

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03824360.1

[51] Int. Cl.

G11B 7/24 (2006.01)
G11B 7/0045 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01)
G11B 7/26 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100407314C

[22] 申请日 2003.9.1 [21] 申请号 03824360.1
[30] 优先权
[32] 2002.10.16 [33] JP [31] 301601/2002
[86] 国际申请 PCT/JP2003/011172 2003.9.1
[87] 国际公布 WO2004/036569 日 2004.4.29
[85] 进入国家阶段日期 2005.4.18
[73] 专利权人 松下电器产业株式会社
地址 日本大阪府
[72] 发明人 盐野照弘 山本博昭 西野清治
三露常男 伊藤达男
[56] 参考文献
CN1365108A 2002.8.21
JP2000-30305A 2000.1.28
JP62-219230A 1987.9.26
CN1200700A 1998.12.2

JP8-129779A 1996.5.21
JP5-307222A 1993.11.19

审查员 刘世昌

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 胡建新

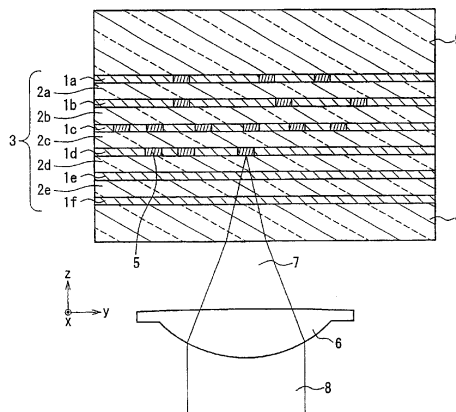
权利要求书 4 页 说明书 24 页 附图 9 页

[54] 发明名称

信息记录介质及其制造方法和光学信息记录再现装置

[57] 摘要

一种信息记录介质，包括能进行三维的信息记录的记录部，上述记录部(3)至少包含 1 层记录层(1a~1f)，上述记录层由氧化钛构成。上述记录层最好是非晶体型和晶型氧化钛中的至少一种。上述记录层(1a~1f)基本上包括氧化钛、或者包括氧化钛和折射率比上述氧化钛小的低折射率材料。



1. 一种信息记录介质，包括能进行三维的信息记录的记录部，其特征在于：

上述记录部至少包含 1 层记录层，

上述记录层包含氧化钛，通过上述氧化钛的结构变化记录信息。

2. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：

上述氧化钛是非晶体型和晶体型中的至少一种，上述晶体型是从由锐钛矿型、板钛矿型和金红石型组成的组中选择的至少一种。

3. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：上述氧化钛是从由锐钛矿型和板钛矿型组成的组中选择的至少一种。

4. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：上述记录层由氧化钛构成。

5. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：上述记录层包括上述氧化钛和折射率比上述氧化钛小的低折射率材料。

6. 如权利要求 5 所述的信息记录介质，其特征在于：上述记录层包含大于等于 5wt%、小于 100wt%的上述氧化钛。

7. 如权利要求 5 所述的信息记录介质，其特征在于：上述氧化钛是粒状的，上述氧化钛的平均粒径比记录光的波长和再现光的波长短。

8. 如权利要求 7 所述的信息记录介质，其特征在于：上述氧化钛的平均粒径比上述记录光的波长和上述再现光的波长的 1/4 短。

9. 如权利要求 5 所述的信息记录介质，其特征在于：上述低折射率材料为树脂。

10. 如权利要求 5 所述的信息记录介质，其特征在于：上述低折射率材料为无机材料。

11. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：包含多个

上述记录层，上述记录部还包含多个对记录光和再现光透明的中间层，上述记录层和上述中间层交替层叠。

12. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：还包含对记录光和再现光透明的保护层，上述保护层配置在上述记录部的光的入射侧。

13. 如权利要求 5 所述的信息记录介质，其特征在于：还包含对记录光和再现光透明的保护层，上述保护层配置在上述记录部的光的入射侧，由与上述低折射率材料相同的材料构成。

14. 如权利要求 11 所述的信息记录介质，其特征在于：上述记录层包括上述氧化钛和折射率比上述氧化钛小的低折射率材料，上述中间层由与上述低折射率材料相同的材料构成。

15. 如权利要求 1 所述的信息记录介质，其特征在于：在上述记录层的一部分上记录信息，设再现上述信息的再现光的波长为 λ ，上述记录层中的记录了上述信息的部分的折射率为 n' ，上述记录层中的未记录上述信息的部分的折射率为 n 时，上述记录层的厚度 L 满足 $\lambda / (2n) < L < 3\lambda / (4n')$ 或者 $\lambda / n < L < 5\lambda / (4n')$ 的关系。

16. 一种信息记录介质的制造方法，该信息记录介质包含能进行三维的信息记录的记录部，上述记录部至少包含 1 层记录层，上述记录层包含氧化钛，通过上述氧化钛的结构变化记录信息，其特征在于：包含通过涂敷包含氧化钛的涂料来形成上述记录层的工序。

17. 如权利要求 16 所述的信息记录介质的制造方法，其特征在于：还包含通过涂敷由对记录光和再现光透明的材料构成的涂料来形成中间层的工序；

以预定的顺序且仅以预定的次数交替地反复进行形成上述记录层的工序和形成上述中间层的工序。

18. 一种光学信息记录再现装置，对信息记录介质进行信息的记录及再现，上述信息记录介质包含能进行三维的信息记录的记录部，

上述记录部至少包含 1 层记录层, 上述记录层包含氧化钛, 通过上述氧化钛的结构变化记录信息, 上述光学信息记录再现装置的特征在于,

包括: 射出记录光的光源、射出再现光的光源、将从射出上述记录光的光源及射出上述再现光的光源射出的光会聚到上述信息记录介质上的物镜、以及检测由上述信息记录介质反射的光的光检测器,

利用因上述氧化钛的构造变化而产生的上述氧化钛的光学常数的变化将信息记录在上述记录部中, 利用上述氧化钛的光学常数的变化再现上述信息。

19. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 射出上述记录光的光源是脉冲激光光源, 脉冲宽度为 1 皮秒~5 纳秒。

20. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 射出上述记录光的光源的峰值功率为 2W~300W。

21. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 利用非线性吸收现象, 在上述信息记录介质的记录部形成信息位。

22. 如权利要求 21 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 上述非线性现象包括双光子吸收或者多光子吸收。

23. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 以不通过记录在上述记录部的信息位的顺序, 在上述信息记录介质的记录部三维地记录信息位。

24. 如权利要求 23 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 从上述记录部内的离物镜远的位置向近的位置顺序地记录信息位。

25. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 射出上述记录光的光源和射出上述再现光的光源是共用的。

26. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于: 射出上述再现光的光源的波长是 $0.388\mu\text{m}\sim 0.413\mu\text{m}$ 。

27. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置, 其特征在于:

上述氧化钛的构造变化是从锐钛矿型或者板钛矿型向金红石型变化。

28. 如权利要求 18 所述的光学信息记录再现装置，其特征在于：
上述氧化钛的构造变化是从非晶体型向锐钛矿型、板钛矿型或者金红石型变化。

信息记录介质及其制造方法和光学信息记录再现装置

技术领域

本发明涉及一种信息记录介质及其制造方法和光学信息记录再现装置。

背景技术

作为能三维地记录信息的信息记录介质，目前有图9所示的记录介质（河田善正他：“使用具有多层膜构造的有机记录介质的三维光存储器”，Optics Japan 2000 讲演预稿集 p. 95-96, 7pB12(2000 年)）。该信息记录介质是这样的介质：在玻璃基板 104 上交替层叠了记录层 101a~101d 和中间层 102a~102c。该记录层 101a~101d 使用了作为光子模式记录材料的尿烷-尿素聚合体，该中间层 102a~102c 由 PVA（聚乙烯醇）膜和聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）膜构成。

通过由物镜 106 对激光 108 进行聚光（照射会聚光 107），能在该信息记录介质的记录层 101a~101d 中的所要记录层上记录信息。此处使用的激光 108 是脉冲宽度约 100 飞秒、峰值功率非常高的脉冲激光。通过将这样的脉冲激光会聚到记录层 101a~101d 上，能利用作为非线性吸收现象之一的双光子吸收将信息记录在记录层 101a~101d 上。

具体地讲，在记录层 101a~101d 上的会聚光 107 的照射区域中，在会聚光的功率密度高的部分（聚光点）产生双光子吸收，产生具有实际被照射的光的波长的一半的波长的光被照射的现象，从而写入信息位 105。通过对信息位 105 会聚低功率的光，并经由物镜 106 由光检测器（未图示）检测其反射光，能进行信号再现。该信息记录介质，

由于在物镜的光轴方向（z 轴方向）上层叠有多个记录层，因此能进行三维的信息记录，从而记录容量增大。

但是，上述现有的信息记录介质，存在记录层的记录灵敏度不好这样的问题。因此，在进行以 1 个脉冲形成 1 个信息位的 1 次写入的情况下，作为光源要使用峰值功率非常大的（约 100kW 左右的）飞秒激光，存在光源的构造复杂这样的问题。在使用峰值功率比其小的光源时，需要对同一部位进行多次（例如数十～数千次）反复记录（由于使用了光子模式记录材料，因此能进行蓄积记录），从而产生了写入速度变慢这样的问题。

发明内容

本发明的信息记录介质，包含能进行三维的信息记录的记录部，其中，上述记录部至少包含 1 层记录层，上述记录层包含氧化钛，通过上述氧化钛的结构变化记录信息。

本发明的信息记录介质的制造方法，上述信息记录介质包含能进行三维的信息记录的记录部，上述记录部至少包含 1 层记录层，上述记录层包含氧化钛，其中，包含通过涂敷包含氧化钛的涂料来形成上述记录层的工序。

本发明的光学信息记录再现装置，对信息记录介质进行信息的记录及再现，上述信息记录介质包含能进行三维的信息记录的记录部，上述记录部至少包含 1 层记录层，上述记录层包含氧化钛，通过上述氧化钛的结构变化记录信息，其中，包括射出记录光的光源、射出再现光的光源、将从射出上述记录光的光源及射出上述再现光的光源射出的光会聚到上述信息记录介质上的物镜、以及检测由上述信息记录介质反射的光的光检测器，利用因上述氧化钛的构造变化而产生的上述氧化钛的光学常数的变化将信息记录在上述记录部中，利用上述氧化钛的光学常数的变化再现上述信息。

附图说明

图1是表示本发明实施方式1的信息记录介质的剖面结构及记录/再现信息的情形的说明图。

图2A及图2B是表示本发明实施方式1的信息记录介质的记录层的厚度和反射率的关系的图。

图3A~图3D是本发明实施方式1的信息记录介质的各制造工序的剖面图。

图4是表示本发明实施方式1的光学信息记录再现装置的光学头的大致结构图。

图5A是表示本发明实施方式2的信息记录介质的剖面结构及记录/再现信息的情形的说明图，图5B是图5A所示的信息记录介质的记录层的放大图。

图6是表示本发明实施方式2的信息记录介质的记录层的厚度和反射率的关系的图。

图7A是表示本发明实施方式3的信息记录介质的剖面结构及记录/再现信息的情形的说明图，图7B是图7A所示的信息记录介质的记录层的放大图。

图8是表示在本发明实施例的信息记录介质上记录1位时的能量阈值及峰值功率阈值和激光的脉冲宽度的关系的图。

图9是表示现有的信息记录介质的剖面结构及记录/再现信号的情形的说明图。

具体实施方式

本实施方式的信息记录介质，记录层包含有吸收预定的光而改变构造的氧化钛 (TiO_2)，因此即使不是如现有技术那样具有非常高的峰值功率的激光，也能以1个脉冲形成1个信息位。因此，根据本实施方式，能提供高灵敏度且能高速记录的信息记录介质。

在本实施方式的信息记录介质中，氧化钛可以是非晶型氧化钛及晶型氧化钛中的至少一种，上述晶型氧化钛可以是锐钛矿型、板钛矿型及金红石型组成的组中选择的至少一种。特别是，氧化钛最好是从锐钛矿及板钛矿组成的组中选择的至少一种，该锐钛矿型及板钛矿型氧化钛可稳定、高灵敏度且高速地向金红石型氧化钛进行构造变化。

在本实施方式的信息记录介质中，记录层最好基本上由氧化钛(TiO_2)构成。如果记录层基本上只由氧化钛形成，则例如，与记录层包含氧化钛和折射率比氧化钛小的低折射率材料(树脂、无机材料等)的后述的信息记录介质相比，反射率高，读出光量大，因此，再现信号的质量好。另外，在本说明书中，所谓记录层基本上由氧化钛构成，是指记录层除了在形成记录层时无意识地混入的杂质之外，只由氧化钛形成。具体而言，例如优选在记录层上包括大于等于 90wt% 的氧化钛。

在本实施方式的信息记录介质中，记录层最好包含氧化钛和折射率比氧化钛小的低折射率材料。这是因为通过控制记录层所包含的氧化钛的含有量，能将反射率减小到所要的值的缘故。如果能将反射率减小到所要的值，则在记录层的层数多的(包含例如，10~50 层的记录层)信息记录介质中，能减少每 1 层的光损耗，使入射到各记录层的光的量彼此接近。

在本实施方式的信息记录介质中，记录层最好包含大于等于 5wt%、小于 100wt% 的氧化钛。这是因为通过使记录层中的氧化钛的含有量大于等于 5wt%，能将记录灵敏度提高到实用水平的缘故。

氧化钛最好为粒状，氧化钛的平均粒径最好比记录光的波长及再现光的波长短。这是因为能抑制因氧化钛引起的记录光及再现光的衍射损耗而造成的光损耗的缘故。另外，氧化钛的平均粒径最好短于记录光的波长及再现光的波长的 $1/4$ 。这是因为除了能抑制衍射损耗之

外还能抑制散射损耗,因此能进一步减少记录光及再现光的光损耗的缘故。此时,也包括微粒的一部分凝集在一起而存在明显的粒径长于记录光的波长及再现光的波长的粒子(凝集块)的情况,但是,即使在微粒象这样凝集在一起的情况下,上述明显的粒径也最好短于记录光的波长及再现光的波长。

在本发明的信息记录介质中,在低折射率材料为树脂时,容易形成记录层,树脂的隔热效应能提高记录及再现的灵敏度,这一点是所希望的。在低折射率材料为无机材料的情况下,记录层的稳定性高,这是所希望的。这是因为由于锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛有光催化剂作用,因此紫外线的照射有可能分解有机材料,但是无机材料没有这样的问题的缘故。

本实施方式的信息记录介质包含多个记录层,记录部还包括对记录光及再现光基本上透明的多个中间层,记录层和中间层交替层叠,实现了多层构造。

另外,本实施方式的信息记录介质还包括对记录光及再现光基本上透明的保护层,保护层最好配置在记录部的光的入射侧。这是由于能防止记录部受伤、粘灰尘等的缘故。

另外,本实施方式的信息记录介质,还包括对记录光及再现光基本上透明的保护层,保护层最好配置在记录部的光的入射侧,由与记录层所包含的低折射率材料相同的材料构成。在记录层包含氧化钛和折射率比氧化钛小的低折射率材料时,中间层最好由与上述低折射率材料相同的材料构成。这是因为如果由与记录层所包含的低折射率材料相同的材料形成中层和保护层,则不会产生例如侵蚀等因化学反应引起的问题,中间层和记录层以及保护层和记录层能形成良好的界面的缘故。在此,相同的材料是指相同种类的物质,即使在例如因聚合度不同而分子量不同的情况下,也是相同的材料。

在本实施方式的信息记录介质中,设在记录层的一部分上记录信

息、再现所记录的信息的光的波长为 λ ，记录层中的记录了上述信息的部分的折射率为 n' ，记录层中的未记录上述信息的部分的折射率为 n 时，记录层的厚度 L 最好满足 $\lambda/(2n) < L < 3\lambda/(4n')$ ，或者 $\lambda/n < L < 5\lambda/(4n')$ 的关系。这是因为记录层的厚度 L 满足上述关系时，反射率的反差或者调制率大，可提高再现信号的质量的缘故。

根据本实施方式的信息记录介质的制造方法，能够容易地且以低成本制造本发明的信息记录介质。

在本实施方式的信息记录介质的制造方法中，还包括通过涂敷由对记录光及再现光基本上透明的材料构成的涂料来形成中间层的工序；能以预定的顺序且以预定的数周期性地反复进行形成记录层的工序和形成中间层的工序。根据该方法，能容易地且以低成本制造具有多个记录层和中间层的多层构造的信息记录介质。

根据本实施方式的光信息记录再现装置，能对本发明的信息记录介质进行信息的记录及再现。

在本实施方式的光信息记录再现装置中，射出记录光的光源最好是脉冲激光光源，脉冲宽度为1皮秒~5纳秒。射出记录光的光源的峰值功率最好为2W~300W。这是因为能以1个脉冲对本实施方式的信息记录介质形成1个信息位的缘故。

在本实施方式的光学信息记录再现装置中，最好利用非线性吸收现象在信息记录介质的记录部形成信息位，非线性现象最好包含双光子吸收或多光子吸收。

在本实施方式的光信息记录再现装置中，最好以不通过记录在上述记录部中的信息位的顺序，将信息位三维地记录在信息记录介质的记录部中。例如，最好从距记录部内的物镜远的位置向近的位置，按顺序形成信息位。通过以这样的顺序形成信息位，能减少信息位造成的散射光和不要的衍射光等的杂散光。

在本实施方式的光学信息记录再现装置中,最好射出记录光的光源和射出再现光的光源是共用的。这是因为光源为一个,能使光学信息记录再现装置的结构更简单的缘故。

在本实施方式的光学信息记录再现装置中,射出再现光的光源的波长最好为 $0.388\mu\text{m} \sim 0.413\mu\text{m}$ 。

用本实施方式的光学信息记录再现装置将信息记录到信息记录介质时所利用氧化钛的构造变化,最好是从锐钛矿型、板钛矿型氧化钛向金红石型变化。也可以是从非晶体型向锐钛矿型、板钛矿型或者金红石型变化。

以下,参考附图说明本发明的实施方式。

(实施方式1)

用图1~图4说明本发明实施方式1的信息记录介质及其制造方法和光学信息记录再现装置。

图1示出了本实施方式的信息记录介质的剖面结构及记录和再现信息的情形。图2A和图2B示出了本实施方式的信息记录介质的记录层的膜厚和反射率的关系。图3示出了本实施方式的信息记录介质的各制造工序的剖面图。图4示出了本实施方式的光学信息记录再现装置的光学头的概略结构。

如图1所示,在本实施方式的信息记录介质中,在基板9上形成有记录部3及保护层4。记录部3包含多个记录层1a~1f和多个中间层2a~2e,记录层和中间层交替层叠。即,在记录部3中,从基板9侧开始以记录层1a、中间层2a、记录层1b、…、记录层1e、中间层2e及记录层1f的顺序进行层叠。本实施方式的信息记录介质,记录部3包含多个记录层,除了记录平面的信息之外,也可以向厚度方向记录信息。另外,以下,在对记录层1a~1f之中的任意的记录层进行说明时,取记录层1,在对中间层2a~2e之中的任意的中间层进行说明时,取中间层2。

如图 1 所示,本实施方式的信息记录介质,在信息的记录时及再现时,保护层 4 为光的入射侧。在记录时,由物镜 6 将激光会聚到记录层 1a~1f 中的任意一层上(会聚光 7),形成信息位 5。在再现时,由物镜 6 将激光 8 会聚到所要的记录层 1a~1f 上(会聚光 7),利用由信息位 5 反射的光再现信息。

本实施方式的信息记录介质以记录层 1 包含有氧化钛(TiO_2)为特征。本发明人发现通过照射比较低的功率的激光,氧化钛发生构造变化。得到了利用随其构造变化而变化的光学常数的变化,记录及再现信息的信息记录介质。

在本实施方式的信息记录介质中,记录层 1 基本上只由氧化钛(TiO_2)构成,因此,例如与用氧化钛和折射率比氧化钛小的低折射率材料(树脂、无机材料等)形成了记录层的信息记录介质(实施方式 2)相比,入射光的散射损耗或者衍射损耗少,反射率高。即,本实施方式的信息记录介质,读出光量大(光利用效率高),再现信号的质量好,在这方面,比实施方式 2 优良。

另外,在本说明书中,所谓记录层基本上由氧化钛构成,是指记录层除了在形成记录层时无意识地混入的杂质之外只由氧化钛形成。具体地讲,例如记录层最好包含大于等于 90wt%的氧化钛。

氧化钛是非晶型氧化钛及晶型氧化钛中的至少一种,上述晶型氧化钛也可以是从由锐钛矿型、板钛矿型及金红石型氧化钛组成的组中选择的至少一种。

基板 9 可以由例如聚碳酸酯、PMMA、降冰片烯类树脂(例如,“artoon”(JSR 株式会社制造))或者环烯烃树脂(例如,“ZEONEX”(日本 ZEON 株式会社制造))等形成。

中间层 2,只要是对记录光及再现光基本上透明即可,对于其材料并没有特别限制,可以由例如 PMMA、光聚合树脂、紫外线固化树脂、或者聚酯等形成。

对于保护层 4，只要是对记录光及再现光基本上透明即可，对于材料没有特别限制，可以由例如聚碳酸酯、PMMA、光聚合树脂、紫外线固化树脂、或者聚酯等形成。通过设置保护层 4，能防止记录部 3 受伤、落灰尘等。

另外，对于上述中间层 2 及保护层 4，所谓对记录光及再现光基本上是透明的，是指除了记录光及再现光中的散射成分，几乎不吸收地透过。具体地讲，例如对于记录层的每一层，理想的是吸收率小于或等于 1%，更理想的是小于或等于 0.1%。

保护层 4 最好由与中间层 2 基本上相同的材料形成。这是因为通过选择相同的材料能实现信息记录介质的低成本化的缘故。另外，在此，所谓相同的材料意思是相同种类的物质，例如，在分子量因聚合度不同而不同时也是相同的材料。

在本实施方式的信息记录介质中，基板 9 的厚度是例如 1.1mm，记录层 1a~1f 的厚度分别是例如小于或等于 $1\mu\text{m}$ ，中间层 2a~2e 的厚度分别是例如 $3\mu\text{m}$ ~ $5\mu\text{m}$ 左右，保护层 4 的厚度是例如 $100\mu\text{m}$ 左右。在记录层 1 的所有的层或者任意一层上形成有道伺候用的道沟。

接着，说明对本实施方式的信息记录介质进行的信息记录。

对记录层 1 照射波长比记录层 1 所包含的氧化钛的吸收端波长（开始产生光的吸收的波长）短的光时，氧化钛吸收光。在因该光吸收而产生的热使记录层达到预定的温度时，氧化钛发生构造变化，借助于随该构造变化而产生的光学常数的变化，在记录层 1 上形成信息位 5。

例如，在锐钛矿型氧化钛（折射率 $n = 2.52$ ）接受激光，达到约 700°C 时，向金红石型氧化钛（折射率 $n = 2.76$ ）变化。对于板钛矿型氧化钛（折射率 $n = 2.65$ ），达到约 700°C 时，向金红石型氧化钛（折射率 $n = 2.76$ ）变化。对于非晶体型的氧化钛，达到约 300

℃时，向锐钛矿型氧化钛或者板钛矿型氧化钛变化，达到约 700℃之前，经由锐钛矿或者板钛矿氧化钛向金红石型氧化钛变化。即，从非晶型氧化钛向锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛的构造变化，可以以比较小的激光功率进行，从锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛向金红石型氧化钛的构造变化，可以以比上述激光功率更大的激光功率进行。

考虑到可以进行从金红石型氧化钛向非晶型、锐钛矿型、板钛矿型氧化钛的构造变化，但是不能从金红石型氧化钛向锐钛矿型、板钛矿型氧化钛直接变化。在使金红石型氧化钛熔融（大于等于 1800℃），一旦变成非晶型氧化钛后，就向锐钛矿型、板钛矿型氧化钛进行构造变化，因此为了使金红石型氧化钛向锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛变化，需要激光功率比激光 8 更大的激光。

记录层 1 伴随上述构造变化产生大的折射率变化 Δn 。例如，对于从锐钛矿型氧化钛向金红石型氧化钛的构造变化，折射率变化 Δn 为 0.24。对信息记录介质的记录层 1，如果使用例如锐钛矿型氧化钛，并对氧化钛照射激光，从锐钛矿型氧化钛向金红石型氧化钛进行构造变化，则能以因该构造变化而产生了折射率变化的微小区域（金红石型氧化钛）为信息位 5，但是，如上所述，由于信息位 5（金红石型氧化钛）和未形成信息位 5 的记录层 1 的部分（锐钛矿型氧化钛）的折射率差大，因此能以良好的 SN 再现信息。

另外，借助于从锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛向金红石型氧化钛的构造变化形成的信息位 5，由于上述构造变化是从准稳定的晶型氧化钛向稳定的晶型氧化钛的构造变化，因此非常稳定，信息的长期保存性优良。另外，由比较低的功率的激光产生上述构造变化，进而，从晶型向晶型的构造变化的速度，即位错的速度比较快。因此，如果利用伴随上述构造变化的光学常数的变化，则记录稳定性优良，可实现可高速记录和高灵敏度记录的一次写入（write once）的信息记录介质。

另外，记录层 1 即使是例如非晶体型和晶体型的混合物，只要包含上述晶型（锐钛矿型或者板钛矿型）的氧化钛，就能进行稳定、高灵敏度且高速的记录。

由于考虑到包含金红石型氧化钛的信息位 5，如上所述，通过照射激光 8，能进行向非晶体型、锐钛矿型或者板钛矿型氧化钛的构造变化，因此能实现可进行改写记录的信息记录介质。

当将记录光会聚到记录层 1 时，由光功率密度（光子密度）高的聚光部以高概率引发非线性现象。另外，此处所说的非线性现象，是指记录层 1 的吸收灵敏度与照射的光的能量不成比例的现象，例如，包括在吸收灵敏度存在阈值的情况下，在产生吸收灵敏度为光的能量的大致平方特性的双光子吸收或为大致 n 次幂特性（ n 大于等于 3）的多光子吸收的情况下，在双光子吸收或多光子吸收刚发生就产生等离子体的情况下，以及在对这些情况进行组合的情况下等产生的现象。例如，在记录光的聚光部，在记录层 1 上产生双光子吸收时，聚光部中的记录层 1 同时吸收 2 个光子，因此对记录层 1 照射正好为记录波长的一半的波长（预定的波长）的光。记录层 1 所包含的氧化钛吸收上述预定波长的光，如果氧化钛因该光吸收而产生的热导致构造变化，则因伴随该构造变化而产生的光学常数的变化而形成信息位 5。利用了这样的非线性现象的信息的记录，能使产生光的吸收的区域在聚光光点程度的微小的区域内局部变化，因此能以高密度形成信息位 5。

例如，锐钛矿型氧化钛或板钛矿型氧化钛的吸收端波长都为 $0.388\ \mu\text{m}$ ，因此在记录层 1 包含锐钛矿型或板钛矿型的氧化钛时，例如在照射波长小于或等于 $0.76\ \mu\text{m}$ 的脉冲激光时，能利用双光子吸收现象记录信息。

接着，说明对本实施方式的信息记录介质进行的信息再现。

锐钛矿型氧化钛或板钛矿型氧化钛的吸收端波长都为 $0.388\ \mu\text{m}$ ，

金红石型氧化钛的吸收端波长为 $0.413\ \mu\text{m}$ 。因此，记录层 1 基本上是由锐钛矿型氧化钛或板钛矿型氧化钛构成，特别是对于从三维方向形成了大量的信息位 5（金红石型氧化钛）的信息记录介质，作为再现光，最好使用比它们的吸收端波长（ $0.413\ \mu\text{m}$ ）还长的波长（例如 $0.65\ \mu\text{m}$ ）的光。这是由于即使通过多个记录层 1，光的损耗也很少的缘故。

在再现时，当使用锐钛矿型氧化钛或板钛矿型氧化钛的吸收端波长和金红石型氧化钛的吸收端波长间的波长（ $0.388\ \mu\text{m}\sim 0.413\ \mu\text{m}$ ）的光，例如 $0.405\ \mu\text{m}$ 的半导体激光时，锐钛矿型氧化钛和板钛矿型氧化钛对该光是透明的，但是对于金红石型氧化钛（信息位 5），产生光的吸收。如果发生这种情况，则能利用折射率变化和吸收系数变化提高读出的差异。但是，使用了上述波长的半导体激光的信息的再现，对于从三维方向形成了大量的信息位 5 的信息记录介质，产生光的吸收，因此不适合，而适用于记录层 1 的层数比较少的信息记录介质。

另外，如果是包含 $0.405\ \mu\text{m}$ 的小于或等于 $0.5\ \mu\text{m}$ 的波长的光，则高密度地记录了信息的记录介质，例如能利用双光子吸收现象再现高密度地形成了信息位 5 的信息记录介质的信息。

接着，用图 2 说明记录层的厚度（从多个记录层 1a~1f 之中选出的任意 1 层的记录层的厚度（参考图 1））和反射率的关系。

但是，在图 2 所示的例子中，中间层 2 的折射率为 1.6，照射的光的波长为 $0.65\ \mu\text{m}$ 。图 2 中的虚线表示锐钛矿型氧化钛（未记录状态，折射率 $n = 2.52$ ）的反射率，实线表示金红石型氧化钛（记录状态，折射率 $n' = 2.76$ ）。即，实线表示信息位 5 的反射率（参考图 1）。

如图 2 所示，在本实施方式的信息记录介质中，伴随着氧化钛的构造变化，作为光学常数的一种的反射率发生变化，因此能利用记录

层 1 的未记录部分（锐钛矿型氧化钛）的反射率和记录部分（金红石型氧化钛）的反射率的差来再现信息。另外，未记录部分的氧化钛，即未形成信息位 5 的记录层的反射率，作为聚焦误差信号可以用于伺服聚焦。

如图 2A 和图 2B 所示，记录层 1 的未记录部分和记录部分（信息位 5）的反射率，与其厚度的关系分别周期性地变化。记录层 1 的未记录部分的反射率，在厚度 $(m-0.5) \lambda / (2n)$ 处大 18%，记录部分的记录层（信息位 5）的反射率，在厚度 $(m-0.5) \lambda / (2n')$ 处大 25%。其中， m 是整数。

如果使记录层的厚度为未记录部分（锐钛矿型氧化钛）的反射率和记录部分（金红石型氧化钛）的反射率的差大的厚度，则能以良好的 SN 比再现信息，在这方面是理想的。例如，在记录层的层数少的（例如，包含 4~9 层的记录层）信息记录介质中，可以使记录层的厚度为例如，出现反射率的峰值的 $\lambda / 4n \sim \lambda / 4n'$ 左右。另一方面，在记录层的层数多的（例如，包含 10~50 层的记录层）信息记录介质中，最好使记录层的厚度比上述厚度薄，减少每一层的光的反射率，使入射到各层的光的比例接近。此时，记录层的厚度，根据层数，可以设定在例如 5nm~50nm 的范围内。

另外，如图 2A 所示，在未记录部分（锐钛矿型氧化钛）和记录部分（金红石型氧化钛）中，反射率变化的周期（周期分别为 $\lambda / (2n)$ 、 $\lambda / (2n')$ ）有些不同，因此，在例如第 2 周期和第 3 周期，即图 2A 中的第 2 山形曲线所描绘的厚度区域和第 3 山形曲线所描绘的厚度区域中，存在与第 1 山形曲线的厚度区域相比，反差或调制率变大的厚度区域。因此，如果从上述反差或调制率大的厚度区域之中选择记录层的厚度，则能提高再现信号的质量。

上述反差或者调制率大的厚度 L 的区域，在第 2 山形曲线上为 $\lambda / (2n) < L < 3 \lambda / (4n')$ ，在第 3 山形曲线上为 $\lambda / n < L < 5 \lambda /$

($4n'$)。其中, L 是记录层的厚度, λ 是再现光的波长, n' 是记录层中记录了信息的部分(记录部分)的折射率, n 是记录层中未记录信息的部分(未记录部分)的折射率。另外, 当记录层的厚度过厚时, 膜厚的精度变差, 因此记录层的厚度最好在上述范围内。

接着, 用图 3A~图 3D 说明本实施方式的信息记录介质的制造方法。

首先, 准备基板 9 (参考图 3A), 在基板 9 上用例如旋涂等方法涂敷包含氧化钛的涂料, 形成记录层 1a (参考图 3B)。再在其上用旋涂等方法涂敷包含中间层的材料的涂料, 由此形成中间层 2a (参考图 3C)。再在其上, 同样地反复形成记录层 1b、中间层 2b、记录层 1c...、记录层 1f。最后, 在记录层 1f 上涂敷包含保护层 4 的材料的涂料, 形成保护层 4, 或者用薄膜形成法等记录层 1f 上形成保护层 4 (参考图 3D)。这样, 通过涂敷材料形成记录层 1 及中间层 2, 能容易地且以低成本制作本实施方式的信息记录介质。

另外, 也可以过剩地形成中间层或者记录层, 并以过剩形成的部分(也就是, 记录部 3 的一部分, 即光入射侧的部分)为保护层 4。即, 可以在记录层 1f 上进一步形成与中间层 2a~2e 相同的层作为保护层 4, 或者将记录层 1f 形成得较厚, 以其一部分为保护层 4 发挥作用。如果这样, 则没有必要用与记录部 3 不同的工序形成保护层 4, 能使保护层 4 采用与记录部基本上相同的材料。

作为包含氧化钛的涂料, 例如, 可以使用在水等分散剂中分散了锐钛矿型氧化钛或板钛矿型氧化钛的微粒(平均粒径 5nm~50nm)的悬浮液。由于氧化钛的晶体具有结晶轴, 因此折射率存在各向偏振异性, 但是在使用分散了氧化钛的微粒的上述悬浮液制作的记录层 1 上, 结晶轴的方向是随机的, 因此能抑制记录层的各向偏振异性。

接着, 说明本实施方式的光学信息记录再现装置及信息记录再现方法。

如图 4 所示, 在本实施方式的光学信息记录再现装置的光学头上, 设置再现用和记录用的 2 种光源 20a、20b, 在光源 20a、20b 到信息记录介质 21 的光路中, 配置了分束器 18a、18b、准直透镜 16、聚焦误差信号/道误差信号检测元件 15、调整反射镜 12、球面像差校正元件 13、物镜 6。光源 20a 例如是波长 $0.405\ \mu\text{m}$ 的再现用的半导体激光光源, 光源 20b 例如是波长为 $0.76\ \mu\text{m}$ 、脉冲宽度为例如 1 皮秒~10 纳秒的记录用的半导体激光光源。

另外, 在本实施方式的光学信息记录再现装置中, 分设置了记录用的光源和再现用的光源, 但是也可以用 1 个光源兼做记录用的光源和再现用的光源。此时, 使用例如波长 650nm 的光源, 对于记录用, 进行脉冲振荡射出峰值功率大的激光, 对于再现用, 进行连续振荡射出峰值功率小的激光, 通过这样进行设定, 能实现本实施方式的信息记录介质的记录及再现。这样, 光源变成 1 个, 能更简单地实现装置的结构。

在记录时, 从光源 20b 射出的激光 22b, 由分束器 18a 转向 Y 轴方向, 通过准直透镜 16 变成大致平行光, 并透过 (利用 0 次衍射光) 衍射型的聚焦误差信号/道误差信号检测元件 15, 再由调整反射镜 12 将光路转向 z 轴方向。因此, 转向 z 轴方向的激光 8, 通过球面像差校正元件 13, 由物镜 6 聚光 (会聚光 7) 到信息记录介质 21 的记录部 3, 形成图 1 所示的信息位 5。信息位 5, 虽然利用记录层的光学常数的变化来形成, 但是在本实施方式中, 利用伴随氧化钛的构造变化产生的记录层 1 的折射率变化和反射率变化等, 形成信息位 5。

在对现有的信息记录介质进行记录信息的光学信息记录再现装置中, 为了进行以 1 个脉冲形成 1 个信息位 5 的 1 个脉冲写入, 作为信息的写入光源 (射出记录光的光源), 需要能输出脉冲宽度约 100 飞秒、峰值功率约 100kW 的大输出脉冲激光的光源, 但是在对例如记录层基本上由锐钛矿型氧化钛构成的本实施方式的信息记录介质记

录信息的、本实施方式的光学信息记录再现装置中，如果写入能量为每个脉冲 $250\text{pJ}\sim 10\text{nJ}$ 左右，则脉冲宽度为例如 $1\text{皮秒}\sim 5\text{纳秒}$ 这样比较长的脉冲，能用峰值功率为例如 $2\text{W}\sim 300\text{W}$ 这样比较小的脉冲激光作为射出记录光的光源。这样，由于能以比较低的峰值功率记录信息，因此能简化作为光源的半导体激光的构造。这是由于峰值功率不象那样高的半导体激光不容易破坏射出端面。

另外，虽然并不清楚能以低功率记录信息的原因，但是这被认为是由于在本实施方式的信息记录介质中，只借助双光子吸收或者多光子吸收并不能记录信息，而是该双光子吸收或者多光子吸收开始后，因强电场而产生等离子体，感生氧化钛的构造变化，促进了记录。

再现时，从光源 20a 射出的激光 22a，透过分束器 18a 和 18b，通过准直透镜 16 形成大致平行光，透过（利用 0 次衍射光）衍射型的聚焦误差信号/道误差信号检测元件 15，由调整反射镜 12 将光路转向 z 轴方向。然后，转向 z 轴方向的激光 8，通过球面像差校正元件 13，由物镜 6 会聚（会聚光 7）到信息记录介质 21 的记录部 3。被在记录层 1 上形成的信息位 5 反射的光转向反方向，按顺序通过物镜 6、球面像差校正元件 13、调整反射镜 12，由衍射型聚焦误差信号/道误差信号检测元件 15 分成（利用 1 次衍射光。但是，在图 4 中，为了简化，在从衍射型聚焦误差信号/道误差信号检测元件 15 到分束器 18b 的光路中，未示出分路光）多个光，通过准直透镜 16 形成会聚光，再由分束器 18b 偏转到 $-z$ 轴方向。偏转到 $-z$ 轴方向的多个分路光 17a $\sim$ 17c 通过针孔阵列的各自的针孔 14a $\sim$ 14c，并由光检测器 19a $\sim$ 19c 进行检测。

另外，在本实施方式中，将具有多个针孔的针孔阵列 14 设置在整个分路光 17a $\sim$ 17c 的大致焦点位置，但是也可以将各个针孔配置在与分路光 17a $\sim$ 17c 的各自的焦点对应的位置。通过使针孔 14a $\sim$ 14c 的大小分别比分路光 17a $\sim$ 17c 小，能只检测会聚光 17a $\sim$ 17c 的

中心部的光，除去分布在会聚光 17a~17c 的周边附近的不要的高次像差光。由此，不仅能提高再现信号，还能提高伺服的误差信号的 S/N。

另外，由于去除分路光 17a~17c 的外围光时光量降低，因此此时，最好在光检测器 19a~19c 上用 APD（不平衡光电二极管）增强信号强度。在设置了多层记录层的信息记录介质的情况下，由于材料的限制，不能取得大量的检测光量，因此根据这个理由，最好使用 APD。

另外，即使用面积比各分路光 17a~17c 小的光检测器 19a~19c，代替针孔阵列 14 来分别检测分路光 17a~17c，也能得到同样的效果。

另外，也可以只使与道误差信号对应的分路光 17b、17c 通过针孔阵列 14 的针孔 14b、14c，并由光检测器 19b、19c 检测分路光 17b、17c，与聚焦误差信号对应的分路光 17a 不通过针孔，而由例如 4 分割的光检测器 19a 直接检测。这样的配置，作为聚焦检测法可以使用例如像散法。另外，当使此时的光检测器 19a 的面积比在检测位置上的分路光 17a 的截面面积小时，能减少高次像差成分。

在本实施方式中，以不通过已经记录了的信息位 5 的顺序，在记录部 3 内依次三维地记录信息位 5。通过以这样的顺序进行记录，能减少信息位 5 引起的散射光、不要的衍射光等杂散光。具体地讲，从配置在距离物镜 6 最远的位置上的记录层（图 1 中为记录层 1a）开始，依次向近的记录层形成信息位 5，由此能实现上述顺序。在图 1 所示的信息记录介质中，可以象记录层 1a、记录层 1b、记录层 1c... 这样，在 -z 轴方向上进行三维记录。此时，会聚光 7 通过的记录层 1 的厚度因信息位 5 的记录深度不同而不同，因此最好用设置在从光源 20a、20b 到物镜 6 的光路中的球面像差校正元件 13，根据记录深度边控制球面像差量，边进行记录。由此，能良好地形成信息位 5。在球面像差校正元件 13 上，可以利用折射率分布可变的液晶元件，或

者对凹透镜和凸透镜进行组合并用传动器改变两个透镜的光轴方向的间隔的扩束器等。

另外，对于记录顺序，在存在信息位 5 的未记录部分的情况下，只要会聚光 7 不通过已经记录了的信息位 5，也可以不总是 -z 轴方向。

（实施方式 2）

以下，用图 5 和图 6 说明本发明实施方式 2 的信息记录介质。图 5A 表示本实施方式的信息记录介质的剖面结构和记录/再现的情形，图 5B 是图 5A 所示的信息记录介质的记录层的放大图，图 6 表示本实施方式的信息记录介质的记录层的厚度和反射率的关系。

如图 5A 所示，在本实施方式的信息记录介质中，在基板 39 上形成有记录部 33 和保护层 34。在图 5A 中，31a~31f 是记录层，32a~32e 是中间层。另外，以下，在描述记录层 31a~31f 之中的任意的记录层时，取记录层 31，在描述中间层 32a~32e 之中的任意的中间层时，取中间层 32。

实施方式 2 的信息记录介质与实施方式 1 的信息记录介质不同之处在于：如图 5B 所示，记录层 31 是氧化钛 311 和折射率比氧化钛 311 小的低折射率材料 310 的混合物，上述氧化钛 311 为粒状，分散于上述低折射率材料 310 中。通过改变氧化钛 311 和低折射率材料 310 的混合比，控制记录层 31 所包含的氧化钛 311 的含有量，能控制折射率和记录层中记录前后的折射率变化量。

另外，根据本实施方式的信息记录介质，与现有的信息记录介质相比，记录灵敏度提高。这是因为由于氧化钛 311 的平均粒子直径比入射光的波长（例如 $0.405\ \mu\text{m}$ ）的 $1/4$ 小，例如为 $5\text{nm}\sim 50\text{nm}$ 的微粒，因此量子尺寸效应和微粒表面的杂质能级增加，热交换效率提高，这样的微粒所特有的效应容易引起非线性现象。

氧化钛 311 的平均粒径最好比入射光（记录光和再现光）的波长小。这是为了抑制由氧化钛 311 引起的记录光和再现光的衍射损耗所

带来的光损耗。特别是最好使氧化钛 311 的平均粒径小于或等于入射光的波长的 $1/4$ 。这是因为能抑制衍射损耗之外，还能抑制散射损耗，从而能进一步减少记录光和再现光的光损耗的缘故。进而，最好使氧化钛 311 的平均粒径小于或等于入射光（记录光和再现光）的波长的 $1/10$ 。这是因为能进一步减少散射损耗的缘故。

最好是在记录层中包含重量比大于等于 5wt%、小于 100wt%的氧化钛 311 的微粒。在记录层 31 为例如约 $1\mu\text{m}$ 以下的薄膜时，如果记录层 31 中包含大于等于 5wt%的氧化钛 311，则在记录层 31 中能实现实用水平的记录灵敏度。

低折射率材料 310，如果是对记录光和再现光基本上透明的材料，则也可以是树脂或者无机材料中的任意一种。在此，所谓对记录光和再现光基本上是透明的，是指记录光和再现光之中除去散射成分之外几乎都不吸收地透过。具体地讲，对于例如记录层的每一层，吸收率最好小于或等于 1%，更为理想的是吸收率小于或等于 0.1%。

在将树脂用做低折射率材料 310 时，中间层 32 最好是由与低折射率材料 310 基本上相同的材料形成。另外，对于保护层 34 也最好由与低折射率材料 310 基本上相同的材料形成。这是因为能实现信息记录介质的低成本化，另外，能抑制在中间层 32 和记录层 31、保护层 34 和记录层 31 的界面上，产生化学反应、例如侵蚀等问题的缘故。在此，所谓相同的材料是指相同种类的物质，例如在因聚合度不同而分子量不同的情况下，也是相同的材料。

另外，在将树脂用做低折射率材料 310 时，因其隔热效应而产生提高记录和再现的灵敏度的效果。作为树脂，可以使用例如 PMMA、光聚合树脂、紫外线固化树脂、聚酯等折射率为 1.5 左右的树脂。

作为无机材料，可以使用例如 SiO_2 、 CaO_2 或者 MgF 等。在记录层 31（未记录状态）包含锐钛矿型或板钛矿型氧化钛时，作为低折射率材料 310，如果使用从 SiO_2 、 CaO_2 或者 MgF 组成的组中选择的至少一

种无机材料等,则能使记录层稳定化,这是所希望的。这是因为锐钛矿型或板钛矿型氧化钛 311 具有光催化剂作用,因此有可能因紫外线的照射而分解有机材料,但是无机材料不会产生这样的问题的缘故。

基板 39、保护层 34 和中间层 32 与实施方式 1 的信息记录介质中的基板 9、保护层 4 和中间层 2 同样的功能,能以同样的材料形成。记录层 31 最好包含例如 50wt%的平均粒径为 5nm~50nm 的氧化钛 311 的微粒和 50wt%的低折射率材料 310。

接着,说明对本实施方式的信息记录介质进行的信息记录。

本实施方式的信息记录介质,象实施方式 1 的信息记录介质的记录层 1 那样,由记录层 31 的聚光部感生双光子吸收等的非线性现象,记录层 31 所包含的氧化钛 311 吸收预定的波长的光。当氧化钛 311 吸收光,达到预定的温度时,氧化钛 311 产生构造变化,借助于伴随该构造变化而产生的光学常数的变化,形成信息位 35。

另外,对于低折射率材料 310,例如,在低折射率材料 310 为熔点高的 SiO_2 等时,即使接受记录光也难以变化,但是在低折射率材料 310 为树脂时,树脂容易因热而变形,因此接受记录光而产生热变形,与氧化钛相互作用形成信息位 35。

对本实施方式的信息记录介质进行的信息记录,与实施方式 1 的情况相同,因此记录光与实施方式 1 的情况一样,如果写入能量为每个脉冲 250pJ~10nJ 左右,则最好峰值功率为例如 2W~300W 左右,脉冲宽度为 1 皮秒~5 纳秒。

接着,用图 6 说明记录层 31 的厚度(从多个记录层 31a~31f 之中选择任意一层的记录层的厚度(参考图 5))和反射率的关系。但是,在图 6 所示的例子中,中间层 32 的折射率为 1.6,照射的光的波长为 $0.65\mu\text{m}$ 。图 6 中的虚线表示包含 50wt%的锐钛矿型氧化钛和 50wt%的低折射率材料(SiO_2)的记录层 31 的未记录部分(折射率 $n = 2.06$)的反射率,实线示出了记录部分(折射率 $n' = 2.16$,如果锐

钛矿型氧化钛全部变化成板钛矿型氧化钛，则记录部分包含 50wt% 的板钛矿型氧化钛和 50wt% 的低折射率材料 (SiO_2) 的反射率。即，实线表示信息位 5 的反射率（参考图 5）。

如图 6 所示，对于未记录部分能得到 6% 的反射率，对于记录部分能得到 8% 的反射率。如果增加记录层的低折射材料的重量比，则折射率变小，因此反射率的峰值也变小。例如，在记录层的层数比较少（例如，包含 4~9 层的记录层）的信息记录介质中，减少低折射率材料 310 的重量比，提高反射率，再现信号的质量会变好，但是，在记录层的层数多（例如，包含 10~50 层的记录层）的信息记录介质中，最好增加低折射率材料 310 的重量，减少每一层的光损耗。

本实施方式的信息记录介质的制造方法也与实施方式 1 的情况相同，最好通过涂敷材料形成各层。这是因为能容易地且以低成本制造。对于包含氧化钛 311 的微粒和低折射材料 310 的记录层 31，例如，可以涂敷平均粒径 5nm~50nm 的氧化钛 311 的微粒和低折射材料 310 分散于例如水、甲苯或者异丙醇等中的悬浮液（涂料）来形成（参考图 5）。

另外，在对本实施方式的信息记录介质进行信息的记录和再现的情况下，也可以使用图 4 所示的光学信息记录再现装置，对于记录再现方法也与实施方式 1 的情况相同。

（实施方式 3）

用图 7 说明本发明实施方式 3 的信息记录介质及其制造方法。图 7A 表示本实施方式的信息记录介质的剖面结构和进行记录/再现的情形。图 7B 示出了图 7A 所示的信息记录介质的记录层。

如图 7A 所示，本实施方式的信息记录介质，在基板 49 上形成有记录部 41 和保护层 44。本实施方式的信息记录介质与实施方式 1 和实施方式 2 的信息记录介质不同之处在于：整个记录部 41 作为记录层起作用。在记录部（记录部 41）内的大致同一平面上记录信息位

45, 通过在记录层(记录部 41)内设置多个这样的记录面(41a~41f), 实现了三维的信息记录。

本实施方式的信息记录介质, 如图 7B 所示, 记录层 41 采用在低折射率材料 410 中分散了氧化钛 411 的微粒的构造。氧化钛 411 的微粒具有与实施方式 2 所说明的信息记录介质的记录层 31 所包含的氧化钛 311 的微粒同样的性质和功能。但是, 在本实施方式的信息记录介质中, 氧化钛 411 的含有量最好为 0.3wt%~10wt%。这是因为大于等于 0.3wt%能提高记录灵敏度, 10wt%能抑制散射损耗, 提高光利用效率的缘故。低折射率材料 410 具有与实施方式 2 所说明的信息记录介质的记录层 31 所包含的低折射率材料 310 同样的性质和功能, 能使用同样的材料。在用与记录层 41 所包含的低折射率材料 410 同样的材料形成基板 49 和保护层 44 时, 材料管理容易, 能以低成本制造。另外, 在保护层 44 和记录层(记录部 41)的界面上, 能抑制产生化学反应, 例如侵蚀等问题。

关于对本实施方式的信息记录介质的信息记录, 与实施方式 1 的情况一样, 因此, 记录光与实施方式 1 的情况一样, 如果写入能量为每个脉冲 250pJ~10nJ 左右, 则峰值功率最好为例如 2W~300W 左右, 脉冲宽度最好为例如 1 皮秒~5 纳秒。

作为制造本实施方式的信息记录介质的方法, 与实施方式 2 的情况一样, 有如下方法: 通过在基板 49 上涂敷包含氧化钛 411 的微粒和低折射率材料 410 的涂料来形成的方法, 以及通过注射成型一次性地形成记录层 41(记录部)的方法。根据这些方法, 能容易地且以低成本制造信息记录介质。

另外, 在对本实施方式的信息记录介质进行信息的记录和再现的情况下, 也能使用图 4 所示的光学信息记录再现装置。

以上, 在实施方式 1~3 中说明了本发明的实施方式, 但是本发明并不限于此, 也可以对各实施方式的信息记录介质及其制造方法和

光学信息记录再现装置的结构进行组合，能起到同样的效果。另外，本发明的信息记录介质和光学信息记录再现装置，除了追加型之外，还包括改写型。

另外，在实施方式 1~3 中，作为信息记录介质以光盘为例进行了说明，但是应用于卡状、鼓状、带状的产品也包含在本发明的范围内。

另外，在上述实施方式中使用的物镜和准直透镜，为了便于说明加上了名称，与通常所说的透镜是一样的。

（实施例）

接着，说明本实施方式的信息记录介质的一个实施例。本实施例的信息记录介质是实施方式 1 说明的图 1 所示的信息记录介质的一个例子。

在表面形成了道沟（节距 $0.32\mu\text{m}$ 、沟深 $0.2\mu\text{m}$ 的组记录用沟）的由厚度 1.1mm 的聚碳酸酯组成的基板 9 上，用旋涂法交替形成厚度 $0.01\mu\text{m}$ 的记录层和厚度 $3\mu\text{m}$ 的中间层，从而形成记录部 3（记录层 1a~1f、中间层 2a~2e），再形成由厚度 $75\mu\text{m}$ 的聚碳酸酯组成的保护层 4。记录层 1a~1f 基本上由锐钛矿型氧化钛构成，中间层 2a~2e 由紫外线固化树脂构成。

图 8 中示出了对本实施例的信息记录介质使脉冲宽度变化地照射波长 650nm 的脉冲激光，并测量记录 1 位时的能量阈值和峰值功率阈值的结果。随着脉冲激光的脉冲宽度的变长，可以看到在信息记录介质上记录 1 位的峰值功率的阈值降低的倾向。通过使脉冲宽度大于等于 1 皮秒，能将峰值功率阈值抑制在小于或等于 300W 。在使脉冲宽度为 5 纳秒时，能以 2W 的峰值功率阈值形成信息位。

另一方面，记录 1 位所需的能量阈值，对于 1 皮秒~10 皮秒的激光最低为 250pJ ，当脉冲宽度变长时，有渐渐变大的倾向。通过使脉冲宽度小于或等于 5 纳秒，能将能量阈值抑制在小于或等于 10nJ 。

（工业可利用性）

根据本发明的光信息记录介质及其制造方法和光学信息记录再现装置，能提高记录灵敏度，即使不是象以前那样具有非常高的峰值功率的激光，也能1个脉冲记录1个信息位。因此，能提供可高灵敏度和高速记录的信息记录介质及光学信息记录再现装置。

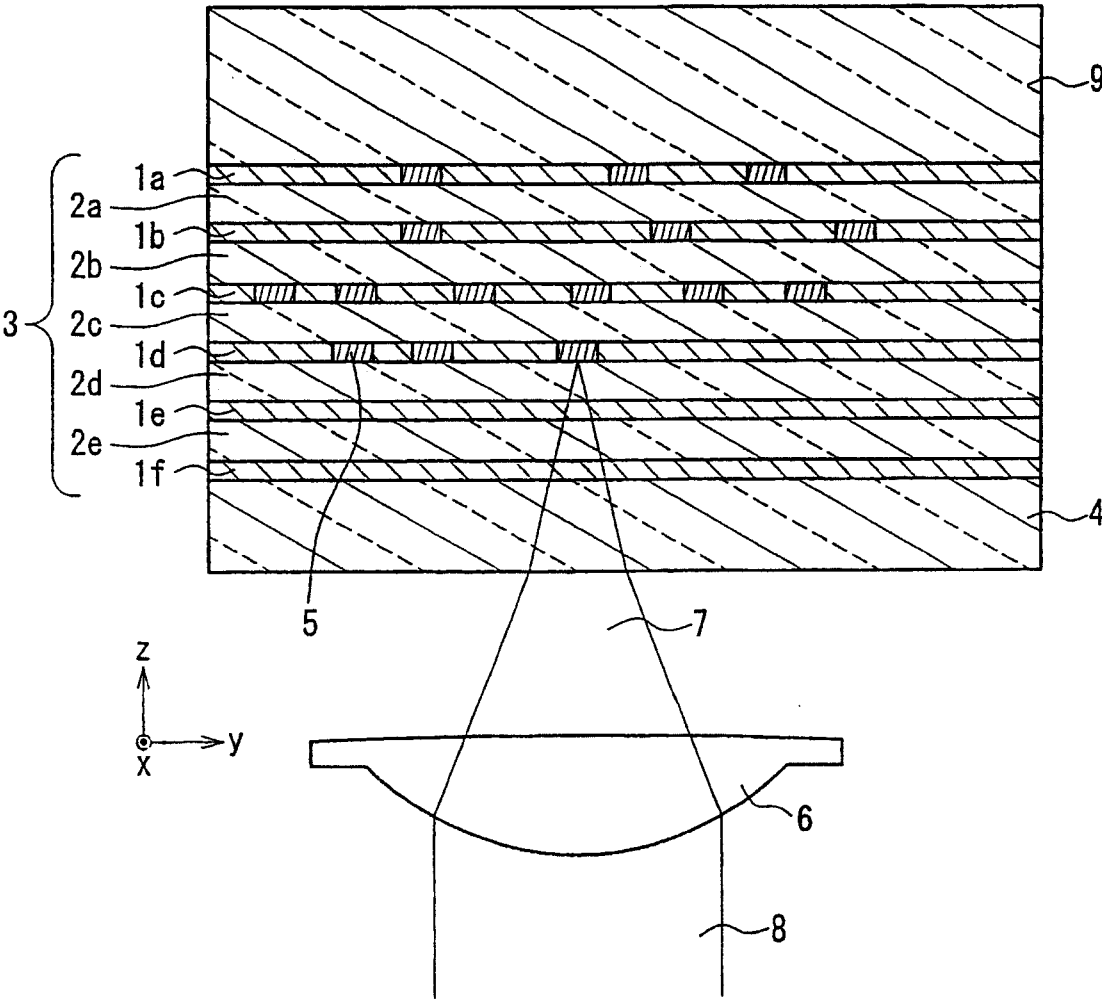


图1

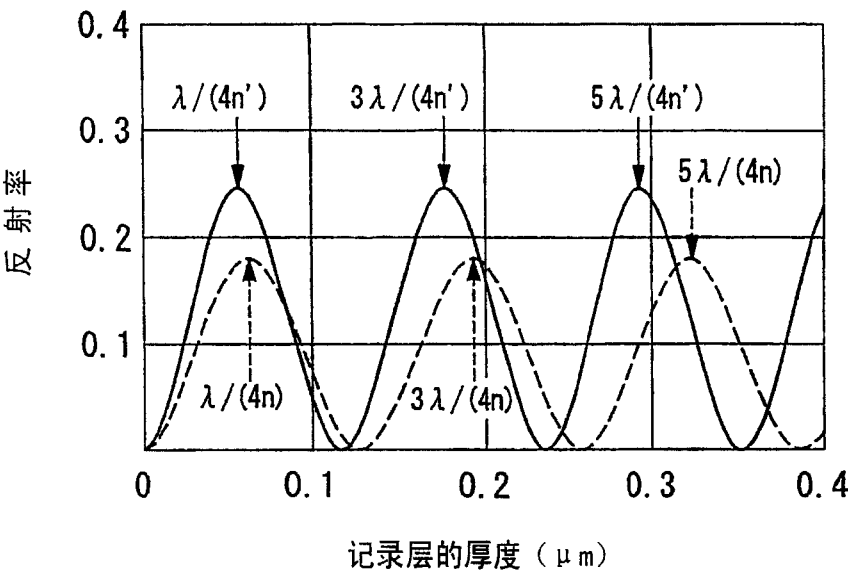


图2A

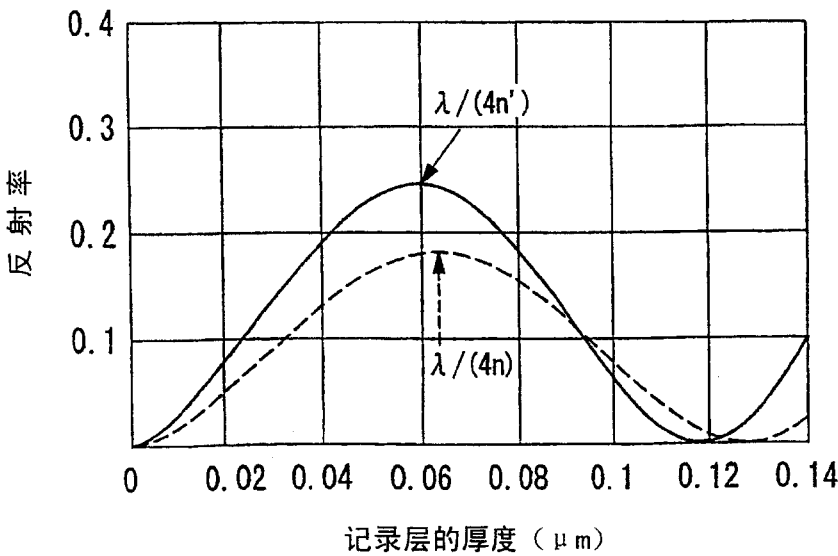


图2B

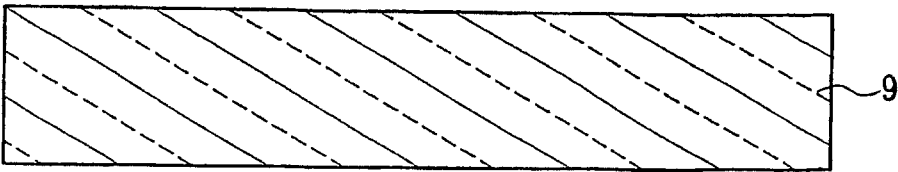


图3A

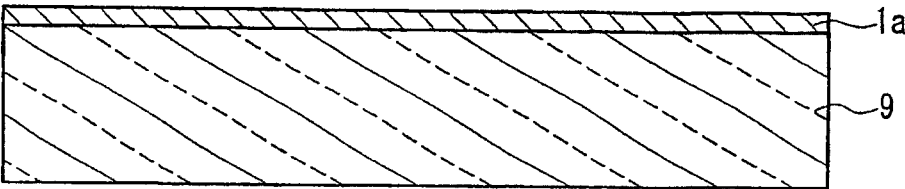


图3B

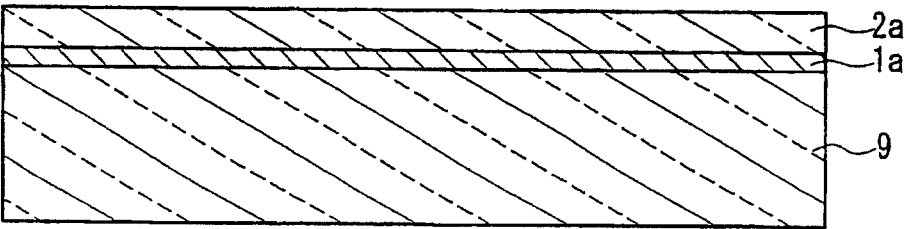


图3C

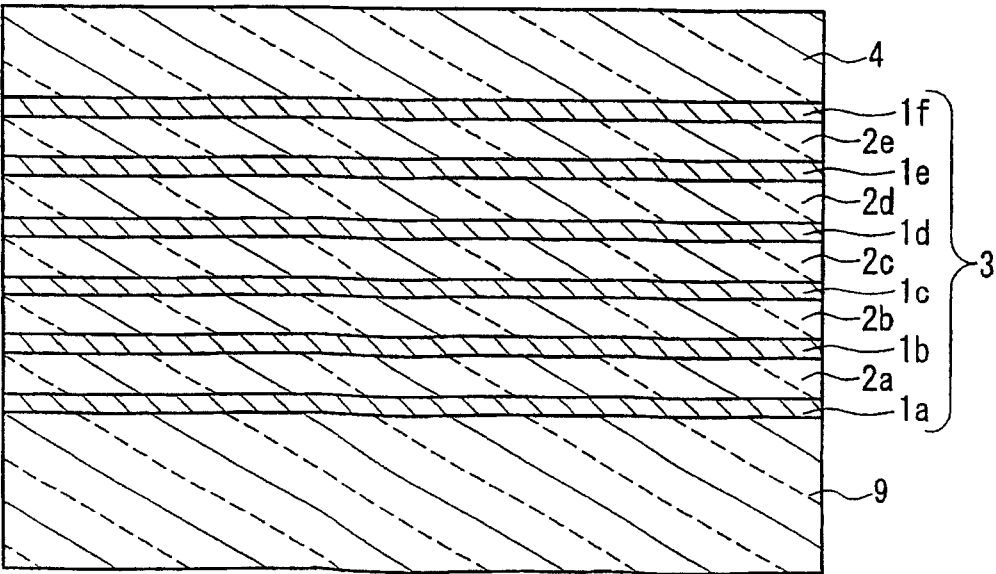


图3D

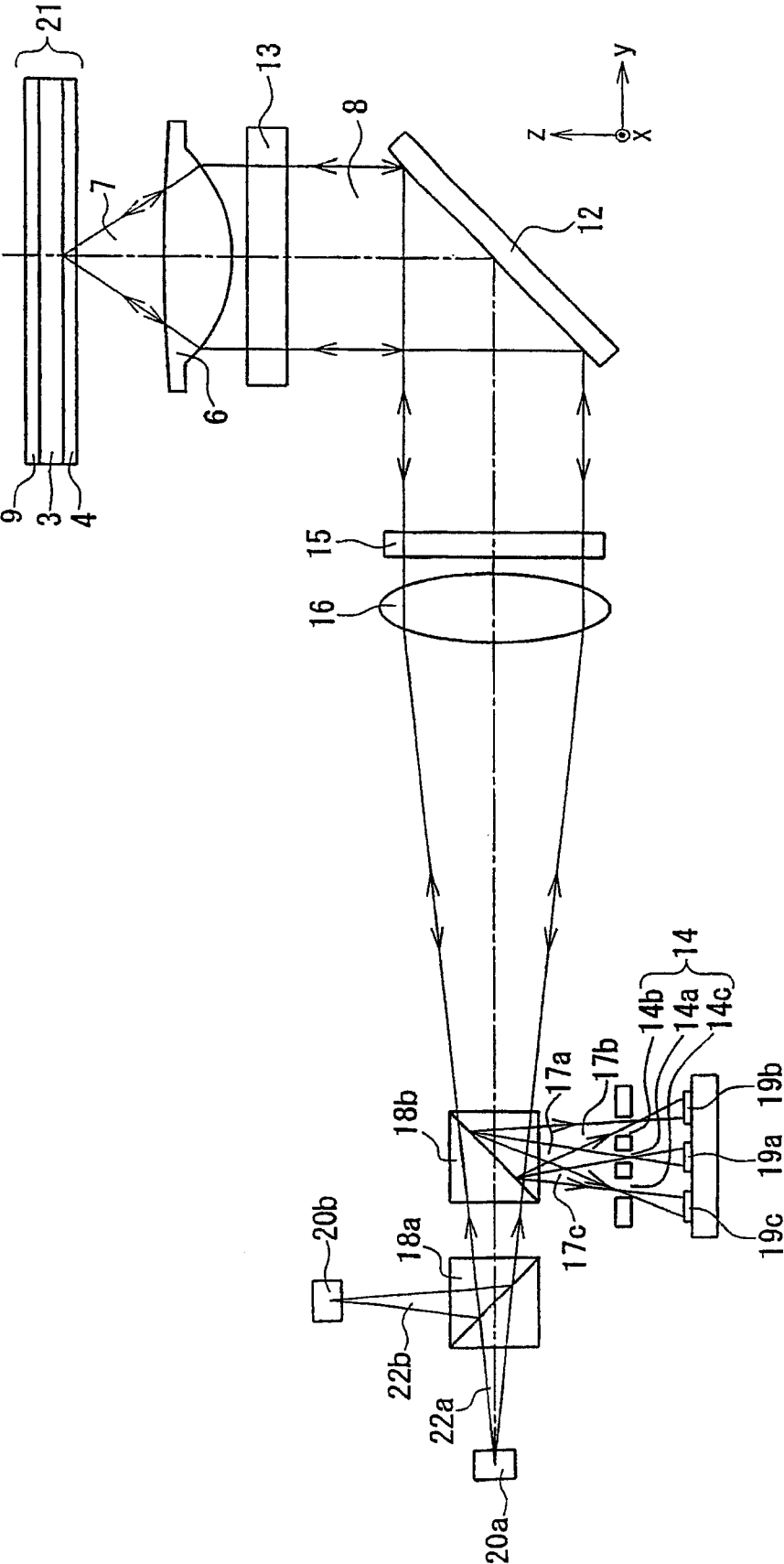


图4

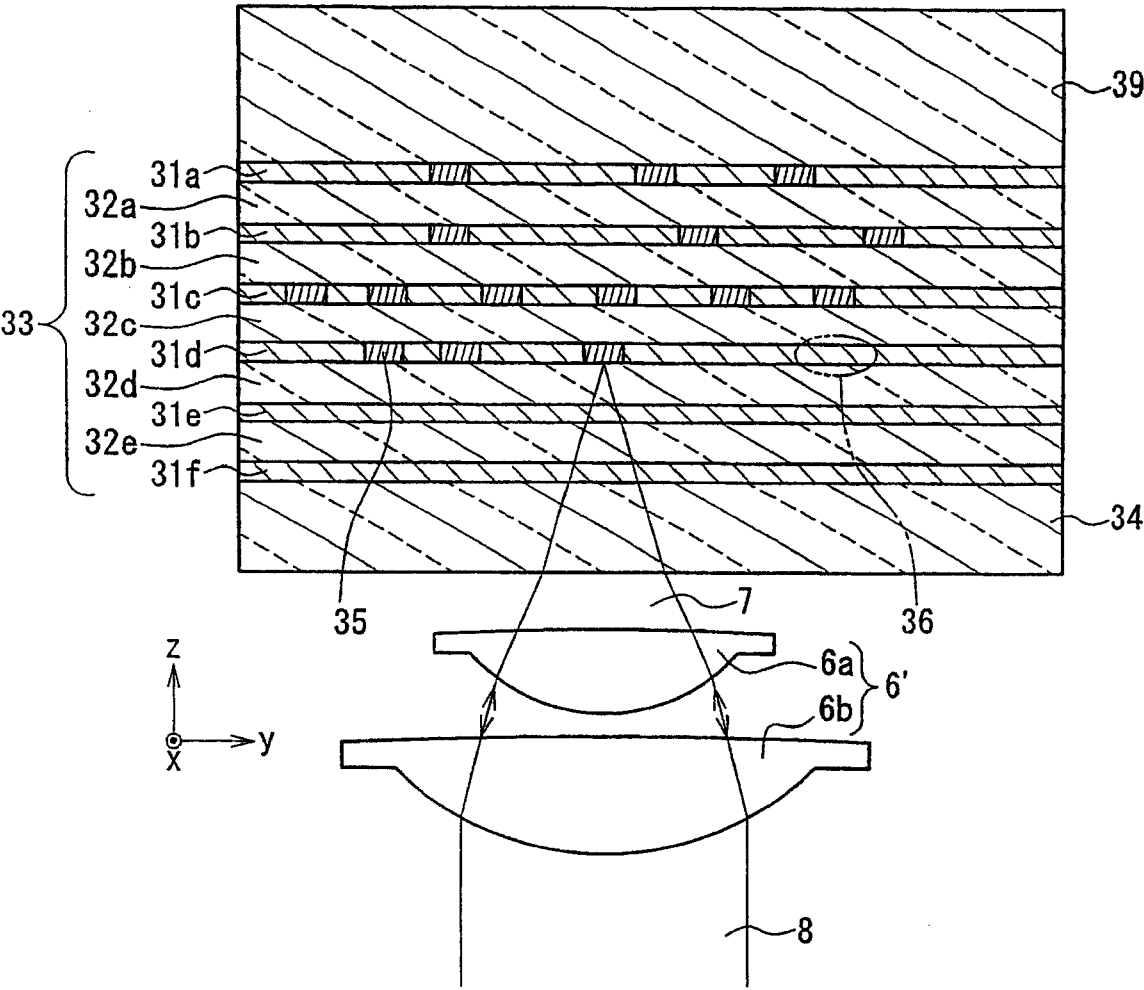


图5A

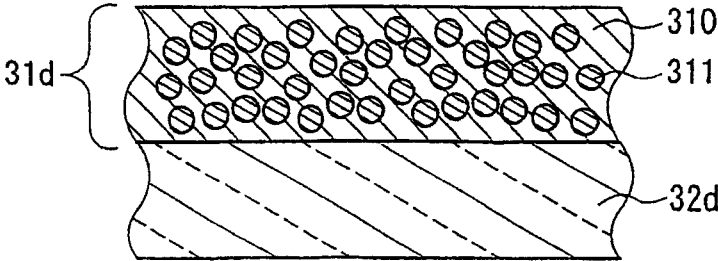


图5B

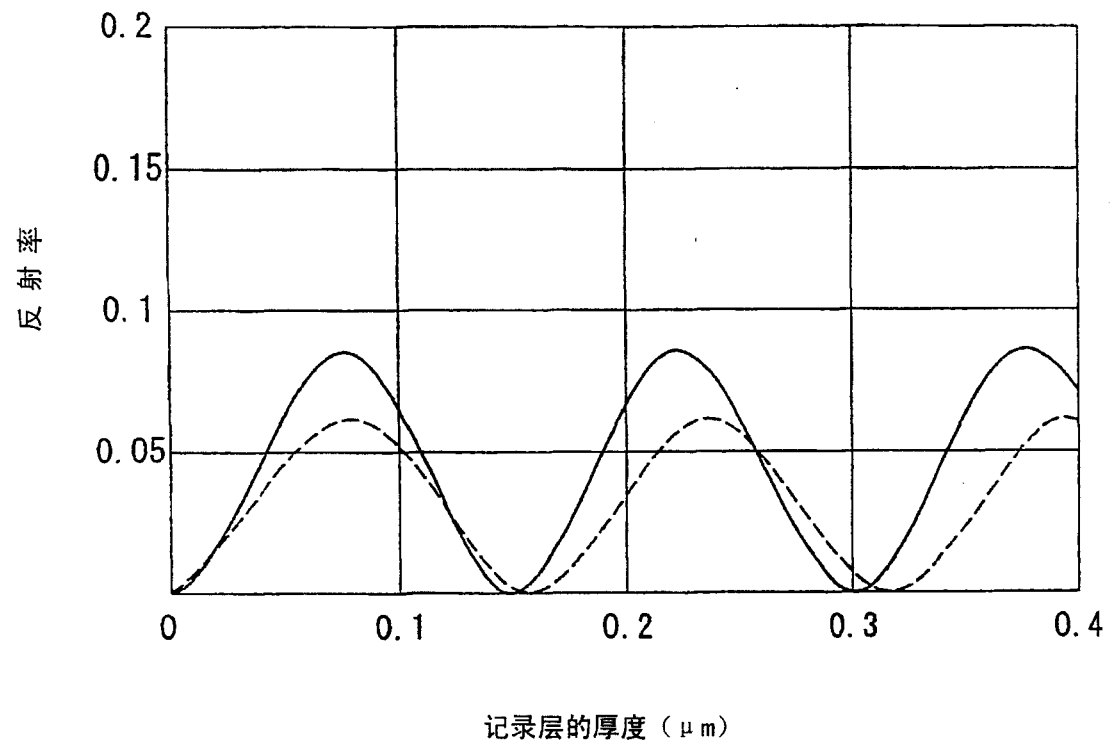


图6

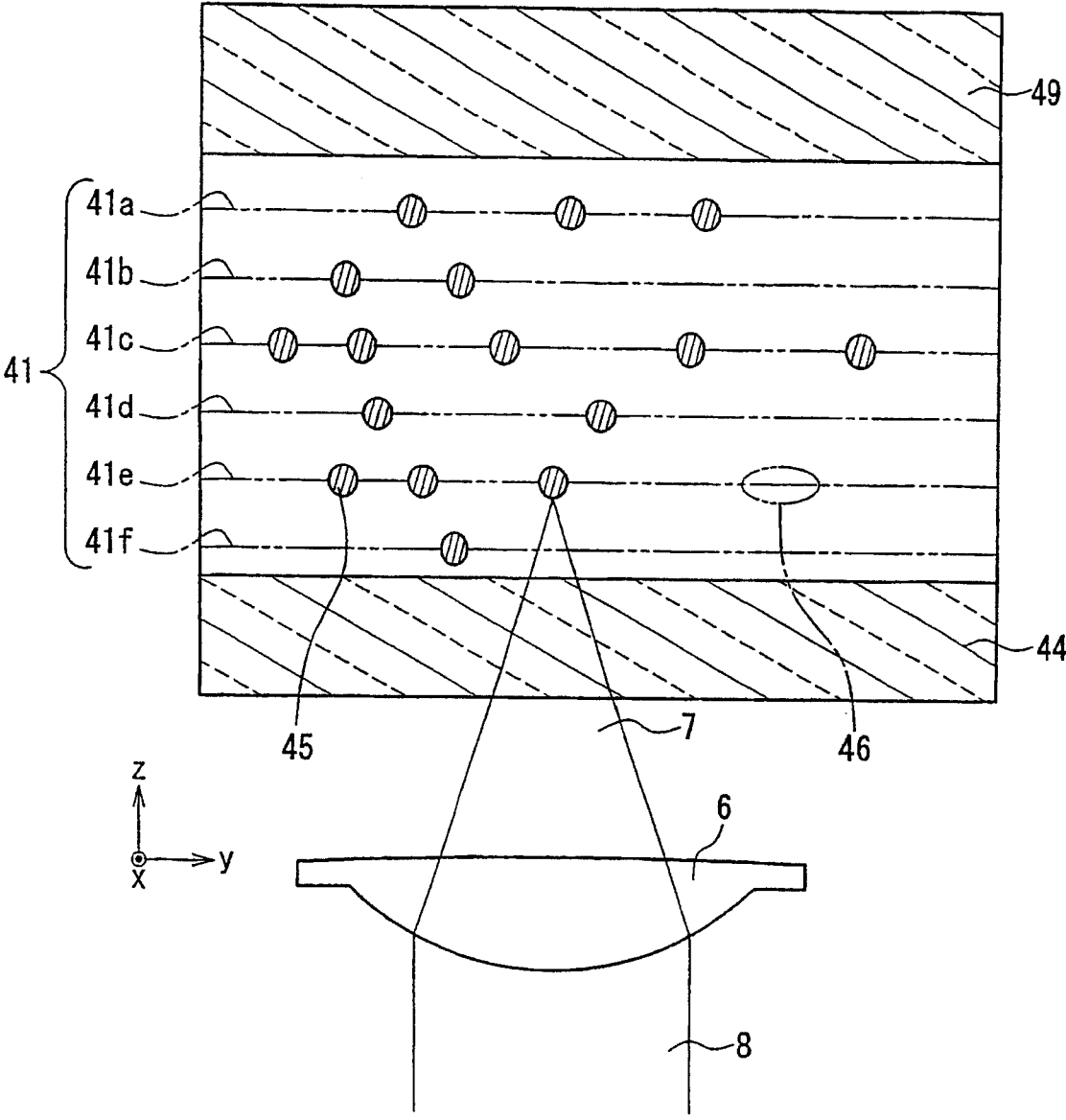


图7A

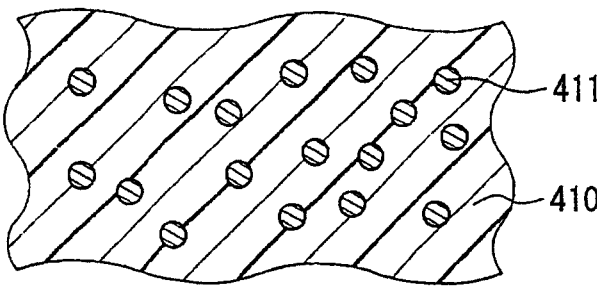


图7B

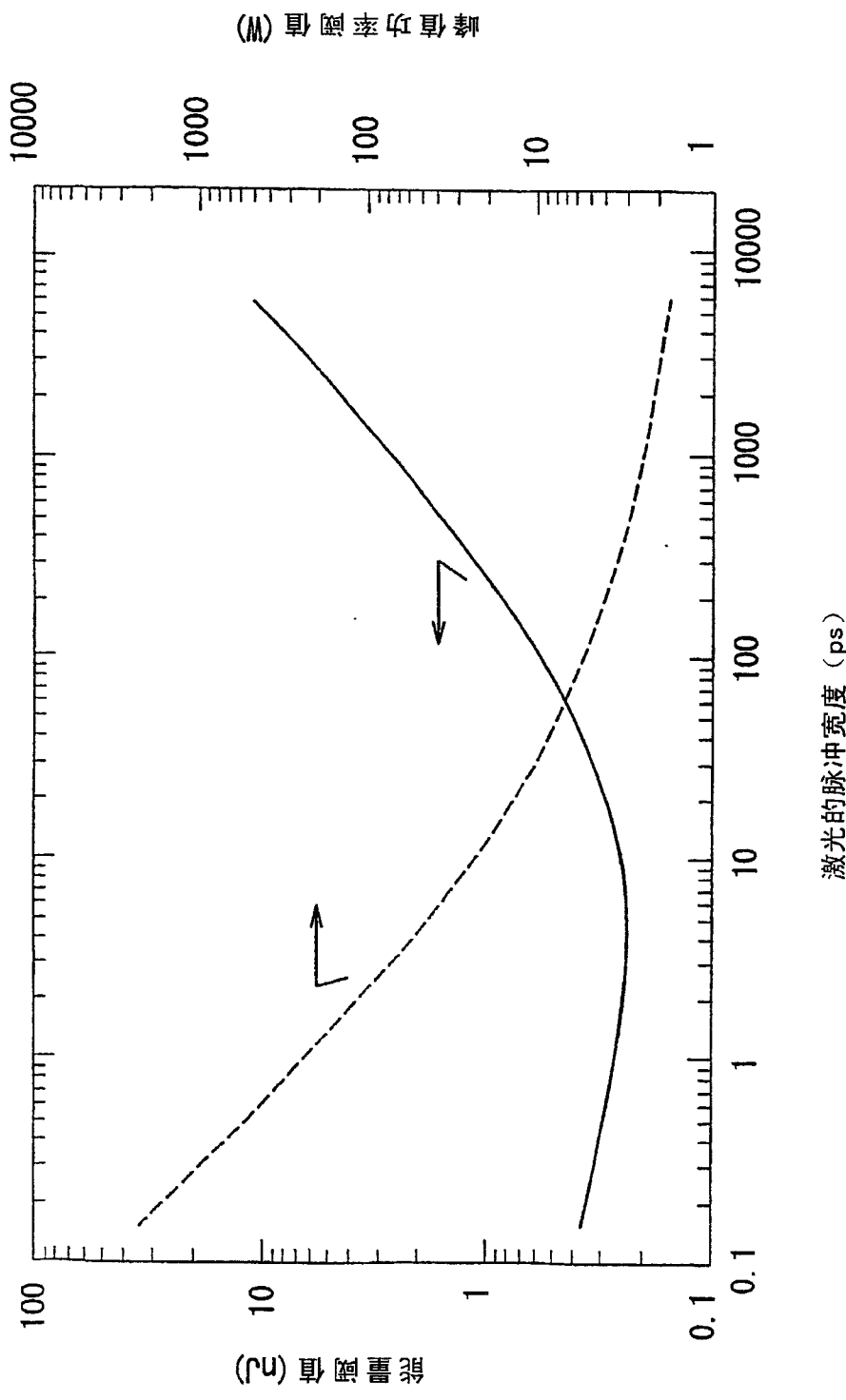


图8

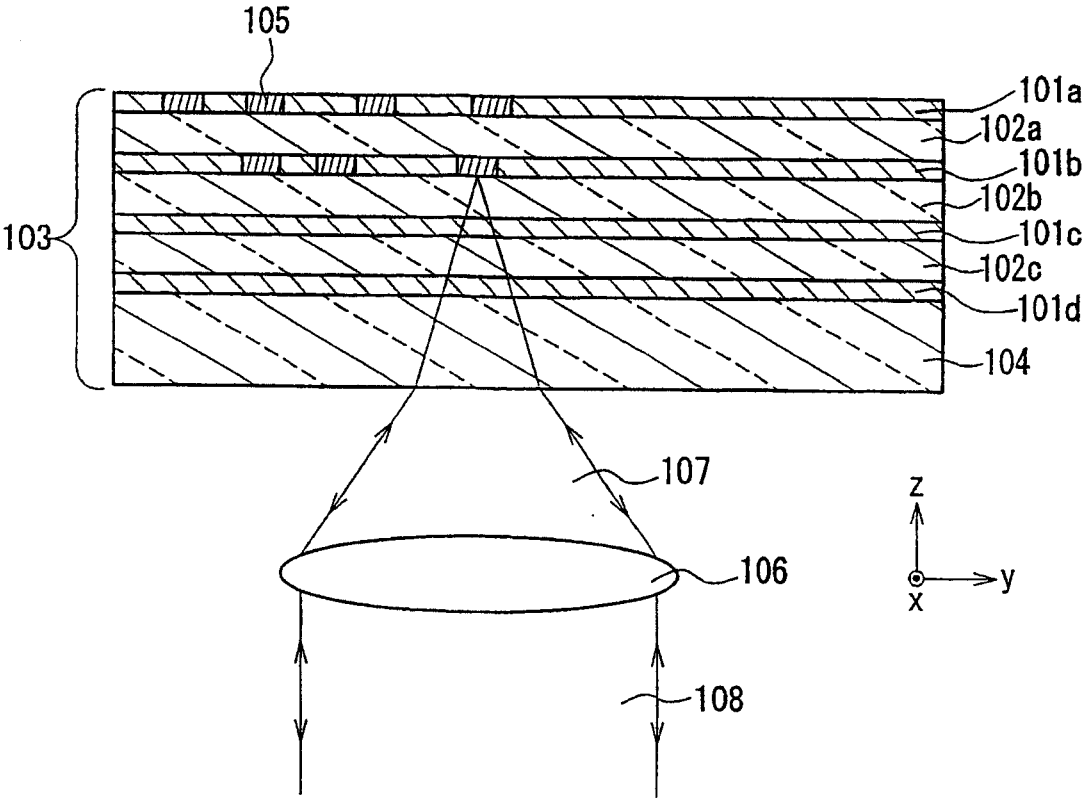


图9