

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G11B 7/005 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580021929.1

[45] 授权公告日 2009年10月7日

[11] 授权公告号 CN 100547660C

[22] 申请日 2005.6.29

[21] 申请号 200580021929.1

[30] 优先权

[32] 2004.6.30 [33] KR [31] 10-2004-0050787

[32] 2005.3.2 [33] KR [31] 10-2005-0017249

[32] 2005.3.3 [33] KR [31] 10-2005-0017576

[86] 国际申请 PCT/KR2005/002034 2005.6.29

[87] 国际公布 WO2006/004338 英 2006.1.12

[85] 进入国家阶段日期 2006.12.29

[73] 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 李镇京 金朱镐 郑钟三 黄仁吾

丁奎海 金铉基

[56] 参考文献

JP9-120564A 1997.5.6

CN1128078A 1996.7.31

JP6-251396A 1994.9.9

US5410531A 1995.4.25

审查员 树奇

[74] 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

代理人 韩明星 韩素云

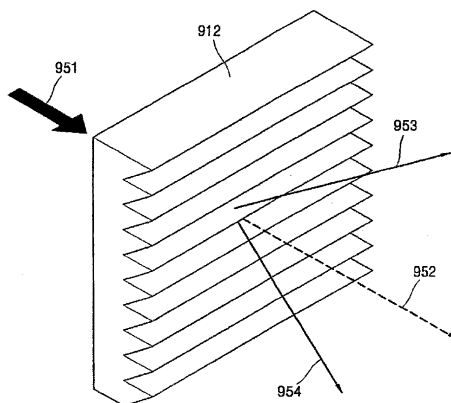
权利要求书4页 说明书17页 附图14页

[54] 发明名称

用于再现超分辨信息存储介质的数据的方法和
和设备

[57] 摘要

提供一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记的形式记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法及其设备。所述数据再现方法包括：将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号；补偿并计算第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟。因此，从除了超分辨区之外的再现光束点的外围区反射的信号可被排除，从而改善再现信号特性。



1、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法，该方法包括：

将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；

检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号；

补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟；

计算第一再现信号和第二再现信号之间的差信号，

其中，照射第一和第二光束的步骤包括：利用衍射元件将从单个光源发射出的光束分为第一光束和第二光束，

其中，在划分从单个光源发射出的光束的步骤中，通过衍射元件生成的多个衍射光束中的 $-k$ 级衍射光束用作第一光束， $+k$ 级衍射光束用作第二光束，

其中，所述 k 表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

2、如权利要求1所述的数据再现方法，其中，从所述差信号排除从第一光束和第二光束的外围区反射的信号分量。

3、如权利要求1所述的数据再现方法，其中，仅来自超分辨区的信号分离保留在所述差信号中。

4、如权利要求1所述的数据再现方法，其中，第一光束和第二光束的像差量基本相同。

5、如权利要求1所述的数据再现方法，其中，第一光束和第二光束以时间延迟照射到同一轨道上。

6、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法，该方法包括：

将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；

检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号；

补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟；

计算第一再现信号和第二再现信号之间的差信号，

其中，照射第一和第二光束的步骤包括：利用衍射元件将从单个光源发

射出的光束分为第一光束和第二光束，

其中，在划分从单个光源发射出的光束的步骤中，通过衍射元件生成的多个衍射光束中的+k级衍射光束用作第一光束，-k级衍射光束用作第二光束，其中，所述k表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

7、如权利要求6所述的数据再现方法，其中，从所述差信号排除从第一光束和第二光束的外围区反射的信号分量。

8、如权利要求6所述的数据再现方法，其中，仅来自超分辨率的信号分离保留在所述差信号中。

9、如权利要求6所述的数据再现方法，其中，第一光束和第二光束的像差量基本相同。

10、如权利要求6所述的数据再现方法，其中，第一光束和第二光束以时间延迟照射到同一轨道上。

11、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法，该方法包括：

将具有超分辨功率的第一光束照射到信息存储介质中；

将具有非超分辨功率的多个第二光束照射到被第一光束照射的信息存储介质上；

补偿来自第一光束的第一再现信号和来自所述多个第二光束的第二再现信号间的时间延迟；

对第一再现信号和第二再现信号执行差运算以检测最终再现信号，其中，利用衍射元件将从单个光源发射出的光束分为所述第一光束和所述多个第二光束，通过衍射元件生成的多个衍射光束中的+k级衍射光束之一用作第一光束，-k级衍射光束中的多个光束用作所述多个第二光束，

其中，所述k表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

12、如权利要求11所述的数据再现方法，其中，在补偿时间延迟的步骤中，补偿时间延迟以使得最终再现信号的抖动或比特误码率最小。

13、如权利要求11所述的数据再现方法，其中，在补偿时间延迟的步骤中，利用使用第一光束再现没有用作用户数据的预制凹坑或识别信息所需的时间与使用第二光束再现所述预制凹坑或识别信息所需的时间之差来补偿时间延迟。

14、如权利要求11所述的数据再现方法，其中，在补偿时间延迟的步骤

中，利用摆动信号来补偿时间延迟。

15、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的设备，所述设备包括：

光学拾取器，将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；

信号处理器，检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号，补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟，并对第一再现信号和第二再现信号执行差运算；

控制器，利用从信号处理器接收的信号来控制光学拾取器，

其中，所述光学拾取器包括：光源；和衍射元件，将从所述光源发射出的光束分为第一光束和第二光束，

其中，第一光束对应于通过衍射元件生成的多个衍射光束中的+k级衍射光束，第二光束对应于-k级衍射光束，

其中，所述k表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

16、如权利要求15所述的数据再现设备，其中，第一光束和第二光束以时间延迟照射到同一轨道上。

17、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的设备，所述设备包括：

光学拾取器，将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；

信号处理器，检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号，补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟，并对第一再现信号和第二再现信号执行差运算；

控制器，利用从信号处理器接收的信号来控制光学拾取器，

其中，所述光学拾取器包括：光源；和衍射元件，将从所述光源发射出的光束分为第一光束和第二光束，

其中，第一光束对应于通过衍射元件生成的多个衍射光束中的-k级衍射光束，第二光束对应于+k级衍射光束，

其中，所述k表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

18、如权利要求17所述的数据再现设备，其中，第一光束和第二光束以时间延迟照射到同一轨道上。

19、一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的设备，该设备包括：

光学拾取器，将具有超分辨功率的第一光束照射到信息存储介质中，并将具有非超分辨功率的多个第二光束照射到被第一光束照射的信息存储介质上；

信号处理器，补偿来自第一光束的第一再现信号和来自所述多个第二光束的第二再现信号间的时间延迟，和对第一再现信号和第二再现信号执行差运算以检测最终再现信号；

控制器，利用从信号处理器接收的信号来控制光学拾取器，

其中，所述光学拾取器包括：光源；衍射元件，将从所述光源发射出的光束分为第一光束和所述多个第二光束，

其中，通过衍射元件生成的多个衍射光束中的 $-k$ 级衍射光束之一用作第一光束， $+k$ 级衍射光束中的多个光束用作所述多个第二光束，

其中，所述 k 表示无穷整数，所述衍射元件是闪耀型光栅元件。

20、如权利要求 19 所述的数据再现设备，其中，所述信号处理器补偿所述时间延迟以使得最终再现信号的抖动或比特误码率最小。

21、如权利要求 19 所述的数据再现设备，其中，所述信号处理器利用使用第一光束再现没有用作用户数据的预制凹坑或识别信息所需的时间与使用第二光束再现所述预制凹坑或识别信息所需的时间之差来补偿时间延迟。

22、如权利要求 19 所述的数据再现设备，其中，所述信号处理器利用摆动信号来补偿时间延迟。

用于再现超分辨信息存储介质的数据的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种再现记录在超分辨信息存储介质上的数据的方法和设备，更具体地讲，涉及这样一种再现记录在超分辨信息存储介质上的数据的方法和设备，其能够通过从超分辨信息存储介质去除符号间干扰（ISI）来改善再现信号的特性。

背景技术

光学记录介质被用作以非接触方式记录和/或再现信息的光学拾取器的信息存储介质。随着产业发展的进步，急需具有更大记录密度的信息记录介质。因此，正在对能够利用超分辨现象来再现点直径小于激光束点的记录标记的光学记录介质进行开发。

通常，当用于再现记录在记录介质上的数据的光的波长为 λ ，物镜的数值孔径为 NA 时，可再现分辨率的极限变为 $\lambda/4NA$ 。换言之，由于从光源发射出的光不能将直径小于 $\lambda/4NA$ 的记录标记与其他记录标记相区别，因此这样的数据经常不能被再现。

然而，超过这样的分辨能力极限的记录标记可被再现，这被称为超分辨现象。如今，正在进行对超分辨现象的原因的调查以及对超分辨现象的研究和开发。由于超分辨现象使超过分辨能力极限的记录标记能够被再现，因此超分辨信息存储介质可显著地满足对高密度和大存储容量的需求。

超分辨信息存储介质的商业应用的必要条件是信息存储介质满足作为存储介质的基本记录和再现特性。具体地讲，与传统信息存储介质相比，超分辨信息存储介质利用具有相对高的功率的记录光束和再现光束。此外，超分辨信息存储介质的主要问题在于再现信号特性（如载噪比（CNR）、抖动或 RF 信号）以及稳定的再现信号的实现。为了实现超分辨信息存储介质，对于超分辨信息存储介质而言，先决条件是满足再现信号特性。

现在，将参照图 1 描述超分辨信息记录介质上发生超分辨现象的再现光束点的区。

如图 1 中所示, 标记 110 被记录在超分辨信息存储介质的轨道 100 上, 由于局部光强度的差异, 在落在超分辨层上的光束点 120 内发生温度分布或光学特性的改变。因此, 超过分辨能力极限的标记 110 也可被再现。换言之, 温度分布或光学特性的改变发生在光束点 120 的部分区域中, 而在所述部分区域的外围区 140 处不发生改变。如图 1 中所示, 发生改变的所述部分区域 (以下, 将被称为超分辨区 130) 可以是中心部分。发生光学特性的改变的区可以是连续的或交替的。

实际上, 有许多报告指出, 利用各种超分辨材料通过超分辨再现操作, 从具有小于分辨能力的相同长度的标记获得了足够大的能够应用于实际介质的 CNR。然而, 实际的光学记录不是通过以规则的间隔记录具有相同长度的标记来执行的, 而是通过以不规则的间隔记录具有相同长度的标记 (即, 标记位置检测方法) 或者通过以不规则的间隔记录具有不同长度的标记 (即, 标记长度检测方法) 来执行的。具体地讲, 在 CD 或 DVD 中, 具有 3T 至 11T (这里, T 表示时钟频率) 范围内的各种长度的标记被复合记录。然而, 上述超分辨技术在再现这种复合信号方面都没有成功, 这是因为从光学记录介质反射的信号不仅包含从光学特性改变的光束点的区反射的信号, 而且包含从光学特性改变的所述区的外围区反射的信号。如果不存在来自所述外围区的信号, 则有效光束点的大小被充分减小, 从而可再现复合信号。然而, 在上述超分辨技术中, 光学特性改变的区与外围区之间的差异被使用, 由于所述差异很小, 所以从外围区反射的信号成为光点大小减小的阻碍。这导致再现一连串标记时发生的 ISI (符号间干扰), 从而不能以高分辨率再现复合信号。

图 2A 示出记录在信息存储介质上的标记的记录图样, 图 2B 示出与图 2A 所示的记录图样的再现标记相对应的 RF 信号。当激光束的波长为 405nm, 其 NA 为 0.85, 并且其分辨能力约为 75nm 时, 记录图样基于约 75nm (小于分辨能力) 的标记、约 300nm (大于分辨能力) 的标记以及两个标记之间的空白的组合。在图 2B 所示的再现信号中, 当 300nm 长的标记或空白出现在光束点周围时, 75nm 长的标记受到 300nm 长的标记和空白的影 响, 从而不可能清楚地检测 75nm 长的标记。具有 75nm 长的标记的区由 A、B、C、D、E 和 F 表示。参照图 2A 和图 2B, 区 A、B、C、D、E 和 F 的再现信号的电平根据 75nm 长的标记和空白的数量而不同。此外, 区 A、B、C、D、E 和 F

的再现信号的电平不是恒定的，而是可依赖于 75nm 长的标记的周围条件而变化。

发明公开

技术问题

由于来自光束点的外围区 140 的信号 ISI 而引起上述问题。

技术解决方案

根据本发明的一方面，提过一种方法和设备，当再现光束照射到超分辨信息存储介质上时，该方法和设备通过去除来自超分辨区的外围区的再现信号来精确地再现记录的数据并防止符号间干扰 (ISI)，其中，在所述超分辨区中发生温度分布或光学特性的改变。

有益的效果

根据本发明，当除了用户数据之外的预制凹坑 (pre-pit) 或附加识别信息被记录时，通过先光束再现预制凹坑或识别信息所需的时间与通过后光束再现预制凹坑或识别信息所需的时间之差可被用作延迟时间。

在根据本发明一方面的超分辨信息存储介质的数据再现方法中，如上所述，当再现以标记形式记录的数据时，来自除了超分辨区之外的外围区的信号分量被去除，从而提高再现信号的特性，其中，在所述超分辨区中通过照射具有相对高的功率的再现光束而发生温度分布或光学特性的改变。此外，使用一种控制时间延迟的方法来精确地控制光点之间的距离，从而获得更精确的再现信号。这些方法能够改善通过再现记录在随机图样中的数据而获得的信号的特性，从而有助于提高超分辨信息存储介质的实用性。

此外，根据本发明一方面的超分辨信息存储介质的数据再现设备能够通过简单地处理信号来改善再现信号特性，而不需要对现有再现设备进行很大改变。

使用根据本发明一方面的数据再现方法和设备改善了超分辨信息存储介质的数据再现性能，从而实现了高质量、高密度、大容量信息存储介质的实际应用。

附图说明

图 1 示出在照射到超分辨信息存储介质上的再现光束点处发生超分辨现象的区；

图 2A 示出记录图样，在该记录图样中记录了具有小于超分辨功率的再现光束的分辨能力的大小的标记以及具有大于所述分辨能力的大小的标记；

图 2B 示出通过利用超分辨功率的再现光束再现记录在图 2A 的记录图样中的信息而获得的 RF 信号；

图 3 是示意性地示出根据本发明一方面的再现方法所应用于的超分辨信息存储介质的示例的截面图；

图 4 示出在根据本发明实施例的数据再现方法中照射到信息存储介质上的超分辨功率光束和非超分辨功率光束；

图 5A 和图 5B 是在根据本发明实施例的数据再现方法中照射到信息存储介质上的超分辨功率光束和非超分辨功率光束的光束区域的放大图；

图 6A 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法将超分辨功率光束照射到记录在图 2A 所示的记录图样中的标记中而获得的再现信号；

图 6B 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法将非超分辨功率光束照射到记录在图 2A 所示的记录图样中的标记中而获得的再现信号；

图 6C 示出图 6A 和图 6B 所示的再现信号之间的差信号；

图 7A 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法将超分辨功率光束照射到随机记录的标记中而获得的再现信号；

图 7B 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法将非超分辨功率光束照射到随机记录的标记中而获得的再现信号；

图 7C 示出图 7A 和图 7B 所示的再现信号之间的差信号；

图 8 示出从图 7C 所示的差信号获得的眼孔图样；

图 9A 示意性地示出根据本发明实施例的用于超分辨信息存储介质的数据再现设备；

图 9B 示出根据本发明实施例的闪耀型光栅元件；

图 10 示意性地示出图 9A 的数据再现设备的修改；

图 11 是示出根据本发明实施例的数据再现方法的流程图；

图 12 是示出通过对在根据延迟时间进行减法之后的信号的抖动进行仿真而获得的结果的曲线图；

图 13 示出图 11 的再现方法中使用的第一延迟时间的计算;

图 14 示出图 9A 或图 10 的数据再现设备的记录/再现信号处理器的修改, 修改的信号利用抖动值来执行补偿;

图 15 是示出根据本发明实施例的利用抖动值补偿第一光束和第二光束之间的时间延迟的方法的流程图;

图 16 示出具有其预定区中生成预凹坑的轨道的超分辨信息存储介质;

图 17 是示出根据本发明另一实施例的利用预制凹坑或识别信息来补偿第一光束和第二光束之间的时间延迟的方法的流程图。

最佳方式

根据本发明的一方面, 提供一种再现以小于入射光束的分辨能力的大小的标记被记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法, 该方法包括: 将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上; 检测基于第一光束的第一再现信号和基于第二光束的第二再现信号; 补偿并计算第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟。

根据本发明的另一方面, 所述计算操作可包括: 获得第一再现信号和第二再现信号之间的差信号。第一光束和第二光束可以以时间延迟照射到同一轨道上。

根据本发明的另一方面, 所述照射操作可包括: 利用衍射元件将从单个光源发射出的光束分为第一光束和第二光束。在划分从单个光源发射出的光束的操作中, 通过衍射元件生成的多个衍射光束中的 $+k$ 级衍射光束可用作第一光束, $-k$ 级衍射光束可用作第二光束。可选地, 通过衍射元件生成的多个衍射光束中的 $-k$ 级衍射光束可用作第一光束, $+k$ 级衍射光束可用作第二光束。所述衍射元件可以是闪耀型光栅元件。

根据本发明的另一方面, 所述照射操作可包括: 从包括第一光源和第二光源的独立的光源分别发射第一光束和第二光束。

根据本发明的另一方面, 提供一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记的形式被记录在超分辨信息存储介质中的数据的方法, 该方法包括: 将具有超分辨功率的第一光束照射到信息存储介质中; 以预定的时间延迟将具有非超分辨功率的多个第二光束照射到被第一光束照射的信息存储

介质上；基于第一光束的第一再现信号和第二光束的第二再现信号检测最终再现信号。

根据本发明的另一方面，所述检测操作可包括：获得第一再现信号和第二再现信号之间的差信号。

根据本发明的另一方面，所述检测操作还可包括：补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟。可选地，所述检测操作还可包括：补偿预定的时间延迟以使得最终再现信号的抖动或BER最小。可选地，所述检测操作还可包括：利用使用第一光束再现没有用作用户数据的预制凹坑或识别信息所需的时间与使用第二光束再现所述预制凹坑或识别信息所需的时间之差来补偿预定的时间延迟。可选地，所述检测操作还可包括：利用摆动信号来补偿预定的时间延迟。

根据本发明的另一方面，提供一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记的形式被记录在超分辨信息存储介质中的数据的设备，所述设备包括：光学拾取器，将具有引起超分辨现象的分辨功率的第一光束和具有不引起超分辨现象的分辨功率的第二光束照射到信息存储介质上；信号处理器，检测第一光束的第一再现信号和第二光束的第二再现信号，补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟，并运算第一再现信号和第二再现信号；控制器，利用从信号处理器接收的信号来控制光学拾取器。

根据本发明的另一方面，提供一种再现以具有小于入射光束的分辨能力的大小的标记的形式被记录在超分辨信息存储介质中的数据的设备，该设备包括：光学拾取器，将超分辨功率的第一光束照射到信息存储介质中，并将非超分辨功率的多个第二光束照射到被第一光束照射的信息存储介质上的区上；信号处理器，基于第一光束的第一再现信号和第二光束的第二再现信号检测最终再现信号；控制器，利用从信号处理器接收的信号来控制光学拾取器。

具体实施方式

现在，将详细描述本发明的示例性实施例，其例子示于附图中，在附图中，相同的标号始终表示相同的部件。下面，将参照附图描述实施例以解释本发明。

根据本发明一方面的数据再现方法适用于超分辨信息存储介质，其被配

置为再现记录在具有超过分辨能力极限的大小的记录标记中的信息。

在详细解释根据本发明一方面的数据再现方法之前，首先将描述示例性超分辨信息存储介质。

参照图 3，超分辨信息存储介质包括基底 310 以及顺次形成在基底 310 上的第一电介质层 320、记录层 330、第二电介质层 340、超分辨再现层 350、第三电介质层 360 和覆盖层 370。这里，记录/再现信息过程中使用的光束被聚焦到物镜 (OL) 上，并经覆盖层 370 入射到超分辨信息存储介质上。

基底 310 最好由从由聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、非晶态聚烯烃 (APO) 和玻璃组成的组中选择的至少一种材料制成，并且最好 (但非必要地) 具有用于反射入射光束的反射薄膜，所述反射薄膜涂覆于基底 310 的一个表面，即面向第一电介质层 320 的表面上。

第一至第三电介质层 320、340 和 360 控制超分辨信息存储介质的光学和/或热特性。覆盖层 370 覆盖形成在基底 310 上的包括记录层 330 和超分辨再现层 350 的层。这里，第一至第三电介质层 320、340 和 360 以及覆盖层 370 不是超分辨信息存储介质的必不可少的组成部分。当然，即使在超分辨信息存储介质中没有形成这些层，信息也可被再现。

第一至第三电介质层 320、340 和 360 最好 (但非必要地) 是由从由氧化物、氮化物、碳化物、硫化物和氟化物组成的组中选择的至少一种材料制成。换言之，第一至第三电介质层 320、340 和 360 最好 (但非必要地) 是从由氧化硅 (SiO_x)、氧化镁 (MgO_x)、氧化铝 (AlO_x)、氧化钛 (TiO_x)、氧化钒 (VO_x)、氧化铬 (CrO_x)、氧化镍 (NiO_x)、氧化锆 (ZrO_x)、氧化锗 (GeO_x)、氧化锌 (ZnO_x)、氮化硅 (SiN_x)、氮化铝 (AlN_x)、氮化钛 (TiN_x)、氮化锆 (ZrN_x)、氮化锗 (GeN_x)、碳化硅 (SiC)、硫化锌 (ZnS)、硫化锌-氧化硅的化合物 (ZnS-SiO) 以及氟化镁 (MgF_2) 组成的组中选择的至少一种材料。

记录层 330 具有这样的结构：通过具有预定记录功率水平的入射光束记录的记录标记 (m) 具有矩形截面或者与矩形形状基本相同的截面。这里，记录标记 (m) 包括具有不大于用于再现的光学拾取器的分辨能力的大小的标记。

为了重复地利用超分辨现象再现数据，记录层 330 的化学反应温度 T_w 高于超分辨再现层 350 发生超分辨现象的温度 T_r 。

因此，为了生成记录标记 (m)，记录层 330 必须具有单层结构，该单层

结构具有两种或多种材料的混合物，所述两种或多种材料具有不同物理特性并在预定温度下彼此起化学反应（例如，图 3 中的材料 A 和 B）。

例如，在数据记录之前，即在材料 A 和 B 之间的化学反应之前，记录层 330 以材料 A 和 B 混合在其中的薄膜的形式存在。当具有预定功率水平的记录光束照射到记录层 330 上时，在记录层 330 的光束点所落在的区域发生材料 A 和 B 之间的化学反应，并且记录层的状态从材料 A 和 B 的混合物改变为化合物 A+B，该化合物 A+B 具有不同于材料 A 和 B 的混合物的物理特性。化合物 A+B 生成记录标记 (m)，该记录标记 (m) 具有不同于其他区域中的记录标记的反射率。

材料 A 的例子包括钨 (W)，材料 B 的例子包括硅 (Si)，这基于以下事实：在采用 Ge-Sb-Te 作为超分辨再现层的材料的情况下，在再现期间，超分辨现象发生在约 350°C，并且记录必须在比再现温度高的记录温度下执行。换言之，W-Si 合金具有约 600°C 的反应温度，其不受再现功率的影响。

当选择 W 和 Si 时，最好（但非必要地）通过混合这两种材料以使得 W 原子的数量与 Si 原子的数量之比为 1 比 2 来形成记录层 330。在这种情况下，通过具有记录功率的光束所照射的记录层 330 的预定区域处发生的化学反应来生成 WSi_2 化合物。上面提到的 W 和 Si 原子的数量之比，即 1:2 仅是为了举例说明，所述比不限于此。

尽管 W 和 Si 被描述为记录层的材料，但是这两种材料仅是为了举例说明，可在可利用激光束执行记录的范围内从由能够在高于再现温度的温度下起化学反应的材料组成的组中选择任意两种或多种材料。例如，记录层可包括从由钒 (V)、铬 (Cr)、钴 (Co)、镍 (Ni)、铜 (Cu)、锗 (Ge)、铌 (Nb)、钼 (Mo)、银 (Ag)、锡 (Sn)、锑 (Sb)、碲 (Te)、钛 (Ti)、锆 (Zr) 和镧基元素组成的组中选择的至少两种材料。

超分辨再现层 350 是由相变材料制成的层，该相变材料在入射光束点的一些区域处经受温度分布或光学特性的改变。换言之，超分辨再现层 350 最好（但非必要地）由硫族元素化物 (chalcogenide) 相变材料形成，所述相变材料包含从由硫 (S)、硒 (Se)、碲 (Te) 组成的组中选择的至少一种。例如，超分辨再现层 350 包含：从由硒-硫 (Se-S)、硒-碲 (Se-Te)、硫-碲 (S-Te)、磷-硫 (P-S)、磷-碲 (P-Te)、磷-硒 (P-Se)、砷-硫 (As-S)、砷-硒 (As-Se)、砷-碲 (As-Te)、锑-硫 (Sb-S)、锑-硒 (Sb-Se)、锑-碲 (Sb-Te)、硅-硫 (Si-S)、

硅-硒 (Si-Se)、硅-碲 (Si-Te)、锗-硫 (Ge-S)、锗-硒 (Ge-Se)、锗-碲 (Ge-Te)、锡-硫 (Sn-S)、锡-硒 (Sn-Se)、锡-碲 (Sn-Te)、银-硫 (Ag-S)、银-硒 (Ag-Se)、银-碲 (Ag-Te)、铝-硫 (Al-S)、铝-硒 (Al-Se)、铝-碲 (Al-Te)、镓-硫 (Ga-S)、镓-硒 (Ga-Se)、镓-碲 (Ga-Te)、铟-硫 (In-S)、铟-硒 (In-Se)、铟-碲 (In-Te) 基化合物组成的组中选择的至少一种; 以及包含从由这些元素组成的所述组中选择的至少一种的化合物。

最好 (但非必要地), 超分辨再现层 350 由基于锗-锑-碲 (Ge-Sb-Te) 或银-铟-锑-碲 (Ag-In-Sb-Te) 的相变材料制成。

因此, 超分辨再现层 350 创建超分辨区, 在该超分辨区处, 在预定温度下由于相变而在光束点的一些区域中发生温度分布或光学特性的改变, 从而能够恢复以具有小于分辨能力的大小的记录标记 (m) 的形式记录的信息。

如上所述, 通过再现光束而发生温度分布或光学特性的改变的超分辨区被创建在再现光束点的一些区域处, 其可能存在于光束点的中心部分。

上述信息存储介质仅是对超分辨现象的举例说明。更恰当地讲, 根据本发明一方面的再现方法, 可采用经受超分辨现象的任何类型的信息存储介质。

现在, 将描述根据本发明实施例的信息存储介质的数据再现方法。

在根据本发明一方面的信息存储介质的数据再现方法中, 如图 4 中所示, 具有相对高的功率的第一光束 B1 和具有相对低的功率的第二光束 B2 照射到信息存储介质中。记录标记 (m) 沿着信息存储介质的轨道 (T) 被记录, 并且第一光束 B1 和第二光束 B2 照射到相同轨道的不同位置中。

可通过利用分束器划分从单个光源发射出的光束或者通过发射不同功率水平的光束的两个光源来生成第一光束 B1 和第二光束 B2。所述分束器可以是光栅元件或诸如全息图的衍射元件。

第一光束 B1 具有发生超分辨现象的再现功率 (被称为超分辨功率), 而第二光束 B2 具有不发生超分辨现象的再现功率 (被称为非超分辨功率)。第一光束 B1 和第二光束 B2 被同时照射。

如图 5A 中所示, 在第一光束 B1 所照射的区域中, 在光点的一些区中发生温度分布或光学特性的改变, 从而形成发生超分辨现象的超分辨区。在超分辨区的外围区中, 没有发生超分辨现象。如图 5B 所示, 在第二光束 B2 所照射的区域处没有发生超分辨现象。

当第一光束 B1 的波长为 λ , 其数值孔径为 NA1 时, 第一光束 B1 的分辨

能力为 $\lambda/(4 \times \text{NA}_1)$ 。当用单个光源获得第一光束 B1 和第二光束 B2，第二光束 B2 的波长与第一光束 B1 的波长相同，即 λ ，并且其数值孔径为 NA_2 时，第二光束 B2 的分辨能力为 $\lambda/(4 \times \text{NA}_2)$ 。光束的数值孔径被定义为通过将光束的半径除以物镜的焦距而获得的值。本发明的一方面基于这样的想法：通过从光点的整个区所反射的信号减去外围区所反射的信号，可仅提取从光点的超分辨区反射的信号。

图 6A 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法通过将超分辨功率光束照射到记录在图 2A 所示的记录图样中的标记中而获得的第一再现信号。图 6B 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法通过将非超分辨功率光束照射到记录在图 2A 所示的记录图样中的标记中而获得的第二再现信号。图 6C 示出第一再现信号和第二再现信号之间的差信号 (differential signal)。

换言之，记录在图 2A 的图样中的标记被再现为其的图 6A 的第一再现信号具有超分辨现象。记录在图 2A 的图样中的标记被再现为其的图 6B 的第二再现信号没有超分辨现象。

第一再现信号和第二再现信号的时间延迟被补偿并通过差信号进行运算，从而获得图 6C 中所示的第一再现信号和第二再现信号之间的差信号。结果，从光束点的外围区反射的信号分量从所述差信号被排除，仅来自超分辨区的信号分量保留在差信号中，从而克服了由外围区引起的 ISI 问题。参照图 6C，具有小于分辨能力的大小的 75nm 标记及其之间的空白在 A、B、C、D、E 和 F 部分处被精确地再现，并且无论标记和空白的数量如何，A、B、C、D、E 和 F 部分的信号电平都是均匀的。此外，即使在 300nm 标记和空白出现在 75nm 标记和空白附近时，与 75nm 标记相邻的 300nm 标记的信号电平也与其他 300nm 标记的信号电平相一致。此外，对于小于整个光束点大小的 300nm 标记，在高电平和低电平处出现平坦区，这暗示着与实际光点大小相比，用于再现的有效光束的大小减小。

同时，尽管描述和显示了在示例性实施例中使用第一再现信号和第二再现信号之间的差信号，但是可使用各种运算技术。

图 7A、图 7B 和图 7C 示出通过根据本发明一方面的再现方法再现记录在随机记录图样中的数据的结果。图 7A 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法利用第一功率光束再现随机记录的标记而获得的第一再现信号，图 7B 示出通过根据本发明一方面的数据再现方法利用第二功率光束再现随机

记录的标记而获得的第二再现信号，图 7C 示出图 7A 和图 7B 所示的第一再现信号和第二再现信号之间的差信号。由于图 7A 和图 7B 的第一再现信号和第二再现信号的电平不是恒定的，因此尽管以预定电平对第一再现信号和第二再现信号进行限幅，但不能正确地再现记录标记。另一方面，图 7C 的差信号具有恒定电平，因此如果以预定电平对差信号进行限幅，则可正确地再现记录标记。

图 8 示出从图 7C 所示的差信号获得的眼孔图样 (eye pattern)，该眼孔图样显示出再现信号的良好抖动特性。即，根据本发明一方面的数据再现方法可有效地应用于记录在超分辨信息存储介质中的随机记录图样中的数据。

在根据本发明一方面的数据再现方法中，超分辨功率光束和非超分辨功率光束以预定的时间延迟被照射，并且基于超分辨功率光束的第一再现信号与基于非超分辨功率的第二再现信号之间的时间延迟被补偿并利用最佳运算技术进行运算。以这样的方式，可解决从再现光束点中的超分辨区的外围区引起的 ISI，从而以简单的方式提高再现信号特性。

图 9A 示意性地示出可执行根据本发明一方面的数据再现方法的数据再现设备 900。

数据再现设备 900 包括：光学拾取器 910、记录/再现信号处理器 920 和控制器 930。更具体地讲，光学拾取器 910 包括：光源 911，用于发射光束；衍射元件 912，用于衍射从光源 911 发射出的光束；准直透镜 913，用于对穿过衍射元件 912 的光束进行准直；分束器 914，用于转换入射光束的传播路径；和物镜 915，用于将穿过分束器 914 的光束聚焦到信息存储介质 300 上。

从光源发射出的光束被衍射元件 912 分为第一光束和第二光束。可通过改变衍射元件 912 的衍射图样来调整第一光束的功率和第二光束的功率。衍射元件 912 可以是光栅元件或全息图。

从信息存储介质反射的第一光束和第二光束被分束器 914 反射并在光电检测器 916 中被接收。光电检测器 916 中接收的第一光束和第二光束通过记录/再现信号处理器 920 被转换为电信号并作为再现信号被输出。

记录/再现信号处理器 920 使放大器 921 放大由光电检测器 916 进行光电转换的第一光束信号，并使补偿器 922 补偿由光电检测器 916 进行光电转换的第二光束信号的时间延迟。第一光束的再现信号和第二光束的再现信号被

运算单元 923 转换, 然后作为射频 (RF) 信号通过信道 1 (Ch1) 输出, 作为推挽信号通过信道 2 (Ch2) 输出。

为了再现具有小于分辨能力的大小的记录标记, 控制器 930 控制光学拾取器 910 根据信息存储介质 300 的材料特性来发射超分辨率光束或非超分辨率光束。此外, 控制器 930 利用 RF 信号和推挽信号来执行聚焦伺服和循轨伺服。

现在, 将更详细地描述衍射元件 912。具有超分辨率的第一光束和具有非超分辨率的第二光束除了满足功率条件之外必须满足像差量条件。换言之, 第一和第二光束的像差量应基本相同。当第一和第二光束的像差量不同时, 由第一光束形成在信息存储介质上的光点的形状不同于由第二光束形成在信息存储介质上的光点的形状。由第一和第二光束形成的不同的光点形状使得难以 (但不是不可能) 实现本发明的各方面。

为了满足第一光束和第二光束的功率条件和像差量条件, 在本发明的实施例中, 衍射元件 912 中使用了闪耀型光栅元件。

图 9B 示出根据本发明实施例的闪耀型光栅元件。当从光源 911 发射出的光束 951 入射在图 9B 的闪耀型光栅元件 912 上时, 从闪耀型光栅元件 912 发射多个衍射光束, 即 0 级衍射光束 952、+1 级衍射光束 953、-1 级衍射光束 954、以及 ± 2 级至 $\pm N$ 级衍射光束 (未示出)。这里, N 表示理论上的无穷整数。

+1 级衍射光束 953 和 -1 级衍射光束 954 的像差量基本相同。本发明所属技术领域的普通技术人员可以容易地实现闪耀型光栅元件 912, 以使得 +1 级衍射光束 953 具有高功率, -1 级衍射光束 954 具有比 +1 级衍射光束 953 相对低的功率, 或者使得 +1 级衍射光束 953 具有低功率, -1 级衍射光束 954 具有比 +1 级衍射光束 953 相对高的功率。同时, 0 级衍射光束 952 的功率太弱, 因此可忽略。

尽管图 9A 所示的数据再现设备 900 包括衍射元件来生成第一光束和第二光束, 但是如图 10 所示, 数据再现设备 900 可包括独立的光源, 即, 用于发射超分辨率光束 (即, 第一光束) 的第一光源 941a 和用于发射非超分辨率光束 (即, 第二光束) 的第二光源 941b。在图 10 中, 第一光源 941a 和第二光源 941b 被封装为一个光学模块。可选地, 除了形成光学模块之外, 第一光源和第二光源还可被独立地提供并被布置在不同的位置。当以这样的方

式独立地提供第一光源和第二光源时，不必要另外提供用于生成第一光束和第二光束的衍射元件。

在图 10 中，相同的功能元件由与图 9 中的标号相同的标号表示，将不给出详细的解释。

同时，光电检测器 942 包括：第一光检测器 942a，用于接收从第一光源 941a 发射并从信息存储介质 300 反射的第一光束；和第二光检测器 942b，用于接收从第二光源 941a 发射并从信息存储介质 300 反射的第二光束。基于第一光束的第一再现信号与基于第二光束的第二再现信号之间的时间延迟利用补偿器 922 进行补偿并通过运算单元 923 进行转换，从而产生具有极好的信号特性并且没有 ISI 的 RF 信号。

如上所述，当独立地提供第一光源和第二光源时，第一光源或第二光源可被优选地用作作用于数据记录的光源。此外，第一光源和第二光源可被配置为使得光学拾取器可兼容地用于具有不同格式的信息存储介质。

到目前为止，已描述了将两个光束，即具有超分辨率的第一光束和具有非超分辨率的第二光束照射到超分辨信息存储介质上的本发明的实施例。然而，在本发明的另一实施例中，可通过衍射元件或多个光源来生成具有非超分辨率的多个光束，并且具有非超分辨率的所述多个光束与具有超分辨率的光束一起照射到超分辨信息存储介质上，以从其再现数据。换言之，在具有非超分辨率的所述多个光束和具有超分辨率的光束照射到超分辨信息存储介质上之后，可利用从具有非超分辨率的所有光束获得的再现信号来获得最终再现信号，如等式 1 中所示：

$$\text{最终 RF 信号} = \text{RF}_1 - (g_1 \text{RF}_2 + g_2 \text{RF}_3 + \dots + g_{N-1} \text{RF}_N) \quad \dots (1)$$

其中， RF_1 表示从具有超分辨率的光束获得的再现信号， RF_2 至 RF_N 表示从 $(N-1)$ 光束获得的再现信号， g_1 至 g_{N-1} 是预定系数。再现信号 RF_2 至 RF_N 与 RF_1 具有时间延迟。本发明所属技术领域的普通技术人员可获得等式 1 中所示的最终 RF 信号。

图 11 是示出由图 9A 或图 10 的数据再现设备执行的数据再现方法的流程图。参照图 11，首先，在操作 1100 中，光学拾取器 910 或 940 将具有超分辨率的第一光束照射到信息存储介质 300 上。

接下来，在操作 1110，光学拾取器 910 或 940 以预定的时间延迟将具有非超分辨率的第二光束照射到已被第一光束照射的信息存储介质 300 的区

上。具有预定时间延迟的第二光束的照射并不意味着光学拾取器 910 有意延迟第二光束的照射，而是意味着时间延迟是由第一光束首先沿轨道穿过并且第二光束在第一光束之后沿同一轨道穿过而自然产生的。

在操作 1120，记录/再现信号处理器 920 补偿照射到信息存储介质 300 上并被其反射的第一光束的第一再现信号与照射到信息存储介质 300 上的第二光束的第二再现信号之间的时间延迟，并且进行运算，如从第一再现信息减去第二再现信号，以输出最终再现信号。

当可以以高功率实现超分辨再现，并且从第一再现信号减去第二再现信号时，如果没有精确地考虑第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟，则从所述减法得到的信号的特性降低。更具体地讲，从能够以高功率进行超分辨再现的光点 1 获得第一再现信号，从能够以低功率进行一般再现的光点 2 获得第二再现信号。然后，通过给予第二再现信号适当的增益由图 9A 或图 10 的放大器 921 来执行减法。此时，延迟单元 922 控制由光点 1 和 2 之间的空间距离而引起的第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟。如果第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟不精确，则从所述减法得到的信号具有差的特性。当然，所述时间延迟可从光点 1 和 2 之间的空间距离获得，但是在盘再现期间，可能发生各种外部干扰。例如，如果主轴马达的旋转速度略微改变，或者发生径向或切向倾斜，则实际的盘上的光点之间的空间距离可能改变。如果光点之间的空间距离的改变没有被充分调整，则最终再现信号具有差的质量。

图 12 是示出通过对根据延迟时间进行了减法的信号的抖动进行仿真而得到的结果的曲线图。在图 12 的仿真中，光点的线速度为 5m/s。当抖动为 10%时，获得 $\pm 0.04T$ 的裕量 (margin)。由于 $\pm 0.04T$ 的裕量对应于 $\pm 0.03\text{nsec}$ ，所以 $\pm 0.04T$ 的延迟时间裕量非常窄，因此需要能够精确地控制延迟时间的单元。

可利用下面的方法精确地控制第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟：第一，利用抖动或 bER；第二，利用预制凹坑 (pre-pit) 或预定的识别信息；第三，利用摆动信号。在利用摆动信号的方法中，可使用摆动信号的不连续的点。

首先，将描述利用抖动或 bER 来精确地控制第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟的方法。在这种方法中，基于第一再现信号和第二再现信

号获得的最终再现信号的抖动或 bER 被监控，第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟被补偿以使得监控到的抖动或 bER 最小。

图 14 示出信号处理器 1420，该信号处理器 1420 是图 9A 或图 10 的数据再现设备 900 的记录/再现信号处理器 920 的修改，该信号处理器 1420 利用最终再现信号的抖动来执行补偿。参照图 14，从信息存储介质 300 反射的第一光束的光被第一光检测器 942a 检测到，从信息存储介质 300 反射的第二光束的光被第二光检测器 942b 检测到。

信号处理器 1420 的延迟单元 1421 接收由第一光检测器 942a 输出的光，将接收到的光延迟第一延迟时间以补偿来自第一光检测器 942a 的光点 1 和来自第二光检测器 942b 的光点 2 之间的时间延迟，并将延迟的光提供给运算单元 1423。信号处理器 1420 的放大器 1422 接收由第二光检测器 942b 输出的光，放大接收的光，并将放大的光提供给运算单元 1423。运算单元 1423 从第一再现信号减去第二再现信号。

如图 13 中所示，通过将由第一光束形成的第一光点 B1 与由第二光束形成的第二光点 B2 之间的距离 (d) 除以第一光点的线速度 (v) 来获得第一延迟时间 (t)。延迟单元 1421 可通过将第一再现信号延迟第一延迟时间来初步补偿第一光点和第二光点之间的时间延迟。

在图 14 的实施例中，延迟单元 1421 利用抖动值来二次补偿第一光点和第二光点之间的时间延迟。更具体地讲，抖动补偿单元 1424 监控从运算单元 1423 输出的最终再现信号的抖动或 bER，计算使抖动或 bER 最小的补偿值，通过将补偿值加到第一延迟时间或者从第一延迟时间减去补偿值来获得第二延迟时间，并将第二延迟时间提供给延迟单元 1421。然后，延迟单元 1421 将第一再现信号延迟第二延迟时间，从而精确地调整第一光点和第二光点之间的时间延迟。

图 15 是示出根据本发明实施例的利用抖动值补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟的方法的流程图。参照图 15，在操作 1500，从第一和第二光点的中心之间的距离以及光点的线速度来计算第一延迟时间。

接下来，在操作 1510，通过将光点 1 的检测信号延迟第一延迟时间并执行延迟的检测信号与光点 2 的检测信号的运算来获得再现信号。

在操作 1520，获得再现信号的抖动或 bER，并计算能够使再现信号的抖动或 bER 最小的第二延迟时间。

在操作 1530, 通过将光点 1 的检测信号延迟第二延迟时间并执行延迟的检测信号和光点 2 的检测信号的运算来获得再现信号。

现在, 将参照图 16 和图 17 描述利用预制凹坑或预定的识别信息来精确补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟的方法。所述预定的识别信息表示周期性地记录以容易地区分附加数据和用户数据的附加信息。

首先, 参照图 16 简要描述预制凹坑。图 16 示出具有其预定区中生成有预制凹坑的轨道的超分辨信息存储介质。

诸如 DVD-RAM 的光学记录介质包括存储有头信息的头区以及记录有用户数据的用户数据区。在 DVD-RAM 中, 每一扇区存储 128 字节头信息, 所述头信息在盘基底被制造时被记录为预制凹坑。拾取器可从记录在由预制凹坑组成的头区中的头信息中识别扇区数、扇区类型、岸台轨道/沟槽轨道等。此外, 拾取器可利用头信息执行伺服控制。换言之, 形成有不平坦的预制凹坑的头区被设置在每一扇区的预定区中。包括在记录/再现设备中的拾取器可利用记录在头区中的信息容易地访问盘上的期望位置。

参照图 16, 与记录用户数据的用户数据区相对应的岸台轨道和沟槽轨道形成在本发明的一方面所应用于的超分辨信息存储介质上。其中头信息被记录为预制凹坑的头区 1600 也形成在该超分辨信息存储介质上。

如上所述, 为了存储头信息, 由预制凹坑形成的头区可形成在甚至超分辨信息存储介质的预定区上, 如图 16 所示。

图 17 是示出根据本发明另一实施例的利用预制凹坑和识别信息来补偿第一再现信号和第二再现信号之间的时间延迟的方法的流程图。

首先, 在操作 1700, 从第一和第二光点的中心之间的距离以及光点的线速度来计算第一延迟时间。

接下来, 在操作 1710, 通过将光点 1 的检测信号延迟第一延迟时间并执行延迟的检测信号和光点 2 的检测信号的运算来获得再现信号。

然后, 在操作 1720, 利用使用第一光束再现预制凹坑或识别信息所需的时间与使用第二光束再现预制凹坑或识别信息所需的时间之差来补偿第一光束和第二光束之间的时间延迟。

之后, 在操作 1730, 通过将光点 1 的检测信号延迟与补偿了的时间延迟相对应的时间并执行延迟的检测信号和光点 2 的检测信号的运算来获得再现信号。

尽管根据本发明一方面的再现方法所应用于的超分辨信息存储介质被描述为具有形成在基底上的 5 或 7 个层的多层结构，并且超分辨层由特定材料制成，但是所描述的实施例在所有方面均应被认为是示例性的。更恰当地讲，本发明的各方面可应用于经受超分辨现象的各种类型的信息存储介质。

尽管已参照本发明的示例性实施例具体地显示和描述了本发明，但是本领域普通技术人员应该理解，在不脱离由权利要求限定的本发明的范围和精神的情况下，可进行各种形式和细节上的改变。

产业上的可利用性

本发明可应用于再现记录在超分辨信息存储介质上的数据的方法和设备以及该超分辨信息存储介质。

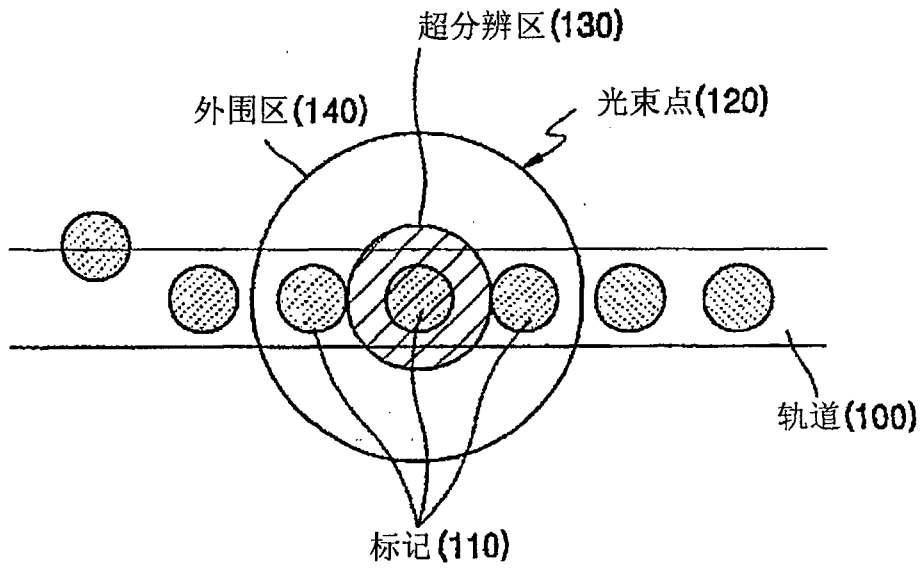


图 1

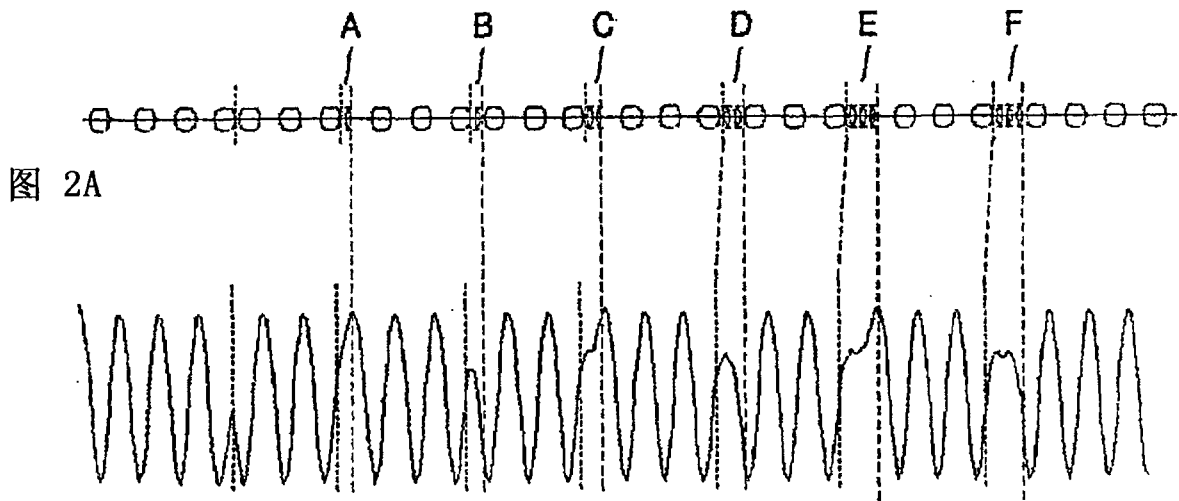


图 2B

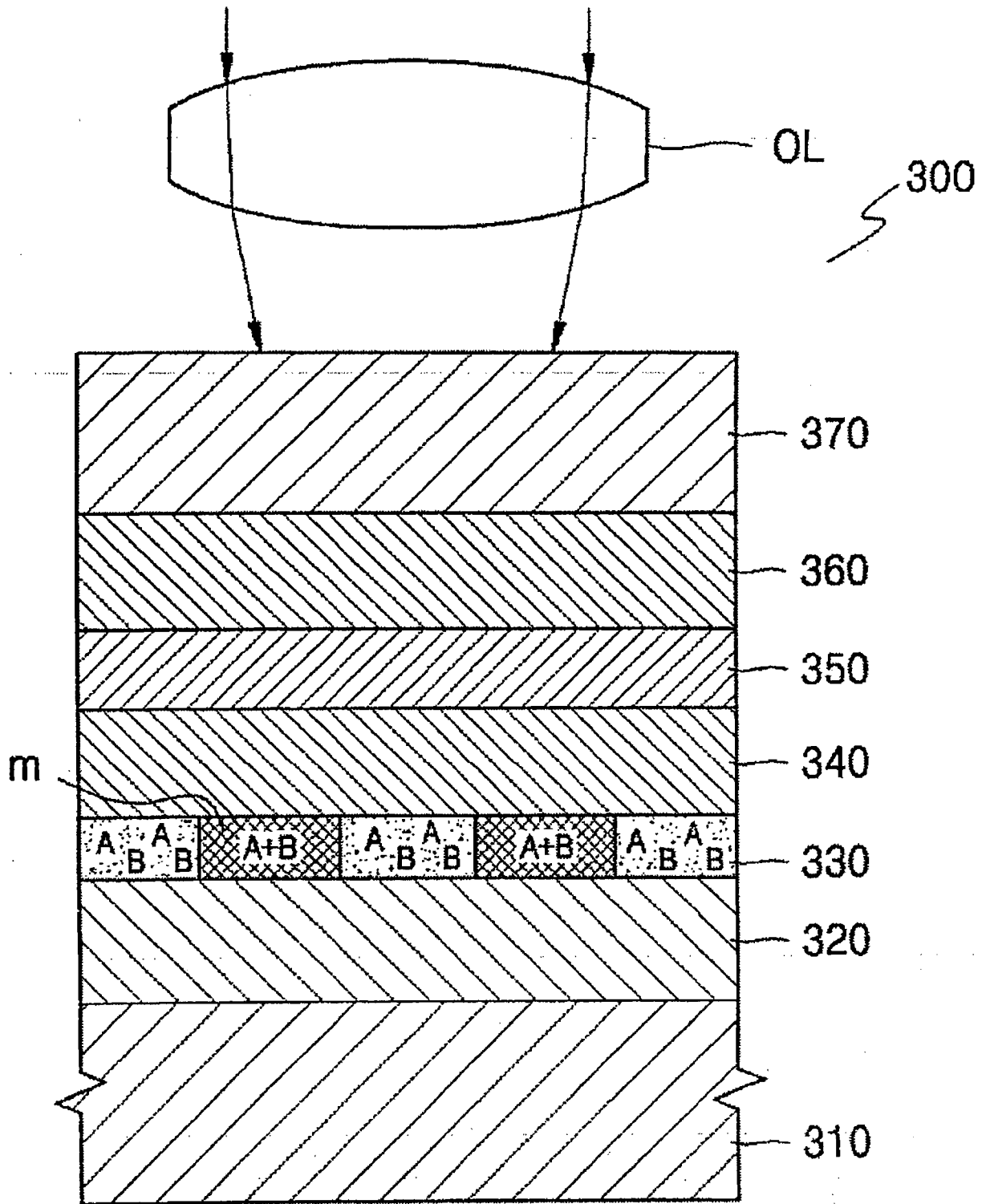


图 3

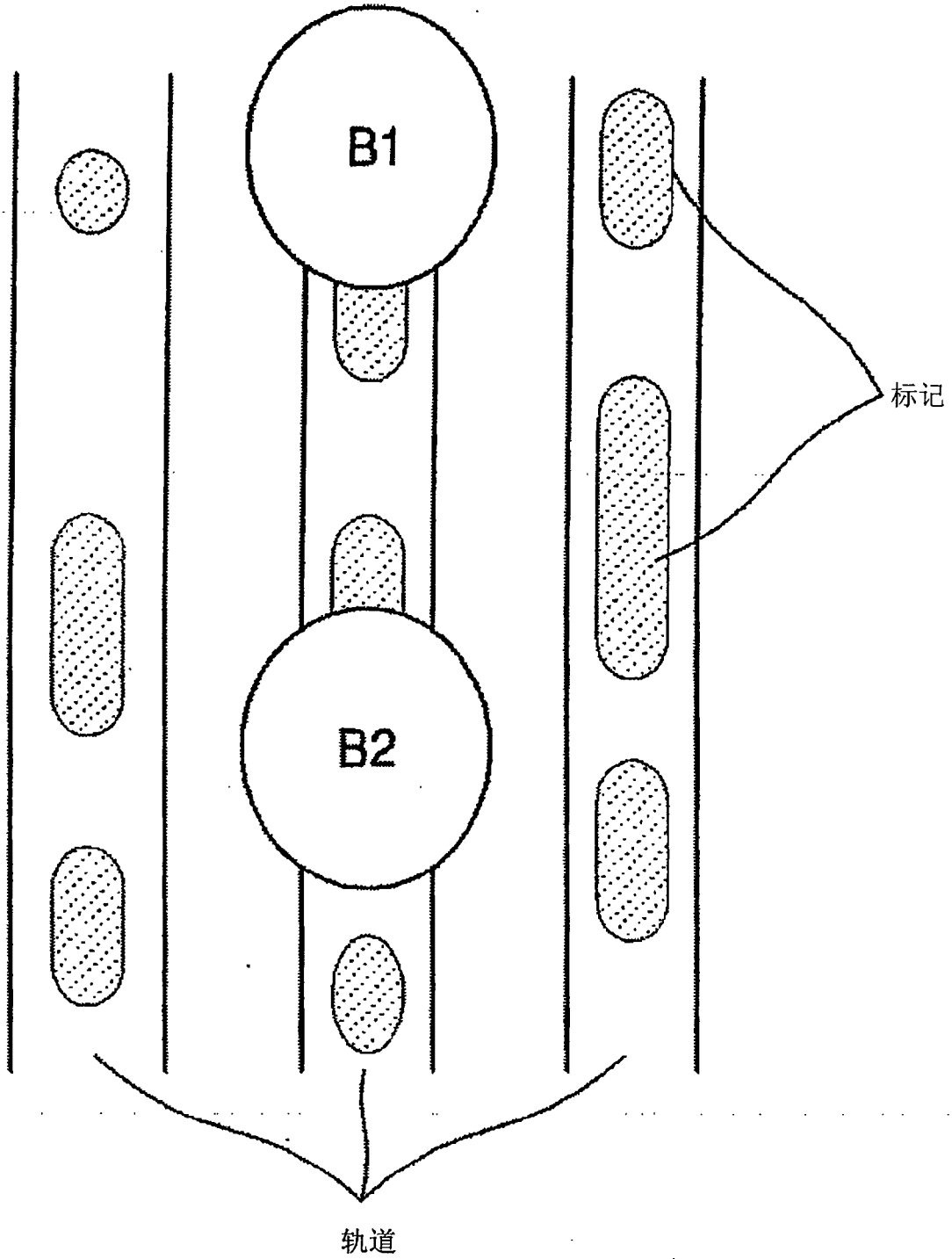


图 4

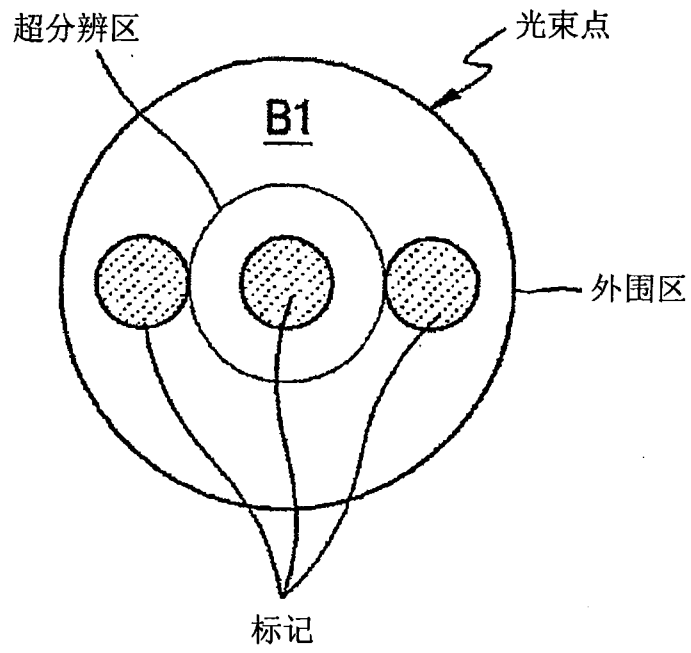


图 5A

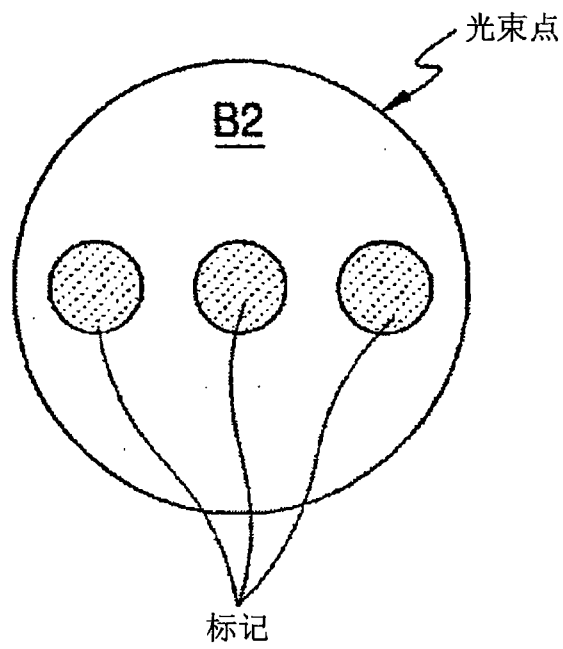


图 5B

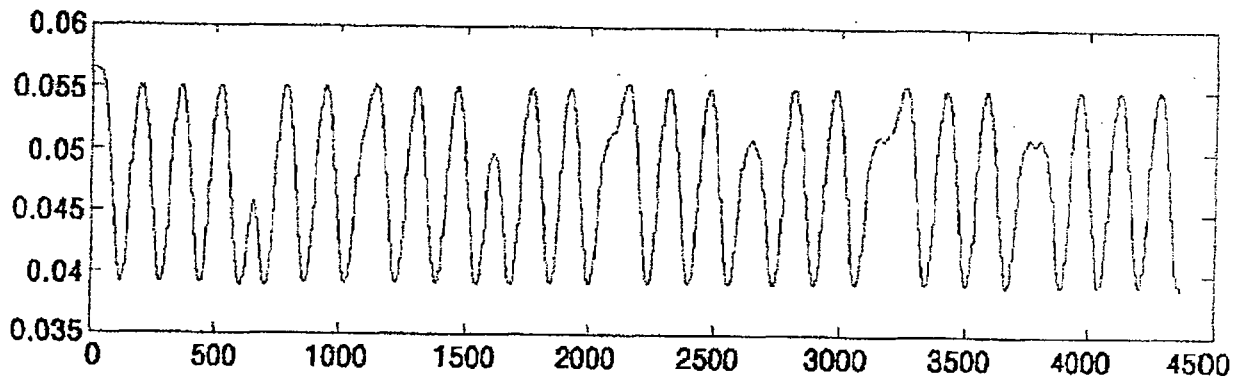


图 6A

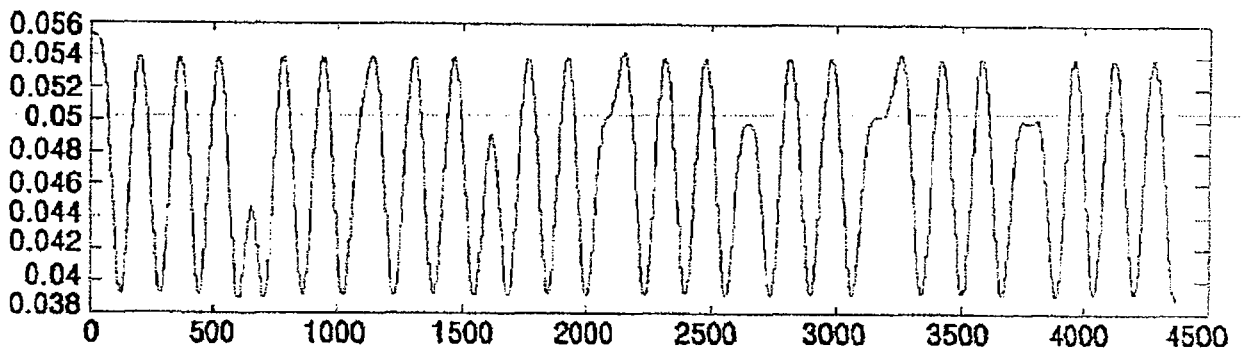


图 6B

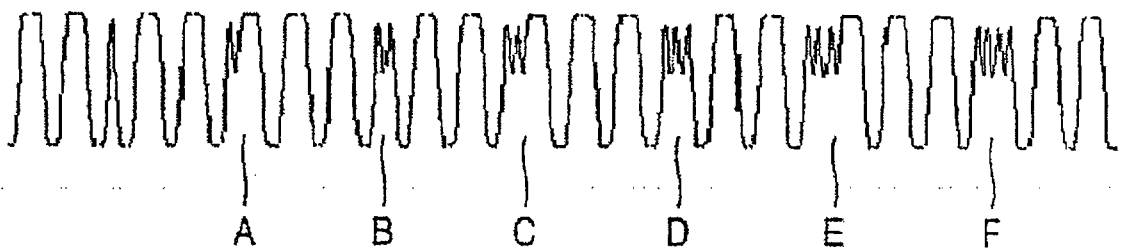


图 6C

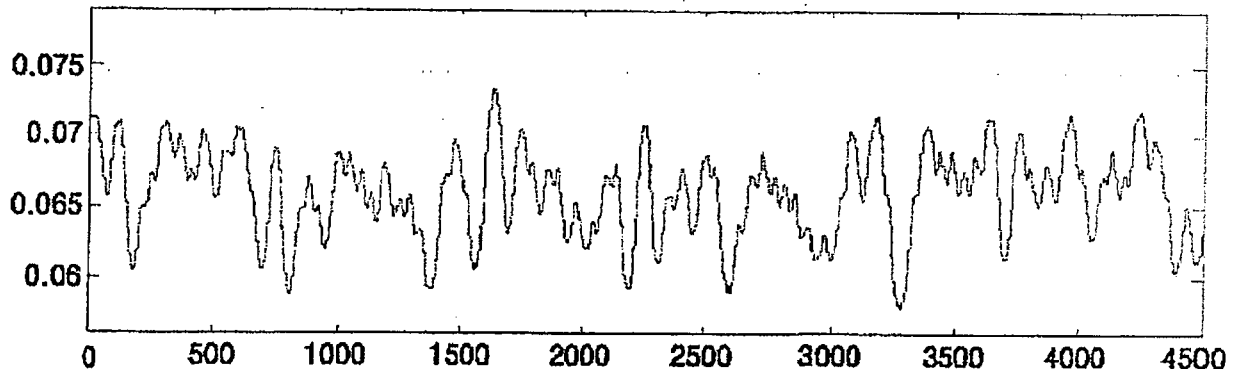


图 7A

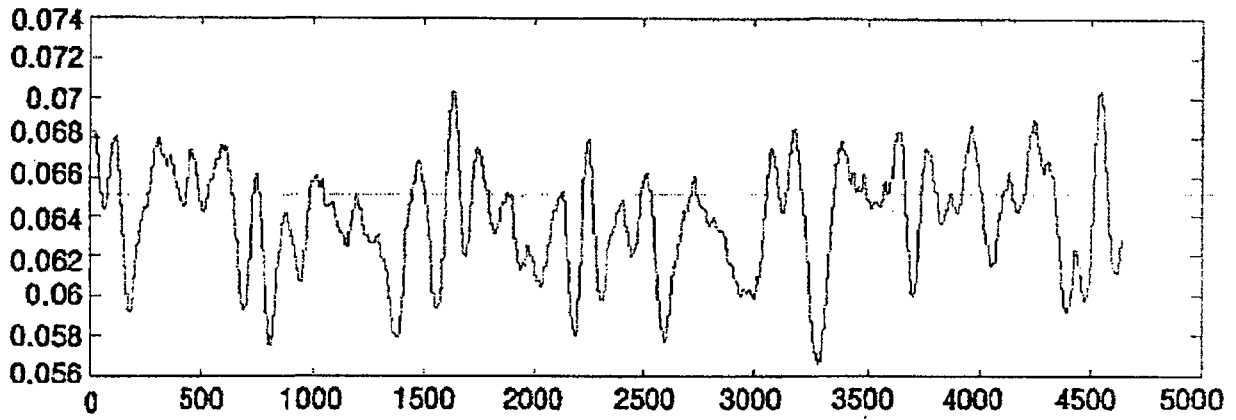


图 7B

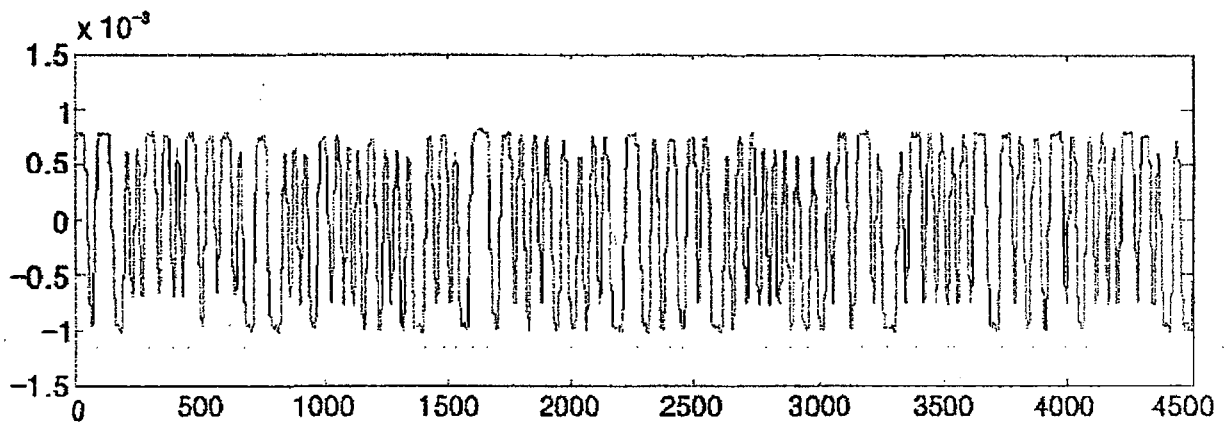


图 7C

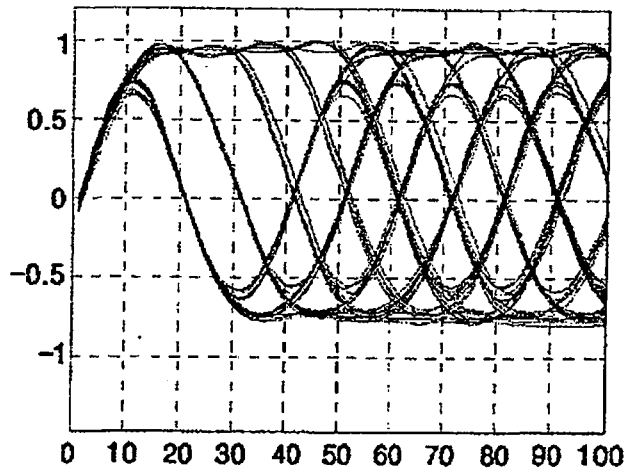


图 8

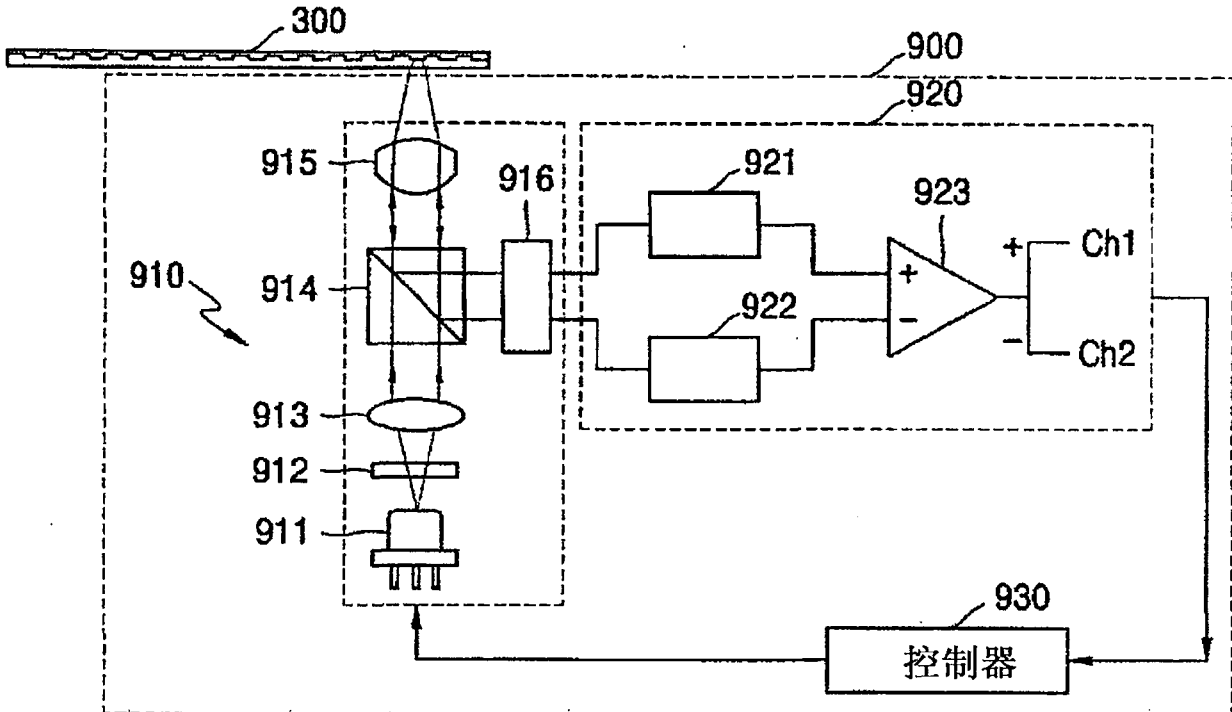


图 9A

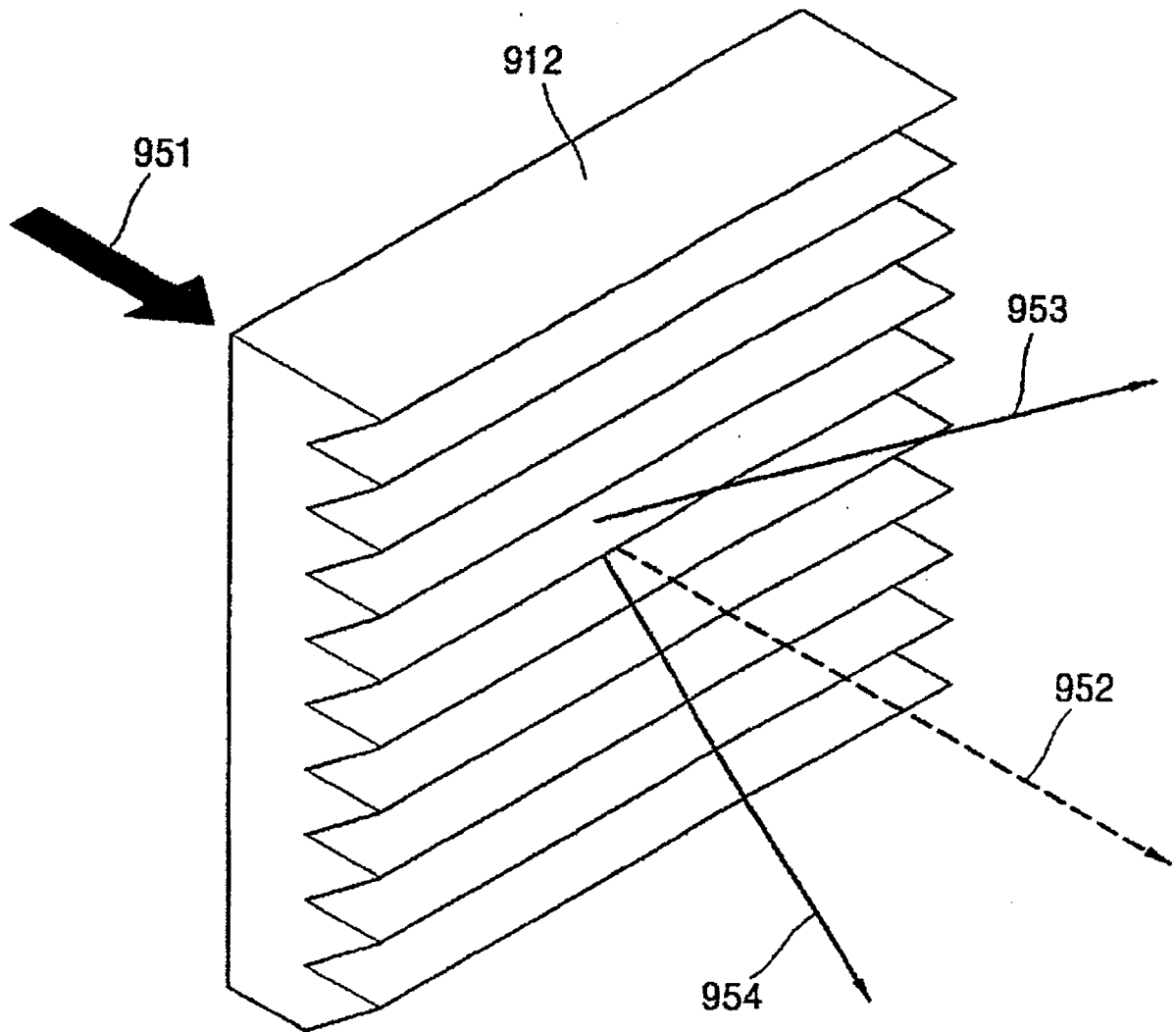


图 9B

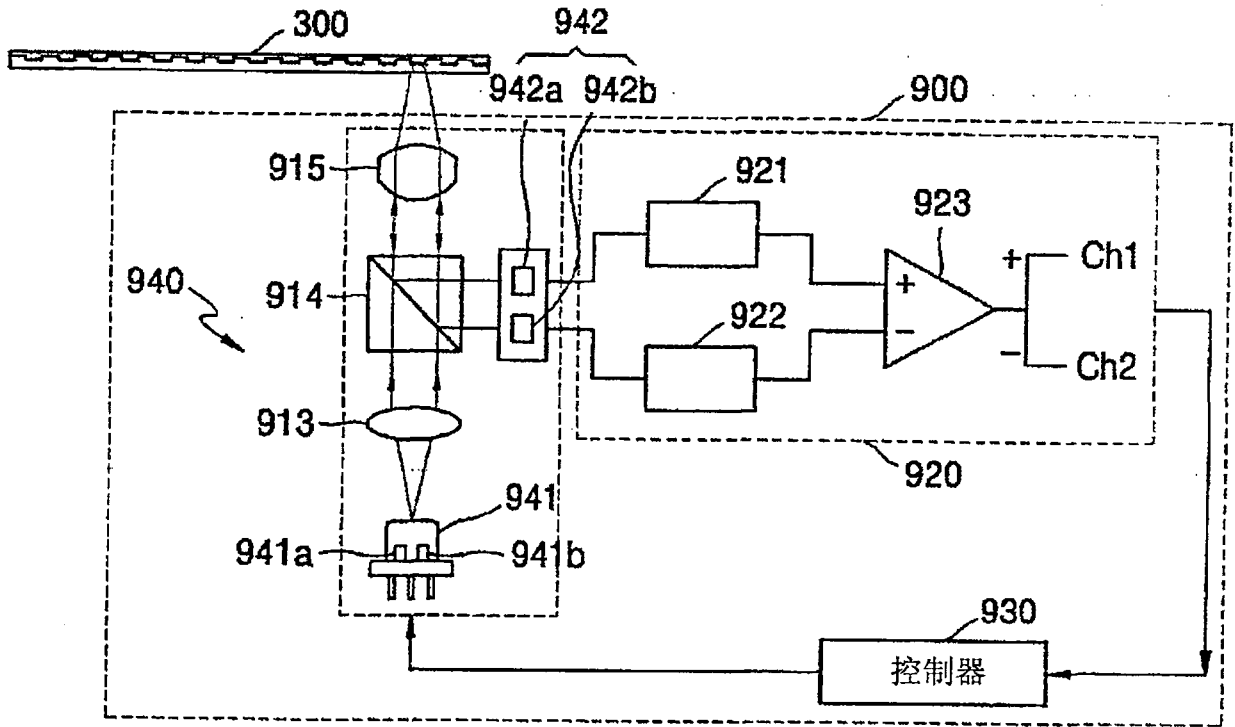


图 10

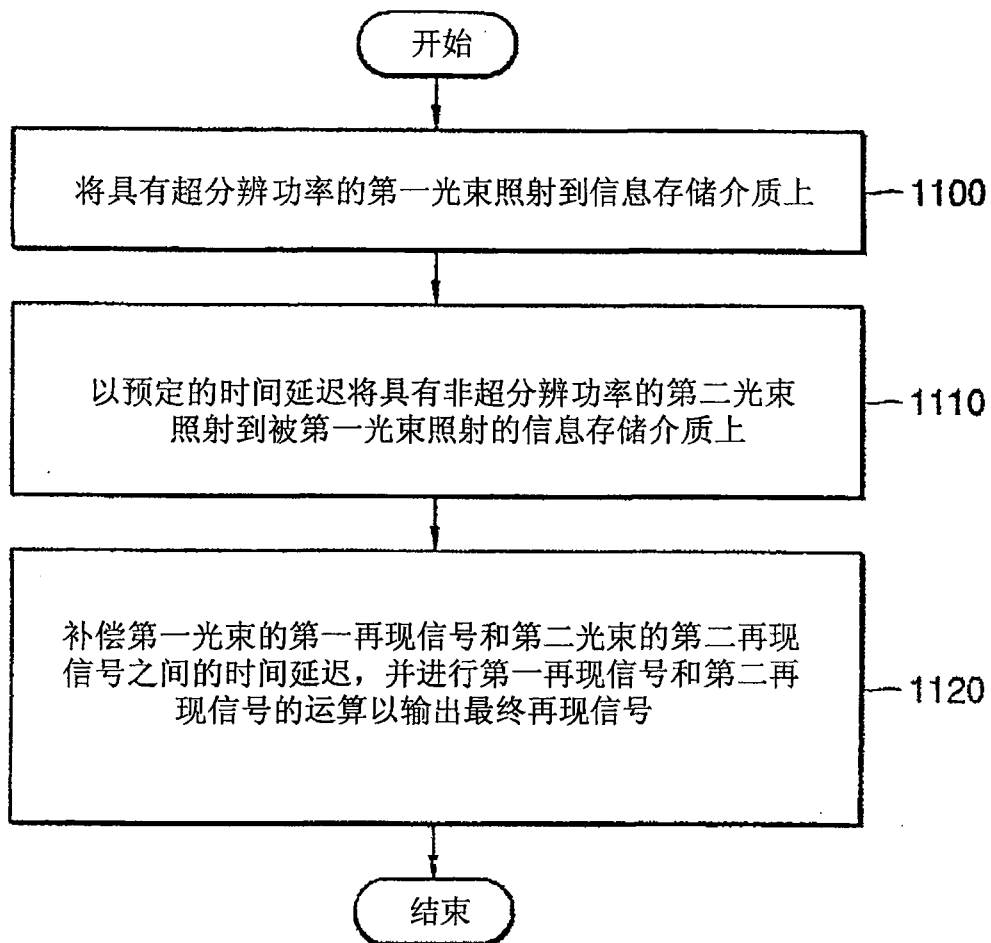


图 11

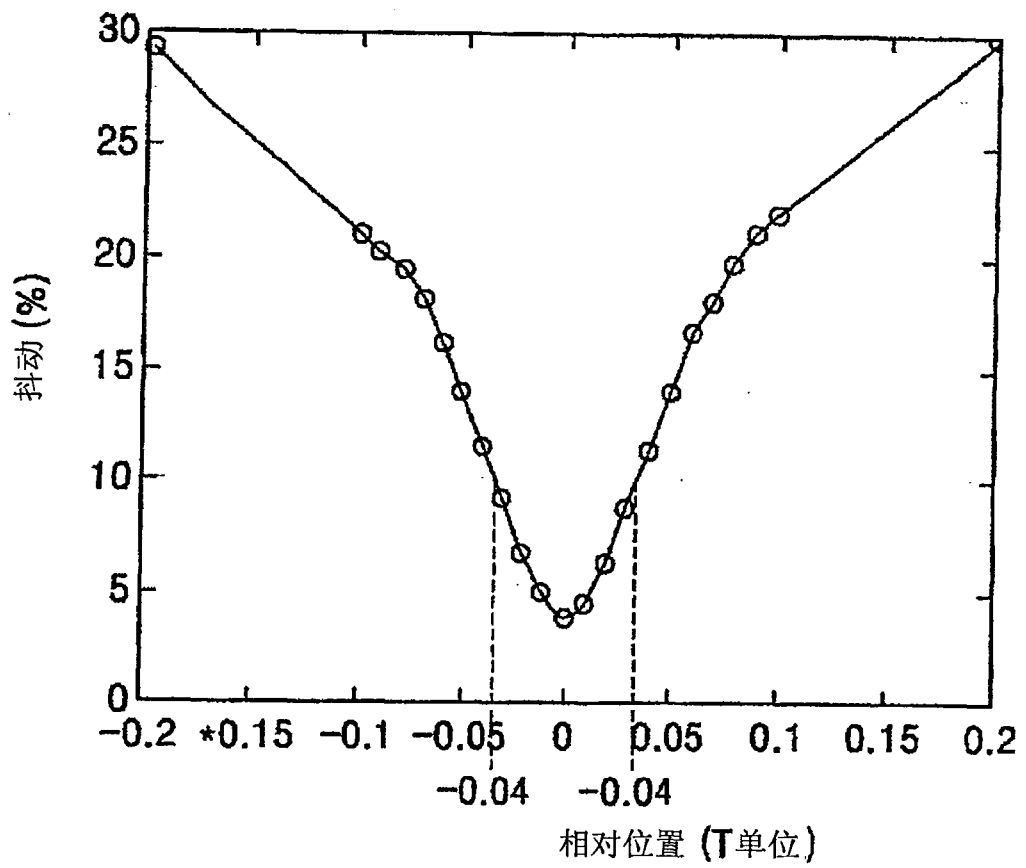


图 12

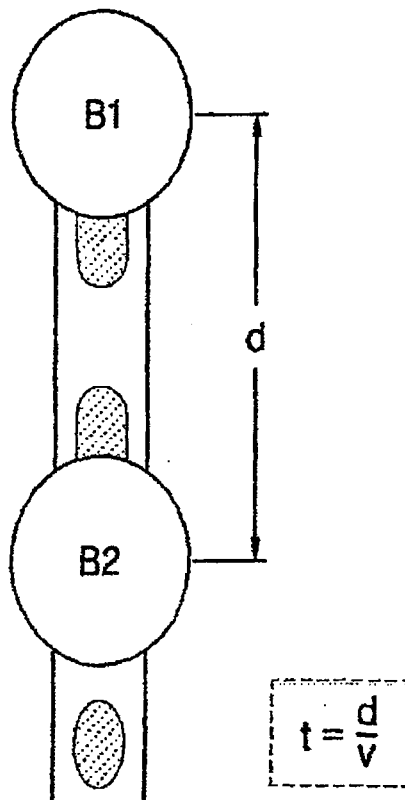


图 13

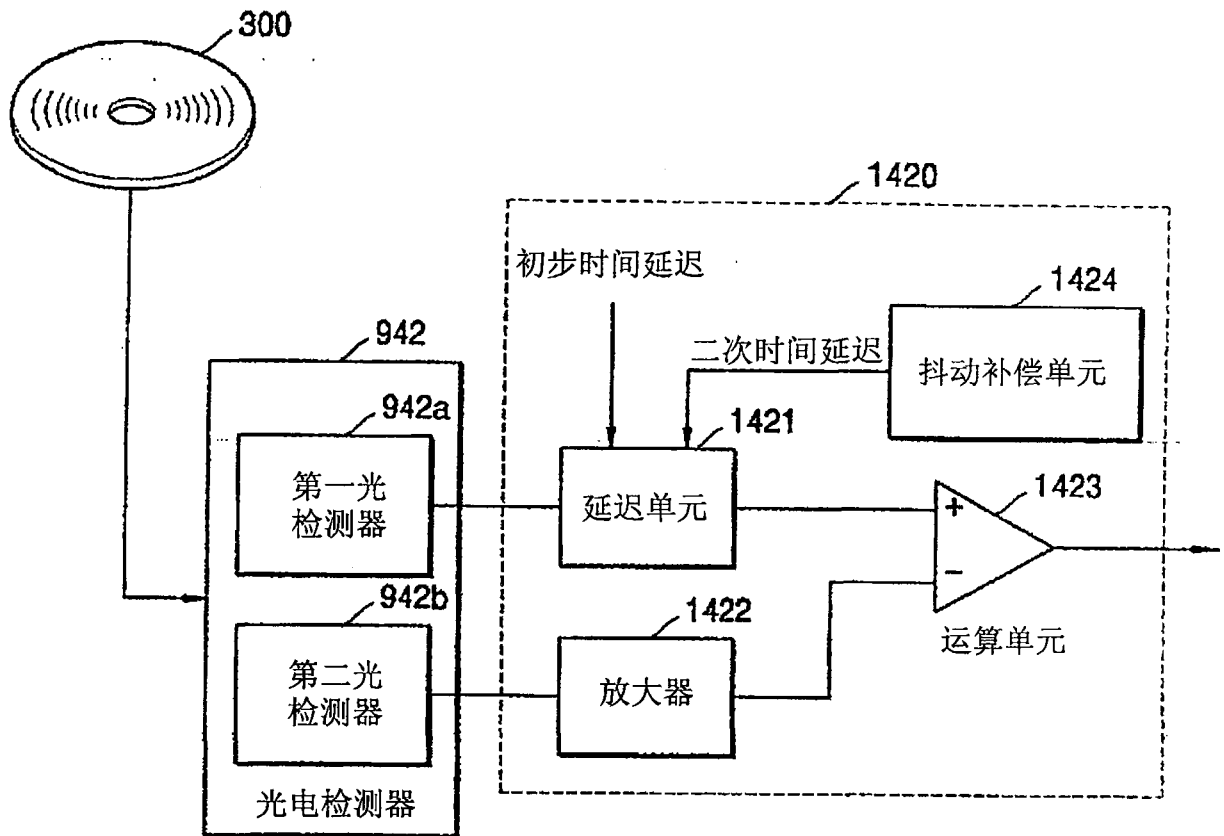


图 14

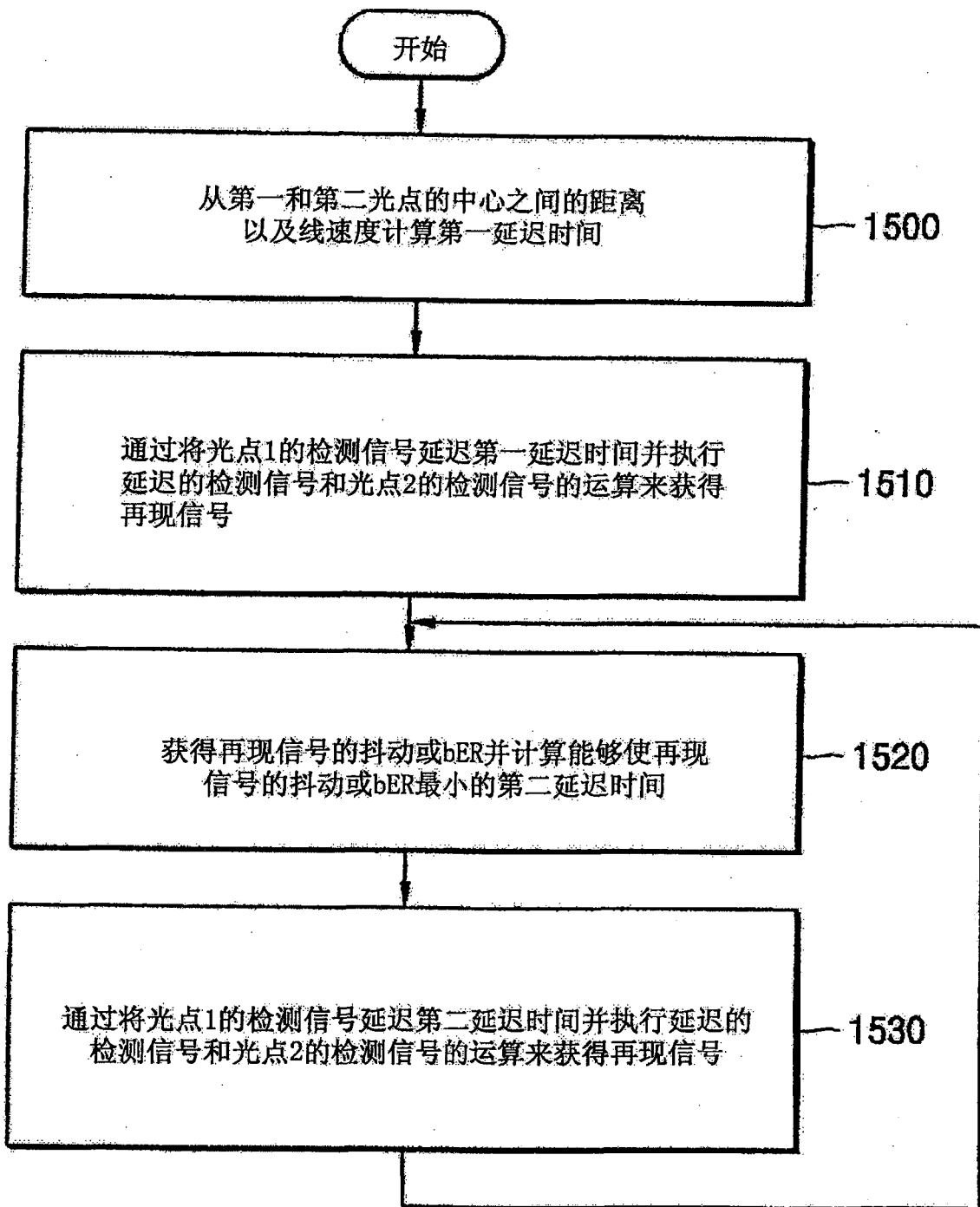


图 15

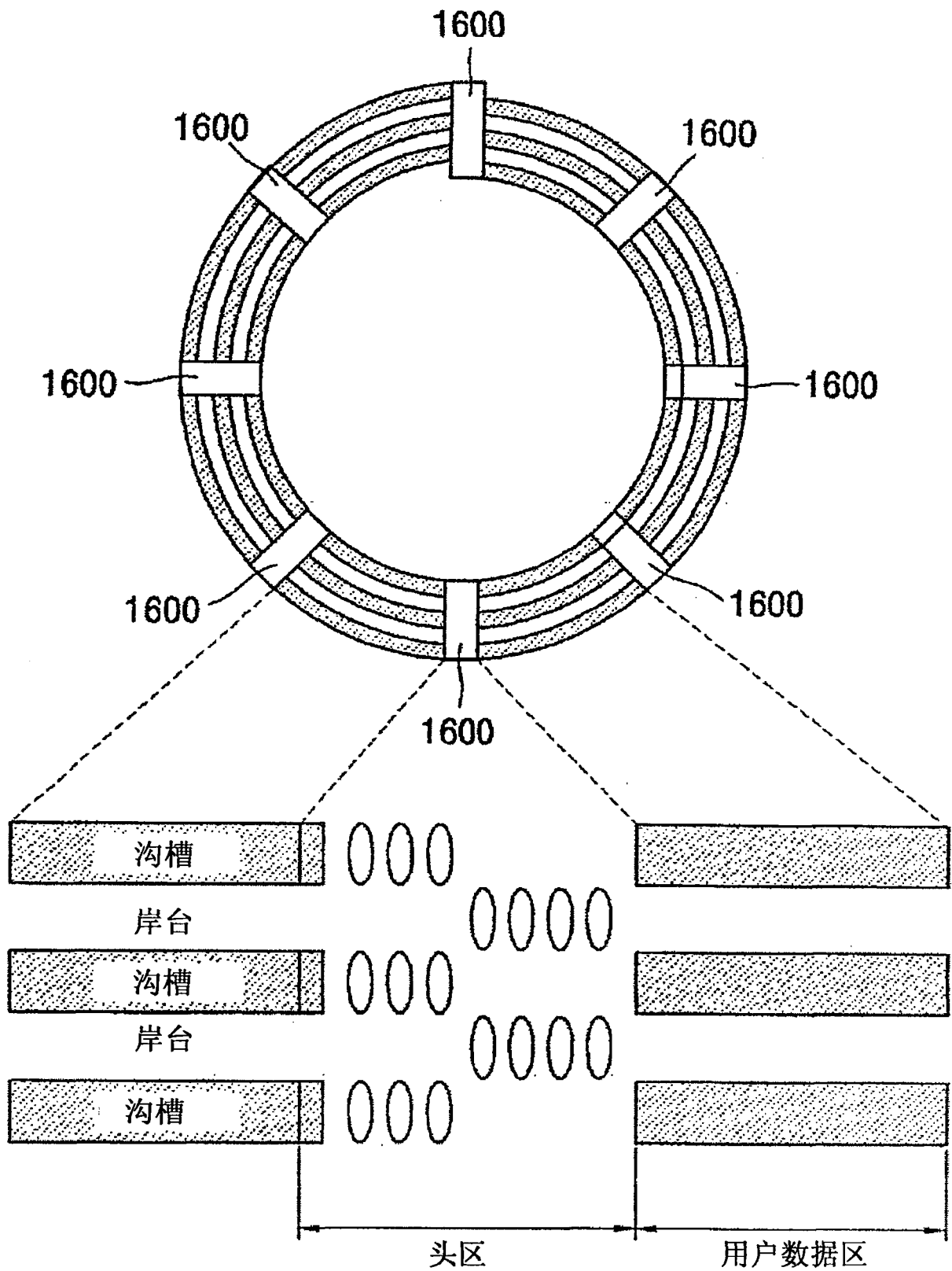


图 16

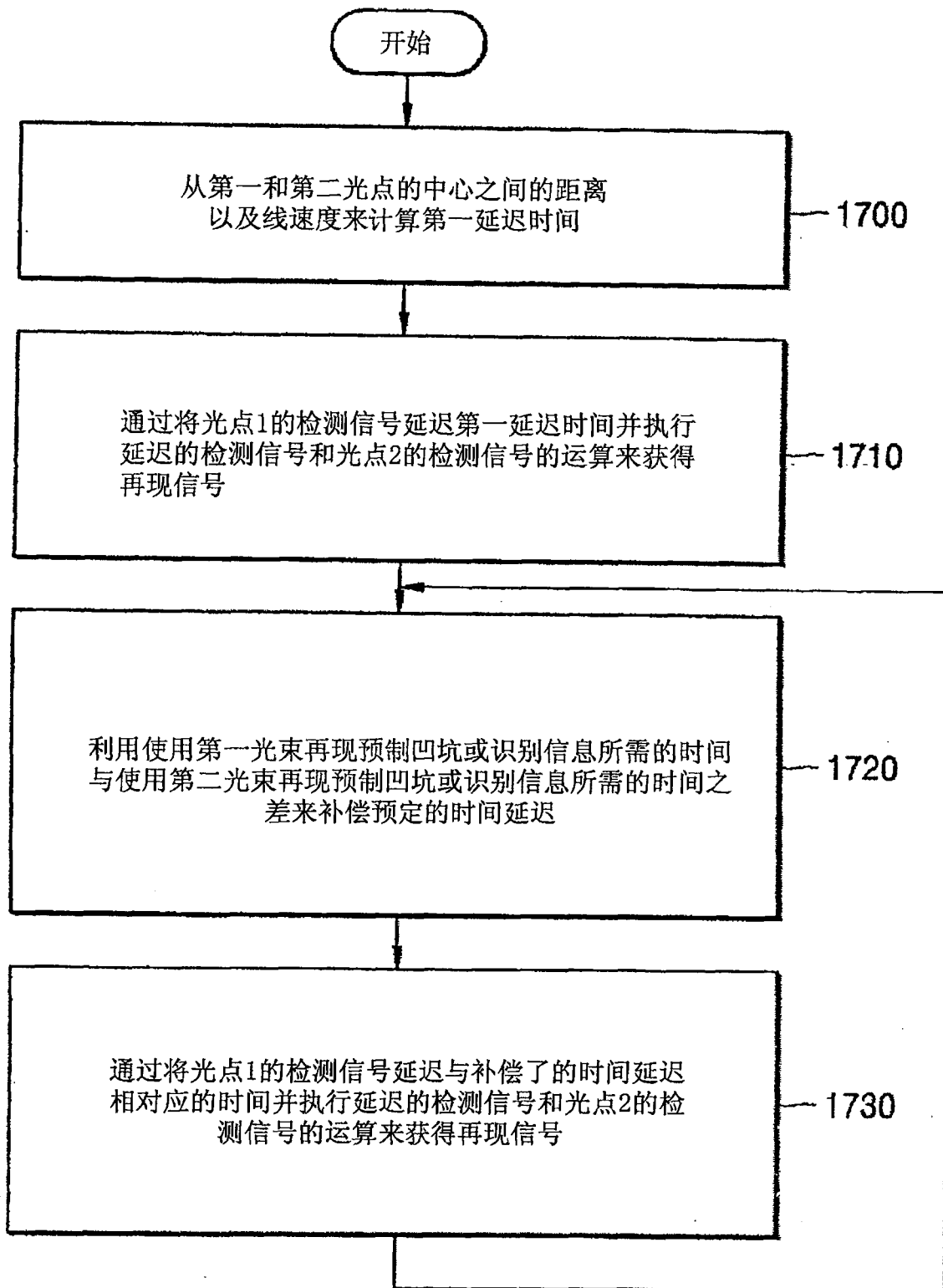


图 17