51919725 \times 10^{-2}$

$A_6=0.10988861 \times 10^{-2}$

$A_8=-0.44386519 \times 10^{-3}$

$A_{10}=5.4053137 \times 10^{-5}$

非球面 2

$k=-3.452929$

$A_4=0.15591292 \times 10^{-1}$

$A_6=-0.44528738 \times 10^{-2}$

$A_8=0.65423404 \times 10^{-3}$

$A_{10}=-4.7679992 \times 10^{-5}$

衍射面系数

B2=29.443104

B4=-14.403683

B6=3.9425951

B8=-2.1471955

B10=0.31859248

例子 7

当光源波长 $\lambda=650\text{nm}$ 时, 焦距 $f=3.33$, 像侧数值孔径 $\text{NA}=0.60$, 为无限型。

当光源波长 $\lambda=780\text{nm}$ 时, 焦距 $f=3.37$, 像侧数值孔径 $\text{NA}=0.50(\text{NA}=0.60)$, 为无限型。

在这个实施例中, 如图 45 所示, 在其整个部分, 产生许多 +1 阶衍射光线, 从而使其量大于 λ_1 的光通量和 λ_2 的光通量中的任何一个其它阶的衍射光线的量。但是, 在本实施例中, 通过环形带的间距乘以一个整数来取代 +1 阶衍射光束, 有可能产生高阶的同阶衍射光线。

10

表 7

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无穷大	d0		
STO	无穷大	0.0		
2(非球面 1 衍射面)	2.145844	2.2	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-7.706496	1.0326		
4	无穷大	d4	1.57789	1.57079
5	无穷大	d5		
IMA	无穷大			

	d	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	无穷大	0.60	0.70
对于 $\lambda=780\text{nm}$	64.5	1.20	0.35

非球面系数

非球面 1

非球面 2

$$k=-1.801329$$

$$k=-8.871647$$

$$A4=0.1615422 \times 10^{-1}$$

$$A4=0.1492511 \times 10^{-1}$$

$$A6=-0.4937969 \times 10^{-3}$$

$$A6=-0.4447445 \times 10^{-2}$$

$$A8=0.11038322 \times 10^{-3}$$

$$A8=0.60067143 \times 10^{-3}$$

$$A10=-2.1823306 \times 10^{-5}$$

$$A10=-3.4684206 \times 10^{-5}$$

衍射面系数

$$B2=-17.150237$$

$$B4=-4.1227045$$

$$B6=1.1902249$$

$$B8=-0.26202222$$

$$B10=0.018845315$$

例 8

当光源波长 $\lambda=650\text{nm}$ 时, 焦距 $f=3.33$, 像侧数值孔径 $NA=0.60$, 无限型。

- 5 对于光源波长 $\lambda=780\text{nm}$ 时, 焦距 $f=3.35$, 像侧数值孔径 $NA=0.50(NA=0.60)$, 无限型。

(在成像平面上具有 780nm 波长的光通量的 13.5% 强度的光束直径) $w=1.27\mu\text{m}$ 。

- 10 在这个实施例中, 如图 46 所示, 在 λ_1 的光通量和 λ_2 的光通量中, 仅在非常外围部分中, 产生许多-1 阶衍射光线, 其量大于任何一个其它阶的衍射光线的量, 而在其它部分中, 产生许多+1 阶衍射光束, 其量大于任何一个其它阶的衍射光线的量。但是, 在本实施例中, 通过将环形带的间距乘以一个整数来取代-或+1 阶衍射光束有可能产生高阶的同阶衍射光线。

- 15 另外, 在本实施例中, 如图 41 所示, 在第二光信息记录介质中, 在 $NA_1=0.6$ 时的球面像差是 $+68\mu\text{m}$, 而在 $NA_2=0.5$ 时的球面像差是 $+9\mu\text{m}$ 。

此外, 在 $NA=0.4$ 时的衍射部分的间距是 $61\mu\text{m}$ 。

表 8

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无穷大	d0		
STO	无穷大	0.0		
2(非球面 1 衍射面)	2.10598	2.2	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-7.90392	1.0281		
4	无穷大	d4	1.57789	1.57079
5	无穷大	d5		
IMA	无穷大			

	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	0.6	0.70
对于 $\lambda=780\text{nm}$	1.2	0.34

非球面系数

非球面 1

- 5 $k=-1.2532$
 $A4=0.1007 \times 10^{-1}$
 $A6=-0.85849 \times 10^{-3}$
 $A8=-0.15773 \times 10^{-5}$
 $A10=3.2855 \times 10^{-5}$

10 非球面 2

- $k=-9.151362$
 $A4=0.133327 \times 10^{-1}$
 $A6=-0.378682 \times 10^{-2}$
 $A8=0.3001 \times 10^{-3}$

15 $A10=4.02221 \times 10^{-6}$

衍射面系数

- $B2=3.4251 \times 10^{-21}$
 $B4=0.0763977$
 $B6=-5.5386$

20 $B8=0.05938$ $B10=0.2224$

现在, 将基于例子 6-8 来考虑导致进入一个透镜的半导体激光束的波长波动的原因。考虑到半导体激光器波长的单独分散是 $\pm 2\text{-}\pm 3\text{nm}$, 多模式振荡的宽度是大约 $\pm 2\text{nm}$, 并且用于写入的模式跳跃是大约 2nm 。这里将会解释由于半导体激光器的波长波动而导致的透镜球面像差波动的情况, 而

5 该波长波动也是由于上述原因所导致的。

当光盘的透明衬底的厚度分别对于具有不同波长的两个光源而言不同时, 从与例 6 有关的数据中可以理解到, 被修正使其对于从具有不同波长的两个光源发射出的无限光(平行光通量)而言没有像差的透镜具有相对大的球面像差, 这是与一个光源的大约 10nm 的波长波动相比较而言的。在例

10 6 中, 尽管在 650nm 的波长中波前像差是 $0.001\lambda_{\text{rms}}$, 但是在 640nm 和 660nm 的波长中它还被降到大约 $0.035\lambda_{\text{rms}}$ 。对于具有激光波长被很好控制的光学系统, 自然可以将例 6 充分地用于实际中。相反, 在下述情况的透镜中: 即对于来自任何一个光源的无限光而言几乎没有像差并且被修正使其对于来自其它波长光源的有限光(非平行光通量)来说几乎没有像差, 如同例 7 中

15 的透镜那样, 对于一个光源的大约 10nm 的波长波动, 可以将球面像差波动控制到非常小。

其阶, 将解释本发明的衍射光学系统(具有衍射光透镜的光学系统)的温度导致的容量波动。首先, 当温度上升 30°C 时, 半导体激光器的波长具有延伸 6nm 的趋势。另一方面, 当衍射光系统是由塑性透镜组成时, 当温度

20 上升 30°C 时, 折射率具有被降低大约 $0.003\text{-}0.004$ 的趋势。在被修正使其对于类似于例 6 中的两个波长中的任何一个无限光而言没有像差的透镜的这种情况中, 由温度改变而导致的半导体激光波长改变的因数以及由于温度改变而导致的塑性透镜的折射率改变的因数显示了相互补偿的有效性, 并且使其有可能产生一种对温度改变非常有抵抗力的光学系统。另外, 在例 6

25 中, 甚至当原料是玻璃时, 还是有可能产生具有一个允许温度变化的范围的光学系统, 此外, 即使在例 7 的情况中, 对于 30°C 温度改变, 波前像差的降到大约为 $0.035\lambda_{\text{rms}}$, 这对于实际使用中的温度补偿是足够的, 但比例 6 稍差。

下面, 将进一步解释上述的温度改变的补偿效果。当用波长不同的两个光源在透明衬底厚度不同的两种类型的光信息记录介质上进行记录和/或

30 再现时, 可以获得与专用物镜一样的成像特性, 这是因为通过使用具有衍

射图案的一个物镜,可以使波前像差的 rms 值是每个波长的 0.07 或者更小,甚至在每个光盘的信息记录表面中所需的数值孔径的情况中或者在数值孔径等于或大于前述孔径值的情况中。为了使光学头装置便宜以及小型化,通常将半导体激光器用做光源,并且通常将一个塑性物镜用做物镜。

- 5 被用做物镜的塑料材料有各种类型,但是由温度导致的它们折射率的改变以及线性膨胀系数都比玻璃的大。尤其是,由于温度导致的折射率的改变对于透镜的各种特性都有影响。在将塑料材料用做光学头的光学材料的情况中,由 25℃附近的温度变化而导致的折射率变化是 $-0.0002/^{\circ}\text{C}$ 至 $-0.00005/^{\circ}\text{C}$ 。另外,对于大多数具有低双折射的材料而言是 $-0.0001/^{\circ}\text{C}$ 。用
- 10 做透镜的热固性材料的折射率由于温度改变而导致的变化更大,并且其中一些超过了上述范围。

即使在半导体激光的情况中,振荡波长依赖于温度,就通过当前技术生产出的半导体激光器而言,由 25℃附近的温度变化而导致的振荡波长变化是 $0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 至 $0.5\text{nm}/^{\circ}\text{C}$ 。

- 15 当用于再现光信息记录介质上信息或用于将信息记录到光信息记录介质上的光通量的波前像差由于温度而改变从而导致 rms 值变为 0.07 或更大时,很难维持作为光学头装置的特性。在高密度的光信息介质情况中,尤其是,有必要关注由于温度导致的波前像差的改变。在由于温度改变而导致的塑性透镜的波前像差改变的情况中,由于这个波前像差改变而导致了
- 20 焦点的位移和球面像差的改变,但是后者更重要,这是由于对于前者是在光学头装置中进行聚焦控制的。在这种情况下,当塑料材料满足下列关系

$$-0.0002/^{\circ}\text{C} < \Delta n/\Delta T < -0.00005/^{\circ}\text{C}$$

当 Δn 表示对于温度改变 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 而使导致的折射率的变化量,并且当半导体激光满足下列关系

- 25 $0.05\text{nm}/^{\circ}\text{C} < \Delta\lambda_1/\Delta T < 0.5\text{nm}/^{\circ}\text{C}$

当 $\Delta\lambda_1$ 表示对于温度改变 ΔT 而导致的振荡波长的改变量时,由于温度改变而导致塑料物镜的折射率的改变从而导致的波前像差的波动以及由于温度改变而导致半导体激光器波长的改变从而导致的波前像差的波动相互抵触,因此,可以获得补偿的效果。

- 30 当对于 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ 的环境温度改变而导致波前像差的立方球面像差分量的变化量由 $\Delta WSA3(\lambda_{\text{rms}})$ 来表示时,则对于经过物镜的光能量该变化量与位

于光信息介质一侧的物镜的数值孔径 4 阶幂成正比以及与可塑性透镜的焦距 $f(\text{mm})$ 成正比, 并且由于以波长为单位计算波前像差所以与光源波长 $\lambda(\text{mm})$ 成反比。所以, 下式成立,

$$\Delta\text{WSA3}=k \cdot (\text{NA})^4 \cdot f \cdot \Delta T/\lambda \quad (\text{a1})$$

5 其中 k 表示依赖于物镜类型的量。附带地, 在焦距是 3.36mm、光信息介质一侧的数值孔径是 0.6、并且入射光是一准直光的情况下, 塑料双非球面物镜是最佳的, 这在 MOC/GRIN'97 技术杂志第 5 卷 p40-p43 的“The Temperature characteristics of a new optical system with quasi-finite conjugate plastic objective for high density optical disk use”中进行了描述。它估计波长是 650nm, 由于在该文献的曲线显示对于 30℃ 的温度变化, WSA3 变化了 0.045 λ_{rms} , 因此, 可以考虑将该物镜用于 DVD。当将上述数据代入表达式 (a1) 中时, 则可得到 $k=2.2 \times 10^{-6}$ 。虽然没有说明由于温度改变而导致的波长变化的影响, 但是当振荡波长的改变小时, 就使用没有衍射的物镜而言, 由于温度改变而导致的波长变化的影响是很大的。

15 对于用于记录和/或再现相关 DVD 的光学头装置, k 不大于上述值是有必要的。当对于具有不同厚度的衬底的两种类型光信息记录介质进行记录和/或再现时, 在具有衍射图案的物镜中, 不能忽略由于温度改变而导致的波长改变。对于 k , 特别地, k 的值依赖于下述而改变: 焦距, 由于温度改变而导致的塑料材料的折射率的改变, 透明衬底之间的厚度差以及两个光源之间的振荡波长差。并且在例 6 中, 由温度改变导致的半导体激光器波长改变的主要原因以及由温度改变导致的塑料透镜的折射率变化的主要原因都使补偿有效, 并且甚至当物镜是塑料透镜时, 由温度改变导致的波前像差变化也很小, 在模拟中其结果是 $k=2.2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以及 $k=0.4 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 。

25 对于 k 来说可以取 $0.3 < k < 2.2$ 这个范围。所以, 从表达式(a1)中可以使下式成立:

$$k=\Delta\text{WSA3} \cdot \lambda/\{f \cdot (\text{NA1})^4 \cdot \Delta T(\text{NA})\} \quad (\text{a2})$$

所以, 下式成立:

$$0.3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} < \Delta\text{WSA3} \cdot \lambda/\{f \cdot (\text{NA1})^4 \cdot \Delta T\} < 2.2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C} \quad (\text{a3})$$

30 在表达式(a3)中, 当 k 值超过上限时, 由于温度改变很难保持光学头装置的特性, 而当超过下限时, 它会在仅改变波长的情况下很难保持光学头装置的特性, 尽管各种温度改变都很小。

在例 8 中,与例 6 相比,在允许范围内,一方面通过稍稍降低,即 780nm 波长的效率,在另一方面,即在 650nm 波长附近 $\pm 10\text{nm}$ 使球差变化很小。虽然在例 6 中在 640nm 波长或 660nm 波长处的波前像差是大约 $0.035\lambda_{\text{rms}}$,但是在例 8 中还是可以将 640nm 波长或 660nm 波长处的波前像差提高到
5 大约 $0.020\lambda_{\text{rms}}$ 。在权衡关系中存在这两个因素,并且重要的是具有一个平衡,并且当超过 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 时,透镜性能就变坏并且难于作为光盘上的光学系统。

现在,将描述衍射光焦度和透镜形状之间的关系。在图 47 中,说明性地示出了衍射光焦度和透镜形状之间的关系。图 47(a)是显示在所有部分中
10 衍射光焦度是正的透镜形状图,而图 47(b)是显示在所有部分中衍射光焦度是负的透镜形状图。如图 47(c)所示,设计图 6 中的透镜以便在光轴附近衍射光焦度是负的并且在路径一半时变为正的。由于这种情况,可以防止衍射环带的间距太细。另外,通过设计透镜以便如图 8 所示在透镜的外围附近将衍射光焦度从正度变为负度,从而可以在两个波长之间获得满意的像
15 差。可以这样安排以便于衍射光焦度在光轴附近是正的并且在路程的一半处变为负度,如图 47(d)中所示的。

在图 47(c)中,衍射面具有多个刻出的衍射环形带,并且将靠近光轴的衍射环形带的台阶部分设置为远离光轴,而将远离光轴的衍射环形带的台阶部分设置为靠近光轴。在图 47(d)中,衍射面具有多个刻出的衍射环形带,
20 并且将靠近光轴的衍射环形带的台阶部分设置为靠近光轴,而将远离光轴的衍射环形带的台阶部分设置为远离光轴。

例 9 和 10

例 9 和 10 中的物镜,在其折射面上有一个由表达式(a3)所示的非球面形状,并且例 9 是依据两个光源的有限共扼类型,而例 10 是与第二实施例
25 有关的物镜的具体例子并且是一个依据三个光源的有限共扼类型。在例 9 和 10 中,由作为相差函数 Φ_B 的表达式(a1)表示衍射面,其中单位是弧度。

图 50 和 51 示出了对于 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 时例 9 中物镜的光路。图 52 示出了对于 $\lambda=650\text{nm}$ 时覆盖到例 9 中物镜的数值孔径 0.60 的球面像差图。图 53 和 54 示出了对于 $\lambda=780\text{nm}$ 时覆盖到例 9 中物镜的数值孔径 0.45 和 0.60
30 的球面像差图。图 55 和 56 示出了对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 时例 9 中物镜的波前像差图。

图 57-59 示出了对于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 时例 10 中物镜的光路。图 60 和 61 示出了对于 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=400\text{nm}$ 时覆盖到例 10 中物镜的数值孔径 0.65 的球面像差图。图 62 和 63 示出了对于 $\lambda=780\text{nm}$ 时覆盖到例 10 中物镜的数值孔径 0.45 和 0.65 的球面像差图。图 64-66 示出了对于

5 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 时例 10 中物镜的波前像差图。

根据例 9 和 10 中的每个物镜，在任何一例子中，在实际使用中超过 NA0.45 的光通量对于具有 780nm 波长的光而言会导致大的球面像差，而且作为弥散光，它不能用于信息的记录和/或再现。

下面将显示例 9 和 10 的透镜数据。在表 9 和 10 中，r 表示透镜的曲率

10 半径，d 表示各表面之间的距离，n 表示在每个波长处的折射率，而 γ 表示 Abbe 数。作为参考，将描述 d 线($\lambda=587.6\text{nm}$)的折射率和 γ_d (Abbe 数)。所示的表面号数包括一个孔径，并且在本例子中，为了方便起见，将空间分为对应光盘透明衬底的部分的前面和后面位置。

例 9

- 15 $f=3.33$ 像侧 NA0.60 放大率 -0.194(对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$)
 $f=3.35$ 像侧 NA0.45(NA0.60) 放大率 -0.195(对于波长为 $\lambda=780\text{nm}$)

表 9					
表面号	r	d	n	n	nd γ_d (参考)
光源	.	20.0			
孔径	.	0.0			
2(非球面 1·衍射面)		2.2	1.53771	1.5388	1.5404 56.0
2(非球面 2)		1.7467	1.58030	1.57346	1.585 29.9
4	.	d4			
5	.	d5			
像点	.				

	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	0.6	0.7500
对于 $\lambda=780\text{nm}$	1.2	0.3964

- 20 非球面 1 $k=-0.1295292$

$$A4=-0.045445253$$

$$A8=-0.00011777995$$

$$A10=-5.3843777 \times 10^{-5}$$

$$A12=-9.0807729 \times 10^{-6}$$

5 衍射面 1 $B2=0$

$$B4=-7.6489594$$

$$B6=0.9933123$$

$$B8=-0.28305522$$

$$B10=0.011289605$$

10 非球面 2

$$A4=0.019003845$$

$$A6=-0.010002187$$

$$A8=0.004087239$$

$$A10=-0.00085994626$$

15 $A12=7.5491556 \times 10^{-5}$

例 10

$f=3.31$ 像侧 NA 0.65 放大率 -0.203 (对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$)

$f=3.14$ 像侧 NA 0.65 放大率 -0.190 (对于波长为 $\lambda=400\text{nm}$)

$f=3.34$ 像侧 NA 0.65 放大率 -0.205 (对于波长为 $\lambda=780\text{nm}$)

20

表 10

表面号	r	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=400\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
光源	∞	20.0			
孔径	∞	0.0			
2(非球面 1 衍射面 1)	2.450359	2.2	1.87707	1.92261	1.86890
3(非球面 2 衍射面 2)	9.108348	1.4503			
4	∞	d4	1.58030	1.62441	1.57346
5	∞	d5			
像点	∞				

	对于 $\lambda=650\text{nm}$	对于 $\lambda=400\text{nm}$	对于 $\lambda=780\text{nm}$
--	---------------------------	---------------------------	---------------------------

d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7500	0.5540	0.4097

非球面 1 $k=-0.08796008$
 $A4=-0.010351744$
 $A6=0.0015514472$
 $A8=-0.00043894535$
5 $A10=5.481801 \times 10^{-5}$
 $A12=-4.2588508 \times 10^{-6}$

衍射面 1 $B2=0$
 $B4=-61.351934$
 $B6=5.9668445$
10 $B8=-1.2923244$
 $B10=0.041773541$

非球面 2 $k=-302.6352$
 $A4=0.002$
 $A6=-0.0014$
15 $A8=0.0042$
 $A10=-0.0022$
 $A12=0.0004$

衍射面 2 $B2=0$
 $B4=341.19136$
20 $B6=-124.16233$
 $B3=49.877242$
 $B10=-5.9599182$

附带地，可以将例 10 中的物镜的具体例子等效地用于第三实施例。

例 11-14

25 例 11-14 中的物镜在其折射面上有一个由表达式(a3)所表示的非球面形状。在例 11-13 中，由作为相差函数 Φ_B 的表达式(a1)表示衍射面，其中单位是弧度。在例 14 中，由作为光路差函数 Φ_b 的表达式(a2)表示衍射面，其中单位是 mm。

当获得例 11-14 每个中的物镜特性时，将第一光盘(DVD)的光源波长设

置为 650nm，将第二光盘(使用蓝色激光的先进的高密度光盘)的光源波长设置为 400nm，并且第一和第二光盘的透明衬底厚度 t1 为 0.6mm。将具有透明衬底厚度 t2 的第三光盘(CD)的光源波长设置为 780nm，透明衬底厚度 t2 不同于 t1，是 1.2mm。分别对应于光源波长 400nm、650nm 以及 780nm 的数值孔径 NA 被假设为 0.65、0.65 和 0.5。

例 11

例 11 是与第四实施例有关物镜的一个具体例子，其结构中，准直光进入该物镜。在这个例子中，平方项没有被包括在相差函数的系数中，而仅使用除平方项之外的各项系数。

图 68-70 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 以及 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 11 中物镜光路图。图 71 和图 72 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=400\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.65 的例 11 中物镜的球面像差图。图 73 和图 74 示出了对应于波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.45 和数值孔径 0.65 的例 11 中物镜的球面像差图。图 75-77 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 11 中物镜的球面像差图。

下面将显示例 11 的透镜数据。在表 11 中，r 表示透镜的曲率半径，d 表示表面之间的距离，n 表示在每个波长处的折射率。所示的表面号数包括一个孔径。

例 11

f=3.33 像侧 NA 0.65 (对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$)
f=3.15 像侧 NA 0.65 (对于波长为 $\lambda=400\text{nm}$)
f=3.37 像侧 NA 0.45 (对于波长为 $\lambda=780\text{nm}$)
(NA0.65)

表 11

表面号	r	d	n($\lambda=650\text{nm}$)	n($\lambda=400\text{nm}$)	n($\lambda=780\text{nm}$)
孔径	∞	0.0			
2(非球面 1 衍射面 1)	2.177303	2.2	1.80256	1.84480	1.79498
3(非球面 2 衍射面 2)	6.457315	0.6985			
4	∞	d4	1.58030	1.62441	1.57346
5	∞	d5			
像点	∞				

	对于λ=650nm	对于λ=400nm	对于λ=780nm
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7500	0.6228	0.3995

非球面 1 k=-0.1847301

- A4=-0.0090859227
- A6=0.0016821871
- A8=-0.0071180761
- 5 A10=0.00012406905
- A12=-1.4004589 × 10⁻⁵

衍射面 1 B2=0

- B4=-69.824562
- B6=0.35641549
- 10 B8=0.6877372
- B10=-0.18333885

非球面 2 k=-186.4056

- A4=0.002
- A6=-0.0014
- 15 A8=0.0042
- A10=-0.0022
- A12=0.0004

衍射面 2 B2=0

- B4=745.72117
- 20 B6=-334.75078
- B8=81.232224
- B10=-5.3410176

在具有如同例 11(以及将随后描述的例 12)中的物镜以及三个光源的光学头装置中，可以通过设计非球面系数以及相差函数的系数来修正由透明
25 衬底厚度的不同而导致的球面像差以及由用于每个盘的波长不同所导致的球面像差的色差。如同图 74 所表明的，在实际应用中，在第三光盘上数值孔径 NA0.45 的外部变成弥散光。

例 12

例 12 中物镜的结构是，来自有限距离的发散光可以进入该物镜。在这个例子中，平方项没有被包括在像差函数的系数中，而仅使用除平方项之外的各项系数。

图 78-80 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 以及 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 12 中物镜光路图。图 81 和图 82 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=400\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.65 的例 12 中物镜的球面像差图。图 83 和图 84 示出了对应于波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.45 和数值孔径 0.65 的例 12 中物镜的球面像差图。图 85-87 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 12 中物镜的球面像差图。

下面将显示例 12 的透镜数据。

例 12

f=3.31 像侧 NA 0.65 放大率 -0.203 (对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$)

f=3.14 像侧 NA 0.65 放大率 -0.190 (对于波长为 $\lambda=400\text{nm}$)

f=3.34 像侧 NA 0.65 放大率 -0.205(对于波长为 $\lambda=780\text{nm}$)

(NA0.65)

表 12

表面号	r	d	N($\lambda=650\text{nm}$)	n($\lambda=400\text{nm}$)	n($\lambda=780\text{nm}$)
光源	∞	20.0			
孔径	∞	0.0			
2(非球面 1 衍射面 1)	2.450359	2.2	1.87707	1.92261	1.86890
3(非球面 2 衍射面 2)	9.108348	1.4503			
4	∞	d4	1.58030	1.62441	1.57346
5	∞	d5			
像点	∞				

	对于 $\lambda=650\text{nm}$	对于 $\lambda=400\text{nm}$	对于 $\lambda=780\text{nm}$
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7500	0.5540	0.4097

非球面 1 k=-0.08796008

A4=-0.010351744

A6=0.0015514472

$$A8=-0.00043894535$$

$$A10=5.481801 \times 10^{-5}$$

$$A12=-4.2588508 \times 10^{-6}$$

衍射面 1 $B2=0$

5 $B4=-61.351934$

$$B6=5.9668445$$

$$B8=-1.2923244$$

$$B10=0.041773541$$

非球面 2 $k=-302.6352$

10 $A4=0.002$

$$A6=-0.0014$$

$$A8=0.0042$$

$$A10=-0.0022$$

$$A12=0.0004$$

15 衍射面 2 $B2=0$

$$B4=341.19136$$

$$B6=-124.16233$$

$$B8=49.877242$$

$$B10=-5.9599182$$

20 在具有如同例 12 中的物镜以及三个光源的光学头装置中，可以通过设计非球面系数以及相差函数的系数来修正由透明衬底厚度的不同而导致的球面像差以及由用于每个盘的波长不同所导致的球面像差的色差。如同图 84 所表明的，在实际应用中，在第三光盘上数值孔径 NA0.45 的外部变为弥散光。

25 例 13

例 13 的物镜是另一个与第四实施例有关的物镜的具体例子，其结构中来自无限距离的准直光可以进入该物镜。在这个实施例中，将平方项以及除平方项之外的各项用做衍射面相差函数的系数。

30 图 88-90 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 以及 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 13 中物镜光路图。图 91 和图 92 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 和 $\lambda=400\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.60 的例 13 中物镜的球面像差图。图 93 和图 94 示出了对应于

波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.45 和数值孔径 0.60 的例 13 中物镜的球面像差图。图 95-97 示出了分别对应于 $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ 和 $\lambda=780\text{nm}$ 的例 13 中物镜的球面像差图。

下面将示出例 13 的透镜数据。

- 5 例 13
- $f=3.31$ 像侧 NA 0.60 (对于波长为 $\lambda=650\text{nm}$)

$f=3.14$ 像侧 NA 0.60 (对于波长为 $\lambda=400\text{nm}$)

$f=3.34$ 像侧 NA 0.45 (对于波长为 $\lambda=780\text{nm}$)

(NA0.60)

10

表 13

表面号	r	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=400\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
孔径	∞	0.0			
2(非球面 1 衍射面 1)	2.016831	2.2	1.53771	1.55765	1.53388
3(非球面 2 衍射面 2)	-12.04304	0.7555			
4	∞	d4	1.58030	1.62441	1.57346
5	∞	d5			
像点	∞				

	对于 $\lambda=650\text{nm}$	对于 $\lambda=400\text{nm}$	对于 $\lambda=780\text{nm}$
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.7500	0.7500	0.3409

- 非球面 1 $k=-0.3363369$
- $A4=-0.0025421455$

$A6=-0.0010660122$

$A8=4.7189743 \times 10^{-5}$

$A10=1.5406396 \times 10^{-6}$

$A12=-7.0004876 \times 10^{-6}$
- 衍射面 1 $B2=-177.66083$
- $B4=-46.296284$

$B6=-6.8014831$
- 20

$$B8=1.6606499$$

$$B10=-0.39075825$$

$$\text{非球面 2} \quad k=43.44262$$

$$A4=0.002$$

$$5 \quad A6=-0.0014$$

$$A8=0.0042$$

$$A10=-0.0022$$

$$A12=0.0004$$

$$\text{衍射面 2} \quad B2=241.52445$$

$$10 \quad B4=402.41974$$

$$B6=-191.87213$$

$$B8=64.779696$$

$$B10=-8.6741764$$

在当前例子中，可以修正由透明衬底厚度的不同而导致的球面像差以及可以修正由用于每个盘的波长不同所导致的球面像差的色差以及沿轴的色差，这是因为将平方项和除平方项之外的各项用做衍射面相差函数的系数。如同图 94 所表明的，在实际应用中，在第三光盘上数值孔径 NA0.45 的外部变为弥散光。

例 14

20 例 14 的物镜是一个与第六实施例有关的物镜的具体例子，其结构中，来自无限距离的波长 400nm 和 650nm 的准直光以及波长 780nm 的发散光可以进入该物镜。在这个实施例中，将平方项以及除平方项之外的各项用做衍射面相差函数的系数。

25 图 98 示出了对应于 $\lambda=400\text{nm}$ 的例 14 中物镜光路图。图 99-101 示出了分别对应于 $\lambda=400 \pm 10\text{nm}$ 、 $\lambda=650\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 以及 $\lambda=780\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 的直到数值孔径 0.65 的例 14 中物镜的球面像差图。

下面将示出例 13 的透镜数据。

例 14

$$f=3.44 \text{ 像侧 NA } 0.65 \text{ (对于波长为 } \lambda=650\text{nm) }$$

$$30 \quad f=3.33 \text{ 像侧 NA } 0.65 \text{ (对于波长为 } \lambda=400\text{nm) }$$

$$f=3.46 \text{ 像侧 NA } 0.45 \text{ (对于波长为 } \lambda=780\text{nm) }$$

(NA0.65)

表 14

表面号	r	d	N($\lambda=650\text{nm}$)	n($\lambda=400\text{nm}$)	n($\lambda=780\text{nm}$)
光源	∞	d0			
孔径	∞	0			
2(非球面 1 衍射面 1)	2.15759	2.400	1.561	1.541	1.537
3(非球面 2)		0.976			
4	∞	d4	1.622	1.578	1.571
5	∞	d5			
像点	∞				

	对于 $\lambda=400\text{nm}$	对于 $\lambda=650\text{nm}$	对于 $\lambda=780\text{nm}$
d0	∞	∞	75.17
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.649	0.733	0.532
焦距	3.33	3.44	3.46

非球面 1 $k=-2.0080$

$$\begin{aligned}
 5 \quad & A4=0.18168 \times 10^{-1} \\
 & A6=-0.91791 \times 10^{-3} \\
 & A8=0.16455 \times 10^{-3} \\
 & A10=-0.11115 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

衍射面 $b2=-0.51589 \times 10^{-3}$

$$\begin{aligned}
 10 \quad & b4=-0.24502 \times 10^{-3} \\
 & b6=0.49557 \times 10^{-4} \\
 & b8=-0.14497 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

非球面 2 $k=3.1831$

$$\begin{aligned}
 15 \quad & A4=0.14442 \times 10^{-1} \\
 & A6=-0.17506 \times 10^{-2} \\
 & A8=0.21593 \times 10^{-4} \\
 & A10=0.12534 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

随便提到，本发明不限于上面所解释的例子。虽然在每个物镜的两侧

上构成衍射面，但是也可以在光学系统的光学头装置中的一个光元件的某个面上提供这种衍射面。另外，虽然是在透镜整个面上形成环形带状衍射面，但是也可以部分地形成。此外，虽然在假设光源波长是 400nm 并且透明衬底的厚度是 0.6mm 目标为采用蓝色激光器的先进的高密度光盘的情况下已经提高了光学系统的设计，但是也可以将本发明用于除上述技术规格之外的其它技术规格的光盘。

其阶，下面将描述本发明的第七实施例。

图 117 示出了一个物镜以及包括当前实施例中的该物镜的光学头装置的结构示意图。如图 117 所示，第一半导体激光器 111 和第二半导体激光器 112 作成单元作为光源。在准直透镜 13 和物镜 16 之间，安排有分束器 120，大部分由准直透镜 13 准直的光束经过该分束器而向物镜 16 传播。此外，用做光路改变装置的分束器 120 改变在信息记录面 22 上反射回的光通量的光路，以便于该光通量可以到达光检测器 30。物镜 16 在其外围部分有凸缘部分 16a，这样可以容易地将物镜 16 安装在光学头装置上。另外，由于凸缘部分 16a 的表面在与物镜 16 的光轴几乎垂直方向上延伸，因此可以更准确地安装该物镜。

当再现第一光盘时，从第一半导体激光器 111 中发射出的光通量穿过准直透镜 13 变成进一步穿过分束器 120 从而由孔径 17 将其缩小光圈的准直光通量，并且通过物镜 16 经第一光盘 20 的透明衬底 21 会聚到信息记录面 22 上。然后，由信息位调制并且在信息记录面 22 上反射的光通量经孔径 17 被反射在分束器 120 上，然后通过柱面镜 180 散光，并经凹透镜 50 进入光检测器 30。因此，使用从光检测器 30 输出的信号来获得记录在第一光盘 20 上的信息的读信号。

此外，检测由于光检测器 30 上光点形状和位置的改变而引起的光量的变化，以检测聚焦点和光道。基于这个检测，移动物镜 16 以便于可以通过二维调节器 150 使来自第一半导体激光器 111 的光通量在第一光盘 20 的信息记录面 22 上构成一个像，而且移动物镜 16 以便于来自第一半导体激光器 111 的光通量可以在指定光道上形成像。

当再现第二光盘时，从第二半导体激光器 112 中发射出的光通量穿过准直透镜 13 变成进一步穿过分束器 120 从而由孔径 17 将其缩小光圈的准直光通量，并且通过物镜 16 经第二光盘 20 的透明衬底 21 会聚到信息记录

面 22 上。然后,由信息位调制并且在信息记录面 22 上反射的光通量经孔径 17 被反射在分束器 120 上,然后通过柱面镜 180 散光,并经凹透镜 50 进入光检测器 30。因此,使用从光检测器 30 输出的信号来获得记录在第一光盘 20 上的信息的读信号。此外,检测由于光检测器 30 上光点形状和位置
5 的改变而引起的光量的变化,以检测聚焦点和光道。基于这个检测,移动物镜 16 以便于可以通过二维调节器 150 使来自第二半导体激光器 112 的光通量在第二光盘 20 的信息记录面 22 上构成一个像,而且移动物镜 16 以便于来自第二半导体激光器 112 的光通量可以在指定光道上形成像。

设计物镜(衍射透镜)16 以便于对于来自每个半导体激光器的入射光的
10 每个波长(λ)而言,其波前像差可以是 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 或更小,直到达数值孔径(最大数值孔径比用于第一和第二光盘的记录和/或再现所需的要大)。所以,在每个光通量的像形成面上的波前像差是 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 或更小。因此,当记录和/或再现任一光盘时,在像形成面和检测器 30 上没有产生弥散光,其结果对于聚焦误差检测以及光道误差检测而言产生了更好的特性。

15 附带地,这里假设这样一种情况:其中第一光盘是 DVD(光源波长是 650nm)而第二光盘是 CD(光源波长是 780nm),以及这种情况:第一光盘是先进的高密度盘(光源波长是 400nm)而第二光盘是 DVD(光源波长是 650nm)。特别地,当如上述两种情况中的两个光盘的必需数值孔径之间存在很大差别时,与所必需的光点直径相比,有时光点太小了。在这种情况下
20 中,可以引入在本文件其它地方解释过的孔径调节装置来获得所需的光点直径。

下面将解释有关球面像差修正透镜的例 15、16、17 以及 18,来作为与第七实施例有关的物镜的一个具体例子。在每个例子中,对于最大数值孔径,将波前像差修正为 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 或更小。附带地,在下文的解释中提及的
25 像侧是指光信息记录介质一侧。

例 15

图 118 示出了代表例 15 中物镜的衍射光透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。图 119 示出了与例 15 的衍射光透镜有关的在波长(λ)=640、650 以及 660nm 情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。图 120 示出了例 15 的衍射
30 光透镜的光路图,其中光信息记录介质的透明衬底厚度比图 118 中的大。图 121 示出了与图 120 中的衍射光透镜有关的在波长 λ =770、780 以及 790nm

情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。

根据例 15 的衍射光透镜，如图 119 所示，对于波长 $\lambda=650\text{nm}$ ，直到 NA0.60 的孔径几乎都没有像差。如图 120 和 121 所示，其中的透明衬底都是厚的，对于波长 $\lambda=780\text{nm}$ ，直到 NA0.60 的孔径几乎都没有像差。附带地，

5 对于 $\lambda=780\text{nm}$ ，指定的数值孔径是 0.45。

如上所述，在例 15 中，可以将波长为 780nm 的情况中的球面像差修正到与其中透明衬底要薄些以及波长为 650nm 情况中一样的数值孔径 (NA0.60)，在波长为 780nm 的情况中光信息记录介质的透明衬底比例 1、6 和 8 中的厚。

10 下面将示出例 15 中的透镜数据。

对于波长 $\lambda=650\text{nm}$ 的情况，
焦距 $f=3.33$ 像侧的数值孔径 $\text{NA}=0.60$ 无限型(入射准直后的光通量)
对于波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的情况，
焦距 $f=3.38$ 像侧的数值孔径 $\text{NA}=0.60$ 无限型

15 表 15

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无限	无限		
STO	无限	0.0		
2(非球面 1 衍射面)	2.06085	2.2	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-6.98986	1.059		
4	无限	d4	1.57787	1.57084
5	无限	d5		

	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	0.6	0.700
对于 $\lambda=780\text{nm}$	1.2	0.364

非球面系数

非球面 1 $k=-1.0358$

$A4=4.8632 \times 10^{-3}$

20 $A6=5.3832 \times 10^{-4}$

$A8=-1.5773 \times 10^{-4}$

$$A_{10}=3.8683 \times 10^{-7}$$

$$\text{非球面 2} \quad k=-9.256352$$

$$A_4=1.5887 \times 10^{-2}$$

$$A_6=-5.97422 \times 10^{-3}$$

$$5 \quad A_8=1.11613 \times 10^{-3}$$

$$A_{10}=-9.39682 \times 10^{-5}$$

衍射面系数(标准波长 650nm)

$$b_2=6.000 \times 10^{-3}$$

$$b_4=-1.317 \times 10^{-3}$$

$$10 \quad b_6=1.5274 \times 10^{-4}$$

$$b_8=-6.5757 \times 10^{-5}$$

$$b_{10}=6.2211 \times 10^{-6}$$

例 16

图 122 示出了代表例 16 中物镜的衍射光透镜(具有衍射面的物镜)的光
 15 路图。图 123 示出了与例 16 的衍射光透镜有关的在波长(λ)=640、650 以及
 660nm 情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。图 124 示出了例 16 的衍射
 光透镜的光路图, 其中光信息记录介质的透明衬底厚度比图 122 中的大。
 图 125 示出了与图 124 中的衍射光透镜有关的在波长 λ =770、780 以及 790nm
 情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。

20 根据例 16 的衍射光透镜, 如图 123 所示, 对于波长 λ =650nm, 直到
 NA0.60 的孔径几乎都没有像差。如图 124 和 125 所示, 其中的透明衬底都
 是厚的, 对于波长 λ =780nm, 直到 NA0.60 的孔径几乎都没有像差。附带地,
 对于 λ =780nm, 指定的数值孔径是 0.45。

如上所述, 在例 16 中, 可以将在波长为 780nm 的情况中的球面像差修
 25 正到与其中透明衬底要薄些以及波长为 650nm 情况中一样的数值孔径
 (NA0.60), 在波长为 780nm 的情况中光信息记录介质的透明衬底比例 1、6
 和 8 中的厚。顺便提一下, 在例 15 和 16 中, 对于一直到 NA0.6, 修正由透
 明衬底的厚度差而引起的球面像差, 需要由衍射产生的对球面像差强有力的
 30 修正。由于这个原因, 降低了环形区域间距, 但是该间距的减小是通过

下面将示出例 16 中的透镜数据。

对于波长 $\lambda=650\text{nm}$ 的情况,
焦距 $f=3.33$ 像侧的数值孔径 $\text{NA}=0.60$ 无限型(入射准直后的光通量)
对于波长 $\lambda=780\text{nm}$ 的情况,
焦距 $f=3.36$ 像侧的数值孔径 $\text{NA}=0.60$ 无限型

5

表 16

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无限	无限		
STO	无限	0.0		
2(非球面 1 衍射面)	2.09216	2.200	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-7.49521	1.024		
4	无限	d4	1.57787	1.57084
5	无限	d5		

	d4	d5
对于 $\lambda=650\text{nm}$	0.6	0.699
对于 $\lambda=780\text{nm}$	1.2	0.345

非球面系数

非球面 1 $k=-1.1331$

$A4=4.5375 \times 10^{-3}$

10

$A6=1.2964 \times 10^{-3}$

$A8=-3.6164 \times 10^{-4}$

$A10=2.0765 \times 10^{-5}$

非球面 2 $k=-4.356298$

$A4=1.57427 \times 10^{-2}$

15

$A6=-4.91198 \times 10^{-3}$

$A8=7.72605 \times 10^{-4}$

$A10=-5.75456 \times 10^{-5}$

衍射面系数(标准波长 650nm)

$b2=2.1665 \times 10^{-3}$

20

$b4=-2.0272 \times 10^{-3}$

$b6=5.5178 \times 10^{-4}$

$$b8 = -1.8391 \times 10^{-4}$$

$$b10 = 1.8148 \times 10^{-5}$$

例 17

图 126 示出了代表例 17 中物镜的衍射光透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。图 127 示出了与例 17 的衍射光透镜有关的在波长(λ)=640、650 以及 660nm 情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。图 128 示出了例 17 的衍射光透镜的光路图, 其中光信息记录介质的透明衬底厚度比图 126 中的大。图 129 示出了与图 128 中的衍射光透镜有关的在波长 λ =770、780 以及 790nm 情况下直到数值孔径 0.60 的球面像差图。

根据例 17 的衍射光透镜, 如图 127 所示, 对于波长 λ =650nm, 所有一直到 0.60 的孔径几乎都没有像差。如图 128 和 129 所示, 其中的透明衬底都是厚的, 对于波长 λ =780nm, 所有一直到 NA0.60 的孔径几乎都没有像差。附带地, 对于 λ =780nm, 指定的数值孔径是 0.45。在例 15-17 的每一个例子中轴向色差都彼此不同, 并且环形区域的间距也彼此不同。

如上所述, 在例 17 中, 可以将波长为 780nm 的情况中的球面像差修正到与其中透明衬底经薄些以及波长为 650nm 情况中一样的数值孔径 (NA0.60), 在波长为 780nm 的情况中光信息记录介质的透明衬底比例 1、6 和 8 中的厚。

下面将示出例 17 中的透镜数据。

对于波长 λ =650nm 的情况,
 焦距 $f=3.33$ 像侧的数值孔径 $NA=0.60$ 无限型
 对于波长 λ =780nm 的情况,
 焦距 $f=3.34$ 像侧的数值孔径 $NA=0.60$ 无限型

表 17

表面号	R	d	$n(\lambda=650\text{nm})$	$n(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	无限	无限		
STO	无限			
2(非球面 1 衍射面)	2.14757	2.200	1.54113	1.53728
3(非球面 2)	-7.74682	1.0333		
4	无限	d4	1.57787	1.57084
5	无限	d5		

	d4	d5
对于λ=650nm	0.6	0.700
对于λ=780nm	1.2	0.327

- 非球面系数
- 非球面 1 k=-1.0751
- A4=5.0732 × 10⁻³
- A6=4.3722 × 10⁻⁴
- 5 A8=-1.4774 × 10⁻⁴
- A10=9.6694 × 10⁻⁷
- 非球面 2 k=-10.41411
- A4=1.59463 × 10⁻²
- A6=-6.02963 × 10⁻³
- 10 A8=1.11268 × 10⁻³
- A10=-9.3151 × 10⁻⁵
- 衍射面系数(标准波长 650nm)
- b2=-2.000 × 10⁻³
- b4=-1.4462 × 10⁻³
- 15 b6=1.1331 × 10⁻⁴
- b8=-6.6211 × 10⁻⁵
- b10=6.8220 × 10⁻⁶

例 18

图 130 示出了代表例 18 中物镜的衍射光透镜(具有衍射面的物镜)的光路图。图 131 示出了与例 18 的衍射光透镜有关的在波长(λ)=390、400 以及 410nm 情况下一直到数值孔径 0.70 的球面像差图。图 132 示出了例 18 的衍射光透镜的光路图，其中光信息记录介质的透明衬底厚度比图 130 中的大。图 133 示出了与图 132 中的衍射光透镜有关的在波长λ=640、650 以及 660nm 情况下一直到数值孔径 0.70 的球面像差图。

25 根据例 18 的衍射光透镜，如图 131 所示，对于波长λ=400nm，所有一直到 NA0.70 的孔径几乎都没有像差。如图 132 和 133 所示，其中的透明衬底都是厚的，对于波长λ=650nm，所有一直到 NA0.70 的孔径几乎都没有像差。

如上所述，在例 17 中，可以将在波长为 650nm 的情况中的球面像差修正到与其中透明衬底要薄些以及波长为 400nm 情况中一样的数值孔径 (NA0.70)，在波长为 650nm 的情况中光信息记录介质的透明衬底比例 1、6 和 8 中的厚。

- 5
- 下面将示出例 18 中的透镜数据。

对于波长 λ =400nm 的情况，

焦距 f=3.33 像侧的数值孔径 NA=0.70 无限型

对于波长 λ =650nm 的情况，

焦距 f=3.34 像侧的数值孔径 NA=0.70 无限型

10

表 18

表面号	R	d	n(λ =650nm)	n(λ =650nm)
OBJ	无限	无限		
STO	无限			
2(非球面 1 衍射面)	2.65858	2.40	1.71657	1.68987
3(非球面 2)	-15.86969	1.297		
4	无限	d4	1.62158	1.57787
5	无限	d5		

	d4	d5
对于 λ =650nm	0.1	0.704
对于 λ =780nm	0.6	0.469

- 非球面系数
- 非球面 1 K=0.0
- A4=-7.9616 × 10⁻⁴
- 15 A6=-5.7265 × 10⁻⁴
- A8=8.3209 × 10⁻⁵
- A10=-4.1599 × 10⁻⁵
- 非球面 2 K=0.0
- A4=3.11131 × 10⁻²
- 20 A6=-1.18548 × 10⁻²
- A8=1.63937 × 10⁻³

$$A_{10} = -6.60514 \times 10^{-5}$$

衍射面系数(标准波长 400nm)

$$b_2 = -1.4046 \times 10^{-3}$$

$$b_4 = -8.6959 \times 10^{-4}$$

$$5 \quad b_6 = 2.3488 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = -5.2455 \times 10^{-5}$$

$$b_{10} = 3.6385 \times 10^{-6}$$

- 其阶, 将解释例 1-3 以及例 14-18 的每一个中的衍射光透镜的多个环形带的间距。构造这些环形带中的每一个以使其成为其中心是光轴的同心圆的形式, 并且环形带的间距 $P_f(\text{mm})$ 值对应于像侧透镜的最大数值孔径, 在表 19 中示出了对应于表示最大数值孔径一半的数值孔径的环形带间距 $P_f(\text{mm})$ 和 $(P_h/P_f)-2$ 。

表 19

例子	P_f	P_h	P_h/P_f-2
1	0.009	0.110	10.2
2	0.067	0.255	1.8
3	0.012	0.032	0.67
14	0.039	0.221	3.7
15	0.027	0.091	1.4
16	0.014	0.353	23.2
17	0.010	0.065	4.5
18	0.011	0.060	3.5

$$0.4 \leq |(P_h/P_f)-2| \leq 25 \quad (b1)$$

- 15 根据本发明发明人的进一步研究, 已经发现当前述表达式(b1)成立时, 即, 当 $|(P_h/P_f)-2|$ 的值不小于该表达式的下限值时, 就不衰减对高阶球面像差进行修正的衍射行为, 并且因此, 可以通过这个衍射行为来修正由透明衬底的厚度差所导致的两上述波长之间的球面像差之差, 并且当上述值不大于上限值时, 几乎不产生衍射环形带间距太小的部分, 因此能够产生
- 20 具有高衍射效率的透镜。

关于上述相关表达式, 下列表达式(b2)较好, 而表达式(b3)则更好。

$$0.8 \leq |(P_h/P_f)-2| \leq 0.6 \quad (b2)$$

$$1.2 \leq |(Ph/Pf)-2| \leq 2.0 \quad (b3)$$

下面，将解释本发明的第八个实施例。

通过使用波长为 650nm 的光源来记录和再现 DVD 时位于光信息记录介质一侧物镜的必需的数值孔径 NA1 大约是 0.6, 而通过使用波长为 780nm 的光源来再现 CD 时位于光信息记录介质一侧物镜的需要的数值孔径 NA2 大约是 0.45(记录时为 0.5)。因此, 用于上述修正一直到数值孔径 NA1 的像差的衍射图案不是必不可少的。

另外, 因为焦深很大并且球面像差量很小, 所以在光轴附近该衍射图案不是必不可少的。

10 通过在必需以及最少的部分上形成衍射图案并且通过使剩余部分成为折射面, 可以防止在金属模制过程中工具的损坏, 从而提高释放特性, 并且可以防止容量的恶化, 容量的恶坏是这样引起的: 当存在由光会聚点比 CD 一侧所需的要窄时所导致的各盘厚度差, 或者当盘倾斜时所导致的。

15 为了这个目的, 物镜的衍射图案需要对于光轴而言是旋转对称的, 并且需要满足下列条件: 对于从第一光源发出的光通量, 当将来自离光轴最远的物镜上的衍射图案圆圈外围的正的主要衍射光束转换为光信息记录介质一侧数值孔径为 NAH1 的光通量, 对于从第一光源发出的光通量, 当将来自离光轴最近的物镜上的衍射图案圆圈外围的正主要衍射光束转换为光信息记录介质一侧上数值孔径为 NAL1 的光通量时,

$$20 \quad NAH1 < NA1$$

$$0 \leq NAL1 \leq NA2$$

当第一光信息记录介质是 DVD, 第一光源的波长 λ_1 是 650nm, 第二光信息记录介质是 CD 并且第二光源的波长 λ_2 是 780nm 时, 则最好是: NAH1 从 0.43 到 0.55, NAL1 从 0.10 到 0.40。

25 对与具有衍射图案的部分有关的物镜进行光学设计, 使来自第一光源的进入该物镜的光通量的正主要衍射光束可以是一个几乎没有像差的光会聚点。另一方面, 对与不具有衍射图案的部分有关的物镜进行光学设计时, 使来自第一光源的进入该物镜的光通量可以是一个几乎没有像差的光会聚点。

30 对与上述两种情况中的光会聚位置需要大概一致。另外, 重要的是, 每个光通量的相位要彼此一致。附带地, 对于相位, 当 k 表示一个小的整

数时,尽管有 $2k\pi$ 的偏差,在所设计波长的条件下,光会聚特性几乎不改变,但是当 $|k|$ 的绝对值很大时,由于波长波动很容易地使光会聚特性改变。最好是, $|k|$ 在 1-10 的范围内。

- 5 在从第二光源发出的光通量中,在这种情况下,将来自物镜上离光轴最远的衍射图案的圆圈外围的正主要衍射光束转换为在光信息记录介质一侧的数值孔径是 $NAH2$ 的光通量,与此同时,将来自物镜上离光轴最近的衍射图案的圆圈外围的正主要衍射光束转换为在光信息记录介质一侧的数值孔径是 $NAL2$ 的光通量。

- 10 建立穿过物镜的光通量的球面像差,从而对于每一个光通量,可以使来自具有衍射图案那部分的每个光通量以及来自没有衍射图案那部分的光通量的光会聚位置和相位差达到最佳,因此,通过使用从第二光源发出的光通量中穿过物镜的数值孔径为 $NAH2$ 或更小的光通量,可以在光信息记录介质的信息记录面上形成可以进行第二光信息记录介质的记录和再现的光点。

- 15 实际中,最好的是,对于从第一光源发出的光通量中穿过物镜的数值孔径为 $NA1$ 或更小的光通量而言,经第一光信息记录介质的透明衬底在最佳像点处的波前像差是 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小,而对于从第二光源发出的光通量中穿过物镜的数值孔径为 $NAH2$ 或更小的光通量而言,经第二光信息记录介质的透明衬底在最佳像点处的波前像差是 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小。

- 20 附带地,尤其最好的是,对于从第一光源发出的光通量中穿过物镜的数值孔径为 $NA1$ 或更小的光通量而言,经第一光信息记录介质的透明衬底在最佳像点处的波前像差的球面像差分量是 $0.05\lambda_{rms}$ 或更小。

- 25 在使光学头装置成为这样的时候:其中在第一光源和第二光源之间并且在第二光源和物镜之间至少提供一个准直透镜,由此,每个从第一光源进入该物镜的光通量以及每个从第二光源进入该物镜的光通量都是准直光,从而容易调整光学头。

另外,对于分别从第一光源和第二光源发出的光通量而言,通过使用一个准直透镜可以降低光学头装置的成本。

- 30 附带地,当第一光源和第二光源的每一个都是单独的单元时,对于准直透镜,可以设置每个光源的位置以便于每个光通量可以彼此平行。

当第一光源和第二光源在同一单元中时,可以通过在光束方向上适当

设置两个光源的位置差使入射到物镜中的光束彼此平行, 或者还可以这样, 当不能进行调整时, 通过使用准直透镜的色差最佳的一个光源来使入射到物镜中的光束彼此平行。

- 另外, 进入物镜的光通量可以是会聚的光通量也可以是发散的光通量, 5 通过使从第二光源进入物镜的光通量散度比从第一光源进入物镜的光通量散度要高, 从而产生基于散度差别所导致的球面像差, 这样可以减少通过衍射图案修正的球面像差量。

- 图 114 是示意图, 其中数值孔径 $NAH2$ 与数值孔径 $NAL2$ 相同, 并且在图上示出了对于下列情况下从第二光源发出的光能量穿过第二光信息记录介质(CD)透明衬底的光通量的球面像差, 这些情况是: 其中没有修正轴向色差的情况以及其中修正了近轴色差($\Delta fB=0$)的情况。 10

- 当没有通过衍射图案修正时, 对具有 $NAH2$ 或更小的用于再现第二光信息记录介质的光通量的会聚位置是在点 B 处, 而在通过衍射图案修正光能量从而使 ΔfB 几乎为 0 之后, 它被会聚在点 A 处。但是, 在 $NAH2$ 外部, 15 不通过衍射图案进行修正, 并且它的像差仅通过折射面来显示像差曲线 S。

- 从图中可以明显看出, 在光通量的会聚点与 $NAH2$ 中的球面像差之间的间隙增大了近轴色差的修正量 ΔfB , 并从 $NAH2$ 到 $NA1$ 的弥散光分量被会聚的位置大大地远离对于 $NAH2$ 或其更小的情况下用于第二光信息记录介质再现的光通量的会聚位置。所以弥散光分量对光检测器的影响很小。 20

- 另外, 由于在 $\lambda1$ 和 $\lambda2$ 处修正近轴色差, 所以即使在 $\lambda1$ 和 $\lambda2$ 附近近轴色差也会很小, 并且甚至当在光信息记录介质上记录信息的过程中由于激光功率的波动使振荡波长改变时, 几乎不会使焦点移动, 而且使高速记录成为可能。

- 为了使从 $NAH2$ 到 $NA1$ 的弥散光分量会聚的位置和对于 $NAH2$ 或更小的光通量会聚位置彼此远离, 通过设计第二衍射图案使第二衍射图案位于上述衍射图案的外部, 从而可以获得如图 115 所示的修正像差状态, 因此, 对于来自第一光源的光通量, 第二衍射图案的正主要衍射光线在上述会聚位置处会聚, 而来自第二光源的光线通过第二衍射图案透射而不会被其衍射。 25

- 也就是, 图 115(a)示出了对于从第一光源发出的光通量的修正像差状态, 其中通过对于 $NAH1$ 或更多以及 $NAH1$ 或更少而言的正主要衍射光线 30

的修正效果，使由所建立的衍射面产生的相对大的像差变为没有像差，并且在会聚位置处会聚该光通量。但是，如图 115(b)所示，第二光源发出的光通量中穿过在 NAH2 外部的衍射图案的光通量是没有受到衍射作用的零阶光。所以，在其修正像差状态中，没有被衍射图案修正的像差以本来面貌出现。因此，在 NAH2 处的球面像差间隙变大，弥散光分量的会聚位置大大地远离用于信息再现的光通量的会聚位置。所以，弥散光分量对光检测器的影响很小。

还可以这样设计第二衍射图案，使来自第一光源的光通量可以不被第二衍射图案衍射，而来自第二光源的光通量可以主要地变成负主要衍射光线。由于这种情况，当放大由衍射引起的范围从 NAH2 到 NA1 的光通量的球面像差时，对于第二光源可以适当修正穿过物镜的数值孔径是 NAH2 或更小的光通量经过第二光信息记录介质透明衬底的球面像差，如图 113 所示，另一方面，可以使放大的在 NAH2 外部的光通量的球面像差变得更大。其结果，如图 116(b)所示，在 NAH2 处的球面像差间隙变大，并且弥散光分量的会聚位置大大地远离用于信息再现的光通量的会聚位置。所以，弥散光分量对光检测器的影响很小。

以同样的方式，通过在从光源到物镜的光路中提供一个孔径调节装置，该装置透过来自第一光源的光通量而不透过来自第二光源的光通量中经过与第一衍射图案光轴相反区域的光通量，并因而，通过减少达到光检测器上的弥散光分量，从而可以使弥散光分量的影响变小。

对于这个孔径调节装置，在用一个光合成装置组合来自第一光源的输出光通量和来自第二光源的输出光通量之后，可以在光路中安排一个环形带状滤光器，它可以传送来自第一光源的光通量并反射或吸收来自第二光源光通量中经过第一衍射图案上与光轴相对区域的光通量。

对于这种滤光器，例如，可以使用采用多层的分色滤光器。当然可以使物镜的任一面具有上述的滤光器效果。

孔径调节装置还可以是一个这样的环形带状滤光器：它可以透射来自第一光源的光通量，而使第二光源光通量中通过衍射图案的与光轴相对区域的光通量被衍射。

随后将参考附图具体解释与本发明第八个实施例有关的第一光学头装置 - 第七光学头装置。

在图 102 中所示的第一光学头装置中有一个表示用于第一光盘再现的第一光源的半导体激光器 111, 以及用于再现第二光盘的半导体激光器 112。

首先, 当再现第一光盘时, 从第一半导体激光器 111 中发出一束光, 发出的光束经代表用于从半导体激光器 111 和 112 发出光束的组合装置的分束器 190 传送, 然后经偏振分束器 120、准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送从而变成一个圆形偏振以及准直光通量。这个光通量被孔径 170 缩小范围, 并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量经物镜 160、孔径 170、1/4 波长板 140 以及准直透镜 130 被再阶传送进入到偏振分束器 120 中, 在偏振分束器 120 中, 光通量被反射并且由柱面透镜 18 像散。然后, 该光通量进入光检测器 300, 从该检测器中输出的信号被用于获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

检测出由于光检测器 300 上光点的构成和位置的改变而导致的光量改变从而进行聚焦检测和循道检测。基于这个检测, 二维调节器 150 移动物镜 160, 使来自第一半导体激光器 111 的光通量可以在第一光盘 200 的记录面 220 上形成一个像, 而且移动物镜 160 使来自半导体激光器 111 的光通量可以在指定光道上形成一个像。

当再现第二光盘时, 从第二半导体激光器 112 中发出一束光, 发出的光束在代表光束的组合装置的分束器 190 上被反射, 并且以与来自第一半导体激光器 111 的光通量相同的方式, 经偏振分束器 120、准直透镜 130、1/4 波长板 140 以及物镜 160, 并经第二光盘 200 的透明基底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量经物镜 160、孔径 170、1/4 波长板 14、准直透镜 130、偏振分束器 120 以及柱面透镜 18 再阶进入到光检测器 300, 并且从光检测器上输出的信号被用于获得读出记录在第二光盘 200 上信息的信号。

以与第一光盘情况相同的方式, 检测出由于光检测器 300 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变从而进行聚焦检测和循道检测, 二维调节器 150 移动物镜 160 以便于调焦和循道。

图 103 中的第二拾取装置具有适合于用于记录和再现的光学系统的结

构，下面将解释再现的一种情况。附带地，在下面的例子中，对于与图 102 中的光学头装置相同的部分都给出了相同的标记。

当再现第一光盘时，从第一半导体激光器 111 中发出一束光，发出的光束被偏振分束器 121 反射并且经准直透镜 131 以及 1/4 波长板 141 变成圆形偏振准直光。它进一步经表示光合成装置的分束器 190 传送，然后被孔径 170 截止，并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并在信息记录面 220 反射的这个光通量经分束器 190、1/4 波长板 141 以及准直透镜 131 被再阶传送并经物镜 160 和孔径 170 进入到偏振分束器 121 中，在偏振分束器 120 中，光通量通过时被像散。然后，该光通量进入光检测器 301，在该检测器中使用从其上被输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

检测出由于光检测器 301 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变从而进行聚焦检测和循道检测。基于这个检测，二维调节器 150 移动物镜 160 使来自第一半导体激光器 111 的光通量可以在第二光盘 200 的记录面 220 上形成一个像，而且移动物镜 160 使来自半导体激光器 111 的光通量可以在规定光道上形成一个像。

当再现第二光盘时，从第二半导体激光器 112 中发出一束光，发出的光束偏振分束器 122 反射并且经准直透镜 132 以及 1/4 波长板 142 变成圆形偏振准直光。它进一步经代表光合成装置的分束器 190 传送，然后被孔径 170 和物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并在信息记录面 220 反射的这个光通量经物镜 160 和孔径 170 被再阶反射在分束器 190 上，并且经 1/4 波长板 142 以及准直透镜 132 传送并进入到偏振分束器 122 中，在偏振分束器 122 中，当光通量通过时被像散。然后，该光通量进入光检测器 302，在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

检测出由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变从而进行聚焦检测和循道检测。基于这个检测，二维调节器 150 移动物镜 160 使来自第二半导体激光器 112 的光通量可以在第二光盘 200 的记录面 220 上形成一个像，而且移动物镜 160 使来自半导体激光器 112 的光通量可以在规定光道上形成一个像，与前述过程一样。

图 104 中的第三拾取装置具有适合于用于记录和再现的光学系统的结构, 下面将解释再现的一种情况。

当再现第一光盘时, 从第一半导体激光器 111 中发出一束光, 发出的光束经使发散光源的光束散度变小的耦合透镜 60、代表光合成装置的分束器 190 以及分束器 120 传送, 并且进一步经准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送变成圆形偏振准直光。然后它被孔径 170 截止并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量由 1/4 波长板 140 以及准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送并进入到偏振分束器 120 中, 在偏振分束器 120 中, 它被反射并被柱面透镜 180 像散。然后, 该光通量经凹透镜 50 进入光检测器 301, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

检测出由于光检测器 301 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变, 从而进行聚焦检测和循道检测。基于这个检测, 二维调节器 150 移动物镜 160, 使来自第一半导体激光器 111 的光通量可以在第二光盘 200 的记录面 220 上形成一个像, 而且移动物镜 160, 使来自半导体激光器 111 的光通量可以在规定光道上形成一个像。

在用于再现第二光盘的第二半导体激光器 112 中, 使用了激光器/检测器合成单元 400、光检测器 302 以及全息件 230 一体化。“单元”或“一体化”意味着一体化的元件和装置可以稳固地装在一个光学头装置中, 并且该单元可以在设备装配时作为一个部件安装。

从第二半导体激光器 112 中发出的光通量经全息件 230 传送, 然后被反射在表示光合成装置的分束器 190 上, 并经分束器 120、准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送变成准直光。进一步经孔径 170、物镜 160 并且经第二光盘 200 的透明衬底 210 将它会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并在信息记录面 220 反射的这个光通量由 1/4 波长板 140 以及准直透镜 130 和分束器 120 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送, 然后在分束器 190 中被反射并由全息件 230 衍射, 并进入到光检测器 302, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而引起的光量改变来进行聚焦检测和循道检测, 从而由用于聚焦和循道的二维调节器 150

来移动物镜 160。

当再现位于图 105 中的第四光学头装置中的第一光盘时，在图 105 中用了激光器/检测器合成单元 410、光检测器 301 以及全息件 231 一体化并成为第一半导体激光器 111，从第一半导体激光器 111 发出的光通量穿过全息件 231，然后经表示光合成装置的光束分离器 190 和准直透镜 130 传送从而变成准直光通量，它进一步由孔径 170 缩小光圈，从而由物镜 160 经第二光盘 200 的透明衬底 210 将它会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并在信息记录面 220 上反射的这个光通量由准直透镜 130 和分束器 190 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送，然后由全息件 230 衍射而进入到光检测器 301，在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测，从而由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

当再现第二光盘时，在图 105 中激光器/检测器合成单元 42、光检测器 302 以及全息件 232 一体化而为第二半导体激光器 112，从第二半导体激光器 112 发出的光通量穿过全息件 232，然后反射在表示光合成装置的分束器 190 上并经准直透镜 130 传送变成准直光通量，进一步经物镜 160 和第二光盘 200 的透明衬底 210 将它会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量由准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送并被反射在分束器 190 上，然后由全息件 230 衍射从而进入到光检测器 302，在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测，并基于这个检测，由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

在图 106 的光学头装置中，将第一半导体激光器 111、第二半导体激光器 112、光检测器 30 以及全息件 230 一体化为激光器/检测器合成单元 430。

当再现第一光盘时，从第一半导体激光器 111 中发出的光通量由全息件 230 和准直透镜 130 传送，变成准直光，它被孔径 170 缩小光圈，并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量由准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送并由全息件 230 衍射从而进入到光检测器 300, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

- 5 通过检测由于光检测器 300 上光点的构成和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测, 并由此由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

当再现第二光盘时, 从第二半导体激光器 112 中发出的光通量由全息相 230 和准直透镜 130 传送多数变成一个准直光, 它由物镜 160 经第二光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量由准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送并由全息件 230 衍射从而进入到光检测器 300, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

- 15 通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测, 并由此由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

在图 107 的光学头装置中, 将第一半导体激光器 111、第二半导体激光器 112、第一光检测器 301、第二光检测器 302 以及全息件 230 一体化为激光器/检测器合成单元 430。

- 20 当再现第一光盘时, 从第一半导体激光器 111 中发出的光通量经光盘一侧的全息件 230 和准直透镜 130 传送变成一个准直光通量, 它进一步被孔径 170 缩小光圈, 并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录在 220 上。

- 25 由信息位调制并在信息记录面 220 上反射的这个光通量由准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送并由位于光盘一侧的全息件 230 衍射, 从而进入到与第一光源相对应的光检测器 301, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第二光盘 200 上信息的信号。

- 30 通过检测由于光检测器 300 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测, 并因此由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

当再现第二光盘时，从第二半导体激光器 112 发出的光通量被半导体激光器一侧的全息件 230 的表面衍射，并穿过准直器 130，以成为大部分被准直的光通量。该半导体激光器一侧上的全息件 232 的表面具有作为光合成装置的这样一种功能。该光通量穿过孔径 170、物镜 160 以及第二光盘 200 的透明衬底而会聚到信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量再经准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 传送，然后由全息件 230 的光盘侧表面衍射从而进入到与第二光源相对应的光检测器 302，在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测，并基于这个检测，由用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

在图 108 中示出的第七拾取装置具有适合于用于记录和再现的光学系统的结构，下面将解释再现的一种情况。

当再现第一光盘时，从第一半导体激光器 111 发出一束光，发出的光束经使发散光源的光束度散变小的耦合透镜 60、代表光合成装置的分束器 190 以及分束器 120 传送，并且进一步经准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送变成圆偏振准直光。然后它进一步被孔径 170 缩小光圈并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 会聚在信息记录面 220 上。

由信息位调制并由信息记录面 220 反射的这个光通量由 1/4 波长板 140 以及准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 而进入到分束器 120 中，在分束器 120 中，它被反射并被柱面透镜 180 像散。然后，该光通量经凹透镜 50 进入光检测器 301，在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第一光盘 200 上信息的信号。

检测出由于光检测器 301 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变从而进行聚焦检测和循道检测。基于这个检测，二维调节器 150 移动物镜 160 使来自第一半导体激光器 111 的光通量可以在第一光盘 200 的记录面 220 上形成一个像，而且移动物镜 160 使来自半导体激光器 111 的光通量可以在规定光道上形成一个像。

在用于再现第二光盘的第二半导体激光器 112 中，光检测器 302 以及全息件 230 被一体化在激光器/检测器合成单元 400 中。

从第二半导体激光器 112 中发出的光通量经全息件 230 传送, 然后在表示光合成装置的分束器 190 上反射, 并经分束器 120、准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送变成准直光。进一步经孔径 170、物镜 160 并且经第二光盘 200 的透明衬底 210 将它会聚在信息记录面 220 上。

5 由信息位调制并在信息记录面 220 反射的这个光通量由 1/4 波长板 140、准直透镜 130 和分束器 120 经物镜 160 和孔径 170 再阶传送, 然后在分束器 190 中被反射并由全息件 230 衍射, 从而进入到光检测器 302, 在该检测器中使用从其输出的信号来获得读出记录在第二光盘 200 上信息的信号。

10 通过检测由于光检测器 302 上光点的形状和位置的改变而导致的光量改变来进行聚焦检测和循道检测, 并且通过用于调焦和循道的二维调节器 150 来移动物镜 160。

这里将解释用于第三 Super RENS 系统的光盘的光的记录和再现的情况, 该光盘在透明衬底厚度 t_1 以及位于光信息记录介质一侧的所述物镜所需

15 的数值孔径 NA 方面大体上与第一光盘相同, 该光信息记录介质需要用具有波长为 λ_1 的第一光源进行记录和再现。

第三 Super RENS 系统的盘现正被深入细致地研究, 并且在图 109 中示出了其结构实例。它的记录和再现是基于近场光学, 并且再现信号包括一个用于反射光的系统和一个使用透射光的系统, 当前实例的结构显示了一个

20 通过使用透射光来获得再现信号的系统。

当记录和再现 Super RENS 系统的第三盘时, 第一半导体激光器 111 发出一束光, 发出的光束经使发散光源的光束发散度变小的耦合透镜 60、代表光合成装置的分束器 190 以及分束器 120 传送, 并且进一步经准直透镜 130 以及 1/4 波长板 140 传送变成准直光。然后它进一步被孔径 170 缩小光

25 圈, 并由物镜 160 经第一光盘 200 的透明衬底 210 以及第一保护薄膜 240 会聚在非线性光薄膜 250 上。在非线性光薄膜 250 上, 构成有一些小开口, 能量经第二保护薄膜 260 传送到信息记录层上的信息记录面 220 上。然后, 经保护薄膜 270 传送由信息位调制并经信息记录面 220 传送的光束, 并由位于物镜相对一侧的会聚透镜 90 会聚到达光检测器 305, 在那里通过从光

30 检测器输出的信号获得记录在第三光盘 200 上的读出信号。

另一方面, 由非线性光薄膜 250 反射的光通量再阶由 1/4 波长板 140

和准直透镜 130 经物镜 160 和孔径 170 传送进入分束器 120, 在其上光通量被反射并且由柱状透镜 180 进行像散, 从而经凹透镜 50 进入光检测器 301。通过检测由光检测器 301 上光点的构成以及位置变化所导致的光量变化来执行聚焦检测和循道检测。基于这个检测, 二维调节器 150 移动物镜 160 使从第一半导体激光器 111 发射的光通量可以在第一光盘的非线性光薄膜 250 上构成一个像, 而且可以移动物镜 160 使从第一半导体激光器 111 发射的光通量可以在规定轨道上构成一个像。

当专用物镜设计成使无像差准直光通量可以从第一光源进入并且经 DVD 透明衬底形成无像差的光点, 并且作前述光学头装置的物镜, 并且当无像差准直光从第二光源进入物镜并且经 CD 的透明衬底形成一个光点时, 产生由下列情况所导致的球面像差:

- (1)依赖于波长的物镜折射率,
 - (2)信息记录介质的透明衬底之间的厚度差, 以及
 - (3)依赖于波长的透明衬底折射率,
- 并且多数的球面像差是由所述上面项(2)所导致的, 这一点上面已经谈过。

在用于 CD 记录和再现所必需的数值孔径 NA2 的条件下, 由上述项(2)因素所导致的球面像差与 $|t_1-t_2|$ 以及 $(NA_2)^4$ 成正比。图 110 显示了当具有波长 $\lambda_1=650\text{nm}$ 的准直光通量进入物镜时, 对于被设计为使其经 DVD 透明衬底没有像差的专门物镜的成像放大率 M2 和波前像差之间的关系, 其条件是: 其透明衬底厚度与 CD 一样、使用波长 $\lambda_2=780\text{nm}$, 并且从物镜发出的光通量的数值孔径是 0.45。当成像放大率 M2 是 0 时, 准直的光通量进入物镜, 情况与 DVD 一样。

在所述 M2=0 的情况中, 产生大约 $0.13\lambda_{\text{rms}}$ 的球面像差, 该球面像差大于作为衍射极限光焦度的 Marechal 极限的 $0.07\lambda_{\text{rms}}$ 。所以, 有必要借助于用于 DVD 和 CD 的一些装置来设置球面像差以便于使波前像差不大于 Marechal 限制。

当该物镜的成像放大率为负时, 在该物镜中产生负的球面像差, 并且在 $M \approx -0.06$ 的情况下在 Marechal 限制内取最小值。如上所述, 需要校正的球面像差量根据成像放大率而变化, 并且在所示例子中, 在 $M \approx -0.06$ 的情况下不需要用其它装置来校正球面像差。另外, 当用于 CD-R 信息记录所需的 NA 是 0.5 时, 需要校正的球面像差变得大些。

下面，将解释在上述每个光学头装置中的优选的准直器调节准装置。为了简化解释，将考虑使用由一个准直透镜和一个物镜所组成的光会聚光学系统的光学头装置。对于准直器和光源之间的距离，当该光源被安排在位于其光轴上的准直器焦点上时，可以从该准直器中发出所希望的准直光。

- 5 由于准直透镜的后焦点的制造离散性，半导体激光器的安装位置和发光点以及光学头装置外壳之间的距离保持得比较小，因此有可能获得具有不影响实际使用精度的一个准直光束，即使在不调整半导体激光器和准直器之间的距离的情况下。

- 当使用具有不同波长的两个光源记录和再现具有不同厚度的透明衬底的两种类型光信息记录介质，并且，当使用具有衍射图案的物镜并且对于每个光源使用非零的同阶衍射光线时，与传统的双非球面物镜相比，由激光器的振荡波长的改变所导致的球面像差的波动变大。实际上，在例 6 的物镜情况中，当波长变化为 $\pm 10\text{nm}$ 时，在波长为 650nm 处的 $0.001\lambda_{\text{rms}}$ 的波前像差变差到 $0.03\lambda_{\text{rms}}$ 。在这种情况下所产生的是球面像差。在半导体激光器中，存在振荡波长的个体差别，当在光学头装置中使用具有较大个体差别的半导体激光器时，具有衍射图案的物镜的球面像差的标准变得严格。这是一个问题。
- 10
- 15

- 在用于光学头装置中的物镜中，当入射的光通量从准直光改变为发散光时，则增大负的 3 阶球面像差，而当光束从准直光变为会聚光时，则增大正的 3 阶球面像差，因此，可以通过改变到达物镜的入射光通量的散度来控制 3 阶球面像差。在例 6 的物镜中，由半导体激光器的振荡波长中的个体差别所导致的球面像差的主分量是 3 阶球面像差，因此，可以通过改变到达物镜的入射光通量的散度来将总的光会聚光学系统的 3 阶球面像差变为设计值。
- 20

- 25 附带地，当在光束会聚光学系统中存在一个诸如准直器的耦合透镜时，可以通过在光轴方向上移动该耦合透镜来控制物镜的 3 阶球面像差。另外，当存在一个诸如准直器的耦合透镜时，可以通过在光轴方向上移动半导体激光器来获得与上述相同的目的。即使当存在诸如准直器的一个耦合透镜时，也当然可以在光轴方向上移动该半导体激光器。

30 例 19

作为与第 8 实施例有关的物镜的一个具体例子，下面示出了图 111、表

20 和表 21 中的修正了球面像差的透镜的例 19。

在表 20 中，ri 表示折射面的曲率半径，每个 di 和 di'表示各面之间的距离，每个 ni 和 ni'表示在主波长处的折射率。另外，下面示出了用于构成面的表达式。

5

$$X=\frac{h^2/r}{1+\sqrt{-(1+k)(h/r^2)}}+\sum_j A_k h^{pk}$$

在该表达式中，X 表示光轴方向上的一个轴，h 表示垂直光轴垂直方向上的一个轴，光束前进方向是正的，r 表示曲率的近轴半径，κ 表示锥形常数，Aj 表示非球面系数，Pj(Pj≥3)表示非球面功率数。

在表达式 1 中所示的衍射面作为光路径差的函数。单位是 mm。

10

表 20

波长		635nm		780nm	
焦距		3.370		3.397	
孔径		Φ4.04mm			
物镜的横向放大率		0			
表面号	ri	di	di'	ni	ni'
1	∞				
2	2.131	2.6		1.5300	1.5255
3	-6.373	1.5657	1.2052		
4	∞	0.6	1.2	1.5787	1.5709
5	∞				

di 和 ni 都表示用于第一光信息记录介质的值(t1=0.6mm)。

di'和 ni'都表示用于第二光信息记录介质的值(t2=1.2mm)。

表 21

第二面	第一分束面(非球表面系数)	0≤H≤1.6984 κ=-3.6612×10 ⁻² A1=-3.2000×10 ⁻³ P1=4.0 A2=-9.5500×10 ⁻⁴ P2=6.0 A3=9.4024×10 ⁻⁵ P3=8.0 A4=-2.8750×10 ⁻⁵ P4=10.0
	(衍射面系数)	B2=0 B4=-8.3027×10 ⁻⁴

		$B6 = -1.6462 \times 10^{-4}$ $B8 = 1.3105 \times 10^{-5}$
	第二分束面(非球面系数)	$1.6984 \leq H$ $\kappa = -9.8006 \times 10^{-1}$ $A1 = 6.0790 \times 10^{-3} \quad P1 = 4.0$ $A2 = 2.8149 \times 10^{-4} \quad P2 = 6.0$ $A3 = 6.6735 \times 10^{-6} \quad P3 = 8.0$ $A4 = -2.8790 \times 10^{-6} \quad P4 = 10.0$
第三面	非球面系数	$\kappa = -2.4934 \times 10$ $A1 = 9.6641 \times 10^{-3} \quad P1 = 4.0$ $A2 = -3.7568 \times 10^{-3} \quad P2 = 6.0$ $A3 = 7.9367 \times 10^{-4} \quad P3 = 8.0$ $A4 = -7.3523 \times 10^{-5} \quad P4 = 10.0$

在图 111 中示出了上述例子中的透镜剖视图，在图 112 中示出了它的球面像差图。在图 111 中，包括第二面 S2 光轴的部分 S2d 具有衍射图案，其外部部分 S2r 是一个非球面折射面。图 112(a)示出了在波长 635nm 以及第一光信息介质($t1=0.6\text{nm}$)时的球面像差图，该球面像差被充分地修正。图 112(b)示出了在波长 780nm 以及第二光信息介质($t2=1.2\text{nm}$)时的球面像差图，其中通过衍射效果来修正穿过第一分束面 S2d 的光通量的球面像差，而经过第二分束面 S2r 的光通量变成弥散光并且具有与经过孔径相同的效果。

上述例子中的透镜是具有 $NAH2=0.5$ 以及 $NAL2=0$ 的一个物镜。该物镜的衍射图案部分变成环形带上的图案，其中心是光轴，其台阶数大约为 13。其离光轴最远的衍射图案的圆周部分与折射面之间的边界具有大约 $21\mu\text{m}$ 的台阶。

在 $NAH2=0.45$ 的情况中，衍射图案的台阶数大约为 9，台阶量大约为 $13\mu\text{m}$ 。该衍射图案的台阶数和台阶量大概与 $NAH2$ 的四阶幂成正比。

如同上述例子，在 $NAL2=0$ 的情况中，该衍射图案的台阶数的增加与要修正的球面像差成正比。

在本发明的物镜中，即使在光轴方向上的衍射图案深度为 $2\mu\text{m}$ 或更小的情况下，也可以获得满意的效果。但是，当衍射图案的台阶数较大时，

很难处理金属模以及模制。因此，希望台阶数尽可能地小。

这可以通过以下方式获得。

- (1)将 CD 的成像放大率设置得比用于 DVD 的稍微小些，并且提前将要修正的球面像差量设置得小些。最好是，mCD(用于 CD 的记录和再现的放大率)-mDVD(用于 DVD 的记录和再现的放大率)是在-1/15-0 的范围内。

- (2)不在其深度很大而数值孔径很小的部分提供衍射图案。

例如，如果 DVD 的成像放大率被设置为 0，CD 的成像放大率被设置为-0.03，则要修正的球面像差变为一半，即使当 NAH2 被设置为 0.5 以便适用于 CD-R，台阶数大约为 7 并且一个台阶的量大约为 11 μ m。

- 10 当台阶数小时，台阶 S2s 的形式也可以是这样的：从衍射图案部分 S2d 平滑地过渡到折射面部分 S2r。

- 15 当用于 DVD 和 CD 的成像放大率是 0 时，如果 NAL2 被设置为 0.36，则数值孔径不超过 NAL2 的光通量的波前像差的剩余球面像差分量 WSA(NAL2)大约为 0.053 λ rms。通过提供最佳的衍射图案，可以将直到 NAH2 的波前像差的 RMS 变得较小，而保持 DVD 的波前像差为 0。

可以通过下列表达式来近似表示其数值孔径不超过 NAH2 的光通量的波前像差的剩余球面像差分量 WSA(NAH2):

$$WSA(NAH@)=(NAL2/NAH2)^2 \times WSA(NAL2)$$

- 20 所以，对于 NAH2=0.45，上述值是 0.034 λ rms，对于 NAH2=0.5，上述值是 0.027 λ rms，该值比 Marechal 限制值充分地小。

- 25 在这种情况下，对于 NAL2 或更小的孔径，产生额外的球面像差。所以，从 NAL2 到 NAH2 的球面像差没有变为 0，但是可以将它设置得与 NAL2 或更小的光通量的最佳焦点一致。由于这个最佳焦点位置是在超过近轴焦点的位置上，所以通过衍射图案修正的球面像差可以很小。另外，对于 NAL2 或更小的光通量，不需要这个衍射图案。由于这两种效果，在 NAH2=0.5 情况中的衍射图案的台阶数可以大约为 6，而在 NAH2=0.45 情况中的衍射图案的台阶数可以大约为 4。

- 30 当然有可能通过将 CD 的成像放大率设置得比 DVD 的小从而将衍射图案设置得更小，并且这两个台阶的最小值可以使 DVD 和 CD 的互换再现成为可能。

附带地，建议使用透明衬底厚度为 0.1mm 的高密度光信息记录介质。

对于这种记录介质的记录和再现, 可以使用蓝色半导体激光器、两部件物镜, 以及 NA_1 为 0.85。另外, CD-RW 使用这样一种光源, 使透明衬底的厚度是 1.2mm 并且波长是 780, NA_2 设置为 0.55。在这种交互式光学系统中, 与 DVD 和 CD-R 相比($NA_2=0.5$), 由于 NA_2 很大而且 t_1-t_2 也很大, 所以

5 球面像差的修正量变大 2.7 倍。因此, 衍射图案的台阶数大约为 35。

为了进一步修正近轴色差, 可以增加衍射图案的台阶数。为了校正包括直到 NA_1 的近轴色差, 需要数以百计的台阶。在这种情况下, 还可能给多个光表面提供衍射图案。

在需要的时候, 还可以将在 NA_2 到 NA_1 范围内的某个部分上设置

10 一个折射面。

另外, 在 $t_1 > t_2$ 的情况中, 由于所产生的球面像差的符号相反, 所以使用 -1 阶光束。

相同地, 即使在 DVD 和 CD 的情况中, 用于 CD 的物镜的成像放大率比用于 DVD 的要小, 当在保持球面像差的情况下, 同样使用 -1 阶光束。

15 附带地, 对于表示当前主要考虑情况的 DVD 和 CD, 示出了一个例子, 是通过使用具有不同记录波长的两个激光器利用单个物镜来实现的。如前所述, 当假设 λ_1 表示第一光源的波长而 λ_2 ($\lambda_2 > \lambda_1$) 表示第二光源的波长时, 引入第一衍射图案, 其中在 $t_1 < t_2$ 的情况中使用 +1 阶衍射光线, 而在 $t_1 > t_2$ 的情况中使用 -1 阶衍射光线, 并且前者适用于 DVD(使用第一光源)

20 和 CD(使用第二光源)。

目前已经使用了具有不同波长的各种光源, 诸如蓝色半导体激光器和 SHG 激光器, 据估计大量的新光信息记录介质将进一步出现在市场上。在这种情况下, 尽管从光信息记录介质的记录密度中可以确定所必需的光点大小, 还是要根据所使用的光源波长来改变记录或记录/再现所需的 NA。

25 因此, 对于两个光信息记录介质, 将每个光信息记录介质的透明衬底厚度以及所需的 NA 分成下列四种情况。

(1) $t_1 < t_2$, $NA_1 > NA_2$

(2) $t_1 < t_2$, $NA_1 < NA_2$

(3) $t_1 > t_2$, $NA_1 > NA_2$

30 (4) $t_1 > t_2$, $NA_1 < NA_2$

在上述解释中, 已经特别详细地描述了各项, 诸如: 对于每个光源,

用于上述情况(1)中的第一衍射图案的衍射阶数;范围(NAH1、NAL1、NAH2以及NAL2);类型以及光源NA范围,其中要求衍射图案部分和透明部分会聚在相同的位置上;对于每个光源设定球面像差的NA范围;其中要求对于每个光源的波前像差为 $0.07\lambda_{rms}$ 或更小的NA范围;对于每个光源的第二衍射图案的衍射阶数以及第一衍射图案会聚在相同位置的必要性;以及在引入孔径限制的情况下限制来自光源的光通量的条件。略去对于(2)、(3)以及(4)情况的详细解释,因为它们可以容易地从对于(1)的详细描述中实现。

关于透镜的制造,还可以借助于使用其中刻有衍射图案的金属模来整体模制塑料材料或者玻璃材料,或者通过使用UV塑化树脂在玻璃或塑料的基底材料上形成一个包括本发明衍射图案的一个光面。还可以进一步经镀层或直接处理进行制造。

如上所述,还可以这样安排,在与物镜分离的一个光学元件上提供具有本发明效果的光学表面,并且该光学表面设在靠近光源的物镜一侧或在靠近光学记录介质的一侧上。当然还可以将其设在准直透镜或光合成装置的一个光学表面上,其中来自第一光源的光通量以及来自第二光源的光通量经过该光合成装置。但是,循道的量是有限制的,这是因为当移动物镜循道时,衍射图案的光轴和物镜的光轴相对运动。

尽管为便于解释将衍射图案设置为与光轴同心的同心圆形式,但是本发明不局限于此。

尽管作为例子在例1-19中具体显示的物镜是由单个物镜所组成的,但是该物镜也可以由许多物镜所组成,并且本发明还包括这种情况:其中许多物镜的至少一个表面具有本发明的衍射图案。

在本发明中,对于具有预定波长的光束,有选择地产生具有特定阶数的衍射光线意味着具有特定阶数的衍射光线的衍射效率高于具有除该特定阶数以外的阶数的每个衍射光线的衍射效率,这已经阐述过。最好是,对于具有彼此不同的两个波长的光线而言,具有特定阶数的衍射光线的衍射效率比其它阶数的每个衍射光线的衍射效率高10%或更多,更好是该效率高30%或更多,特定阶数的衍射光线的50%的衍射效率或更多是比较好的,并且从实际应用的角度看,最好是70%或更多,这样可以减小光量的损失。

关于本发明的衍射面,如同在透镜具体例子中以及上述实施例中所显示的那样,当有选择地产生的衍射光线至少具有两个彼此不同波长并分别

聚焦时,最好是,该衍射面的存在与没有衍射面相比改善了球面像差,没有衍射面即是这种情况:假设覆盖该衍射面形貌的面。

另外,在本发明中,从获得在实际应用中有效的所希望光点的角度看,最好是,对于至少具有两个彼此不同波长的光线中的每个(波长 λ)而言,有
5 选择地产生具有特定阶数的衍射光线的波前像差是 $0.07\lambda_{rms}$ 。

如上所述,本发明利有使用至少一个具有一个衍射面的光学元件的简单结构,可以获得一个光学系统,其中对于具有至少两个彼此不同波长的光线而言其球面像差和轴向色差可以修正,该光学系统还带有光学头装置、记录 and 再现装置、透镜、光学元件、用于光盘的衍射光系统、用于声音和/
10 或像的记录和/或再现装置、以及物镜。本发明还可以使光学系统在尺寸上很小、重量上很轻以及低成本。当该光学元件具有一个衍射面,对于具有至少两个彼此不同波长的光线而言,该衍射面可以使具有相同阶数的衍射光线的衍射效率达到最大时,与使具有不同阶数的衍射面的衍射光线的衍射效率成为最大的情况相比,它可以减小光量的损失。

15 特别地,对于在项 72-88 中所描述的本发明,通过在衍射面上提供一个衍射透镜可以获得一个衍射光学系统,其中用于记录和再现的光学系统使用了具有两个彼此不同波长的光源的光学系统,对于每个光源波长的光量损失很小,并且可以将像差修正到几乎为衍射极限。

特别对于在项 89-98 中所描述的本发明,对于带有一个物镜的不同光
20 盘,可以执行信息的记录和/或信息的再现,对于每一个都具有不同波长的三个光源,可以使光学头装置做得很薄,并且可以解决高成本的问题,如同上面所描述的。

特别地,对于在项 99-112 中所描述的本发明,可以提供光学头装置和一个物镜,其中在具有每个都带有不同波长的三个光源的光学头装置
25 中,通过恰当地设计非球面系数以及相差函数的系数,可以修正由透明衬底的厚度差异所导致的球面像差、由波长差所产生的球面像差的色差以及轴向色差。

特别地,对于在项 113-181 中所描述的本发明,可以提供用于记录和再现光信息记录介质的球面像差修正物镜和一个光学头装置,其中可以
30 通过具有不同波长的光通量以及通过单个光会聚光学系统来进行记录和再现过程,对于具有不同厚度的透明衬底的光信息记录介质,可以通过在物

镜上提供许多分束面并因此通过在第一分束面上安排衍射面来进行记录和再现操作。

- 此外，用于光学头装置的物镜是由分开为同心圆形式的多个环形带所组成，并且对于每个具有不同波长的多个光源以及对于每个都具有不同厚度的透明衬底而言，对每个环形带进行像差修正，直到几乎为衍射极限，因此，减小了进入光检测器的弥散光，从而使物镜的制造变得容易。“在不脱离本发明实质和范围的情况下，可以由普通技术人员对所公开的实施例进行改变。”
- 5

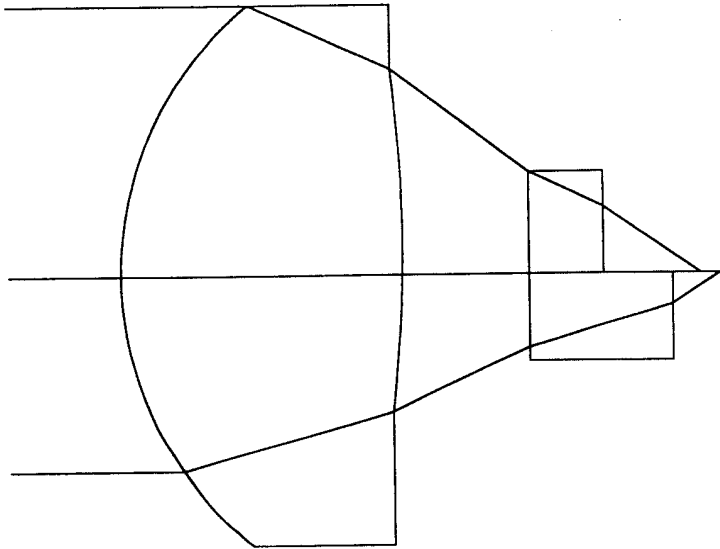


图 1

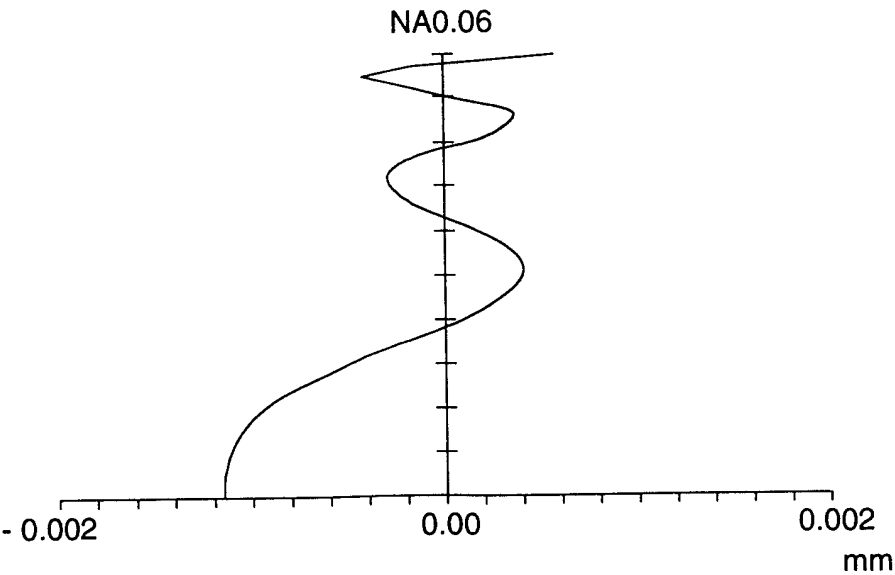


图 2

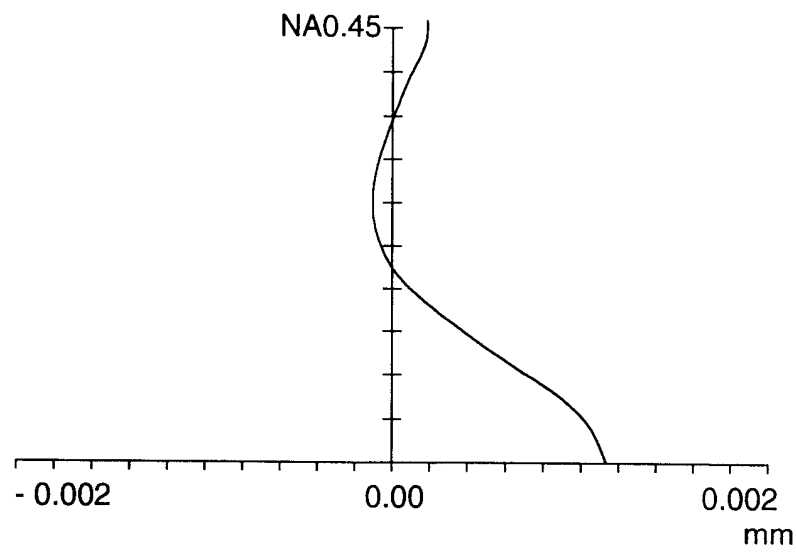


图 3

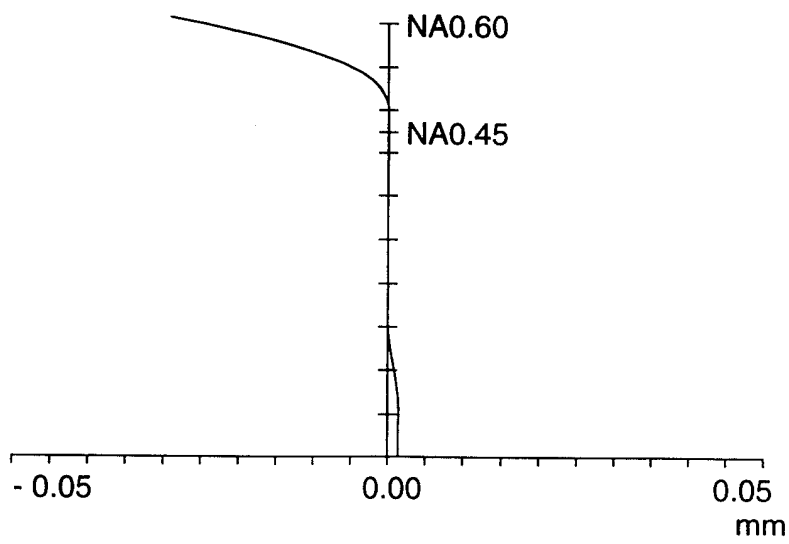


图 4

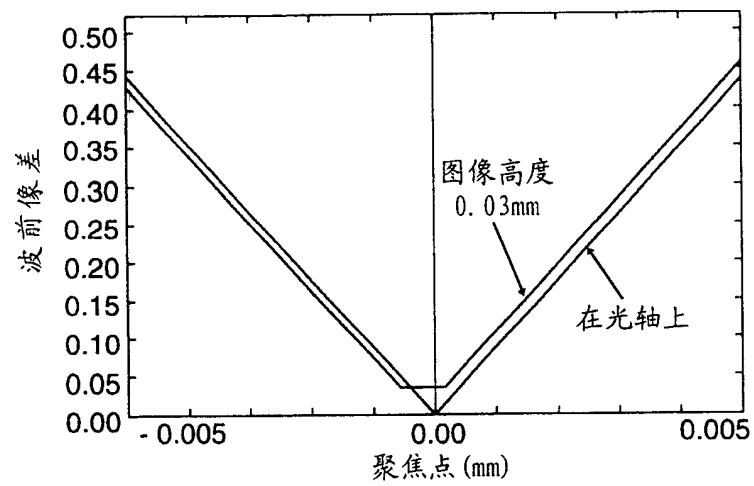


图 5

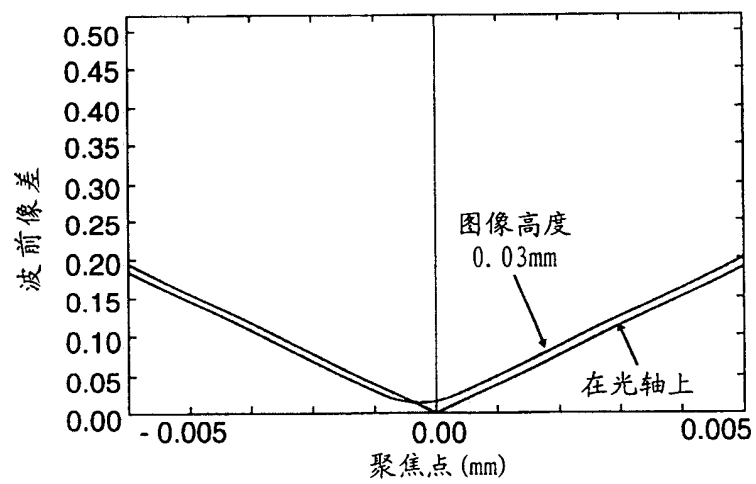


图 6

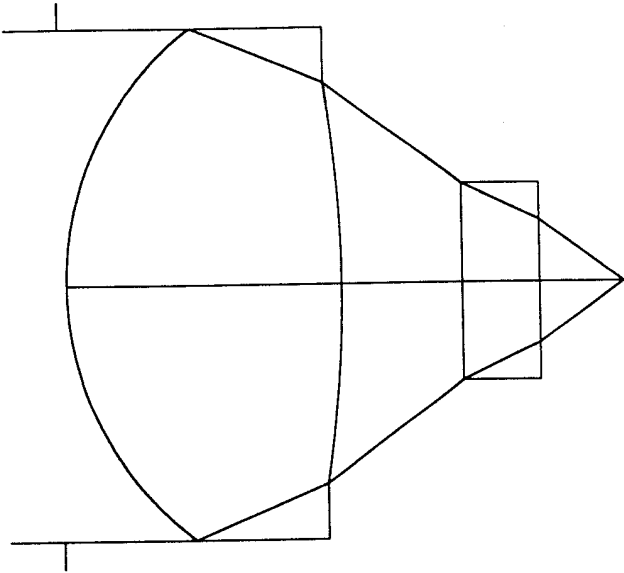


图 7

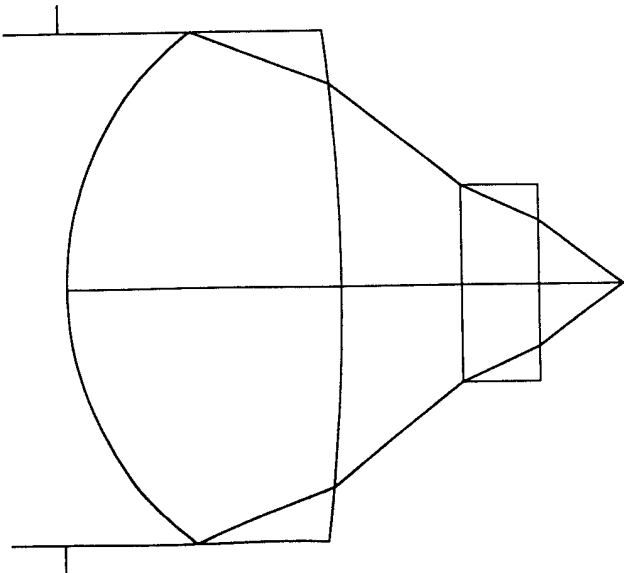


图 8

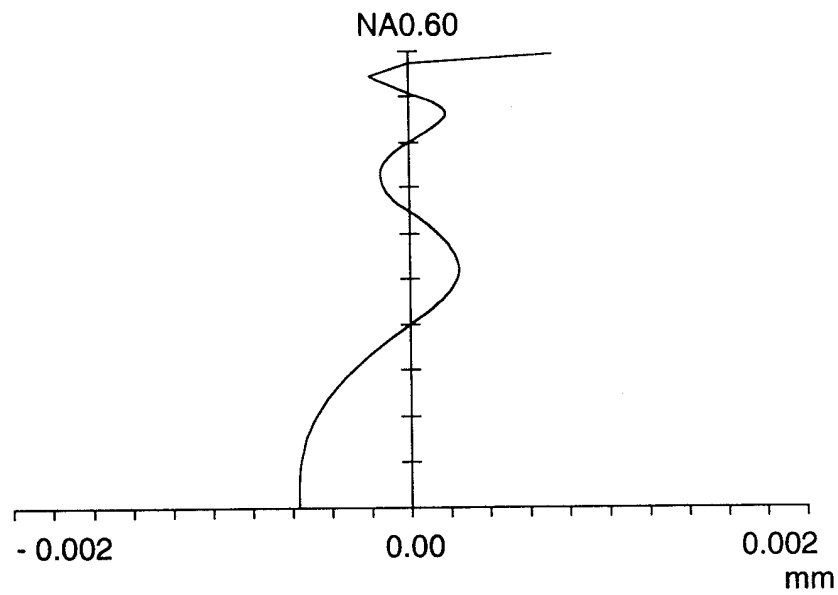


图 9

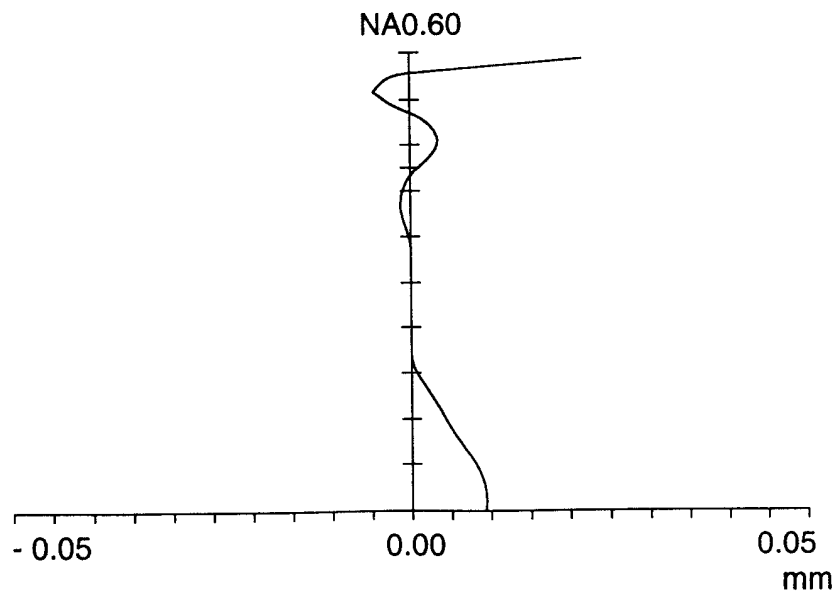


图 10

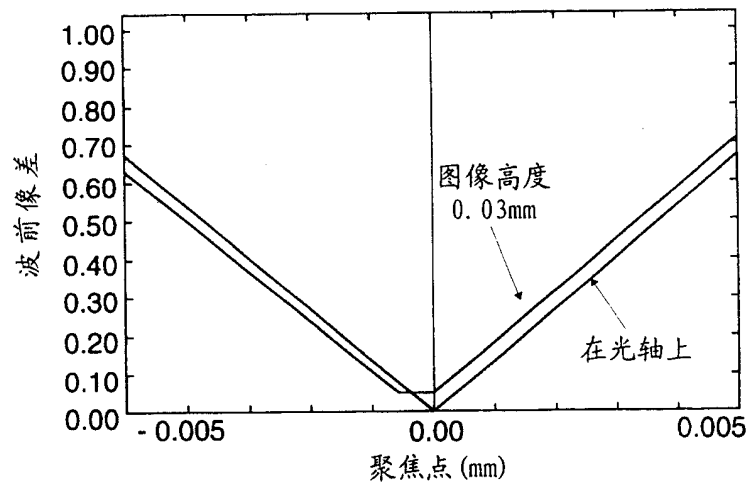


图 11

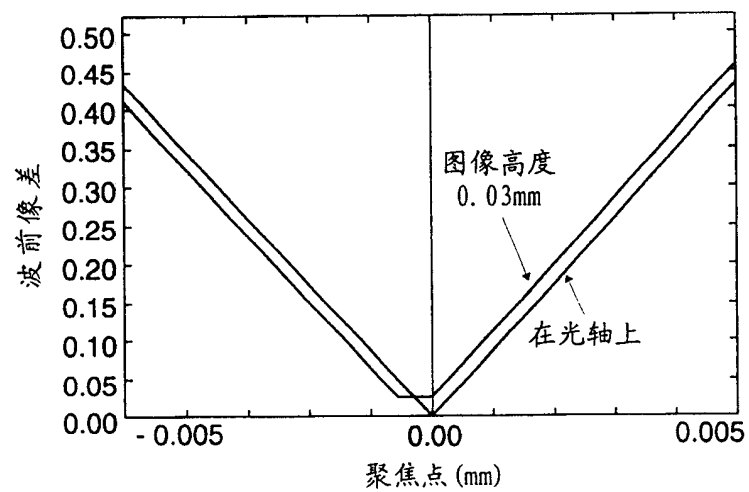


图 12

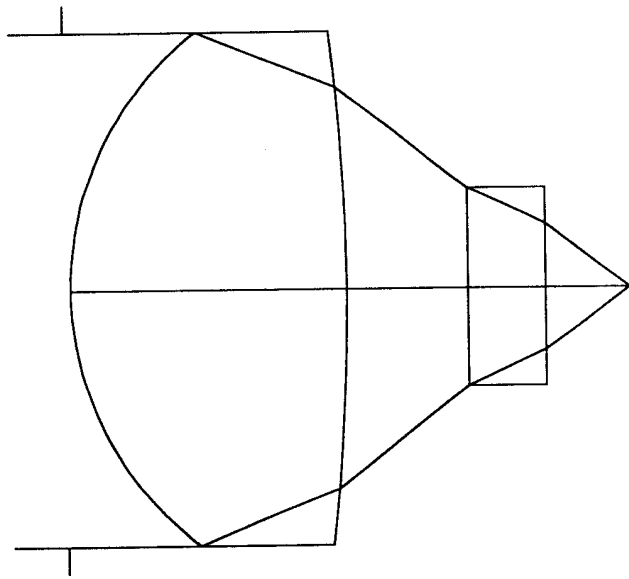


图 13

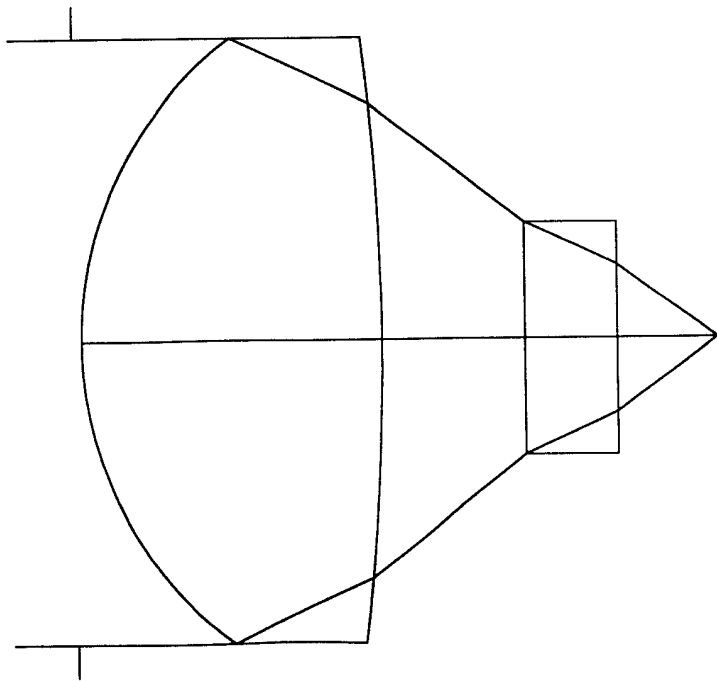


图 14

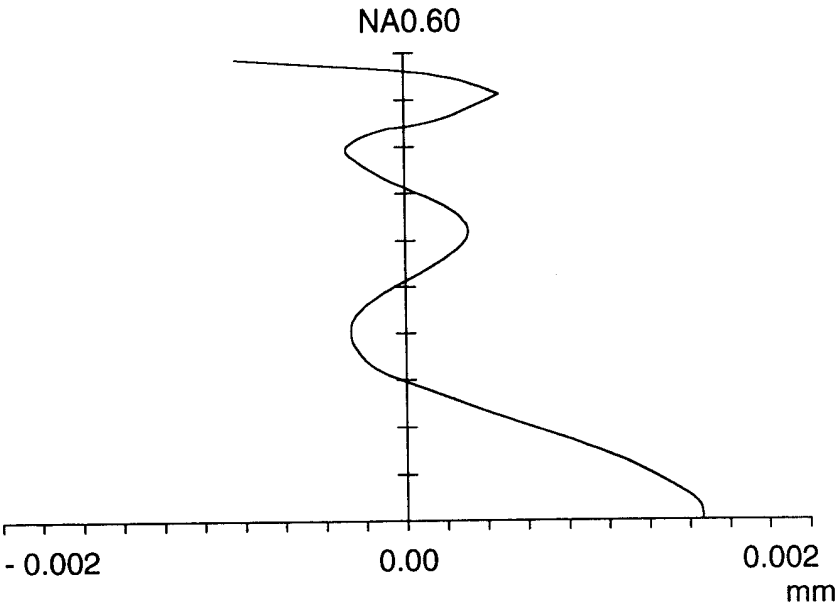


图 15

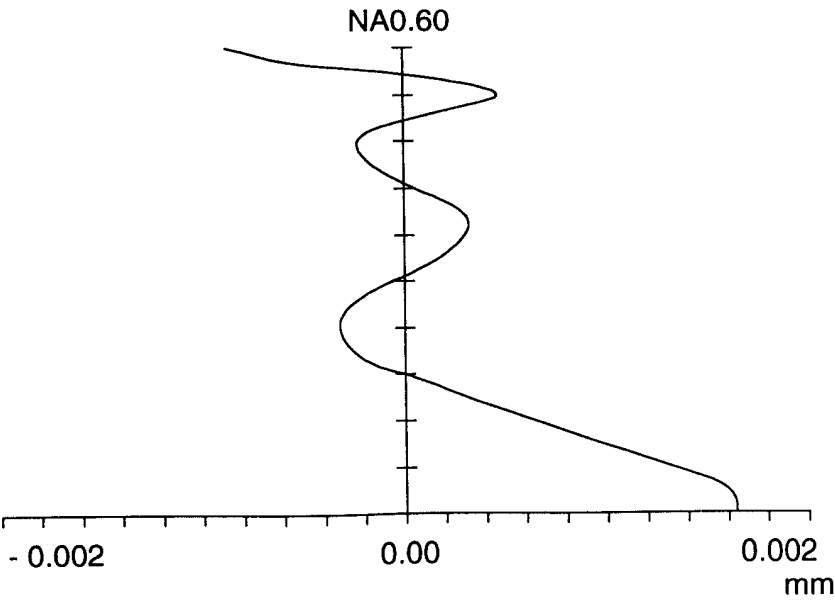


图 16

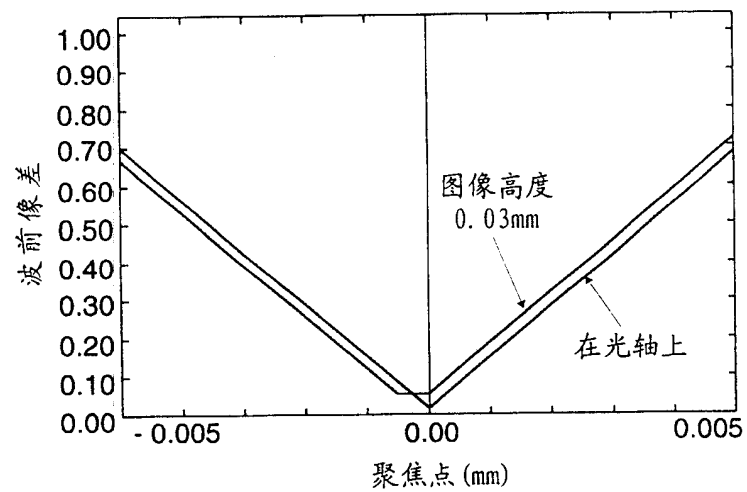


图 17

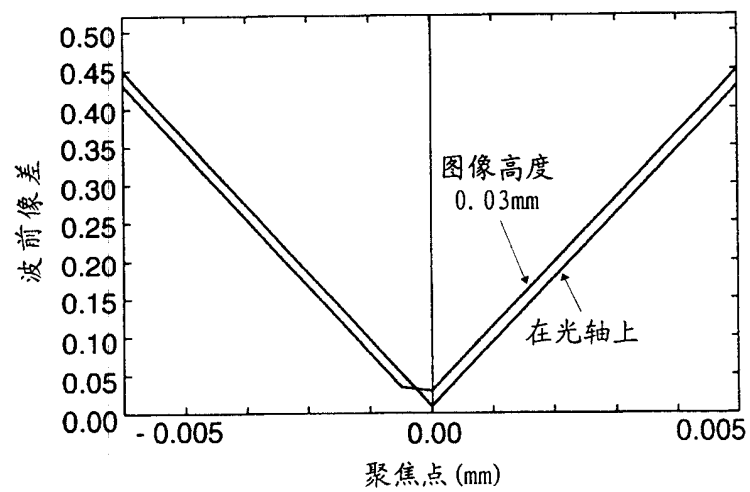


图 18

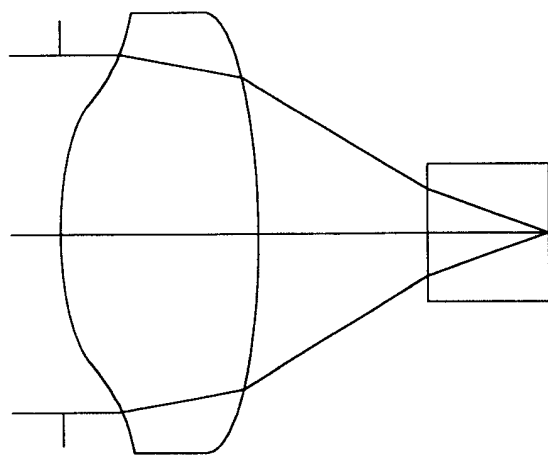


图 19

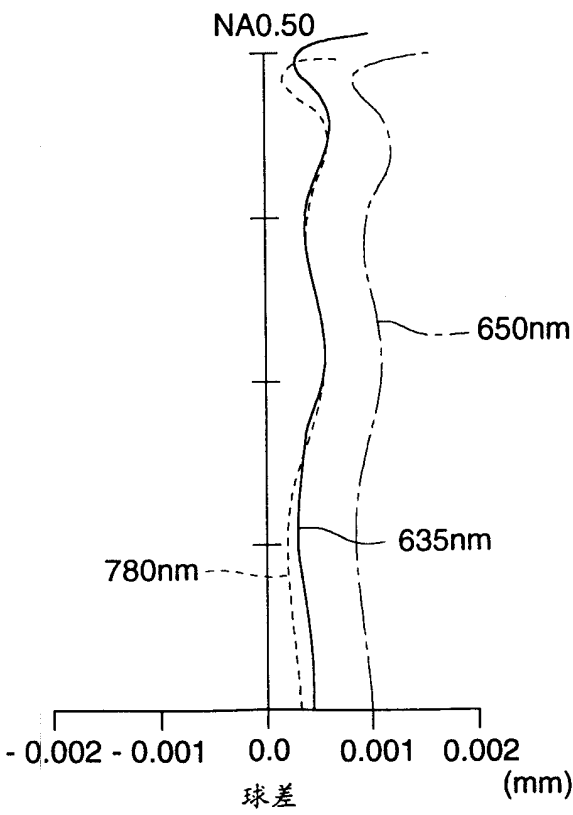


图 20

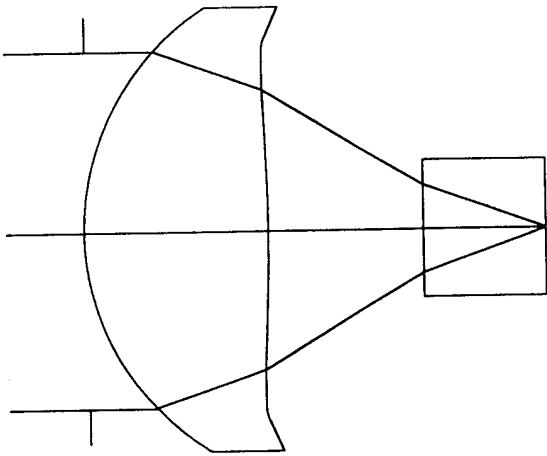


图 21

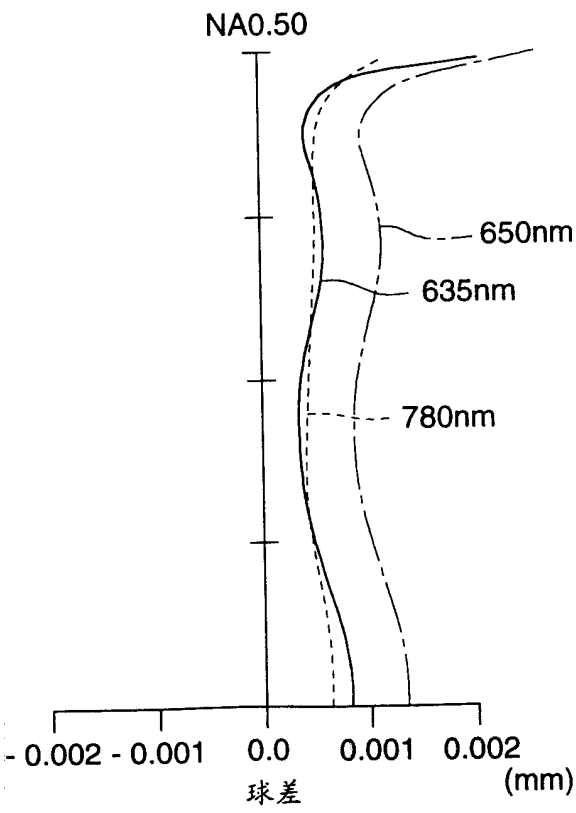


图 22

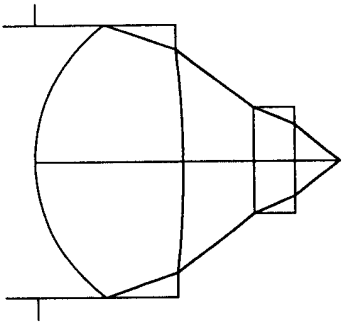


图 23

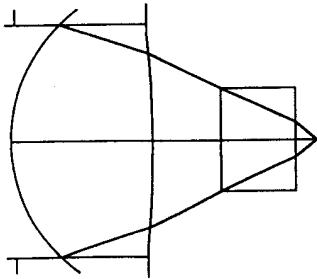


图 24

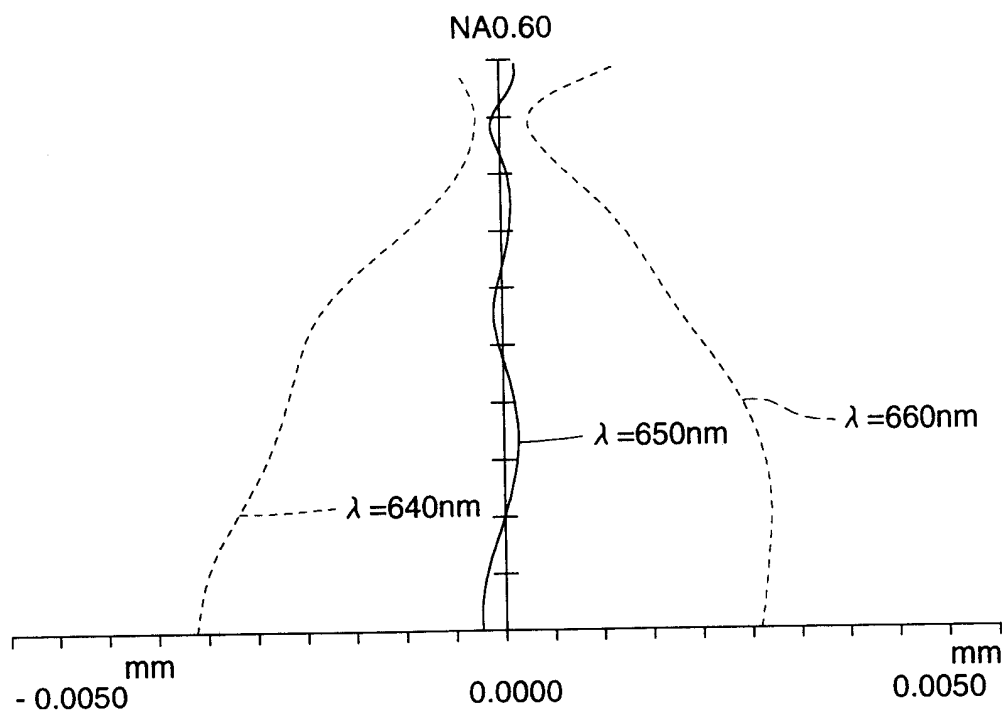


图 25

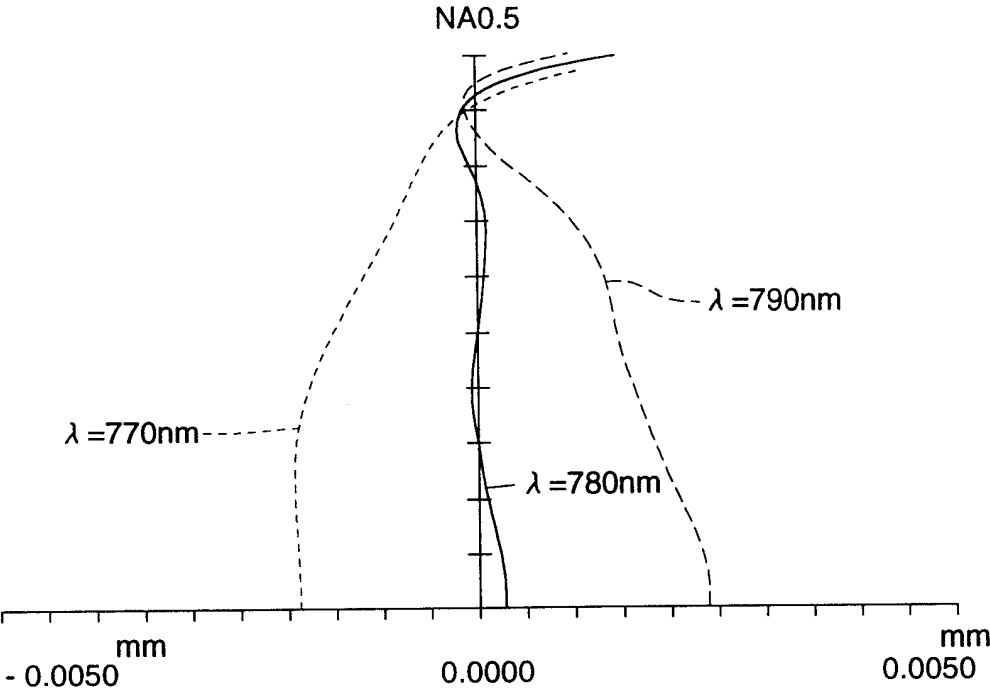


图 26

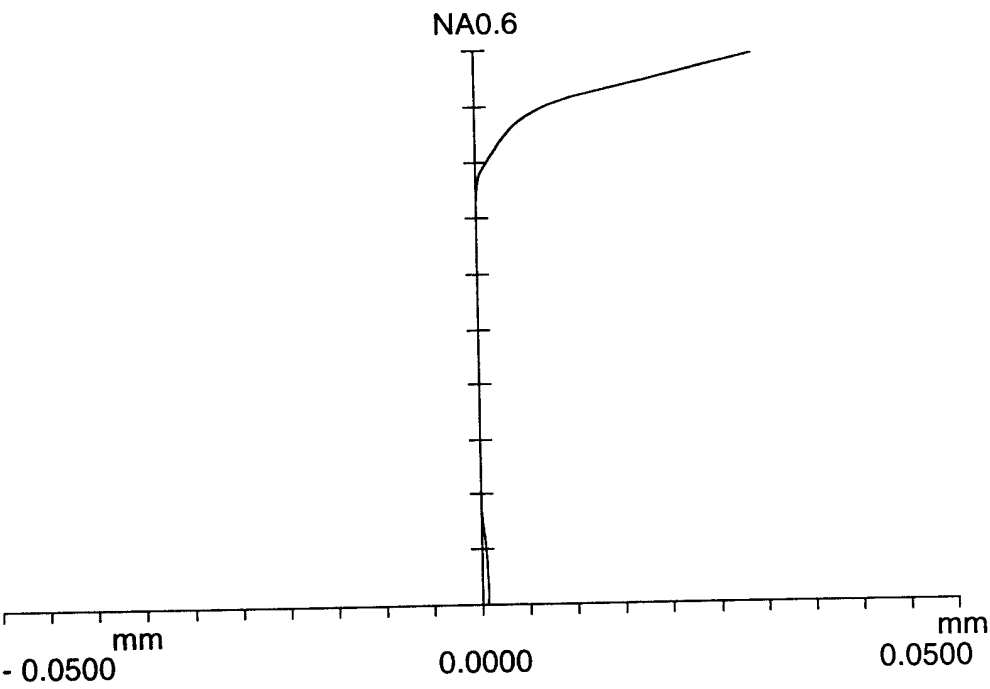


图 27

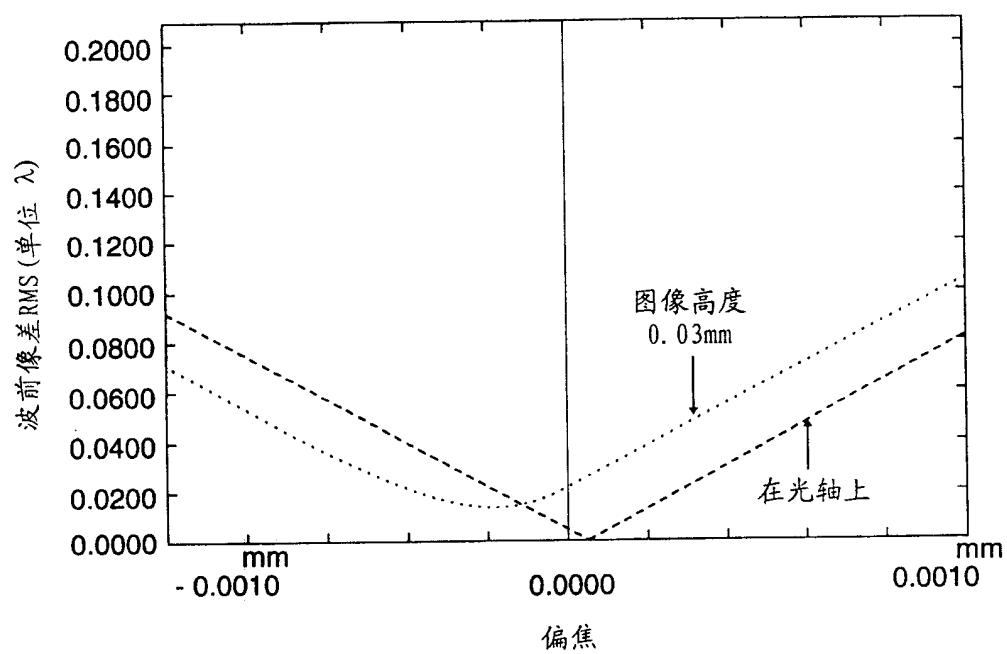


图 28

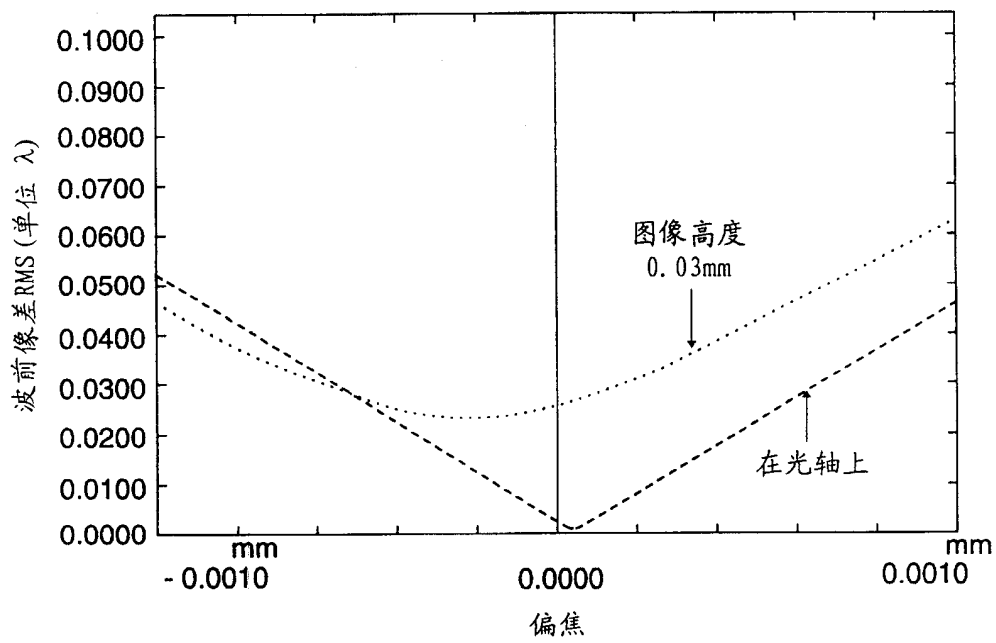


图 29

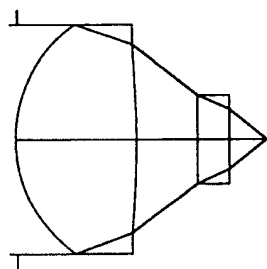


图 30

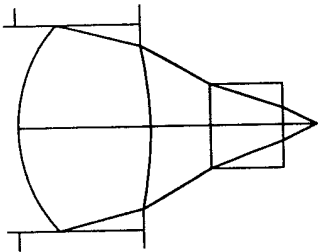


图 31

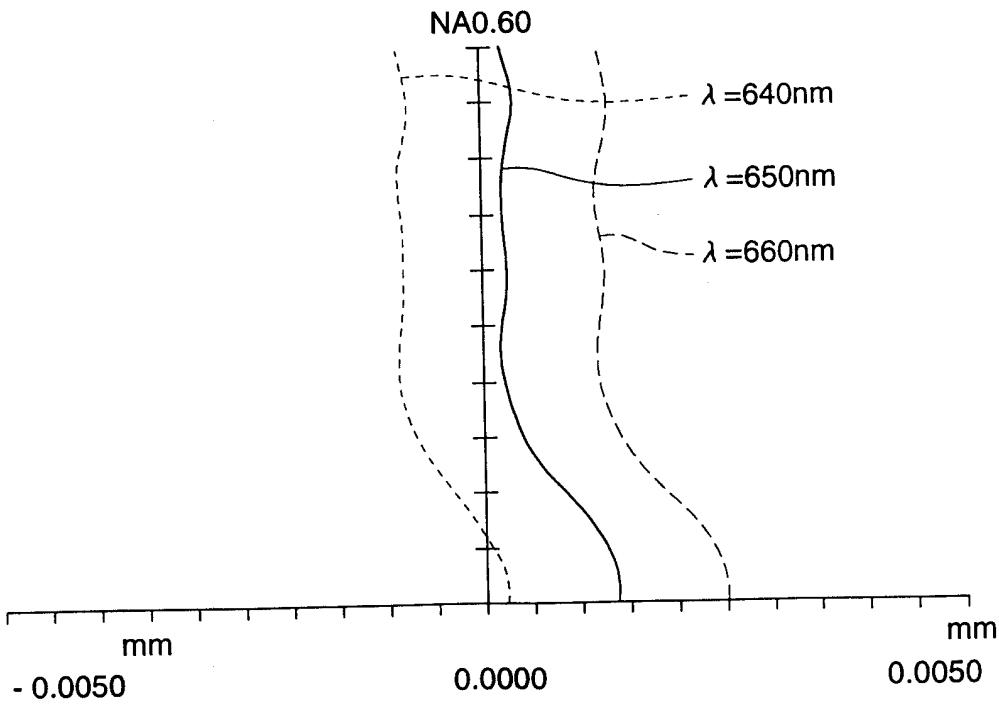


图 32

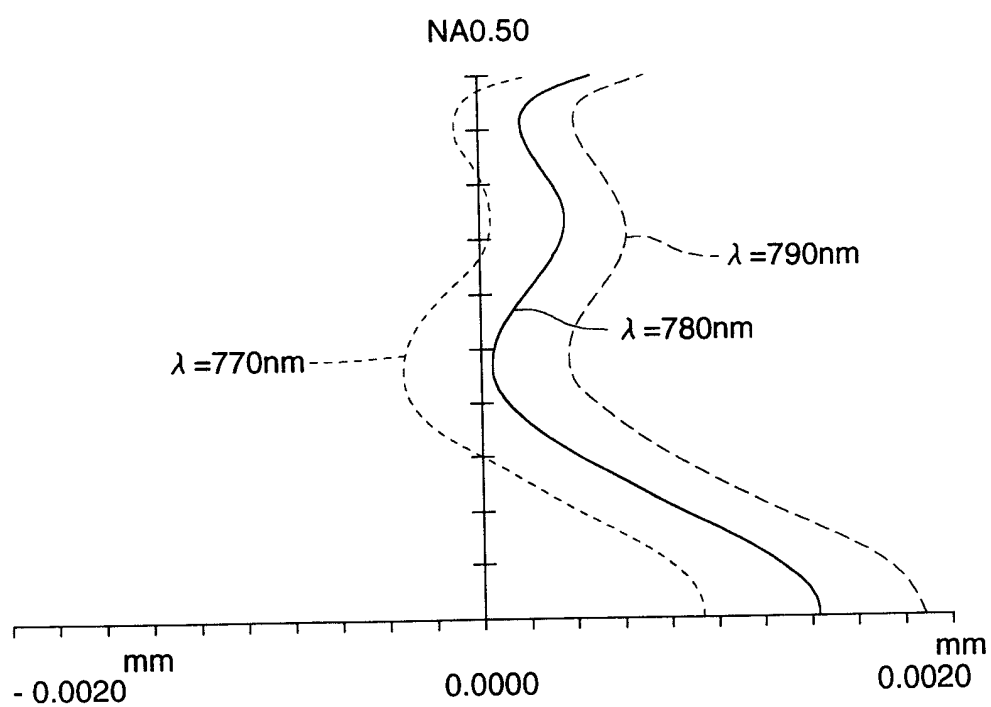


图 33

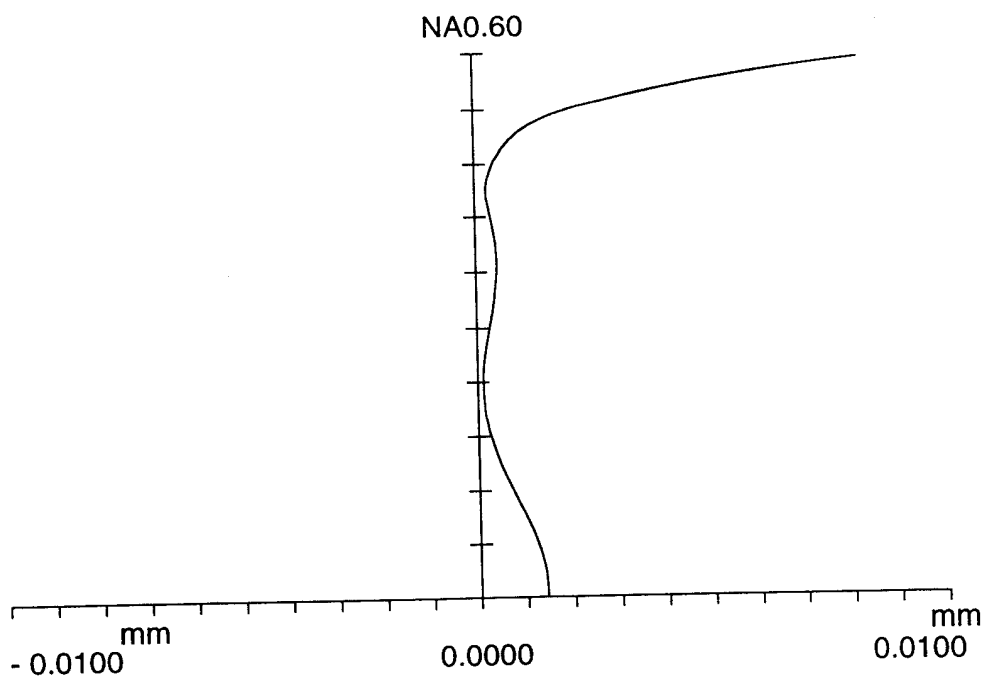


图 34

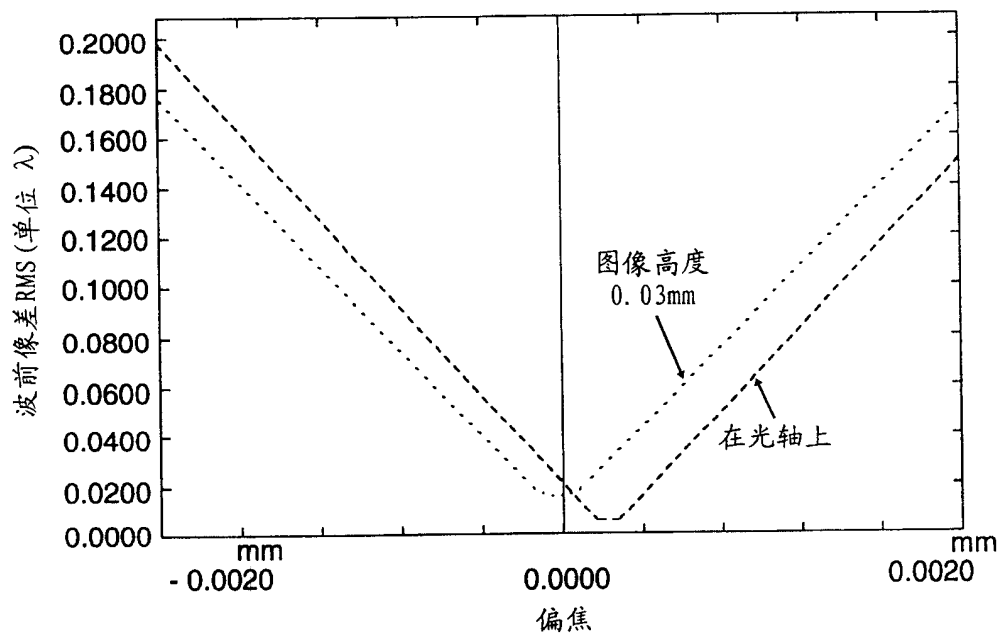


图 35

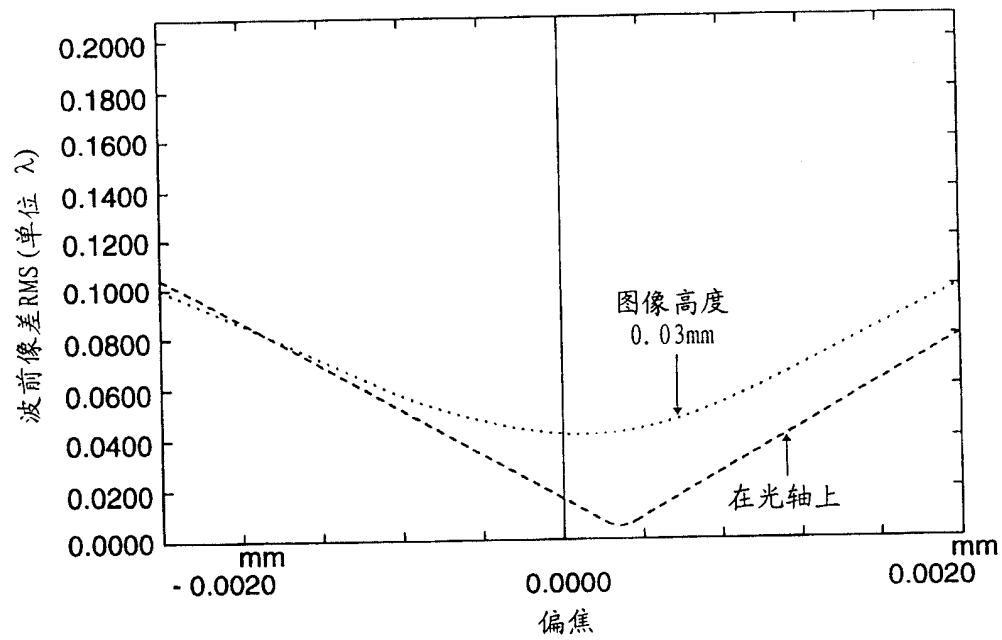


图 36

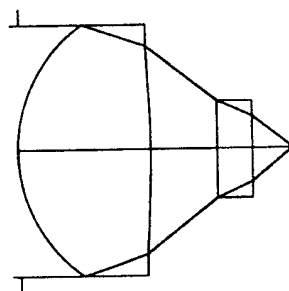


图 37

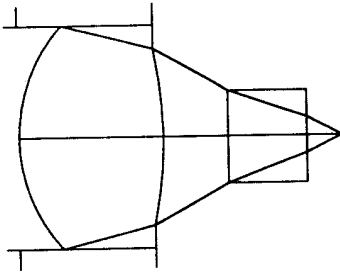


图 38

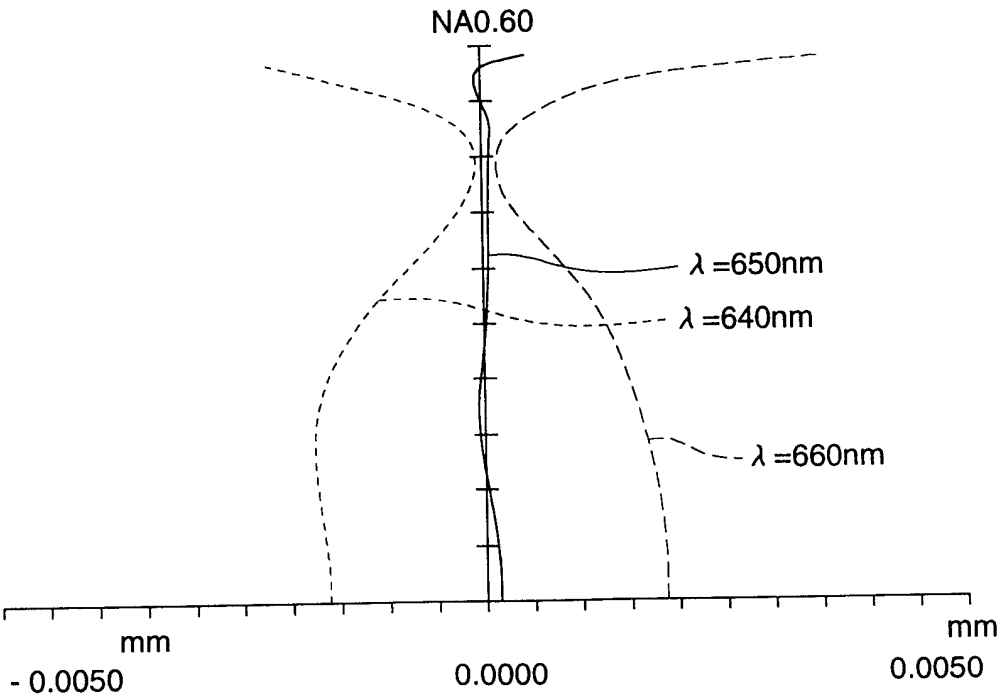


图 39

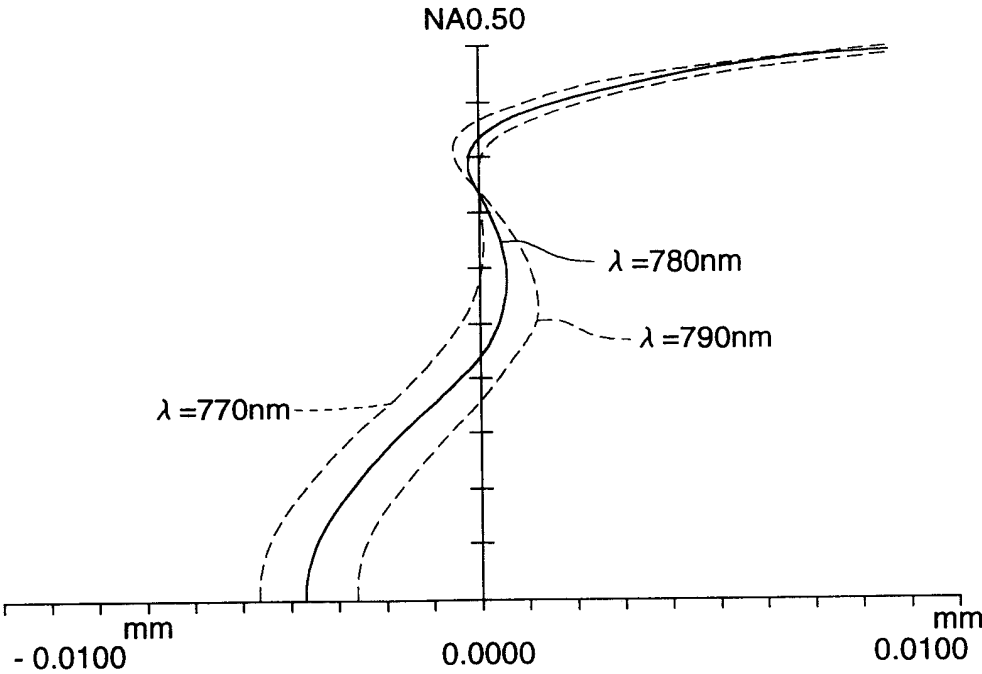


图 40

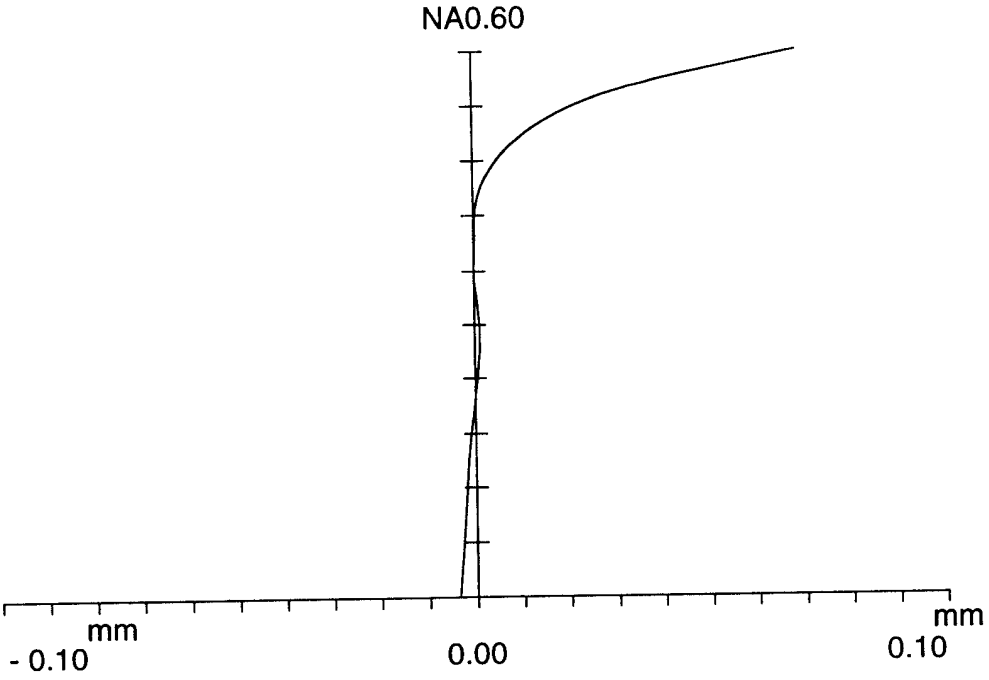


图 41

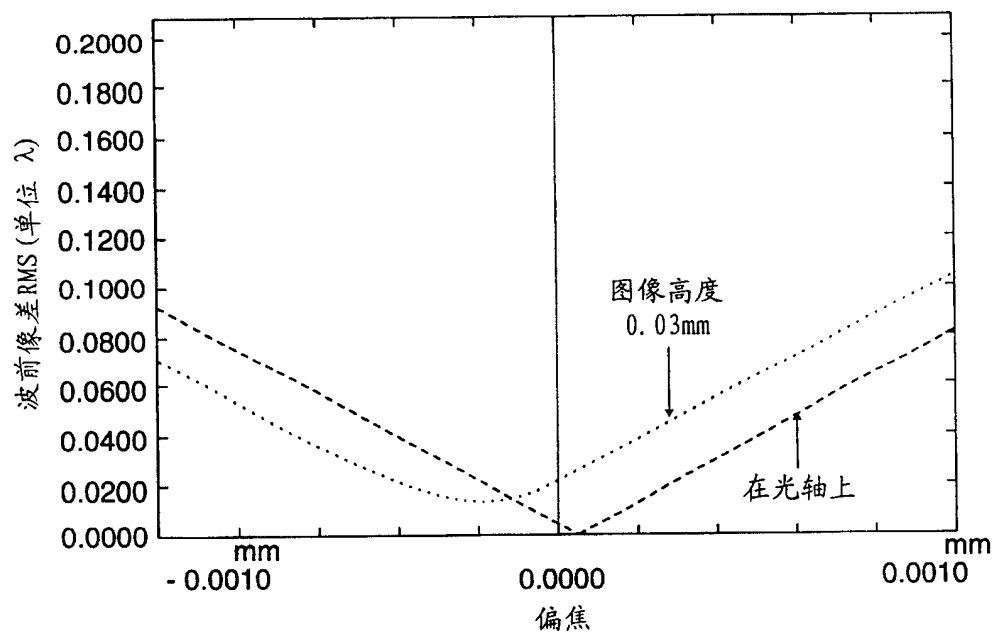


图 42

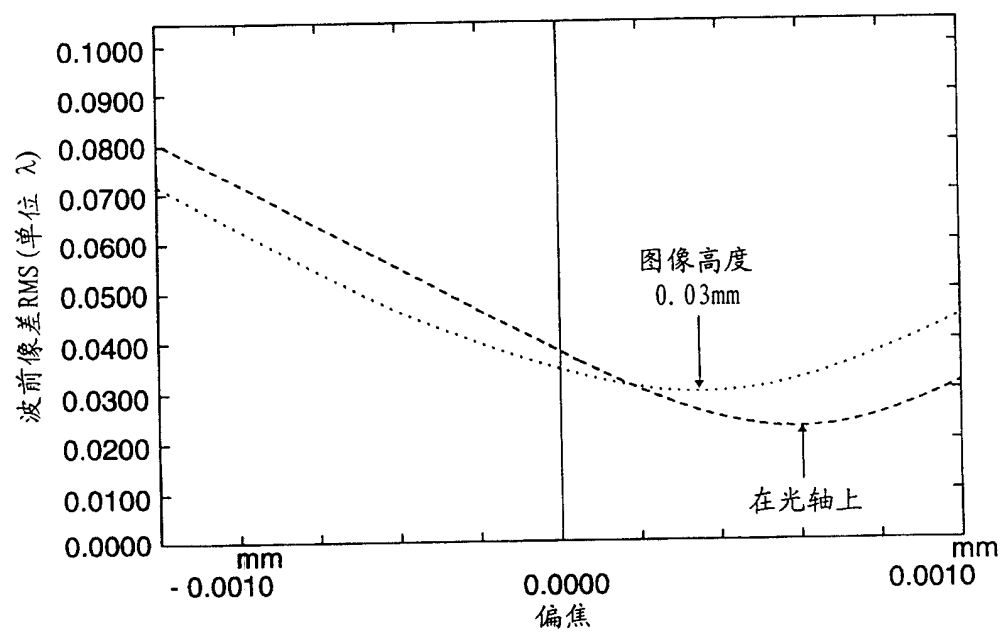


图 43

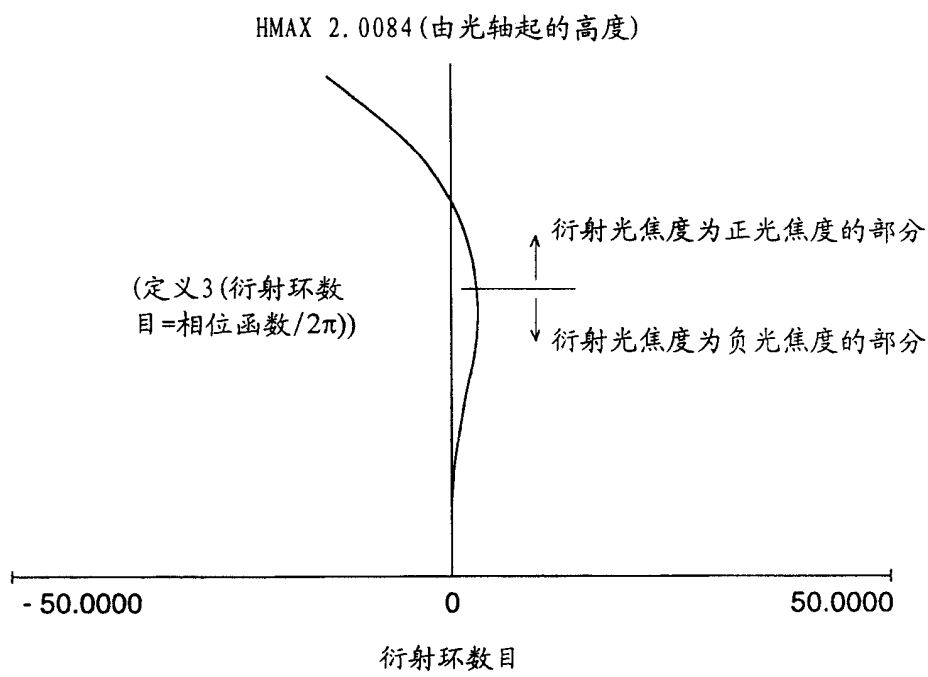


图 44

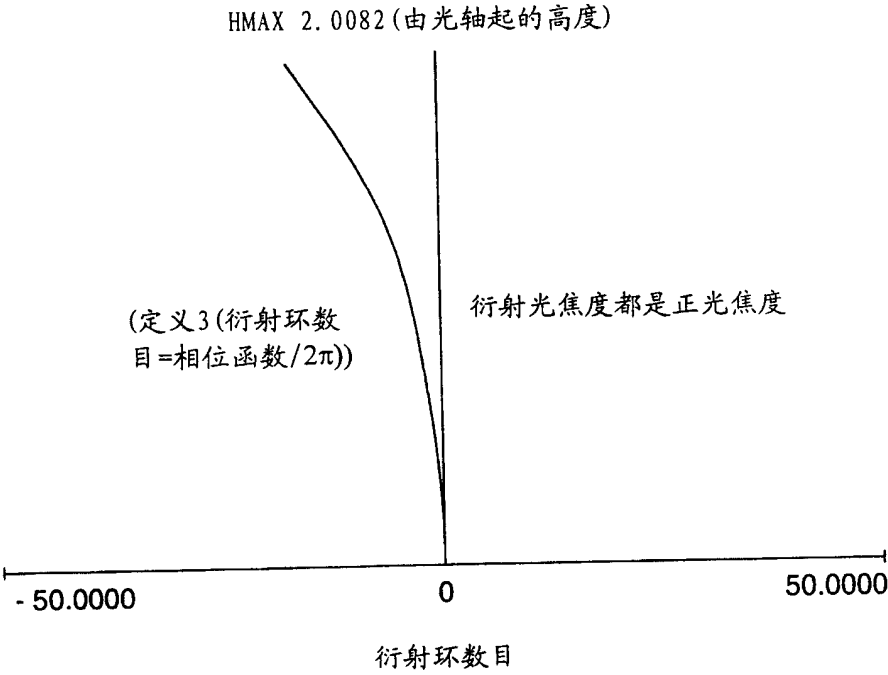


图 45

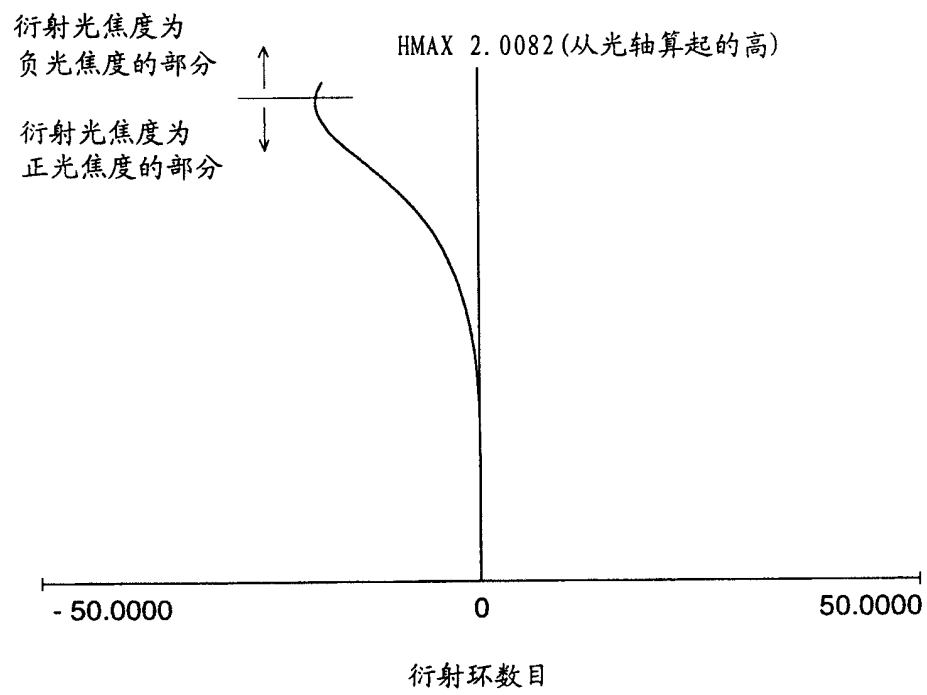
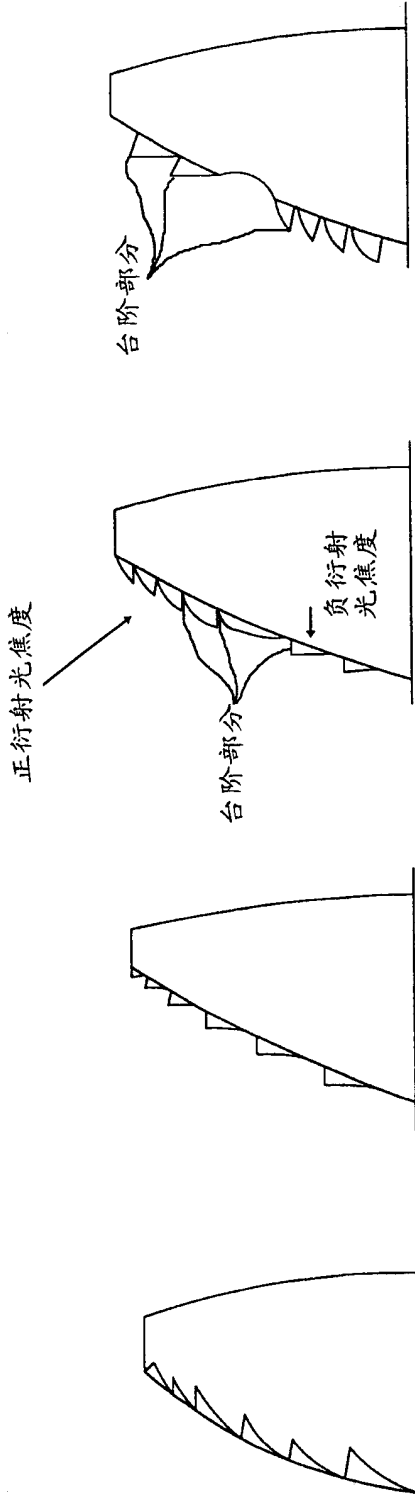


图 46



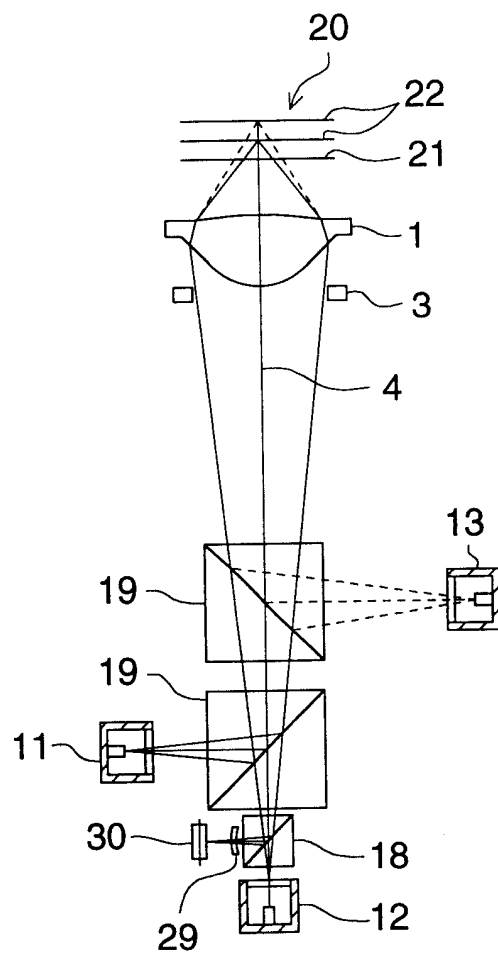


图 48

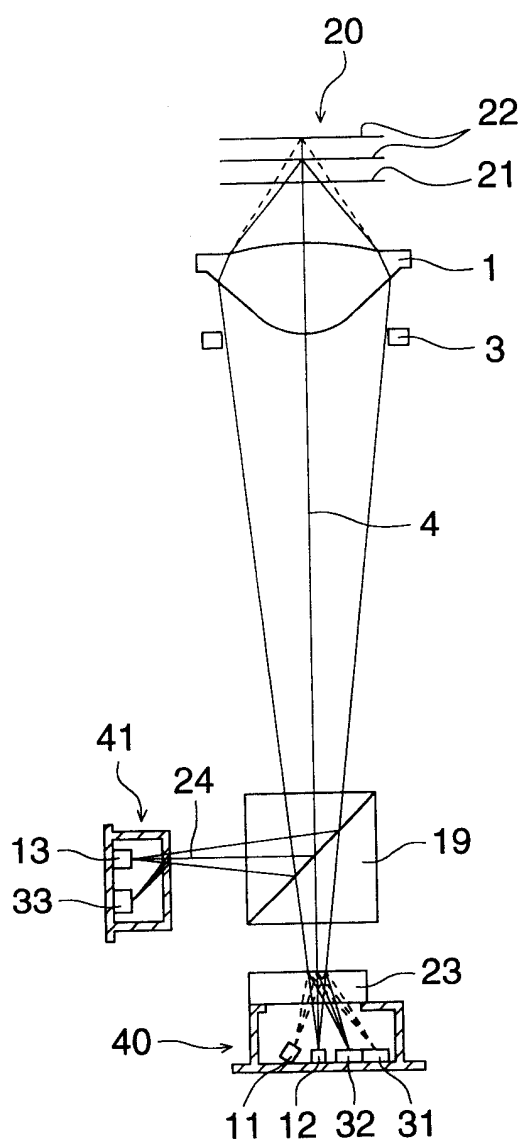


图 49

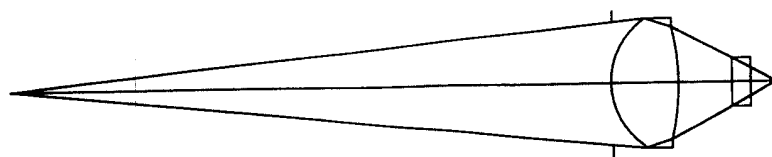


图 50

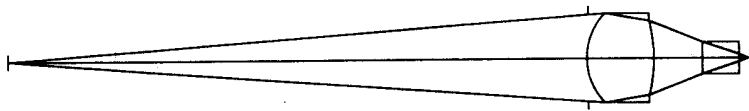


图 51

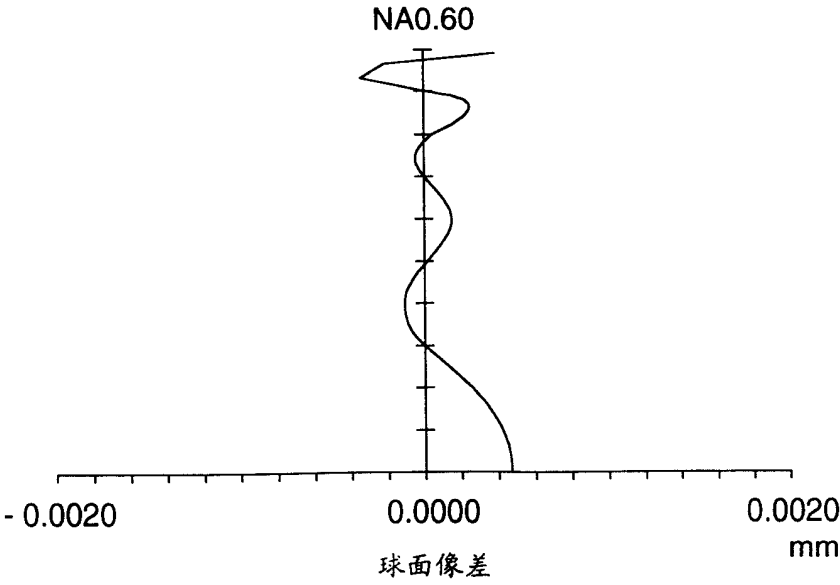


图 52

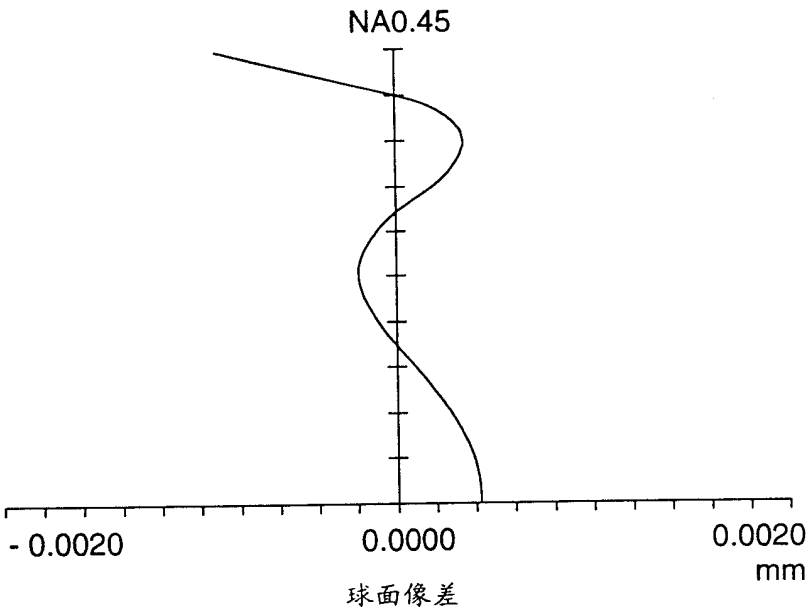


图 53

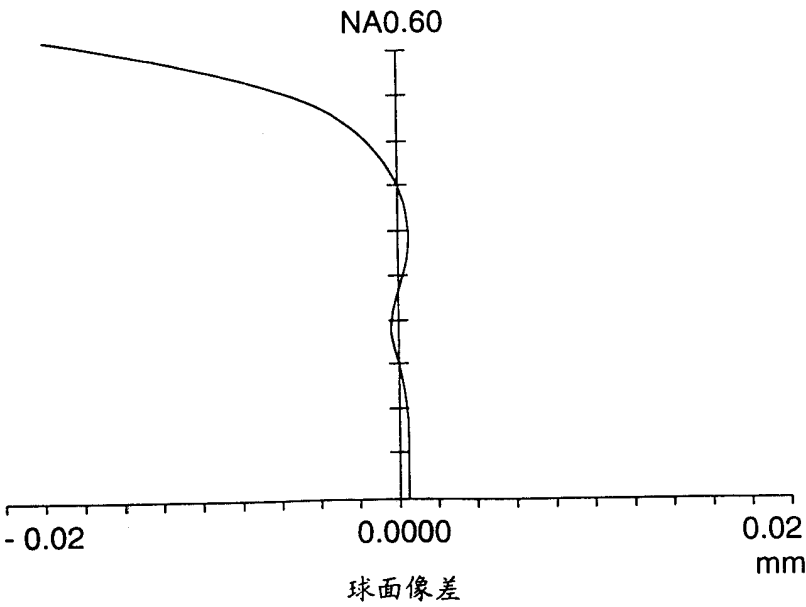


图 54

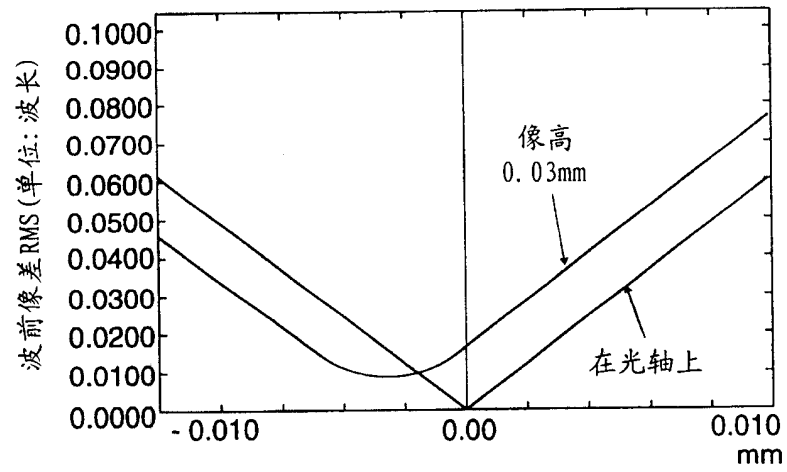


图 55

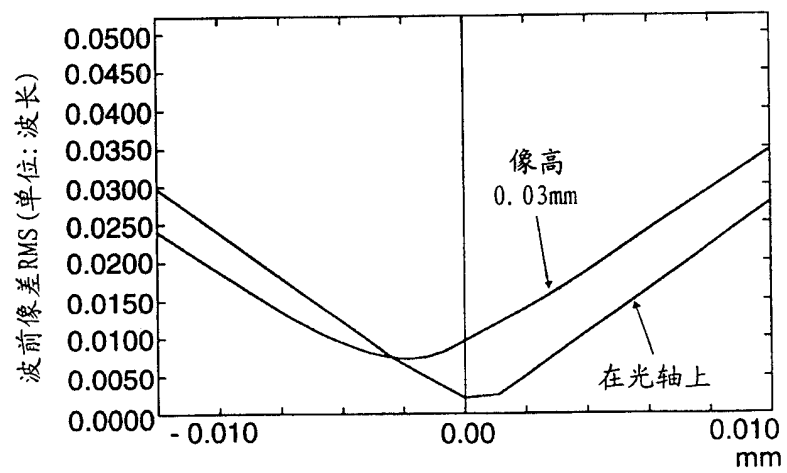


图 56

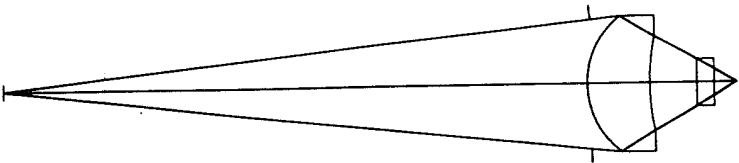


图 57

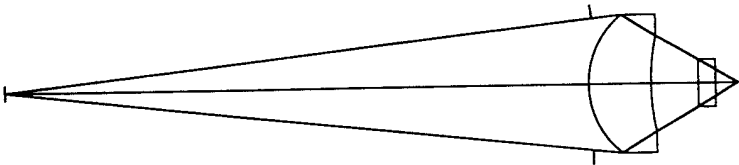


图 58

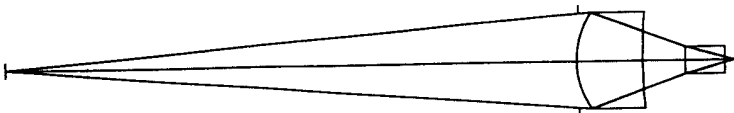


图 59

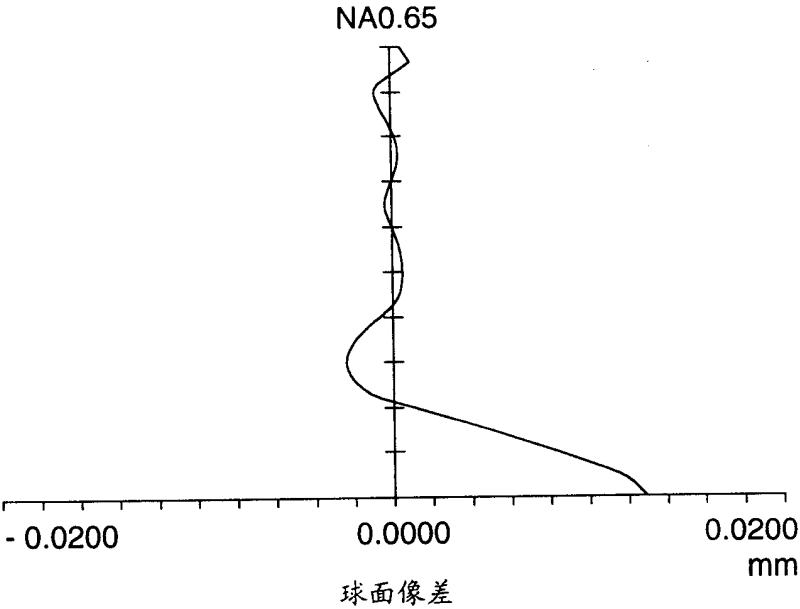


图 60

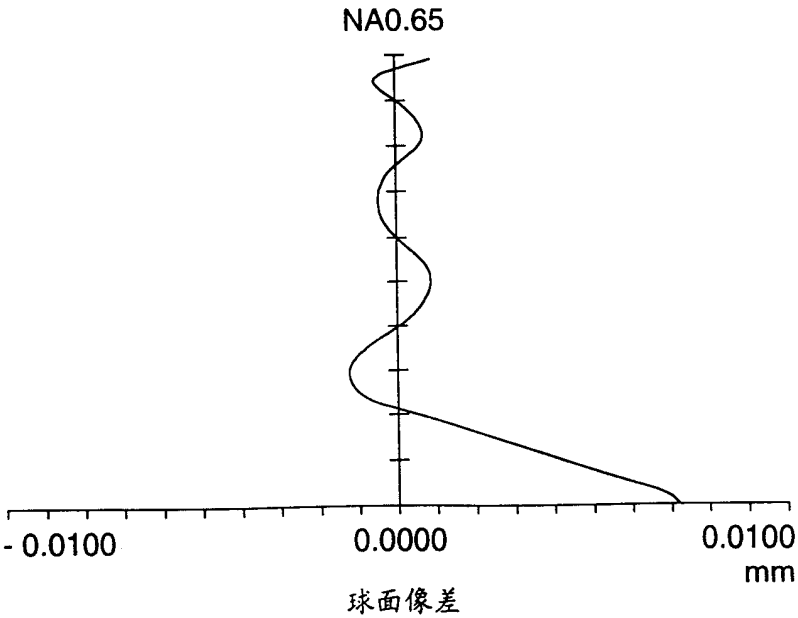


图 61

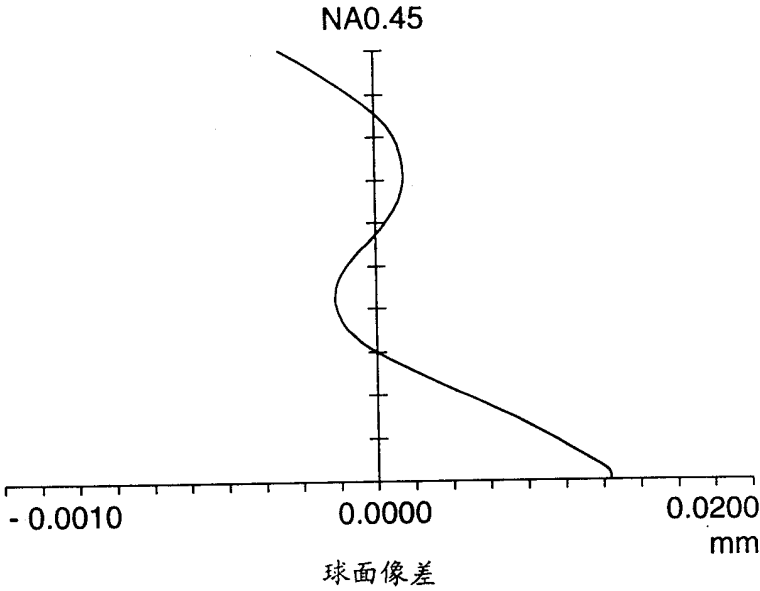


图 62

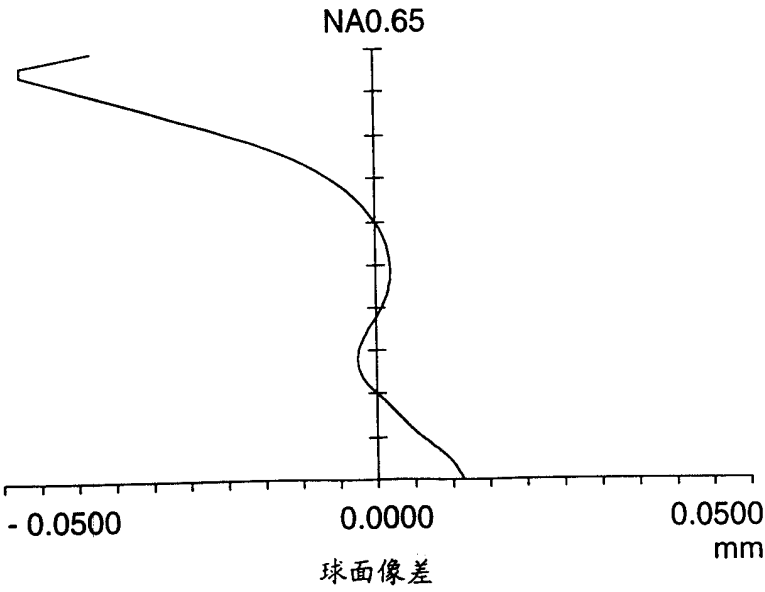


图 63

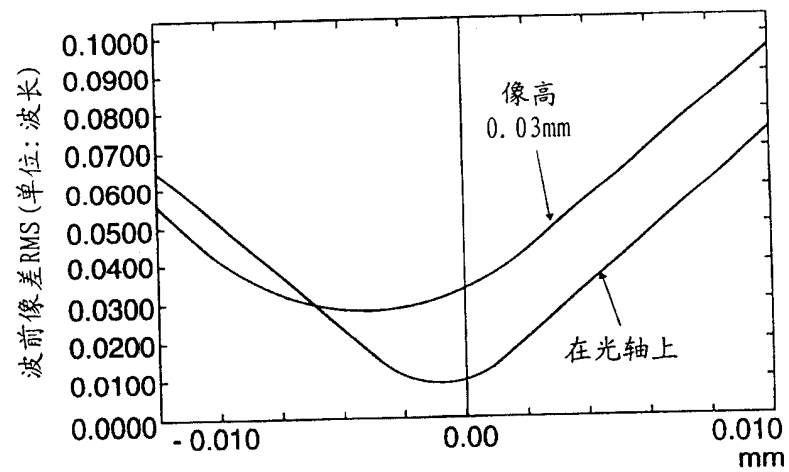


图 64

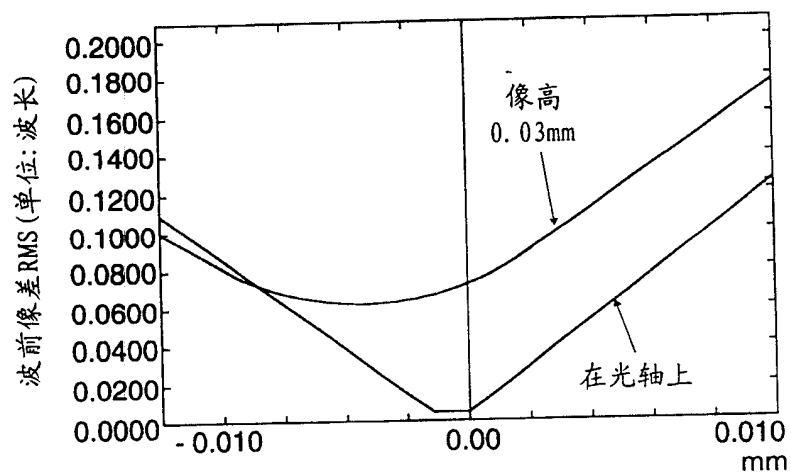


图 65

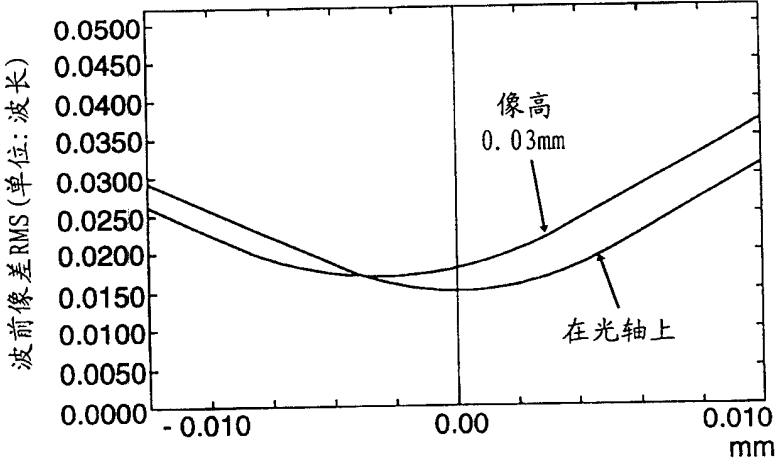


图 66

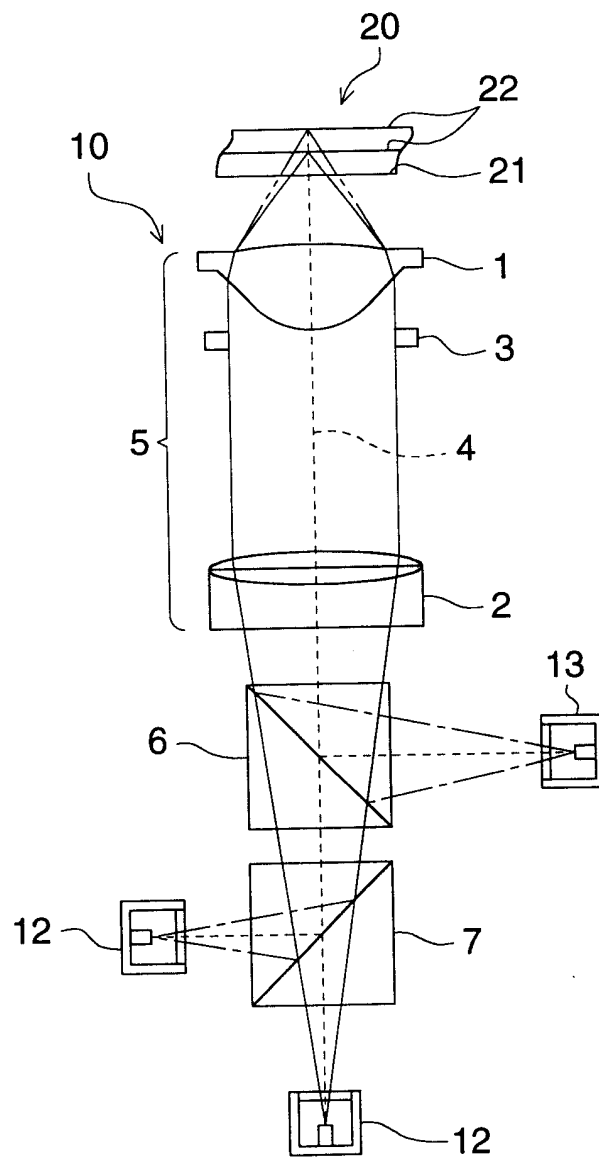


图 67

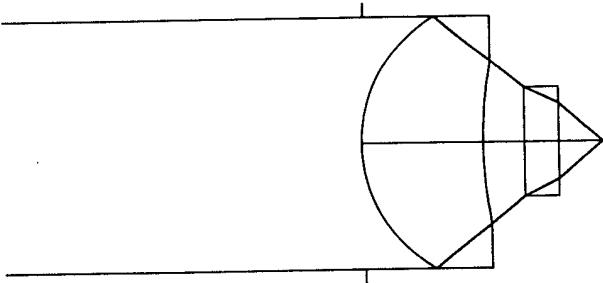


图 68

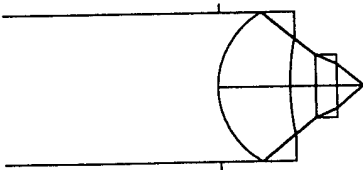


图 69

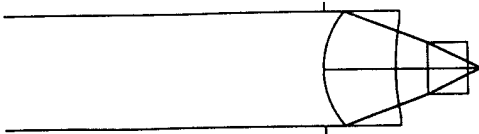


图 70

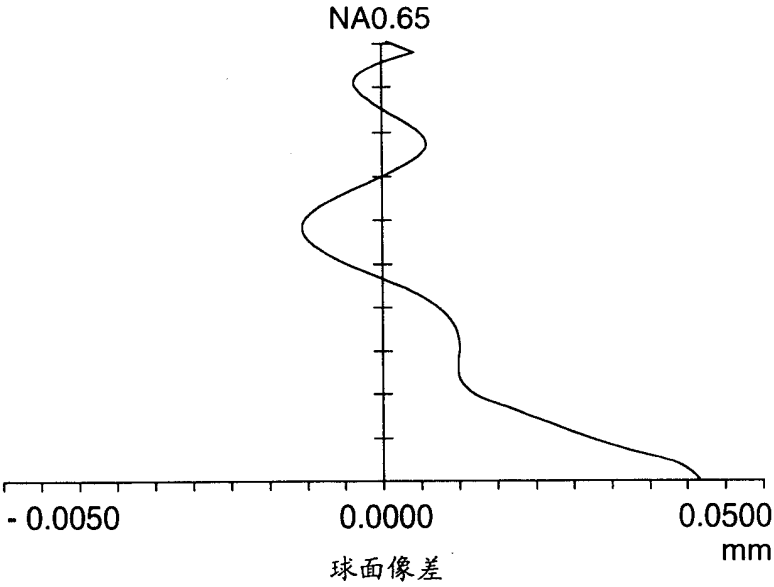


图 71

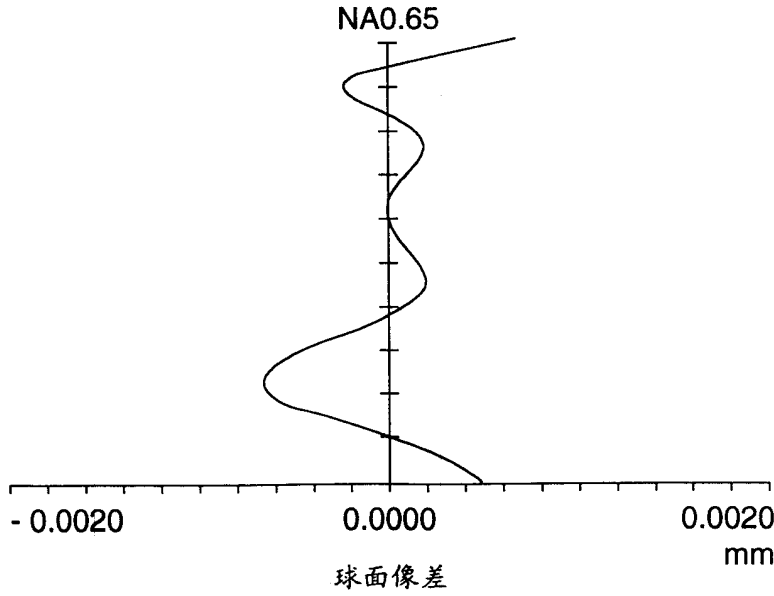


图 72

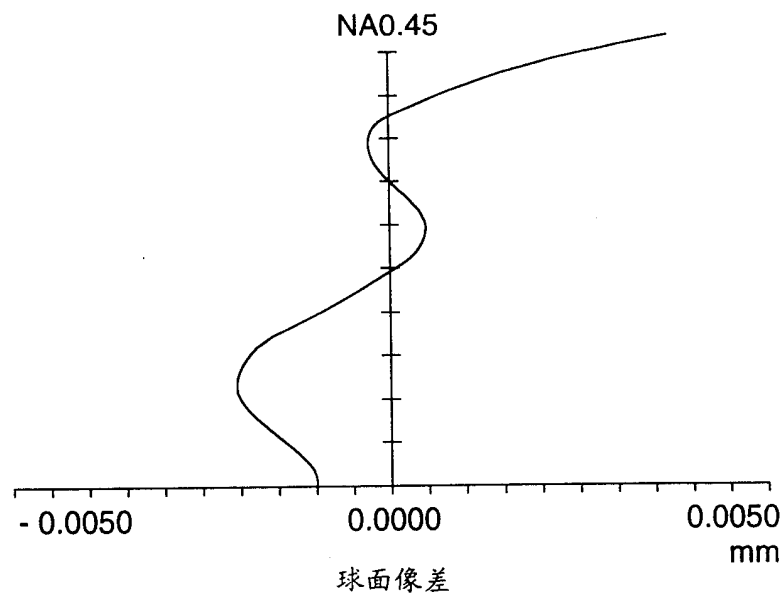


图 73

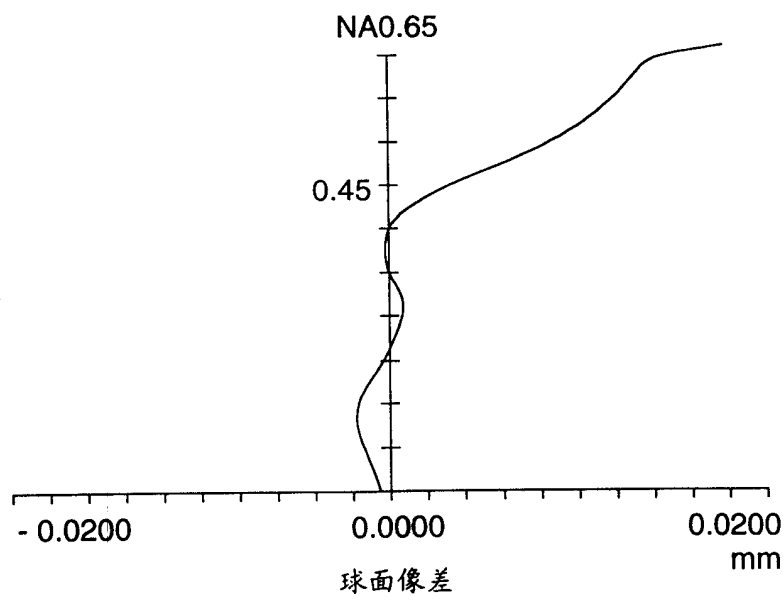


图 74

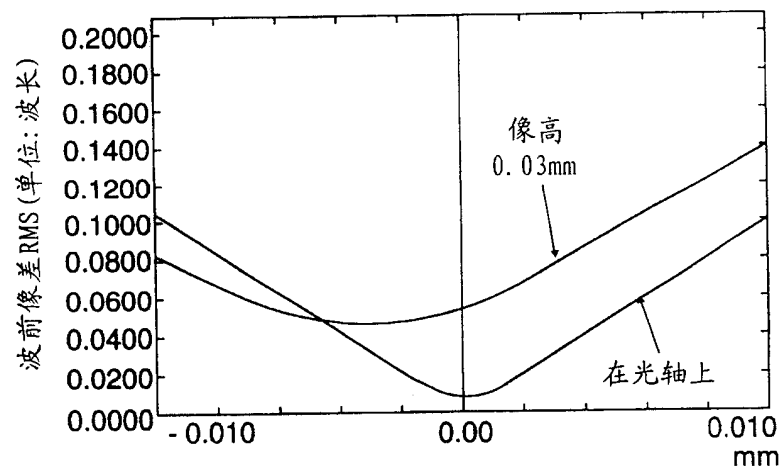


图 75

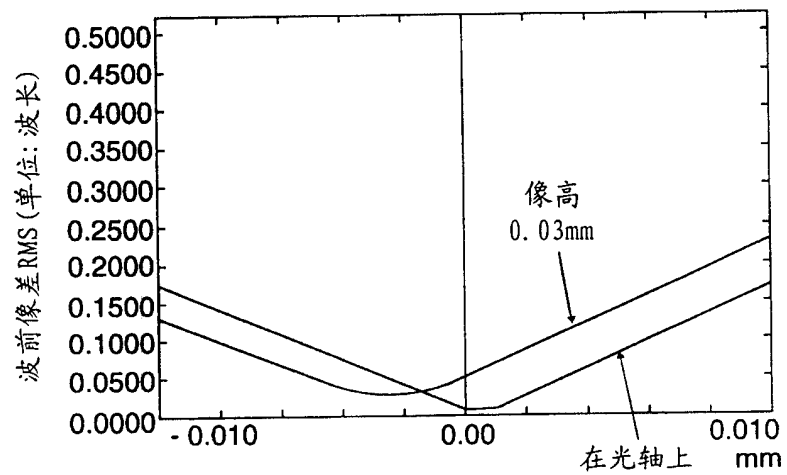


图 76

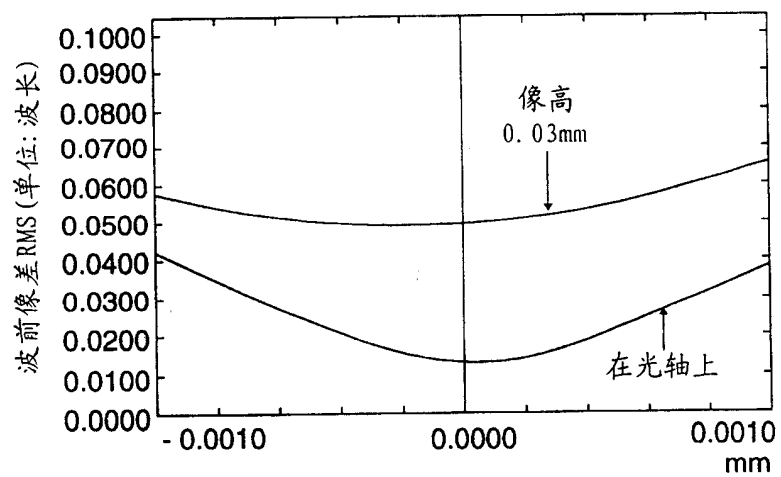


图 77

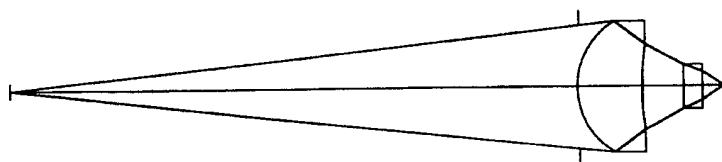


图 78

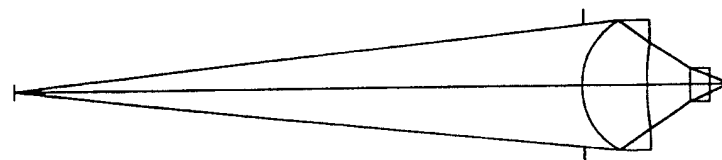


图 79

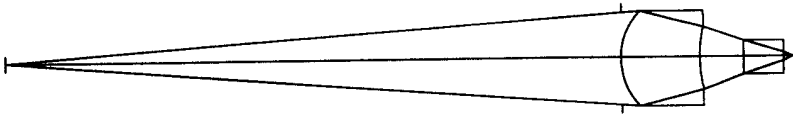


图 80

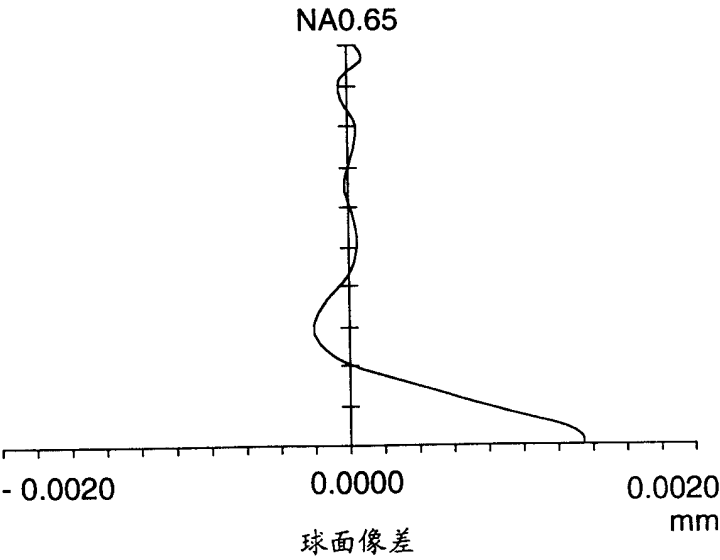


图 81

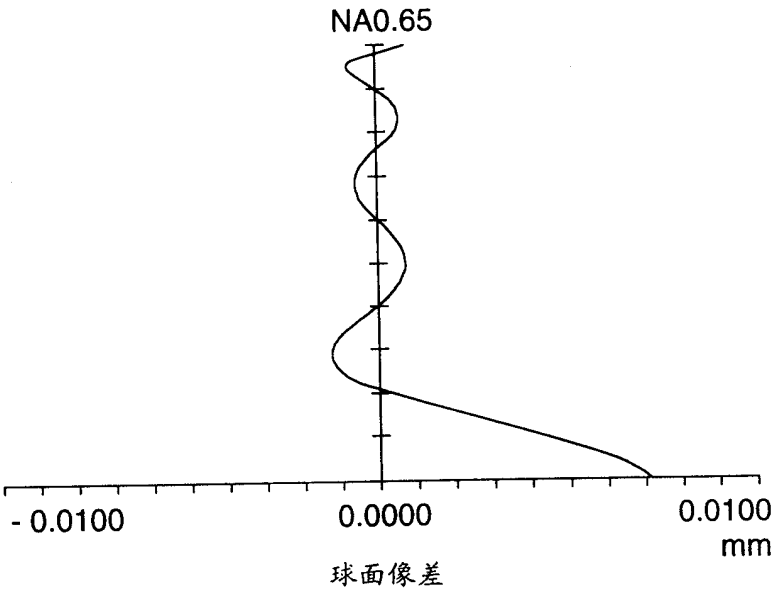


图 82

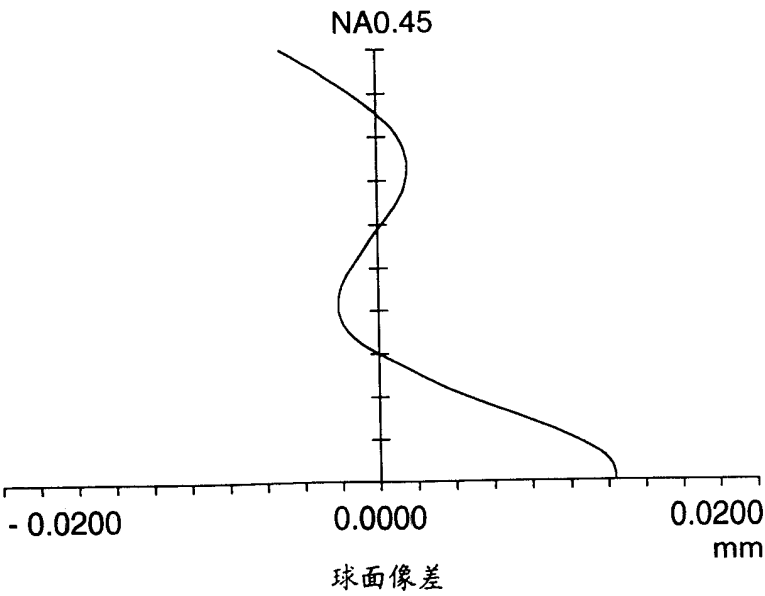


图 83

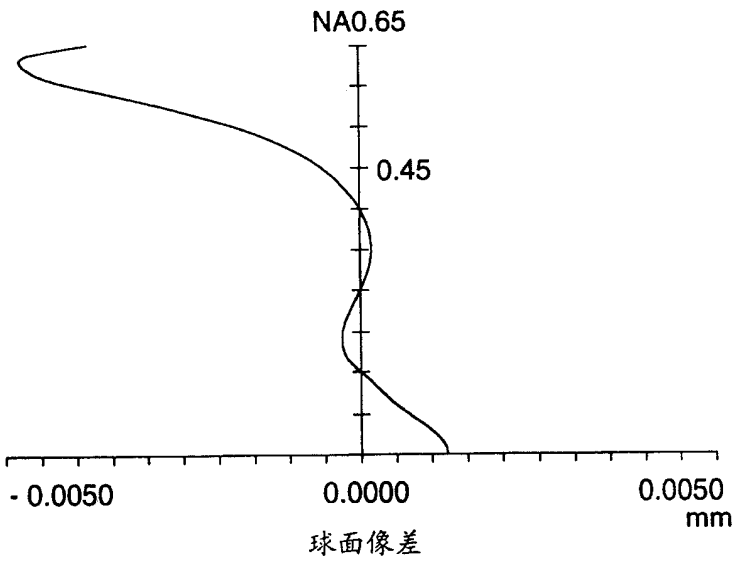


图 84

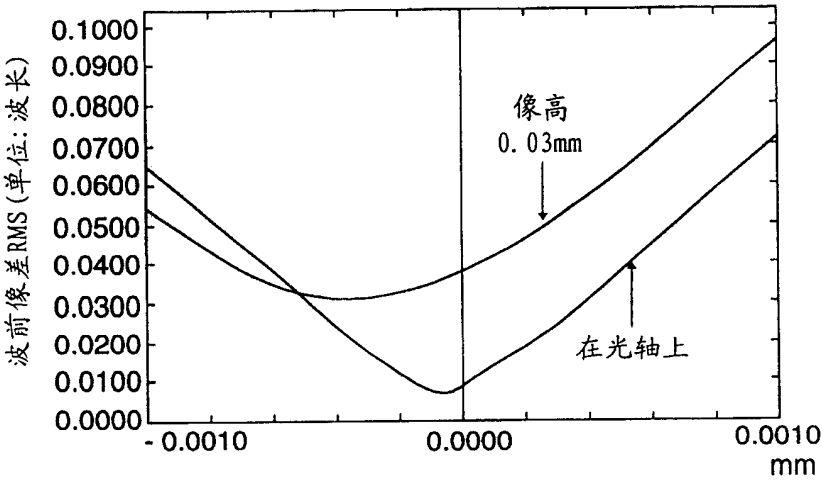


图 85

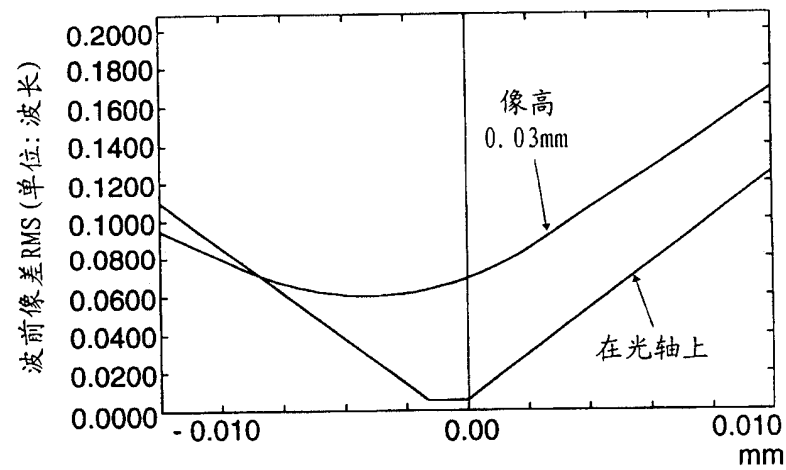


图 86

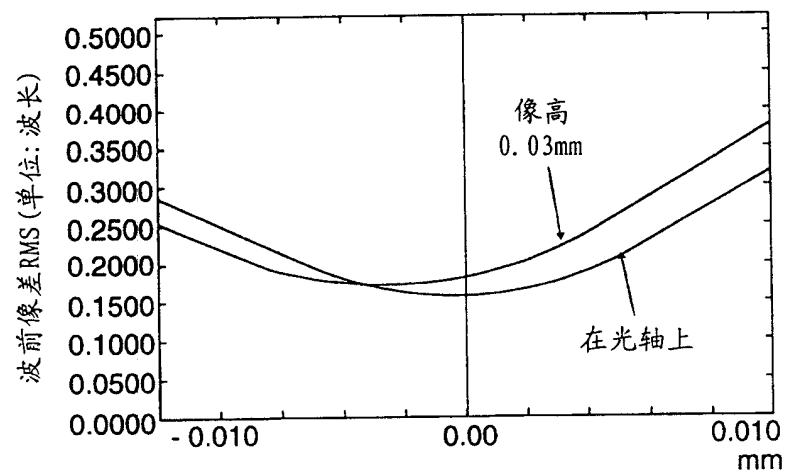


图 87

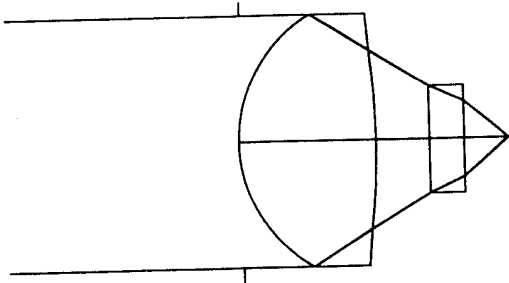


图 88

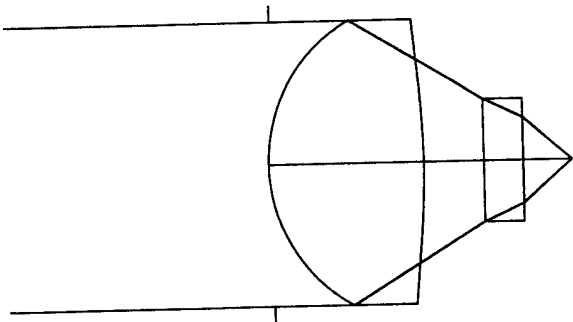


图 89

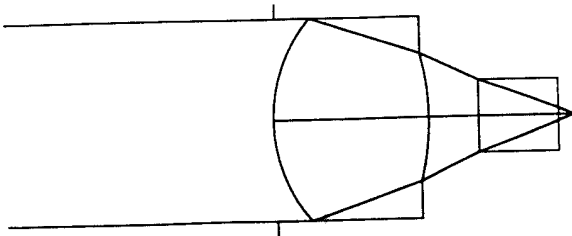


图 90

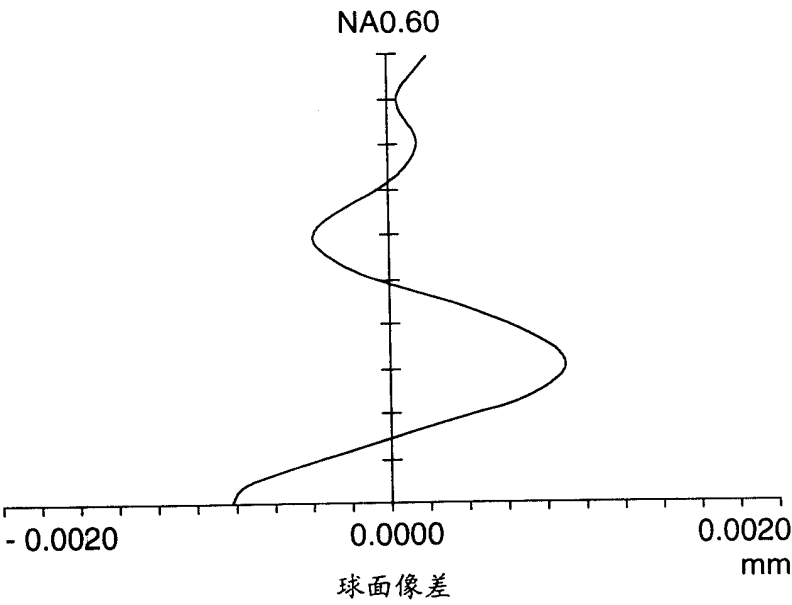


图 91

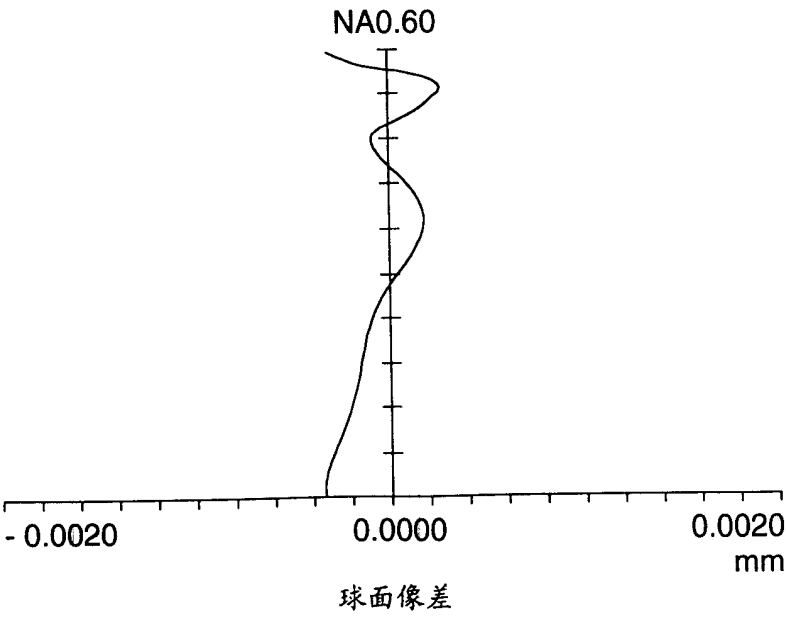


图 92

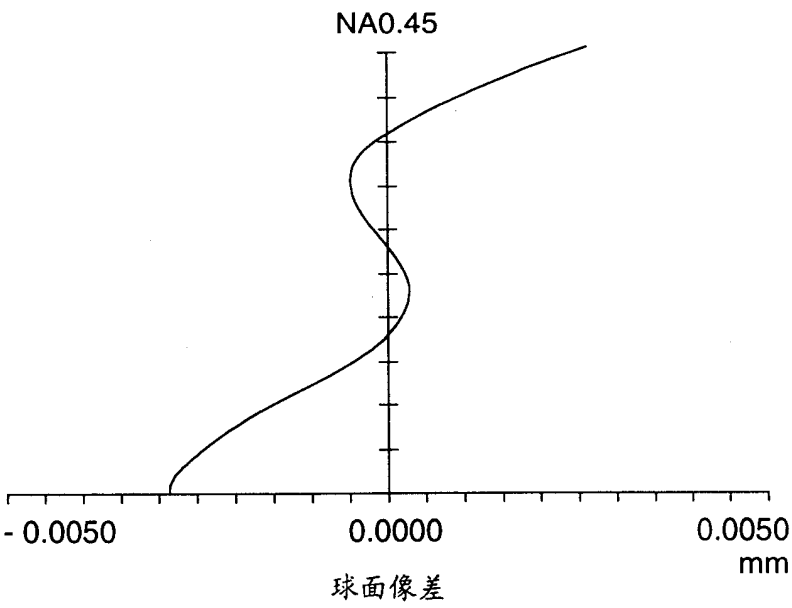


图 93

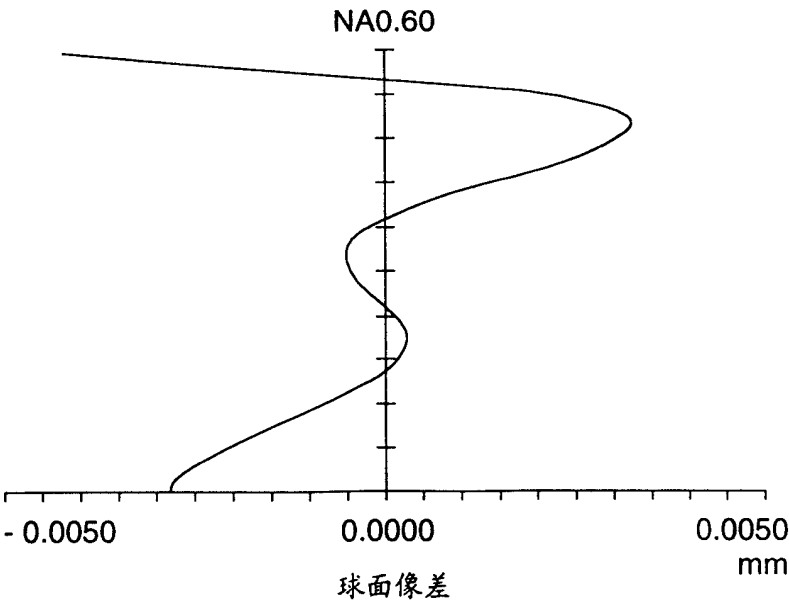


图 94

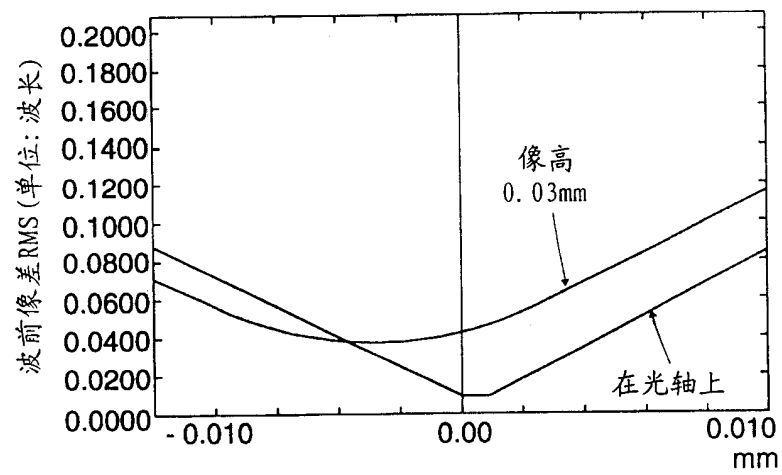


图 95

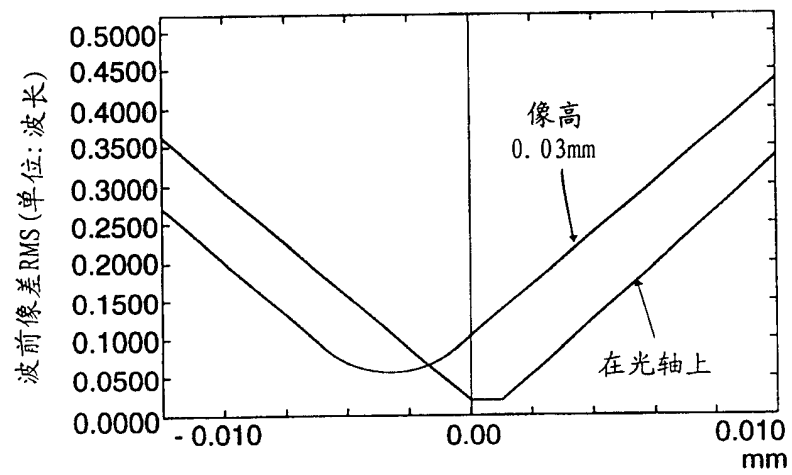


图 96

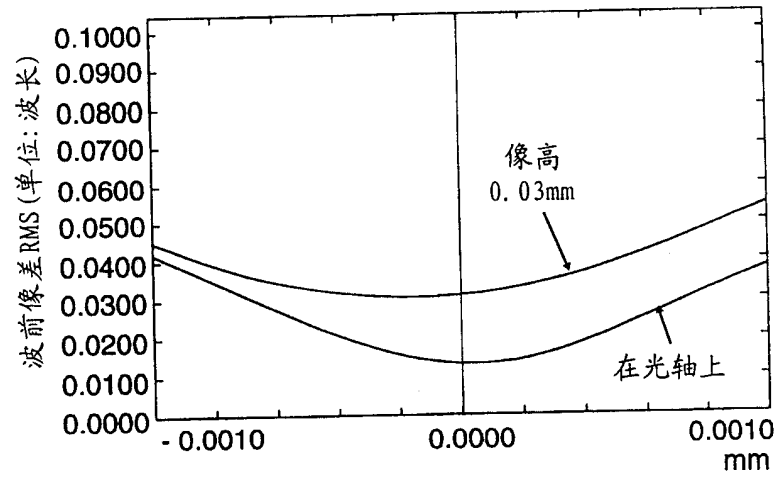


图 97

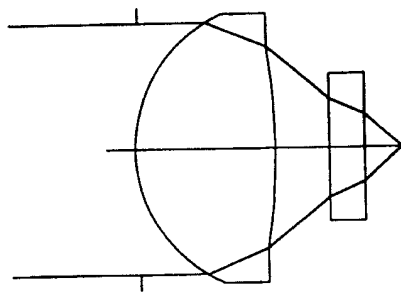


图 98

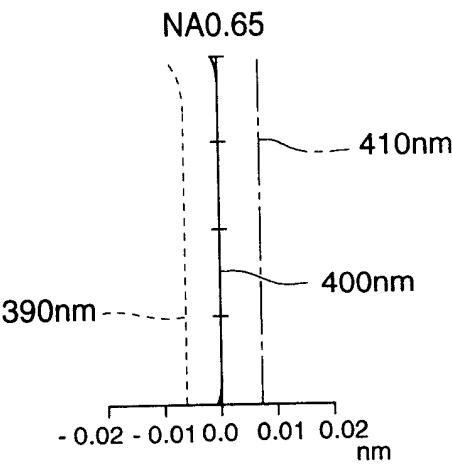


图 99

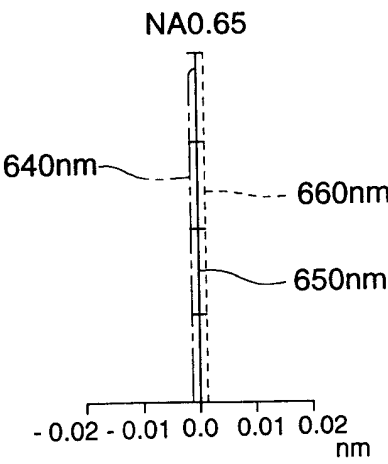


图 100

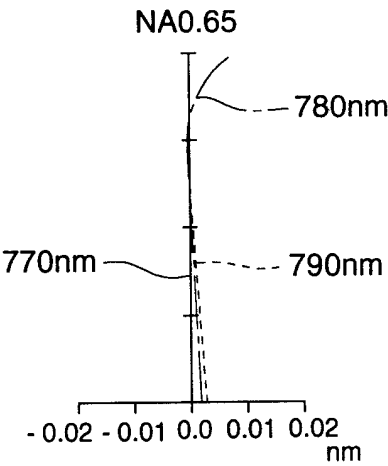


图 101

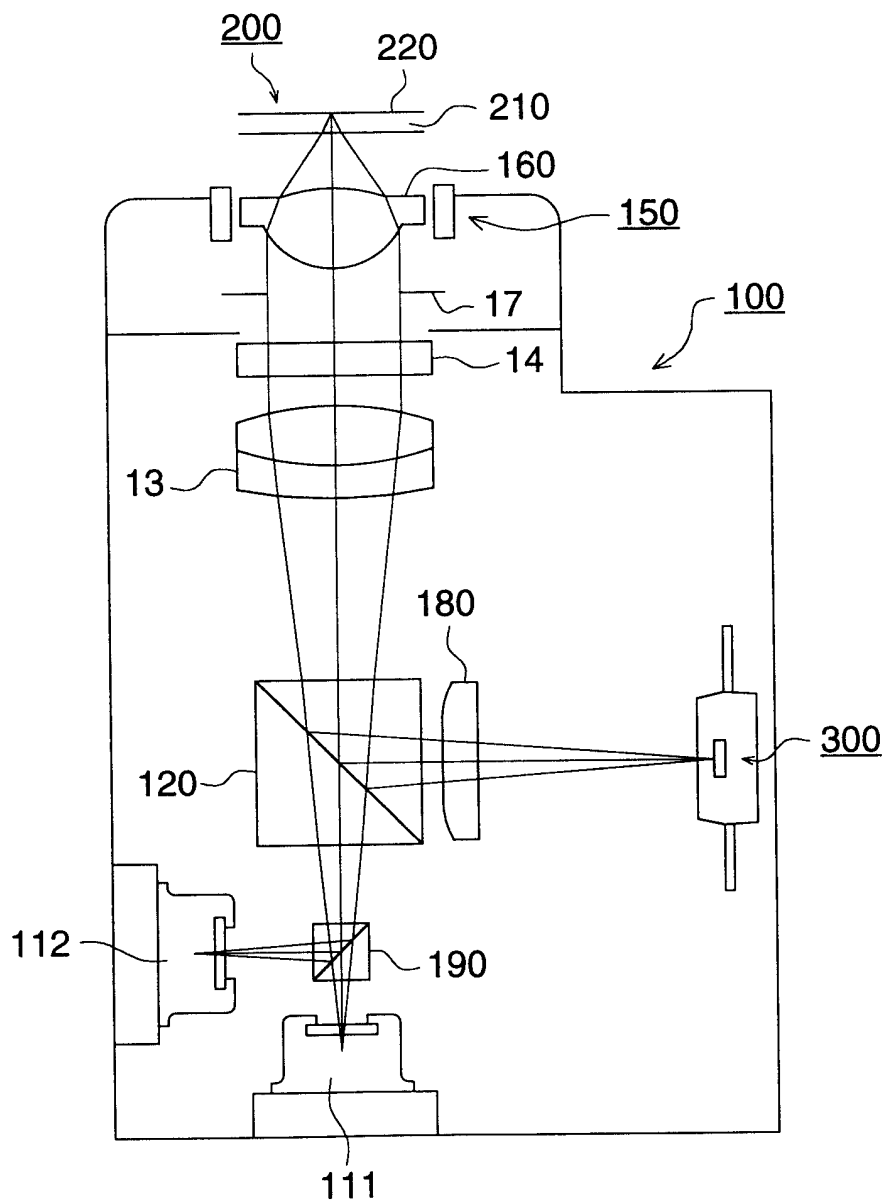


图 102

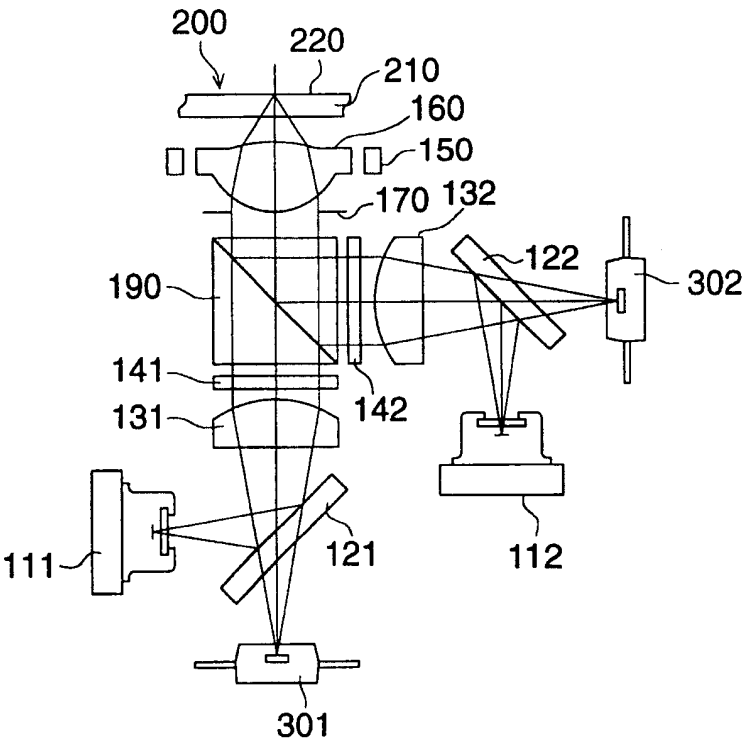


图 103

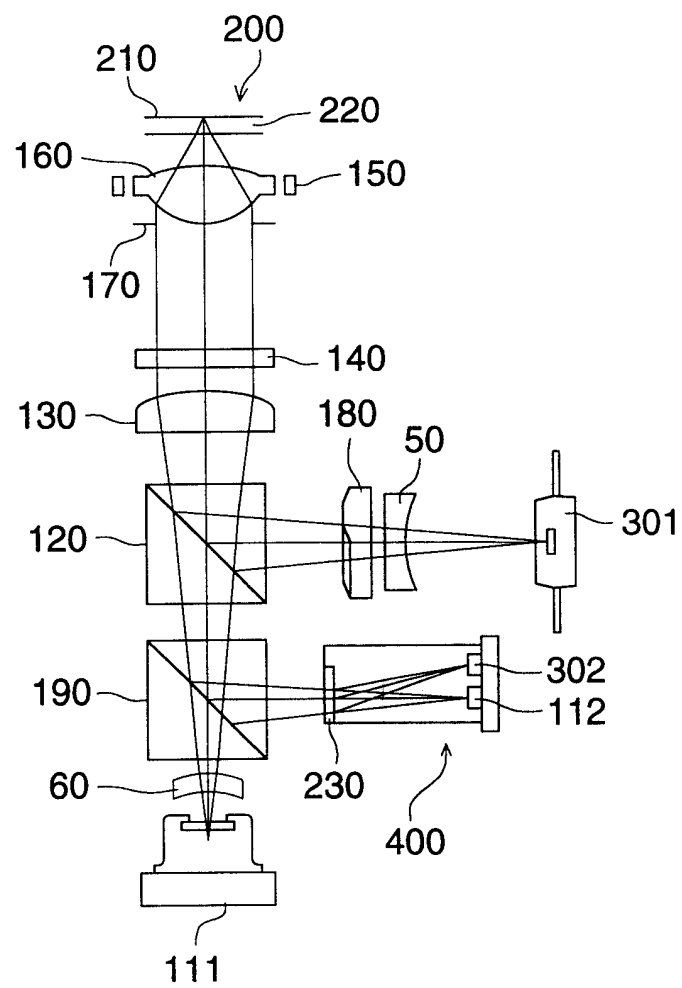


图 104

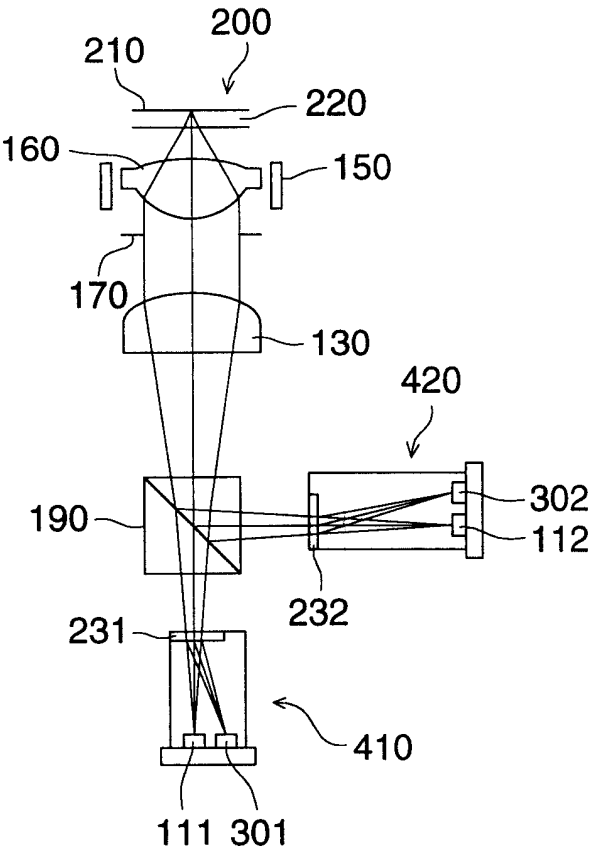


图 105

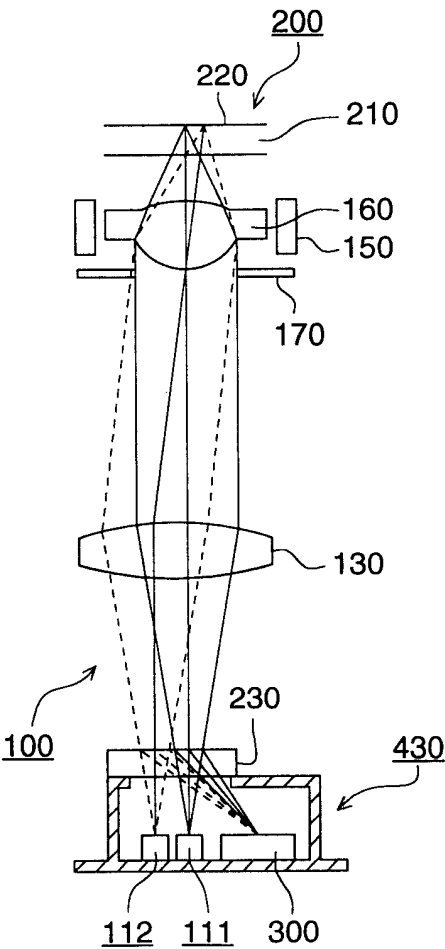


图 106

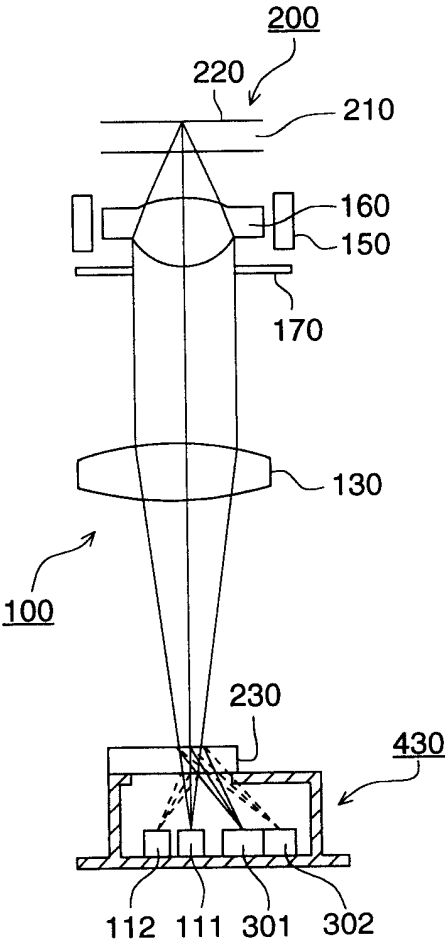


图 107

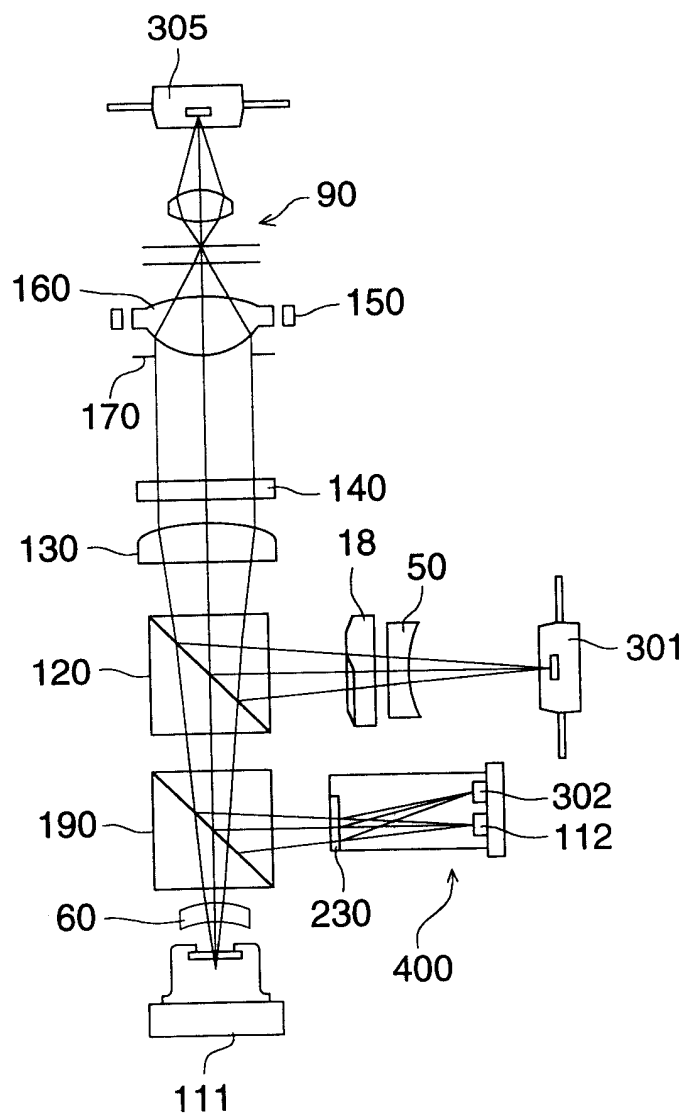


图 108

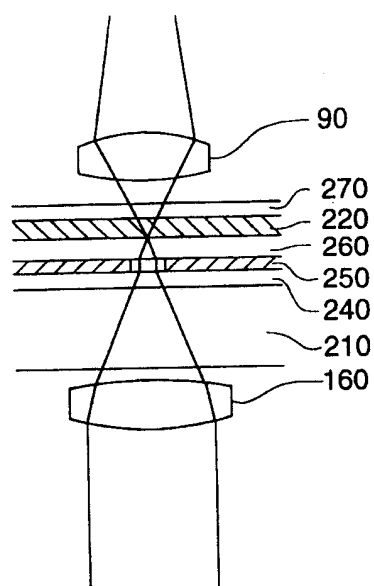


图 109

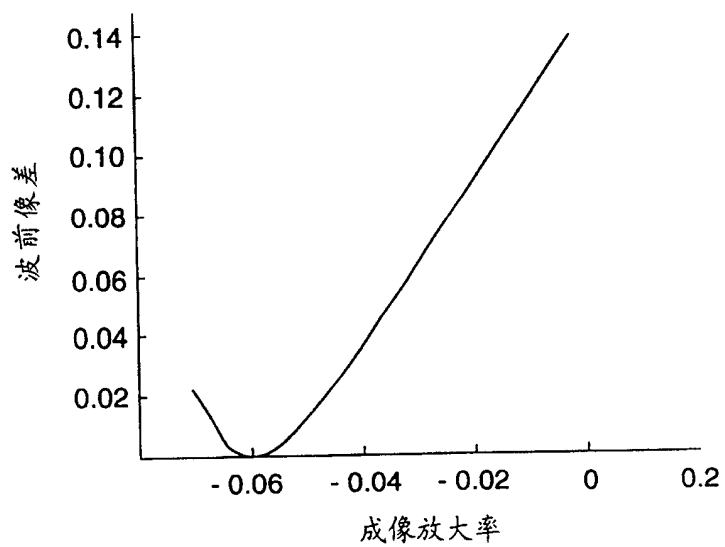


图 110

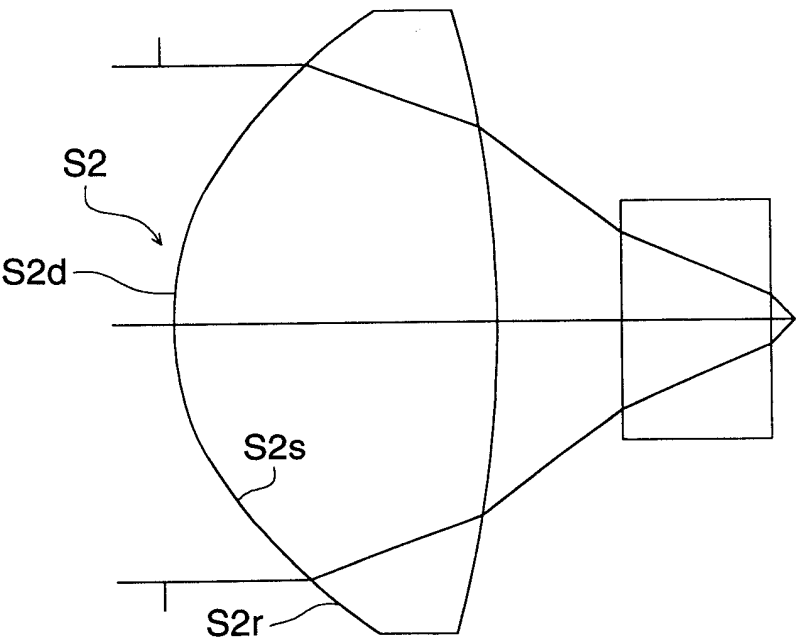


图 111

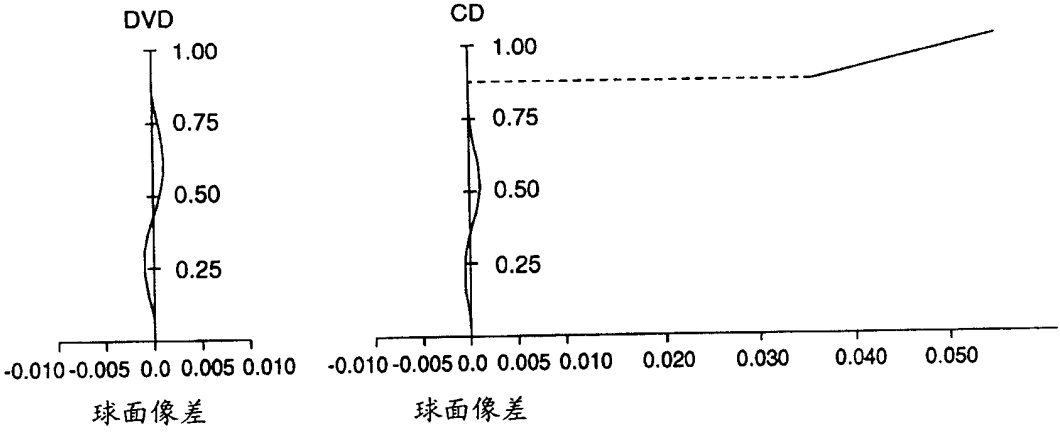


图 112 (a)

图 112 (b)

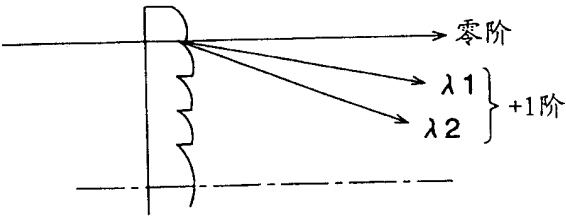


图 113 (a)

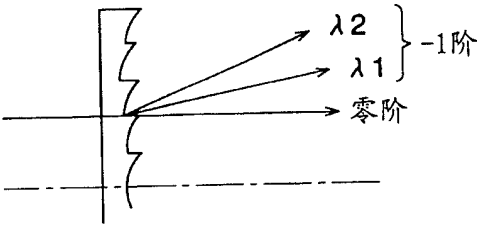


图 113 (b)

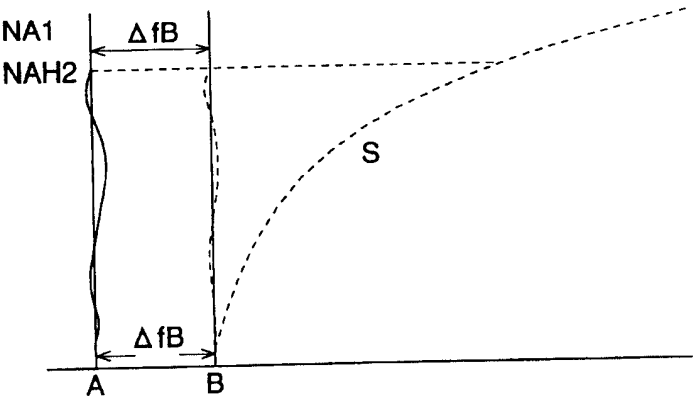


图 114

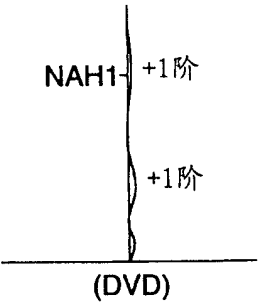


图 115 (a)

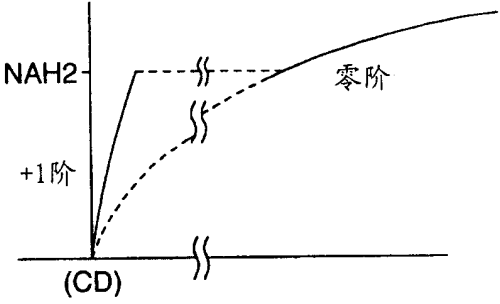


图 115 (b)

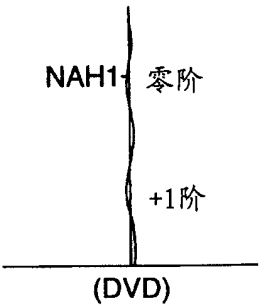


图 116 (a)

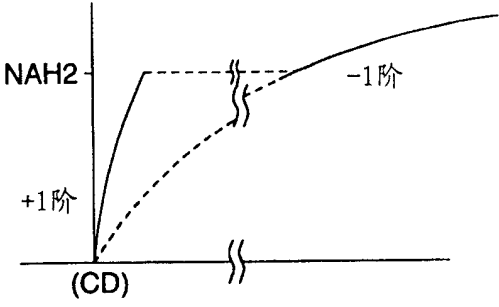


图 116 (b)

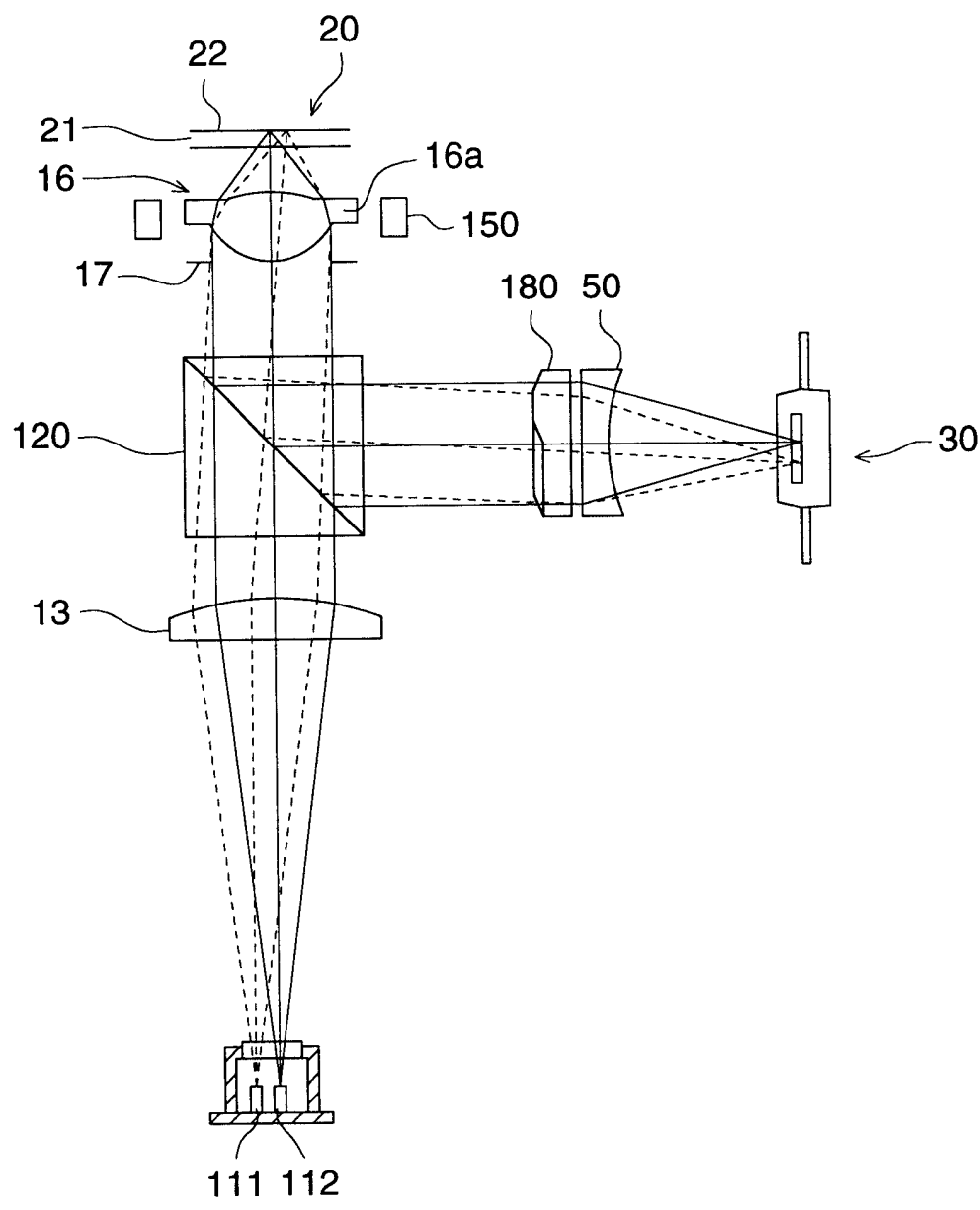


图 117

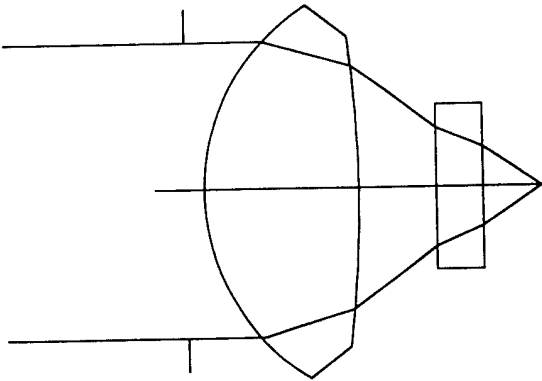


图 118

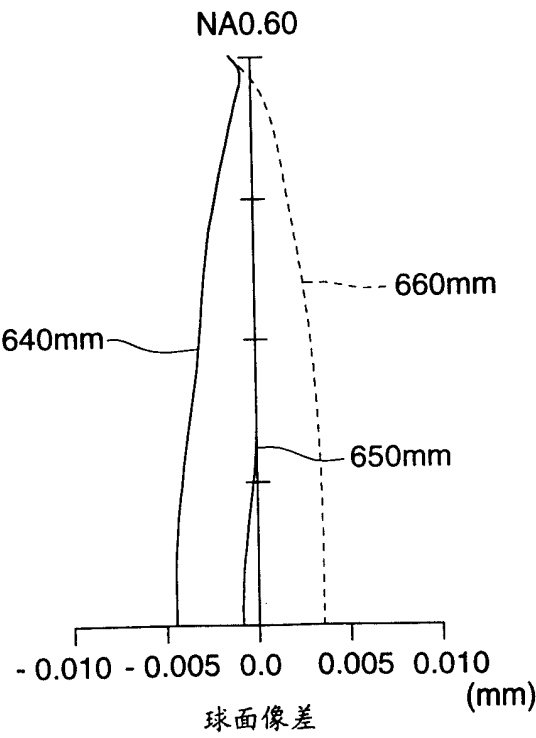


图 119

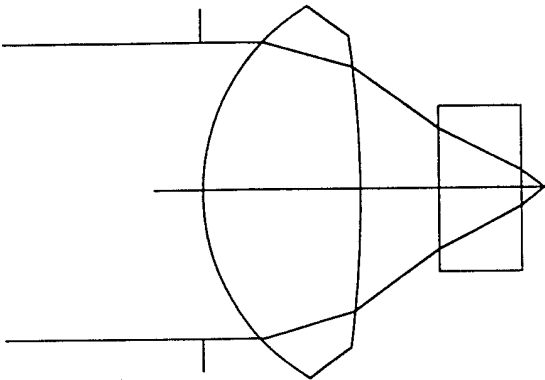


图 120

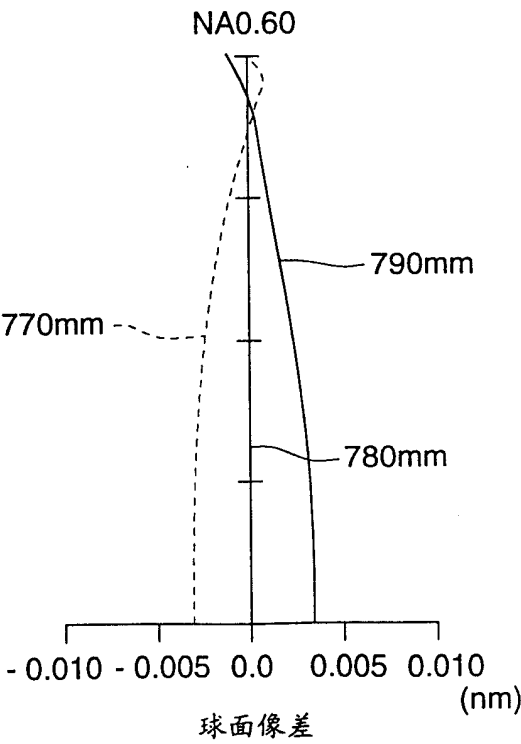


图 121

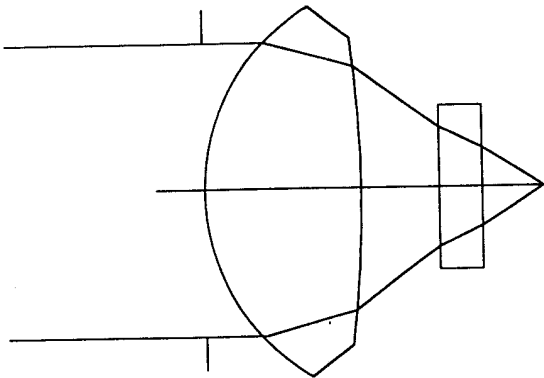


图 122

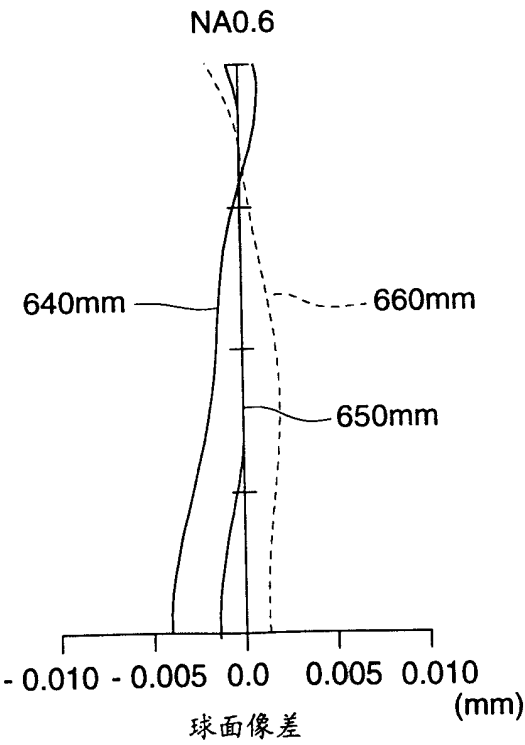


图 123

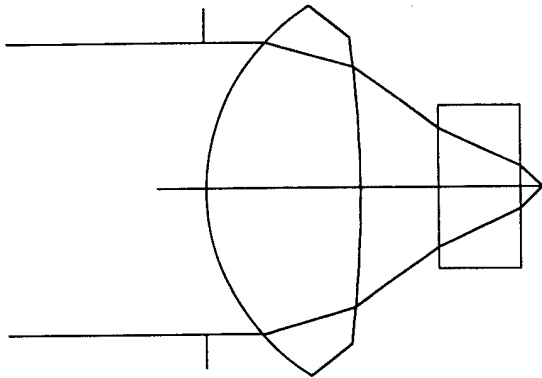


图 124

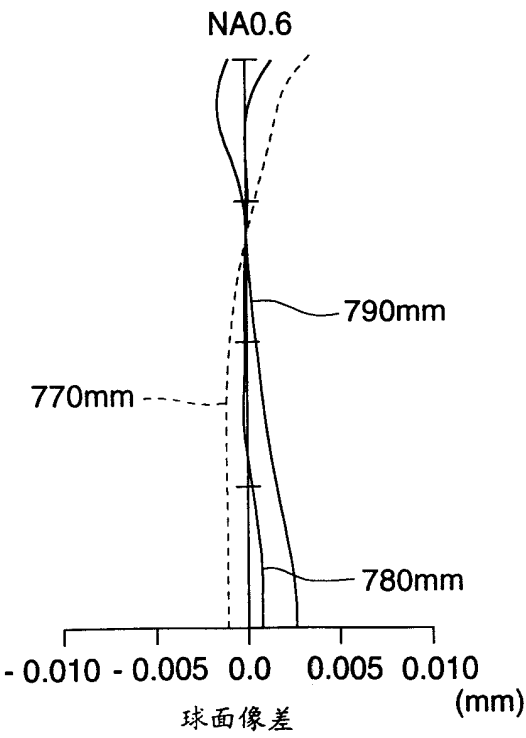


图 125

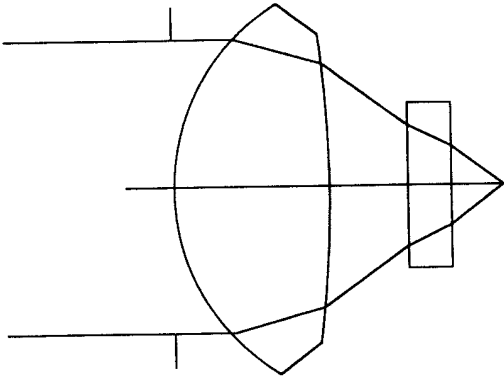


图 126

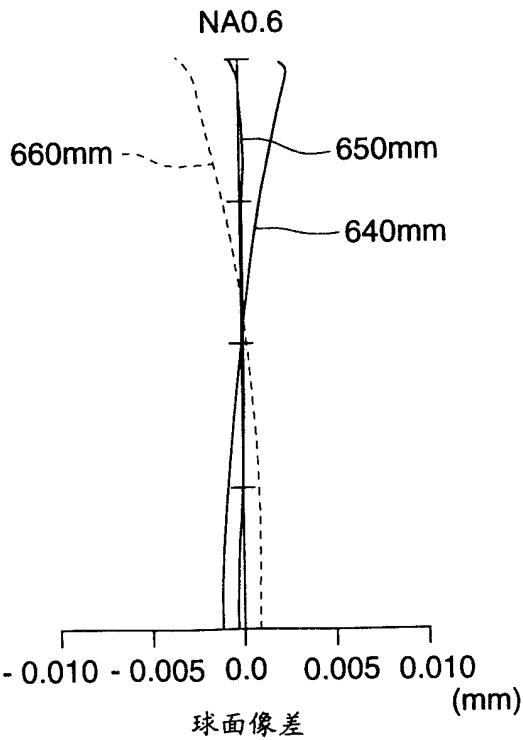


图 127

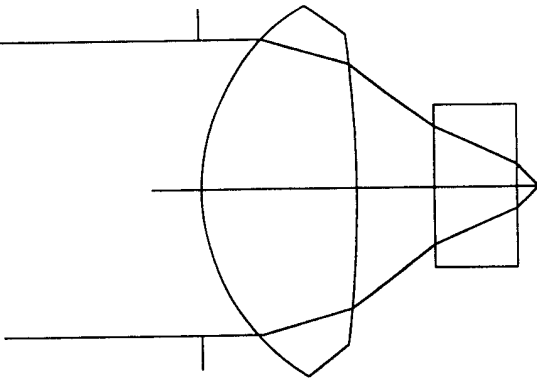


图 128

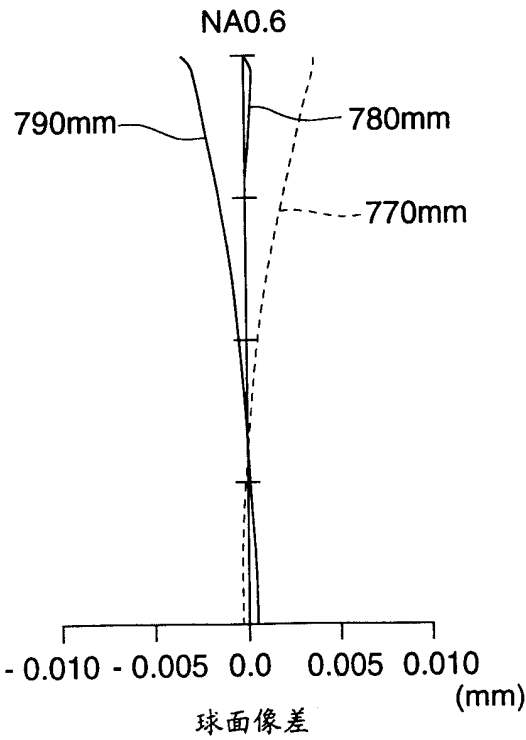


图 129

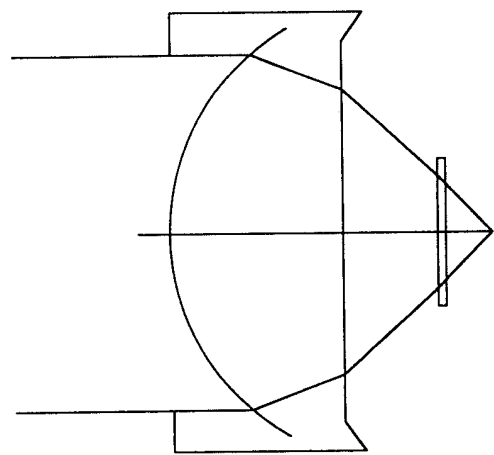


图 130

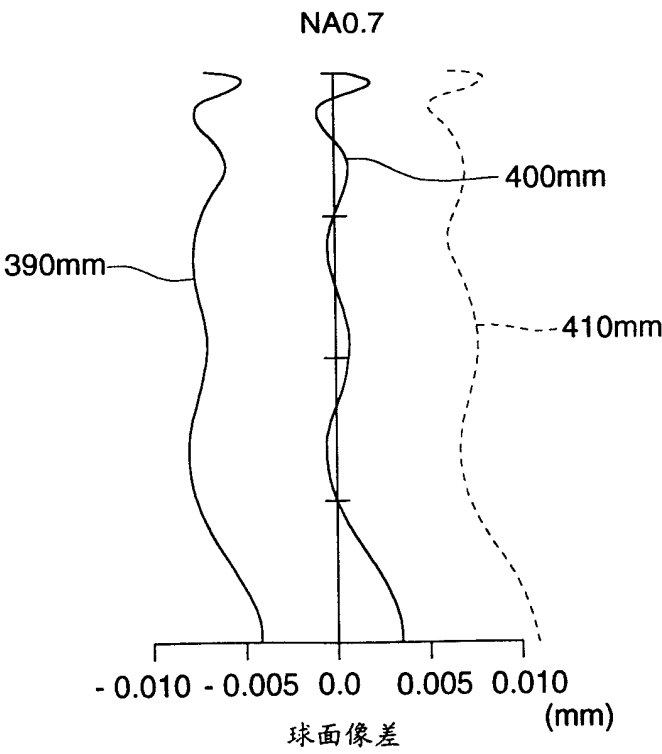


图 131

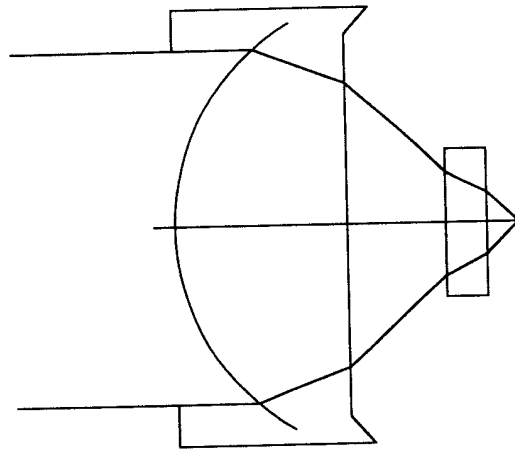


图 132

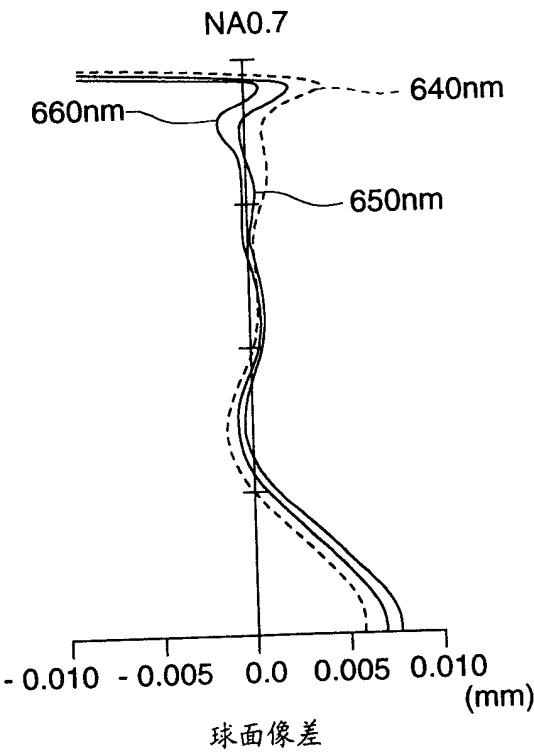


图 133

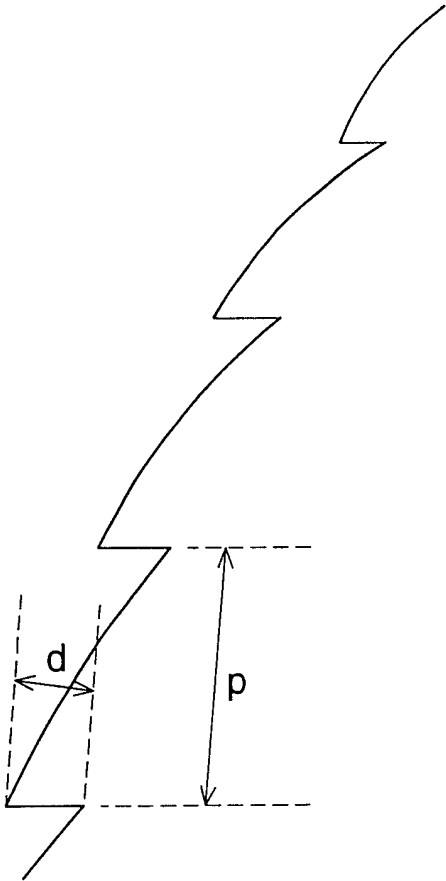


图 134