(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102222513 B
(45)授权公告日 2015.07.22

(21)申请号 201110087205.4
(22)申请日 2011.04.07
(30)优先权数据
2010-094092 2010.04.15 JP
(73)专利权人 索尼公司
地址 日本东京
(72)发明人 坂本哲洋
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 余刚 吴孟秋
(51)Int.Cl.
G11B 7/242(2006.01)
(56)对比文件
CN 1750149 A,2006.03.22,
CN 1750149 A,2006.03.22,
US 2009/0303864 A1,2009.12.10,
CN 101681646 A,2010.03.24,
US 2008/0170485 A1,2008.07.17,
CN 1831981 A,2006.09.13,
CN 101147197 A,2008.03.19,
JP 2006040456 A,2006.02.09,
审查员 金含笑

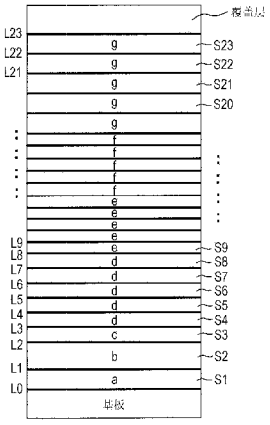
权利要求书1页 说明书20页 附图16页

(54)发明名称

多层光学记录介质

(57)摘要

一种多层光学记录介质，包括：多个反射入射光束的界面，且邻近的界面之间具有隔离层。当光入射面侧被定义为上面侧时，包括连续设置的具有不同厚度的隔离层的不同厚度层单元设置在最下层侧上，且均具有与设置在不同厚度层单元中的任何一个隔离层的厚度都不同的厚度的隔离层连续设置在不同厚度层单元的上方。



CN 102222513 B

1. 一种多层光学记录介质，包括：

多个反射入射光束的界面，所述界面中邻近的界面之间具有隔离层；

其中，当光入射面侧被定义为上面侧时，包括具有不同厚度的连续设置的隔离层的不同厚度层单元设置在最下层侧上，且均具有与设置在所述不同厚度层单元中的任何一个隔离层的厚度都不同的厚度的隔离层连续设置在所述不同厚度层单元的上方，其中，所述不同厚度层单元包括设置在其中的具有不同厚度的三类隔离层，而且其中，多个均包括连续设置的具有相同厚度的隔离层的相等厚度层单元形成在所述不同厚度层单元的上方，其中，设置在一个相等厚度层单元中的隔离层的厚度与设置在任何一个其他相等厚度层单元中的隔离层的厚度都不同。

2. 根据权利要求 1 所述的多层光学记录介质，其中，任何一个相等厚度层单元中的一个隔离层的厚度以及从该相等厚度层单元中的任意点连续设置的任何数目的隔离层的厚度之和各自不同于该相等厚度层单元外部的任何一个隔离层的厚度以及从任意点连续设置的任意数目的隔离层的厚度之和中的每一个。

3. 根据权利要求 1 所述的多层光学记录介质，其中，所述不同厚度层单元中的各隔离层的厚度与各个所述相等厚度层单元中的隔离层的厚度互为质数。

4. 根据权利要求 3 所述的多层光学记录介质，其中，作为最上面而设置的表面覆盖有非反射性涂层。

5. 根据权利要求 3 所述的多层光学记录介质，其中，所述作为最上面而设置的表面用作反射所述入射光束的界面之一，并且其中，在所述表面与邻近所述表面的界面之间形成并用作覆盖层的隔离层的厚度与任何一个其他隔离层的厚度都不同。

6. 根据权利要求 5 所述的多层光学记录介质，其中，用作所述覆盖层的所述隔离层的厚度与任何一个其他隔离层的厚度互为质数。

7. 根据权利要求 3 所述的多层光学记录介质，其中，设置在所述相等厚度层单元中的隔离层数目是相同的。

8. 根据权利要求 3 所述的多层光学记录介质，其中，总体上，所述相等厚度层单元越向下层侧形成，所述相等厚度层单元中的隔离层数目越少。

9. 根据权利要求 3 所述的多层光学记录介质，其中，形成在最上层侧和最下层侧的相等厚度层单元除外的相等厚度层单元之一中的隔离层数目被设定为 5。

多层光学记录介质

技术领域

[0001] 本发明涉及具有多个反射入射光束的界面的多层光学记录介质。

背景技术

[0002] 近年来，诸如 CD（光盘）、DVD（数字通用光盘）以及 BD（蓝光光盘（商标名））的光学记录介质已经广泛应用。

[0003] 在这种记录介质中，具有记录膜（记录层）的可记录光学记录介质具有多个记录层以增大记录容量。具体地，近年来，已经开发了具有三层以上记录膜的多层光学记录介质（例如，参见日本未审查专利申请公开第 2004-213720 号）。

[0004] 然而，在多层光学记录介质中，产生所谓的层间杂散光（interlayer stray light）。因此，引起多重干涉的问题。如这里所使用的，术语“多重干涉”是指（从其再生信息的）记录膜所反射的光束与不同于用于再生的记录膜的三个以上界面（光反射性界面）所反射的光束相干涉，因此，在检测器上产生光强度的变化。

[0005] 当然期望防止多重干涉的产生，以便防止再生性能的降低。

[0006] 对于具有三层记录膜的三层光学记录介质，可以通过使记录膜之间形成的隔离层（spacer）的厚度彼此不同来防止多重干涉的产生。

[0007] 这可以通过着眼于如下情况来理解，即，三层光学记录介质在记录膜 Lrc0 和 Lrc1（Lrc0 表示最下层记录膜）之间具有隔离层，该隔离层的厚度与记录膜 Lrc1 和记录膜 Lrc2 之间的隔离层的厚度相同，且记录膜 Lrc0 中的信息被再生。即，在这种情况下，聚焦在记录膜 Lrc0 上并被记录膜 Lrc0 反射的光束（再生光束 - 被干涉光束）的光路长度与被记录膜 Lrc1、记录膜 Lrc2（下表面）以及记录膜 Lrc1 连续反射的光束（即，杂散光束）的光路长度相同。由此，这些光束彼此干涉，因此，产生多重干涉。

[0008] 因此，对于三层光学记录介质，通过对形成在记录膜之间的隔离层采用不同厚度，可以使干涉光束的光路长度与杂散光束的光路长度不同。这样，可以防止多重干涉的产生。

[0009] 然而，对于具有四层以上层的多层光学记录介质，难以仅通过采用不同厚度的隔离层来防止多重干涉的产生。

[0010] 例如，如图 17 所示，讨论具有 5 层记录膜 Lrc（即，记录膜 Lrc0 ～ Lrc4）的多层光学记录介质。厚度为 4 的隔离层 S1 形成在记录膜 Lrc0 和 Lrc1 之间。厚度为 2 的隔离层 S2 形成在记录膜 Lrc1 和 Lrc2 之间。厚度为 3 的隔离层 S3 形成在记录膜 Lrc2 和 Lrc3 之间。厚度为 1 的隔离层 S4 形成在记录膜 Lrc3 和 Lrc4 之间。这样，隔离层的厚度被设定为不同的值。

[0011] 在这种情况下，当记录在最下层记录膜 Lrc0 中的信息被再生时，对于再生光束（如图 17 中粗实线箭头所示），由记录膜 Lrc2、Lrc4 以及 Lrc1 以该顺序反射的杂散光束（如图 17 中细实线箭头所示）的光路长度与由记录膜 Lrc1、Lrc4 以及 Lrc2 以该顺序反射的杂散光束（如图 17 中细虚线箭头所示）的光路长度相同。因此，两个杂散光束与再生光束相干涉。这是因为隔离层 S1 的厚度与隔离层 S3 和 S4 的厚度和之和相同。

[0012] 如上所述，在具有四个以上记录膜的多层光学记录介质中，难以仅通过采用不同厚度的隔离层来防止多重干涉的产生。

发明内容

[0013] 注意，为了增加光学记录介质的层数，记录介质的制造效率是重要的。如从上面的说明可以看出，对于所有隔离层需要采用不同厚度，以便防止多重干涉的产生。这导致对于隔离层需要使用不同的层压工艺。因此，记录介质的制造效率降低。

[0014] 此外，如果层数目进一步增加，以便生产例如具有几十层的多层光学记录介质，完全防止多重干涉的产生是非常困难的。即，为了完全防止多重干涉的产生，如图 17 所示，不仅需要设定各层的厚度，而且需要设定多个厚度的和，从而使这些厚度不相同。然而，为了实现这种厚度，光学记录介质的整体厚度显著增加。结果，校正每层中产生的球面像差是非常困难的。

[0015] 应该注意，不必完全防止多重干涉的产生，而是可以将多重干涉减小到一定水平，从而保持一定的再生性能。

[0016] 因此，本发明提供了可生产的多层光学记录介质，其能够在保持优异的制造效率的同时减小多重干涉。

[0017] 因此，本发明的多层光学记录介质采用下面的结构。

[0018] 即，根据本发明的实施方式，多层光学记录介质包括多个反射入射光束的界面，其中界面中邻近的界面之间具有隔离层。当光入射面侧被定义为上面侧时，包括具有不同厚度的连续设置的隔离层的不同厚度层单元设置在最下层侧上，且均具有与设置在不同厚度层单元中的任何一个隔离层的厚度都不同的厚度的隔离层连续设置在不同厚度层单元的上方。

[0019] 这样，根据该实施方式，包括具有不同厚度的隔离层的不同厚度层单元形成在最下层侧上，且包括连续设置的均具有相同厚度的隔离层的相等厚度层单元形成在不同厚度层单元上方。

[0020] 通过在最下层侧上设施不同厚度层单元，可有效减少严重的多重干涉的产生。即，因为，如下所述，干涉光束经由其传播的界面越向下层侧设置，多重干涉的程度越高，所以不同厚度层单元如上所述地设置在最下层侧上。即，通过避免最下层侧上具有相同厚度的隔离层的存在，可有效防止严重多重干涉的产生。

[0021] 此外，通过设置包括连续设置在不同厚度层单元上方的均具有相同厚度的隔离层的相等厚度层单元，可有效减少多重干涉的产生，如下所述。

[0022] 这样，根据本发明的实施方式，可以有效减少多层光学记录介质中多重干涉的产生。

[0023] 此外，因为结构包括连续设置的均具有相同厚度的隔离层，所以该部分可以使用相同的层压工艺来制造。因此，与例如所有隔离层具有不同厚度的结构相比，可以改善制造效率。此外，因为允许使用均具有相同厚度的隔离层的设置，所以与将隔离层的厚度确定为完全防止多重干涉的产生的结构相比，可以有利减小记录介质的整体厚度。

[0024] 因此，根据本发明的实施方式，可以在保持多层光学记录介质的优异制造效率的同时减小多重干涉的产生。

附图说明

[0025] 图 1 示出根据本发明实施方式的多层光学记录介质的示例性截面结构；

[0026] 图 2 示出在根据实施方式的多层光学记录介质上执行的伺服控制的实例；

[0027] 图 3 是在根据实施方式的多层光学记录介质上执行记录和再生操作的光学系统的示意图；

[0028] 图 4A 和 4B 是用于讨论引起实际问题的干涉光的示图；

[0029] 图 5 示出在比较结构 1 中隔离层厚度的设定实例；

[0030] 图 6 示出在比较结构 2 中隔离层厚度的设定实例；

[0031] 图 7 示出在比较结构 3 中隔离层厚度的设定实例；

[0032] 图 8 示出比较结构 3 的自相似性；

[0033] 图 9 示出在比较结构 4 中隔离层厚度的设定实例；

[0034] 图 10 示出根据实施方式的示例性结构；

[0035] 图 11 示出比较结构 1 至 4 与根据实施方式的示例性结构中的干涉光束数目的比较；

[0036] 图 12 示出每个界面的能量反射率和能量透射率的设定实例；

[0037] 图 13A 和 13B 示出每个界面的能量反射率和能量透射率以及界面的有效反射率的设定实例；

[0038] 图 14 示出比较结构 1 至 4 与根据实施方式的示例性结构中光强度变化的比较；

[0039] 图 15 示出根据实施方式的示例性结构（变形后）；

[0040] 图 16A 和 16B 示出当确定设置在不同厚度层单元中的隔离层的数目时所使用的设计方针；以及

[0041] 图 17 示出在包括四个以上记录膜的多层光学记录介质中产生多重干涉的方式。

具体实施方式

[0042] 下面说明本发明的示例性实施方式。按照下面的顺序进行说明：

[0043] 1. 多层光学记录介质的截面结构以及记录 / 再生

[0044] 2. 防止多重干涉的隔离层厚度的设定

[0045] 2-1 对多重干涉的讨论

[0046] 2-2 有效减小多重干涉的设计方针

[0047] 2-3 根据实施方式的隔离层厚度的设定技术

[0048] 2-4 隔离层厚度的设定实例

[0049] 3. 变形例

[0050] 1. 多层光学记录介质的截面结构以及记录 / 再生

[0051] 图 1 示出根据本发明实施方式的多层光学记录介质（多层光学记录介质 1）的示例性截面结构。

[0052] 多层光学记录介质 1 为盘状。通过将激光束照射到旋转驱动的多层光学记录介质 1，将标记记录（信息被记录）在多层光学记录介质 1 上。此外，为了再生记录在多层光学记录介质 1 上的信息，将激光束照射到旋转驱动的多层光学记录介质 1 上。

[0053] 如这里所使用的，术语“光学记录介质”通常是指（信息记录在其上且通过对其照射光束来再生信息的）记录介质。

[0054] 如图 1 所示，多层光学记录介质 1 是大容量型 (bulk type) 的。多层光学记录介质 1 从顶部包括覆盖层 2 和选择性反射膜 3。作为选择性反射膜 3 的下层，形成具有如下结构的记录层，即，交替堆叠隔离层 4 和记录膜 Lrc（可记录区域包括多个记录膜 Lrc）。作为记录层的下层，形成基板 5。

[0055] 如这里所使用的，术语“上层侧”是指用于记录和再生信息的光束通过顶面入射时的上层侧。

[0056] 多层光学记录介质 1 的覆盖层 2 由诸如聚碳酸酯或丙烯酸树脂的树脂形成。如图 1 所示，导向槽形成在覆盖层 2 的下表面上。导向槽的形式为凹槽或凹坑串 (pit string)。导向槽用作指示记录 / 再生位置的位置指示符。因此，提供了具有凹凸形状的截面。导向槽具有螺旋形状或同心形状。

[0057] 例如，当导向槽由凹坑串形成时，位置信息（绝对位置信息，即，指示盘上旋转角位置的旋转角信息和半径位置信息）是用凹坑和槽脊 (land) 的长度的组合来记录的。相反，当导向槽由凹槽本身形成时，将凹槽形成为周期性蛇行（波动）的。因此，位置信息是以周期信息的形式记录在蛇行路径中。

[0058] 覆盖层 2 可以使用其上具有这种凹槽（凹凸形状）的压模 (stamper) 通过注入成型而形成，或通过将这种压模的形状热转印至膜而形成。

[0059] 此外，将选择性反射膜 3 涂布在（具有形成在其上的上述凹坑串的）覆盖层 2 的下表面上。下面更详细地说明选择性反射膜 3。

[0060] 这样，记录层形成在选择性反射膜 3 的下表面上。

[0061] 在记录层中，隔离层 4 由粘附材料形成，诸如紫外线固化树脂。

[0062] 记录膜 Lrc 用作具有（当激光束聚焦在其上时形成的）标记并能够反射入射光束的膜。例如，在这种情况下，记录膜 Lrc 通过在反射膜上堆叠（诸如可再写记录膜（即，相变膜）或对热的施加表现出不可逆反应的可记录无机膜或多种可记录有机色素膜的）记录材料而形成。

[0063] 注意，当使用通过例如烧蚀反射膜而形成为低反射率部分的标记部分来执行记录时，记录膜 Lrc 可以仅使用反射材料形成。即使在这种情况下，记录膜 Lrc 类似地反射入射光束。

[0064] 根据本实施方式，例如，23 层记录膜 Lrc（即，Lrc0 ～ Lrc22）形成在记录层中。此时，记录膜 Lrc0（最下层）由（全反射入射光束的）全反射记录膜形成，且每个记录膜 Lrc1 ～ Lrc22 由使入射光的一部分束透过的半透明记录膜形成。

[0065] 基板 5 由树脂形成，诸如聚碳酸酯或丙烯酸树脂。

[0066] 例如，具有图 1 所示的结构的多层光学记录介质 1 可以通过下面的处理来制造。

[0067] 首先，用作记录膜 Lrc0 的全反射记录膜形成在基板 5 上。此后，隔离层 4 和半透明记录膜交替且反复堆叠在记录膜 Lrc0 上。因此，形成记录膜，直到记录膜 Lrc22。

[0068] 同时，将覆盖层 2 形成为具有（由于使用上述压模通过注入成型来形成位置指示符而造成的）凹凸截面。此后，将选择性反射膜 3 涂布在具有所形成的凹凸形状的覆盖层 2 的表面上。

[0069] 然后，具有形成在其上的选择性反射膜 3 的覆盖层 2 使用作为隔离层 4 的紫外线固化树脂而粘结到记录膜 Lrc22 的上表面，以便具有形成在其上的选择性反射膜 3 的覆盖层 2 的表面面对记录膜 Lrc22 的上表面。更具体地，使用旋涂技术将紫外线固化树脂涂布在记录膜 Lrc22 上。此后，将紫外光照射到紫外线固化树脂上，其中覆盖层 2 的表面具有紧靠着紫外线固化树脂形成在其上的选择性反射膜 3。因此，紫外线固化树脂固化，因此，选择性反射膜 3 和记录膜 Lrc22 其间形成有隔离层 4，如图 1 所示。

[0070] 注意，此时，在上述多层光学记录介质 1 中，没有记录膜 Lrc 具有位置指示符。

[0071] 即，虽然当前广泛使用的双层盘的每层记录膜均具有位置指示符，但是根据本实施方式的多层光学记录介质 1 在除了记录层之外的层中仅具有一个位置指示符。

[0072] 与为每层记录膜 Lrc 形成位置指示符的结构不同，这种结构不会随着记录膜 Lrc 数目的增加而增加形成位置指示符的工艺数。因此，可以有利地简化制造工艺，且制造成本可以随着层数的增加而越发减少。

[0073] 然而，当采用仅包括一个具有位置指示符的层的结构时，如果仅通过物镜照射用于记录和再生的激光束（下文中称为“记录 / 再生激光束”），则当将信息记录在每个记录膜 Lrc 上时，难以在期望位置记录标记。

[0074] 因此，通过共享的物镜 16 以及记录 / 再生激光束，将用于位置控制的伺服激光束独立照射到具有图 1 所示的结构的多层光学记录介质 1 上，如图 2 所示。

[0075] 注意，根据本实施方式，物镜 16 的有效数值孔径对于记录 / 再生激光束约为 0.85，对于伺服激光束约为 0.6。

[0076] 此时，如果伺服激光束到达记录膜 Lrc，则记录标记的处理可能受到影响。因此，伺服激光束的波长范围不同于记录 / 再生激光束的波长。此外，具有形成在其上的位置指示符的选择性反射膜 3 具有波长选择性，以便反射伺服激光束（波长在预定范围内的光束）并允许记录 / 再生激光束（不同于波长在预定范围内的光束的光束）透过。

[0077] 根据本实施方式，将记录 / 再生激光束的波长设定为约 405nm，且将伺服激光束的波长被设定为约 650nm。

[0078] 在上述条件下，接下来说明对多层光学记录介质 1 执行的伺服控制的实例。

[0079] 首先，与记录和再生不同地执行循轨伺服控制。

[0080] 更具体地，在标记尚未形成的记录操作过程中，难以根据记录膜 Lrc 所反射的记录 / 再生激光束来使用循轨伺服。因此，在记录操作过程中，物镜 16 的循轨伺服控制是根据选择性反射膜 3 所反射的伺服激光束来执行，以便伺服激光束的光斑位置跟随位置指示符。

[0081] 这样，即使当位置指示符不是形成在每个记录膜 Lrc 上时，标记也记录在记录膜 Lrc 的预定位置（在作为位置指示符的轨道正下方的位置）处。

[0082] 相反，在标记串已经形成在记录膜 Lrc 上的再生操作的过程中，循轨伺服控制可以使用所记录的标记串来执行。因此，在再生操作的过程中，物镜 16 的循轨伺服控制可以根据记录膜 Lrc 所反射的记录 / 再生激光束来执行，以便记录 / 再生激光束的光斑位置跟随所记录的标记串。

[0083] 如从上面说明中可以看到的，具有形成在其上的位置指示符的选择性反射膜 3 的表面作为（用作使用伺服激光束控制记录 / 再生激光束位置的）基准。出于这一原因，下

文中，具有形成在其上的位置指示符的选择性反射膜 3 的表面称为“基准面 Ref”。

[0084] 对于聚焦伺服控制，应当注意以下几点。

[0085] 即，在记录操作过程中，为了基于形成在上述基准面 Ref 上的位置指示符来执行物镜 16 的循轨伺服控制，需要将伺服激光束聚焦在基准面 Ref 上。此外，自然地，还需要将记录 / 再生激光束聚焦在信息要记录在其上的记录膜 Lrc 上。

[0086] 这样，在记录操作过程中，对于不同的层位置，需要执行不同的伺服控制操作。出于这一原因，将信息记录在多层光学记录介质 1 上并且从其上再生信息的装置包括（独立地控制记录 / 再生激光束的聚焦位置并且独立于控制物镜 16 位置的双轴致动器而设置的）记录和再生聚焦机构。

[0087] 图 3 是光学系统的示意图，该光学系统对多层光学记录介质 1 执行记录和再生并包括独立地控制记录 / 再生激光束的聚焦位置的上述机构。

[0088] 如图 3 所示，双轴致动器 17 以可移动的方式在多层光学记录介质 1 的径向上（即，循轨方向）以及物镜 16 靠近或远离多层光学记录介质 1 移动的方向上（即，聚焦方向）支撑同样在图 2 中示出的物镜 16。

[0089] 在图 3 中，记录 / 再生光束聚焦机构 10 独立地控制记录 / 再生激光束的聚焦位置。如图 3 所示，记录 / 再生光束聚焦机构 10 包括静止透镜 11、可移动透镜 12 以及透镜驱动单元 13。透镜驱动单元 13 基于从控制单元（未示出）输出的驱动信号在与记录 / 再生激光束的光轴平行的方向上移动可移动透镜 12。这样，当可移动透镜 12 在平行于记录 / 再生激光束的光轴方向上移动时，入射到物镜 16 上的记录 / 再生激光束的准直改变。因此，记录 / 再生激光束的聚焦位置可以与伺服激光束相独立地改变。

[0090] 此外，如上所述，记录 / 再生激光束的波长范围与伺服激光束不同。因此，这样设计光学单元以便多层光学记录介质 1 所反射的记录 / 再生激光束和伺服激光束由分色棱镜 15 分开（参见图 3）并输入到不同系统（即，两个反射光束被独立地检测）。

[0091] 此外，对于入射光束，分色棱镜 15 可以对记录 / 再生激光束和沿相同轴的伺服激光束进行组合，并使组合光束入射到物镜 16 上。更具体地，在这种情况下，如图 3 所示，记录 / 再生激光束透过记录 / 再生光束聚焦机构 10（静止透镜 11，此后，可移动透镜 12），并由反射镜 14 反射。随后，记录 / 再生激光束由分色棱镜 15 的选择性反射面反射并入射到物镜 16 上。相反，伺服激光束透过分色棱镜 15 的选择性反射面，入射到物镜 16 上。

[0092] 在这种光学系统的构造中，如下地执行聚焦伺服控制。

[0093] 即，通过基于反射伺服激光束的物镜 16 的聚焦伺服控制，伺服激光束的聚焦位置跟踪基准面 Ref。此外，通过基于反射的记录 / 再生激光束的记录 / 再生光束聚焦机构 10（透镜驱动单元 13）的聚焦伺服控制，记录 / 再生激光束的聚焦位置跟踪信息要记录在其上的记录膜 Lrc。

[0094] 注意，如上所述，通过驱动物镜 16 根据所记录的标记串所反射的记录 / 再生激光束来执行再生操作过程中的循轨伺服控制。因此，在再生操作过程中，伺服激光束无需聚焦在基准面 Ref 上。出于这一原因，在再生操作过程中，物镜 16 的聚焦伺服控制可以基于所反射的记录 / 再生激光束来执行。在这种情况下，记录 / 再生光束聚焦机构 10 可以用于粗略地选择记录膜 Lrc，即，粗略地移动记录 / 再生激光束的聚焦位置。

[0095] 再次参照图 1 继续进行说明。

[0096] 图 1 中所示的多层光学记录介质 1 包括反射入射光束的 24 个界面 L_i(L0 ～ L23)，如图 1 中的圆括号所示。

[0097] 根据上面的说明，选择性反射膜 3 具有根据记录 / 再生激光束的波长是否允许记录 / 再生激光束透过的选择性。因此，基准面 Ref 可以从对入射的记录 / 再生激光束（可以是多重干涉的被干涉光束）进行反射的界面中排除。

[0098] 然而，实际上，选择性反射膜 3 难以获得 100％的波长选择性。因此，难以使基准面 Ref 对记录 / 再生激光束的反射率为零。因此，基准面 Ref 包括在“界面”中。

[0099] 相反，字面上，除了具有在其上形成的反射薄膜的表面之外，“界面”包括具有不同反射率的两种介质之间的界面。因此，多层光学记录介质 1 的表面（覆盖层 2 的表面）包括在界面 L_i 中。

[0100] 然而，根据本实施方式，覆盖层 2 的表面覆盖有非反射涂层，诸如抗反射 (AR) 涂层。因此，从界面 L_i 中排除了覆盖层 2 的表面。

[0101] 如上所述，根据本实施方式，多层光学记录介质 1 具有 24 个“对入射光束进行反射的界面”（记录膜 Lrc0 ～ Lrc22 以及基准面 Ref 的 L0 ～ L23）。

[0102] 2. 防止多重干涉的隔离层厚度的设定

[0103] 2-1 对多重干涉的讨论

[0104] 首先参照图 4A 和图 4B 讨论多重干涉的干涉光。在下面的讨论中，做出如下定义。

[0105] 假设 L_i(i ＝ 0,1,...,N) 表示反射入射光束的各界面。此时，具有较小值 i 的界面设置在下层侧。

[0106] 此外，假设 S_i(i ＝ 0,1,...,N) 表示形成在界面 L_{i-1} 和 L_i 之间的层厚度。

[0107] 在这种定义下，参照图 4A 和图 4B 进行说明。

[0108] 在图 4A 和图 4B 中，为了简化，示出了具有 9 个界面 L_i(i ＝ 0 ～ 8)（包括基准面 Ref) 的多层光学记录介质。

[0109] 图 4A 示出了如下杂散光束（干涉光束），即，在再生操作的过程中，当多层光学记录介质的界面 L6（记录膜 Lrc6) 和界面 L7（记录膜 Lrc7) 之间的隔离层厚度 S7 与界面 L7 和界面 L8（基准面 Ref) 之间的隔离层厚度 S8 之和 (S7+S8) 等于界面 L0（记录膜 Lrc0) 和界面 L1（记录膜 Lrc1) 之间的隔离层厚度 S1 与界面 L1 和界面 L2（记录膜 Lrc2) 之间的隔离层厚度 S2 之和 (S1+S2) 时，杂散光束在干涉面 L0（记录膜 Lrc0) 上引起多重干涉。

[0110] 图 4B 示出当界面 L2（记录膜 Lrc2) 和界面 L3（记录膜 Lrc3) 之间的隔离层厚度 S3 等于界面 L3 和界面 L4（记录膜 Lrc4) 之间的隔离层厚度 S4 时，在再生操作过程中在界面 L2 上产生的干涉光束。

[0111] 注意，在图 4A 和图 4B 中，粗实线箭头表示聚焦在要从其上再生信息的界面 Li 并由界面 Li 反射的光束（再生光束，也称为“干涉光束”）。细实线（图 4A 中的细实线箭头和细虚线箭头）表示引起多重干涉的干涉光束。

[0112] 为了减少多重干涉，应研究引起多重干涉的杂散光束的类型。

[0113] 一种可能引起多重干涉的杂散光束是被反射奇数次的光束。此时，被反射奇数次的光束中，被反射五次以上次的光束不会导致（引起检测器获取再生信号的实际问题的）光强度变化，因为每当光束被一个界面 L 反射光束强度就会衰减。因此，仅考虑被反射三次的杂散光束以便减小多重干涉。

[0114] 此外，经由位于要从其再生信息的界面下层侧上的界面传播的杂散光束的光路比被干涉光束的长。因此，如果杂散光束经由位于要从其再生信息的界面下层侧的界面传播，则在引起多重干涉的杂散光束中，甚至被反射三次的杂散光束也被排除。

[0115] 如从上面的说明中可以看到的，为了减少多重干涉，期望减少被反射三次且经由位于要从其再生信息的界面 L（下文中称为“界面 Lj”）上层侧上的界面传播的杂散光束的产生。理想地，期望防止所有这种杂散光束的产生。

[0116] 下面讨论被反射三次并引起实际问题的杂散光束。

[0117] 在图 4A 所示的情况下，由界面 L6、界面 L8 以及界面 L2（细实线箭头表示）反射的杂散光束，以及由界面 L2、界面 L8 以及界面 L6（细虚线箭头表示）反射的杂散光束引起该问题。

[0118] 在图 4A 所示的情况下，由界面 L6、界面 L8 以及界面 L2（如细实线箭头所示）反射的杂散光束以及由界面 L2、界面 L8 以及界面 L6（如细虚线箭头所示）反射的杂散光束导致该问题。

[0119] 在图 4A 所示的这种情况下，再生对象界面 Lj 表示为界面 L0，且隔离层厚度 S1+S2 ＝ S7+S8。即，被反射三次的上述两个杂散光束中的每个的光路长度等于被干涉光束的光路长度，因此，存在引起实际问题的多重干涉。

[0120] 此时，设 Lk、L1 和 Lm 表示界面，被反射三次的杂散光束从下层侧经由这些界面通过。然后，当光束经由三个界面 :Lk（或 L1）到 L1（或 Lk）传播时，生成图 4A 中所示的被反射三次的杂散光束。

[0121] 相反，在图 4B 所示的情况下，在三个连续界面中，界面 L_{i-1} 和 L_i 之间的距离与界面 L_i 和 L_{i+1} 之间的距离相同。即，界面 L_{i-1} 和 L_i 之间的隔离层厚度 S_i 与界面 L_i 和 L_{i+1} 之间的隔离层 S_{i+1} 的厚度相同。在这种情况下，在三个界面 L_{i-1}、L_i 以及 L_{i+1} 中，当信息从在下面的界面 L_{i-1} 再生时，可以产生在界面 L_i 和 L_{i+1} 之间被反射三次的杂散光束（经由界面 L_i 到 L_{i+1} 到 L_i 传播的杂散光束）。该杂散光束引起实际问题。

[0122] 即，为了减少引起实际问题的多重干涉的产生，需要设计各隔离层厚度，同时考虑这种被界面 L_i、L_{i+1} 以及 L_i 反射三次的杂散光束的产生。

[0123] 此时，当界面 Lk 与界面 L1 相同时，在图 4B 所示情况下经由两个界面 L 传播的三次反射的杂散光束可以看作在图 4A 所示的情况下经由三个界面 L 传播的三次反射杂散光束（经由三个界面 :Lk（或 L1）到 Lm 到 L1（或 Lk）传播的杂散光束）。

[0124] 从这个观点来看，在下文中，对于为防止可能引起实际问题的多重干涉应当考虑的杂散光束来说，可以使用下面的说明，以便如图 4A 所示经由三个界面传播的三次反射的杂散光束的说明与如图 4B 所示仅经由两个界面传播的三次反射杂散光束的说明相同。

[0125] 即，在 $k \leq 1 < m$ 的条件下，使用“经由界面 Lk（或 L1）到 Lm 到 L1（或 Lk）传播的三次反射杂散光束”的说明。

[0126] 通过使用条件 $k \leq 1 < m$，说明“经由界面 :Lk（或 L1）到 Lm 到 L1（或 Lk）传播的三次反射杂散光束”可以包括经由界面 Lk 到 Lm 到 Lk 传播的三次反射杂散光束的含义。因此，还可以包括在两个界面之间被反射三次的杂散光束，如图 4B 所示的情况。

[0127] 此时，被反射三次且为了防止可能引起实际问题的多重干涉的产生应当考虑的杂散光束仅是经由位于再生对象界面 Lj 上层侧的界面 L 传播的杂散光束，如上所述。因此，

使用条件 $j < k \leqslant l < m$。

[0128] 2-2 有效减少多重干涉的设计方针

[0129] 如上所述，当经由界面 Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播以及为了防止引起实际问题的多重干涉的产生所考虑的三次反射杂散光束，即，经由位于再生对象界面 Lj 上层侧上的界面传播的三次反射杂散光束被表达为在条件“$j < k \leqslant l < m$”下，“经由界面：Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射杂散光束”，在界面 Lj 和 Lk 之间形成的邻近界面之间的隔离层厚度之和表示为“$S_{j\sim k}$”。此外，在界面 Ll 和 Lm 之间形成的邻近界面之间隔离层的厚度之和表示为“$S_{l\sim m}$”。

[0130] 然后，如果 $S_{j\sim k}$ 和 $S_{l\sim m}$ 之间绝对差为零（如图 4A 和 4B）所示，则“经由干涉面：Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射杂散光束”的光路长度等于经由界面 Lj 传播的被干涉光束的光路长度。因此，这两个光束在检测器上彼此干涉。

[0131] 如从上面的说明中可以看到的，通过使 $S_{j\sim k}$ 和 $S_{l\sim m}$ 相差一定值，可以完全防止引起实际问题的相干光束的产生。

[0132] 根据本实施方式，当执行记录和再生时，记录 / 再生激光束的波长＝约 405nm，且物镜 16 的数值孔径（记录 / 再生激光束的有效数值孔径）＝约 0.85。此外，隔离层的折射率约为 1.6。实验表明，在这种条件下（与用于 BD 的条件相同），可以通过将上述差 ($S_{j\sim k}-S_{l\sim m}$) 设定为至少 1μm（即，往返行程的距离差至少为 2μm）来防止引起实际问题的三次反射杂散光束的产生，这是因为可以减小检测器单位面积上三次反射杂散光束的振幅强度 (amplitude intensity)。

[0133] 即，通过设定隔离层的厚度以便至少如下条件：

[0134] $|S_{j\sim k}-S_{l\sim m}| > 1\mu m$

[0135] 得以满足，可以防止引起实际问题的三次反射杂散光束的产生。

[0136] 如果满足上述条件，则可以实现如下理想状态，即，当从任何一个界面 L_i 再生信息时，经由界面 Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射杂散光束的产生数为零。

[0137] 如上所述，完全防止引起实际问题的三次反射杂散光束的产生对于改善再生性能来说是理想的。然而，实际上，完全防止这种杂散光束的产生是非常困难的。

[0138] 即，为了满足条件：$|S_{j\sim k}-S_{l\sim m}| > 1\mu m$，设置在所有邻近界面 L_i 之间的隔离层中的任意两个隔离层必须具有大于 1μm 的厚度差。此时，当层数增加时，减小多层光学记录介质的整体厚度非常困难。更具体地，设 Stot 表示所有隔离层的总厚度，N 表示界面 L 的总数，且 Smin 表示邻近界面 L(N 个界面）之间形成的隔离层之中的隔离层的最小厚度。然后，当满足条件：$|S_{j\sim k}-S_{l\sim m}| > 1\mu m$ 时，可以满足下面的条件：

[0139] $Stot > Smin\times(N-1)+1\mu m\times(N-2)^2/2$。该表达式是从当 (N-1) 个隔离层中的每个都被看作（具有等于隔离层厚度的长边以及为 1 的短边的）矩形时形成的图形面积推导出的，且矩形以长边的升序设置。该图形包括面积为 $Smin\times(N-1)$ 的矩形以及在矩形顶部的面积为 $1\mu m\times(N-2)^2/2$ 的三角形。

[0140] 注意，“Smin”表示防止相邻层之间的串扰 (crosstalk) 的隔离层组的最小厚度。例如，将 Smin 设定为约 10μm。

[0141] 如上所述，为了完全防止引起实际问题的三次反射杂散光束的产生，所有隔离层的总厚度 Stot，即，形成用于记录和再生的标记的深度方向的范围显著增加。

[0142] 如果厚度 Stot 增加，则形成用于记录和再生标记的深度方向的范围增加。范围的增加使得难以适当校正每个记录膜 Lrc 上产生的球面像差。因此，使多层光学记录介质 1 实用化是非常困难的。具体地，记录膜 Lrc 的数目增加到几十层，如图 1 中多层光学记录介质 1 中所示，总厚度 Stot 显著增加，因此，使多层光学记录介质 1 实用化是非常困难的。

[0143] 然而，并非必须完全防止多重干涉的产生。如果能够确保实际再生性能，则允许多重干涉的产生。

[0144] 因此，在本实施方式中，未完全防止“经由界面 Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射杂散光束”的产生，但可以最大程度地防止其产生。

[0145] 下面说明基于本实施方式的原理的隔离层厚度设计方针。

[0146] 除了经由界面 Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射杂散光束的产生数，防止多重干涉的重要因素还包括到达检测器的干涉光束的光强度。

[0147] 为了估计干涉光束的光强度，需要估计每个界面 L_i 的反射率和透射率。

[0148] 一般地，对于多层光学记录介质，这样进行设计，从而当从记录膜 Lrc 再生信息时通过调整每个记录膜 Lrc 的反射率和透射率，界面 L_i 具有相同的有效反射率。然而，在实际设计阶段，有效反射率是通过包括从其他记录膜 Lrc（其他界面 L）输出的所有杂散光束来确定的。因此，如下假设是自然的，即，记录膜 Lrc 越向下层侧设置，在除去这种杂散光束之后确定的真实有效反射率变得越低。相反，记录膜 Lrc 越向上层侧设置，真实有效反射率变得越高。

[0149] 注意，下文中，为了简单，计算不受这种杂散光束的影响的有效反射率。

[0150] 此外，一般地，当使用多个用作记录膜 Lrc 的薄膜时，如果某些薄膜吸收光，则反射率（和吸收率）根据光传播的方向改变。相反，透射率恒定，而无论光的传播方向如何。这是因为当光在相对于记录膜 Lrc 不同的方向上传播时，薄膜的设置顺序颠倒。

[0151] 这样，当估计干涉光束的强度时，应当考虑根据光传播方向的反射率差。

[0152] 对于界面 Li 的能量反射率 r（下文中也称为“界面能量反射率”），设 ri 表示光入射侧（上层侧）上的界面能量反射率。设 $r\tilde{}\ i$ 表示光反射侧（下层侧）上的界面能量反射率。此外，设 ti 表示界面 L_i 的能量透射率，R_i 表示多层光学记录介质的界面 Li 的有效能量反射率。则 Ri 由下式表达：

[0153] $Ri = ri \times t_{i+1}^2 \times t_{i+2}^2 \ldots \times t_{N-1}^2 \times t_N^2$。

[0154] 因为任意两个界面 Lj 和 Lk 的有效能量反射率值（包括杂散光成分的实际有效反射率值）是相同的，所以可以得出下面的表达式：

[0155] $Rj \approx Rk (j < k < N-1)$。

[0156] 根据该设计，随着界面 L_i 位于更靠近光入射侧（即，L_i 中的 i 更大），界面能量反射率 ri 减小，且能量透射率 ti 增加。

[0157] 在上述假设下，讨论经由界面 Lk（或 Ll）到 Lm 到 Ll（或 Lk）传播的三次反射光束的光强度。

[0158] 这种三次反射光束 R(klm) 表达如下：

[0159] $R(klm) = r_k \times t_{k+1}^2 \times t_{k+2}^2 \ldots \times t_{N-1}^2 \times t_N^2 \times r_1 \times r\tilde{}\ m \times t_{1+1}^2 \times t_{1+2}^2 \ldots \times t_{m-1}^2$

[0160] $= Rk \times r\tilde{}\ m \times rl \times t_{1+1}^2 \times t_{1+2}^2 \ldots \times t_{m-1}^2 \approx Rk \times r\tilde{}\ m \times rm-1$

[0161] $= Rj \times r\tilde{}\ m \times (rm/tm^2) = Rj \times (r\tilde{}\ m \times rm)/tm^2$

[0162] 当三次反射光束满足被界面 Lj 反射一次（即，当光路长度的差＜ 2μm）的再生光束的干涉条件时，由三次反射光束的干涉引起的光强度变化 (Max) 表达如下：

[0163] [数学式 1]

[0164] $$\pm 2\sqrt{Ri}\times\sqrt{R(klm)}=\pm 2\sqrt{Ri}\times\sqrt{Ri(\frac{\tilde{r}_m r_m}{t_m^2})\ /\ (Ri+Ri(\frac{\tilde{r}_m r_m}{t_m^2}))}$$

[0165] $$=\frac{\pm 2\sqrt{\tilde{r}_m r_m}\times t_m}{\tilde{r}_m r_m+t_m^2}$$

[0166] 上面的表达式（数学式 1）表明三次反射光束 R(klm) 的干涉影响由位于最上层侧的界面 Lm 的能量反射率值 rm 和 r~ m 以及能量透射率值 tm 确定。更具体地，随着干涉面 Lm 的能量反射率值 rm 和 r~ m 减小，且界面 Lm 的能量透射率值增加，三次反射光束 R(klm) 的干涉影响减小。

[0167] 这表明当采用各界面 Li 的有效能量反射率值相同的常规设计方法时，界面 Lm 越向上层侧设置，干涉影响越小。

[0168] 如从上面的说明中可以看到的，为了防止多重干涉，期望产生三次反射光束 R(klm) 的界面 Lk、Lm 以及 L_i之中位于最上层侧上的界面 Lm 位于距上层侧的尽可能的远。即，如果界面 Lm 位于下层侧上，则光强度产生显著变化。结果，再生性能可能显著劣化。

[0169] 因此，一种用于防止多重干涉的设计方针是，至少界面 Lm 不位于可能的最下层侧上。这是为了防止位于最下层上的界面 L0 和界面 L1 之间的隔离层 4 的隔离层厚度 S1 与设置在界面 L1 和 L2 之间并且在厚度为 S1 的隔离层 4 正上方的隔离层 4 的隔离层厚度 S2 相同（即，界面 Lm ＝界面 L2）。即，至少两个连续设置在最下层侧上的隔离层 4 应当具有不同的厚度。

[0170] 如上所述，允许产生三次反射光束 R(klm) 的设计方针的第一方针是：

[0171] 1) 使至少两个连续设置在最下层侧上的隔离层具有不同的厚度。

[0172] 此外，虽然允许产生三次反射光束 R(klm)，但期望产生数最小化。

[0173] 如图 4A 和图 4B 所示，作为产生三次反射光束 R(klm) 的模式 (pattern)，产生一个三次反射光束 R(klm) 的图 4B 的模式比产生两个三次反射光束 R(klm) 的图 4A 的模式更优选。

[0174] 因此，设计方针的第二方针是：

[0175] 2) 虽然允许连续设置具有相同厚度（包括多个隔离层的厚度）的隔离层，但是最大程度地避免单独设置具有相同厚度的一部分隔离层的情况。

[0176] 2-3 根据实施方式的隔离层厚度的设定技术

[0177] 接下来说明根据本实施方式的隔离层厚度的具体设定技术。

[0178] 下文中，为了验证上述方针的正确性，示出了比较结构 1 至 4，此后，说明了根据本实施方式的隔离层厚度的具体设定实例。

[0179] 类似于根据本实施方式的多层光学记录介质 1，在下述比较结构中，界面 L 的数目 N ＝ 24。基板形成在作为最下层界面的界面 L0 的下层侧上。此外，覆盖层形成在作为最上层界面的界面 L23 的上层侧上。

[0180] 图 5 示出了比较结构 1 中的隔离层厚度的设定实例。

[0181] 在下述比较结构 1 和比较结构 2 ～ 4 以及根据本发明的结构中，界面 L 的数目比较大 (N = 24)。因此，连续设置在最下层侧上的三个隔离层的厚度 S1、S2 以及 S3 被设定为不同值。

[0182] 假设三个隔离层厚度 S1、S2 以及 S3 分别被设定为 a、b 以及 c(a ≠ b、a ≠ c、且 b ≠ c)。

[0183] 如图 5 所示，在比较结构 1 中，在连续设置厚度为 a、b 以及 c 的隔离层的单元（下文中称为“不同厚度层单元”）上方，交替设置厚度为 d 和 e（均不同于 a）的两类隔离层。

[0184] 即，该设置表达如下：

[0185] 基板 /a/b/c/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/ 覆盖层，

[0186] 其中“/”对应于界面 L_i 并表示从基板开始的 L0、L1、...、L23。

[0187] 在该实例中，为了简单，(a+b) 和 (a+b+c) 中的每个不等于 d、d+e、2d+e、2d+2e、... 以及 10d+10e 中的任何一个。通过设定 a ～ e，以便 a 到 e 互为质数，可以容易地满足该关系。

[0188] 当满足这种关系时，在再生操作过程中在界面 L0 ～ L2 上产生的干涉光束的数目为零，这是由于上述不同厚度层单元的存在。

[0189] 在这种情况下，在再生操作过程种在每个界面 L3 ～ L23 上产生的干涉光束的数目可像下面那样计数：

[0190] （界面 L3）

[0191] 由于与 L3 和 L4 之间的 d 相同的隔离层（例如，L5 与 L6 之间的隔离层以及 L7 与 L8 之间的隔离层）的存在导致干涉光束的数目 = 18，

[0192] 由于与 L3 和 L5 之间的 d+e 相同的隔离层（例如，L5 与 L7 之间的隔离层以及 L6 与 L8 之间的隔离层）的存在导致干涉光束的数目 = 33，

[0193] 由于与 L3 和 L6 之间的 2d+e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 14，

[0194] 由于与 L3 和 L7 之间的 2d+2e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 25，

[0195] 由于与 L3 和 L8 之间的 3d+2e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 10，

[0196] 由于与 L3 和 L9 之间的 3d+3e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 17，

[0197] 由于与 L3 和 L10 之间的 4d+3e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 6，

[0198] 由于与 L3 和 L11 之间的 4d+4e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 9，

[0199] 由于与 L3 和 L12 之间的 5d+4e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 2，以及

[0200] 由于与 L3 和 L13 之间的 5d+5e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 1，干涉光束的总数为 135。

[0201] （界面 L4）

[0202] 由于与 L4 和 L5 之间的 e 相同的隔离层（例如，L5 与 L7 之间的隔离层以及 L6 与 L8 之间的隔离层）的存在导致干涉光束的数目 = 18，

[0203] 由于与 L4 和 L6 之间的 d+e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 31，

[0204] 由于与 L4 和 L7 之间的 d+2e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 14，

[0205] 由于与 L4 和 L8 之间的 2d+2e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 23，

[0206] 由于与 L4 和 L13 之间的 4d+5e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目 = 2，干

涉光束的总数为126。

[0207] 类似地，界面L5上的干涉光束的数目总共为108。... 界面L18上的干涉光束的数目总共为7。界面L19上的干涉光束的数目总共为3。界面L20上的干涉光束的数目总共为2。界面L21～L23中每个上的干涉光束的数目总共为0。

[0208] 在比较结构1中，在隔离层厚度d/e/d/e... 的重复中出现自相似性。因此，即使当任何部分被切除时，在其他部分中出现相同的厚度。即，k、l以及m的组合（其中相对于界面Lj，经由界面Lk（或Ll）到Lm到Ll（或Lk）传播的三次反射光束的光路长度的差相同）数相当多。具体地，由于再生对象界面Lj位于下层侧上，即使当j和k之间的距离很大时对应的l和m的数目也变大。

[0209] 结果，如果采用比较结构1，则难以有效减少干涉光束的数目。

[0210] 图6示出比较结构2中的隔离层厚度的设定实例。

[0211] 在比较结构2中，交替堆叠均具有厚度d的五个隔离层和均具有厚度e的五个隔离层（这里，a～e也是互为质数的数字）。即，该设置表示如下：

[0212] 基板/a/b/c/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/覆盖层。

[0213] 与比较结构1一样，在比较结构2中，当每个界面L3～L23上的信息被再生时产生的干涉光束的数目可以像下面那样计数（注意，在再生操作过程中，界面L0～L2上产生的干涉光束的数目为零）：

[0214] （界面L3）

[0215] 由于与L3和L4之间的d相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝17，

[0216] 由于与L3和L5之间的2d相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝11，

[0217] 由于与L3和L6之间的3d相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝6，

[0218] 由于与L3和L7之间的4d相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝4，

[0219] 由于与L3和L8之间的5d相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝2，

[0220] 由于与L3和L9之间的5d+e相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝4，

[0221] 由于与L3和L10之间的5d+2e相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝6，

[0222] 由于与L3和L11之间的5d+3e相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝5，

[0223] 由于与L3和L12之间的5d+4e相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝3，以及

[0224] 由于与L3和L13之间的5d+5e相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝1，干涉光束的总数为59。

[0225] 类似地，界面L4上的干涉光束的数目总共为48。界面L5上干涉光束的数目总共为41。界面L18上的干涉光束的数目总共为10。界面L19上干涉光束的数目总共为6。界面L20上的干涉光束的数目总共为3。界面L21上干涉光束的数目总共为1。界面L22和L23中的每个上的干涉光束的总数为0。

[0226] 在比较结构2中，隔离层的总厚度与比较结构1相同。然而，因为比较结构2具有包括连续d’s和连续e’s的厚度偏置设置（thickness biased arrangement），因此，比较结构1的自相似性在比较结构2中被打乱，与比较结构1相比，比较结构2可减少干涉光束的数目。然而，因为厚度d和e的绝对数目很大（每个都是10），所以当再生对象界面Lj位于下层侧上时，且如果j和k之间的距离很小（如，在k＝j+1或k＝j+2的情况下），则干

涉光束的数目不减少。

[0227] 图 7 示出比较结构 3 中的隔离层厚度的设定实例。

[0228] 在比较结构 3 中，反复堆叠厚度为 d、e、f 以及 g 的隔离层（这里，a ～ g 是互为质数的数字）。更具体地，该设置可表示如下：

[0229] 基板 /a/b/c/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/ 覆盖层。

[0230] 与上述比较结构一样，在比较结构 3 中，当对界面 L3 ～ L23 上的信息进行再生时产生的干涉光束的数目可以像下面那样计数：

[0231] （界面 L3）

[0232] 由于具有 L3 和 L4 之间的 d 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 8，

[0233] 由于具有 L3 和 L5 之间的 d+e 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 8，

[0234] 由于具有 L3 和 L6 之间的 d+e+f 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 8，

[0235] 由于具有 L3 和 L7 之间的 d+e+f+g 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 25，

[0236] 由于具有 L3 和 L8 之间的 2d+e+f+g 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 4，

[0237] 由于具有 L3 和 L9 之间的 2d+2e+f+g 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 4，

[0238] 由于具有 L3 和 L10 之间的 2d+2e+2f+g 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 4，以及

[0239] 由于具有 L3 和 L11 之间的 2d+2e+2f+2g 的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 9，干涉光束的总数为 70。

[0240] 类似地，界面 L4 上的干涉光束的数目总共为 66。界面 L5 上干涉光束的数目总共为 58。界面 L17 上的干涉光束的数目总共为 4。界面 L18 上的干涉光束的数目总共为 2。界面 L19 ～ L23 中的每个上的干涉光束的数目总共为 0。

[0241] 在比较结构 3 中，因为隔离层类型的数目增加到 4，所以与比较结构 1 相比，规则性不那么严格。然而，比较结构 3 仍然是显著自相似的。因此，干涉光束的数目没有减少。具体地，在 (d+e+f+g) 出现在 j 和 k 之间（如在 L3 和 L7 之间）的情况下，即使当任何部分被切除时，相同厚度存在于其他部分（参照图 8）中。因此，干涉光束的数目增加。

[0242] 图 9 示出比较结构 4 中的隔离层厚度的设定实例。

[0243] 在比较结构 4 中，比较结构 3 的规则性被打乱，并产生波动。更具体地，该设置表示如下：

[0244] 基板 /a/b/c/d/e/f/g/g/e/f/d/e/d/f/g/f/e/d/g/d/g/f/e/ 覆盖层。

[0245] 比较结构 4 中干涉光束的数目可以像下面那样计数：

[0246] （界面 L3）

[0247] 由于与 L3 和 L4 之间的 d 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 8，

[0248] 由于与 L3 和 L5 之间的 d+e 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 4，

[0249] 由于与 L3 和 L6 之间的 d+e+f 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 8，

[0250] 由于与 L3 和 L7 之间的 d+e+f+g 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 9，

[0251] 由于与 L3 和 L8 之间的 d+e+f+2g 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 6，

[0252] 由于与 L3 和 L9 之间的 d+e2+f+2g 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 0，

[0253] 由于与 L3 和 L10 之间的 d+2e+2f+2g 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 0，以及

[0254] 由于与 L3 和 L11 之间 2d+2e+2f+2g 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝3，干涉光束的数目总共为 38。

[0255] 类似地，界面 L4 上的干涉光束的数目总共为 19。界面 L5 上的干涉光束的数目总共为 18。界面 L17 上的干涉光束的数目总共为 3。界面 L18 上的干涉光束的数目总共为 2。界面 L19 ～ L23 中的每个上的干涉光束的数目总共为 0。

[0256] 在比较结构 4 中，与比较结构 3 相比，干涉光束的数目可相对显著地减少。然而，对于下层侧上的界面 L，产生干涉光束的数目比较多，这是个问题。

[0257] 图 10 示出根据本实施方式的示例性结构（隔离层厚度的设定实例）。

[0258] 根据本实施方式，示例性结构是如下表示的：

[0259] 基板 /a/b/c/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/f/f/f/f/f/g/g/g/g/g/ 覆盖层。

[0260] 根据本实施方式的示例性结构的关键点的说明如下。

[0261] [1] 设置在最下层部分中的三个隔离层的厚度被设定为不同的值 (a ≠ b，且 b ≠ c)。即，应用上述方针 1)。下文中，隔离层厚度彼此不同的最下层部分称为“不同厚度层单元”。

[0262] [2] 提供连续设置多个（均具有不同于 a、b 和 c 的厚度的）隔离层的相等厚度层单元作为不同厚度层单元的上层，每个隔离层都具有与 a、b 以及 c 中任何一个都不同的厚度。更具体地，在这种情况下，相等厚度层单元包括具有厚度 d 的隔离层、在具有厚度 d 的隔离层上具有厚度 e 的隔离层、在具有厚度 e 的隔离层上具有厚度 f 的隔离层、在具有厚度 e 的隔离层上具有厚度 f 的隔离层。此时，厚度 a、b、c、d、e、f 以及 g 彼此不同。

[0263] [3] 相等厚度层单元包括连续设置的有限数目的隔离层。例如，在这种情况下，连续设置的隔离层的数目被限制为 5。

[0264] [4] 在相等厚度层单元中，隔离层的厚度和在任何位置处连续设置的任意数目的隔离层的总厚度各自不同于在该单元外部的任意一个隔离层的厚度和任何位置处连续设置的任意数目的隔离层的总厚度中的每一个。例如，从厚度为 d 的点，d、2d、3d、4d 以及 5d 中的每个均不同于 a、b、c、e、f、g、a+b、a+b+c、b+c、2e、3e、4e、5e、e+f、2e+f、3e+f、4e+f、5e+f、e+2f、e+3f、e+4f、e+5f、e+5f+g、...、5e+5f+5g、2f、3f、4f、5f、f+g、2f+g、3f+g、4f+g、5f+g、...、5f+5g、2g、3g、4g、5g 中的任何一个。此外，从厚度为 e 的点，e、2e、3e、4e 以及 5e 中的每个均不同于 a、b、c、d、f、g、a+b、a+b+c、b+c、a+b+c+d、a+b+c+2d、a+b+c+3d、a+b+c+4d、a+b+c+5d、2d、3d、4d、5d、2f、3f、4f、5f、f+g、f+2g、f+3g、f+4g、f+5g、2f+1g、2f+2g、...、5f+5、2g、3g、4g 以及 5g 中的任何一个。

[0265] 在这些关键点之中，[2] 中所描述的对连续设置的隔离层的数目的限制对于减少干涉光束的数目是必要的。

[0266] 注意，限制数“5”仅是一个实例。当干涉光束的影响非常小时（例如，其折射率非常低），限制数可增加。

[0267] 此外，通过设定 a ～ g，使得 a ～ g 互为质数，[4] 中所描述的条件可以比较容易地满足。注意，在图 10 中，a ～ g 也互为质数。

[0268] 如图 10 所示，在根据本实施方式的示例性结构中，每个界面 L3 ～ L23 上的干涉光的数目可以像下面那样计数：

[0269] （界面 L3）

[0270] 由于与 L3 和 L4 之间的 d 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 7，

[0271] 由于与 L3 和 L5 之间的 2d 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 3，以及

[0272] 由于与 L3 和 L6 之间的 3d 相同的隔离层的存在导致干涉光束的数目＝ 0，干涉光束的总数为 10。

[0273] 类似地，界面 L4 上的干涉光束的数目总共为 6。界面 L5 上的干涉光束的数目总共为 3。... 界面 L17 上的干涉光束的数目总共为 0。界面 L18 上的干涉光束的数目总共为 10。界面 L19 上的干涉光束的数目总共为 6。界面 L20 上的干涉光束的数目总共为 3。界面 L21 上的干涉光束的数目总共为 1。界面 L22 ～ L23 中的每个上的干涉光束的数目总共为 0。

[0274] 根据图 10 中所示的本实施方式的示例性结构，不同厚度层单元外部使用的隔离层类型的数目增加到 4，并且将隔离层设置为使得相同类型设置在一起。因此，具体地，可以打乱具有长周期的自相似性。结果，可以从任何一个比较结构显著减少干涉光束的数目。

[0275] 此外具体地，因为可以连续设置具有相同厚度的隔离层，结构可显著简化。结果，可以用简单的方式制造多层光学记录介质。

[0276] 此外，因为可以连续设置具有相同厚度的隔离层，所以例如与隔离层厚度差大于 1μm 以便完全防止三次反射干涉光束的产生的结构相比，可以减小多层光学记录介质的总厚度（覆盖层 + 所有隔离层）。因此，根据本实施方式的结构在球面像差的最优校正方面是有利的。

[0277] 图 11 示出结构 1 至 4 和根据本实施方式结构中的干涉光束的数目的比较。

[0278] 在图 11 中，横坐标表示界面 L_i，而纵坐标表示干涉光束的数目。即，图 11 示出每个界面 L_i 的干涉光束的数目。图线◆表示比较结构 1 中各界面 L_i 的干涉光束的数目。图线■表示比较结构 2 中各界面 L_i 的干涉光束的数目。图线▲表示比较结构 3 中各界面 L_i 的干涉光束的数目。图线●表示比较结构 4 中各界面 L_i 的干涉光束的数目。图线 * 表示根据本实施方式的示例性结构中各界面 L_i 的干涉光束的数目。

[0279] 如从图 11 可以看到的，在比较结构 1 中，界面 L 越向下层侧设置，干涉光束的数目越急剧增加。注意，这种向下侧的急剧增加是由于界面 L(24) 的比较大的总数导致的。

[0280] 此外，在隔离层厚度类型的数目增加到 4 且隔离层厚度是规则设置的比较结构 3 中，总体上，界面 L 越向下层侧设置，干涉光束的数目越急剧增加。

[0281] 此外，（用在比较结构 1 中的隔离层 (d，e) 被一起设置的）比较结构 2 和（用在比较结构 3 中的隔离层 (d，e，f，g) 设置的规则性被打乱的）比较结构 4 可减小干涉光束的数目。然而，与原始比较结构 1 和 3 相比，比较结构 2 和 4 并未充分减少下层侧上干涉光束的数目。

[0282] 相反，与比较结构相比，根据本实施方式的示例性结构可以将任意层中干涉光束的数目减小到 10 以下。因此，为了减少干涉光束的数目，该方法是有效的。

[0283] 为了精确估计多重干涉的水平，应当考虑每个干涉光束的“振幅强度”。

[0284] 图 12 和图 13A 示出了 24 个界面 L 中的每个的能量反射率和能量透射率的设定实例。图 13B 示出了当每个界面 L 的能量反射率和能量透射率如图 12 和图 13A 所示那样被设定时，每个界面 L 的有效反射率（排除杂散光束）。

[0285] 当能量反射率和能量透射率如图 12 以及图 13A 和图 13B 所示那样被设定时，多重

干涉的影响估计如下。

[0286] 注意，为了简化计算，假设反射率值相同，而无论光束的传播方向如何。此外，仅考虑被干涉光束（主信号光束）和干涉光束之间的干涉。

[0287] 在这些条件下，图 11 的坐标改变从而表示当干涉光束的数目小于或等于 20 时，由干涉引起的光强度变化的最大值 (pp 值)，下面说明图 14。

[0288] 如从图 14 可以看到的，在根据本实施方式的示例性结构中，光强度变化减小到小于或等于 pp 0.9(±45％）的值。

[0289] 此外，在根据本实施方式的示例性结构中，除了周期性地表现出光强度变化峰值的界面 Li，光强度变化减小到非常小的值。在这点上，根据本实施方式的示例性结构不同于光强度变化向着下层逐渐增加的比较结构。

[0290] 再来参照图 11，在根据本实施方式的示例性结构中，界面 L3、L8、L13 以及 L18（即，位于每个相等厚度层单元中最下层侧上的界面 L) 中的每个上的干涉光束的数目是相同的。然而，如从图 14 可以看到的，界面 L3、L8、L13 以及 L18 上的光强度变化彼此不同。更具体地，光强度变化按照下面的顺序减小 :L18、L13、L8 以及 L3。即，光强度向着下层侧的界面 L 增加。

[0291] 即使当干涉光束的数目相同时，光强度变化也向着下层侧的界面增加的原因是，对三次反射有贡献的界面 Lm 位于下层侧上。

[0292] 如果采用根据本实施方式的上述示例性结构，即，总体上，如果采用包括相等厚度层单元的结构，则由干涉引起的光强度向着下层侧上的相等厚度层单元增加。

[0293] 为了改善这种特性，连续设置在相等厚度层单元中的隔离层的所有数目被设定为 5 的结构可由下层侧上的相等厚度层单元中具有比在上层侧小的（设置在其中的）隔离层数目的结构取代，如图 10 所示。

[0294] 图 15 示出示例性结构中各界面 Li 的光强度变化 (PP)（图线●），其中设置在最下层侧上的相等厚度层单元中的隔离层的数目被设定为 4，且设置在最上层侧上的相等厚度层单元中的隔离层的数目被设定为 6，即，示例性结构具有如下设置 :

[0295] 基板 /a/b/c/d/d/d/d/e/e/e/e/e/f/f/f/f/f/g/g/g/g/g/g/ 覆盖层。该示例性结构称为“根据本实施方式（变形后）的结构”。此外，作为比较例，图 10 中所示的示例性结构中的每个界面 L_i（图线 *) 的光强度变化 (PP) 在图 15 中示出。

[0296] 如从图 15 可以看到的，通过将设置在（位于最下层侧上的）相等厚度层单元中的隔离层的数目减少为 4，可以有效地减小（图 10 中所示的示例性结构中最大的）界面 L3 上的光强度变化。更具体地，在这种情况下，光强度变化可从约 pp 0.85 减小到 pp 0.55。

[0297] 相反，在这种情况下，因为将最下层中的相等厚度层单元中的隔离层的数目减少 1，所以最上层上的相等厚度层单元中的隔离层的数目增加到 6。然而，图 14 和图 15 的比较表明，在这种情况下，光强度变化非常小。这是因为对三次反射有贡献的界面 Lm 越向上层侧设置，干涉光束的光强度变得越低，因此，光强度变化变得越小。

[0298] 这样，通过采用该设计来减小设置在下层侧上的相等厚度层单元中的隔离层的数目，可以更有效地减小多重干涉的效果。

[0299] 2-4 隔离层厚度的设定实例

[0300] 上文中，说明了在防止制造效率降低的同时有效减小多重干涉的具体隔离层设计

方法。为了确定具体的隔离层厚度，在考虑诸如反射率和透射率以及隔离层制造的工艺余量(process margin)的每个界面L的光学设计条件的同时可以进行“使隔离层类型数目最小化并且使隔离层总厚度最小化”的设计。

[0301] 下面说明N层盘的具体“N”和确定盘中的隔离层厚度的设定实例。

[0302] 如果设计了支撑BD光学系统的盘结构，则最小隔离层厚度约为10μm。因此，需要每个隔离层具有大于最小厚度的厚度。

[0303] 当N很大时，比较厚的隔离层用作位于下层侧上的不同厚度层单元中的隔离层，且薄隔离层用于每个相等厚度层单元。这样，可以有效减小隔离层的总厚度。

[0304] 下面说明当N＝16、20以及24时隔离层厚度的设定实例。

[0305] 16层的设定实例

[0306] 基板/19/29/25/17/17/13/13/13/13/11/11/11/11/11/11/覆盖层

[0307] 即，设定不同厚度层单元中隔离层的厚度a、b以及c，以便a＝19、b＝29以及c＝25。设定三类相等厚度层单元中隔离层的厚度d、e以及f，以便d＝17、e＝13以及f＝11。此外，设置在相等厚度层单元中隔离层的数目向着下层侧减小。更具体地，在该实例中，相等厚度层单元中的隔离层的数目从下层侧从2到4到6增加。

[0308] 在这种情况下，隔离层总厚度＝225μm，且覆盖层的厚度与隔离层总厚度之和＝256μm。

[0309] 这种隔离层厚度的设定包括即使当考虑多个隔离层时仍可忽略的数目的具有相同厚度的组合。因此，可以有效减小干涉光束的数目。

[0310] 注意，在图12所示的反射率和透射率的设定下，每个界面L的有效反射率是1％～1.2％（实际上，因为存在杂散光束，所以系统可检测的反射率具有高于该值的值）。

[0311] 20层的设定实例

[0312] 基板/21/29/25/19/19/17/17/17/17/13/13/13/13/11/11/11/11/11/11/覆盖层

[0313] 类似于上述实例，设定不同厚度层单元中的隔离层的厚度a、b以及c，以便a＝19、b＝29以及c＝25。在该实例中，厚度d、e、f以及g的四类相等厚度层单元设置在不同厚度层单元的上层侧上。此时，d＝19、e＝17、f＝13以及g＝11。此外，类似于上述实例，设置在相等厚度层单元中的隔离层数目向着下层侧减小。更具体地，相等厚度层单元中隔离层的数目从下层侧从2到4到4到6增加。

[0314] 在这种情况下，隔离层总厚度＝229μm，且覆盖层的厚度与隔离层总厚度之和＝331μm。

[0315] 在该实例中，因为隔离层的数目增加（即，N＝20），所以隔离层类型的数目从3（用于16层的情况）增加到4。这样，可以防止干涉光束数目的增加。与16层的情况一样，这种隔离层厚度设定包括即使当考虑多个隔离层时仍可忽略数目的具有相同厚度的组合。因此，可以有效减少干涉光束的数目。

[0316] 在图12所示的每个界面L_i上的反射率和透射率的设定下，每个界面Li的有效反射率是0.7％～0.9％。

[0317] 24层的设定实例

[0318] 基板/21/29/25/19/19/19/19/17/17/17/17/17/13/13/13/13/13/11/11/11/11/11/11/覆盖层

[0319] 即，在根据本实施方式（变形后）的上述示例性结构中，设定厚度 a、b、c、d、e、f 以及 g，以便 a ＝ 21、b ＝ 29、c ＝ 25、d ＝ 19、e ＝ 17、f ＝ 13 以及 g ＝ 11。当与上面 20 层的实例相比时，相等厚度层单元中使用的隔离层的类型的数目是相同的，且设置在（不包括最上层中的相等厚度层单元的）相等厚度层单元中的隔离层的数目增加。

[0320] 在这种情况下，隔离层总厚度＝ 367 μm，且覆盖层的厚度与隔离层总厚度之和＝ 399 μm。

[0321] 与上述实例一样，这种隔离层厚度设定包括即使当考虑多个隔离层时仍可忽略的数目的具有相同厚度的组合。因此，可以有效减小干涉光束的数目。

[0322] 在图 12 所示的每个界面 L_i 上的反射率和透射率的设定下，每个界面 L_i 的有效反射率是 0.5％～ 0.7％。

[0323] 为了进一步增加层数（例如，N ＝ 30），隔离层类型的数目进一步增加。在这种情况下，选择互为质数的隔离层厚度并防止由多个隔离层引起的干涉的困难增加。此外，覆盖层厚度与隔离层总厚度之和超过 400 μm，因此，校正球面像差和调节由驱动系统执行的控制操作中的歪斜 (skew) 的困难增加。

[0324] 此外，为了进一步增加数目 N，需要在记录膜 Lrc 的设计中减小能量反射率并增加能量透射率。例如，当堆叠 15 层透射率为 95％的记录膜 Lrc 时，在最下层记录膜 Lrc 上，记录功率衰减到原始功率的 46％。当堆叠 20 层记录膜 Lrc 时，记录功率衰减到原始功率的 36％。当堆叠 25 层记录膜 Lrc 时，记录功率衰减到原始功率的 28％。因此，随着层数目的增加，越发难以设计将相同的有效记录功率提供给所有记录膜 Lrc 的多层光学记录介质。此外，如果数目 N 非常大，则难以确保下层侧所需的记录功率。

[0325] 因此，在多层光学记录介质中，如果数目 N 超过 30，则此时间点产生很大的技术问题，且实现多层光学记录介质是非常困难的。

[0326] 3. 变形例

[0327] 虽然已经参照实施方式说明了本发明，但应当注意本发明不限于上述实例。

[0328] 例如，在上面的描述中，多层光学记录介质的表面覆盖有非反射涂层，因此，在该表面不包括在界面 L_i 中的情况下设定每个隔离层的厚度。然而，当未在该表面上涂布非反射涂层时，需要将该表面包括在界面 L_i 中，应当考虑用作隔离层的覆盖层 2 的厚度。

[0329] 此时，覆盖层 2 的厚度被设定为不同于任何一个其他隔离层厚度的值（包括将隔离层设置在另一个隔离层的顶部的情况）。例如，在上述 16 层的设定的情况下，满足条件的覆盖层 2 的厚度的实例是 31 μm。这样，当将该表面包括在界面 L_i 中时，通过将包括用作隔离层的覆盖层 2 的厚度的各种隔离层的厚度设定为互为质数，可以使覆盖层 2 的厚度与其他隔离层厚度中的任何一个不同（包括将隔离层设置在另一个隔离层顶部的情况）。

[0330] 虽然上面已经参照包括选择性反射膜 3（基准面 Ref）的界面 L_i 进行了说明，单是基准面 Ref 可从界面 L_i 中排除，例如，如果选择性反射膜 3 的波长选择性接近 100％，因此，不需要考虑经由基准面 Ref 传播的三次反射的杂散光。

[0331] 此外，虽然上面已经参照包括厚度为 a、b 以及 c 的三类隔离层的不同厚度层单元进行了说明，但是不同厚度层单元中隔离层的数目不限于 3。不同厚度层单元中隔离层的数目可以至少为多个 (2 以上）。

[0332] 如上所述，将不同厚度层单元设置在最下层部分中的原因是，在使光强度最大化

的最下层部分中防止干涉光束的产生。例如，当多层光学记录介质的层数很小时，界面 L2 上干涉光束的光强度也很小。因此，可以允许干涉光束的产生。在这种情况下，不同厚度层单元可以包括仅具有厚度 a 和 b 两类隔离层的设置。这样，不同厚度层单元中隔离层设置的数目可以根据多层光学记录介质的层数而确定（界面 L_i 的数目）。

[0333] 在上面的说明中，未提及限制相等厚度层单元中的隔离层设置的数目的具体方针。然而，相等厚度层单元中隔离层设置的数目可基于例如下面的方针来设定。

[0334] 图 16A 示出了每个界面 Li 的能量反射率。图 16B 示出了在上述 24 层盘的反射率和透射率的设定下（参照图 12），当将 n 个隔离层（n ＝ 2 ～ 6）设置在任何对象界面 L_i(Lj) 上时，由界面 L_i 上的多重干涉引起的光强度变化（最大值 pp）。

[0335] 如从图 16A 和图 16B 可以看出的，当允许由多重干涉引起的光强度变化在最大值 pp（±25％）的 50％内时，在反射率为 1.2％的界面上方的上层区域中允许的隔离层设置数目多达 6 个。此外，在反射率为 1.2％的界面 L10 上方的上层区域中，允许设置 5 个隔离层。此外，在反射率低于或等于 2.5％的区域中（界面 L5 上方的上层区域中），允许设置 4 个隔离层。在反射率低于或等于 4％的区域中，允许设置 3 个隔离层。

[0336] 在［数学式 1］所示的表达式中，当反射率 r 很低而透射率 t 很高时（即，当界面 L_i 位于上层侧时），分母“$r \sim mrm+tm^2$”的值基本上是 1。因此，分子“$\pm 2 \sqrt{(r \sim mrm)} \times tm$”的值与反射率 r 成比例。因此，由多重干涉引起的光强度变化与对象界面 L_i 的能量反射率成比例。

[0337] 此外，假设 n 表示设置在相等厚度层单元中的隔离层的数目。则界面 Li 上的干涉光束的产生数为“n(n-1)/2”，干涉光束在相等厚度层单元中的该界面 Li 上产生最大数目的次数。

[0338] 在这种假设下，设置在相等厚度层单元中的隔离层数目可基于位于对象相等厚度层单元中的最下层上的界面 Li 的能量反射率（ri）和上述“n(n-1)/2”来确定。

[0339] 更具体地，例如，确定设置在相等厚度层单元中的隔离层数目的一个方针可以如下表达：

[0340] $r_i \times n(n-1)/2 < 20$。

[0341] 此外，在上面的说明中，图 1 中示为多层光学记录介质 1 的结构仅是实例。多层光学记录介质的结构可以根据实际实施方式适当地并最优地确定。

[0342] 例如，可在每个记录膜 Lrc 中设置例如凹槽形式的位置指示符。在这种情况下，可以消除基准面 Ref 的必要性（选择性反射膜 3）。

[0343] 根据本发明，包括至少多个反射入射光束的界面的任何结构可以用于多层光学记录介质。

[0344] 本发明包含关于 2010 年 4 月 15 日向日本专利局提交的日本在先专利申请 JP 2010-094092 中公开的主题，其全部内容结合于此作为参考。

[0345] 本领域技术人员应该理解，根据设计要求和其他因素，可进行不同修改、组合、子组合和变化，只要其在本发明权利要求或其等效物限定的范畴内。

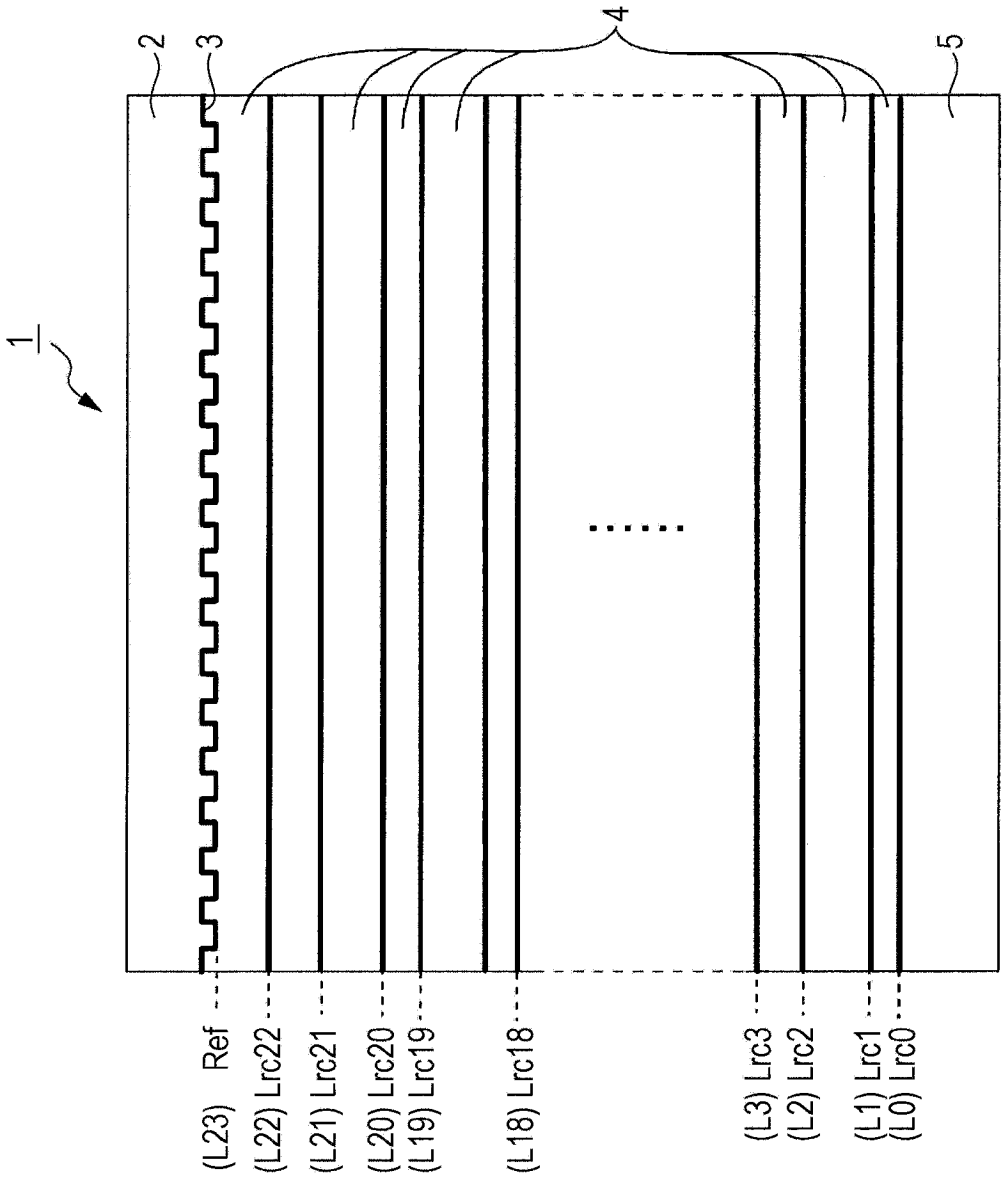

1
2
3
4
5
(L23) Ref
(L22) Lrc22
(L21) Lrc21
(L20) Lrc20
(L19) Lrc19
(L18) Lrc18
(L3) Lrc3
(L2) Lrc2
(L1) Lrc1
(L0) Lrc0

图 1

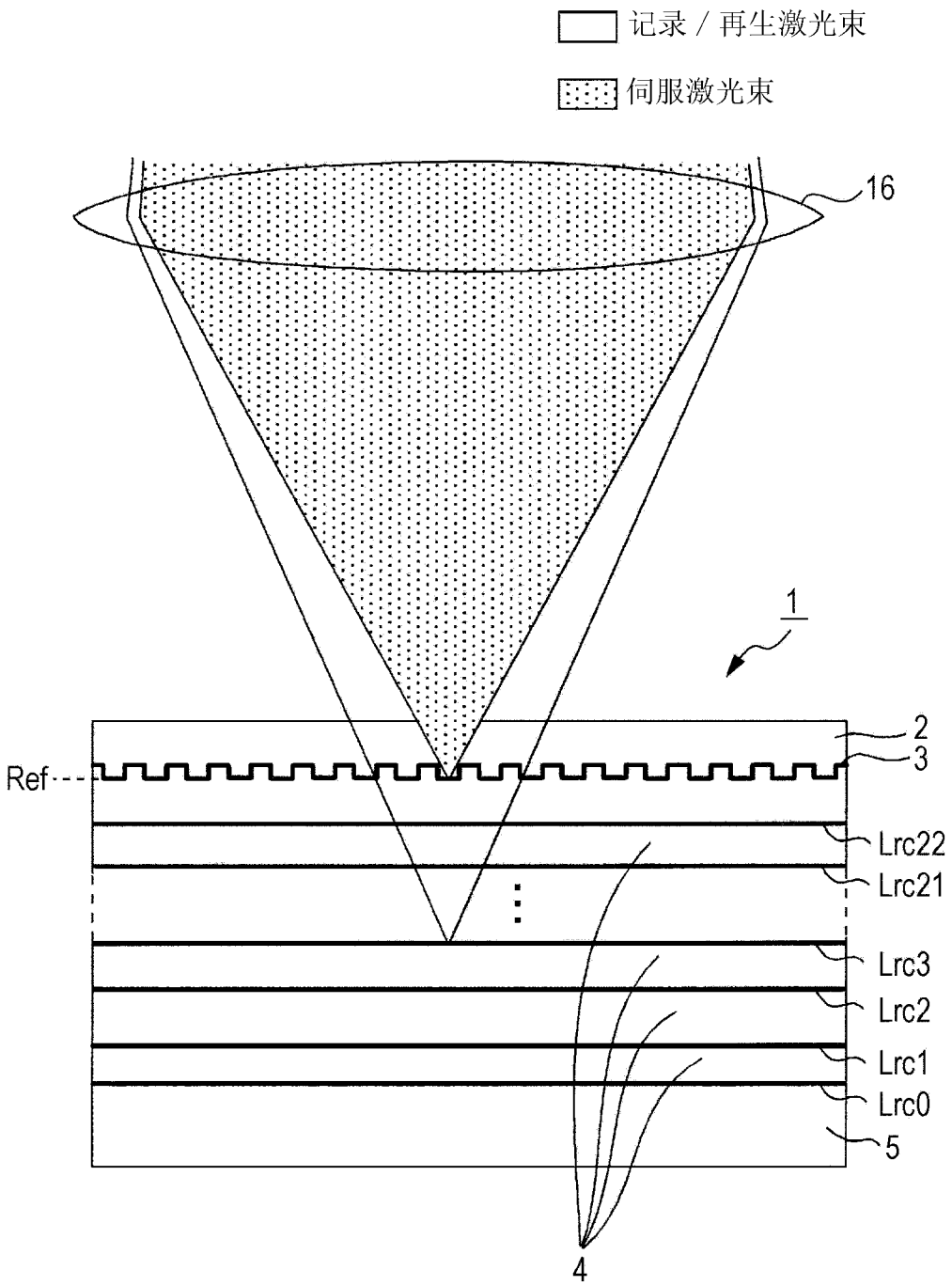


图 2

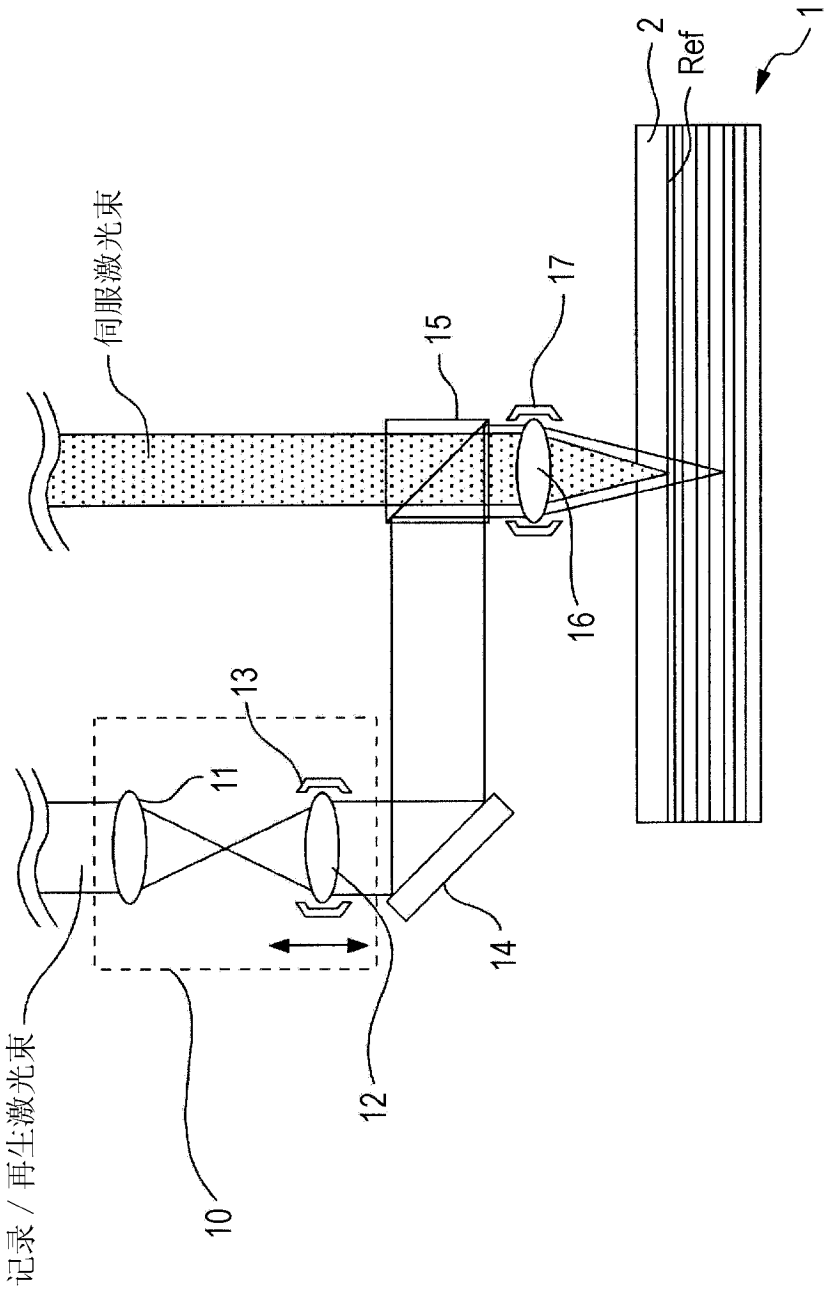


图 3

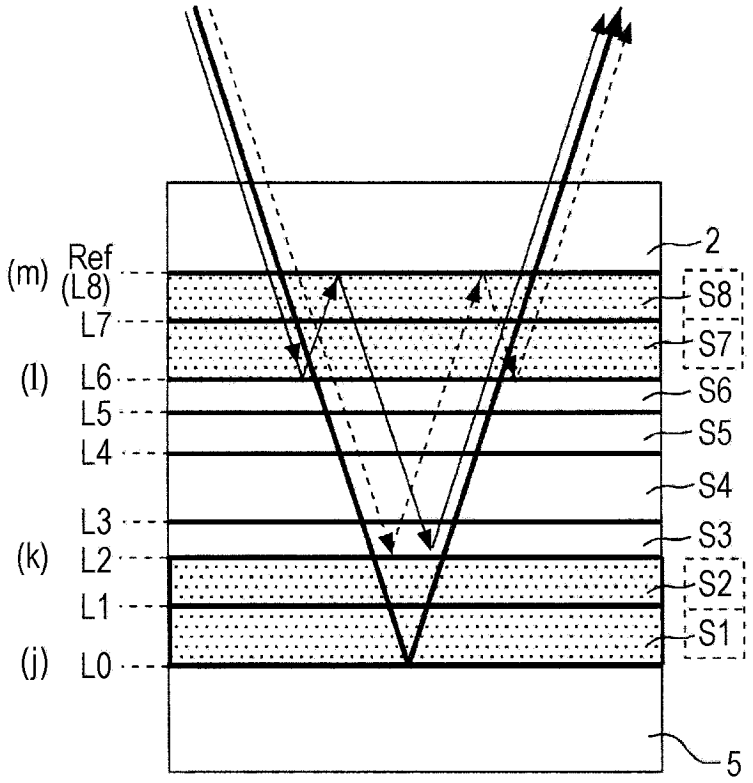

(m)
Ref
(L8)
L7
(l)
L6
L5
L4
L3
(k)
L2
L1
(j)
L0
2
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
5

图 4A

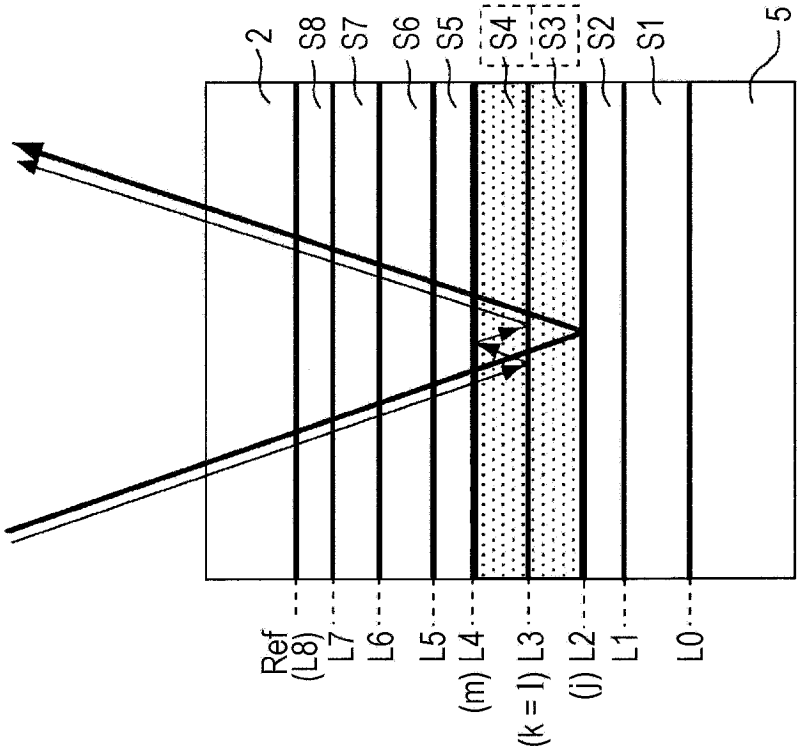

2
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
5
Ref
(L8)
L7
L6
L5
(m) L4
(k = l) L3
(j) L2
L1
L0

图 4B

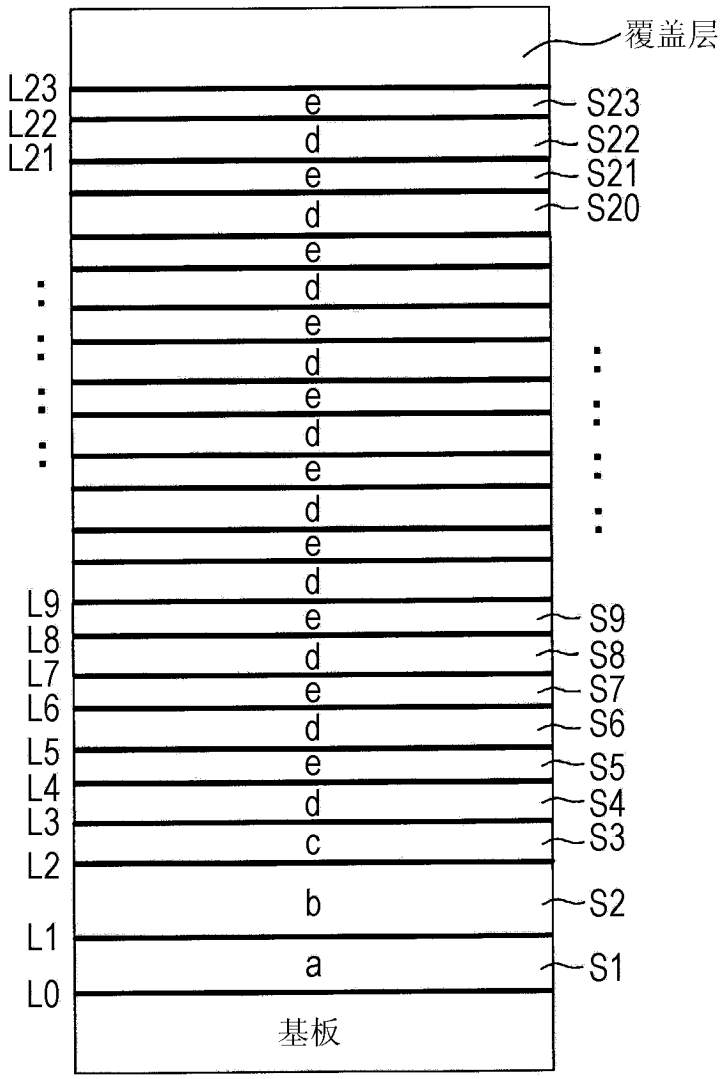

覆盖层
L23
L22
L21
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
e
d
c
b
a
基板
S23
S22
S21
S20
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1

图 5

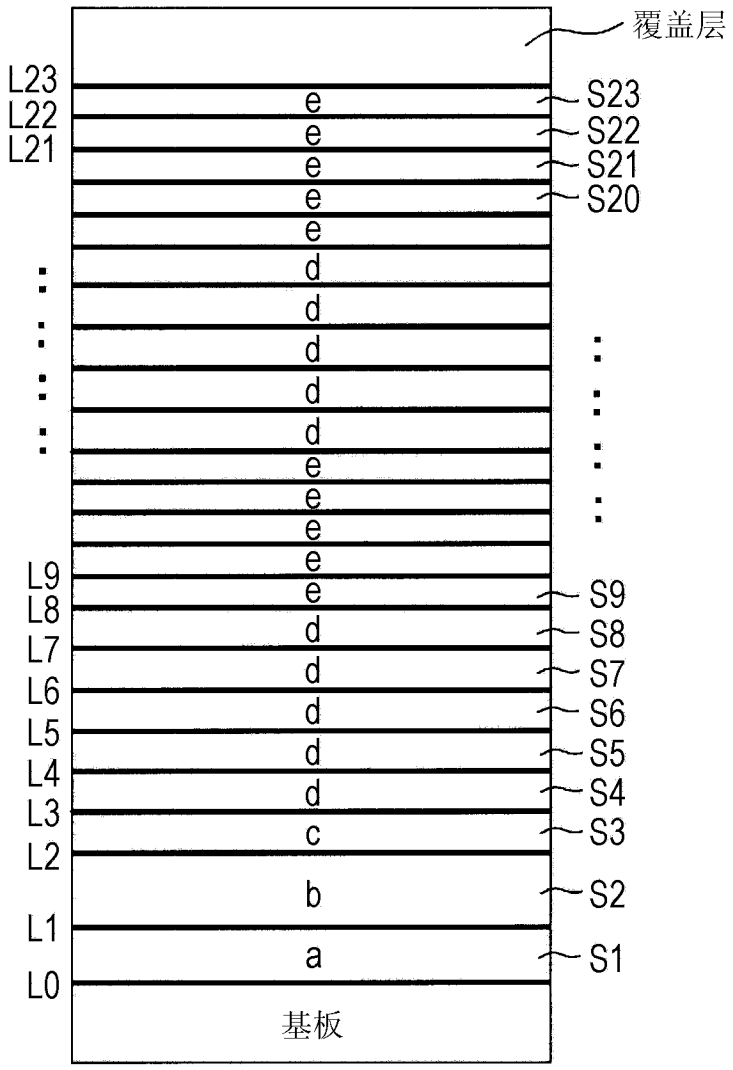

覆盖层
L23
L22
L21
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
S23
S22
S21
S20
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
e
d
c
b
a
基板

图 6

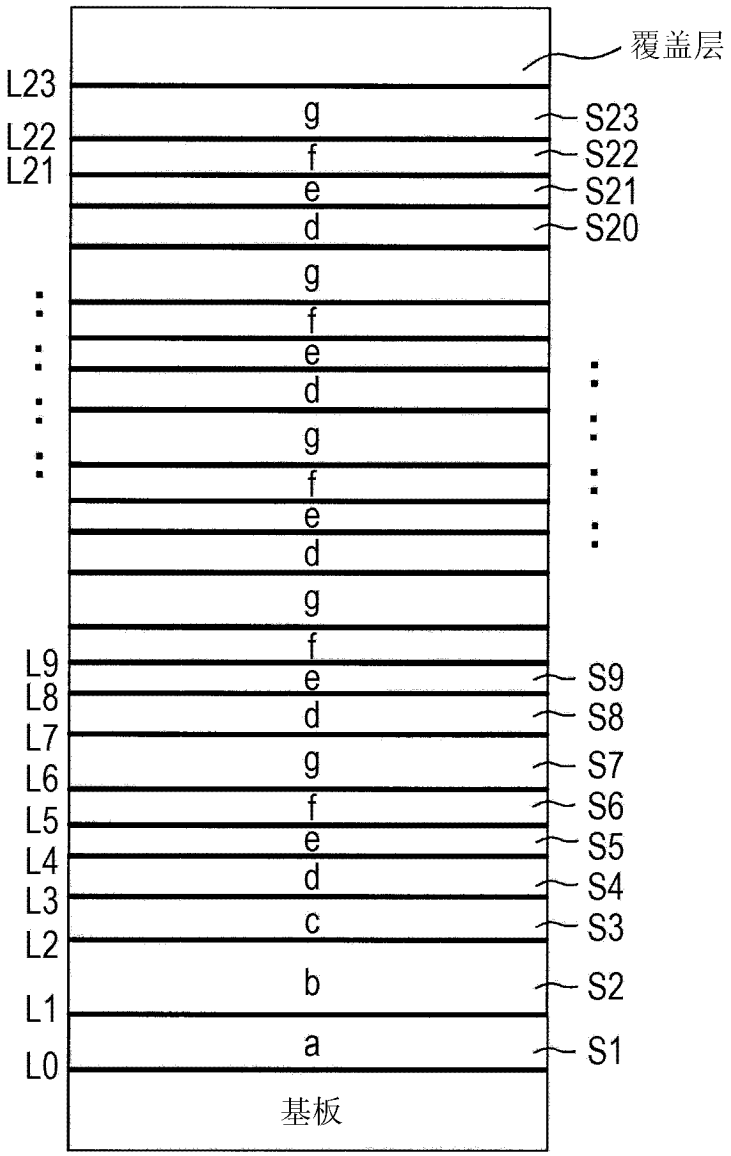

覆盖层
L23
L22
L21
g
f
e
d
S23
S22
S21
S20
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
c
b
a
基板

图 7

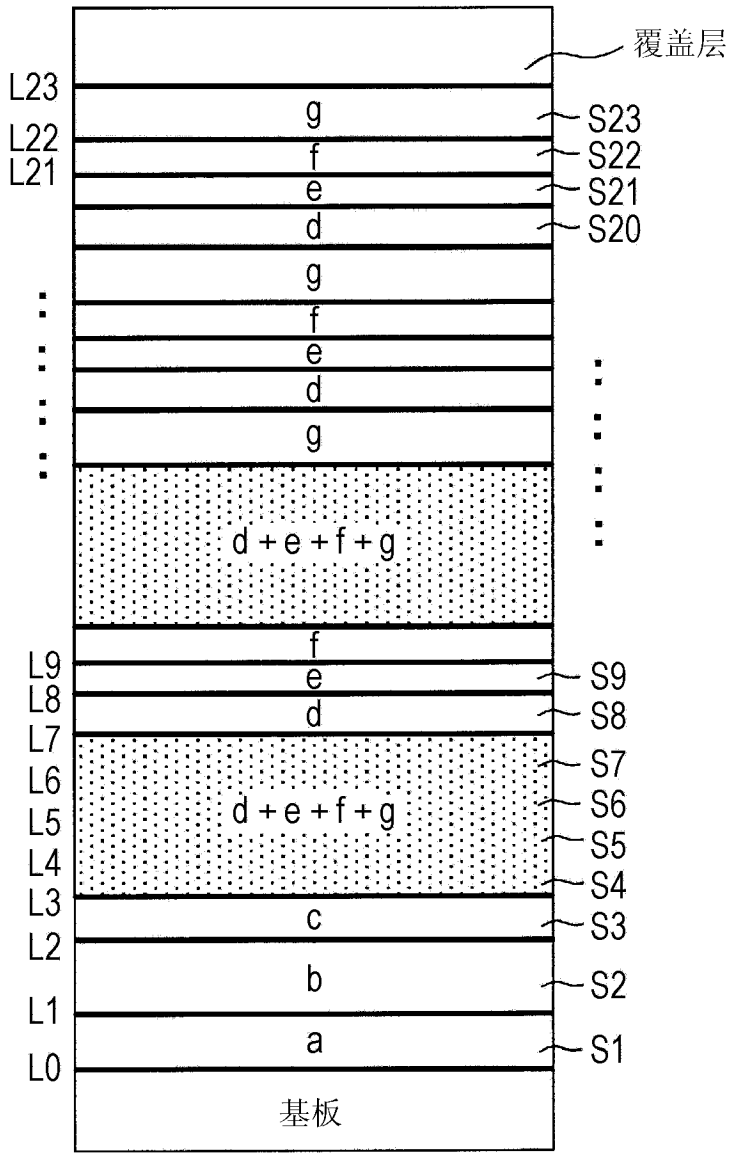

覆盖层
L23
L22
L21
g
f
e
d
S23
S22
S21
S20
g
f
e
d
g
d + e + f + g
f
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
e
d
d + e + f + g
c
b
a
基板
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1

图 8

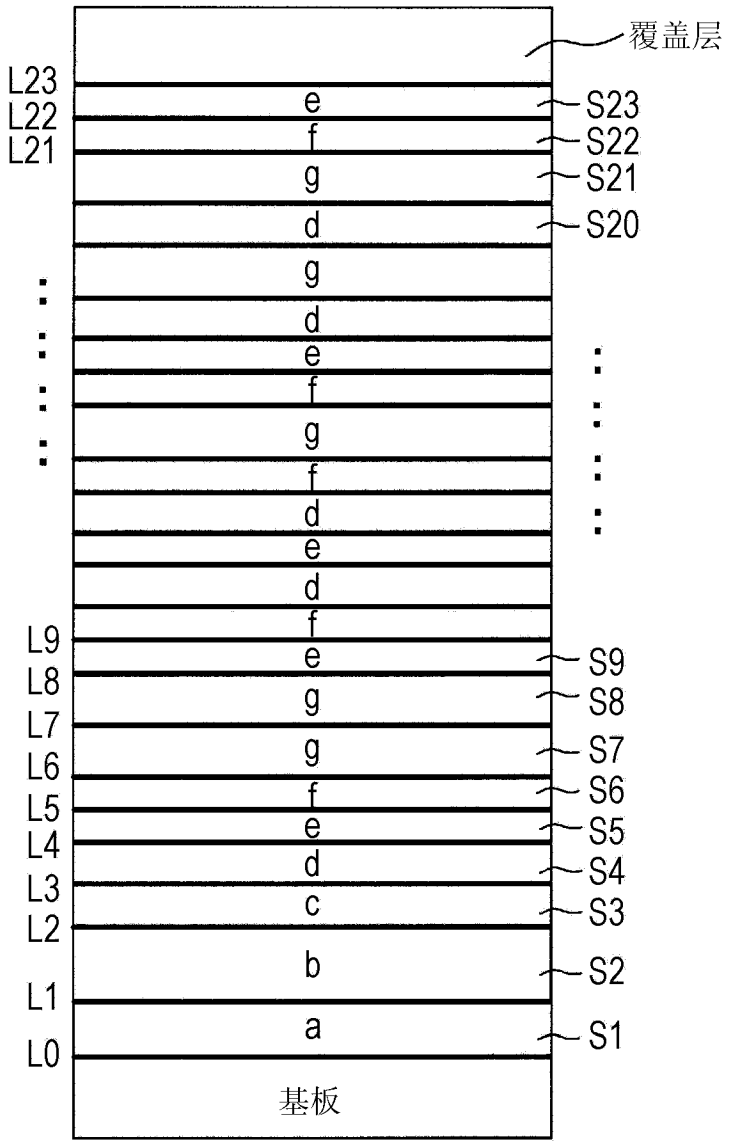

覆盖层
L23
L22
L21
e
f
g
S23
S22
S21
d
S20
g
d
e
f
g
f
d
e
d
f
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
e
g
g
f
e
d
c
b
a
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
基板

图 9

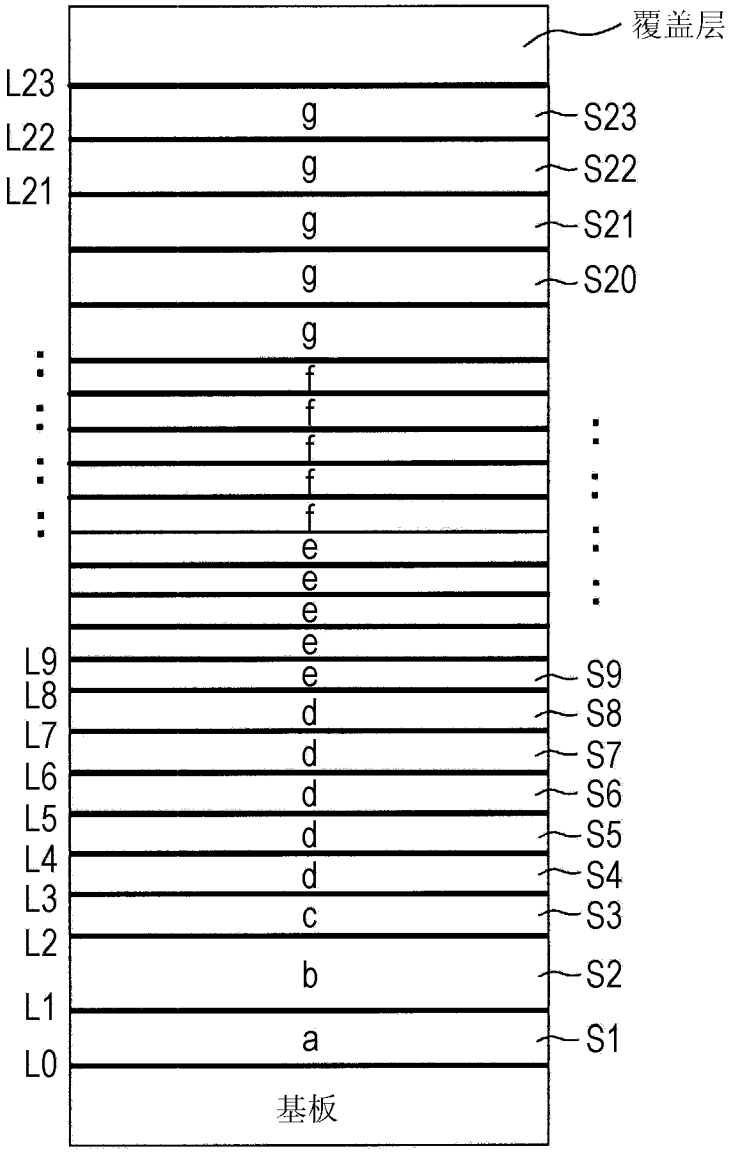

覆盖层
L23
L22
L21
g
S23
S22
S21
S20
f
e
L9
L8
L7
L6
L5
L4
L3
L2
L1
L0
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
d
c
b
a
基板

图 10

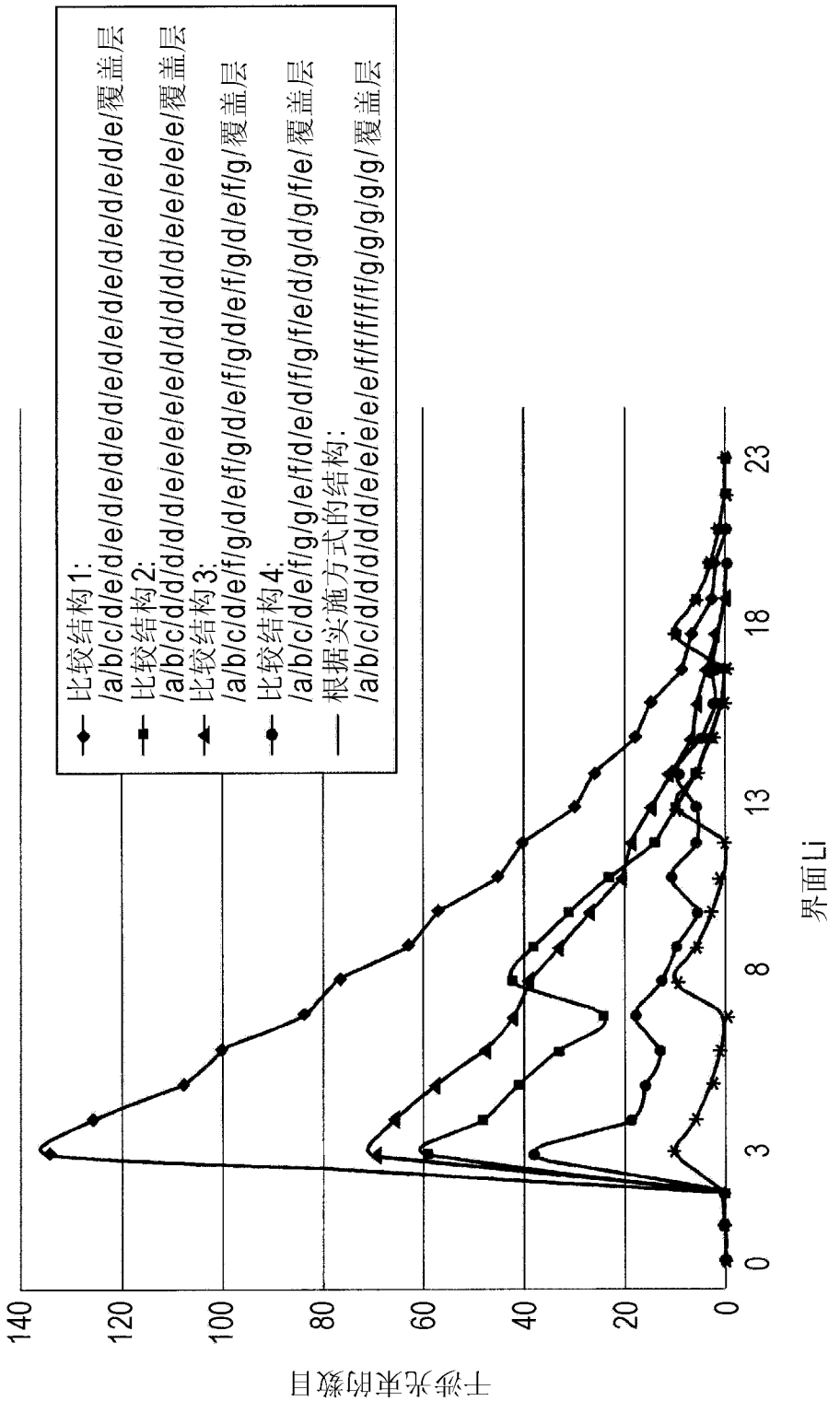


图 11

记录层	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11
反射率	0.18	0.09	0.05	0.035	0.028	0.025	0.022	0.02	0.018	0.018	0.016	0.016
透射率	1	0.68	0.768	0.815	0.93	0.934	0.938	0.938	0.96	0.96	0.96	0.96
记录层	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23
反射率	0.014	0.014	0.012	0.012	0.01	0.01	0.009	0.009	0.008	0.008	0.007	0.007
透射率	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96

图 12

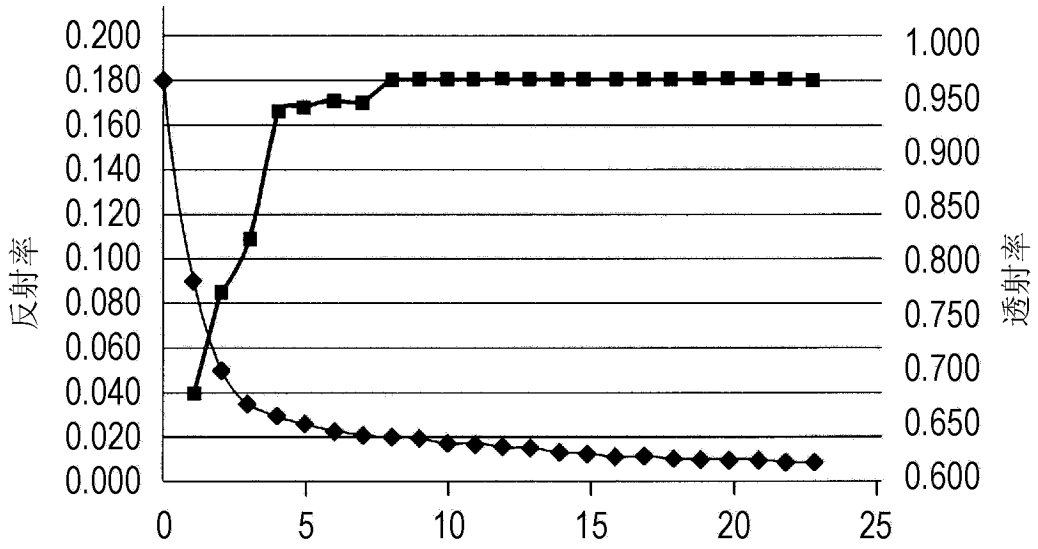

反射率
0.200
0.180
0.160
0.140
0.120
0.100
0.080
0.060
0.040
0.020
0.000
1.000
0.950
0.900
0.850
0.800
0.750
0.700
0.650
0.600
透射率
0
5
10
15
20
25

图 13A

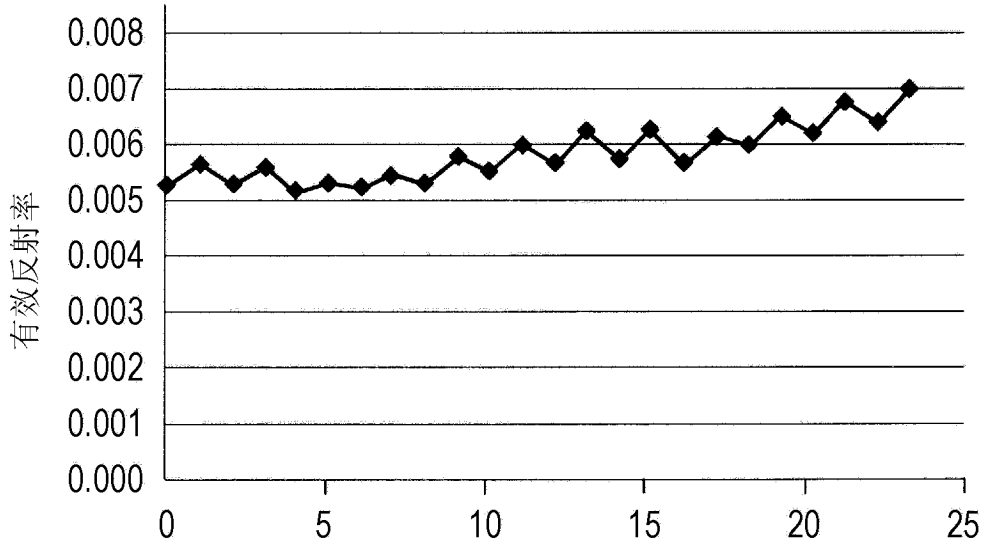

有效反射率
0.008
0.007
0.006
0.005
0.004
0.003
0.002
0.001
0.000
0
5
10
15
20
25

图 13B

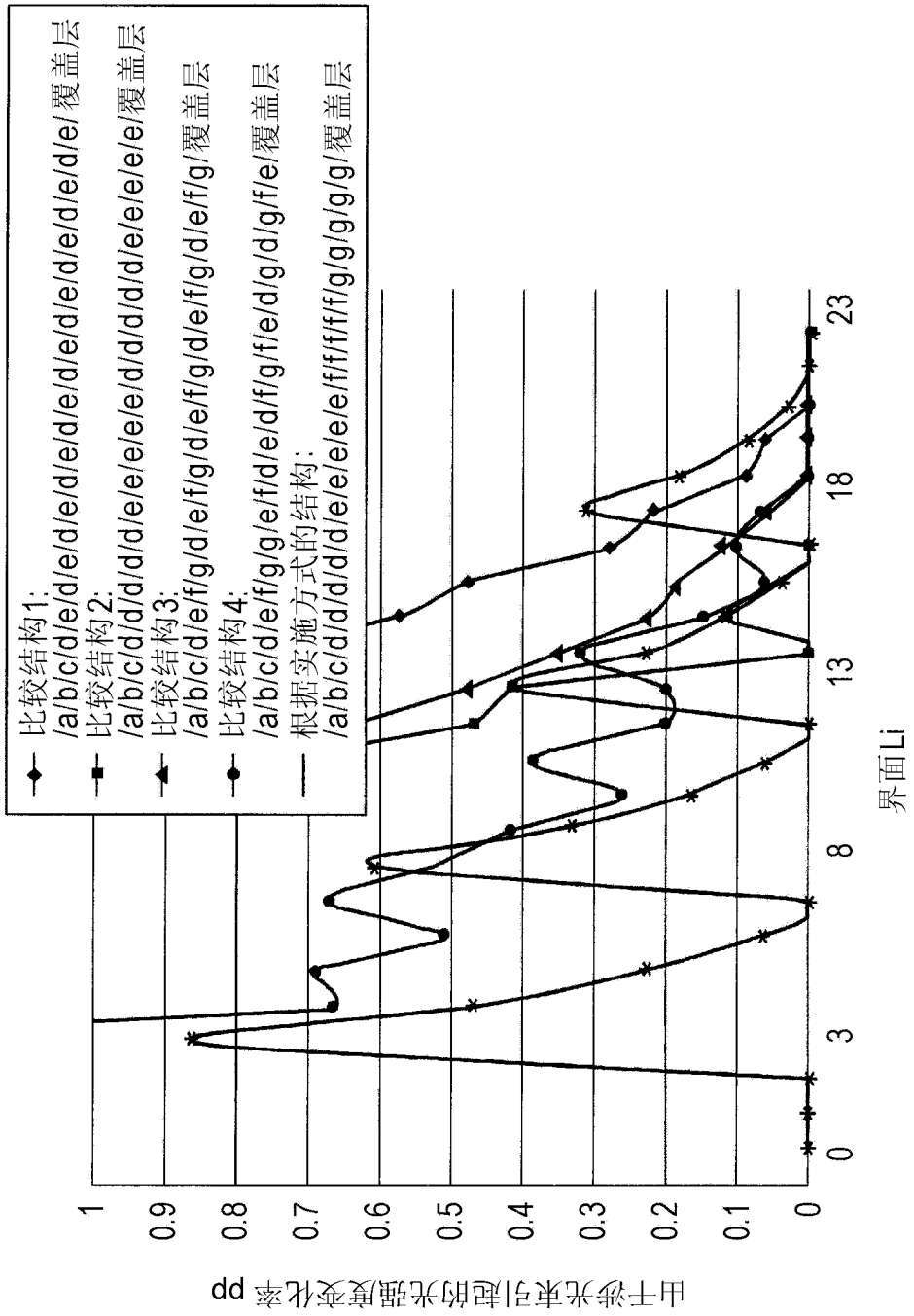

比较结构1:
/a/b/c/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/d/e/覆盖层
比较结构2:
/a/b/c/d/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/e/覆盖层
比较结构3:
/a/b/c/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/d/e/f/g/覆盖层
比较结构4:
/a/b/c/d/e/f/g/g/e/f/d/e/d/f/g/f/e/d/g/d/g/f/e/覆盖层
根据实施方式的结构:
/a/b/c/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/f/f/f/f/f/g/g/g/g/g/覆盖层
由干涉光束引起的光强度变化率 pp
界面Li
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
3
8
13
18
23

图 14

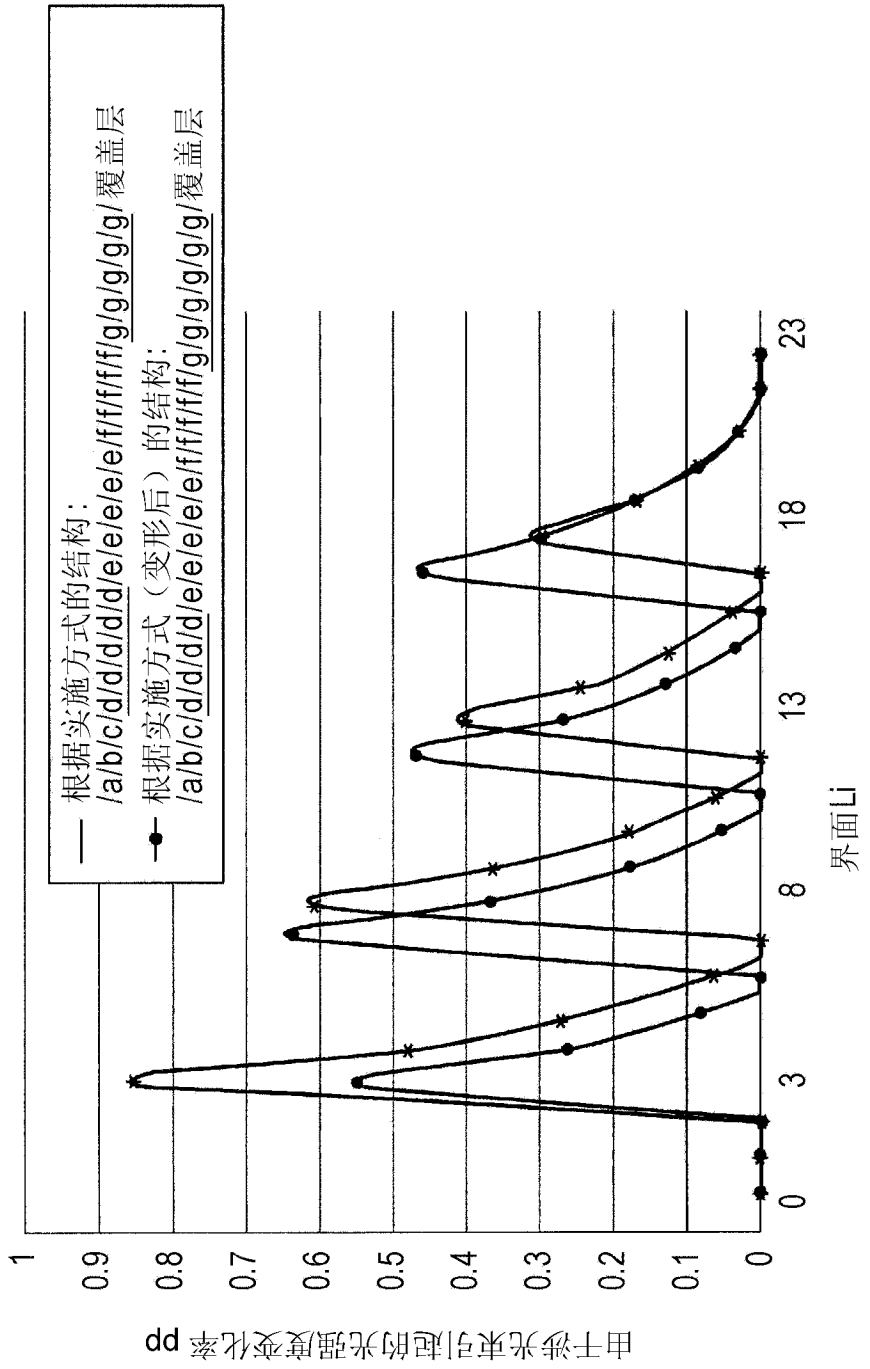

根据实施方式的结构：
/a/b/c/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/e/f/f/f/f/f/g/g/g/g/g/覆盖层
根据实施方式（变形后）的结构：
/a/b/c/d/d/d/d/d/e/e/e/e/e/e/f/f/f/f/f/g/g/g/g/g/覆盖层
由干涉光束引起的光强度变化率 dp
界面Li
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0
3
8
13
18
23

图 15

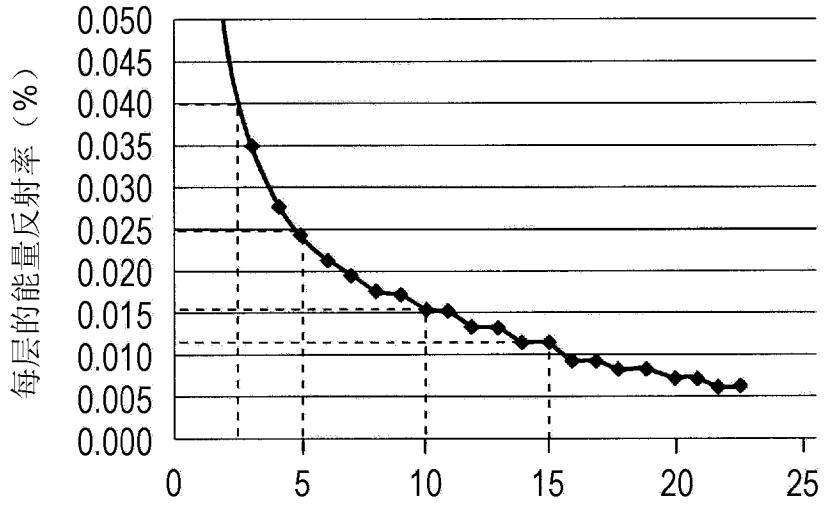

每层的能量反射率（%）
0.050
0.045
0.040
0.035
0.030
0.025
0.020
0.015
0.010
0.005
0.000
0
5
10
15
20
25

图 16A

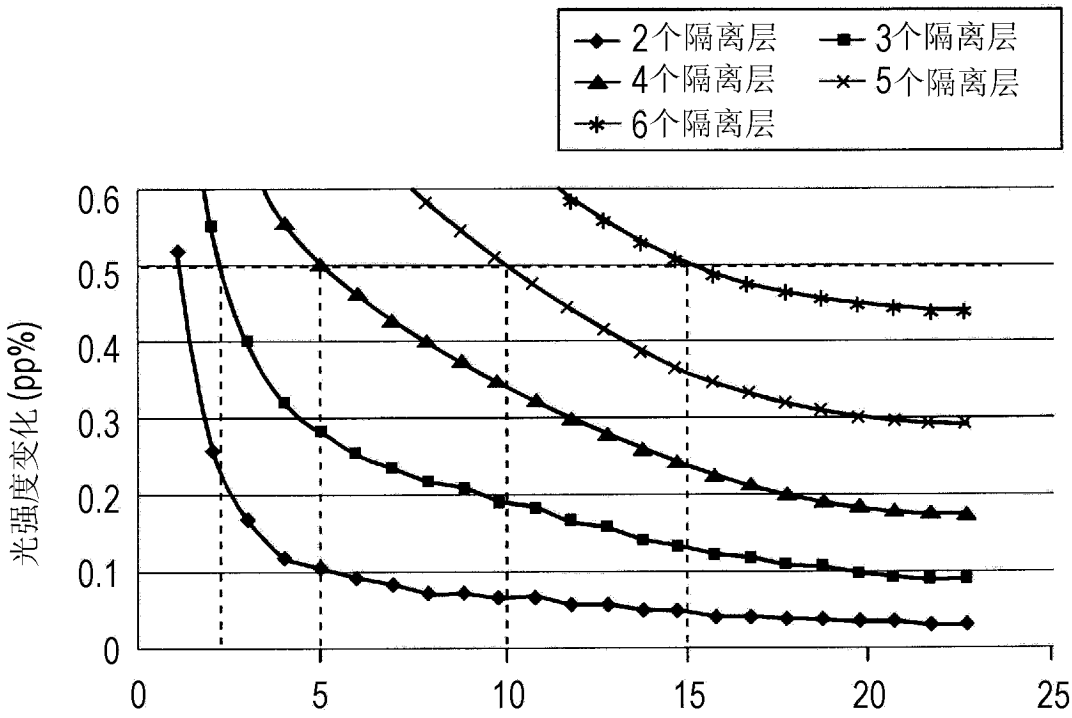

2个隔离层
3个隔离层
4个隔离层
5个隔离层
6个隔离层
光强度变化 (pp%)
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0
5
10
15
20
25

图 16B

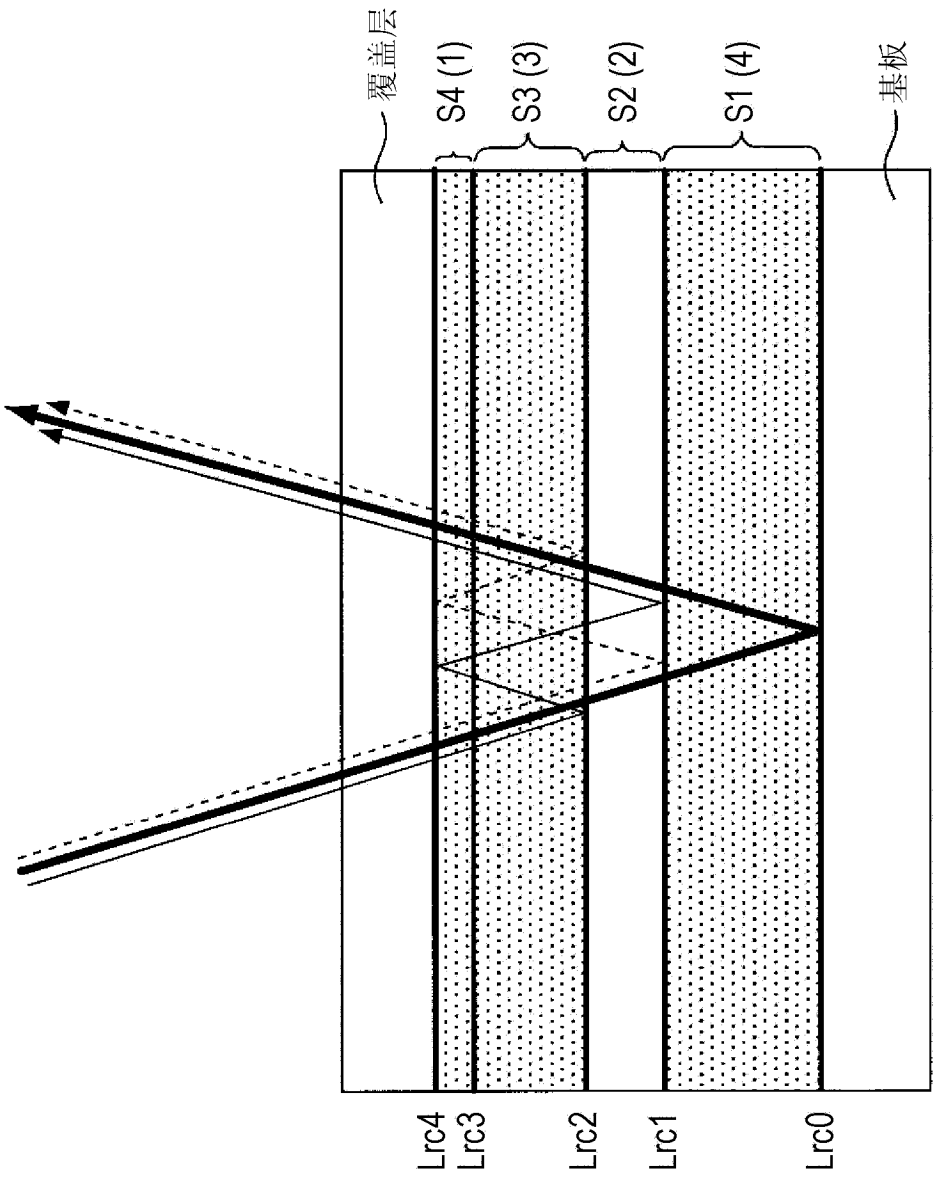


图 17