

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910158963.3

[51] Int. Cl.

G11B 7/24 (2006.01)
G11B 7/242 (2006.01)
G11B 7/241 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01)
G11B 7/0045 (2006.01)

[43] 公开日 2010 年 1 月 13 日

[11] 公开号 CN 101625879A

[22] 申请日 2009.7.10

[21] 申请号 200910158963.3

[30] 优先权

[32] 2008.7.11 [33] JP [31] 2008-181604

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 小岛直人

[74] 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司

代理人 余刚 吴孟秋

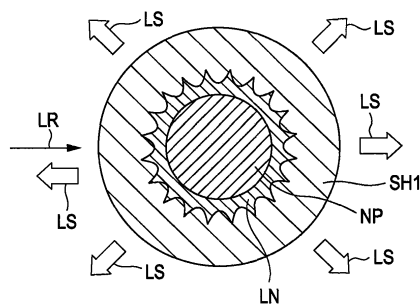
权利要求书 4 页 说明书 33 页 附图 24 页

[54] 发明名称

光学信息记录介质、记录和再生方法及装置
以及记录粒子

[57] 摘要

本发明公开了光学信息记录介质、记录粒子、光学信息再生方法、光学信息再生装置、光学信息记录方法以及光学信息记录装置，其中，该光学信息记录装置包括记录层，其中，具有 100nm 以下直径的纳米粒子在被具有根据光的照射而改变的复数介电常数的介质包围的情况下被设置，并且由纳米粒子产生的局部等离子共振的程度随介质的复数介电常数的改变而改变。通过本发明，可以接收通过局部等离子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。



1. 一种光学信息记录介质，包括：

记录层，

其中，具有 100 nm 以下直径的纳米粒子在被具有随光的照射而改变的复数介电常数的介质包围的情况下被设置，以及

由所述纳米粒子产生的局部等离振子共振的程度随所述介质的所述复数介电常数的改变而改变。

2. 根据权利要求 1 所述的光学信息记录介质，

其中，所述记录层包括其中所述纳米粒子被包围在所述介质中的被排列的记录粒子。

3. 根据权利要求 2 所述的光学信息记录介质，

其中，所述记录粒子中的 1 个粒子表示 1 位信息。

4. 根据权利要求 2 所述的光学信息记录介质，

其中，所述记录粒子仅排列在其上将记录信息的磁道上。

5. 根据权利要求 2 所述的光学信息记录介质，

其中，所述记录粒子与相邻的记录粒子以其间具有预定间隔而分离地排列。

6. 根据权利要求 2 所述的光学信息记录介质，

其中，所述记录粒子在被铺满整个所述记录层上的情况下被排列。

7. 根据权利要求1所述的光学信息记录介质,
其中, 所述介质包括随光的照射而转变为晶态或非晶态的相变材料。
8. 根据权利要求1所述的光学信息记录介质,
其中, 所述纳米粒子包括 Au、Ag、Pt、Al 或 Cu。
9. 根据权利要求2所述的光学信息记录介质,
其中, 所述记录粒子具有 3 nm 以上且 52 nm 以下的直径。
10. 根据权利要求2所述的光学信息记录介质,
其中, 所述纳米粒子具有 1 nm 以上且 50 nm 以下的直径。
11. 根据权利要求2所述的光学信息记录介质,
其中, 所述介质具有 1 nm 以上且 25 nm 以下的厚度。
12. 根据权利要求1所述的光学信息记录介质, 包括邻近所述记录层设置的并使光以高透射率通过的基板。
13. 根据权利要求12所述的光学信息记录介质,
其中, 所述基板在与所述记录层的界面处包括抗反射膜。
14. 一种光学信息记录介质, 包括:
记录层,
其中, 具有 100 nm 以下直径的金属粒子被随光的照射而转变为晶态或非晶态的相变材料所包围。

15. 一种光学信息记录介质, 包括:

记录层,

由具有 100 nm 以下直径的纳米粒子和介质形成,

其上通过随记录光的照射改变所述介质的复数介电常数而记录信息, 以及

基于随读取光的照射由所述纳米粒子产生的局部等离子共振的程度的改变而再生信息。

16. 一种记录粒子,

其中, 具有 100 nm 以下直径的纳米粒子被包围在具有随具有预定等级以上强度的光的照射而改变的复数介电常数的介质中。

17. 一种记录粒子, 包括具有 100 nm 以下直径的纳米粒子和包围所述纳米粒子的介质,

其中, 所述纳米粒子或所述介质中的任一个的复数介电常数随具有预定等级以上强度的光的照射而改变。

18. 一种光学信息再生方法, 包括以下步骤:

使光聚集并使光照射向光学信息记录介质; 以及

检测在所述光学信息记录介质中产生的局部等离子共振的程度。

19. 一种光学信息再生装置, 包括:

光照射部, 使从光源发出的光聚集, 并使光照射向光学信息记录介质; 以及

检测部, 检测在所述光学信息记录介质中产生的局部等离子共振的程度。

20. 根据权利要求 19 所述的光学信息再生装置，

其中，所述光照射部使由等离子振子天线产生的近场光照射向所述光学信息记录介质。

21. 根据权利要求 19 所述的光学信息再生装置，

其中，所述光照射部基于整个所述光照射部而具有 1.0 以上的数值孔径 (NA)。

22. 一种光学信息记录方法，包括以下步骤：

通过改变当向光学信息记录介质照射光时在所述光学信息记录介质中产生的局部等离子振子共振的程度来记录信息。

23. 一种光学信息记录装置，包括：

光照射部，使从光源发射的光聚集，并使光照射向光学信息记录介质；以及

光强度控制部，以改变在所述光学信息记录介质中产生的局部等离子振子共振的程度的方式来改变光的强度。

光学信息记录介质、记录和再生方法及装置 以及记录粒子

相关申请的交叉参考

本发明包含于 2008 年 7 月 11 日向日本专利局提交的日本优先专利申请 JP 2008-181604 的主题，其全部内容结合于此作为参考。

技术领域

本发明涉及光学信息记录介质、记录粒子、光学信息再生方法、光学信息再生装置、光学信息记录方法以及光学信息记录装置。例如，本发明有利地应用于具有大存储容量的光学信息记录介质。

背景技术

以前，光学信息记录和再生装置（其中，通过向光盘照射光束来在作为光学信息记录介质的光盘上记录信息以及从光盘再生信息）已经得到了广泛地使用。对于光盘，通常使用压缩盘（CD）、数字通用盘（DVD）、蓝光盘（注册商标，下文称作 BD）等。

在光盘设备中，在光盘上记录诸如各种内容（例如，音乐内容和图像内容）以及用于计算机的各种数据的各种信息。尤其是近年来，信息量随着更高清晰度的图像、更高声音质量的音乐等而增加，并且必须增加记录在一张光盘上的内容量。因此，必须增加光盘的容量。

对于这种光盘设备,通过减小所使用光束的波长以及增加物镜的数值孔径(NA),已经减小了光束的光点大小,并且同时,还减小了记录标记的大小,使得实现更高容量的光盘。

通常,认为由于光的衍射限制而难以将光点大小的直径减小得小于光束波长。因此,已提出了近场光学透镜(例如,固体浸没透镜),其中,使用了高折射率材料,并且与光学信息记录介质的距离被减小为在 $1/4$ 波长 λ 的范围之内(例如,参考日本未审查专利申请公开第 2005-182895 号)。

然而,即使使用该固体浸没透镜,仍然认为 100 nm 是光点大小的直径减小的界限。从而,已提出了用于通过局部地引起等离子共振现象的等离子共振天线来形成具有较小光点大小的光点的方法(例如,参考 T. Matsumoto、T. Shimano、H. Saga 和 H. Sukeda J., Appl. Phys., Vol. 95, No. 8, 2004 年 4 月 15 日)。

以此方式,可以使光学信息记录介质上的记录标记的大小更精细,并且期待光学信息记录介质可以具有更高的容量。

发明内容

顺便,对于具有上述构造的光盘设备,存在随着记录标记的微小化而使从记录标记返回的光减少的问题。

本发明致力于解决上面考虑的问题以及与现有方法和装置相关联的其他问题。期望提供能够增加返回光量的光学信息记录介质、用于光学信息记录介质的信息记录粒子以及使用光学信息记录介质的光学信息再生方法、光学信息再生装置、光学信息记录方法和光学信息记录装置。

根据本发明的一个实施例，光学信息记录装置包括记录层，其中，具有 100 nm 以下直径的纳米粒子在被具有根据光的照射而改变的复数介电常数的介质包围的情况下被设置，并且由纳米粒子产生的局部等离子共振的程度随介质的复数介电常数的改变而改变。

因此，对于光学信息记录介质，可以接收通过局部等离子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

根据本发明实施例的光学信息记录介质包括记录层，其中，具有 100 nm 以下直径的金属粒子被随光的照射而转变为晶态或非晶态的相变材料所包围。

因此，对于光学信息记录介质，可以接收通过局部等离子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

此外，根据本发明实施例的光学信息记录介质包括记录层，其由具有 100 nm 以下直径的纳米粒子和介质形成，在其上通过根据记录光的照射改变介质的复数介电常数而记录信息，并基于随读取光的照射由纳米粒子产生的局部等离子共振的程度的改变而从其再生信息。

因此，对于光学信息记录介质，可以接收通过局部等离子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

在根据本发明实施例的记录粒子中，具有 100 nm 以下直径的纳米粒子被具有随具有预定等级以上强度的光的照射而改变的复数介电常数的介质所包围。

因此，对于记录粒子，可以接收通过局部等离子振子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

此外，根据本发明实施例的记录粒子由具有 100 nm 以下直径的纳米粒子和包围纳米粒子的介质形成，其中，记录粒子和介质中的任一个的复数介电常数随具有预定等级以上强度的光的照射而改变。

因此，对于记录粒子，可以接收通过局部等离子振子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

此外，在根据本发明实施例的光学信息再生方法和光学信息再生装置中，光被聚集并照射向光学信息记录介质，然后检测在光学信息记录介质中产生的局部等离子振子共振的程度。

因此，对于光学信息再生方法和光学信息再生装置，可以接收通过局部等离子振子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

此外，根据本发明实施例的光学信息记录方法包括通过改变当对光学信息记录介质照射光时在光学信息记录介质中产生的局部等离子振子共振的程度来记录信息的步骤。

因此，对于光学信息记录方法，可以接收随再生光的照射而由局部等离子振子的共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

此外，根据本发明实施例的光学信息记录装置包括：光照射部，使从光源发射的光聚集，并使光照射向光学信息记录介质；以及光强度控制部，以改变在光学信息记录介质中产生的局部等离子振子共振的程度的方式来改变光的强度。

因此,对于光学信息记录装置,可以接收随再生光的照射而由局部等离振子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光。

根据本发明实施例,可以接收通过局部等离振子共振产生并具有高强度的散射光来作为返回光,从而可以实现能够增加返回光量的光学信息记录介质、用于光学信息记录介质的信息记录粒子以及使用光学信息记录介质的光学信息再生方法、光学信息再生装置、光学信息记录方法和光学信息记录装置。

附图说明

图 1 是示出每种材料的折射率和极化之间的关系示意图;

图 2A ~ 图 2C 是用于说明根据本发明实施例的记录原理的示意图;

图 3A 和图 3B 是用于说明根据本发明实施例的再生原理的示意图;

图 4A 和图 4B 是示出记录材料的构造的示意图;

图 5A 和图 5B 是示出近场光强度的介电常数依赖性的示意图;

图 6A 和图 6B 是示出样品构造的示意图;

图 7 是示出晶态和非晶态下的散射光强度的示意图;

图 8 是示出当改变 Ag 中心核的直径时电场增强因子的示意图;

图 9 是示出当改变 GeSbTe 壳的厚度时电场增强因子的示意图;

图 10 是示出 400 nm 银粒子的共振条件的示意图;

图 11A 和图 11B 是示出光学信息记录介质的构造的示意图;

图 12A 和图 12B 是示出记录层的构造的示意图;

图 13A ~ 图 13D 是示出记录层的构造的示意图;

图 14A 和图 14B 是示出记录层的构造的示意图;

图 15 是示出记录层的构造的示意图;

图 16 是示出光学信息记录和再生装置的构造的示意图;

图 17 是示出光学拾取器的构造的示意图;

图 18A 和图 18B 是示出光点形成部的配置的示意图;

图 19A 和图 19B 是示出光点形成部的构造的示意图;

图 20 是用于说明信息的记录的示意图;

图 21A 和图 21B 是用于说明信息的再生的示意图;

图 22 是示出根据另一实施例的光点形成部的配置的示意图;

图 23 是示出根据另一实施例的光点形成部的构造的示意图;
以及

图 24A 和图 24B 是示出根据另一实施例的记录材料的构造的示意图。

具体实施方式

下面将参照附图详细描述根据本发明的实施例。

(1) 本发明的原理

通常,在普通领域中,处于纳米大小(100 nm 以下)的细粒(下文将其称为纳米粒子)状态的金属(例如, Au、Ag、Al、Pt 和 Cu)在满足特定条件时与光发生反应,从而产生局部等离子共振。

局部等离子共振是指对于纳米粒子,电磁场振动和电荷振动被结合并产生共振的状态。这时,在纳米粒子附近局部发生强电磁场。该强电磁场被称为近场。

当假设纳米粒子的直径是 a 而入射在纳米粒子上的光的波长是 λ 时,认为如果直径 a 充分小于波长 λ ($a \ll \lambda$),则对纳米粒子施加的是均匀的电磁场。这被称作长波长近似,并且此时纳米粒子的极化率 α 由以下公式来表示。

$$\alpha = 4\pi a^3 \frac{\varepsilon_1(\omega) - \varepsilon_2}{\varepsilon_1(\omega) + 2\varepsilon_2} \quad \dots(1)$$

其中, $\varepsilon_1(\omega)$ = 粒子的复数介电常数, ε_2 = 介质的复数介电常数

从公式(1)可以看出,当右侧的介电常数项的分母接近“0”时,极化程度明显增加。这时,对于纳米粒子,根据入射光所固有的电磁场而发生电磁场和电荷的共振振动,即,局部等离子共振。

由于介质的复数介电常数 ε_2 在空气中为 1,所以当粒子的复数介电常数 $\varepsilon_1(\omega)$ 满足下列公式时发生局部等离子共振。

$$\operatorname{Re}[\varepsilon_1(\omega)] + 2\varepsilon_2 \approx 0 \quad (2)$$

$$\text{Im}|\epsilon_1(\omega)| \ll 1 \quad (3)$$

从公式(2)和公式(3)可以看出,当 Re (即,复数介电常数 $\epsilon_1(\omega)$ 的实部) 为 -2 而 Im (即,复数介电常数 $\epsilon_1(\omega)$ 的虚部) 接近为“0”时,纳米粒子产生等离子共振。

在入射光在可见光区域内的情况下,由于所谓的贵金属(诸如 Au 或 Ag)满足由公式(1)、公式(2)和公式(3)表示的条件,所以根据可见光区域内的入射光产生局部等离子共振。

纳米粒子基于该局部等离子共振形成近场,并产生非常强烈的近场光和散射光。近场光几乎不能传播,并具有在纳米粒子附近局部化的特性。另一方面,散射光具有传播较长距离的特性。

此外,对于 BD(蓝光盘,注册商标)-RE(可重写)、DVD(数字通用盘)±RE(可重写)以及 DVD-RAM(随机存取存储器),采用相变方式。在相变方式下,对由相变材料形成的相变膜照射光束,从而改变晶态和非晶态(它们统称为相态),以在相变膜上形成记录标记。

对于这种相变材料,复数介电常数随相态的改变而改变。因此,认为如果可以在相变材料中产生局部等离子共振,则当照射具有单个波长的光束时,可以随相变而改变局部等离子共振的程度,从而可以显著改变散射光的强度(下文称为散射光强度)。

这里,通过下列公式示出了复数介电常数 $\epsilon_1(\omega)$ 和复数折射率 (n, k) 之间的关系。

$$\text{Re}|\epsilon_1(\omega)| = n^2 - k^2 \quad (4)$$

$$\text{Im}|\epsilon_1(\omega)| = 2nk \quad (5)$$

即，为了满足上述空气中由公式（1）、（2）和（3）表示的关系，基本上满足 $n = 1.414$ 和 $k = 0$ 就足够了。

对于 4 种常用相变材料和 Ag，图 1 示出了作为入射光的波长 λ 和复数折射率 N （实部= n ，虚部= k ）之间的关系的、晶态（Cry：结晶）和非晶态（Amo：非结晶）中的极化 α 的状态。在图 1 中，通过颜色的浓淡来表示极化 α ，较暗的部分表示极化较大。对于相变材料，示出了 $\text{Ge}_8\text{Sb}_{33}\text{Te}_{59}$ 、 $\text{Ge}_{22}\text{Sb}_{22}\text{Te}_{56}$ 、 AgGeSbTe 和 $\text{Ag}_8\text{In}_{14}\text{Sb}_{55}\text{Te}_{23}$ 。

从图 1 中明显看出，相变材料的极化 α 在所有波长 λ 上都非常小，因此，不产生局部等离子共振。另一方面，Ag 的极化 α 在大约 350 nm 的波长 λ 处非常大，因此，当入射光具有大约 350 nm 的波长 λ 时明显产生局部等离子共振。

此外，对于相变材料，显然处于晶态和非晶态的复数折射率 N （ n 和 k ）的值明显不同。即，明显地相变材料的复数介电常数的值在晶态和非晶态之间发生显著变化。

顺便，如公式（1）所示，用于产生局部等离子共振的条件根据介质（即，在纳米粒子周围存在的材料）的复数介电常数 ϵ_2 而发生改变。

因此，在本发明的实施例中，例如如图 2A 所示，在纳米粒子 NP 周围设置作为介质 SH 的材料（例如，相变材料），其状态随入射光的照射而从第一状态改变为第二状态，并且复数介电常数随状态的改变而改变，并且这用作记录材料 MT。此时，在本发明的实施例中，以局部等离子共振发生的程度在第一状态中较大而局部等离子共振发生的程度在第二状态中变小的方式来选择介质 SH。

如图 2B 所示,例如,当对处于第一状态的介质 SH(下文称为介质 SH1)照射用于记录信息的记录光束 LW 时,在纳米粒子 NP 和介质 SH1 之间的界面处产生局部等离子共振。

这时,记录材料 MT 在纳米粒子 NP 外侧附近产生非常强烈的近场光 LN。因此,如图 2C 所示,例如,记录材料 MT 可以将介质 SH 变为第二状态(下文称为介质 SH2),其中,复数介电常数 ϵ_2 在非常短的时间内不同于第一状态中的复数介电常数。

即,对于记录材料 MT,可以通过改变介质 SH 的状态根据记录光束 LW 来记录信息。此外,可以通过局部等离子共振以相对较小的光能来记录信息。

此外,如图 3A 所示,对于介质 SH 处于第一状态的记录材料 MT,当照射用于读取信息的读取光束 LR 时,基于与复数介电常数 ϵ_2 的关系在纳米粒子 NP 和介质 SH1 之间的界面处产生很大程度的局部等离子共振。此时,记录材料 MT 在纳米粒子 NP 外侧附近产生非常强烈的近场光 LN,此外,还产生高强度的散射光 LS。

由于散射光 LS 传播了较长距离,所以可以接收部分散射光 LS 作为返回光。即,在记录材料 MT 的介质 SH 处于第一状态的情况下,可以接收由于很大程度的局部等离子共振而产生的相对较高强度的散射光 LS 作为返回光。

另一方面,如图 3B 所示,对于介质 SH 处于第二状态的记录材料 MT,当照射读取光束 LR 时,基于与复数介电常数 ϵ_2 的关系在纳米粒子 NP 和介质 SH2 之间的界面处产生很小程度的局部等离子共振,仅产生较低强度的散射光 LS。因此,在记录材料 MT 的介质 SH 处于第二状态的情况下,可以接收由于很小程度的局部等离子共振而产生的相对较低强度的散射光 LS 作为返回光。

即,对于记录材料 MT,可基于所接收的散射光束 L_{Sa} 的光量来检测记录材料 MT 中介质 SH 的状态(即,处于第一状态还是第二状态)。

如上所述,对于记录材料 MT,通过以介质 SH 包围纳米粒子 NP 并改变介质 SH 的状态以改变局部等离子共振的程度,可以在记录材料 MT 上记录信息以及从记录材料 MT 再生信息。

(2) 记录材料的构造

如图 4A 和图 4B 所示,记录材料 1 具有各个纳米粒子 2 被介质 3 包围的构造。对于记录材料 1,例如,如图 4A 所示,纳米粒子 2 可以嵌入介质 3 中。

可选地,如图 4B 所示,记录材料 1 可以形成为纳米粒子 2 用作中心核而介质 3 用为外壳的粒子形状。下文中,形成为粒子形状的记录材料 1 被称为记录粒子 1S。

纳米粒子 2 的材料没有具体限制。然而,期望该材料在很大程度上易于发生极化。特别地,金属是更优选的。此外,对于纳米粒子 2, Pt、Ag、Au、Al 或 Cu 是优选的。在公共领域中,它们根据可见光区域内的光产生局部等离子共振。特别地, Ag 或 Au 是更优选的,因为认为能够产生很大程度的局部等离子共振。

优选地,纳米粒子 2 的直径 D_2 为 1 nm 以上。如果纳米粒子 2 的直径 D_2 小于 1 nm,则难以获得作为粒子的稳定性。此外,优选地,纳米粒子 2 的直径为 50 nm 以下。如果直径 D_2 超过 50 nm,则局部等离子共振的程度减小。优选地,纳米粒子 2 的直径 D_2 为 20 nm 以下,此外,从存储密度的观点来看,优选地为 15 nm 以下。

此外，由根据具有预定强度以上的光改变其状态和的复数介电常数 ϵ_2 的材料形成介质 3。状态改变的实例包括改变晶态和非晶态的相变和根据光而导致氧化的氧化。即，优选地，用于介质 3 的材料是氧化材料或相变材料，相变材料尤其优选。这是因为这些材料已用于 BD-RE 等。

此外，在使用导致可逆状态改变的相变材料的情况下，信息可以被多次重写。在这种情况下，记录材料 1 中的介质 3 可以被加热至第一温度以达到晶态，以及介质 3 可以被加热至低于第一温度的第二温度以达到非晶态。

此外，优选地，以在非晶态中减小局部等离子共振的程度的方式来选择介质 3。这是因为对于相变材料，其在非晶态下的自由能高于晶态下的自由能，并且与晶态相比状态是不稳定的，但是在信息的再生中，可以抑制非晶态下的记录材料 1 的温度增加，以增加再生时间。

用于介质 3 的材料没有具体限制。然而，发生极化的无机材料（例如，绝缘材料、半导体材料、半金属材料 and 金属材料）是更优选的。此外，优选地，包含半导体材料作为其至少一部分。介质 3 是多种无机材料的组合是尤其优选的。这是因为通过改变组成而容易地调节复数介电常数 ϵ_2 的改变量等。对于这种无机材料，例如，优选地，适当组合半导体材料和半金属材料（例如，Ge、Sb 和 Te）以及金属材料（例如，Ag）。

优选地，介质 3 到表面的厚度 T_3 为 1 nm 以上。如果厚度 T_3 小于 1 nm，则难以充分相对于纳米粒子 2 发挥介质 3 的特性。优选地，介质 3 的厚度 T_3 小于 50 nm。如果厚度 T_3 为 50 nm 以上，则近场光不能充分到达介质 3 的表面。更优选地，介质 3 的厚度 T_3

为 20 nm 以下, 以及更优选为 10 nm 以下。这是因为散射光 L_{Sa} 的吸收被最小化。

此外, 对于纳米粒子 2 和处于一种状态的介质 3 在公式 (2) 左侧的值不同于对于纳米粒子 2 和处于另一种状态的介质 3 在公式 (2) 左侧的值。这是为了改变局部等离子共振的目的。此外, 优选地, 纳米粒子 2 和处于一种状态的介质 3 满足公式 (2)。图 5A 和图 5B 是示出介质 3 的介电常数 (实部和虚部) 对具有 60 nm 直径的 Ag 粒子的局部等离子共振的影响的曲线图。如图 5A 所示实部的曲线图所表明, 当左侧值的实部为 1 以下时, 电场强度变为 20 V/m 以上, 以及当实部为 0.5 以下时, 电场强度变为 400 V/m 以上。因此, 左侧值的实部为 1 以下是优选的, 并且 0.5 以下是更优选的。此外, 如图 5B 所示虚部的曲线图所表明, 左侧值的虚部为 0.6 以下是优选的, 0.4 以下更优选, 以及 0.05 以下更加优选。另一方面, 优选地, 纳米粒子 2 和处于另一状态的介质 3 不满足公式 (2) (即, 公式 (2) 左侧值的实部大于 1 且公式 (2) 左侧值的虚部大于 0.4)。此外, 公式 (3) 左侧的值为 0.5 以下是优选的, 0.3 以下更优选, 仅通过纳米粒子 2 来确定该值。这是因为局部等离子共振的程度被影响。

因此, 当记录材料 1 处于一种状态时, 产生很大程度的等离子共振, 而在另一种状态下, 很难产生局部等离子共振。因此, 可以根据记录材料 1 中的介质 3 的状态在很大程度上改变返回的散射光束 L_S 的光量。

此外, 在记录材料是如图 4B 所示的记录粒子 1S 的情况下, 优选地, 记录粒子 1S 的直径 D_1 是 3 nm 以上。这是因为保留了作为记录粒子 1S 的特性。优选地, 记录粒子 1S 的直径 D_1 为 52 nm 以下, 此外, 从存储密度的观点来看, 20 nm 以下更优选。

具体地,例如,如下所述,制造该记录粒子 1S。例如,在 Ag 被用作纳米粒子 2 的情况下,制备硝酸银 (AgNO_3) 的乙醇溶液或水溶液,添加烷基硫醇衍生物和 NaBH_4 作为还原剂,并进行搅拌以使银粒子凝固为预定大小。

例如,在 GeSbTe 用作介质 3 的情况下,包含 Ge、Sb 和 Te 的乙醇溶液或水溶液与包含银粒子的乙醇溶液或水溶液混合,并且例如在 0°C 下以预定时间进行搅拌。可选地,可以直接向硝酸银溶液添加包含 Ge、Sb 和 Te 的混合物,或者向包含 Ge、Sb 和 Te 的乙醇溶液或水溶液添加凝固的银粒子。此后,蒸发水或乙醇,从而获得记录粒子 1S。

在这点上,可通过改变 Ge、Sb 和 Te 的浓度来适当地改变 Ge、Sb 和 Te 的比例。此外,可通过改变搅拌时间来适当改变用作纳米粒子的银粒子的直径和用作介质 3 的 GeSbTe 的厚度。此外,可通过除此之外的各种方法来制造记录粒子 1S。

(3) 实例

下面将描述实例。在本实例中,对如图 6A 和图 6B 所示记录粒子 1S 的散射光强度进行模拟。对于记录粒子 1S,用银作为纳米粒子 2,以及由相变材料形成的 GeSbTe (组成比例 2:2:5) 被用作介质 3。在本实施例中,记录粒子 1S 被称为样品 SS1,以及样品 SS1 中的纳米粒子 2 和介质 3 被分别称为 Ag 中心核 2S 和 GeSbTe 壳 3S。

图 7 示出了波长和散射光强度之间的关系。图 7 示出了通过有限差分法计算的结果。顺便,对于用于与图 7 相关的计算的样品 SS1,Ag 中心核 2S 的直径 D_2 为 15 nm,GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 是 2.5 nm,以及样品 SS1 的直径 D_1 为 20 nm。

曲线 C1 表示 Ag 单质的具有 20 nm 直径的纳米粒子的散射光强度。明显地, 在大约 350 nm 的波长 λ 处产生局部等离子共振, 并产生高强度散射光。

曲线 C2 表示处于晶态的 GeSbTe 单质的具有 20 nm 直径的纳米粒子的散射光强度。散射光强度大约在 280 nm 处最大, 但强度没有那么高。

曲线 C3 表示处于非晶态的 GeSbTe 单质的具有 20 nm 直径的纳米粒子的散射光强度。散射光强度大约在 280 nm 处最大, 但强度非常低。

如通过曲线 C2 和 C3 所表示的, 对于 GeSbTe 单质的纳米粒子, 即使在晶态下的散射光强度最大的情况下, 其强度也较低, 并且难以获得足够的返回光。此外, 晶态和非晶态之间的差别较小, 并且难以根据散射光 LS 来检测它们之间的差别。

曲线 C4 表示样品 SS1 中的 GeSbTe 壳 3S 处于晶态 (下文称为晶态样品 SS1a) 的情况下的散射光强度。晶态样品 SS1a 在大约 240 nm 处示出了非常高的散射光强度, 并且显而易见, 在大约 240 nm 处产生大的局部等离子共振。此外, 晶态样品 SS1a 在大约 220 nm 和大约 360 nm 之间的波长 λ 处示出了相对较高的散射光强度。

曲线 C5 表示样品 SS1 中的 GeSbTe 壳 3S 处于非晶态 (下文称为非晶态样品 SS1b) 的情况下的散射光强度。非晶态样品 SS1b 与晶态样品 SS1a 一样在大约 240 nm 处具有峰值, 但散射光强度非常低。因此, 明显地, 非晶态样品 SS1b 在大约 240 nm 处产生局部等离子共振, 但其程度非常小。

从这些结果可以明显看出, 通过向样品 SS1 照射具有 240 nm 的入射光 (即, 记录光束 LW 或读取光束 LR), 根据 GeSbTe 壳 3S 的晶态可以改变局部等离子共振的程度。即, 确认能够通过使用样品 SS1 以及通过改变 GeSbTe 壳 3S 的晶态以改变局部等离子共振的程度来记录和再生信息。

在这点上, 晶态样品 SS1a 中的 GeSbTe 壳 3S 的复数介电常数 ϵ_2 在 240 nm 波长 λ 处为 $1.315-0.5174i$, 因此, 满足作为局部等离子共振条件的公式 (2)。另一方面, 非晶态样品 SS1b 中的 GeSbTe 壳 3S 的复数介电常数 ϵ_2 是 $5.064-1.157i$, 因此, 不满足公式 (2)。这与图 7 中的晶态样品 SS1a 的散射光强度中观测到大峰值而对于非晶态样品 SS1b 没有观测到大峰值的事实相匹配。

接下来, 在 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 固定为 2.5 nm 且在改变 Ag 中心核的直径 D_2 的情况下对样品 SS1 照射具有 360 nm 波长 λ 的入射光的情况下, 计算电场增强因子。在图 8 中示出了结果。在这点上, 电场增强因子表示相对于入射光强度 (即, 电场) 粒子表面 (即, 样品 SS1 的表面) 上的电场的增强程度。在图 8 中, 垂直轴与水平轴的交点值为零, 并简单地表示电场增强的程度, 即局部等离子共振产生的程度。

电场增强因子随着 Ag 中心核 2S 的直径 D_2 从 0 nm 开始增加而增加, 并且基本在直径 D_2 为 50 nm 时变为最大。此外, 由于记录密度可以随着 Ag 中心核 2S 的直径 D_2 变小而提高, 所以优选地, 直径 D_2 为 50 nm 以下。从记录密度的观点来看, 更小的直径是更优选的。例如, 为了实现 1 位/英寸以上的记录密度, 优选地, 将直径 D_2 指定为 18 nm 以下, 此外 15 nm 以下是更优选的。

接下来,在 Ag 中心核 2S 的直径 D_2 固定为 15 nm 且在改变 Ag 中心核 3S 的厚度 T_3 的情况下对样品 SS1 照射具有 360 nm 波长 λ 的入射光的情况下,计算电场增强因子。在图 9 中示出了结果。

曲线 C11 表示 Ag 中心核 2S 和 GeSbTe 壳 3S 之间的界面处的电场增强因子,即,局部等离子共振的程度。电场增强因子随着 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 的增加而增加。其原因是认为随着 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 的增加,GeSbTe 壳 3S 发挥作为介质的特性。

曲线 C12 表示样品 SS1 表面处,即,GeSbTe 壳 3S 和空气之间的界面处的电场增强因子。随着 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 的增加,电场增强因子逐渐增加。这是随着 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 的增加,距离 Ag 中心核 2S 和 GeSbTe 壳 3S 之间产生局部等离子共振的界面的距离增加。

即,明显地,随着 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 的增加,局部等离子共振的程度增强,相反,样品 SS1 表面上的电场减小,并且不可以充分改变 GeSbTe 壳 3S 的晶态。通常,认为非常强烈的近场光的范围约是纳米粒子 2 的半径。因此,优选地,将 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 控制为几乎为半径的 2 倍,即,几乎为纳米粒子 2 的直径。在图 9 中,由于 Ag 中心核 2S 的直径 D_2 为 15 nm,实际上,当 GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 变为 15 nm 以上时,电场增强因子急剧下降。

顺便,对于图 8 和图 9,晶态样品 SS1a 和非晶态样品 SS1b 的电场增强因子的值不同,但获得几乎相似的曲线。即,上述结果可同时应用于晶态样品 SS1a 和非晶态样品 SS1b。

图 10 示出了在入射光的波长 λ 是 400 nm 的情况下的极化 α 。对于用于图 10 的计算的样品 SS1,Ag 中心核 2S 的直径 D_2 是 15 nm,GeSbTe 壳 3S 的厚度 T_3 是 2.5 nm,并且样品 SS1 的直径 D_1 是 20 nm。

此外，在假设 Ag 中心核 **2S** 的复数折射率是 $n = 0.173$ 和 $k = 1.95$ 的情况下进行计算。

从图 10 中可以明显看出，相对于具有 400 nm 波长 λ 的入射光产生局部等离子共振的介质 **3** 的复数折射率是 $n = 1.5$ 和 $k = 0$ 。对于 GeSbTe 壳 **3S**，晶态下的复数折射率是 $n = 2.0$ 和 $k = 3.0$ ，非晶态下的复数折射率是 $n = 3.0$ 和 $k = 2.0$ ，因此，它们远离上述条件。

换句话说，明显地，通过在晶态和非晶态的任一个中选择采用值在 $n = 1.5$ 和 $k = 0$ 附近的复数折射率的相变材料，具有 400 nm 波长 λ 的入射光可以被用作记录光束 LW 和读取光束 LR。

认为在图 10 中，与非晶态相比，晶态下的 GeSbTe 壳 **3S** 位于极化 α 较高的区域附近的位置，并且这种差异导致图 7 所示散射光强度的差异。

如上所述，确认通过使用 Ag 中心核 **2S** 作为纳米粒子 **2** 以及 GeSbTe 壳 **3S** 作为介质 **3**，能够将局部等离子共振的程度改变为尤其在 240 nm 附近的较大程度。此外，确认通过以介质 **3** 的复数折射率在晶态和非晶态的任一个中采用 $n = 1.5$ 和 $k = 0$ 附近的值的方式来选择材料，入射光的波长 λ 能够被设定为 400 nm。

(4) 光学信息记录介质的构造

光学信息记录介质 **100** 以类似于现有技术中的 CD、DVD 和 BD 的方式被形成为整体上具有大约 120 mm 直径的盘状，并且在中心部分中设置孔部 **100H**。光学信息记录介质 **100** 的形状没有具体限制，而是可以是矩形或多边形。孔部 **100H** 不是必须设置的。

图 11A 是光学信息记录介质 100 的截面图。在基板 102 上设置用于记录信息的记录层 101。在这点上,适当地在 0.05 mm ~ 1.20 mm 的范围内选择基板 102 的厚度。

对于基板 102, 为了保持光学信息记录介质 100 的物理强度, 使用至少一种硬质材料。例如, 由树脂材料 (例如, 聚碳酸酯或聚甲基丙烯酸甲酯) 或无机材料 (例如, 玻璃或陶瓷) 形成基板 102。对于基板 102, 可以使用具有低透射率的材料。然而, 优选地, 使用具有高透射率的材料。这是为了防止除散射光束 LSa 之外的多余光被反射并与返回光一同被接收。

在光学信息记录介质 100 以类似于 DVD 和 BD 的方式被用作可交换介质的情况下, 最好使用适于大规模生产的树脂材料。另一方面, 在光学信息记录介质 100 被用作固定于如硬盘等中的驱动器的介质的情况下, 最好使用不容易受周围环境影响的高精度无机材料。

基板 102 和记录层 101 之间的界面可以经受无机多层 (例如, $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2/\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 的四层) 的抗反射涂覆 (AR) 处理, 以相对于用作入射光的光束的波长而变得无反射。这是为了防止除散射光束 LSa 之外的光与返回光一同被接收。

此外, 如图 11B 所示, 可以在记录层 101 上设置用于保护记录层 101 的保护层 103。对于该保护层 103, 例如, 通过溅射、蒸镀、旋涂等设置防刮擦的硬涂层等。

优选地, 保护层 103 的厚度为 10 nm 以下, 5 nm 以下更为优选。这是为了允许从等离振子天线 (稍后进行详细描述) 入射的近场光到达记录层 101。在这点上, 可以替代保护层 103 或在保护层 103

之上设置用于提高滑动性能的润滑层。对于润滑层，使用了硅化合物、氟化合物等。

通过在基板 102 上设置记录材料 1 来形成记录层 101。即，纳米粒子 2 被介质 3 包围就足够了。可以在介质 3 内部嵌入纳米粒子 2，或者可以设置记录粒子 1S。例如，在记录层 101 上以同心圆或螺旋的形状形成磁道 (track) TR，并沿着磁道 TR 记录信息。对于磁道 TR，例如与 DVD 和 BD 相同，可以形成由凹面和凸面形成的平台和槽，或者其表面可以如硬盘一样平坦。

此外，在记录层 101 上，如图 12A 所示，可以仅在磁道 TR 中设置纳米粒子 2，或者以被铺满整个记录层 101 的表面（即，除磁道 TR 之外也进行放置）的方式进行设置。

如图 12B 所示，通过在整个记录层 101 的表面上铺满记录粒子 1S，可以在整个记录层 101 的表面上铺满纳米粒子 2。例如，可以采用通过使用朗缪尔布洛杰 (Langmuir Blodgett, LB) 槽的 LB 法。即，具有氟仿溶剂的记录粒子 1S 滴落在 LB 槽的水面上。在氟仿被蒸发后，通过以恒定速度移动的隔板来压缩水面上残留的记录粒子 1S，并拉起氢终止 (hydrogen-terminated) 基板 102，以进行转印。因此，如图 13A 所示，记录粒子 1S 被铺满基板 102。

在这种情况下，在记录层 101 中，例如，可以相对于一个记录粒子 1S 记录 1 位信息，或者可以相对于多个记录粒子 1S 记录 1 位信息。对于记录层 101，仅在例如通过制造时的初始化写入地址信息等之后形成其上记录有信息的磁道 TR。

可选地，如图 13B 所示，可以通过在介质 3 内部嵌入纳米粒子 2 来形成记录层。

接下来,将描述通过仅在磁道 TR 上排列记录粒子 1S 来在磁道 TR 上设置纳米粒子 2 的情况。例如,通过利用电子束曝光和光刻的纳米印刷方法预先在基板 102 上形成凹部,将所得到的基板 102 浸入记录粒子 1S 在其中分散的水溶液,并缓慢地拉起基板 102。因此,如图 13C 所示,在凹部上排列记录粒子 1S。顺便,这项技术在日本未审查专利申请公开第 2005-138011 号中有所描述。在这点上,当然还可以通过使用该方法在整个记录层 101 的表面上铺满记录粒子 1S。

在这种情况下,如图 14A 所示,可以相对于一个磁道 TR 排列一行记录粒子 1S。这时,可以相对于一个记录粒子 1S 记录 1 位信息,或者可以相对于多个记录粒子 1S 记录 1 位信息。可选地,如图 14B 所示,可以相对于一个磁道 TR 设置多行记录粒子 1S。

如图 15 所示,可以将各个记录粒子 1S 排列为彼此分离。这时,优选地,在与作为光学信息记录介质 100 的半径方向的径向正交的切线方向(即,磁道的扫描方向)上以预定间隔 SP 分离地排列各个记录粒子 1S。因此,可以抑制记录粒子 1S 之间的色度亮度干扰(crosstalk)。

此时的磁道间距没有具体限制。例如,优选地,为了有效地防止色度亮度干扰并避免记录密度的显著减小,将磁道间距 TP 设定为记录粒子 1S 的 1.2 倍以上且 3.0 倍以下。这同样适合于切线方向上的磁道间距 SP。

此外,将描述用于在磁道 TP 上设置纳米粒子 2 的方法。在使用例如纳米印刷法通过蚀刻在基板 102 上形成凹部之后,通过溅射形成介质 3 的层。结果,基板 102 的表面在具有凹部的同时被介质 3 所覆盖。随后,通过类似的拉起方法,在凹部上排列纳米粒子 2,并再次通过溅射形成介质 3 的层。结果,如图 13D 所示,在纳米粒

子 2 处于被介质 3 包围的状态下的同时, 仅在磁道 TR 上排列纳米粒子 2。对于这种方法, 通过改变凹部的图案, 可以在整个记录层 101 的表面上铺满纳米粒子 2。

此外, 用于制造记录层 101 的方法并不限于此。可通过使用其他各种方法来制造记录层 101。

如上所述, 对于光学信息记录介质 100, 可以在基板 102 上形成纳米粒子 2 处于被介质 3 包围的状态的记录层 101。这时, 通过在基板 102 上排列纳米粒子 2 预先被介质 3 包围的记录粒子 1S, 可以相对简化光学信息记录介质 100 的制造处理。

(5) 信息的记录和再生

(5-1) 光学信息记录和再生装置的构造

在图 16 中, 参考数字 20 表示整体的光学信息记录装置。尽管在图中没有示出, 但光盘驱动器 20 被由中心处理单元 (CPU)、只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM) 构成的控制部 21 集中控制。

为了便于说明, 将描述在光学信息记录介质 100 上记录信息以及从其再生信息的情况, 其中, 通过在基板 102 上排列记录粒子 1S 来形成记录层 101。

控制部 21 扩展已存储在 ROM、RAM 中的基本程序、信息记录和再生程序等, 从而基于上述程序对光学信息记录介质 100 执行再生处理和记录处理。

在再生处理中, 控制部 21 向驱动控制部 22 发出数据读取命令以及用于识别将从光学信息记录介质 100 读取的数据的地址信息。

驱动控制部 22 根据来自控制部 21 的数据读取命令控制主轴电机 24, 从而以预定的旋转速度旋转光学信息记录介质 100, 并基于数据读取命令和地址信息来控制装入电机 (thread motor) 25, 使得光学拾取器 30 沿光学信息记录介质 100 的半径方向移动。

然后, 控制部 21 根据光学信息记录介质 100 的信息记录层中的地址信息使光学拾取器 30 的记录和再生光源 31 向磁道发射具有预定波长 λ 的读取光束 LR。通过光点形成部 40 聚集读取光束 LR, 并照射向光学信息记录介质 100。

即, 如图 17 所示, 光学拾取器 30 的记录和再生光源 31 以根据再生处理的光量向准直透镜 32 发射读取光束 LR。准直透镜 32 将以发散光线入射的光束转换为平行光线, 并使平行光线进入射束分裂器 33。

射束分裂器 33 使大部分的入射光束原样通过并进入光点形成部 40。随后, 光点形成部 40 使读取光束 LR 聚集并照射向光学信息记录介质 100。

光点形成部 40 接收作为根据读取光束 LR 从光学信息记录介质 100 返回的散射光束 LSa, 并使光束 LSa 进入射束分裂器 33。

射束分裂器 33 反射入射的返回散射光束 LSa, 将其方向改变 90° , 并使光束 LSa 通过聚光透镜 35 进入光接收元件 36。然后, 光接收元件 36 使返回的散射光束 LSa 经受光电转换, 以产生光接收信号, 并将检测信号馈送给信号处理部 23 (图 16)。

信号处理部 23 基于光接收信号产生表示返回的散射光束 LSa 总量的再生 RF 信号, 并发送至外部装置 (图中未示出)。

此时，通过使物镜 37 沿跟轨方向（光盘的半径方向）和聚焦方向（接近或远离光盘的方向）的两个方向移动，驱动控制部 22 读取光束 LR 聚焦在光学信息记录介质 100 的期望磁道上。

此外，在记录处理中，控制部 21 向驱动控制部 22 发出数据写入命令以及用于指定光盘 100 的信息记录层中数据记录位置的地址信息。

此外，控制部 21 基于从外部装置（图中未示出）输入的写入数据控制光学拾取器 30，根据光盘 100 的记录层 101 中的地址信息来使记录光束 LW 聚焦在磁道上并照射被调节以具有适合于数据记录的强度的记录光束 LW，以在光学信息记录介质 100 上记录写入数据。

如上所述，对于光盘驱动器 20，对光学信息记录介质 100 进行信息的再生和记录处理。

（5）光点形成部

下面将描述光点形成部 40。

如图 18A 所示，光学拾取器 30 沿与光学信息记录介质 100 的入射面平行设置的导轴 25A 和 25B 移动。光学拾取器 30 以光点形成部 40 与光学信息记录介质 100 的入射面相对的方式设置有透镜保持部 45，并将光点形成部 40 与光学信息记录介质 100 之间的间隙设为小于 20 nm。

如图 18B 所示，以平行于与跟轨方向正交的方向的 4 条支持线 34A 将透镜保持部 45 附接至光学拾取器 30。将音圈电机 34B 附接至透镜保持部 45 的外侧，并且音圈电机 34B 与磁体 34C 相对。根

据流过音圈电机 **34B** 的电流, 通过在磁体 **34C** 和透镜保持部 **45** 之间产生的推力在跟轨方向和聚焦方向上驱动透镜保持部 **45**。

如图 19A 所示, 光点形成部 **40** 包括聚光透镜 **41**、固体浸没透镜 **42** 和等离振子天线 **43**。

聚光透镜 **41** 由通过模制诸如玻璃或塑料的光学材料而制造的非球面镜头组成。聚光透镜 **41** 聚集入射光 (读取光束 LR 和记录光束 LW), 并使所得到的光进入固体浸没透镜 **42**。

固体浸没透镜 **42** 由通过使高折射率 (例如, $n = 1.92$) 球面的一部分平坦化而制造的半球形或超半球形透镜组成。固体浸没透镜 **42** 根据折射率以大于聚光镜 **41** 的数值孔径 (NA) 聚集入射光。

聚集的入射光进入固体浸没透镜 **42** 端部的焦点。在焦点处设置等离振子天线 **43**。如图 19B 所示, 例如, 等离振子天线 **43** 由两个由 Au 组成的三角形金属板 **43a** 形成, 并在其端部 **43at** 处激发局部等离振子共振。

这里, 入射光的光点大小与金属板 **43a** 之间的间隙 GP 成比例。因此, 根据记录标记的大小来确定间隙 GP。例如, 在使用具有大约 20 nm 直径 D_1 的记录粒子 **1S** 且在一个粒子表示 1 位时记录信息的情况下, 将间隙 GP 设为约 20 nm, 这几乎等于直径 D_1 。

等离振子天线 **43** 在金属板 **43a** 的端部 **43at** 处增强电场并产生近场光 LW_n 。

例如, 如图 20 所示, 在光学信息记录介质 **100** 上记录信息的情况下, 等离振子天线 **43** 根据作为入射光的记录光束 LW 产生近场光 LW_n 。顺便, 在附图中, 近场光 LW_n 被表示为电场。

对于记录粒子 **1S**，纳米粒子 **2** 与近场光 LW_n 结合以产生局部等离子共振。结果，记录粒子 **1S** 产生通过进一步增强近场光 LW_n 的电场所产生的增强近场光 LN_s 。因此，记录粒子 **1S** 可以有效地提高介质 **3** 的温度，并且可以迅速地改变介质 **3** 的状态。

在介质 **3** 是相变材料的情况下，例如，照射足够使记录粒子 **1S** 达到结晶温度的初始光束，然后，随着逐渐冷却，使所有记录粒子 **1S** 的介质 **3** 都结晶（即，初始化）。此后，在记录时，向期望变为非晶态的记录粒子 **1S** 照射记录光束 LW 。此时，记录光束 LW 的光强度被指定为低于初始化光束，使得记录粒子 **1S** 的介质 **3** 可以保持在不稳定状态并变为非晶态。可以通过一系列这样的操作来改变记录粒子 **1S** 的晶态/非晶态，并且可以记录信息。

此外，如图 21 所示，在再生记录在光学信息记录介质 **100** 上的信息的情况下，等离子共振天线 **43** 根据作为入射到记录粒子 **1S** 的光的再生光束 LR 而产生近场光 LR_n 。

对于记录粒子 **1S**，在介质 **3** 处于局部等离子共振程度较大的第一状态的情况下，纳米粒子 **2** 与近场光 LR_n 结合以产生局部等离子共振。结果，电场被进一步增强，从而产生增强的近场光 LN_s 。此时，如参照图 7 所说明的，记录粒子 **1S** 产生高强度散射光 LS 。由于根据高强度近场光 LR_n 产生这种散射光 LS ，所以其光强度变得非常高。

这里，光点形成部 **40** 聚集具有 1 以上的大数值孔径的入射光。因此，在朝向光点形成部 **40** 产生的散射光 LS 中，可以接收根据数值孔径的广角部分作为返回的散射光束 LS_a 。

结果，对于光学拾取器 **30**（图 17），可通过光接收元件 **36** 接收高强度的返回散射光束 LS_a 。

另一方面，如图 21B 所示，对于记录粒子 1S，在介质 3 处于局部等离子共振程度较小的第二状态的情况下，尽管纳米粒子 2 与近场光 LRn 结合，但因为局部等离子共振的程度较小，所以产生相对较低强度的散射光 LS。

结果，对于光学拾取器 30，通过光接收元件 36 接收较低强度的返回散射光束 LSa。这时，尽管强度与第一状态相比较低，但光学拾取器 30 可以接收具有比被记录粒子 1S 的表面反射的反射光的强度更高强度的返回散射光束 LSa。

通过基于光接收元件 36 上的返回散射光束 LSa 产生再生信号，光学信息记录和再生装置 20 可基于高强度返回散射光束 LSa 来再生信息。

这时，由于光学信息记录和再生装置 20 可以基于根据记录信息表现出较大强度差异的返回散射光束 LSa 产生再生信号，所以可以以高精度再生所记录的信息。

（6）操作和效果

在上述构造中，在光学信息记录介质 100 的记录层 101 中，在处于被具有根据基于作为光的记录光束 LW 的近场光的照射而改变的复数介电常数 ϵ_2 的介质 3 包围的状态时，设置具有 100 nm 以下直径的纳米粒子 2。此外，对于光学信息记录介质 100，改变根据介质 3 的复数介电常数 ϵ_2 的改变由纳米粒子 2 产生的局部等离子共振的程度。

因此，记录层 101 可通过利用复数介电常数 ϵ_2 的差异来记录信息，此外，通过利用基于复数介电常数 ϵ_2 的差异而改变的局部等离子共振程度来再生信息。结果，记录层 101 可基于通过局部等离子共振产生的高强度返回散射光束 LSa 来再生信息。

可选地,记录层 101 具有排列通过在介质 3 中包围纳米粒子 2 产生的记录粒子 1S 的构造。因此,对于记录层 101,可以使介质 3 相对于纳米粒子 2 的厚度变得均匀,并且在相同条件下产生的局部等离子共振的程度可基于纳米粒子 2 而均匀。

这里,如上面参照图 8 所述,电场增强因子(即,局部等离子共振的程度)在纳米粒子 2 的直径 D_2 为 50 nm 时最大,并且随着直径 D_2 的减小而逐渐减小。这里,例如,认为为了实现 1 Tb/inch² 的记录密度,期望将每位的可用面积指定为大约 25 nm × 25 nm。

此外,对于记录层 101,记录粒子 1S 的一个粒子表示 1 位信息。因此,与多个记录粒子 1S 表示 1 位信息的情况相比,纳米粒子 2 的直径 D_2 可以设定为最大,使得可以有效地产生局部等离子共振。

此外,对于记录层 101,仅在其上记录有信息的磁道上排列记录粒子 1S。因此,可以将记录层 101 的记录粒子 1S 的使用数量控制为最少。

此外,在记录层 101 中,通过在基于磁道间距 TP 在径向以及基于间隔 SP 在切线方向上移动位置的同时排列记录粒子 1S,邻近的记录粒子 1S 以预定的间隔被彼此分离地排列。

因此,记录粒子 1S 几乎可以排除来自邻近记录粒子 1S 的增强近场光 LWn 和 LRn 的影响,并且可以抑制色度亮度干扰。

可选地,对于记录层 101,在记录粒子 1S 被铺满整个记录层 101 的情况下被排列。因此,在基板 102 上没有预先形成磁道 TR 的图案,从而可以简化记录层 101 的制造处理。

此外,对于记录层 101,由根据近场光 LWn 的照射而转换为晶态或非晶态的相变材料形成介质 3。因此,记录层 101 可根据近场光 LWn 一次又一次地转变为晶态或非晶态,并且光学信息记录介质 100 可以被用作可重写介质。

此外,对于记录层 101, Au、Ag、Pt、Al 或 Cu 被用作纳米粒子 2。通常,在普通领域中,这些贵金属相对于可见光产生局部等离子共振。因此,记录层 101 可基于具有可见光区域内的波长 λ 并具有用于 BD、DVD 和 CD 的磁道记录的光来产生近场光 LWn 和 LRn。

此外,对于记录层 101,纳米粒子 2 的直径 D_2 为 1 nm 以上且 50 nm 以下。因此,如图 8 所示,当纳米粒子 2 处于稳定状态时,可以有效地产生局部等离子共振。

此外,对于记录层 101,介质 3 的厚度 D_2 为 1 nm 以上且 25 nm 以下。因此,如图 9 所示,可以有效地产生局部等离子共振。

此外,记录粒子 1S 具有 2 nm 以上且 52 nm 以下的直径。因此,当记录粒子 1S 处于稳定状态时,可以提高光学信息记录介质 100 的记录密度。

这里,通常,在使用等离子共振天线 43 的情况下,记录光束 LW 从金属板 43a 的周围泄露并照射向记录层 101。光学信息记录介质 100 包括被设置为与记录层 101 相邻并使记录光束 LW 作为光以高透射率透过的基板 102。因此,光学信息记录介质 100 使泄露的记录光束 LW 透过,从而光接收元件 36 不接收光束 LW。因此,在返回的散射光束 LSa 中不包括引起噪声的多余光,由此可以提高再生信号的信噪 (S/N) 比。

对于光学信息记录介质 100，在基板 102 和记录层 101 之间的界面处设置抗反射膜，使得可以防止泄漏的记录光束 LW 的反射，并且可以进一步提高再生信号的 S/N 比。

此外，对于光学信息记录和再生装置 20，聚集从作为光源的记录和再生光源 31 发射的读取光束 LR 并照射向光学信息记录介质 100，并检测在光学信息记录介质 100 中产生的局部等离子共振的程度。

因此，光学信息记录和再生装置 20 可以接收通过局部等离子共振产生的高强度的返回散射光束 LSa，此外，可以基于散射光束 LSa 光量的较大差异来检测局部等离子共振的程度，使得可以以高精度再生信息。

此外，对于光学信息记录和再生装置 20，向光学信息记录介质 100 照射由等离子天线 43 产生的近场光 LRn。因此，可以照射具有小光点直径和大能量的近场光 LRn。

此外，对于光学信息记录和再生装置 20，由于整体上作为光照射部的光点形成部 40 的数值孔径是 1.0 以上，所以由纳米粒子 2 产生的散射光束 LS 可以以大角度接收，并且返回的散射光束 LSa 的光量可以增加。此外，由于光点形成部 40 直接接收由纳米粒子 2 产生的散射光 LS，所以散射光 LS 不衰减，并且可以获得基于保持大光量的散射光 LS 的具有大光量的返回散射光束 LSa。

此外，对于光学信息记录和再生装置 20，聚集从记录和再生光源 31 发射的记录光束 LW 并作为近场光 LWn 照射向光学信息记录介质 100，并且基于控制部 2 的控制以改变光学信息记录介质 100 中产生的局部等离子共振的程度的方式来改变记录光束 LW 的强度。

因此，光学信息记录和再生装置 20 可以在可获得较大返回散射光束 L_{Sa} 的状态下在光学信息记录介质 100 上记录信息。

根据上述构造，光学信息记录介质 100 的记录层 101 由具有 100 nm 以下直径的纳米粒子 2 和介质 3 形成，通过根据记录光束 L_W 的照射改变介质 3 的复数介电常数 ϵ_3 来记录信息，并根据读取光束 L_R 的照射，基于通过纳米粒子 2 改变局部等离子共振程度来再生信息。

因此，在再生信息时，光学信息记录介质 100 可以产生具有大光量光的返回散射光束 L_{Sa} 作为返回光。以这种方式，可以实现能够增加返回光量的光学信息记录介质、用于光学信息记录介质的信息记录粒子以及其中使用光学信息记录介质的光学信息再生方法、光学信息再生装置、光学信息记录方法和光学信息记录装置。

(7) 其他实施例

顺便提及，在上述实施例中，描述了光学拾取器 30 沿导轴 25A 和 25B 移动的情况。然而，本发明不限于此。例如，如图 22 所示，可以使用通过基础部分的旋转而移动的悬架 150。对于悬架 150，在其端部设置光点形成部 140，此外，以通过类似的悬架（图中未示出）移动光学拾取器 130 的方式在光点形成部 140 上方设置光学拾取器 130。

在这种情况下，如图 23 所示，光点形成部 140 接收并聚集从光学拾取器 130 入射的入射光 L。这时，在滑块 144 中形成光点形成部 140，其中，在保持与光学信息记录介质 100 的预定浮动间隙 GF 的同时，通过空气压力来移动滑块 144。自然，可以在滑块 144 中设置光学拾取器 130 和光点形成部 140。

在上述实施例中，描述了金属粒子被用作纳米粒子 2 以及相变材料被用作介质 3 的情况。然而，本发明并不限于此。例如，如图 24A 和图 24B 所示，相变材料可以被用作纳米粒子 2 而金属粒子可以被用作介质 3。即使在这种情况下，仍可以基于介质 3 的极化而在纳米粒子 2 和介质 3 之间的界面处产生局部等离振子共振，并且可以获得类似于上述实施例的效果。

在上述实施例中，描述了利用聚光透镜 41、固体浸没透镜 42 和等离振子天线 43 聚集入射光 L 并照射向光学信息记录介质 100 的情况。然而，本发明并不限于此。在本发明中，可以利用具有各种构造的光学部件来聚集入射光 L 并照射向光学信息记录介质 100。

在上述实施例中，描述了向光学信息记录介质 100 照射由等离振子天线 43 产生的近场光 LRn 和 LWn 的情况。然而，本发明并不限于此。例如，可以向光学信息记录介质 100 照射通过单个聚光透镜聚集的光束。

在上述实施例中，描述了接收在与再生光束 LR 的方向相反的方向上移动的散射光 LS 作为返回的散射光束 LSa 的情况。然而，本发明并不限于此。例如，光接收元件可以设置在与光学信息记录介质 100 的入射面相对的一侧，并接收穿过光学信息记录介质 100 的散射光 LS。同样，在这种情况下，可以获得类似于上述实施例的效果。

在上述实施例中，描述了将记录光束 LW 和读取光束 LR 的波长指定为局部等离振子共振的程度变为最大的光的波长的情况。然而，本发明并不限于此。在本发明中，可以适当地选择记录光束 LW 和读取光束 LR 的波长。例如，具有 405 nm 波长的记录光束 LW 和读取光束 LR 可以用于实例 1 中的样品 SS1。

在上述实施例中，描述了用作记录层的记录层 **101** 构成用作光学信息记录介质的光学信息记录介质 **100** 的情况。然而，本发明不限于此。可以由具有各种构造的其他记录层 **101** 形成光学信息记录介质。

在上述实施例中，描述了由用作纳米粒子的纳米粒子 **2** 和用作介质的介质 **3** 形成用作记录粒子的记录粒子 **1S** 的情况。然而，本发明并不限于此。记录粒子可以由具有各种构造的其他纳米粒子和介质形成。

在上述实施例中，描述了由用作光照射部的光点形成部 **40** 和用作检测部的光接收元件 **36** 形成用作光学信息再生装置的光学信息记录和再生装置 **20** 的情况。然而，本发明并不限于此。根据本发明实施例的光学信息再生装置可以由具有各种构造的其他光照射部和检测部形成。

此外，在上述实施例中，描述了由用作光照射部的光点形成部 **40** 和用作光强度控制部的控制部 **21** 形成用作光学信息记录装置的光学信息记录和再生装置 **20** 的情况。然而，本发明并不限于此。根据本发明实施例的光学信息记录装置可以由具有各种构造的其他光照射部和光强度控制部形成。

本领域的技术人员应理解，根据设计要求和因素，可以有多种修改、组合、再组合和改进，均应包含在本发明的权利要求或等同物的范围之内。

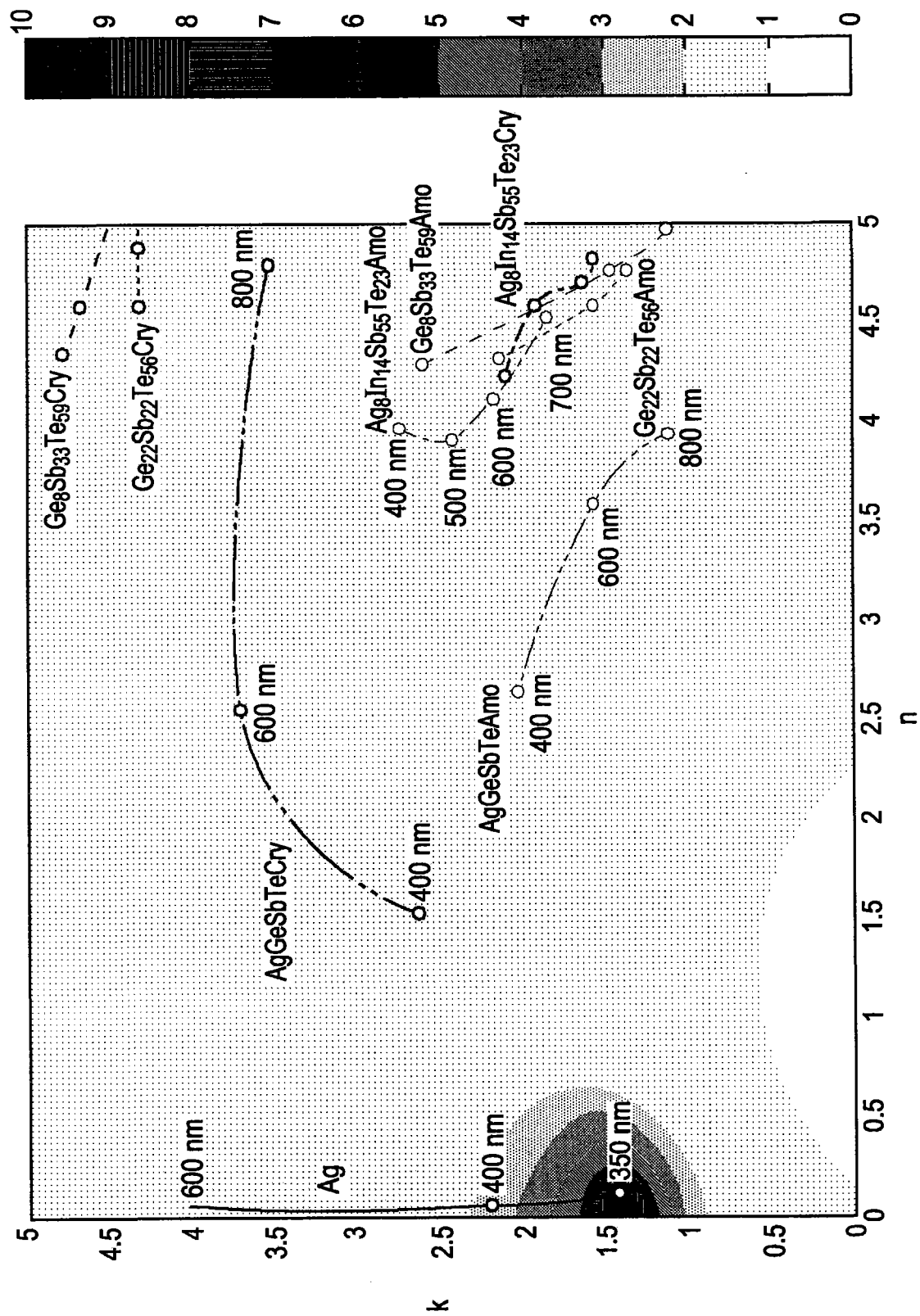


图 1

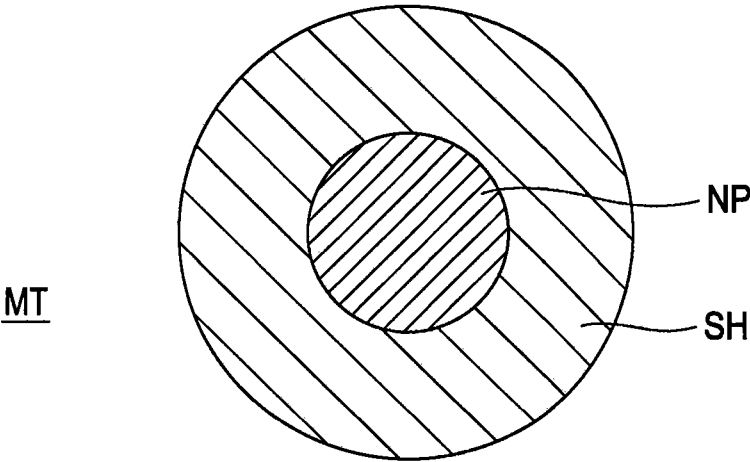


图 2A

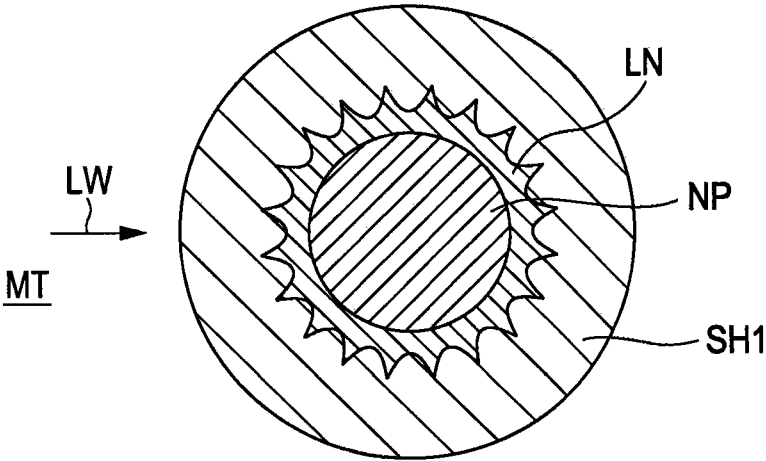


图 2B

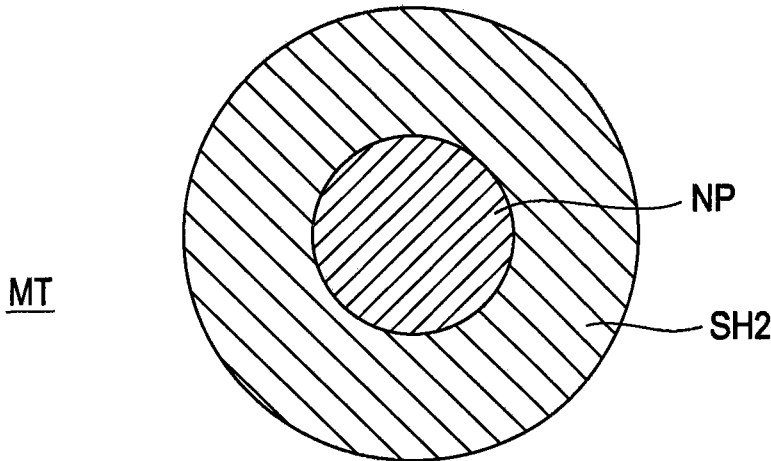


图 2C

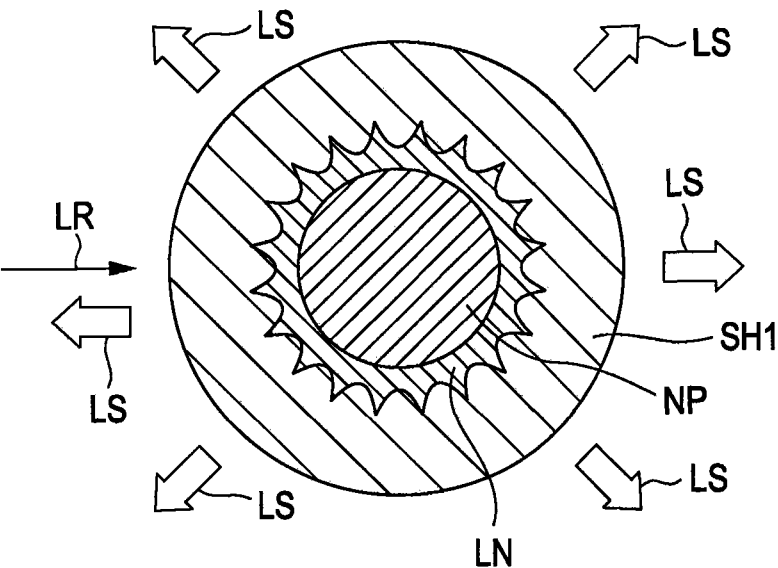


图 3A

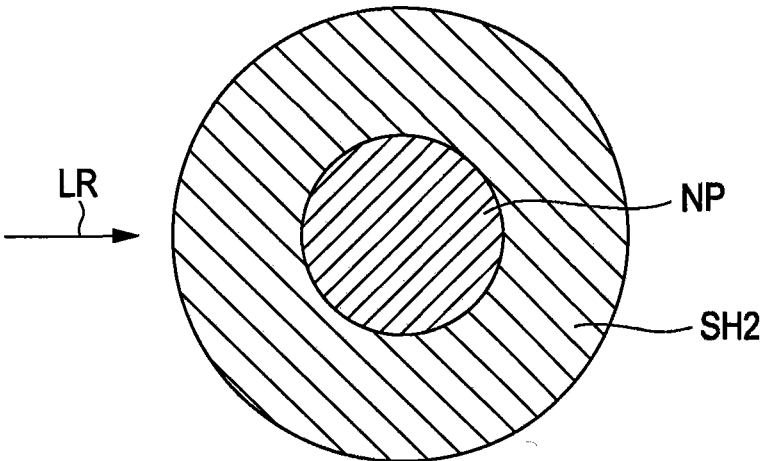


图 3B

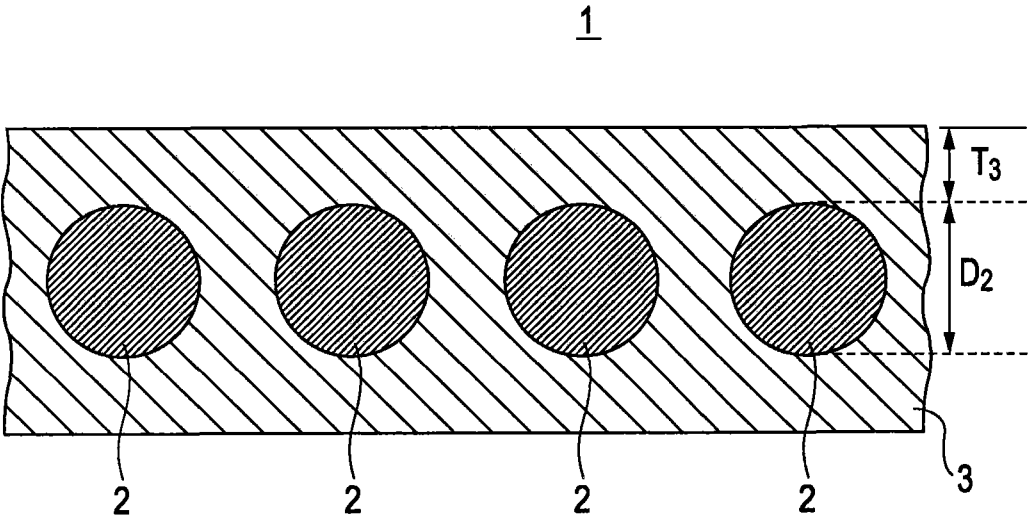


图 4A

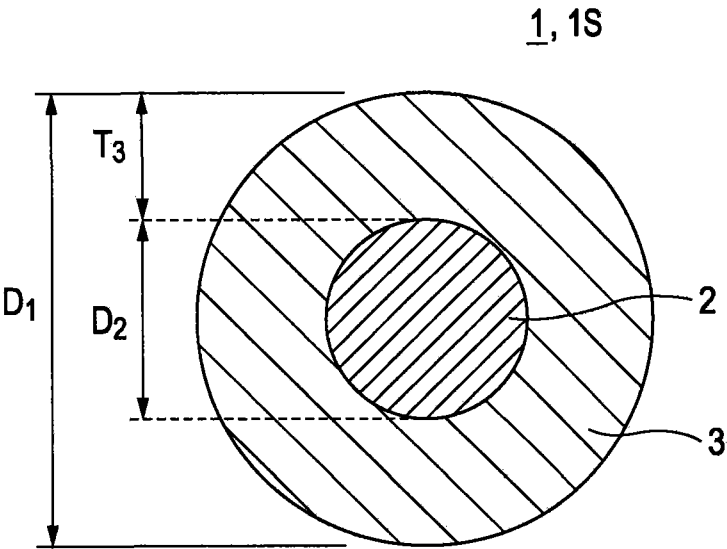


图 4B

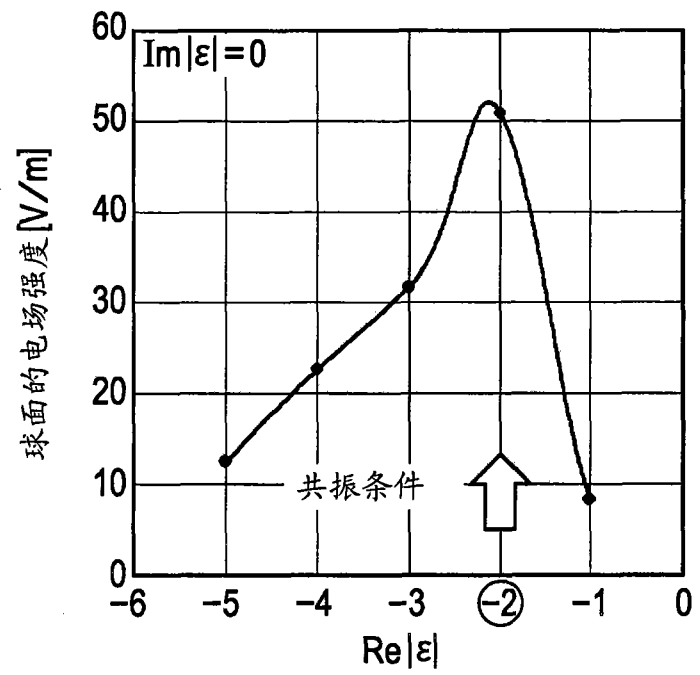


图 5A

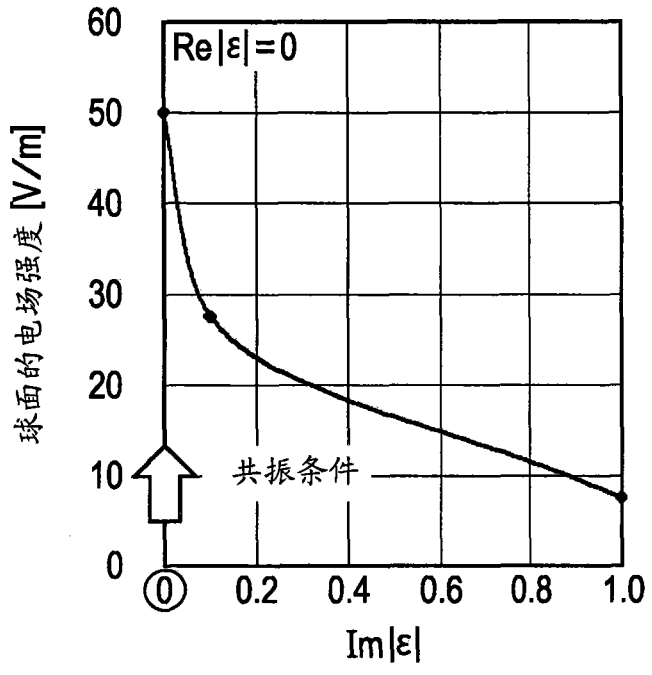


图 5B

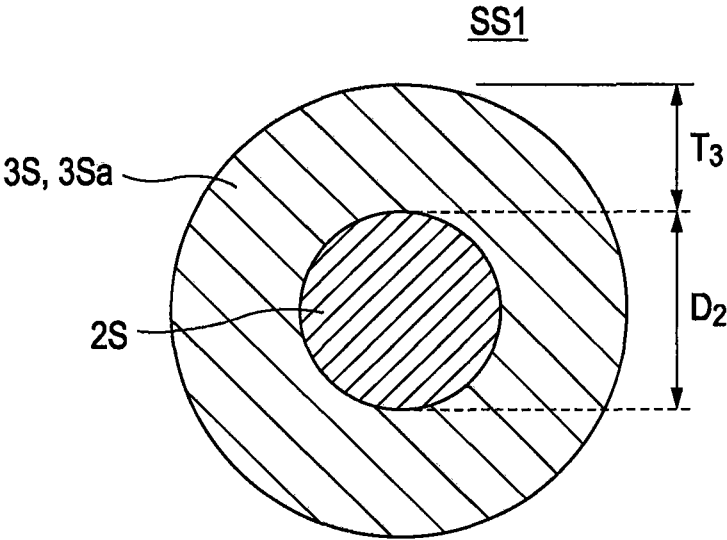


图 6A

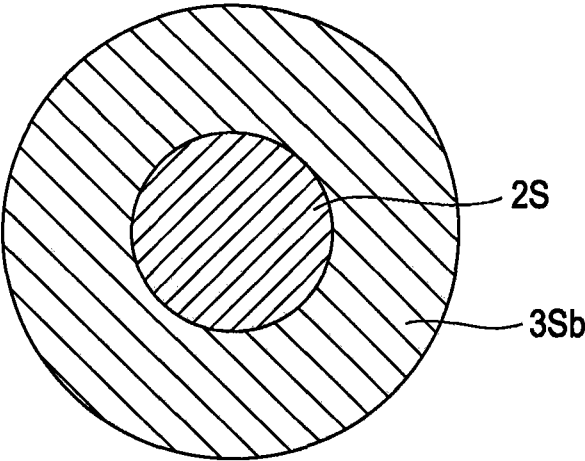


图 6B

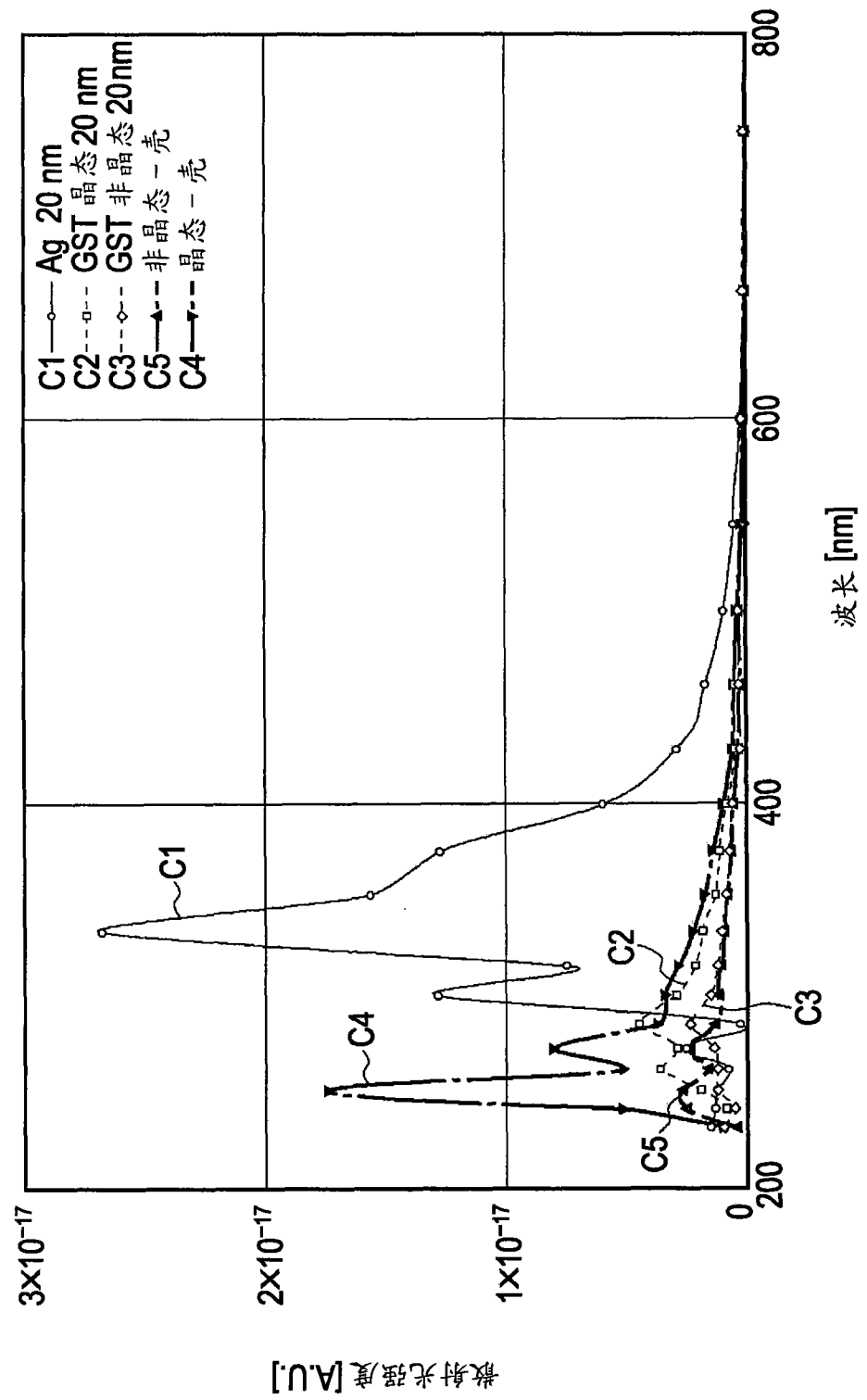


图 7

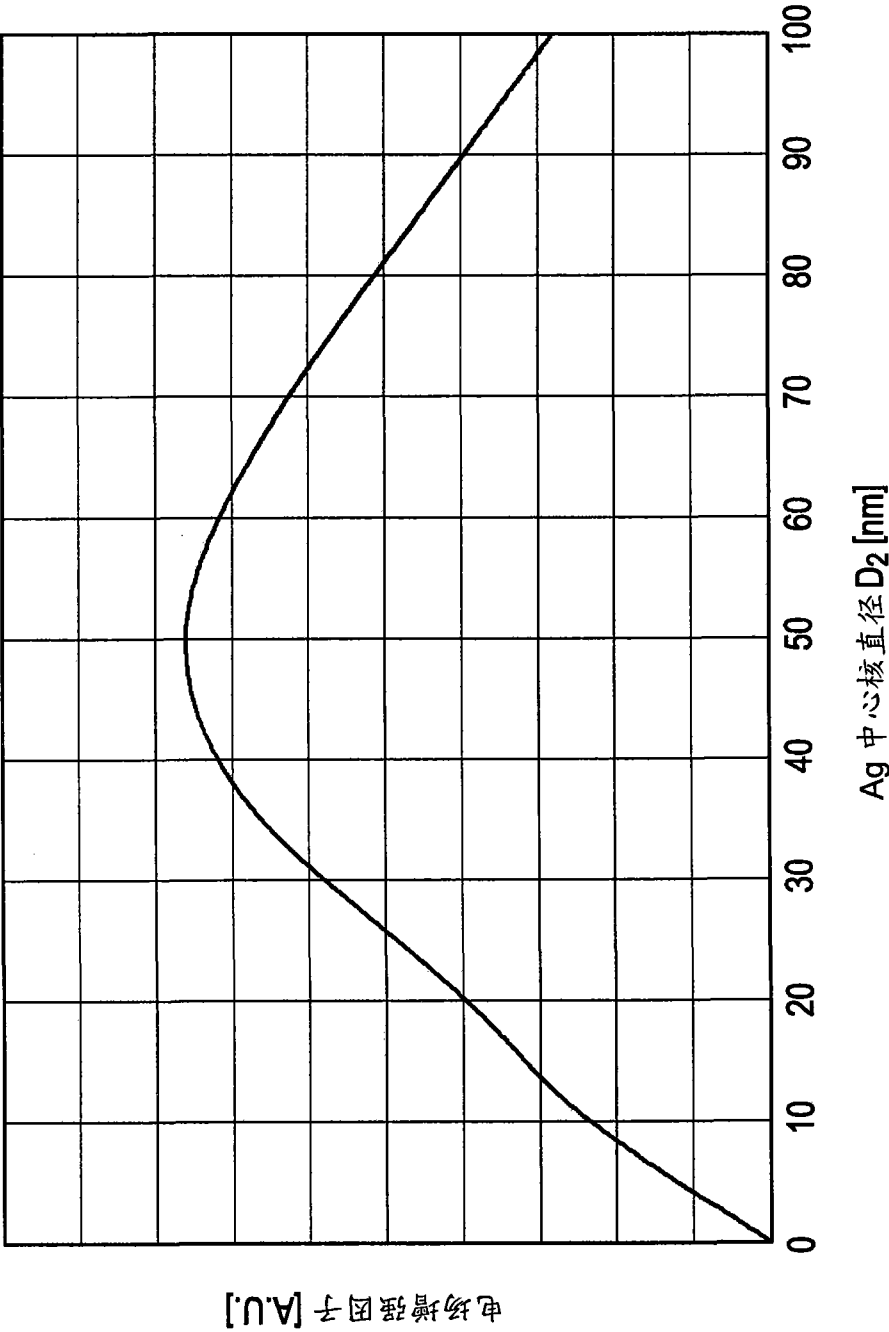


图 8

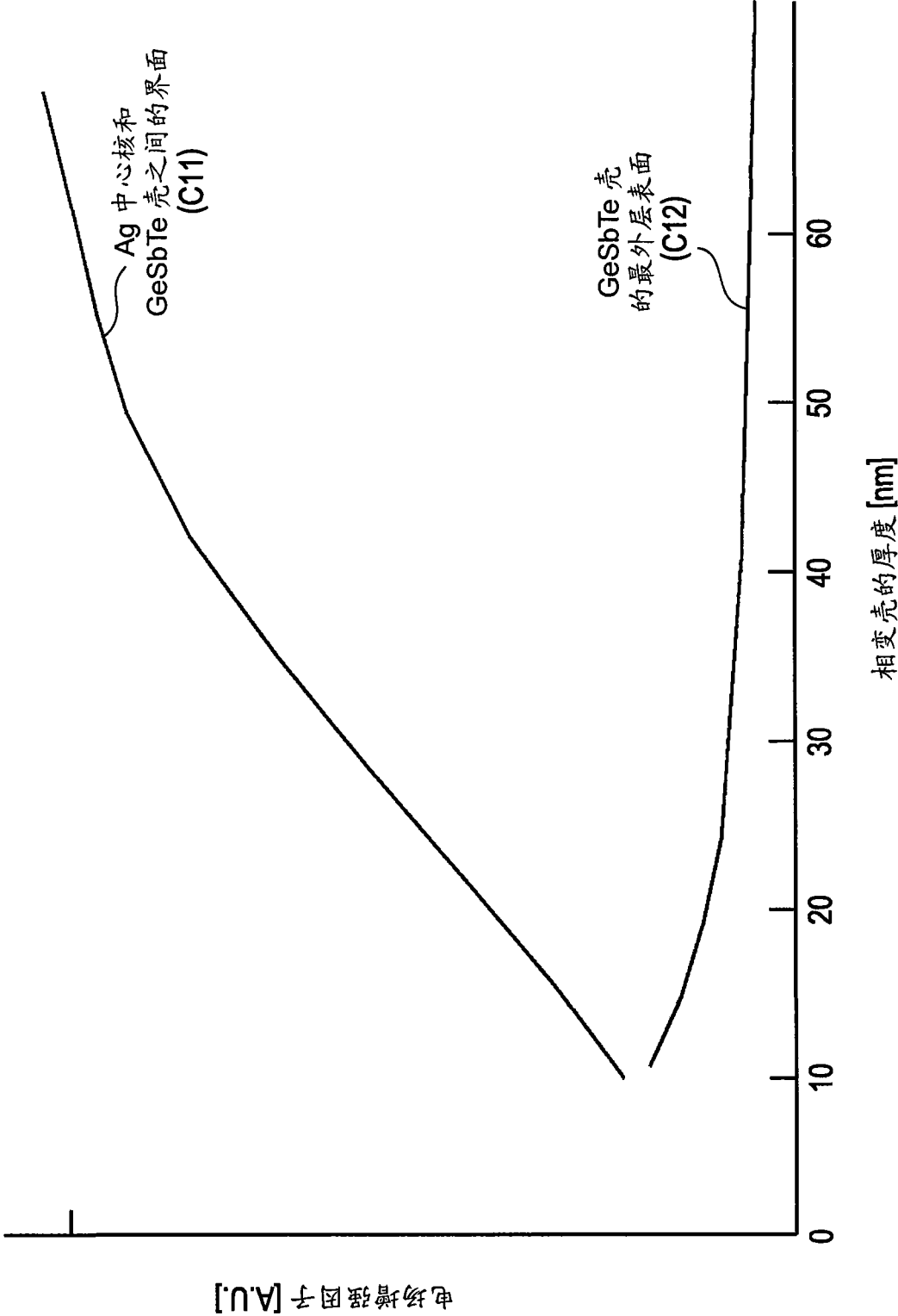


图 9

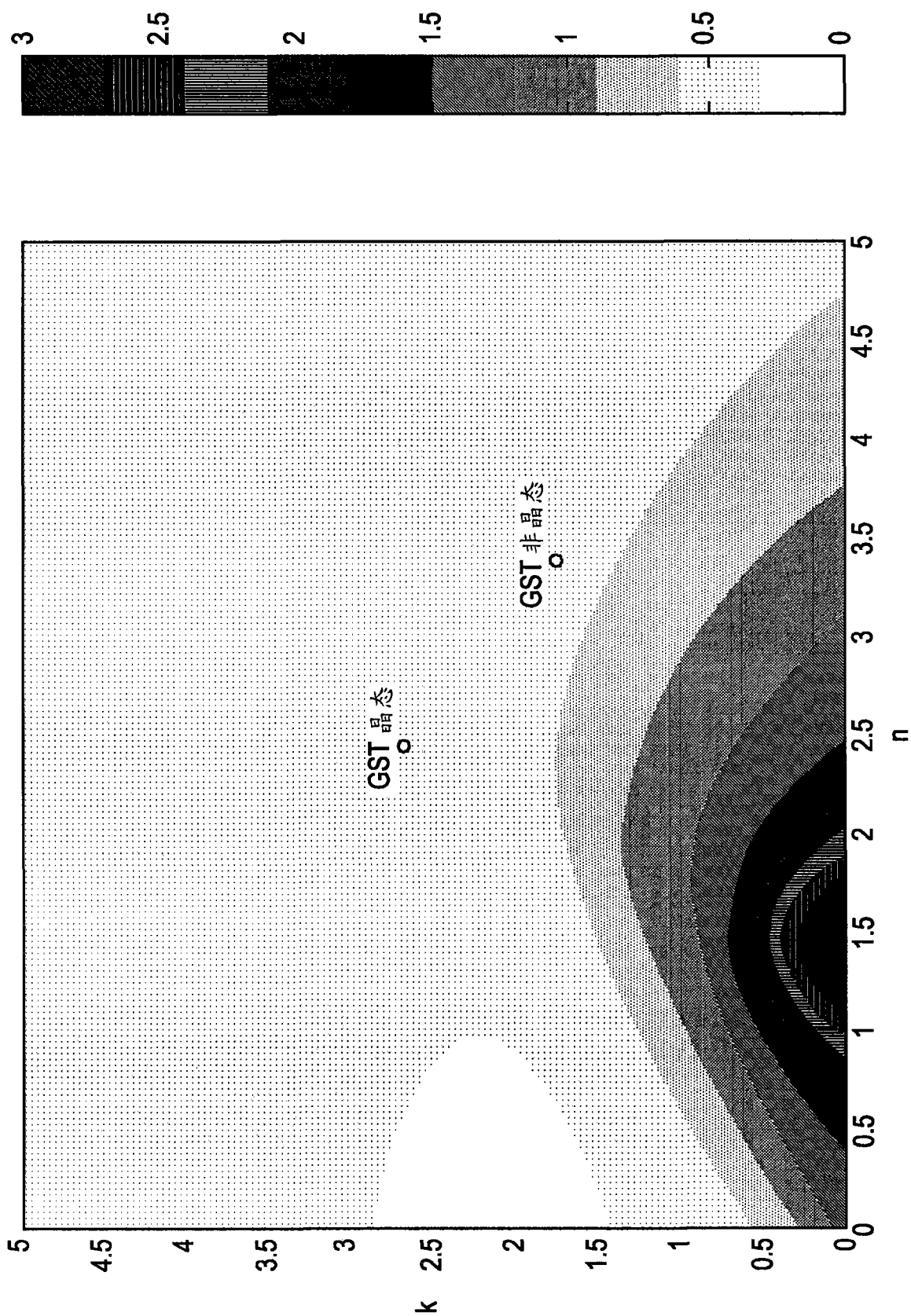


图 10

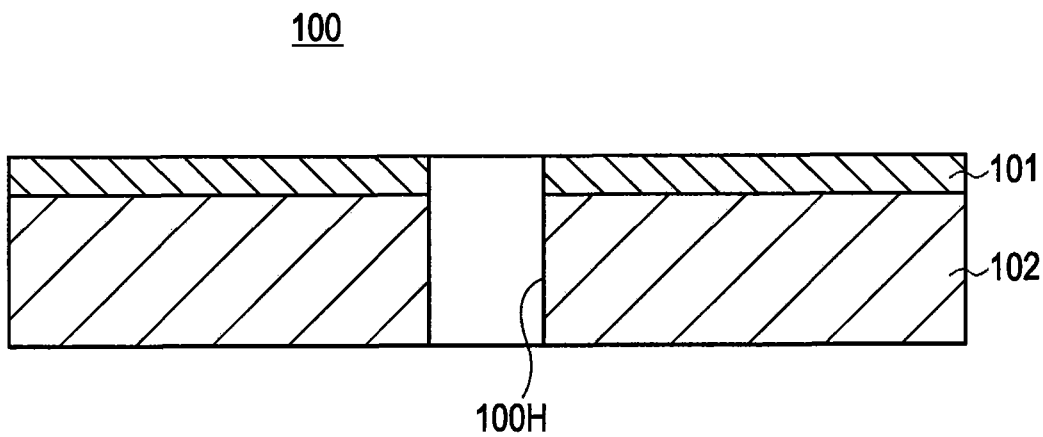


图 11A

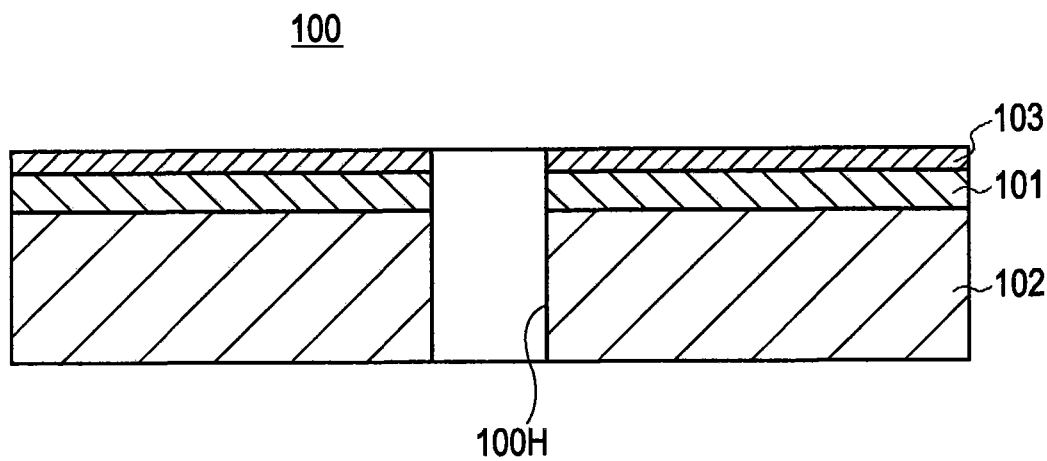


图 11B

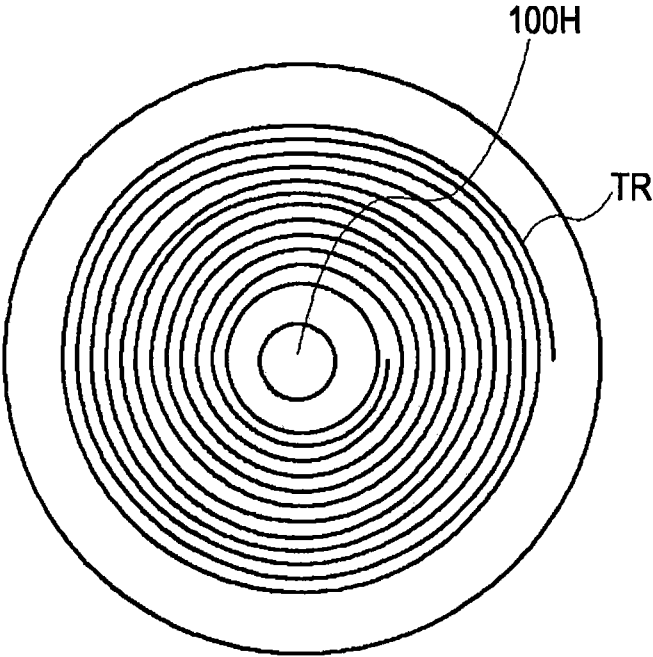


图 12A

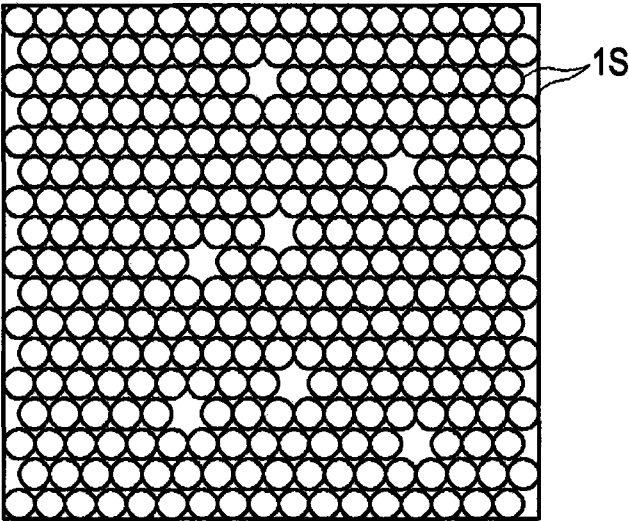


图 12B

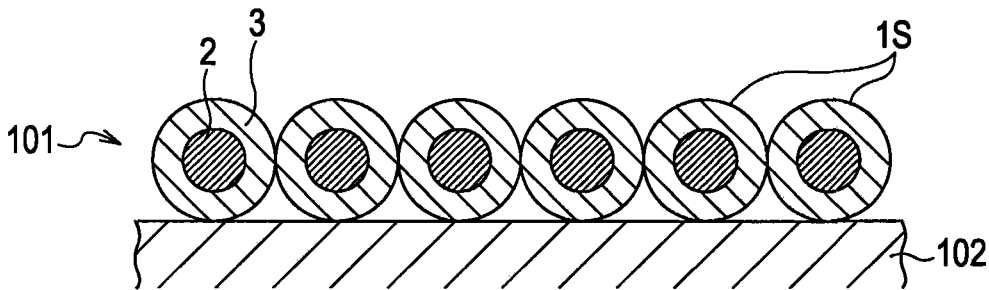


图 13A

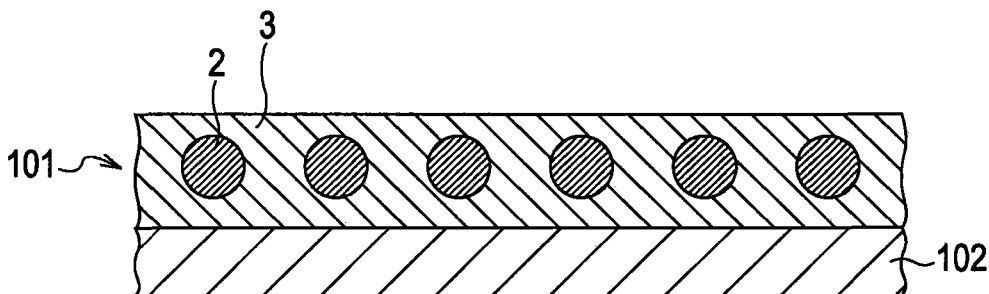


图 13B

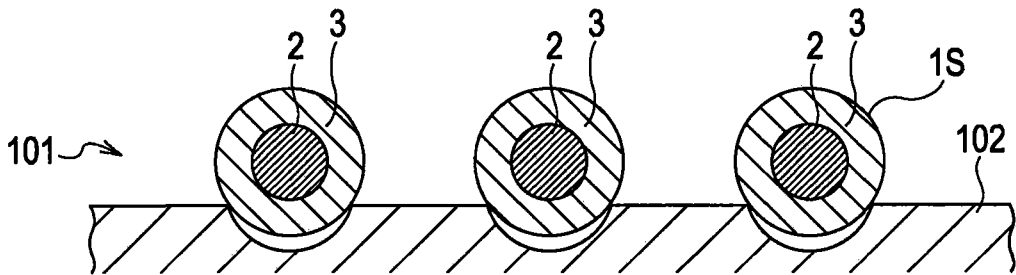


图 13C

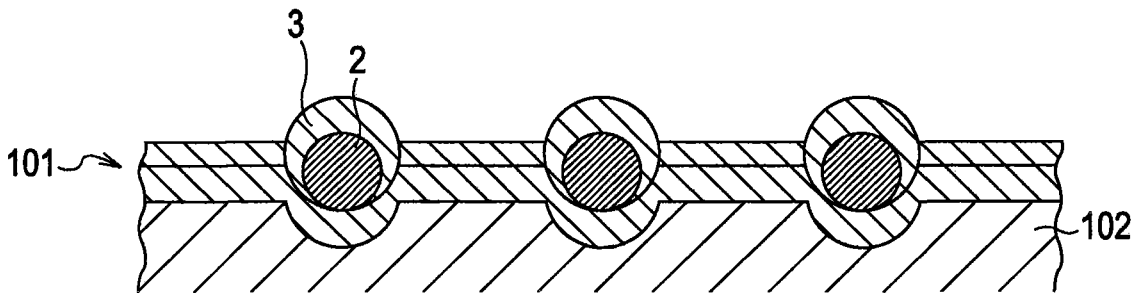


图 13D

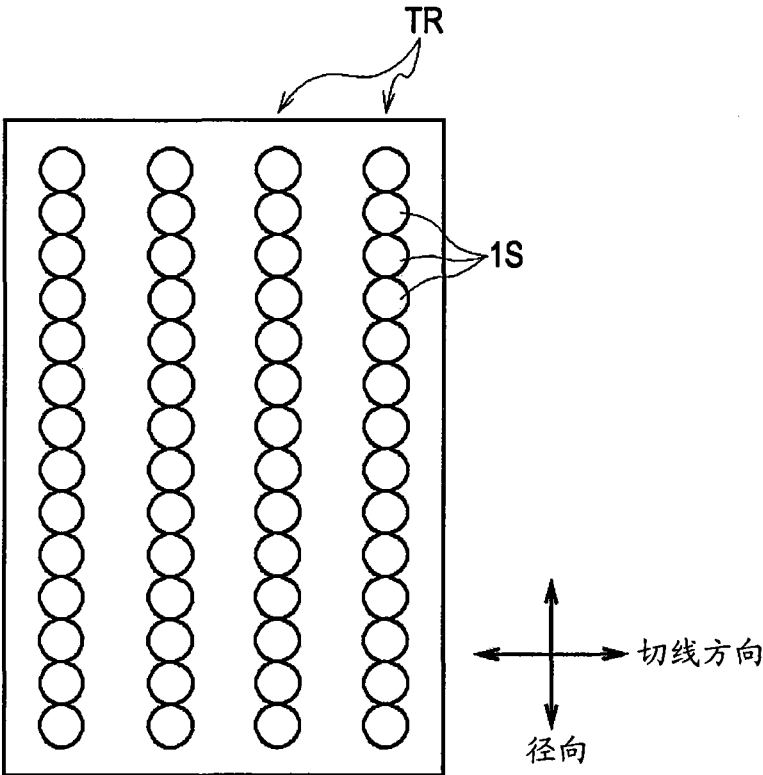


图 14A

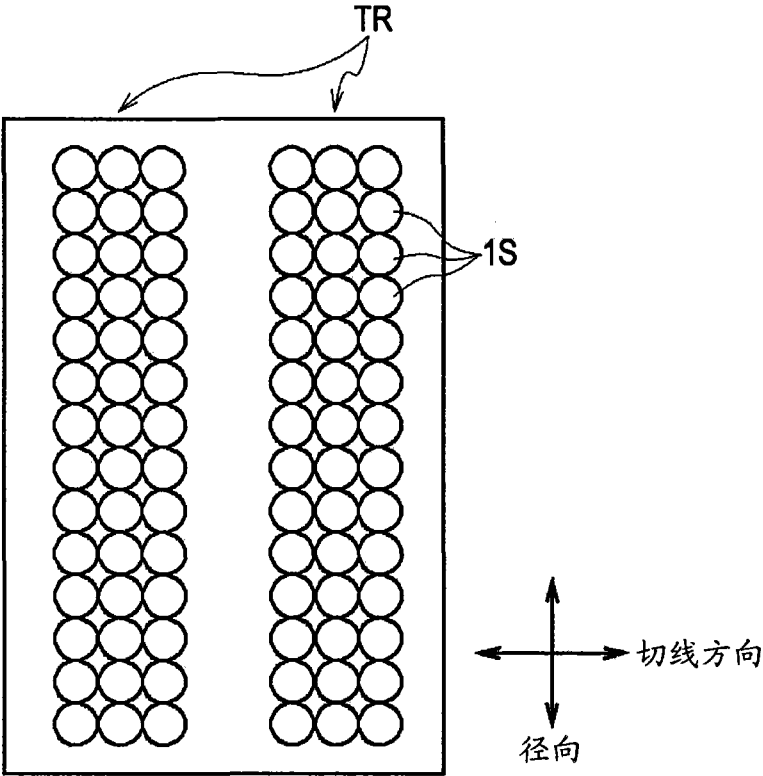


图 14B

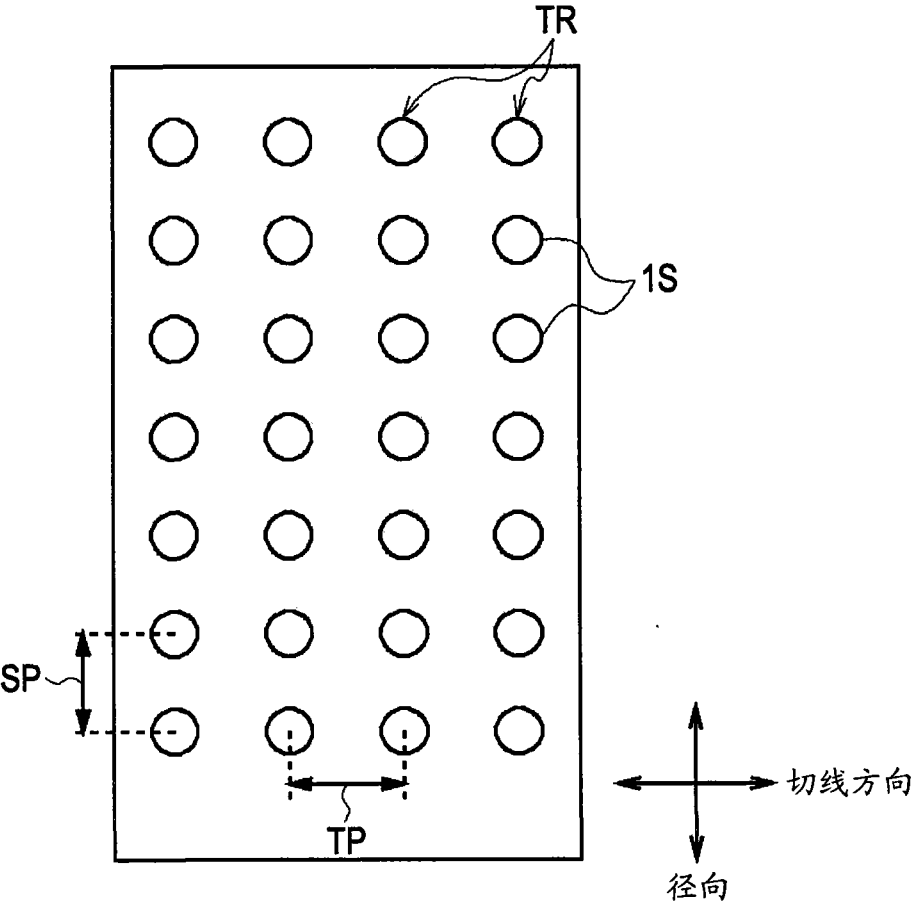


图 15

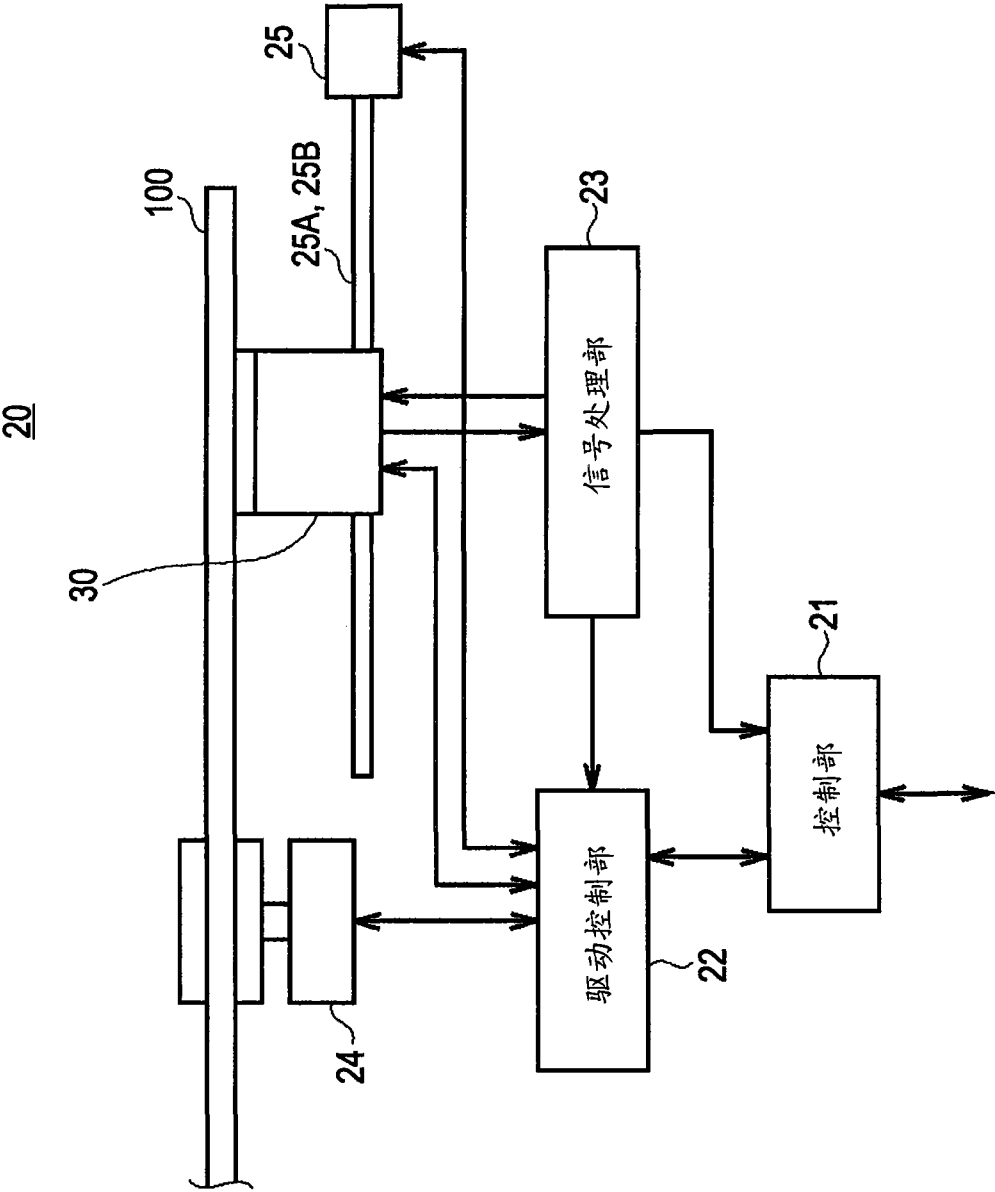


图 16

30

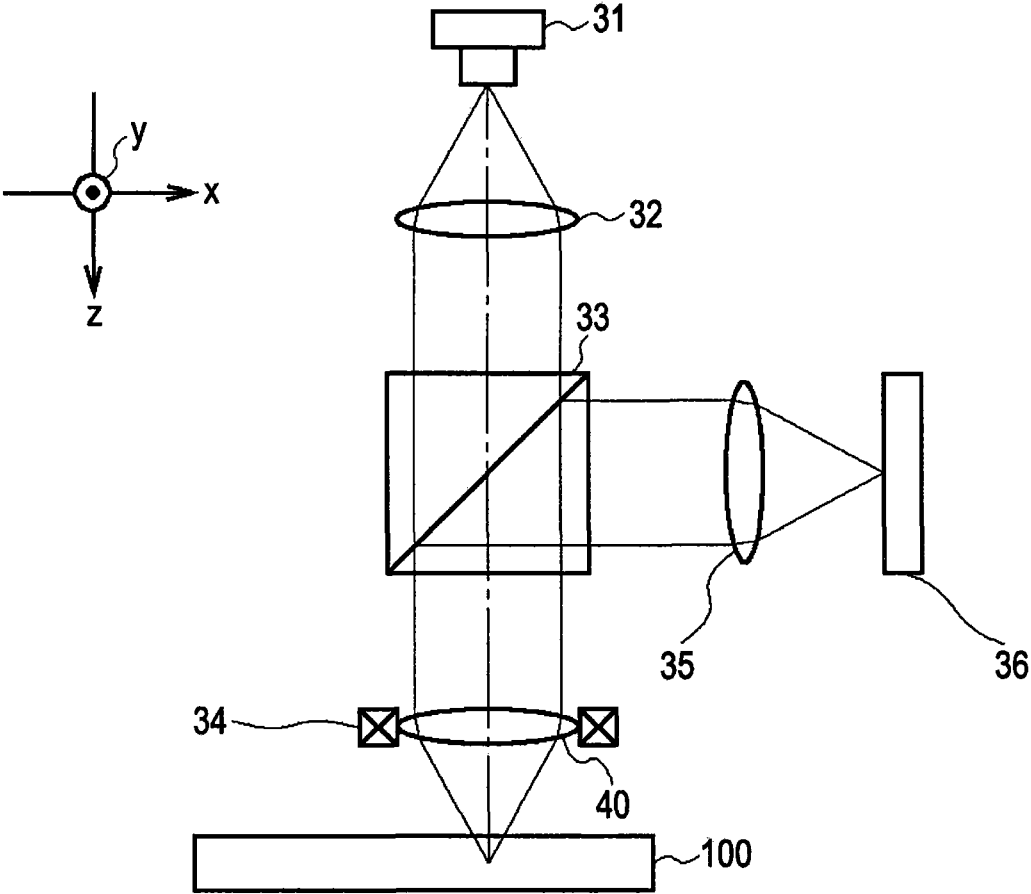


图 17

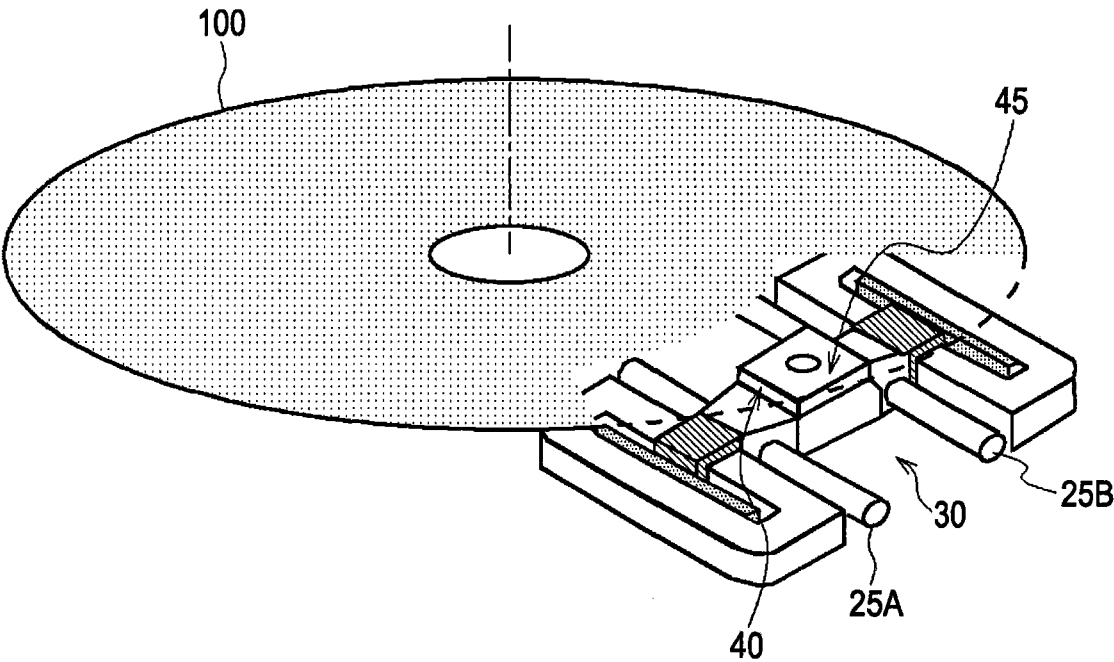


图 18A

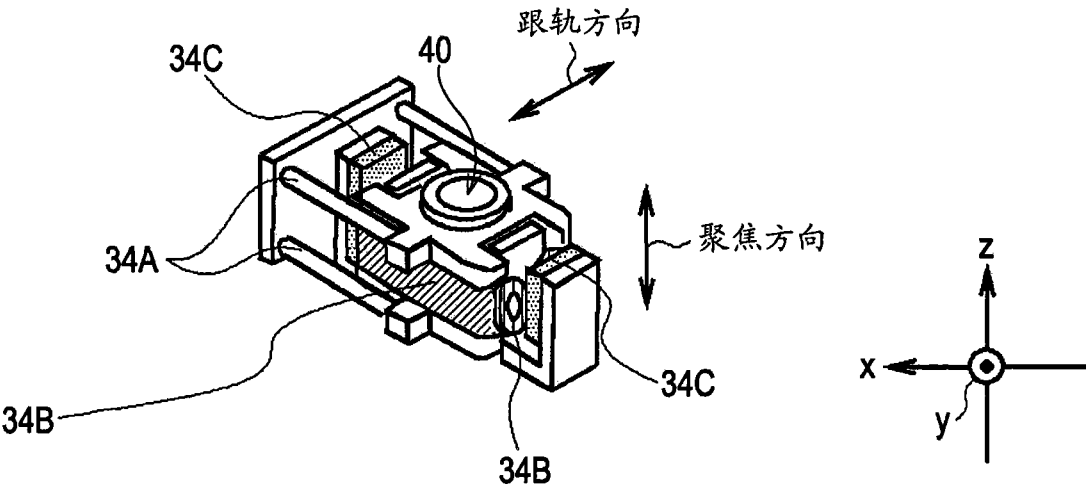


图 18B

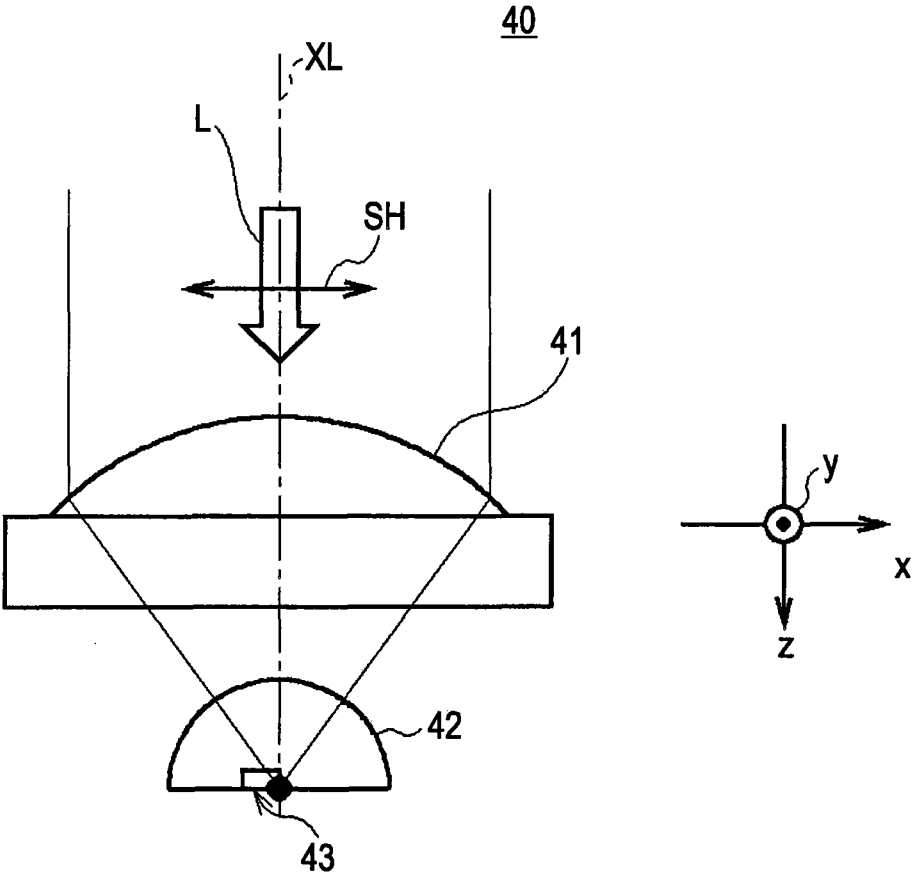


图 19A

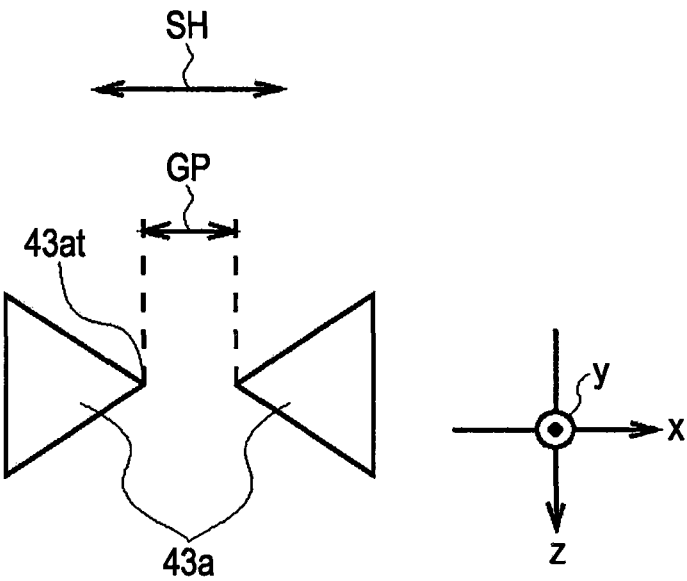


图 19B

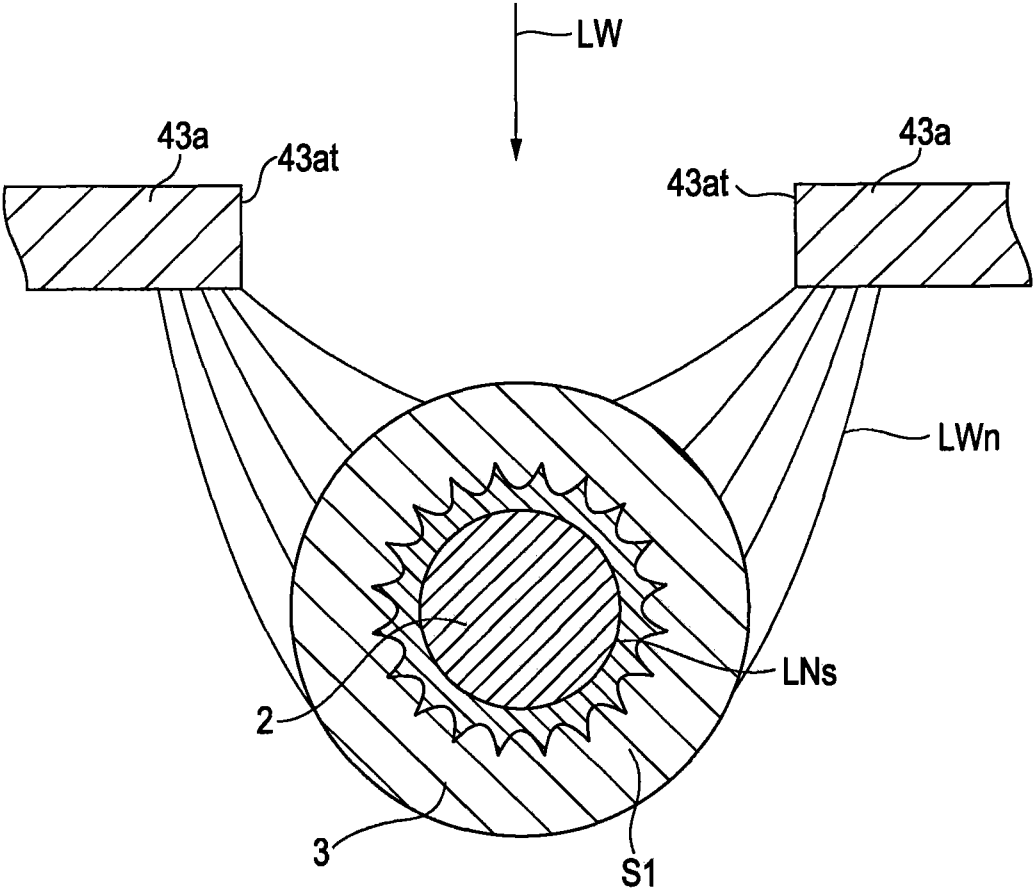


图 20

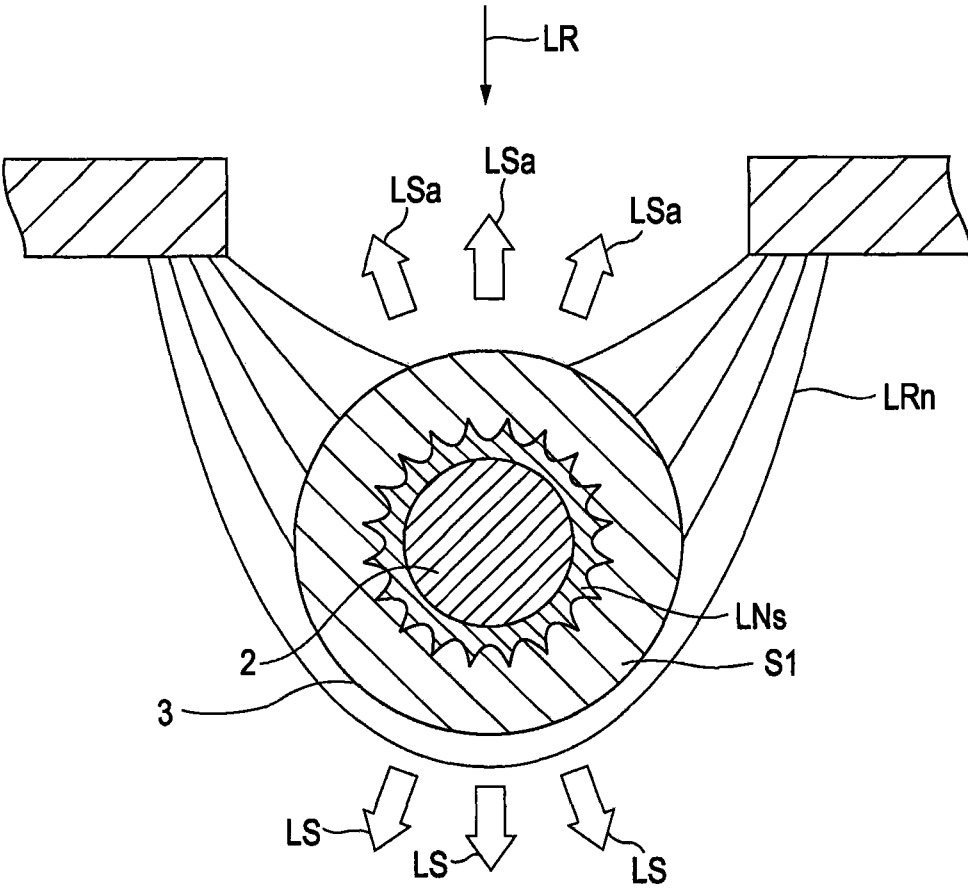


图 21A

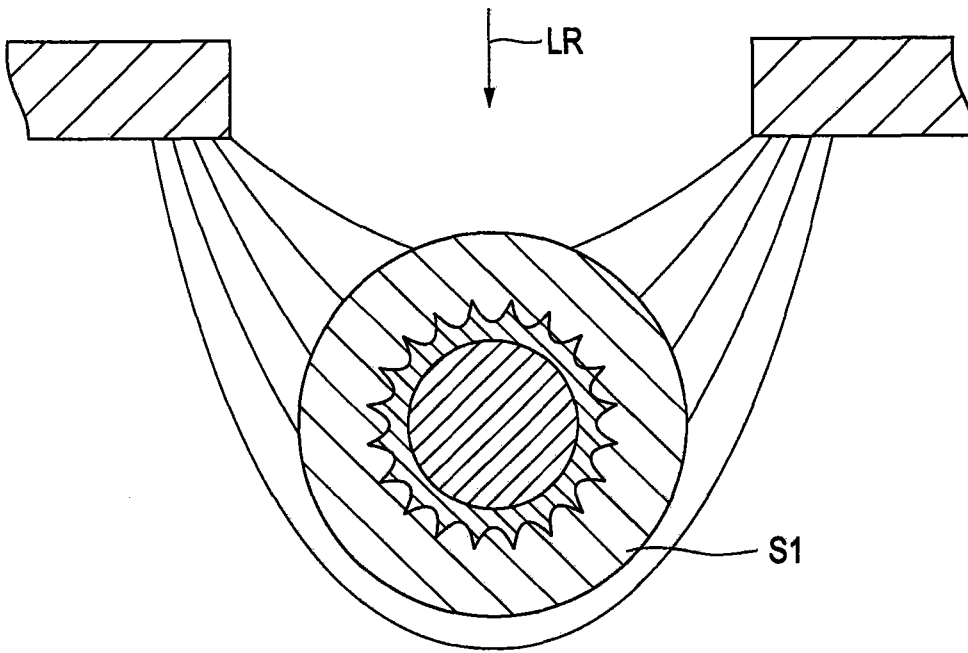


图 21B

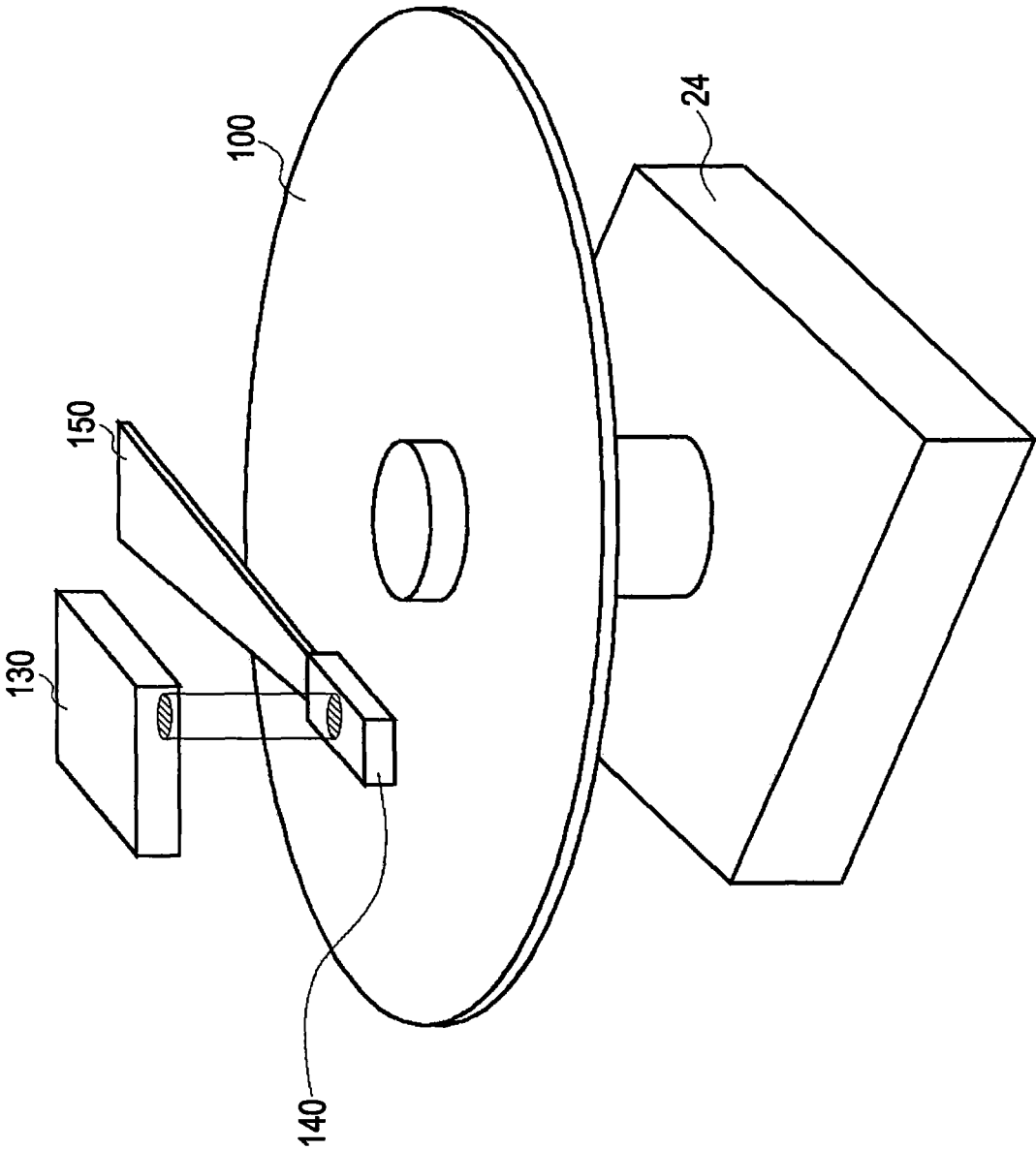


图 22

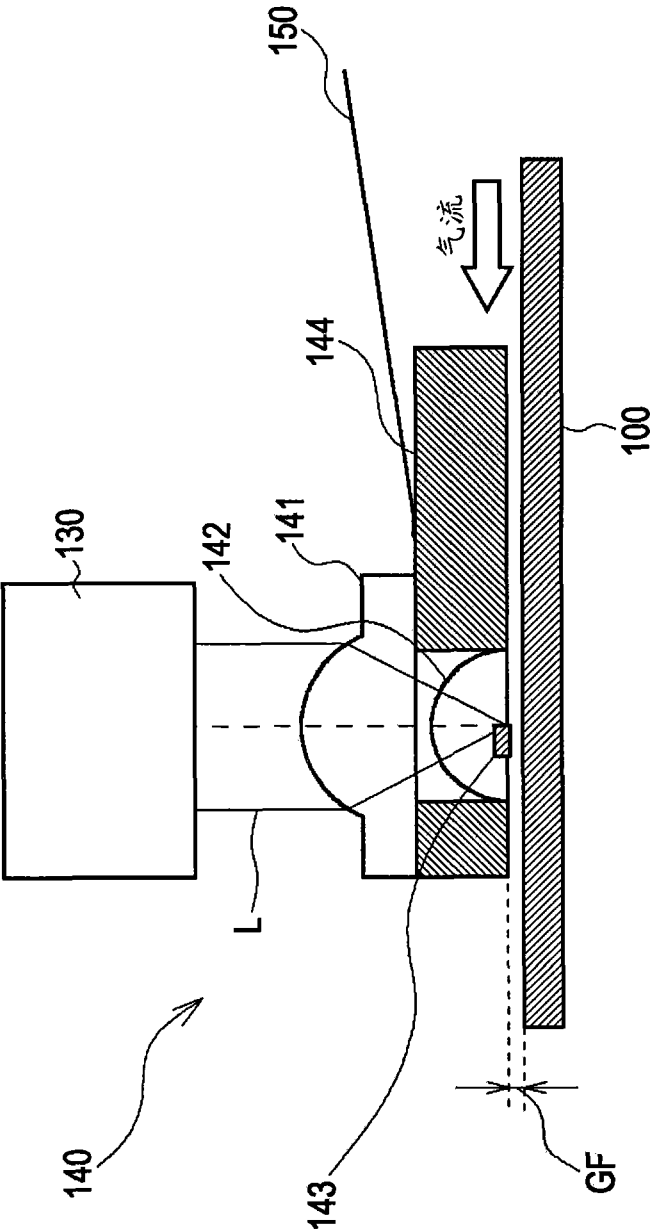


图 23

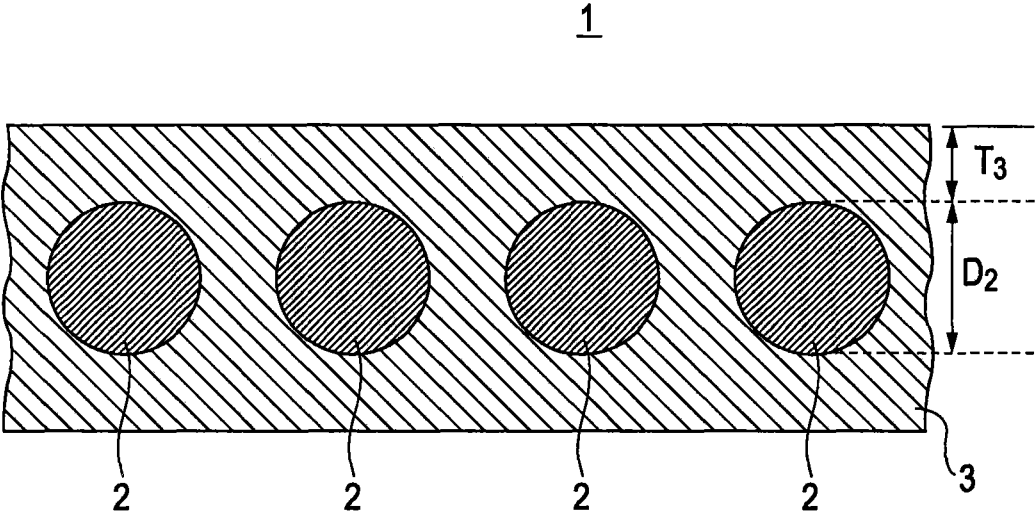


图 24A

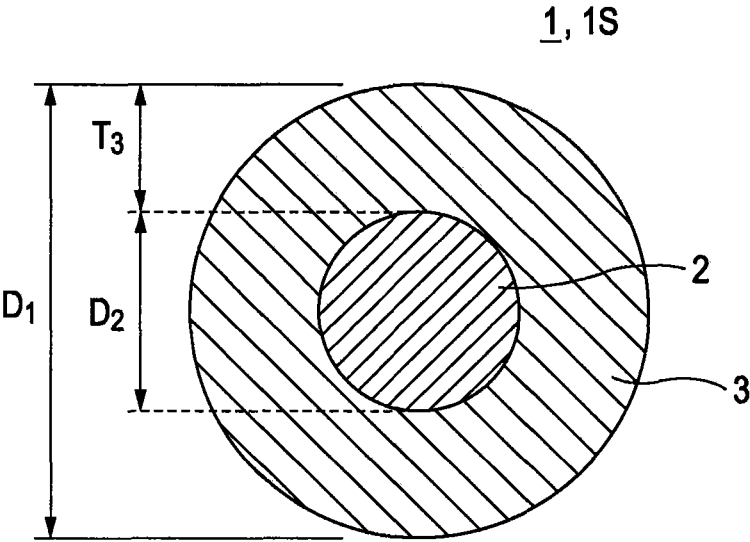


图 24B