



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102403000 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201110243065. 5

(22) 申请日 2011. 08. 18

(30) 优先权数据

2010-187992 2010. 08. 25 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 藤家和彦 关口浩司

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 宋鹤

(51) Int. Cl.

G11B 7/22(2006. 01)

G11B 7/1374(2012. 01)

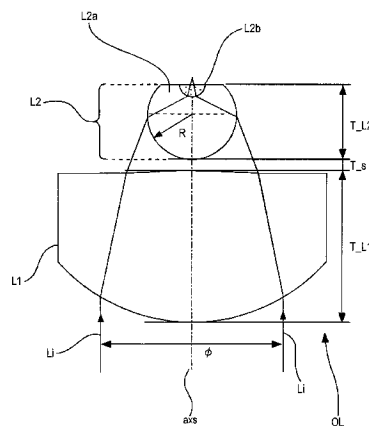
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 12 页

(54) 发明名称

物镜、透镜制造方法和光学驱动设备

(57) 摘要

本发明提供了物镜、透镜制造方法和光学驱动设备。物镜包括：固体浸没透镜，其具有超半球或半球形状，其中，超透镜部分被形成为固体浸没透镜的物侧表面的一部分，并且通过沿着多个球形形状堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜而与其结合，多个球形形状从绕预定基准点 Pr 具有半径 R_i 的球形形状开始到绕基准点 Pr 具有半径 R_o ($R_o > R_i$) 的球形形状，基准点 Pr 设置在固体浸没透镜的物侧表面的外侧。



1. 一种物镜,包括:

固体浸没透镜,其具有超半球或半球形状,

其中,所述固体浸没透镜的物侧表面的一部分中形成有超透镜部分,所述超透镜部分通过沿着多个球形形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜而与所述固体浸没透镜相结合,所述多个球形形状是从绕预定基准点 Pr 具有半径 Ri 的球形形状开始到绕所述基准点 Pr 具有半径 Ro 的球形形状,所述基准点 Pr 设置在所述固体浸没透镜的所述物侧表面的外侧,其中 $R_o > R_i$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的物镜,

其中,所述第一薄膜由 SiO_2 、 SiN 、C、玻璃、聚合物、金属氧化物和 GaN 中的一者制成。

3. 根据权利要求 1 所述的物镜,

其中,所述第二薄膜由 Cu、Ag、Au 和 Al 中的一者制成。

4. 根据权利要求 1 所述的物镜,

其中,所述第一薄膜由 Al_2O_3 制成并且所述第二薄膜由 Ag 制成。

5. 根据权利要求 1 所述的物镜,

还包括后透镜,所述后透镜允许会聚光通过所述固体浸没透镜的、与所述物侧表面相背离的表面而入射到所述固体浸没透镜上。

6. 一种透镜制造方法,包括:

在具有超半球或半球形状的固体浸没透镜的物侧表面中形成凹陷,所述凹陷具有与具有预定半径的球形表面的一部分相同的形状;并且

在上述形成步骤中形成的所述凹陷中,沿着所述凹陷的形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜。

7. 一种透镜制造方法,包括:

制备形成有突起部的衬底,所述突起部具有与具有预定半径的球形表面的一部分的形状相同的形状;

在所述突起部上沿着所述突起部的形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜;

在具有超半球或半球形状的固体浸没透镜的物侧表面面向所述衬底的、已经交替地堆叠所述第一薄膜和所述第二薄膜的表面的状态下,用高折射率粘合剂将所述固体浸没透镜结合到所述衬底;以及

将在上述结合步骤中结合的所述衬底分离。

8. 一种光学驱动设备,包括:

物镜,所述物镜包括固体浸没透镜,所述固体浸没透镜具有超半球或半球形状并且具有超透镜部分,所述超透镜部分被形成在所述固体浸没透镜的物侧表面的一部分中并且通过沿着多个球形形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜而与所述固体浸没透镜相结合,所述多个球形形状是从绕预定基准点 Pr 具有半径 Ri 的球形形状开始到绕所述基准点 Pr 具有半径 Ro 的球形形状,所述基准点 Pr 设置在所述固体浸没透镜的所述物侧表面的外侧,其中 $R_o > R_i$;以及

记录/再现单元,所述记录/再现单元经由所述物镜来用光照射光学记录介质,以将信息记录在所述光学记录介质上或者对记录在所述光学记录介质上的信息进行再现。

物镜、透镜制造方法和光学驱动设备

技术领域

[0001] 本公开涉及包括固体浸没透镜 (solid-immersion lens) 的物镜和用于制造该固体浸没透镜的方法。本公开也涉及包括光学驱动设备, 该设备包括该物镜并且在光学记录介质上记录信息或者再现记录在光学记录介质上的信息。

背景技术

[0002] 已经将诸如 CD (紧凑型盘)、DVD (数字多用途盘) 和 BD (Blu-ray® 光盘) 的光学盘状记录介质 (也被简称作光盘) 用作光学记录介质, 通过利用光照射该光学记录介质来在其上记录信息和 / 或从其再现所记录的信息。

[0003] 在光盘的上述发展中, 已经进行了有进展的努力以缩短记录 / 再现光的波长并且增加物镜的数值孔径 (NA), 以使得用来记录 / 再现信息的光的聚焦点的尺寸变得更小, 并且记录容量和记录密度变得更高。

[0004] 然而, 因为物镜与光盘之间的介质是空气, 所以现有技术中的任何光盘都已经被已知具有限制而不能将数值孔径 NA (经聚焦的光点的尺寸 (直径) 取决于该数值孔径 NA) 增大到 “1” 以上。

[0005] 具体地, 通过物镜聚焦在光盘上的光点的尺寸通过以下表达式近似地给出:

[0006] $\lambda / \text{NA}_{\text{obj}}$

[0007] 其中, NA_{obj} 表示物镜的数值孔径并且 λ 表示光的波长。

[0008] 数值孔径 NA_{obj} 由以下公式表示:

[0009] $\text{NA}_{\text{obj}} = n_A \times \sin \theta$

[0010] 其中, n_A 表示置于物镜与光盘之间的介质的折射率, 并且 θ 表示穿过物镜的外围的光的入射角。

[0011] 如将会通过分析该公式而理解的, 只要介质是空气 ($n_A = 1$), NA_{obj} 就不会比 1 大。

[0012] 为了绕过这种限制, JP-A-2010-33688、JP-A-2009-134780 和其他文件公开并提出了通过使用近场光 (倏逝光) 实现了 $\text{NA}_{\text{obj}} > 1$ 的再现 / 记录方法 (近场记录 / 再现方法)。

[0013] 如公知的, 在近场记录 / 再现方法中通过利用近场光照射光盘来记录 / 再现信息。在这个处理中, 固体浸没透镜 (下文中被缩写为 SIL) 被用作物镜, 通过该物镜用近场光照射光盘 (例如, 见 JP-A-2010-33688 和 JP-A-2009-134780)。

[0014] 图 12 描述了现有技术的基于 SIL 的近场光学系统。

[0015] 图 12 示出了成形为超半球的 SIL (超半球 SIL) 被用作 SIL 的示例。具体地, 这种情况下的超半球 SIL 具有物侧平坦面 (即, 面向记录介质的表面, 信息记录到记录介质或者从该记录介质再现信息) 和其余超半球面。

[0016] 在这种情况下的物镜被形成为两个透镜的组, 其中一个形成上述超半球 SIL 的前透镜。如图 12 所示, 后透镜是双非球面透镜。

[0017] 具有图 12 中示出的构造的物镜的有效数值孔径 NA 如以下公式表示:

[0018] $\text{NA} = n_{\text{SIL}}^2 \times \sin \theta_i$

[0019] 其中, θ_i 表示入射光的入射角, 并且 n_{SIL} 表示制造超半球 SIL 的材料的折射率。

[0020] 通过将 SIL 的折射率 n_{SIL} 设置为比“1”更大的值, 表达式表示具有图 12 中示出的构造的物镜的有效数值孔径 NA 可以大于“1”(大于空气的折射率)。

[0021] 在现有技术中, SIL 的折射率 n_{SIL} 例如已经被设置为 2, 基于所设置的 SIL 的折射率 n_{SIL} , 已经实现了约 1.8 的有效数值孔径 NA。

[0022] 近场光学系统不一定具有使用这种超半球 SIL 的构造, 而是具有使用有半球形状的 SIL(半球 SIL) 的构造。

[0023] 在物镜包括半球 SIL 而不是图 12 中示出的超半球 SIL 时, 物镜的有效数值孔径 NA 如下所示:

$$[0024] \quad \text{NA} = n_{\text{SIL}} \times \sin \theta_i$$

[0025] 该表达式指明了通过将高折射率材料 ($n_{\text{SIL}} > 1$) 用作制造 SIL 的材料, 使用半球 SIL 仍然允许 NA 比 1 更大。

[0026] 将用于超半球 SIL 的表达式与用于半球 SIL 的表达式相比较, 表明在超半球 SIL 和半球 SIL 由相同材料制造(具有相同折射率的材料)时使用超半球 SIL 可以提供更高的有效 NA。

[0027] 为了进行确认的目的, 通过使用 SIL 记录/再现信息, 以产生具有大于 1 的数值孔径的光(近场光)并允许光传播到记录介质(利用近场光来照射记录介质), SIL 的物侧表面需要接近记录介质。SIL 的物侧表面与记录介质之间(记录表面)的间距被称作间隙。

[0028] 在近场记录/再现方法中, 间隙需要至少是所使用的光的波长的约四分之一以下。

发明内容

[0029] 如上所述, 使用包括半球或超半球 SIL 的物镜允许数值孔径 NA 大于“1”并且因此将光点直径减小到比现有技术的光盘系统的限制更小的值。即, 记录密度可以相应地增加并且因此记录容量也可以增加。

[0030] 可以说更高的记录密度和更高的记录容量通常是优选的, 并且存在进一步增加记录密度和记录容量的要求。

[0031] 因此并且期望实现比使用现有技术的 SIL 的物镜更高的有效数值孔径 NA, 以进一步增加记录密度和记录容量。

[0032] 本公开的实施例涉及如下所述地构造的物镜。

[0033] 即, 根据本公开的实施例的物镜包括具有超半球或半球形状的固体浸没透镜。

[0034] 固体浸没透镜具有超透镜部分, 该超透镜部分形成为固体浸没透镜的物侧表面的一部分, 并且通过沿着多个球形形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜而与其结合, 多个球形形状从绕预定基准点 Pr 具有半径 R_i 的球形形状开始到绕基准点 Pr 具有半径 R_o ($R_o > R_i$) 的球形形状, 基准点 Pr 设置在固体浸没透镜的物侧表面的外侧。

[0035] 本公开的另一个实施例涉及以下第一和第二方法, 这些方法作为用于制造容纳在根据本公开的以上实施例的物镜中的固体浸没透镜。

[0036] 即, 第一透镜制造方法包括: 在具有超半球或半球形状的固体浸没透镜的物侧表

面中形成凹陷,凹陷具有与具有预定半径 R_o 的球形表面的一部分相同的形状;并且在形成步骤中形成的凹陷中,沿着凹陷的形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜。

[0037] 第二透镜制造方法包括:制备其上具有突起部的衬底,突起部具有与具有预定半径 R_i 的球形表面的一部分的形状相同的形状;在突起部上沿着突起部的形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜。

[0038] 第二透镜制造方法还包括:在固体浸没透镜的物侧表面面向衬底的、其上已经交替地堆叠第一薄膜和第二薄膜的表面的状态下,利用高折射率粘合剂将具有超半球或半球形状的固体浸没透镜结合到衬底。

[0039] 第二透镜制造方法还包括将在结合步骤中结合的衬底分离。

[0040] 本公开的另一个实施例设计如下地构造的光学驱动设备。

[0041] 即,光学驱动设备包括:物镜,物镜包括固体浸没透镜,固体浸没透镜具有超半球或半球形状并且具有超透镜部分,超透镜部分被形成为固体浸没透镜的物侧表面的一部分并且通过沿着多个球形形状交替地堆叠具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜而与固体浸没透镜相结合,多个球形形状从绕预定基准点 P_r 具有半径 R_i 的球形形状开始到绕基准点 P_r 具有半径 R_o ($R_o > R_i$) 的球形形状,基准点 P_r 设置在固体浸没透镜的物侧表面的外侧。

[0042] 该光学驱动设备还包括:记录/再现单元,其经由物镜来利用光照射光学记录介质,以将信息记录在光学记录介质上或者对记录在所属光学记录介质上的信息进行再现。

[0043] 其中具有正介电常数的第一薄膜和具有负介电常数的第二薄膜交替地堆叠的超透镜部分允许由固体浸没透镜部分(固体浸没透镜中除了超透镜部分之外的部分)产生并具有比 1 更大的 NA(NA:数值孔径)的光传播,如下文中描述的。

[0044] 具有上述形状的超透镜部分还允许由固体浸没透镜产生并具有大于 1 的 NA 的极小光点的尺寸按照 R_o/R_i 的因数来减小,其中 R_o/R_i 是半径 R_o 与半径 R_i 的比率。

[0045] 如上所述,超透镜部分不仅进一步令小了由固体浸没透镜部分产生并具有大于 1 的 NA 的极小光点的尺寸,还允许光传播到光学记录介质,使得利用光来照射光学记录介质。

[0046] 因此,根据本公开的实施例的物镜允许通过使用直径比通过现有技术的固体浸没透镜所获得的光点更小的光点来记录信息。

[0047] 此外,具有上述形状的超透镜部分允许来自物体的返回光通量的尺寸按照 R_o/R_i 的因数来增加,其中 R_o/R_i 是半径 R_o 与半径 R_i 的比率。即,超透镜部分可以按照可逆的方式减小/增加光通量的尺寸。

[0048] 根据本公开的实施例的物镜,可以通过使用直径比通过现有技术的固体浸没透镜(SIL)获得的光点更小的光点来记录信息。即,记录密度和记录容量因此相比于通过使用现有技术的 SIL 的物镜所获得的记录密度和记录容量变得更高。

[0049] 此外,根据本公开的实施例的按照可逆的方式减小/增加光通量的尺寸的物镜的超透镜部分也可以备用来适当地读取通过使用由根据本公开的实施例的物镜产生的极小光点而记录的标记(信息)。

[0050] 因此可以实现像现有技术中的光盘系统那样,使用对于记录和再现共用的单个光

学系统的系统。

附图说明

- [0051] 图 1 描述了根据实施例的物镜；
- [0052] 图 2 是超透镜部分的放大截面图；
- [0053] 图 3 示出了具有分离的超透镜的物镜的构造；
- [0054] 图 4 示出了表示由根据实施例的物镜提供的有益效果的具体计算结果；
- [0055] 图 5A 和图 5B 描述了第一制造方法,其为根据实施例的制造方法；
- [0056] 图 6A 到图 6C 描述了第二制造方法,其为根据实施例的另一种制造方法；
- [0057] 图 7 主要示出了根据实施例的光学驱动设备的光学拾取器的内部构造；
- [0058] 图 8 示出了本实施例的光学记录介质的截面结构,其中信息被记录到光学记录介质并且从该光学记录介质再现信息；
- [0059] 图 9 示出了根据实施例的光学驱动设备的整体内部构造；
- [0060] 图 10A 和图 10B 描述了根据实施例的物镜的视野；
- [0061] 图 11 描述了在间隙长度与从物镜返回的光量之间的关系；并且
- [0062] 图 12 描述了使用固体浸没透镜的近场光学系统。

具体实施方式

- [0063] 下文中将会描述用于实施本公开的形式（下文中称作实施例）。
- [0064] 将会按照以下顺序进行描述。
- [0065] <1. 根据实施例的物镜>
- [0066] <2. 制造方法>
- [0067] [2-1. 第一制造方法]
- [0068] [2-2. 第二制造方法]
- [0069] <3. 驱动设备>
- [0070] [3-1. 光学拾取器的构造]
- [0071] [3-2. 驱动设备的整体内部构造]
- [0072] <4. 变形例>
- [0073] <1. 根据实施例的物镜>
- [0074] 图 1 描述了物镜 OL,该物镜 OL 为根据本公开的实施例的物镜。
- [0075] 图 1 是物镜 OL 的截面图。
- [0076] 图 1 也示出了入射到物镜 OL 上的光 Li 以及入射光 Li 的光轴轴线。
- [0077] 如图 1 所示,根据本实施例的物镜 OL 形成为两个透镜的组,后透镜 L1 和前透镜 L2。
- [0078] 在这种情况下,双非球面透镜被用作后透镜 L1。
- [0079] 后透镜 L1 将入射光 Li 转换为会聚光,其之后入射到前透镜 L2 上。
- [0080] 前透镜 L2 由 SIL 部分 (SIL:固体浸没透镜)L2a 和与其结合的超透镜部分 L2b 形成。换言之,可以说前透镜 L2 是具有形成为其一部分的超透镜部分 L2b 的固体浸没透镜。
- [0081] 在本示例中,如图 1 所示,用作前透镜 L2 的 SIL(SIL 部分 L2a) 具有超半球形状。

具体地,本示例中的 SIL 部分 L2a 是具有平坦物侧表面的超半球 SIL。

[0082] 为了进行确认的目的,这里使用的“物侧”表示面向利用通过物镜的光照射的物体的一侧。因为本示例中的物镜 OL 被用在向光学记录介质记录信息或从其再现信息的系统中,所以术语“物侧”表示面向光学记录介质的记录表面那一侧。

[0083] 作为固体浸没透镜的 SIL 部分 L2a 由至少具有比 1 更大的折射率的高折射率材料制成并且将入射通过后透镜 L1 的光转换为具有大于 1 的数值孔径 NA 的近场光(倏逝光)。

[0084] 如图 1 所示,在前透镜 L2 中,超透镜部分 L2b 形成为 SIL 部分 L2a 的物侧部分。该构造允许由 SIL 部分 L2a 制造的近场光入射到超透镜部分 L2b 上。

[0085] 如图 1 所示,超透镜部分 L2b 作为整体基本具有半球形状。

[0086] 图 2 是超透镜部分 L2b 的放大截面图。

[0087] 如图 2 所示,超透镜部分 L2b 具有多个薄膜堆叠的结构。

[0088] 具体地,超透镜部分 L2b 具有交替堆叠的第一薄膜和第二薄膜,其中第一薄膜具有正的介电常数 ϵ ($\epsilon > 0$) 并且第二薄膜具有负的介电常数 ϵ ($\epsilon < 0$)。

[0089] 具有负的介电常数 ϵ 的材料也被称作等离子体振子(plasmonic)材料。等离子体振子材料的示例可以包括 Cu、Ag、Au 和 Al。

[0090] 具有正介电常数 ϵ 的材料的示例可以包括 SiO_2 、SiN、C、玻璃、聚合物、金属氧化物和 GaN。

[0091] 介电常数 ϵ 随着所使用的光的波长 λ 而改变。因此可以根据波长 λ 选择第一薄膜和第二薄膜中的每一者的材料,以获得期望的介电常数 ϵ 。

[0092] 在本示例中,第一薄膜由 Al_2O_3 制成,并且第二薄膜由 Ag 制成(如下文中描述的,在本示例中假设波长 λ 为 405nm)。

[0093] 在图 2 中,第一和第二薄膜沿着球形表面堆叠,这些球形表面从设置在超透镜部分 L2b 的物侧表面的外侧的(即,在前透镜 L2 的物侧表面的外侧)、绕预定基准点 Pr 具有半径 R_i 的球形表面开始,到绕该基准点 Pr 具有半径 R_o ($R_o > R_i$) 的球形表面。因为第一和第二薄膜沿着球形表面堆叠,所得到的堆叠膜具有穹顶形状,如图 2 所示。因此,如图 2 所示,超透镜部分 L2b 具有年轮状截面形状。

[0094] 为了进行确认的目的,除了具有上述半径 R_i 的半球部分之外,整体具有上述大致半球形状的超透镜部分 L2b 因此具有平坦的物侧表面。超透镜部分 L2b 的物侧表面基本平坦的原因是该表面应当与 SIL 部分 L2a 的平坦物侧表面相一致,其中超透镜部分 L2b 与 SIL 部分 L2a 的平坦物侧表面相结合。

[0095] 所堆叠的第一和第二薄膜的总数可以在 3 到 100000 的范围内,具体地,在本示例中是 34。

[0096] 第一和第二薄膜中每一者的厚度范围从 4 到 40nm,具体地,在本示例中是 10nm。

[0097] 如上所述,超透镜部分 L2b 具有把第一薄膜($\epsilon > 0$)和第二薄膜($\epsilon < 0$)交替地堆叠的结构。该结构允许具有大于 1 的数值孔径 NA 的光(近场光)沿着与薄膜堆叠方向平行的方向传播到超透镜部分 L2b 中。即,该结构允许由 SIL 部分 L2a 产生并具有大于 1 的 NA 的光传播并朝向物体离开。

[0098] 此外,根据上述超透镜部分 L2b 的堆叠结构,在已经通过具有半径 R_o 的球形表面进入的光离开具有半径 R_i 的球形表面时,光通量的尺寸(即,光点的直径)可以按照 $R_o/$

Ri (其为半径 Ro 与半径 Ri 的比率) 的因数来减小。

[0099] 可以提供上述有益效果的超透镜部分 L2b 不仅进一步减小了由 SIL 部分 L2b 产生并具有大于 1 的 NA 的极小光点的尺寸还允许光传播到光记录介质, 以利用光来照射光记录介质。

[0100] 因此, 根据本实施例的物镜 OL 允许通过使用这样的光点来记录信息, 该光点具有比通过使用现有技术的固体浸没透镜的物镜获得的光点更小的直径。即, 记录密度以及因此的记录容量可以变得比现有技术中的那些更高。

[0101] 此外, 具有图 2 中示出的结构的超透镜部分 L2b 也允许来自物体的返回光通量的尺寸按照 Ro/Ri (半径 Ro 与半径 Ri 的比率) 的因数增加。即, 超透镜部分 L2b 可以以可逆的方式减小 / 增加光通量的尺寸。

[0102] 包括能够以可逆的方式减小 / 增加光通量的尺寸的超透镜部分 L2b 的物镜 OL 也可以被用来适当地读取通过使用由物镜 OL 制造的极小光点来记录的标记 (信息)。即, 因此可以如现有技术中的光盘系统 (诸如用于 CD (紧凑型盘)、DVD (数字多用途盘) 和 BD (**Blu-ray**[®] 光盘) 的系统) 中那样, 通过普通的光学系统记录和再现信息。换言之, 没有必要采用包括用于记录和再现信息的两种不同光学系统的复杂构造。

[0103] 在本实施例中, 超透镜部分 L2b 被与 SIL 部分 L2b 结合。为了实现进一步减小了由 SIL 部分 L2b 产生的光点的直径并且以可逆的方式减小 / 增加光通量的尺寸, 例如可以想到采用如图 3 所示前透镜 L2' 和超透镜 L2b' 被分别设置的结构, 其中前透镜 L2' 是现有技术的 SIL 并且超透镜 L2b' 具有与超透镜 L2b 相同的结构。

[0104] 然而, 在前透镜 L2' (其作为 SIL) 和超透镜 L2b' 彼此分离地设置时, 前透镜 L2' 与超透镜 L2' 仅在单个点处相接触, 但是其间的剩余空间填充有空气。在这种构造中, 在光入射穿过超透镜 L2b' 上的前透镜 L2' 时, 可能不利地产生光由于反射而损失。因为前透镜 L2' (其作为 SIL) 和超透镜 L2b' 由高的光折射率材料制成, 所以由于发射而产生的损耗的量非常大。

[0105] 通过采用本实施例的构造 (其中超透镜部分 L2b 与 SIL 结合) 可以有效地解决上述问题, 由此可以极大地增加表示如何有效地使用光的效率。

[0106] 图 4 示出了表示由根据实施例的物镜 OL 提供的有益效果的具体计算结果。

[0107] 图 4 示出了与 BD 系统、现有技术的 SIL 系统和使用根据本实施例的物镜 OL 的系统的参数相关联的参数 (图 4 中的示例 1、示例 2)。参数包括波长 λ (nm)、后透镜的 NA (NA_b)、前透镜的折射率 (n)、减小 / 增大比率 (Ro/Ri)、有效 NA、表示光点直径的 λ / NA (nm)、工作距离 (离开记录介质的距离 : 间隙)、预凹槽形状、循轨间距 Tp (nm)、调制方法和通道。图 4 也示出了最小记号长度 (nm)、位长 (nm/bit)、记录密度 (Gbps) 和记录容量 (GB) 的计算结果。

[0108] 在图 4 中, “现有技术的 SIL 系统” 指的是使用图 12 中示出的超半球固体浸没透镜的系统。

[0109] 此外, 图 4 中的 “通道” 表示所采用的 PR (局部响应) 的等级。

[0110] “记录容量” 指的是在所评估的记录介质是 12 厘米盘时提供的容量。

[0111] 对应于根据实施例的系统的示例 1 和 2 主要在后透镜 L1 的 NA 和前透镜 L2 的折射率 n 上彼此存在差异。

[0112] 在示例 1 的系统中,除了图 4 中的参数之外的参数包括图 1 中示出的后透镜 L1 的厚度 T_{L1}(沿着光轴轴线的方向的长度)、SIL 部分 L2a 的厚度 T_{L2}、SIL 部分 L2a 的半径 R 和后透镜 L1 与前透镜 L2 之间的间隔 T_S(从后透镜 L1 的外侧表面的顶点到 SIL 部分 L2a 的超半球面表面的顶点之间的距离)。该值被如下所述地设置。

[0113] $T_{L1} = 1.7\text{mm}$

[0114] $T_{L2} = 0.7124\text{mm}$

[0115] $R = 0.45\text{mm}$

[0116] $T_s = 0.1556\text{mm}$

[0117] 此外,入射到后透镜 L1 上的入射光被假设为准直光并且其直径 Φ 被设置为 2.1mm。

[0118] 在图 4 中,首先,波长 λ 是 405nm,这在 BD 系统、现有技术的 SIL 系统和示例 1 和 2 中是公共的。

[0119] BD 系统中的后透镜的 NA 是物镜的 NA,具体地,是 0.85。在现有技术和示例 1 和 2 的 SIL 系统中,NA 是后透镜 L1 的 NA,具体地,在现有技术和示例 1 的 SIL 系统中是 0.43 并且在示例 2 中是 0.37。

[0120] 前透镜的折射率 n(现有技术和示例 1 的 SIL 系统中 2.075 和示例 2 的 2.36)不能应用到 BD 系统中。

[0121] 示例 1 和 2 中的减小/增加率 (Ro/Ri) 是 6.58 并且不能应用到其他系统。

[0122] 在本示例中,半径 Ri 和 Ro 被分别设置为 120nm 和 790nm。因此,Ro/Ri 是 6.58。

[0123] 有效 NA(其为物镜的有效数值孔径 NA)在 BD 系统中是 0.85 并且在现有技术的 SIL 系统中是 1.84。相反,有效 NA 在示例 1 中是 12.1 并且在示例 2 中是 13.7。

[0124] 为了进行确认的目的,通过如上所述的以下公式判断现有技术的 SIL 系统(超半球 SIL)中的物镜的有效 NA。

[0125] $NA = n_{\text{SIL}}^2 \times \sin \theta_i$

[0126] 相反,通过以下表达式计算示例 1 和 2 中的物镜 OL 的有效 NA。

[0127] $NA = n^2 \times NA_b \times (Ro/Ri)$

[0128] 点直径在 BD 系统中是 476nm 并且在现有技术的 SIL 系统中是 220nm。相反,点直径在示例 1 中是 33nm 并且在示例 2 中是 30nm。

[0129] 根据实施例的物镜 OL,因此可以相比于现有技术的 SIL 系统极大地减小点直径。

[0130] BD 系统中的工作距离是 0.3nm。因为近场记录和再现方法被用在现有技术的 SIL 系统和示例 1 和 2 中,所以工作距离(即,间隙 G)是 20nm。

[0131] 预凹槽形状在全部系统中是蛇形连续凹槽(摆动凹槽)。

[0132] 轨道间距 Tp 在 BD 系统中是 320nm 并且在现有技术的 SIL 系统中是 160nm。

[0133] 在点直径如上所述地减小的示例 1 和 2 中,轨道间距 Tp 是 24nm,其小于现有技术的 SIL 系统中的值。

[0134] 调制方法在所有系统中都是 1-7pp。

[0135] 通道不能应用到 BD 系统(没有 PRML 解码),而在现有技术的 SIL 系统和示例 1 中是 PR(1,2,2,1)。在示例中,采用了 PR(1,2,2,2,1)。

[0136] 最小记号长度在 BD 系统中是 149nm 并且在现有技术的 SIL 系统中是 66.5nm。

[0137] 相反,最小记号长度在示例 1 中可以被减小到 10.1nm 并且在示例 2 中减小到

8. 4nm。

[0138] 位长在 BD 系统中是 112nm/ 位并且在现有技术的 SIL 系统中是 50nm/ 位。

[0139] 相反,在示例 1 和 2 中的位长比现有技术的 SIL 系统中的位长小得多,在示例 1 中是 7.6nm/ 位并且在示例 2 中是 6.2nm/ 位。

[0140] 记录密度在 BD 系统中是 18Gbps 并且在现有技术的 SIL 系统中是 81Gbps。相反,示例 1 中记录密度为 3510Gbps 并且在示例 2 中是 4290Gbps。

[0141] 结果表明在实施例 1 中记录密度可以改善数十个数量级。

[0142] 记录容量在 BD 系统中是 25Gb 并且在现有技术的 SIL 系统中是 112GB。相反,记录容量在示例 1 和示例 2 中分别增加到 4850GB 和 5930GB。

[0143] 如通过以上结果理解的,在实施例 1 中的记录容量也可以相比于现有技术的 SIL 系统中的容量增加数十个数量级。

[0144] <2. 制造方法>

[0145] [2-1. 第一制造方法]

[0146] 随后将会描述用于制造根据上述实施例的、设置在物镜 OL 中的前透镜 L2 的方法。

[0147] 在以下部分中,将会分别参照图 5A 和图 5B 以及图 6A 到图 6C 描述用于制造前透镜 L2 的第一和第二方法。

[0148] 将会参照图 5A 和图 5B 首先描述第一制造方法。

[0149] 在第一制造方法中,用于形成超透镜部分 L2b 的凹陷形成在 SIL 的物侧表面,并且之后薄膜被堆叠在凹陷中,以制造穹顶形前透镜 L2。

[0150] 具体地,第一制造方法包括图 5A 中示出的凹陷形成步骤。在凹陷形成步骤中,用于形成超透镜部分 L2b 的基本半球形凹陷形成在超半球 SIL 的平坦部分中。即,凹陷形成步骤是制造具有图 1 中示出的形状的 SIL 部分 L2a。

[0151] 如将会通过之前的描述理解的,凹陷被形成为使其与绕预定基准点 Pr 的球形表面的一部分具有相同的形状。

[0152] 为了具体地形成凹陷,可以使用在 JP-A-8-1810 和其他文件中描述的 HF 蚀刻 (HF : 氢氟酸) 或 CF_4 蚀刻。

[0153] 当在图 5A 中示出的凹陷形成步骤中形成凹陷之后,执行图 5B 中的堆叠步骤。在堆叠步骤中,多个第一薄膜 ($\epsilon > 0$) 和多个第二薄膜 ($\epsilon > 0$) 被交替地堆叠在凹陷中。

[0154] 如通过之前进行的描述可以理解的,薄膜沿着凹陷的球形形状堆叠以形成所谓的穹顶形状。穹顶形状被堆叠为使得最终堆叠的薄膜的物侧表面的形状与围绕预定基准点 Pr 预先设置的、具有预定半径 R_i 的球形表面的形状相一致。其原因是为了获得期望的增大 / 减小率 (R_o/R_i)。

[0155] 为了具体地堆叠第一和第二薄膜,可以使用溅射、气相沉积 (例如电子束气相沉积) 或任何其他合适的技术。

[0156] 仅为了示意性目的,所堆叠的薄膜的数目在图 5B 中是三个。这对于图 6A 到图 6C 也是一样的。

[0157] [2-2. 第二制造方法]

[0158] 随后将会参照图 6A 到图 6C 描述第二制造方法。

[0159] 第二制造方法包括:通过使用其上形成了基本半球形突起的衬底来形成超透镜部

分 L2b、将 SIL 结合到衬底并且将衬底分离以制造前透镜 L2。

[0160] 在第二制造方法中,首先制造具有图 6A 中示出的大致半球形突起的衬底 BS。衬底 BS 上的突起被形成为使其表面与围绕预定基准点 Pr 具有半径 Ri 的球形表面的一部分(基本半球部分)具有相同的形状。

[0161] 衬底 BS 例如是石英衬底。

[0162] 为了制造具有突起的衬底 BS,可以使用在日本专利 No. 3,617,846 和其他文件中公开的通过使用 RIE(反应离子干法蚀刻)来制造微透镜阵列的方法。

[0163] 在第二制造方法中,多个第一薄膜($\varepsilon > 0$)和多个第二薄膜($\varepsilon > 0$)在衬底 BS 上的突起上方堆叠。在这个情况下,薄膜沿着突起的球形形状堆叠,使得执行图 2 中示出的穹顶形堆叠。堆叠被执行为使得最终堆叠薄膜的物侧表面的形状与绕基准点 Pr 预先设置的、具有预定半径 Ro 的球形表面的形状相一致。

[0164] 在执行上述薄膜堆叠步骤之后,执行图 6B 中示出的结合步骤。在结合步骤中,其上已经形成突起的衬底 BS 的表面被设置为面向超半球固体浸没透镜 Hb1 的物侧表面(平坦部分),并且固体浸没透镜 Hb1 被结合到具有高折射率粘合剂 ss 的衬底 BS。

[0165] 具体地,在本示例中,高折射率树脂被用作高射率粘合剂 ss,并且在在其上已经形成突起的衬底 BS 的表面面向固体浸没透镜 Hb1 的物侧表面时产生的间隔被填充有高折射率树脂。之后通过利用紫外光来使得由此填充的树脂将固体浸没透镜 Hb1 结合到衬底 BS。

[0166] 高折射率粘合剂 ss 的折射率被期望地接近固体浸没透镜 Hb1 的折射率,或者最优选地,高射率粘合剂 ss 与固体浸没透镜 Hb1 具有相同的折射率,由此减小了与反射相关的光损耗的量,其中反射是通过高射率树脂 ss 与固体浸没透镜 Hb1 之间的折射率的差异而产生。

[0167] 当在上述结合步骤中将固体浸没透镜 Hb1 结合到衬底 BS 之后,仅在图 6C 中示出的分离步骤中分离衬底 BS。

[0168] 由此制造具有形成在透镜侧表面的一部分中的超透镜部分 L2b 的前透镜 L2。

[0169] <3. 驱动设备>

[0170] [3-1. 光学拾取器的构造]

[0171] 图 7 主要示出了按照包括物镜 OL 的实施例的光学驱动设备中的光学拾取器(光学拾取器 OP)的内部构造。

[0172] 首先,图 7 示出了光盘 D,根据本实施例的光学驱动设备将要向其记录信息或从其再现信息。

[0173] 在利用光照射时记录信息或再现信息的光盘 D 是盘状光学记录介质。

[0174] 图 8 示出了光盘 D 的截面结构。

[0175] 光盘 D 具有按照顺序形成的覆盖层 Lc、记录层 Lr 和衬底 Lb,如图 8 所示。离开结合在光学驱动设备中的物镜 OL 的光入射到覆盖层 Lc 上。

[0176] 覆盖层 Lc 被设置为保护记录层 Lr。

[0177] 记录层 Lr 被形成为记录膜和反射膜,并且当利用按照记录功率的激光照射记录膜时,记录标记被形成在记录膜中。在这种情况下,记录膜由相改变材料制成。

[0178] 记录层 Lr 在图 8 的截面中具有与引导凹槽的形成相关联地制造的凹陷和突起。

[0179] 具体地,在这种情况下,引导凹槽形成在衬底 Lb 上,并且当在其上已经形成引导凹槽的衬底的表面上形成记录层 Lr 时,记录层在截面中产生凹陷和突起。

[0180] 在本示例中,摆动凹槽被形成为引导凹槽,并且通过使用与凹槽的蜿蜒曲线的周期相关的信息来记录表示光盘上的绝对未知的绝对位置信息(径向位置信息和旋转角信息)。

[0181] 引导凹槽具有螺旋形状(或者可以被形成为具有同心形状的引导凹槽)。

[0182] 将会再次参照图 7 描述光学拾取器 OP。

[0183] 在图 7 中,光盘 D 由图 7 中示出的主轴电机 (SPM) 30 转动。通过主轴电机 30 转动的光盘 D 被穿过光学拾取器 OP 的光照射,使得信息被记录到光盘 D 或者从其再现。

[0184] 光学拾取器 OP 包括用于记录/再现激光的光学系统以及用于间隙伺服激光的光学系统,其中记录/再现激光用来向记录层 Lr 记录信息和从记录层 Lr 再现信息,并且间隙伺服激光用来执行保持物镜 OL 与光盘 D 之间的间隙 G 的间隙长度伺服。

[0185] 如 JP-A-2010-33688 中描述的,记录/再现激光和间隙伺服激光具有彼此不同的波段。在本示例中,记录/再现激光具有约 405nm 的波长,并且间隙伺服激光具有约 650nm 的波长。

[0186] 首先,在用于记录/再现激光的光学系统中,从记录/再现激光器 1 发射的记录/再现激光由准直透镜 2 准直,并且之后入射到偏振分束器 3 上。偏振分束器 3 被构造为传输从记录/再现激光器 1 发射的记录/再现激光。

[0187] 已经穿过偏振分束器 3 的记录/再现激光进入聚焦机构 4,该聚焦机构由固定透镜 5、可移动透镜 6 和透镜驱动单元 7 构成。聚焦机构 4 调整记录/再现激光所聚焦的位置。

[0188] 在聚焦机构 4 中,固定透镜 5 被设置在接近记录/再现激光器 1(其作为光源)的位置,并且可移动透镜 6 被设置在远离记录/再现激光器 1 的位置。透镜驱动单元 7 沿着与记录/再现激光的光轴平行的方向驱动可移动透镜 6。

[0189] 如下文中所述的,透镜驱动单元 7 由来自图 9 中示出的聚焦驱动器 33 的聚焦驱动信号 FD 驱动并控制。

[0190] 已经穿过聚焦机构 4 中的固定透镜 5 和可移动透镜 6 的记录/再现激光穿过四分之一波片 8 并且进入二色棱镜 9。

[0191] 具有选择性反射表面的二色棱镜 9 具有与记录/再现激光的波段相同的波段,并且透射具有其余波长的光。已经因此进入二色棱镜 9 的记录/再现激光因此被二色棱镜 9 反射。

[0192] 被二色棱镜 9 反射的记录/再现激光穿过物镜 OL,并且利用该记录/再现激光照射光盘 D,如图 7 所示。

[0193] 为了控制物镜 OL,提供了以下致动器:循轨方向致动器 10,其用于将物镜 OL 沿着循轨方向(光盘 D 的径向)移动;以及光轴方向制动器 11,其用于将物镜 OL 沿着光轴方向(聚焦方向)移动。

[0194] 在本示例中,循轨方向致动器 10 和光轴方向制动器 11 是压电致动器。

[0195] 在这种情况下,物镜 OL 由循轨方向致动器 10 保持,并且保持了物镜 OL 的循轨方向致动器 10 由光轴方向制动器 11 保持。因此可以通过对循轨方向致动器 10 和光轴方向制动器 11 进行驱动来使得物镜 OL 沿着循轨方向和光轴方向移动。

[0196] 或者,物镜 OL 可以由光轴方向制动器 11 保持,并且光轴方向制动器 11 可以由循轨方向致动器 10 保持。在这种情况下,当然也能提供相同的效果。

[0197] 基于来自图 9 中示出的第一循轨方向驱动器 39 的第一循轨驱动信号 TD-1 来驱动循轨方向致动器 10。

[0198] 基于来自图 9 中示出的第一光轴方向驱动器 47 的第一光轴方向驱动信号 GD-1 来驱动光轴方向致动器 11。

[0199] 现在,将会再次描述光学拾取器 OP 的动作。

[0200] 在信息再现的过程中,在如上所述利用记录/再现激光照射光盘 D 时,光背记录层 Lr 反射。由此反射的记录/再现激光被经由物镜 OL 引导到二色棱镜 9 并且被二色棱镜 9 反射。

[0201] 被二色棱镜 9 反射的记录/再现激光按照顺序穿过四分之一波片 8 和聚焦机构 4(按照可移动透镜 6 和固定透镜 5 的顺序)并且之后进入偏振分束器 3。

[0202] 已经进入偏振分束器 3 的经反射的记录/再现激光(内向光),已经在穿过四分之一波片 4 时受到四分之一波片 4 的影响并且在从记录层 Lr 反射时受到记录层 Lr 影响,具有与从记录/再现激光器 1 进入偏振分束器 3 的记录/再现激光(外向光)的偏振方向旋转 90 度的偏振方向。因此,上述的已经进入偏振分束器 3 的经反射的记录/再现激光被偏振分束器 3 反射。

[0203] 由此被偏振分束器 3 反射的记录/再现激光按照顺序穿过圆柱透镜 12 和聚焦透镜 13 并且被聚焦到记录/再现光接收器 14 的光接收表面上。

[0204] 记录/再现光接收器 14 由多个光接收装置构成,多个光接收装置被布置为使得可以产生基于散光的聚焦误差信号、循轨误差信号(推拉信号)和 RF 信号(再现信号)。

[0205] 在本示例中,来自形成记录/再现光接收器 14 的光接收装置的那些光接收信号被统称为光接收信号 D_{rp}。

[0206] 在图 7 中示出的光学拾取器 OP 中,用于间隙伺服激光的光学系统包括间隙伺服激光器 15、准直透镜 16、偏振分束器 17、四分之一波片 18、聚焦透镜 19 和间隙伺服光接收器 20。

[0207] 从间隙伺服激光器 15 发射的间隙伺服激光被准直透镜 16 准直并且之后入射到偏振分束器 17 上。偏振分束器 17 被构造为透射从间隙伺服激光器 15 发射的间隙伺服激光(外向光)。

[0208] 已经穿过偏振分束器 17 的间隙伺服激光穿过四分之一波片 18 并且进入二色棱镜 9。

[0209] 因为二色棱镜 9 如上所述地反射与记录/再现激光具有相同波段的光并且透射其余波长的光,所以间隙伺服激光穿过二色棱镜 9 并且进入物镜 OL。

[0210] 在间隙长度太长时(在没有发生近场耦合或者由物镜 OL 产生的光没有传播到光盘 D 时),间隙伺服激光被物镜 OL 的端面(超透镜部分 L2b 的端面)全反射,在这种情况下,如下文中描述的,返回光的量被最大化。另一方面,当间隙长度合适时(在发生近场耦合时),被物镜 OL 的端面反射的光的量相应地减小,并且返回光的量也减小。

[0211] 根据光的量与间隙长度相关联的事实,通过使用从物镜 OL 的端面反射的间隙伺服激光的量的变化来执行间隙长度伺服。

[0212] 被物镜 OL 的端面反射的间隙伺服激光（内向光）穿过二色棱镜 9 并且之后经由四分之一波片 18 进入偏振分束器 17。

[0213] 经反射为内向光的、已经进入偏振分束器 17 的间隙伺服激光已经在穿过四分之一波片 18 时受到四分之一波片 18 的影响并且在从物镜 OL 反射时受到物镜 OL 的影响，具有与外向光的偏振方向相差 90 度的偏振方向。经反射为内向光的间隙伺服激光因此被偏振分束器 17 反射。

[0214] 被偏振分束器 17 反射的间隙伺服激光穿过聚焦透镜 19 并且聚焦到间隙伺服光接收器 20 的光接收表面上。

[0215] 在本示例中，间隙伺服光接收器 20 由多个光接收装置构成。来自形成间隙伺服光接收器 20 的多个光接收装置的接收信号被一同称作光接收信号 D_{sv} 。

[0216] [3-2. 驱动设备的整体内部构造]

[0217] 图 9 示出了根据实施例的光学驱动设备的整体内部构造。

[0218] 注意，图 9 仅示出了光学拾取器 OP 的内部构造。即，在图 7 中示出的组件中，只有记录 / 再现激光器 1、透镜驱动单元 7、循轨方向致动器 10 和光轴方向制动器 11 被选出并被图示出来。

[0219] 此外，在图 9 中省略了主轴电机 30。

[0220] 首先，光学驱动设备包括记录处理器 52。

[0221] 记录处理器 52 接收要被记录在光盘 D 上的数据（记录数据）来作为输入。记录处理器 52 向所输入的记录数据增加误差校正码，执行在所输入的记录数据上执行预定的记录调制编码以及其他处理，以产生经调制的记录数据字符串，该记录数据字符串例如是由“0”和“1”构成的二进制数据字符串并且实际被记录在光盘 D 上。

[0222] 记录处理器 52 产生于经调制的记录数据字符串相对应的记录脉冲信号，并且基于该记录脉冲信号来驱动光学拾取器 OP 中的记录 / 再现激光器 1，使得记录 / 再现激光器 1 基于该记录脉冲信号发射激光。

[0223] 光学驱动设备还包括矩阵电路 31 和再现处理器 53，它们是由于对记录在光盘 D 上的信息进行再现的组件。

[0224] 矩阵电路 31 基于来自上述图 7 中示出的记录 / 再现光接收器 14 的光接收信号 D_{rp} 来产生必要的信号。

[0225] 具体地，基于来自多个光接收装置的光接收信号（即上述光接收信号 D_{rp} ），矩阵电路 31 产生 RF 信号（再现信号）、聚焦误差信号 FE 和循轨误差信号 TE。RF 信号被产生为和信号的形式，并且通过基于散光法执行计算来产生聚焦误差信号 FE。以推拉信号的形式产生循轨误差信号 TE。

[0226] 用于产生聚焦误差信号 FE 和循轨误差信号 TE 的方法不限于上文中描述的这些。例如，可以替换地通过使用 DPP 阀（差分推拉法）来产生循轨误差信号 TE。

[0227] 由矩阵电路 31 产生的 RF 信号被提供给再现处理器 53。

[0228] 再现处理器 53 执行对于 RF 信号执行各种处理操作，例如，对记录模块码进行解码、执行误差校正和用于恢复上述所记录的信息以产生再现数据的其他再现处理，基于所述再现数据来再现所记录的上述数据。

[0229] 光学驱动设备还包括聚焦伺服电路 32、聚焦驱动器 33、循轨伺服电路 34、第一循

轨驱动器 39、第二循轨驱动器 40 和滑动平移 / 偏心补偿机构 50, 它们设置为实现用于记录 / 再现激光的聚焦伺服和循轨伺服和用于整个光学拾取器 OP 的滑动伺服。

[0230] 首先, 聚焦伺服电路 32 接收由矩阵电路 31 产生的聚焦误差信号 FE。

[0231] 聚焦伺服电路 32 在聚焦误差信号 FE 上执行伺服计算 (执行相位补偿和增加环增益) 以产生聚焦伺服信号 FS。

[0232] 聚焦驱动器 33 基于从聚焦伺服电路 32 输入的聚焦伺服信号 FS 来产生聚焦驱动信号 FD, 并且基于聚焦驱动信号 FD 来驱动光学亨斯屈奇 OP 中的透镜驱动单元 7。

[0233] 记录 / 再现激光被由此控制来聚焦到记录层 Lr 上。

[0234] 滑动平移 / 偏心补偿机构 50 以可以移动的方式沿着循轨方向保持整个光学拾取器 OP。

[0235] 滑动平移 / 偏心补偿机构 50 包括比设置在现有技术的光盘系统 (例如 CD 系统和 DVD 系统) 中的螺纹机构所具有的电机的更快地响应的动力单元, 并且使得光学拾取器 OP 不仅在搜索时用于滑动平移, 而且在激活循轨伺服的时间段内防止透镜由于盘的偏心而移动。

[0236] 在本示例中, 滑动平移 / 偏心补偿机构 50 包括线性电机并且被狗组奥维将由线性电机产生的驱动力施加到以可以移动的方式沿着循轨方向保持光学拾取器 OP 的机构。

[0237] 以下多个部分解释了根据本实施例的光学驱动设备中的整个光学拾取器 OP 被如此驱动以对盘偏心进行补偿的原因。

[0238] 图 10A 和图 10B 描绘了根据实施例的物镜 OL 提供的视野。

[0239] 图 10A 示出了形成在物镜 OL 中的超透镜部分 L2b 与光盘 D 的位置关系 (沿着光轴方向的位置关系)。图 10B 是图 10A 中的、包括超透镜部分 L2b 的物侧表面 (即, 物镜 OL 的物侧端面) 与光盘 D 之间的间隙 G 的部分的放大图。

[0240] 如通过观察图 10A 可以理解的, 物镜 OL 的视野 (视野的全部宽度) 都与在超透镜部分 L2b 的物侧上形成的、具有半径 R_i 的球形形状的部分 (该部分下文中被称作物侧球形部分) 的全宽度相同。

[0241] 如通过观察图 10B 可以理解的, 可以通过使用半径 R_i 和距离 α 来计算物镜 OL 的视野的全宽度 (其等于上述物侧球形部分的全宽度), 其中距离 α 是在超透镜部分 L2b 的物侧平面与物侧球形部分的顶点之间的、沿着光轴方向的距离。

[0242] 可以通过考虑图 10B 中的、由半径 R_i 、“ $R_i - \alpha$ ”和视野的半宽“a”形成的三角形并且通过半径 R_i 和距离 α 来判断视野的半宽“a”来具体地执行这种计算。

[0243] 半径 R_i 被设定为如上所述的 120nm 并且距离 α 被设置为 5nm。在这种情况下, 视野的全宽度是 68nm, 因为所计算出的视野的半宽“a”是 34nm。

[0244] 如上所述, 在使用包括超透镜部分 L2b 的物镜 OL 的系统中, 视野比在现有技术 BD 系统和 SIL 系统中更狭窄。

[0245] 考虑到这点, 在根据实施例的光学驱动设备中, 光学拾取器 OP 被构造为补偿盘偏心成分。

[0246] 将会再次参照图 9 描述光驱动设备。

[0247] 循轨伺服电路 34 接收由矩阵电路 31 产生的循轨误差信号 TE。

[0248] 循轨伺服电路 34 包括第一循轨伺服信号产生系统和第二循轨伺服信号产生系

统,该第一循轨伺服信号产生系统由高通滤波器 (HPF) 35 和伺服滤波器 36 构成,并且第二循轨伺服信号产生系统由低通滤波器 (LPF) 37 和伺服滤波器 38 构成,如图 9 所示。

[0249] 第一循轨伺服信号产生系统对应于保持物镜 OL 的循轨方向致动器 10,并且第二循轨伺服信号产生系统对应于保持光学拾取器 OP 的滑动平移 / 偏心补偿机构 50。

[0250] 在循轨伺服电路 34 中,循轨误差信号 TE 被分割并且输入到高通滤波器 35 和低通滤波器 37。

[0251] 高通滤波器 35 提取循轨误差信号 TE 的、具有大于或等于高通滤波器 35 的预定截止频率的频率的成分,并且将所提取的成分输出到伺服滤波器 36。

[0252] 伺服滤波器 36 对于来自高通滤波器 35 的输出信号执行伺服计算,以产生第一循轨伺服信号 TS-1。

[0253] 低通滤波器 37 提取循轨误差信号 TE 的、具有小于或等于低通滤波器 37 的预定截止频率的频率的成分,并且将所提取的成分输出到伺服滤波器 38。

[0254] 伺服滤波器 38 对于来自低通滤波器 37 的输出信号执行伺服计算,以产生第二循轨伺服信号 TS-2。

[0255] 第一循轨驱动器 39 通过使用基于第一循轨伺服信号 TS-1 产生的第一循轨驱动信号 TD-1 来驱动循轨方向致动器 10。

[0256] 第二循轨驱动器 40 通过使用基于第二循轨伺服信号 TS-2 产生的第二循轨驱动信号 TD-2 来驱动滑动平移 / 偏心补偿机构 50。

[0257] 虽然没有参照附图进行描述,但是循轨伺服电路 34 被构造为例如响应于以下指令来解除循轨伺服回路并且向第一循轨驱动器 39 和第二循轨驱动器 40 提供用于指示跳轨或轨搜索的信号,该指令为:设置从控制整个光学驱动设备的控制器发送的目标地址。

[0258] 在循轨伺服电路 34 中,低通滤波器 37 的截止频率被设置为比盘偏心周期更大或相等的值(光点位置与目标循轨位置之间的位置关系由于盘偏心而改变的周期)。滑动平移 / 偏心补偿机构 50 可以因此以盘偏心得到的方式来驱动光学拾取器 OP。

[0259] 即,可以显著地减小通过盘偏心而引起的物镜 OL 的偏移量,并且可以将记录 / 再现激光控制为落在图 10A 和图 10B 中示出的视野(视野的全宽度)内。换言之,盘偏心将不会导致记录 / 再现激光移动到视野外并且不能记录或再现信息的情况。

[0260] 光学驱动设备还包括信号产生电路 41、间隙长度伺服电路 42、第一光轴方向驱动器 47、第二光轴方向驱动器 48、结算控制器(settling controller)49 和表面摆动补偿机构 51,它们是用于执行间隙长度伺服的组件。

[0261] 首先,表面摆动补偿机构 51 以沿着光轴方向(聚焦方向)可移动的方式保持滑动平移 / 偏心补偿机构 50,该滑动平移 / 偏心补偿机构 50 保持光学拾取器 OP。

[0262] 在本示例中,表面摆动补偿机构 51 也包括线性电机并且因此相对快速地响应。表面摆动补偿机构 51 通过驱动线性电机而沿着光轴方向驱动滑动平移 / 偏心补偿机构 50,以使得光学拾取器 OP 沿着光轴方向移动。

[0263] 与上文中描述的循轨方向致动器 10 与光轴方向致动器 11 之间的关系一样,表面摆动补偿机构 51 与滑动平移 / 偏心补偿机构 50 之间的位置关系可以颠倒而不使得其功能发生变化。

[0264] 信号产生电路 41 基于图 7 中示出的间隙伺服光接收信号 D_sv(来自多个光接收

装置的光接收信号)来产生作为间隙长度伺服中的误差信号的信号。具体地,产生和信号 sum(总光强信号)。

[0265] 图 11 描述了间隙长度与从物镜 OL 返回的光(从超透镜部分 L2b 的物侧端面返回的光的量)之间的关系。

[0266] 作为示例,图 11 示出了间隙长度与用于硅(Si)盘的返回光量之间的关系,但是在本示例(其中记录层 Lr 由相改变材料制成)中获得了与图 11 中示出的关系基本相同的关系。

[0267] 如图 11 所示,在间隙长度非常长并且因此不发生近场耦合的区域中,来自物镜 OL 的返回光的量被最大化。

[0268] 相反,在间隙长度约为 50nm(其等于波长的约四分之一)或者更短的区域中,发生近场耦合并且返回光的量随着间隙长度更短而逐渐地减小。

[0269] 在近场耦合的效果是第一优先级时,更短的间隙长度是更有利的,但是可能在物镜 OL 与光盘 D 之间引起碰撞或摩擦。为了解决这个问题,间隙长度被设置为对于近场耦合发生的程度提供适当的离开光盘 D 的距离。

[0270] 考虑到这一点,如上所述,间隙长度 G(间隙 G)在本示例中被设置为 20nm。

[0271] 在图 11 中,在间隙长度 G 被如上所述地设置为 20nm 时,返回光的目标量例如约为 0.08。

[0272] 为了执行间隙长度伺服,基于间隙 G 的长度预先确定返回光的目标量。间隙长度伺服之后被执行为使得所检测到的返回光的量等于预先由此确定的固定目标值。

[0273] 将会再次参照图 9 描述光学驱动设备。

[0274] 通过信号产生电路 41 产生的总信号 sum 被输入到间隙长度伺服电路 42 和结算控制器 49。

[0275] 间隙长度伺服电路 42 包括由高通滤波器 43 和伺服滤波器 44 构成的第一间隙长度伺服信号产生系统和由低通滤波器 45 和伺服滤波器 46 构成的第二间隙长度伺服信号产生系统。

[0276] 第一间隙长度伺服信号产生系统对应于光轴方向致动器 1,并且第二间隙长度伺服信号产生系统对应于表面摆动补偿机构 51。

[0277] 高通滤波器 43 接收总信号 sum 来作为输入,提取总信号的、具有高于或等于高通滤波器 43 的预定截止频率的成分,并且将所提取的成分输出到伺服滤波器 44。

[0278] 伺服滤波器 44 在来自高通滤波器 43 的输出信号上执行计算,以产生第一间隙长度伺服信号 GS-1。

[0279] 低通滤波器 45 接收总信号 sum 来作为输入,提取总信号的、具有低于或等于低通滤波器 45 的预定截止频率的成分,并且将所提取的成分输出到伺服滤波器 46。

[0280] 伺服滤波器 46 在来自低通滤波器 45 的输出信号上执行计算,以产生第二间隙长度伺服信号 GS-2。

[0281] 在间隙长度伺服电路 42 中,基于间隙 G 的长度来预先确定和设置总信号 sum 的目标值(即,用于间隙 G 的长度的总信号 sum 的值),并且伺服滤波器 44 和 46 在伺服计算过程中以使得总信号 sum 接近目标值的方式产生间隙长度伺服信号 GS-1 和 GS-2。

[0282] 第一光轴方向驱动器 47 通过使用基于第一间隙长度伺服信号 GS-1 而产生的第一

光轴方向驱动信号 GD-1 来驱动光轴方向致动器 11。

[0283] 第二光轴方向驱动器 48 通过使用基于第二间隙长度伺服信号 GS-2 而产生的第二光轴方向驱动信号 GD-2 来驱动表面摆动补偿机构 51。

[0284] 在上述间隙长度伺服电路 42 中,低通滤波器 45 的截止频率被设置为大于或等于盘摆动的周期的值。表面摆动补偿机构 51 因此可以使得光学拾取器 OP 以盘摆动得到补偿的方式移动。

[0285] 对整个光学拾取器 OP 进行驱动来以这种方式补偿表面摆动防止了物镜 OL 与光盘 D 碰撞。

[0286] 结算控制器 49 在间隙长度伺服中执行结算控制。

[0287] 在结算控制器 49 中,预先根据间隙 G 的长度来预先设置总信号 sum 的目标值(即,用于间隙 G 的长度的总信号 sum 的值)。如下所述,结算控制器 49 在间隙长度伺服中基于由此设置的总信号 sum 的目标值来执行结算控制。

[0288] 首先,在解除了间隙长度伺服的情况下,计算从信号产生电路 41 输入的总信号 sum 的实际值与目标值之间的差异。之后判断该差异是否落入预先设置的结算范围内。在判断表明差异没有落在结算范围内时,根据这种差异的结算波形(用于以使得差异减小的方式改变总信号 sum 的信号)被产生并被提供给第一光轴方向驱动器 47 和第二光轴方向驱动器 48。总信号 sum 的值因此可以被控制为落入结算范围内。

[0289] 在差异落入结算范围之内之后,向间隙长度伺服电路 42 发出使得伺服回路(第一和第二间隙长度伺服信号产生系统)被激活的指令。由此完成结算控制。

[0290] 根据上述光学驱动设备,可以通过使用物镜 OL 在比现有技术中更高的记录密度下将信息记录到光盘 D 上,由此使得光盘 D 的记录容量可以增加。此时,可以通过使用物镜 OL 来再现在高记录密度下记录的信息。

[0291] <4. 变形例>

[0292] 已经在上文中描述了本公开的实施例,但是本公开不应当局限于上述具体示例。

[0293] 上文中已经描述了超透镜部分 L2b 整体具有基本半球形状(小于半球的形状)的情况,但是超透镜部分 L2b 可以例如具有半球形状。

[0294] 此外,上文中已经描述了 SIL 部分 L2a 是具有超半球形状的固体浸没透镜。或者,可以使用具有半球形状的固体浸没透镜。

[0295] 此外,上文中已经描述了光学记录介质包括由相改变材料制成的记录层的情况,其中信息被记录到光学记录介质或者从该光学记录介质再现信息。本公开也适合于光学记录介质包括由除了相改变材料之外的材料制成的记录层。

[0296] 本公开也适合与应用到光学记录介质是在 JP-A-2006-73087 中公开的所谓的位图案介质的情况。

[0297] 此外,上文中已经描述了根据本公开的实施例的物镜被用在其中信息被记录到光学记录介质或者从光学记录介质再现信息的系统中。根据本公开的实施例的物镜也适合于用在光学显微镜和除了基于光学记录介质的记录/再现系统之外的其他应用。

[0298] 本公开含有设计 2010 年 8 月 25 日递交给日本专利局的日本优先权专利申请 JP 2010-187992 中公开的主题,并且通过引用将其全部结合在这里。

[0299] 本领域技术人员可以理解可以根据设计需要和其他因素进行各种修改、结合、子

结合和替换,只要它们在权利要求及其等价物的范围内。

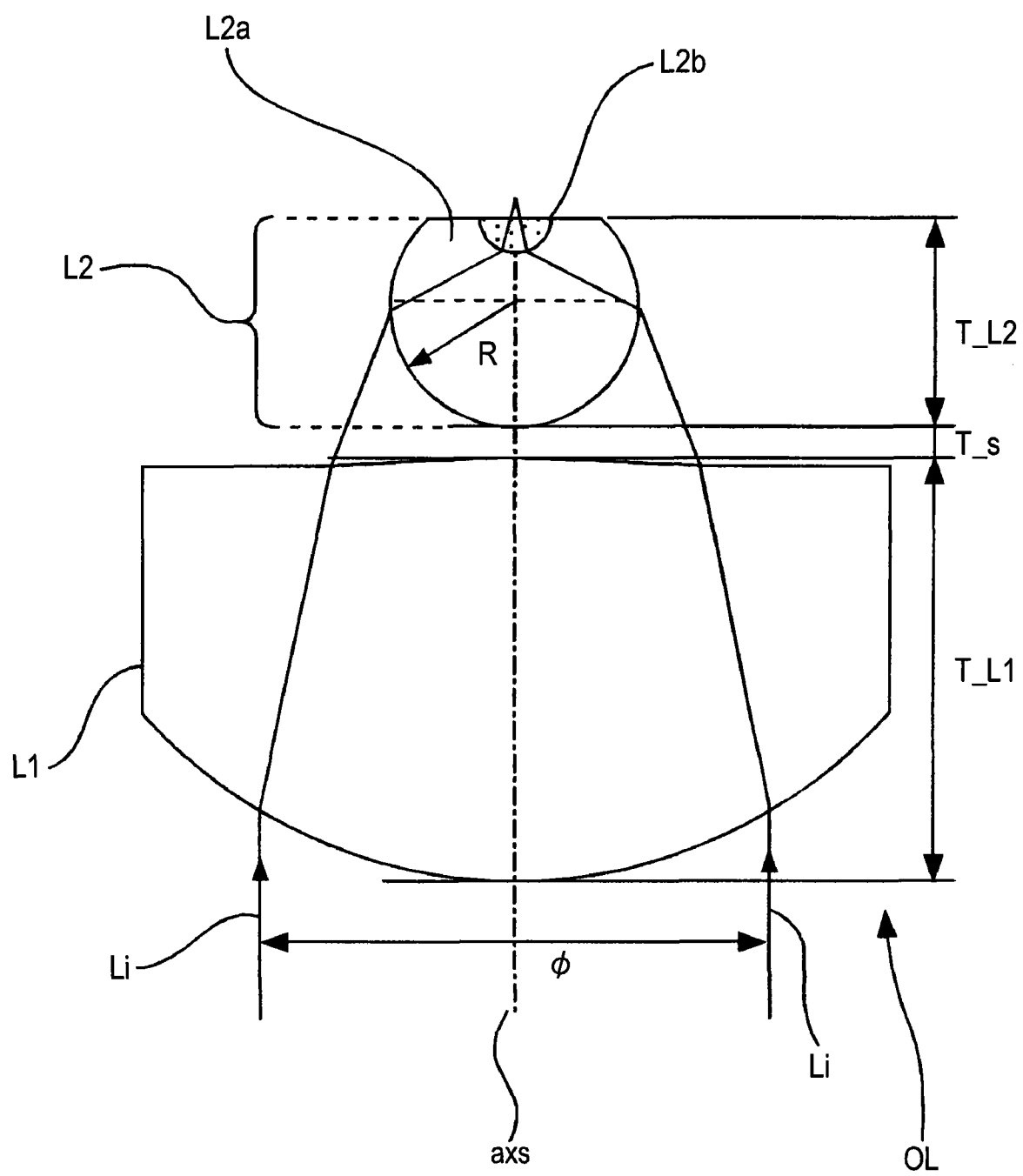


图 1

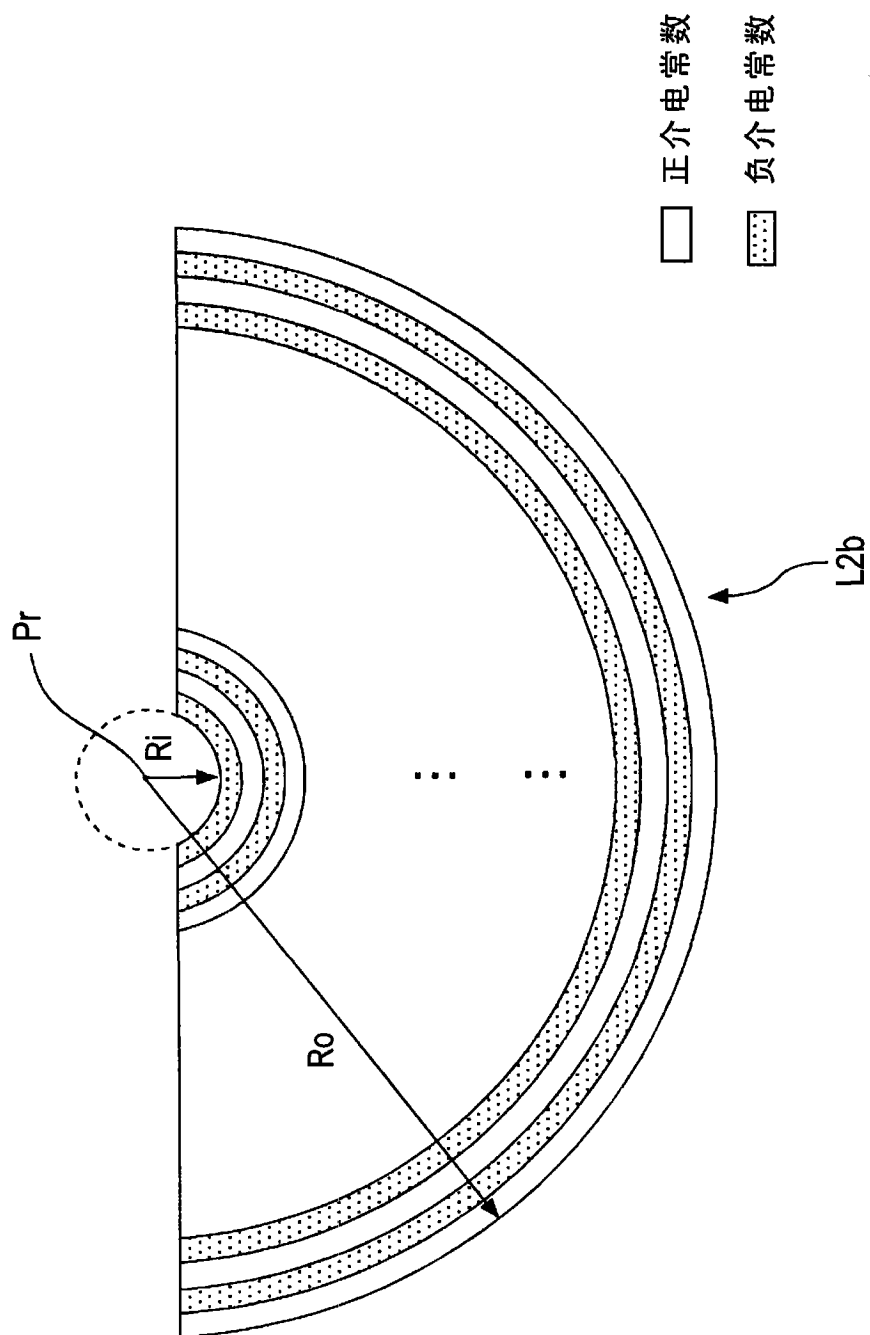


图 2

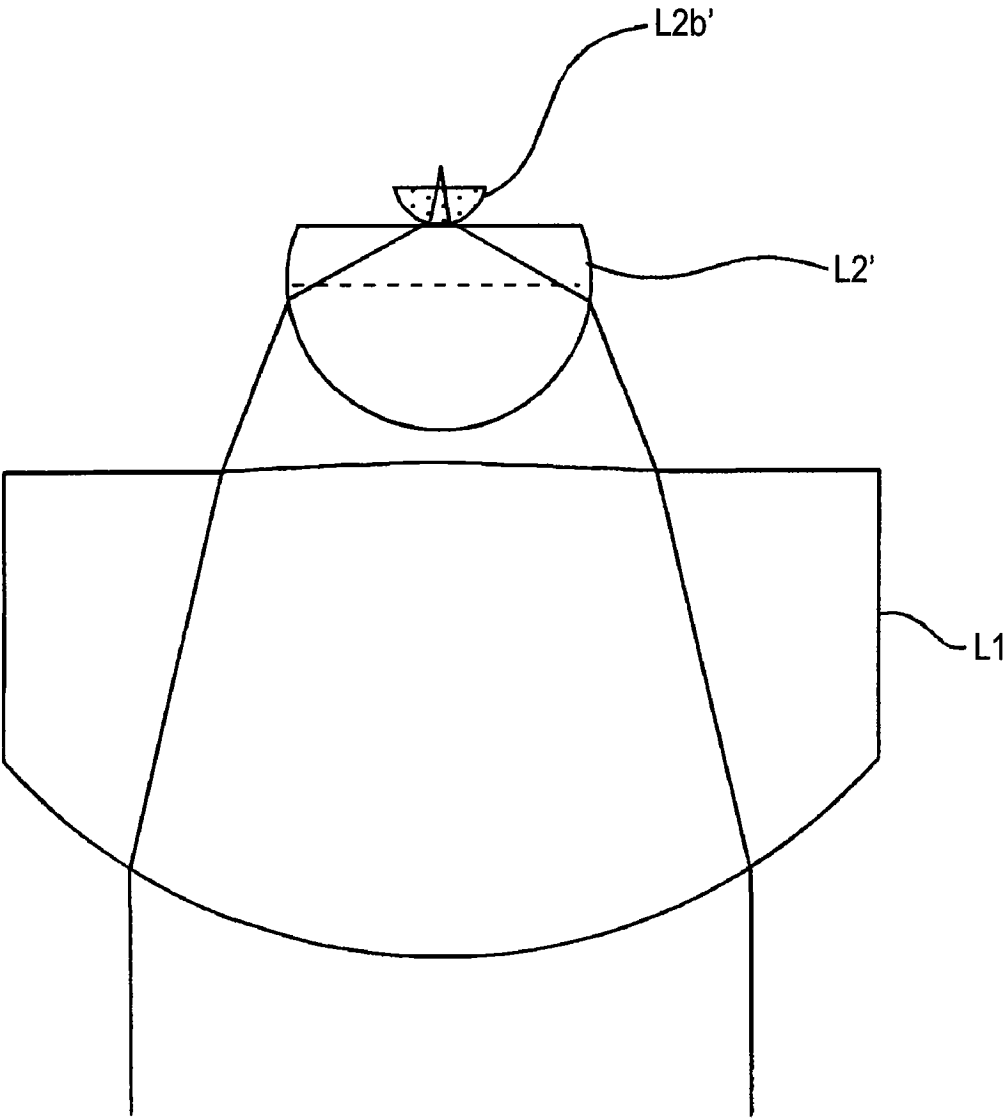


图 3

系统	BD	现有技术的SIL	示例1	示例2
波长 λ (nm)	405	405	405	405
后透镜的NA (NA _b)	0.85	0.43	0.43	0.37
前透镜的n	—	2.075	2.075	2.36
Ro/Ri	—	—	6.58	6.58
有效NA	0.85	1.84	12.1	13.7
点直径 λ /NA (nm)	476	220	33	30
工作距离	0.3mm	20nm	20nm	20nm
预凹槽形状	蜿蜒的连续凹槽	蜿蜒的连续凹槽	蜿蜒的连续凹槽	蜿蜒的连续凹槽
轨道间距Tp (nm)	320	160	24	24
调制方法	1-7pp	1-7pp	1-7pp	1-7pp
通道	—	PR(1221)	PR(1221)	PR(12221)
最小标记长度 (nm)	149	66.5	10.1	8.4
位长 (nm/bit)	112	50	7.6	6.2
记录密度 (Gbps)	18	81	3510	4290
记录容量 (GB)	25	112	4850	5930

图 4

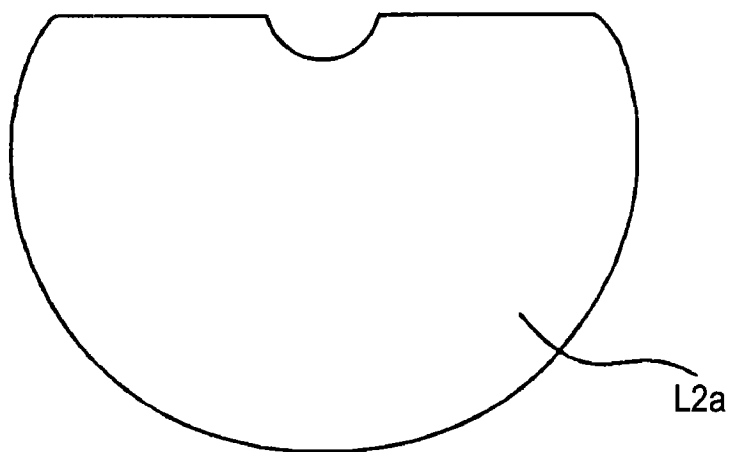


图 5A

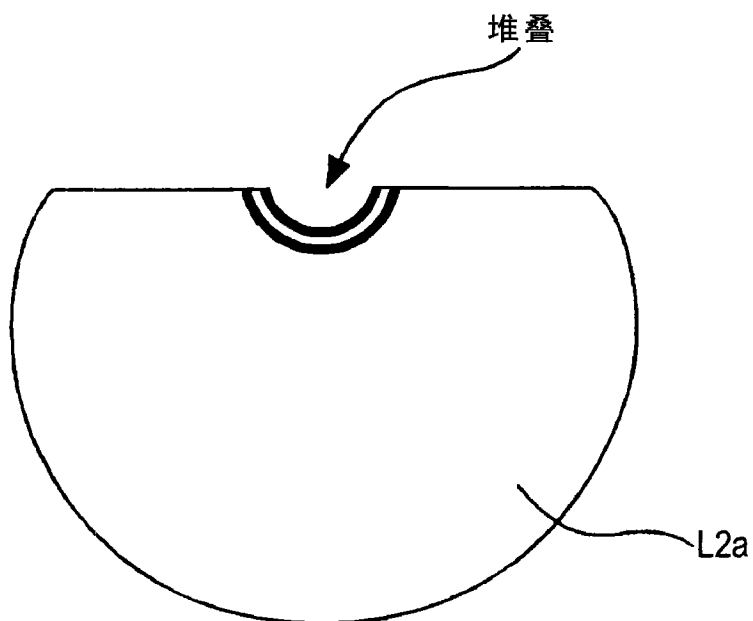


图 5B

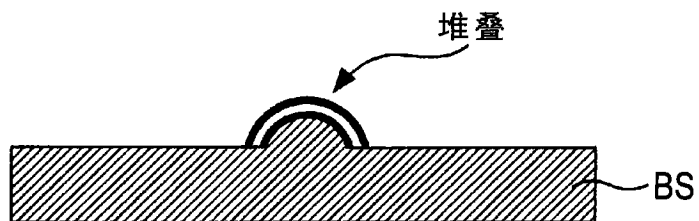


图 6A

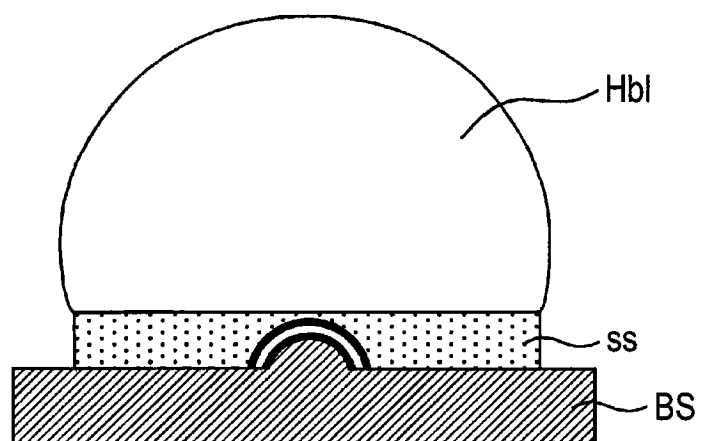


图 6B

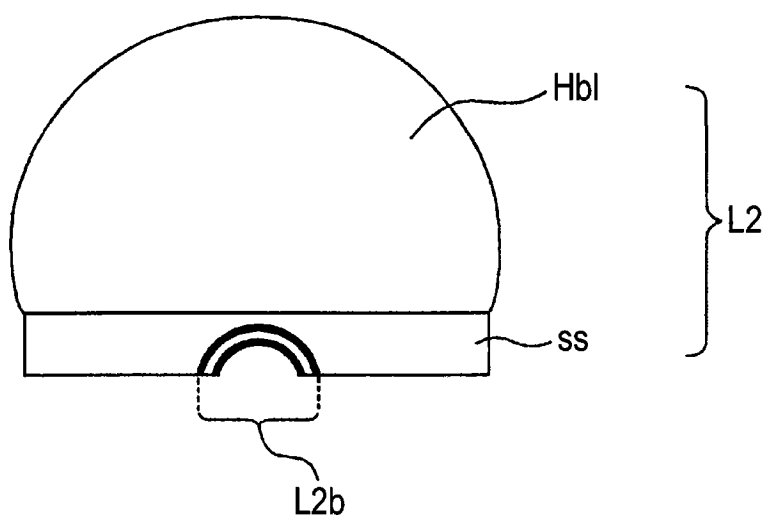


图 6C

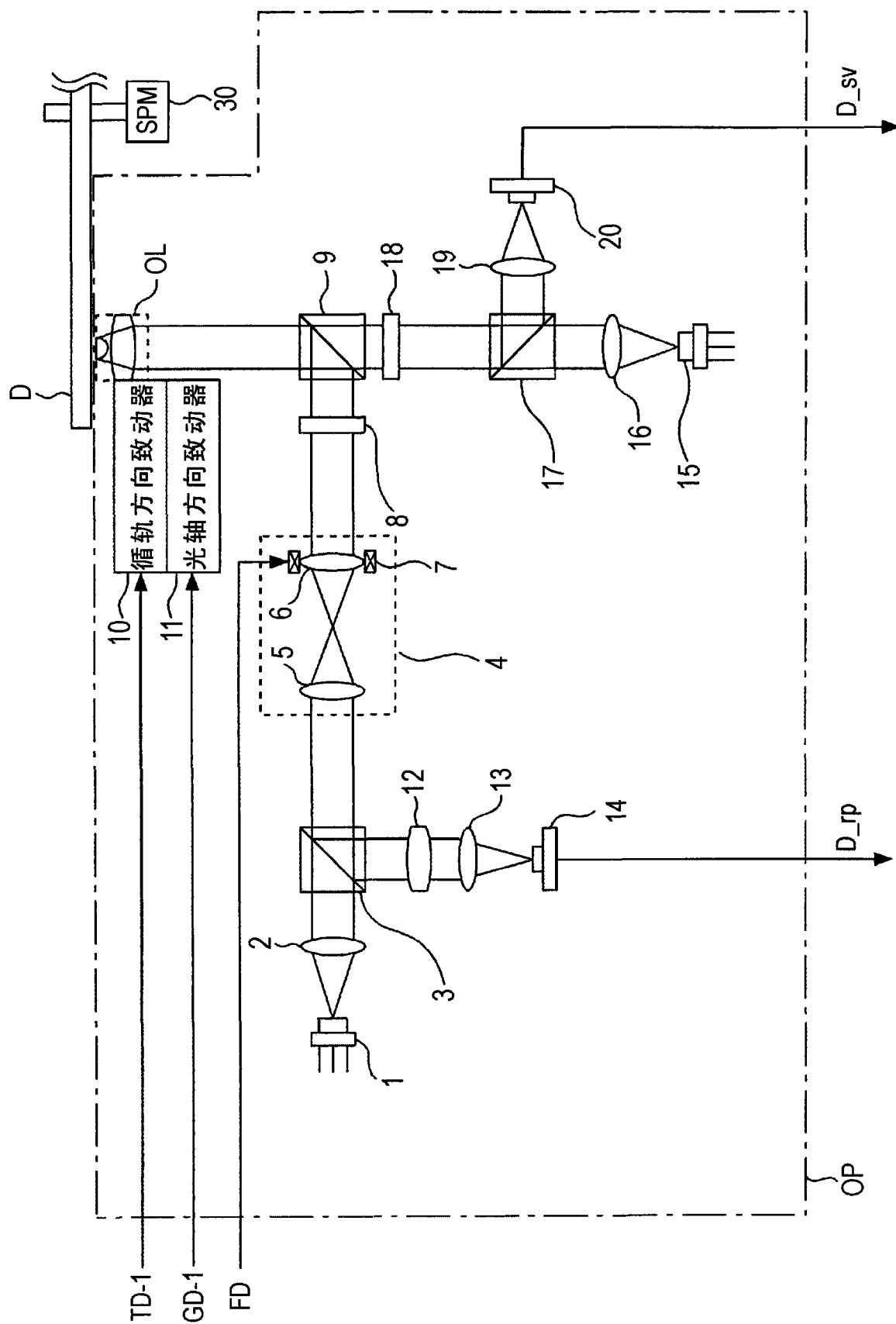


图 7

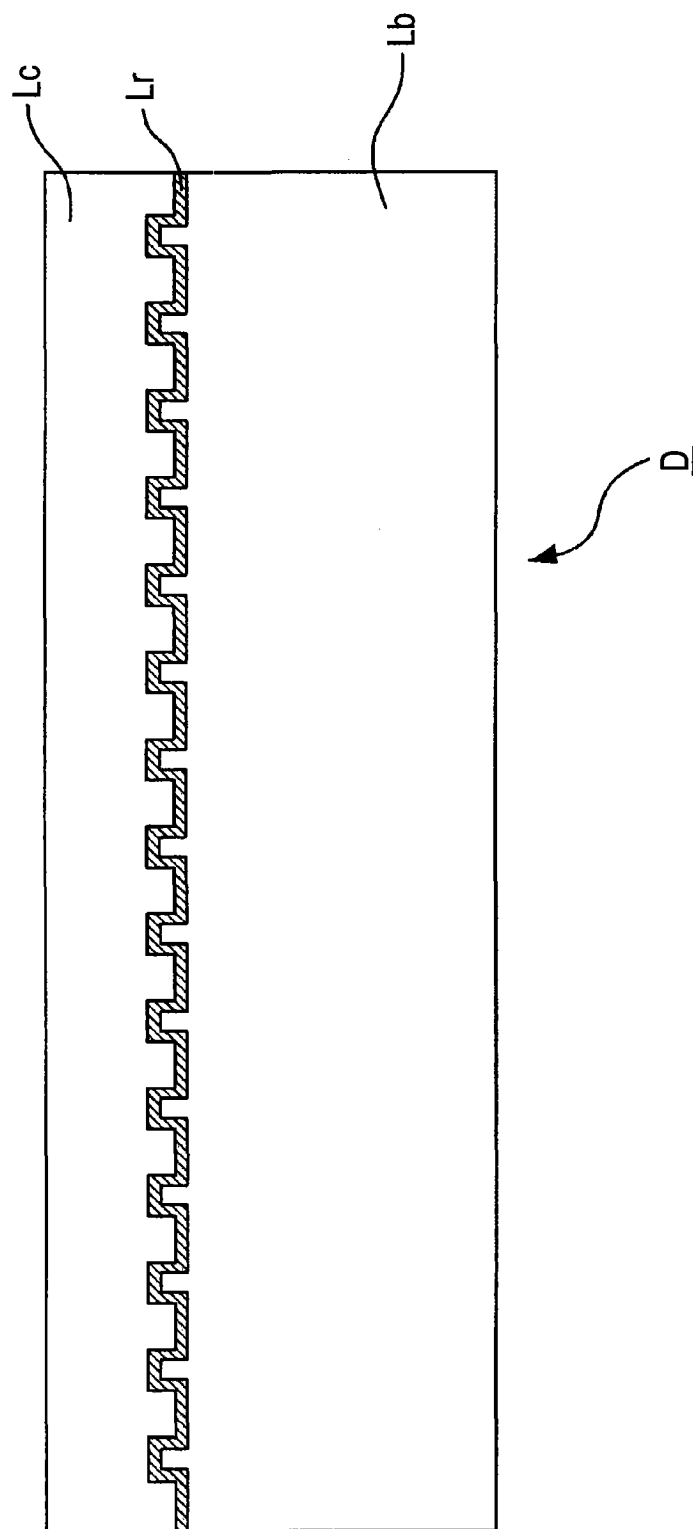


图 8

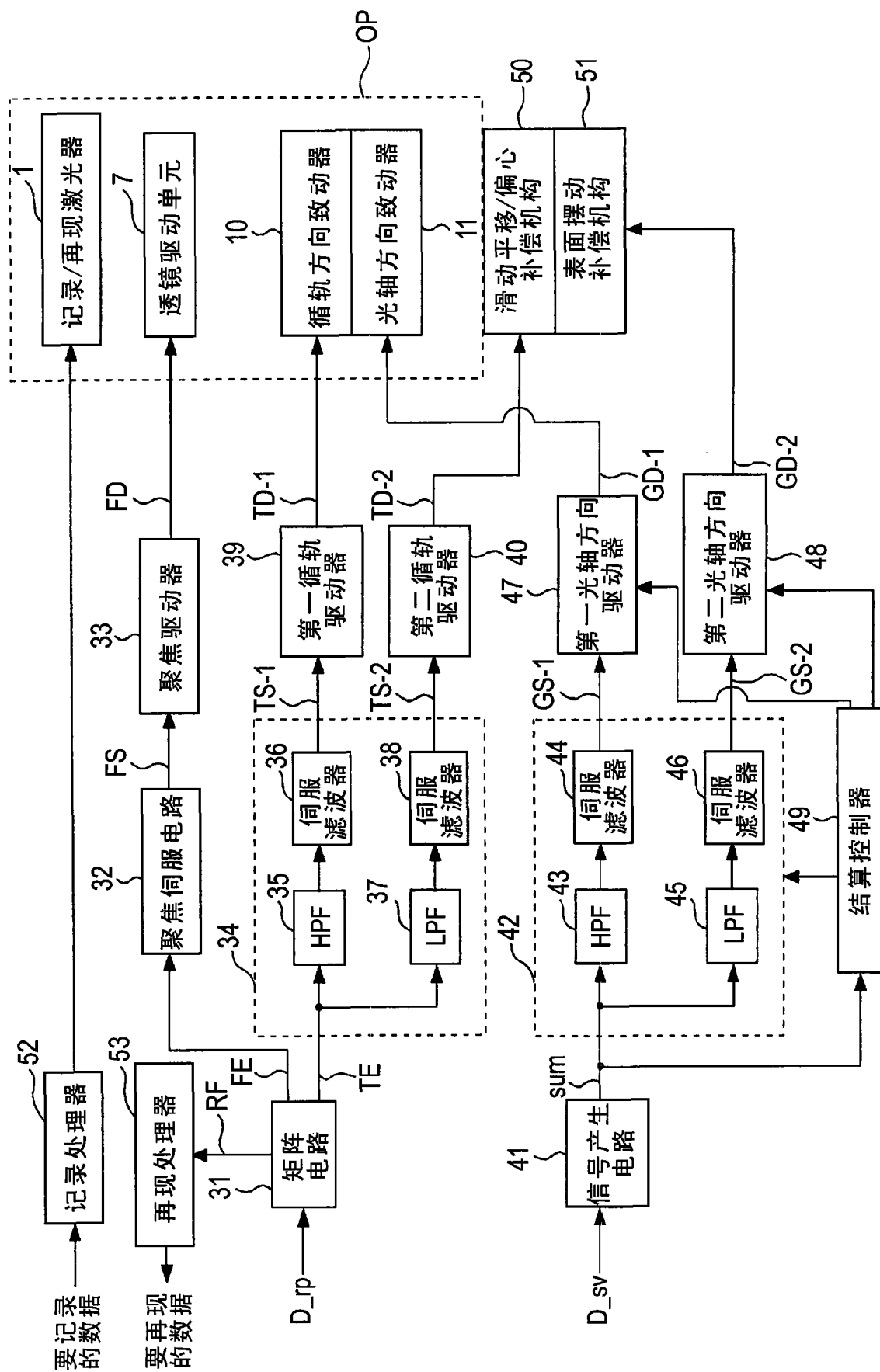


图 9

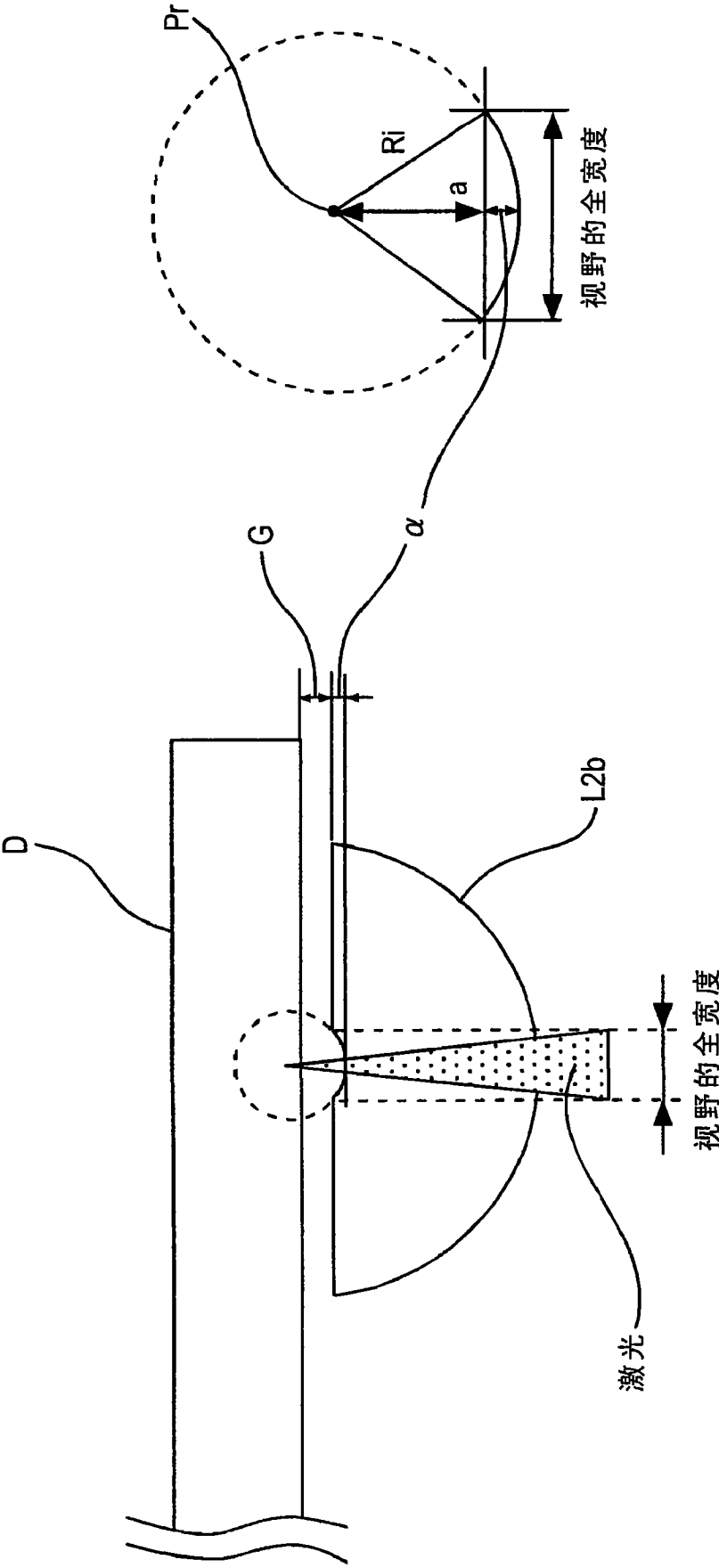


图10A

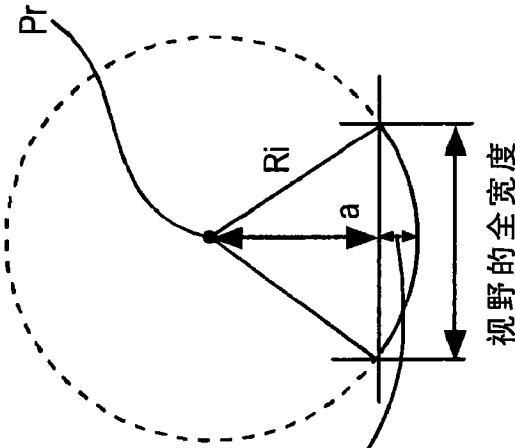


图10B

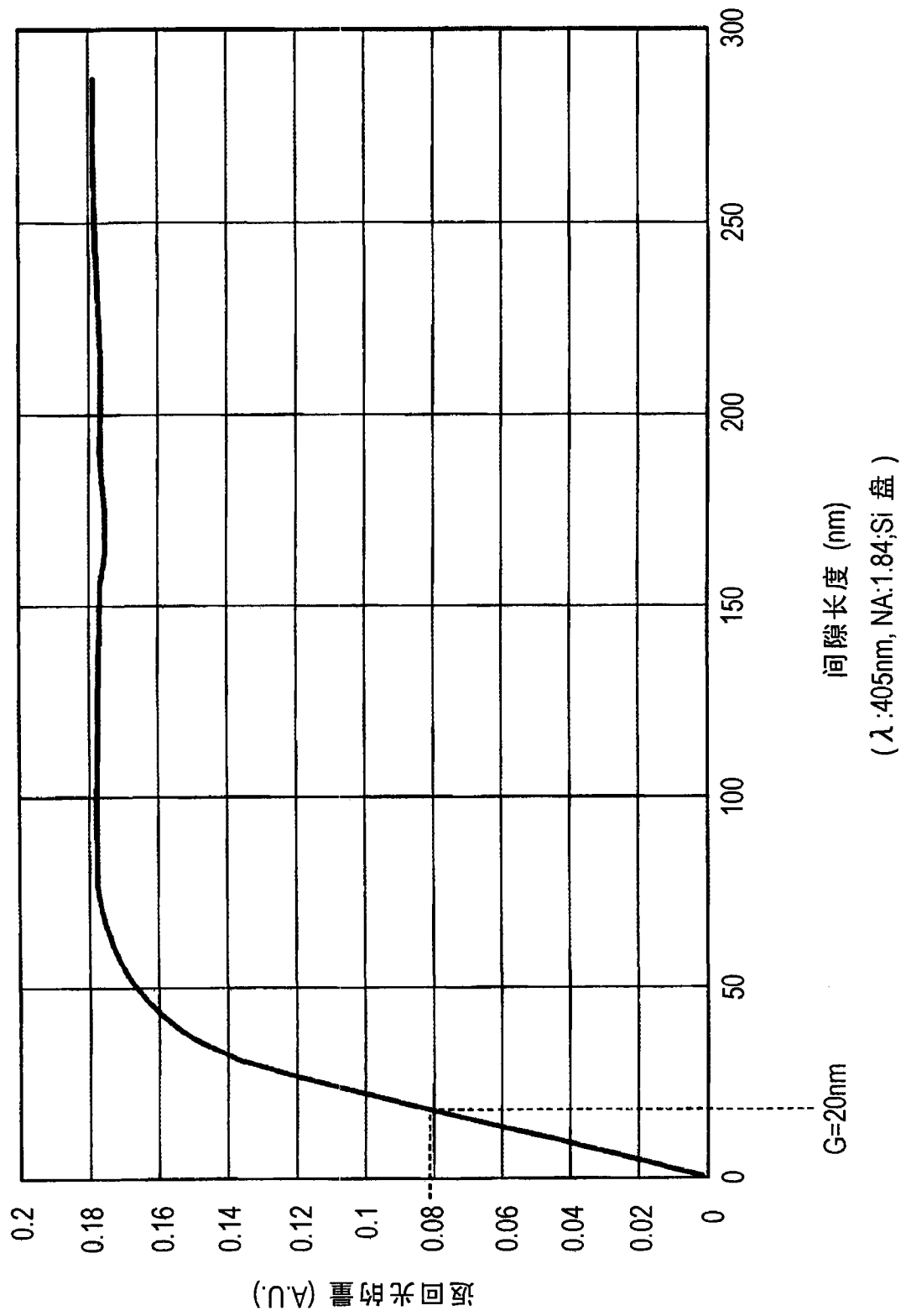


图 11

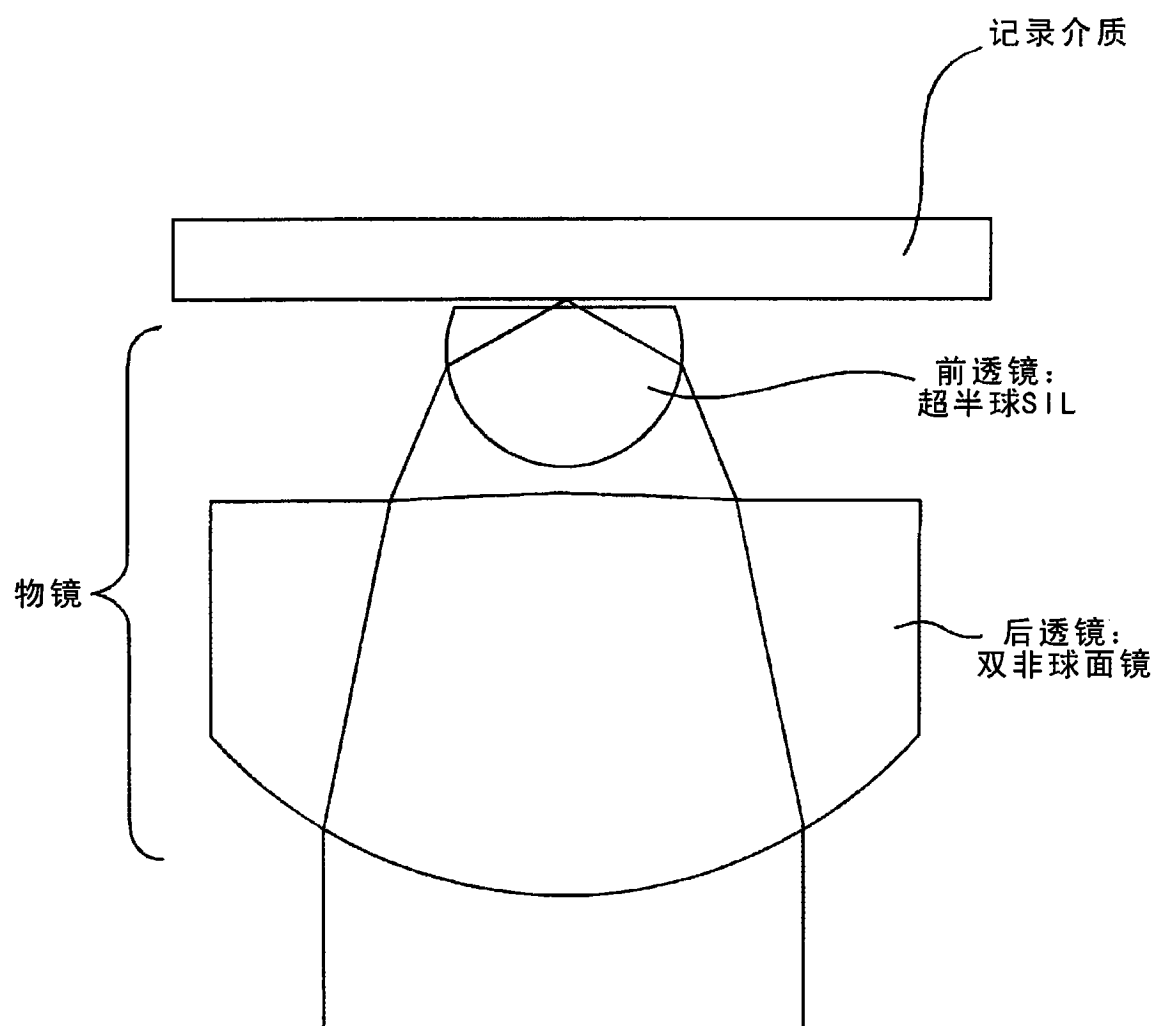


图 12