

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G11B 7/0045 (2006.01)

G11B 7/005 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410047797.7

[45] 授权公告日 2007 年 5 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1314014C

[22] 申请日 2004.4.14

[21] 申请号 200410047797.7

[30] 优先权

[32] 2003.4.14 [33] JP [31] 108821/03

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 宫下晴旬 中岛健 木村直浩

[56] 参考文献

JP2000-021097 A 2000.1.21

JP2003-006865 A 2003.1.10

审查员 徐佳颖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张雪梅 王 勇

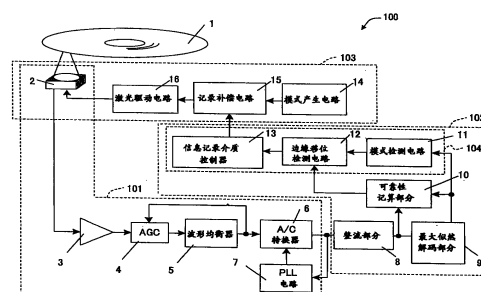
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 18 页

[54] 发明名称

记录控制装置、记录和再现装置和记录控制方法

[57] 摘要

一种记录控制装置包括波形整流部分，用于接收由表示从信息记录介质再现信息的模拟信号产生的数字信号，并整流该数字信号的波形；最大似然解码部分，用于执行具有整流波形的数字信号的最大似然解码，以及产生表示最大似然解码结果的二进制信号；可靠性计算部分，用于基于具有整流波形的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性；以及调整部分，用于基于计算出的可靠性调整用于在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状。



1. 一种记录控制装置, 包括:

波形整流部分, 用于接收由表示从信息记录介质再现的信息的模拟信号产生的数字信号, 以及整流该数字信号的波形;

最大似然解码部分, 用于对其波形已整流的数字信号执行最大似然解码, 并产生表示最大似然解码结果的二进制信号;

可靠性计算部分, 用于基于其波形已整流的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性; 和

调整部分, 包括模式检测电路, 边缘移位检测电路, 以及信息记录介质控制器, 该调整部分用于基于计算出的可靠性调整在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状。

2. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中调整部分调整记录信号的指定部分的形状。

3. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中调整部分调整记录信号的边缘的位置。

4. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中最大似然解码部分使用通过具有最小极性倒置间隔为2的记录符号和均衡系统PR(C0, C1, C0)确定的状态转换规则来执行最大似然解码。

5. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中最大似然解码部分使用通过具有最小极性倒置间隔为2的记录符号和均衡系统PR(C0, C1, C1, C0)确定的状态转换规则来执行最大似然解码。

6. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中最大似然解码部分使用通过具有最小极性倒置间隔为2的记录符号和均衡系统PR(C0, C1, C2, C1, C0)确定的状态转换规则来执行最大似然解码。

7. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中可靠性计算部分基于对应于在信息记录介质上形成的记录标记的末端的数字信号和二进制信号计算可靠性。

8. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中调整部分调整记录信号的形状从而提高可靠性。

9. 根据权利要求1的记录控制装置, 其中调整部分计算已计算出的可靠性

的累积值和已计算出的可靠性的平均值中的一个，基于所述累积值和所述平均值中的一个调整记录信号的形状。

10. 根据权利要求9的记录控制装置，其中调整部分对记录标记长度和紧接在记录标记前的间隔长度的每一个组合和记录标记长度和紧接在记录标记后的间隔长度的每一个组合计算已计算出的可靠性的累积值和已计算出的可靠性的平均值中的一个。

11. 一种记录和再现装置，包括

再现部分，用于由表示从信息记录介质再现的信息的模拟信号中产生数字信号；

波形整流部分，用于接收该数字信号，并整流该数字信号的波形；

最大似然解码部分，用于对其波形已整流的数字信号执行最大似然解码，并产生表示最大似然解码结果的二进制信号；

可靠性计算部分，用于基于其波形已整流的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性；

调整部分，包括模式检测电路，边缘移位检测电路，以及信息记录介质控制器，该调整部分用于基于计算出的可靠性调整在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状；以及

记录部分，用于基于记录信号的形状的调整结果在信息记录介质上记录信息。

12. 一种记录控制方法，包括以下步骤：

接收从表示由信息记录介质再现的信息的模拟信号中产生的数字信号；并整流该数字信号的波形；

对其波形已整流的数字信号执行最大似然解码，并产生表示最大似然解码结果的二进制信号；

基于其波形已整流的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性；以及

基于计算出的可靠性调整用于在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状。

13. 根据权利要求12的记录控制方法，其中调整步骤包括调整记录信号的指定部分形状的步骤。

14. 根据权利要求 12 的记录控制方法, 其中调整步骤包括调整记录信号的边缘位置的步骤。

记录控制装置、记录和再现装置和记录控制方法

该非临时申请基于 2003 年 4 月 14 日提交的符合 35U.S.C§119 (a) 的在先日本专利申请 NO.2003-108821 并要求其优先权, 其全部内容包含在此作为参考。

1. 技术领域

本发明涉及一种记录控制装置, 一种记录和再现装置, 以及一种使用最大似然解码法的记录控制方法。

2. 背景技术

用于在一个便携式记录介质上记录初始数字信息或从一个便携式记录介质上再现某种信息的记录和再现装置中, 在各个装置和记录介质中即使使用相同形状的记录脉冲, 但在介质上形成的标记的形状可能存在一个偏差。这导致所再现的信号质量中的明显差别。为了避免由于变化使可靠性减小, 例如, 在记录介质被安装时, 执行一个整流操作。整流操作是一种用于优化再现系统的特征设置、记录脉冲的形状等的控制操作, 以保证用户数据的可靠性。

一般的信息再现装置包括一个 PLL 电路, 用于提取包括在一个再现信号中的时钟信息以及基于被提取的时钟信息识别原始数字信息。

图 14 示出了一种传统的光盘驱动器。通过一个光头 18 将由光盘 17 反射的光转换成再现信号。再现信号通过一个波形均衡器 19 整流形状。通过一个比较器 20 将合成的再现信号二进位化。通常, 比较器 20 的阈值被反馈控制从而使输出的二进制信号输出的累积结果是 0。相位比较器 21 获得二进制信号输出和再现时钟之间的相位误差。通过一个 LPF22 均衡相位误差, 基于该处理结果确定 VCO23 的控制电压。相位比较器 21 被反馈控制从而使通过相位比较器 21 输出的相位误差总是 0。在其上以热的方式记录信息的记录介质中, 在标记被记录之前和之后, 在其上形成的标记的形状根据介质和记录模式的热干扰而变化。因此, 必须设置对于于每种模式的记录是最佳的记录参数。

上述误差测试输出是一个用于评估记录参数的指标。记录参数被设置从而使误差测试输出尽可能的小。特别第, 记录补偿电路 27 生成具有基于记录图形的指

定模式的脉冲, 该记录图形是使用一个最初设置的记录参数从模式生成电路 26 输出的。激光驱动电路 28 在光盘上记录信息。当信息从其上具有指定模式记录的一个轨迹中再现时, 误差检测电路 24 累积来自比较器 20 的输出和来自 VCO23 的输出之间的相位误差的绝对值, 从而获得一个检测信号。该检测信号与再现时钟和二进制化脉冲边缘之间的抖动相关。记录和再现以不同的记录参数被重复执行。在检测值是最小时使用的记录参数被确定为一个优化的记录参数。

图 15 示出了误差检测电路 24 的具体操作。这里, 使用具有 6T, 4T, 6T 和 8T 的重复的记录模式。对应于 4T 标记和 6T 间隔的组合的一个模式的标记结束边缘被优化。假定使用优化的记录参数来记录对应于 8T 标记和 6T 间隔的组合的一个模式的标记开始边缘, 以及对应于 8T 标记和 6T 间隔的组合的一个模式的标记结束边缘。

当给定一个具有图 15 的 (a) 部分所示的周期的 NRZI 信号时, 记录补偿电路 27 生成一个图 15 的 (b) 部分所示的激光波形脉冲。Tsfp 是一个用于设定一个标记开始位置的参数, 以及 Telp 是一个用于设定一个标记结束位置的参数。激光驱动电路 28 根据图 15 的 (b) 部分所示模式来调整光发射功率。通过激光在如图 15 (c) 部分所示的轨迹上物理地形成一个非晶区域。当 Telp 变化为 Telp1, Telp2 以及 Telp3 时, 标记形成的形状如图 15 的 (c) 部分所示的那样被改变。下面将讨论来自具有这样标记的轨迹的信息再现。

当在 4T 标记末端的记录参数是 Telp2 时, Telp2 是优化值, 获得图 15 的 (d) 部分用实线所示的一个再现信号。定义一个阈值, 从而使来自比较器 20 输出的累积值是 0。来自比较器 20 的输出和再现时钟之间的相位差被测试, 以及产生再现时钟 (图 15 的 (e) 部分) 从而使相位误差的累积值是 0。

在一个 4T 标记的末端的记录参数是 Telp1 时, 其小于优化值, 获得图 15 的 (f) 部分用实线所示的一个再现信号。由于 4T 标记的结束边缘在一个时间轴方向上改变, 比较器 20 的阈值 Tv 比在图 15 的 (d) 部分所示的再现信号中的小, 如图 15 的 (f) 部分中用点链线表明的那样。由于来自比较器 20 输出的改变, 再现时钟的相位与图 15 (e) 部分所示的再现时钟相比是在先的, 从而使相位误差的累积值是 0。结果, 产生图 15 (g) 部分所示的再现时钟。

在一个 4T 标记的末端的记录参数是 Telp3 时, 其大于优化值, 获得图 15 的 (h) 部分用实线所示的一个再现信号。由于 4T 标记的结束边缘在一个时间轴方

向上改变, 比较器 20 的临界值 T_v 比在图 15 的 (d) 部分所示的再现信号中的小, 如图 15 的 (h) 部分中用点链线表明的那样。由于来自比较器 20 输出的改变, 再现时钟的相位与图 15 (e) 部分所示的再现时钟相比是在后的, 从而使相位误差的累积值是 0。结果, 产生图 15 (i) 部分所示的再现时钟。

标记结束边缘(一个再现信号的上升边缘)和再现时钟(所谓的数据时钟抖动)之间的时间差别的测量结果表明图 15 的 (j) 部分到 (i) 部分所示的分布。在这里假定 4T 标记结束边缘和 8T 标记结束边缘具有一个偏差从而使两个边缘都呈现相同偏差值的正态分布。

在图 15 的 (d) 部分所示的再现信号, 以及图 15 的 (e) 部分所示的再现时钟的情况下, 来自比较器 20 的输出和在标记结束边缘(上升边缘)的再现时钟之间的时间差分布是如图 15 的 (K) 部分所示的那样。在 4T 标记结束边缘的分布值的平均值以及在 8T 标记结束边缘的分布值的平均值都是 0。

在一个 4T 标记的末端的记录参数是 Telp 1 (小于优化值 Telp 2) 时, 无论在 4T 标记结束边缘的分布值的平均值, 还是在 8T 标记结束边缘的分布值的平均值, 都不是 0, 但是两者与 0 都相隔相同的距离, 如图 15 的 (j) 部分所示的那样。因此, 在上升边缘的总偏差大于图 15 的 (k) 部分的情况。

在一个 4T 标记的末端的记录参数是 Telp 3 (大于优化值 Telp2) 时, 无论在 4T 标记结束边缘的分布值的平均值, 还是在 8T 标记结束边缘的分布值的平均值, 都不是 0, 但是两者与 0 都相隔相同的距离, 如图 15 的 (l) 部分所示的那样。图 15 的 (j) 部分和 (l) 部分中, 在 4T 标记结束边缘的分布和在 8T 标记结束边缘的分布都被倒置。在这种情况下, 在上升边缘的总偏差也大于图 15 的 (k) 部分的情况。

在相位误差的绝对值的累积结果是误差测试输出时, 如图 15 的 (m) 部分所示的误差测试值变化与记录参数 Telp 的变化一致。相应的, 记录参数被改变, 以及当来自误差检测电路 24 的输出是最小时, 记录参数被确定为一个优化记录参数。

在上述例子中, 在 4T 标记的末端边缘的记录参数 Telp 被优化。对于其它的记录参数, 执行使用各自的特定参数的检测记录, 以及基于误差检测输出获得优化的记录参数。

图 16 是一个依据上述过程说明了用于获得所有记录参数的操作的流程图。访

问其上将执行检测记录的介质的区域(S161),在标记开始的边缘或标记结束边缘的记录参数逐指定区域(例如,逐扇区)地被改变时,执行测试记录(S163)。信息从检测记录区域被再现,通过逐区域改变记录参数逐区域获得误差测试输出(S164)。在误差测试输出是最小时,记录参数被确定为一个优化记录参数(S165)。重复执行该操作直到获得所有的优化参数(S162)(见日本未决申请,公开号 NO.2000-200418 以及 2001-109597)。

设定记录参数使抖动最小化的上述方法具有下述问题。在一个使用最大似然解码法的系统中,误差产生的概率未必是最小化的。典型地,通过最大似然解码法,从一个再现信号波形中估计出一个信号模式,相互比较再现信号波形和估计出的信号波形,从而使再现信号解码成具有最大似然的信号模式的信号。通过最大似然解码法,误差产生的概率随着再现信号波形和估计出的信号波形之间的差值的减小而降低。

发明内容

依据本发明的一个方面,记录控制装置包括波形整流部分,用于接收由表示从信息记录介质上再现的信息的模拟信号产生的数字信号,以及整流该数字信号的波形;最大似然解码部分,用于执行具有整流波形的数字信号的最大似然解码,以及产生一个表示最大似然解码结果的二进制信号;一个可靠性计算部分,用于基于具有整流波形的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性;以及一个调整部分,用于基于计算出的可靠性来调整用于在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状。

在本发明的一个实施例中,调整部分调整记录信号的指定部分的形状。

在本发明的一个实施例中,调整部分调整记录信号的边缘的位置。

在本发明的一个实施例中,最大似然解码部分使用状态转换规则执行最大似然解码,该最大似然解码是通过具有 2 的一个最小极性倒置间隔的记录符号和一个均衡系统 PR(C0, C1, C0) 确定的。

在本发明的一个实施例中,最大似然解码部分使用状态转换规则执行最大似然解码,该最大似然解码是通过具有 2 的一个最小极性倒置间隔的记录符号和一个均衡系统 PR(C0, C1, C1, C0) 确定的。

在本发明的一个实施例中,最大似然解码部分使用通过具有 2 的一个最小极性倒置间隔的记录符号和一个均衡系统 PR(C0, C1, C2, C1, C0) 确定的状态

转换规则执行最大似然解码。

在本发明的一个实施例中，可靠性计算部分基于对应于在信息记录介质上形成的记录标记的末端的数字信号和二进制信号计算可靠性。

在本发明的一个实施例中，调整部分调整记录信号的形状从而提高可靠性。

在本发明的一个实施例中，调整部分计算已计算出的可靠性的累积值和已计算出的可靠性的平均值中的一个，基于该累积值和平均值中的一个调整记录信号的形状。

在本发明的一个实施例中，调整部分对记录标记长度和间隔长度的每一个组合计算已计算出的可靠性的累积值和已计算出的可靠性的平均值中的一个。

依据本发明的另一个方面，记录和再现装置包括再现部分，用于从表示由信息记录介质再现的信息的模拟信号中产生数字信号；一个波形整流部分，用于接收该数字信号，以及整流该数字信号的波形；一个最大似然解码部分，用于执行具有整流波形的数字信号的最大似然解码，以及产生一个表示最大似然解码结果的二进制信号；一个可靠性计算部分，用于基于具有整流波形的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性；一个调整部分，用于基于计算出的可靠性调整用于在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状；以及一个记录部分，用于在基于记录信号的形状的调整结果在信息记录介质上记录信息。

仍依据本发明的另一个方面，一种记录控制方法包括以下步骤：接收由表示从信息记录介质再现的信息的模拟信号中产生的数字信号并且整流数字信号波形；执行具有整流波形的数字信号的最大似然解码，以及产生一个表示最大似然解码结果的二进制信号；基于具有整流波形的数字信号和二进制信号计算最大似然解码结果的可靠性；以及基于计算出的可靠性来调整用于在信息记录介质上记录信息的记录信号的形状。

在本发明的一个实施例中，调整步骤包括调整记录信号指定部分形状的步骤。

在本发明的一个实施例中，调整步骤包括调整记录信号边缘的位置的步骤。

因而，在这里所说明的本发明中有可能产生优点，提供记录控制装置，记录和再现装置，以及当记录信息时用于优化记录参数的记录控制方法的优点，从而使在最大似然解码时的误差产生的概率是最小的。

参考相应的附图阅读和理解以下详细描述，本发明的这些以及其它优点对于

本领域技术人员而言是显而易见的。

附图说明

图1示出了依据本发明一个实施例的记录和再现装置的一个结构;

图2示出了依据本发明一个实施例的基于一个具有2的最小极性倒置间隔的记录符号和PR(1, 2, 2, 1)均衡系统的一种组合的状态转换规则;

图3示出了一个与图2所示的状态转换规则相应的格构图;

图4A和4B示出了Pa-Pb的分布,其表明了依据本发明一个实施例的最大似然解码的可靠性;

图5A到5H示出了用于本发明一个实施例的8种具体模式;

图6A和6B示出了当路径A是正确路径时再现波形和模式-1的记录标记移位之间的相互关系,Pa-1是8条具体路径之一;

图7A和7B示出了当路径B是正确路径时再现波形和模式-1的记录标记移位之间的相互关系,Pa-1是8条具体路径之一;

图8是一个表格,示出了将被优化的记录参数的列表;

图9是一个表格,示出了图5所示的8种模式中的哪个图形用于测试图8所示的记录模式;

图10示出了依据本发明一个实施例的边缘转换检测电路;

图11是一个说明了图10所示的边缘转换检测电路的操作的时序图表;

图12示出了依据本发明一个实施例的用于学习的记录模式;

图13示出了依据本发明一个实施例的另一种边缘移位检测电路;

图14示出了一种传统的光盘驱动器;

图15是一个说明了一种传统误差检测电路的操作的时序图表;

图16是一个说明了用于获得记录参数的传统操作的流程图;

图17示出了依据本发明一个实施例的基于具有2的最小极性倒置间隔的记录符号和PR(a,b,a)均衡系统的一种组合的状态转换规则;

图18示出了依据本发明一个实施例的基于具有2的最小极性倒置间隔的记录符号和PR(a,b,c,b,a)均衡系统的一种组合的状态转换规则;

具体实施方式

在下文中,通过参考附图借助实施例来说明本发明。

首先,描述一种通过使用最大似然解码法来评价所获得的再现信号质量的方

法。在下述例子中，使用具有 2 的最小极性倒置间隔的记录符号，以及整流信号的波形从而当记录和再现时信号的频率特征匹配于 PR (1, 2, 2, 1)。

其中瞬时记录符号是 b_k ，紧邻的在前的记录信号是 b_{k-1} ，在先两个时间的记录信号是 b_{k-2} ，在先三个时间的记录信号是 b_{k-3} ，与 PR (1, 2, 2, 1) 匹配的理想输出值 $Level_v$ 通过表达式 1 表达。

$$Level_v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k \quad \text{表达式 1}$$

其中 K 是一个代表时间的整数，以及 V 是一个从 0 到 6 的整数。

其中在时间 K 的状态是 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$ ，从而获得状态转换表 (表 1)。

表 1: 基于具有 2T 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (1, 2, 2, 1) 均衡系统的一种组合的状态转换

在时间 K-1 的状态 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	在时间 k 的状态 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$B_k/Level_v$
S (0, 0, 0)	S (0, 0, 0)	0/0
S (0, 0, 0)	S (0, 0, 1)	1/1
S (0, 0, 1)	S (0, 1, 1)	1/3
S (0, 1, 1)	S (1, 1, 0)	0/4
S (0, 1, 1)	S (1, 1, 1)	1/5
S (1, 0, 0)	S (0, 0, 0)	0/1
S (1, 0, 0)	S (0, 0, 1)	1/2
S (1, 1, 0)	S (1, 0, 0)	0/3
S (1, 1, 1)	S (1, 1, 0)	0/5
S (1, 1, 1)	S (1, 1, 1)	1/6

其中，为了简单起见，在时间 K 状态 (0, 0, 0)_K 是 $S0_K$ ，在时间 K 状态 (0, 0, 1)_K 是 $S1_K$ ，在时间 K 状态 (0, 1, 1)_K 是 $S2_K$ ，在时间 K 状态 (1, 1, 1)_K 是 $S3_K$ ，在时间 K 状态 (1, 1, 0)_K 是 $S4_K$ ，在时间 K 状态 (1, 0, 0)_K 是 $S5_K$ ，从而获得图 2 所示的状态转换图表。图 2 所示的状态转换图表表示由 2 的最小极性倒置间隔和 PR (1, 2, 2, 1) 的均衡系统定义的状态转换规则。通过沿着时间轴扩展该状态转换图，从而获得图 3 所示的格构图。现在，将讨论在时间 K 的状态 $S0_K$ 和在时间 K-4 的状态 $S0_{K-4}$ 。图 3 示出了可以在状态 $S0_K$ 和 $S0_{K-4}$ 之间

表示出的两种状态转换路径。其中一条这样的状态转换路径是路径 A，路径 A 沿着状态 S_{2K-4} ， S_{4K-3} ， S_{5K-2} ， S_{0K-1} 和 S_{0K} 。其中另一条这样的状态转换路径是路径 B，路径 B 沿着状态 S_{2K-4} ， S_{3K-3} ， S_{4K-2} ， S_{5K-1} 和 S_{0K} 。这里，由时间 K-6 到时间 K 产生的最大似然解码是 $(C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K)$ 。当获得的 $(C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 0)$ 的解码结果时，其中 X 为 0 或 1，状态转换路径 A 或 B 被估计为具有最大似然。路径 A 和路径 B 具有相同的似然程度，其在时间 K-4 的状态是状态 S_{2K-4} 。路径 A 或路径 B 哪一条具有最大似然可以通过查找 (i) 在时间 K-3 到时间 K 再现信号 y_{K-3} 到再现信号 y_K 的值和 (ii) 路径 A 的期望值或路径 B 的期望值之间的差值的平方的累积值来确定。其中 (i) 在时间 K-3 到时间 K 的再现信号 y_{K-3} 到再现信号 y_K 的值和 (ii) 路径 A 的期望值之间的差值的平方的累积值是 P_a ， P_a 通过表达式 2 表示。其中 (i) 在时间 K-3 到时间 K 的再现信号 y_{K-3} 到再现信号 y_K 的值和 (ii) 路径 B 的期望值之间的差值的平方的累积值是 P_b ， P_b 通过表达式 3 来表示。

$$P_a = (y_{K-3} - 4)^2 + (y_{K-2} - 3)^2 + (y_{K-1} - 1)^2 + (y_K - 0)^2 \quad \text{表达式 2}$$

$$P_b = (y_{K-3} - 5)^2 + (y_{K-2} - 5)^2 + (y_{K-1} - 3)^2 + (y_K - 1)^2 \quad \text{表达式 3}$$

在 P_a 和 P_b 之间的差值 (即 $P_a - P_b$) 其表示最大似然解码结果的可靠性，具有以下含义。当 $P_a < P_b$ 时一个最大似然解码部分以高置信度选择路径 A，以及当 $P_a > P_b$ 时以高置信度选择路径 B。当 $P_a = P_b$ 时候，无论选择路径 A 还是路径 B 都没有发现异常。解码结果正确的概率是 50%。通过从对应于一个指定时间或一个指定次数的解码结果中查找 $P_a - P_b$ ，以获得如图 4A 和 4B 所表示的 $P_a - P_b$ 分布。

图 4A 示出了一个当噪声被叠置在再现信号上的 $P_a - P_b$ 分布。该分布具有 2 个频率波峰。一个波峰是当 $P_a = 0$ 时，另一个波峰是当 $P_b = 0$ 时。当 $P_a = 0$ 时 $P_a - P_b$ 的值用 $-P_{std}$ 表示，以及当 $P_b = 0$ 时 $P_a - P_b$ 的值用 P_{std} 表示。计算出 $P_a - P_b$ 的绝对值并获得 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 。

图 4B 示出了一个 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 的分布。获得图 4B 中示出的分布的标准偏差 σ 和平均值 P_{ave} 。其中图 4B 示出的分布是一个正态分布，例如，解码结果 $|P_a - P_b|$ 的可靠性的值是 $-P_{std}$ 或更少的状态为出现误差的状态，该误差概率 $P(\sigma, P_{ave})$ 通过表达式 4 使用 σ 和 P_{ave} 表示。该误差概率是在解码后再现信号不正确性的概率。

$$P(\sigma, P_{ave}) = \text{erfc}\left(\frac{P_{std} + P_{ave}}{\sigma}\right)$$

表达式 4

代表最大似然解码结果的二进制信号的误差概率可以从 $P_a - P_b$ 的分布中计算的标准偏差 σ 和平均值 P_{ave} 中预测出。即平均值 P_{ave} 和标准偏差 σ 可以成为一个再现信号质量的指标。在上述的例子中，假设 $P_a - P_b$ 分布是一个正态分布。在该分布不是正态分布的情况下，计数 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 的值小于或等于预定参考值时的次数。获得的数可以成为再现信号质量指标。

在通过具有 2 的最小极性倒置间隔的记录信号和均衡系统 PR (1, 2, 2, 1) 确定的状态转换规则中，在下述数量的状态转换模式中具有两条可能的状态转换路径：从时间 $K-4$ 到时间 K 的 8 种模式；从时间 $K-5$ 到时间 K 的 8 种模式；以及从时间 $K-6$ 到时间 K 的 8 种模式。在一个广泛的测试范围中，具有 $P_a - P_b$ 模式，其是可靠性的程度。优选的使用可靠性 $P_a - P_b$ 作为再现信号质量的指标。在这种情况下，不必测试所有的模式，通过只测试具有高误差概率的模式，这样的测试结果可以作为和误差概率相关的指标而被使用。一种具有高误差概率的模式是一种具有可靠性 $P_a - P_b$ 为低值的模式。存在 8 种这样的模式，其中 $P_a - P_b = \pm 10$ 。这 8 种模式以及 $P_a - P_b$ 概括在表 2 中。

表 2：其中可能有的两种最短状态转换路径的模式

状态转移	解码结果的可靠性 ($P_a - P_b$)	
	$P_a = 0$	$P_b = 0$
$S_{2K-4} \rightarrow S_{0K}$	-10	+10
$S_{3K-4} \rightarrow S_{0K}$	-10	+10
$S_{2K-4} \rightarrow S_{1K}$	-10	+10
$S_{3K-4} \rightarrow S_{1K}$	-10	+10
$S_{0K-4} \rightarrow S_{4K}$	-10	+10
$S_{5K-4} \rightarrow S_{4K}$	-10	+10
$S_{0K-4} \rightarrow S_{3K}$	-10	+10
$S_{5K-4} \rightarrow S_{3K}$	-10	+10

基于在上述的 8 种模式中的解码结果的可靠性 $P_a - P_b$ ，获得表达式 5。

模式 1

当 $(C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 0)$

时,

$$Pa-Pb = (E_{K-3}-F_{K-3}) + (D_{K-2}-F_{K-2}) + (B_{K-1}-D_{K-1}) + (A_K-B_K)$$

模式2

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (1, 1, 1, X, 0, 0, 0)$$

时,

$$Pa-Pb = (F_{K-3}-G_{K-3}) + (D_{K-2}-F_{K-2}) + (B_{K-1}-D_{K-1}) + (A_K-B_K)$$

模式3

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 1, 1, X, 0, 0, 1)$$

时,

$$Pa-Pb = (E_{K-3}-F_{K-3}) + (D_{K-2}-F_{K-2}) + (B_{K-1}-D_{K-1}) + (B_K-C_K)$$

模式4

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (1, 1, 1, X, 0, 0, 1)$$

时,

$$Pa-Pb = (F_{K-3}-G_{K-3}) + (D_{K-2}-F_{K-2}) + (B_{K-1}-D_{K-1}) + (B_K-C_K)$$

模式5

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 0, 0, X, 1, 1, 0)$$

时,

$$Pa-Pb = (A_{K-3}-B_{K-3}) + (B_{K-2}-D_{K-2}) + (D_{K-1}-F_{K-1}) + (E_K-F_K)$$

模式6

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (1, 0, 0, X, 1, 1, 0)$$

时,

$$Pa-Pb = (B_{K-3}-C_{K-3}) + (B_{K-2}-D_{K-2}) + (D_{K-1}-F_{K-1}) + (E_K-F_K)$$

模式7

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (0, 0, 0, X, 1, 1, 1)$$

时,

$$Pa-Pb = (A_{K-3}-B_{K-3}) + (B_{K-2}-D_{K-2}) + (D_{K-1}-F_{K-1}) + (F_K-G_K)$$

模式8

$$\text{当 } (C_{K-6}, C_{K-5}, C_{K-4}, C_{K-3}, C_{K-2}, C_{K-1}, C_K) = (1, 0, 0, X, 1, 1, 1)$$

时,

$$Pa-Pb = (B_{K-3}-C_{K-3}) + (B_{K-2}-D_{K-2}) + (D_{K-1}-F_{K-1}) + (F_K-G_K)$$

表达式 5

这里, $A_k=(y_k-0)^2, B_k=(y_k-1)^2, C_k=(y_k-2)^2, D_k=(y_k-3)^2, E_k=(y_k-4)^2, F_k=(y_k-5)^2, G_k=(y_k-6)^2$ 。从最大似然解码结果 C_k 获得满足表达式 5 的 P_a-P_b 。从 P_a-P_b 的分布中, 获得标准偏差 σ_{10} 和平均值 $Pave_{10}$ 。其中 P_a-P_b 的分布被假定是一个正态分布, 该误差概率 P_{10} 通过表达式 6 表示。

$$P_{10}(\sigma_{10}, Pave_{10}) = \text{erfc}\left(\frac{10 + Pave_{10}}{\sigma_{10}}\right) \quad \text{表达式 6}$$

在上述的 8 种模式中, 出现一位移位误差。在其他模式中, 出现 2 或更多位移误差。PRML 之后处理误差模式的分析值结果表明大多数的误差是一位移位误差。因此, 再现信号的误差概率可以通过表达式 6 估计。在该方式中, 标准偏差 σ_{10} 和平均值 $Pave_{10}$ 可以当作再现信号的质量指标使用。

在本发明的实施例中, 检测上述 8 种模式对于每种记录模式 (用于标记长度和紧邻该标记之前的间隔长度的每一个组合, 以及对于标记长度和紧邻该标记之后的间隔长度的每一个组合)。确定用于优化记录信号的边缘位置的记录参数, 特别注意记录信号的形状, 尤其是标记开始边缘以及标记结束边缘。在所有模式的所有最大似然解码结果的可靠性 P_a-P_b 中, 只要注意具有最小 P_a-P_b 值的模式, 意味着只需要注意记录标记的边缘。如上所述, 具有 P_a-P_b 为小值的模式具有高误差概率。这意味着通过部分优化一个记录标记的边缘位置从而提高最大似然解码结果的可靠性, 而优化了全部的记录参数。一种用于优化记录标记的边缘位置的方法将在下文描述。

图 5A 到 5H 示出了 8 种模式的抽样值 (模式 1 到模式 8)。该水平轴表示时间。一个刻度表示一个信道时钟周期 (TCIK)。垂直轴表示信号电平 (0 到 6)。虚线表示路径 A, 实线表示路径 B。每一个抽样值对应参考表 1 在上面描述的最大似然解码从 Level 0 到 6 的期望值。如图 15 的 (c) 部分和 (d) 部分所示, 记录部分 (非晶区域) 表示为具有一个低于比较器阈值的信号电平, 因为通过记录部分反射的光量比通过其他部分的反射的光量低。一个未记录部分 (非-非晶区域) 表示为具有高于比较器阈值的信号电平。图 5A 到图 5H 所示的 8 种模式中每个模式对应于记录部分 (标记) 和未记录部分 (间隔) 之间的边界 (标记开始边缘或标记结束边缘) 的再现波形。模式 1, 模式 2, 模式 3 以及模式 4 每一个对应于一个标记开始边缘。模式 5, 模式 6, 模式 7 和模式 8 每一个对应于一个标记结束边缘。

使用模式 1 作为一个例子描述用于测试标记开始边缘的移位的方法。

图 6A 和 6B 示出了模式 1 的再现波形和记录标记移位之间的相互关系。在图 6A 和 6B 中“ Δ ”表示一个输入信号。通过虚线表示的路径 A 是一条正确值状态转换路径。该输入信号是基于一个记录标记 B1 产生的。一个记录标记 A1 具有一个标记开始边缘的理想位置。在图 6A 中，记录标记 B1 的标记开始边缘位置是在理想位置之后。输入信号 $(y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k)$ 的抽样值为 (4.2, 3.2, 1.2, 0.2)。从表达式 2 和 3 分别通过表达式 7 和 8 获得路径 A 和输入信号之间的距离 P_a 。以及路径 B 和输入信号之间的距离 P_b 。

$$P_a = (4.2-4)^2 + (3.2-3)^2 + (1.2-1)^2 + (0.2-0)^2 = 0.16 \quad \text{表达式 7}$$

$$P_b = (4.2-5)^2 + (3.2-5)^2 + (1.2-3)^2 + (0.2-1)^2 = 7.76 \quad \text{表达式 8}$$

通过表达式 9 查找 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 获得标记开始边缘的位移的数量和方向。

$$E1 = |P_a - P_b| - P_{std} = |0.16 - 7.76| - 10 = -2.4 \quad \text{表达式 9}$$

通过表达式 9 获得 E1 的绝对值是移位的数量，以及 E1 的符号是移位方向。在图 6A 记录标记 B1 的情况中 $E1 = -2.4$ 。这意味着记录标记 B1 的标记开始边缘位置从参考值向后移位 2.4。

在图 6B 中，记录标记 B1 的标记开始边缘位置在理想位置之前。输入信号 $(y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k)$ 的抽样值是 (3.8, 2.8, 0.8, -0.2)。通过 $E2 = |P_a - P_b| - P_{std}$ 获得 E2。E2 为 2.4，这意味着记录标记 B1 的标记开始边缘位置从参考值向前移位 2.4。

图 7A 和 7B 示出了模式 1 的再现波形和记录标记移位之间的相互关系。在图 7A 和 7B 中，通过实线表示的路径 B 是一条正确的状态转换路径。这里也是用“ Δ ”表示一个输入信号。该输入信号是基于记录标记 B1 产生的。记录标记 A1 具有标记开始边缘的理想位置。在图 7A 中，记录标记 B1 的标记开始边缘位置是在理想位置之后。输入信号 $(y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k)$ 的抽样值是 (5.2, 5.2, 3.2, 1.2)。通过 $E3 = |P_a - P_b| - P_{std}$ 获得 E3。E3 为 2.4。这意味着记录标记 B1 的标记开始边缘位置从参考值向前移位 2.4。在图 7B 中，记录标记 B1 的标记开始边缘位置在理想位置之前。输入信号 $(y_{k-3}, y_{k-2}, y_{k-1}, y_k)$ 的抽样值是 (4.8, 4.8, 2.8, 0.8)。通过 $E4 = |P_a - P_b| - P_{std}$ 获得 E4。E4 为 -2.4。这意味着记录标记 B1 的标记开始边缘位置从参考值向前移位 2.4。

将其中路径 A 是正确状态转换路径的图 6A 和 6B 的情况，和其中路径 B 是正确状态的转移路径的图 7A 和 7B 的情况进行比较，表示移位方向的标记符号是

是相反的。该标记符号依赖于正确状态转换路径的期望值序列和输入信号序列间的关系，以及其他的候选路径的期望序列和输入信号序列之间的关系。当输入信号和正确候选路径的期望值之间的误差如图 6B 和图 7A 的那么大时，通过表达式 9 获得的值具有一个正符号。即随着输入信号与不正确候选路径的期望值之间的差别变大，最大似然解码的误差概率变低。基于这种考虑可以测试记录标记的标记开始边缘位置的移位方向。在模式 1 中当路径 A 是正确状态转换路径时，模式 1 用于测试一个 2T 间隔和一个 4T 间隔或更长的标记的组的记录标记的开始边缘。在模式 1 中当路径 B 是较准状态转移路径时，模式 1 用于测试一个 3T 间隔和一个 3T 间隔或更长的标记的组的记录标记的开始边缘。使用上述方法，获得每个记录模式（即每一个标记长素/间隔长度组合）的累积值或平均值，并且设置一个记录参数使开始边缘和结束边缘位置的移位数量接近 0。从而实现一种对最大似然解码记录方法优化的记录控制。

将描述一个记录参数的优化。记录符号的最小极性倒置间隔用 m 表示（在该例中， $m=2$ ）。在一个信息记录介质上形成的记录标记的开始边缘位置可以依赖于紧邻记录标记之前的间隔长度和记录标记自身的长度。例如，当紧邻记录标记之前的间隔长度是从 mT 到 $(m+b)T$ 时，记录标记的标记开始边缘位置依赖于紧邻记录标记之前的间隔长度。当紧邻记录标记之前的间隔长度是大于 $(m+b)T$ 时，记录标记的标记开始边缘位置不依赖于记录标记之前相邻的间隔长度。当记录标记自身的长度是从 mT 到 $(m+a)T$ 时，记录标记的标记开始边缘位置依赖于记录标记自身的长度。当记录标记自身的长度大于 $(m+a)T$ 时，记录标记的标记开始边缘位置不依赖于记录标记自身的长度。

在信息记录介质上形成的记录标记的结束边缘位置可以依赖于紧邻记录标记之后的间隔长度和记录标记自身的长度。例如，当记录标记自身的长度是从 mT 到 $(m+a)T$ 时，记录标记的标记结束边缘位置依赖于记录标记自身的长度。当记录标记自身的长度是大于 $(m+a)T$ 时，记录标记的标记结束边缘位置不依赖于记录标记自身的长度。当紧邻记录标记之后的间隔长度是从 mT 到 $(m+b)T$ 时，记录标记的标记结束边缘位置依赖于紧邻记录标记之后的间隔长度。当紧邻记录标记之后的间隔长度大于 $(m+b)T$ 时，记录标记的标记结束边缘位置不依赖于紧邻记录标记之后的间隔长度。以上，“a”和“b”每一个都是 0 或者大于 0 的整数，以及记录符号的最小极性倒置间隔比 $m+a$ 和 $m+b$ 大。

考虑到一个记录标记的标记开始边缘的位置与标记结束边缘的位置,在标记开始边缘的参数 T_{sf} 的优化必须在邻近一个具有 $(m+b)T$ 或更小长度的间隔的记录标记上执行。在标记结束边缘的参数 T_{ep} 的优化必须在一个具有 $(m+a)T$ 或更小长度的记录标记上执行。其中简单的说, $m=3$, 以及 $a=b=3$, 对于图 8 中示出的 32 种记录模式, 该参数必须被优化。在图 8 中, 例如 $2T_s2T_m$, 意味着器中在紧邻 $2T$ 标记之前存在 $2T$ 间隔的模式。

图 9 示出了 8 种模式(模式 1 到模式 8)中的哪个模式被用于测试图 8 中所示的记录模式(即边缘模式)。例如, 对应一个 $2T_s3T_m$ 记录模式(图 8)的信号的位置量使用 P3A(图 9)来检测。P3A 是其中路径 A 是正确状态转换路径的模式 3。 $3T_s3T_m$ 记录模式(图 8)的信号的位置量使用 P1B 或 P4A(图 9)来检测。P1B 是其中路径 B 是正确状态转换路径的模式 1。P4A 是其中路径 A 是正确状态转换路径的模式 4。从上述可以意识到, 对最大似然解码法优化的用于控制记录参数的方法要改变记录参数, 从而使对应于图 9 所示的每一个记录模式的信号的位置量接近 0。

在图 9 中, 对应于每一个 $2T_s2T_m$ 记录模式(紧邻 $2T$ 标记之前存在的 $2T$ 间隔)和每一个 $2T_m2T_s$ 记录模式(紧邻 $2T$ 标记之后存在 $2T$ 间隔)的信号位置量不可以通过上述 8 种模式中的任意一个来检测。因此, 移位数量必须通过其他方式来优化。然而 $2T_s2T_m$ 记录模式和 $2T_m2T_s$ 记录模式具有一个相对大的可靠性 P_a-P_b 值, 因此不包括在上述 8 种模式中。换句话说, 在每一个 $2T_s2T_m$ 记录模式和 $2T_m2T_s$ 记录模式的记录标记的标记开始边缘或标记结束边缘, 误差概率是低的; 不必严格地优化这些记录模式的记录参数。因此, 一个合适的初始值可以用作记录参数以代替对于每个信息记录介质的移位数量的优化。或者, $2T_s2T_m$ 记录模式和 $2T_m2T_s$ 记录模式可以被优化从而使再现信号的相位误差的累积值是最小的。

图 1 示出了依据本发明的一个实例的记录和再现装置 100。该记录和再现装置 100 执行上述用于优化记录参数的方法。

该记录和再现装置 100 包括再现部分 101, 记录控制装置 102, 以及记录部分 103, 在记录和再现装置 100 上, 可以安置信息记录介质 1。该信息记录介质 1 用于信息记录和再现, 例如一个光盘。

再现部分 101 包括光学头部 2, 前置放大器 3, AGC4, 波形的均衡器 5, A/D

转换器6, 以及PLL电路7。再现部分101从表示信息记录介质1中再现的信息的模拟信号中产生一个数字信号。

记录控制部分102包括一个整流部分8, 最大似然解码部分9, 可靠性计算部分10, 调整部分104。调整部分104包括模式检测电路11, 边缘移位检测电路12, 以及信息记录介质控制器13。记录控制部分102被制作为例如半导体芯片。

整流部分8, 例如数字滤波器, 接收再现部分101产生的数字信号, 以及整流数字信号的波形, 从而使数字信号具有一个指定的均衡特性。

最大似然解码部分9是, 例如, 一个Viterbi解码电路, 执行具有通过整流部分8校正的波形的数字信号的最大似然解码, 以及产生一个表示最大似然结果的二进制信号。

可靠性计算部分10是例如一个差分检测电路, 基于具有通过整流部分8整流的波形的数字信号以及从最大似然解码部分9输出二进制信号来计算最大似然解码结果的可靠性。在本发明的一个实施例中, 可靠性计算部分10基于对应于在信息记录介质1上形成的记录标记的标记开始边缘和标记结束边缘的数字信号和二进制信号来计算最大似然解码结果的可靠性。

调整部分104基于由可靠性计算部分10计算出的可靠性, 调整用于在记录介质1上记录信息的记录信号的指定部分的状态。调整部分104例如, 调整记录信号的边缘位置。通过调整部分104执行记录信号状态的调整, 从而提高最大似然解码结果的可靠性。信息记录介质控制器13是例如一个光盘控制器。

记录部分103包括模式生成电路14, 记录补偿电路15, 激光驱动电路16, 以及光学头部2。记录部分103基于记录信号状态的调整结果在信息记录介质1上记录信息。在这个例子中, 在再现部分101和记录部分103中都包含有光学头部2, 并具有记录头和再现头的作用。记录头和再现头可以分别配置。下面将详细地描述记录和再现装置100的操作。

光学头部2生成一个表示从信息记录介质1读取的信息的模拟再现信号。该模拟再现信号通过前置放大器3被放大和AC耦合, 接着输入到AGC4。AGC4调整模拟再现信号的增益从而使波形均衡器5(波形的均衡器5随后将处理该信号)的输出具有一个恒定的振幅。从AGC4输出的模拟再现信号具有通过波形均衡器5整流的波形。产生的模拟再现信号输出到A/D转换器6。A/D转换器6提取与PLL电路7输出的再现时钟同步的模拟再现信号。PLL电路7从通过A/D转

换器6执行抽样得到的数字再现信号中提取再现时钟。

通过A/D转换器6执行抽样生成的数字再现信号输入到整流部分8。整流部分8调整数字再现信号的频率(即调整数字再现信号的波形),从而使数字再现信号的频率特征是在记录和再现时间通过最大似然解码部分9(在该例中,PR(1, 2, 2, 1)均衡特征)假定的特征。

最大似然解码部分9执行具有通过整流部分8整流的波形的数字再现信号的最大似然解码,从而生成一个二进制信号。可靠性计算部分10接收具有通过整流部分8整流的波形的数字再现信号以及二进制信号。可靠性计算部分10基于识别结果和分支量度来识别根据二进制信号的状态转换,并且获得表示解码结果可靠性的 P_a - P_b - P_{std} (见表达式9;在下文,简单记为“Pabs”),其基于识别结果和分支尺度(branch metric)。基于二进制信号,模式检测电路11生成一种脉冲信号,用于对图9示出的每种记录模式分配上述8种模式(模式1到模式8),以及输出该脉冲信号到边缘移位检测电路12。边缘移位检测电路12逐个模式地累积地加上可靠性Pabs,根据优化值(即一个边缘移位)获得记录补偿参数的移位。信息记录介质控制器13改变记录参数(记录信号的波形),该记录参数是基于逐个模式相加的边缘移位数量被确定改变的。模式生成电路14输出一个记录补偿倾斜模式。

基于来自信息记录介质控制器13的记录参数,记录补偿电路15生成的与记录补偿倾斜模式一致的激光发射波形模式。依照产生的光发射波形模式,激光驱动电路16控制光学头部2的激光发射操作。

接着,将详细描述该例中边缘移位检测电路12的操作。图10示出了模式检测电路11和边缘移位检测电路12。边缘移位检测电路12接收通过模式检测电路11获得的模式检测结果以及通过可靠性的计算部分10计算出的可靠性Pabs。考虑到由模式检测电路11产生的延迟,输入到边缘移位检测电路12的可靠性Pabs数据被触发器(FF)延迟。相应于模式检测输出和检测输出点的可靠性Pabs数据被输入到一个加法器,模式测试结果输入到一个选择器。选择器根据测试模式选择直到那一点获得的累积结果并将选择的结果输入到加法器。加法器将累积结果和新输入的可靠性Pabs数据相加,并输出相加结果。相应于测试模式的特定寄存器,当接收一个使能信号时,存储该相加结果。

例如,在信息被记录在一个信息记录介质上时,其中信息是逐个地址管理

的, 假定使用图 11 的 (b) 部分和 (c) 部分所示的一个相加区域门信号和一个寄存器使能信号。图 11 的 (a) 部分示出了一个地址单元。在逐个地址的用户区域内执行测试记录以获得一个边缘移位数量时, 必须执行一个控制以定义相加区域。当图 11 的 (b) 部分示出的相加区域门信号被输入到边缘移位检测电路 12 时, 相加区域门信号通过图 10 示出的两级触发器并通过 FFO 输入到触发器 FF29。在图 11 的 (b) 部分示出的相加区域门信号的低区域内将触发器复位, 并将相加结果保存在一个高区域内。在图 11 的 (c) 部分示出的寄存器使能信号是从相加区域门信号中产生的。在相加区域门信号的末端, 寄存器使能信号用于将相加结果存储到寄存器 REG29 到 REGO。表示逐个地址的边缘移位数量的数据被存储在寄存器 REG29 到 REGO。由于这样一个电路配置, 边缘移位测试电路 12 使用一个加法器可以获得对于优化记录参数所必须的所有边缘位移量。

在图 10 示出的例子中, 在用于测试记录 (例如随机模式) 的记录模式中, 记录模式的生成频率是根据用于优化记录参数所需的指定的标记长度和间隔的组合来改变的。测试到的 30 个边缘移位数量 (R23T, R33T,R45L, R55L) 依赖于记录模式的生成频率。

图 1 示出的 PLL 电路 7 自动测试使用一个 DC 成分 (一个包括在再现信号中的低频率成分) 的切片机 (未示出) 的阈值以及使再现信号和再现时钟信号同步。因此, 优选的是包含在测试记录模式中的 DC 成分数量尽可能的少, 从而使反馈控制不会影响通过 PLL 电路 7 执行的时钟生成。考虑到用于优化所需要的时间和优化的精度, 优选的是使用尽可能小的记录区域来获得具有高精度的测试结果。因此, 下述记录模式是需要的: 具有在同一频率用于记录参数优化所需要的标记长度/间隔长度组合的一种记录模式, 其中该编码包括非 DC 成分 (DSV), 以及记录参数的优化所需的标记长度/间隔长度组合的每个单元区域的生成频率是高的。图 12 示出了这种记录模式的一个例子。

在图 12 中, 2M 表示一个 2T 标记, 2S 表示一个 2T 间隔。在该例中, 2T 到 5T 标记和 2T 到 5T 间隔的组合的 30 种模式的每一种在 108 位记录模式中生成一次。包含 108 位记录模式的符号 “0” 的个数和符号 “1” 的个数都是 54, 以及在记录模式中的 DSV 是 0。在图 10 中, 通过将记录模式应用到边缘移位检测电路 12 中, 每一种模式可以被测试到相同的次数。从而获得更精确的移位数量的测试结果。在该例子中, 假定可以使用相同的记录参数记录 5T 或更长的标记或

5T 或更长的间隔。

图 13 示出了一个边缘移位检测电路 12a，其是边缘移位测试电路 12 的一种修改过的形式。在边缘移位检测电路 12a 中，随机模式被用于测试记录。即，在不同的频率生成不同的测试记录模式。

模式检测电路 11 检测图 9 示出的每种具体模式（30 种模式）的边缘。边缘移位测试电路 12a 累积对应每种模式的边缘移位数量，并计算出每种模式被检测过的次数。通过用各自的模式被检测过的次数来除边缘移位数量的每个累积结果，从而获得每个具体模式的平均边缘移位数量。因而，即使当随机模式被用于检测记录时，仍可以确定出哪一种模式是相应于具有将被改变的标记开始边缘位置或标记结束边缘位置的记录标记。

如上所述，包含在调整部分 104 中的边缘移位检测电路 12 对于每一个记录模式（即对于每一个标记长度/间隔长度组合）计算最大似然解码结果的可靠性的累积值或平均值中的一个，并基于获得的累积值或平均值调整记录信号的状态。

在上述的例子中，通过具有 2 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (1, 2, 2, 1) 的均衡系统确定的状态转换规则被最大似然解码部分 9 用来执行最大似然解码。本发明不局限于此。本发明适宜的应用，例如，通过具有一个 3 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (C0, C1, C1, C0) 的均衡系统确定的状态转换规则，以及通过具有 2 或 3 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (C0, C1, C0) 的均衡系统确定的状态转换规则，以及通过具有 2 或 3 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (C0, C1, C2, C1, C0) 的均衡系统确定的状态转换规则。C0, C1 和 C2 每一个都是任意的正数。

表 3 示出了通过具有 2 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (a,b,a) 的均衡系统确定的状态转换规则。图 17 示出了一个表示状态转换规则的状态转换图。这里“a”和“b”每一个都是任意的正数。

表 3：基于具有 2T 的最小极性倒置间隔和均衡系统 PR (a,b,a) 的记录符号的组合的状态转换。

在时间 K-1 的状态 $S(b_{K-3}, b_{K-2}, b_{K-1})$	在时间 K 的输入 b_K	信号电平
S(0,0)	0	0

$S(0,0)$	1	a
$S(0,1)$	1	$a+b$
$S(1,0)$	0	a
$S(1,1)$	0	$a+b$
$S(1,1)$	1	$2a+b$

表 4 示出了通过具有 2 的最小极性倒置间隔和 PR (a,b,c,b,a) 的均衡系统的记录符号所确定的状态转换规则。图 18 示出了一个表示状态转换规则的状态转换图。其中“a”、“b”和“c”每一个都是任意的正数。

表 4: 基于具有 2T 的最小极性倒置间隔的记录符号和 PR (a,b,c,b,a) 的均衡系统的组合的状态转换

在时间 K-1 的状态 $S(b_{K-4}, b_{K-3}, b_{K-2}, b_{K-1})$	在时间 K 的输入 b_K	信号电平
$S(0,0,0,0)$	0	0
$S(0,0,0,0)$	1	A
$S(0,0,0,1)$	1	$a+b$
$S(0,0,1,1)$	0	$B+c$
$S(0,0,1,1)$	1	$a+b+c$
$S(0,1,1,0)$	0	$B+c$
$S(0,1,1,1)$	0	$2b+c$
$S(0,1,1,1)$	1	$a+2b+c$
$S(1,0,0,0)$	0	A
$S(1,0,0,0)$	1	$2a$
$S(1,0,0,1)$	1	$2a+b$
$S(1,1,0,0)$	0	$A+b$
$S(1,1,0,0)$	1	$2A+b$
$S(1,1,1,0)$	0	$A+b+c$
$S(1,1,1,1)$	0	$A+2b+c$
$S(1,1,1,1)$	1	$2a+2b+c$

最大似然解码部分 9 可以使用表 3、4 和图 17、18 示出的状态转换规则来执行最大似然解码。

在上述的例子中，记录参数是用于控制一个记录标记的标记开始边缘的位置和标记结束边缘的位置。本发明并不局限于此。在使用参考图 15 描述的多脉冲信号执行激光发射时，引导脉冲（leading pulse）宽度、结束脉冲（terminating pulse）的宽度或冷却脉冲（cooling pulse）宽度可以基于最大似然解码的可靠性来调整。

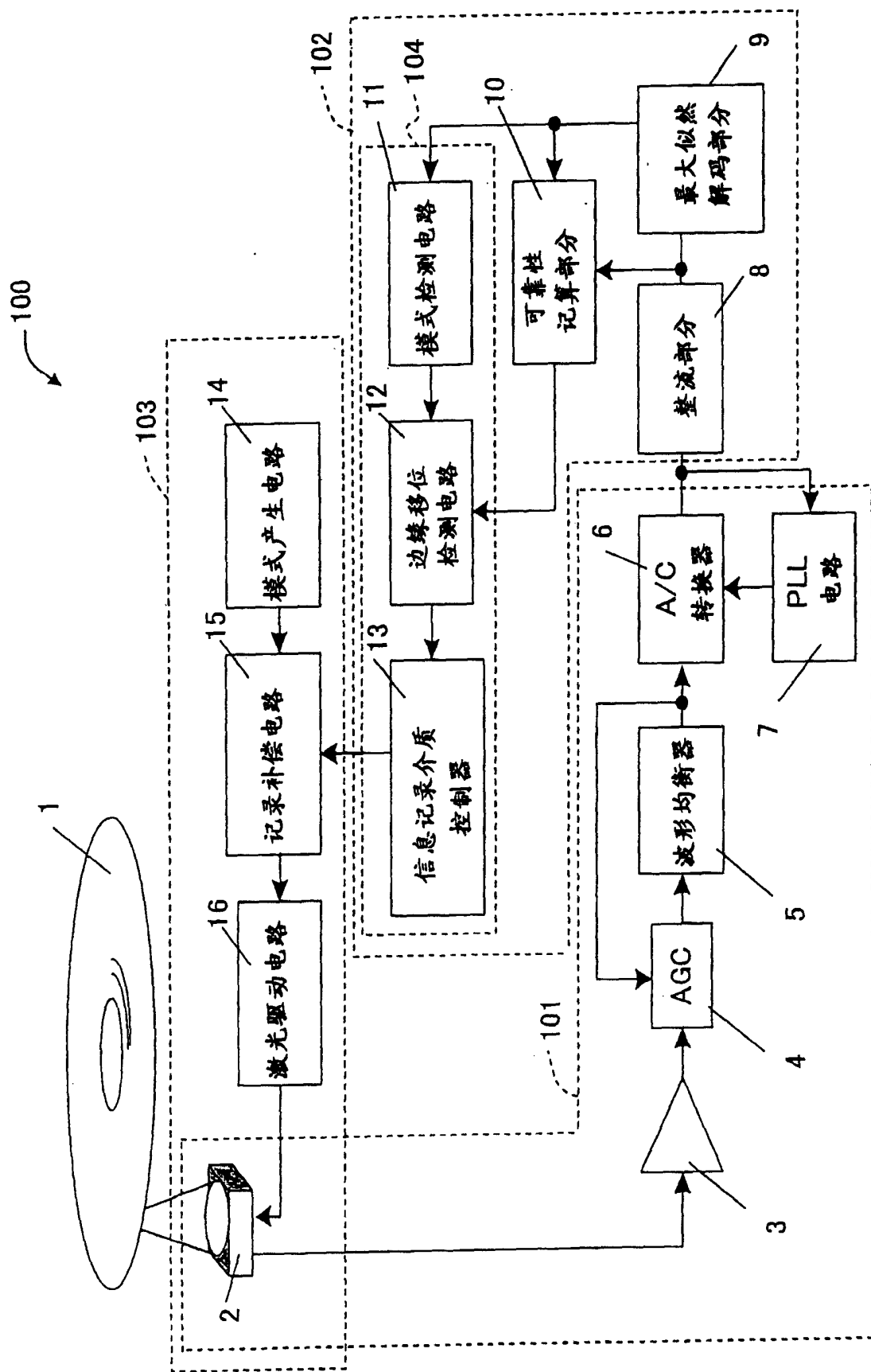
记录和再现装置 100 的单元可以通过硬件或软件来实现。例如，由较准部 8，最大似然解码部分 9，可靠性计算部分 10，以及调整部分 11 的至少一个执行的操作可以通过一个计算机可执行程序实现。

依据本发明，最大似然解码结果的可靠性是基于具有整流过的波形的数字信号和通过最大似然解码部分产生的二进制信号计算出的。基于该计算出的可靠性，用在信息记录介质上记录信息的记录信号的状态被调整。因而记录信号的状态可以被调整从而提高最大似然解码结果的可靠性，以及从而减少在最大似然解码时间的误差概率。

依据本发明，当使用最大似然解码法解码信号时，设定用于最大似然解码法的优化参数从而使误差概率最小。对于对应于记录标记的标记开始边缘和标记结束边缘的信号部分计算最大似然解码结果的可靠性并且通过最大似然解码法而获得最大似然解码结果的可靠性具有高误差概率。对每个标记长度/间隔长度组合执行该计算。基于计算结果，获得用于优化标记开始边缘位置和标记结束边缘位置的记录参数。执行信息记录反映了所获得的记录参数。通过优化在最大似然解码时间具有高误差概率的部分记录信号的记录参数，可以提高再现信息的可读性。

如上所述，本发明特别适用于记录控制装置，记录和再现装置，以及使用最大似然解码法的记录控制方法。

在不违背本发明的范围和主旨的情况下，那些本领域技术人员所进行的各种各样的调整都是显而易见的和很容易获得的。因此，目的并不在于将所附的权利要求的范围局限于这里的阐述，而应该对权利要求进行广义的解释。



一
圖

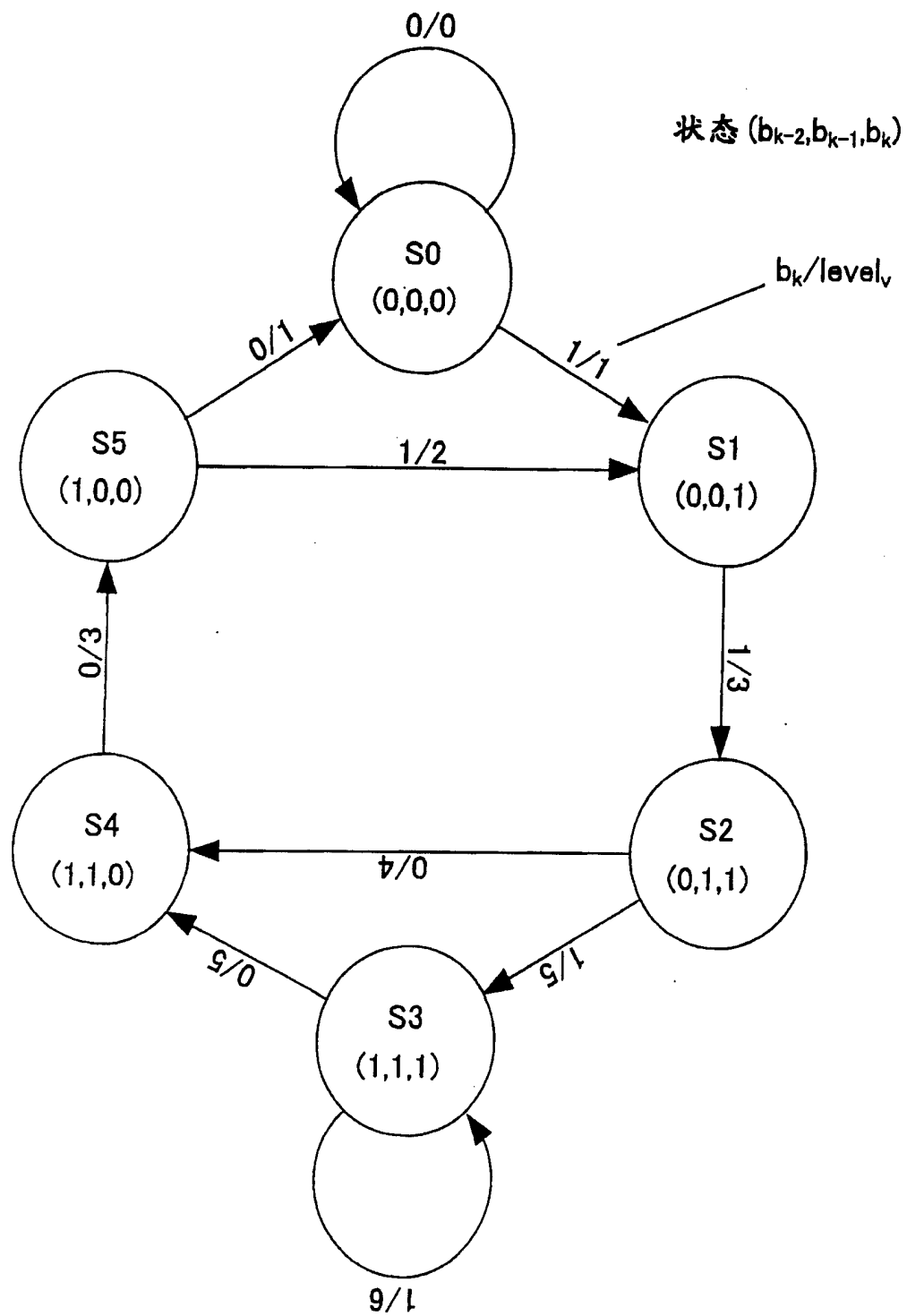


图 2

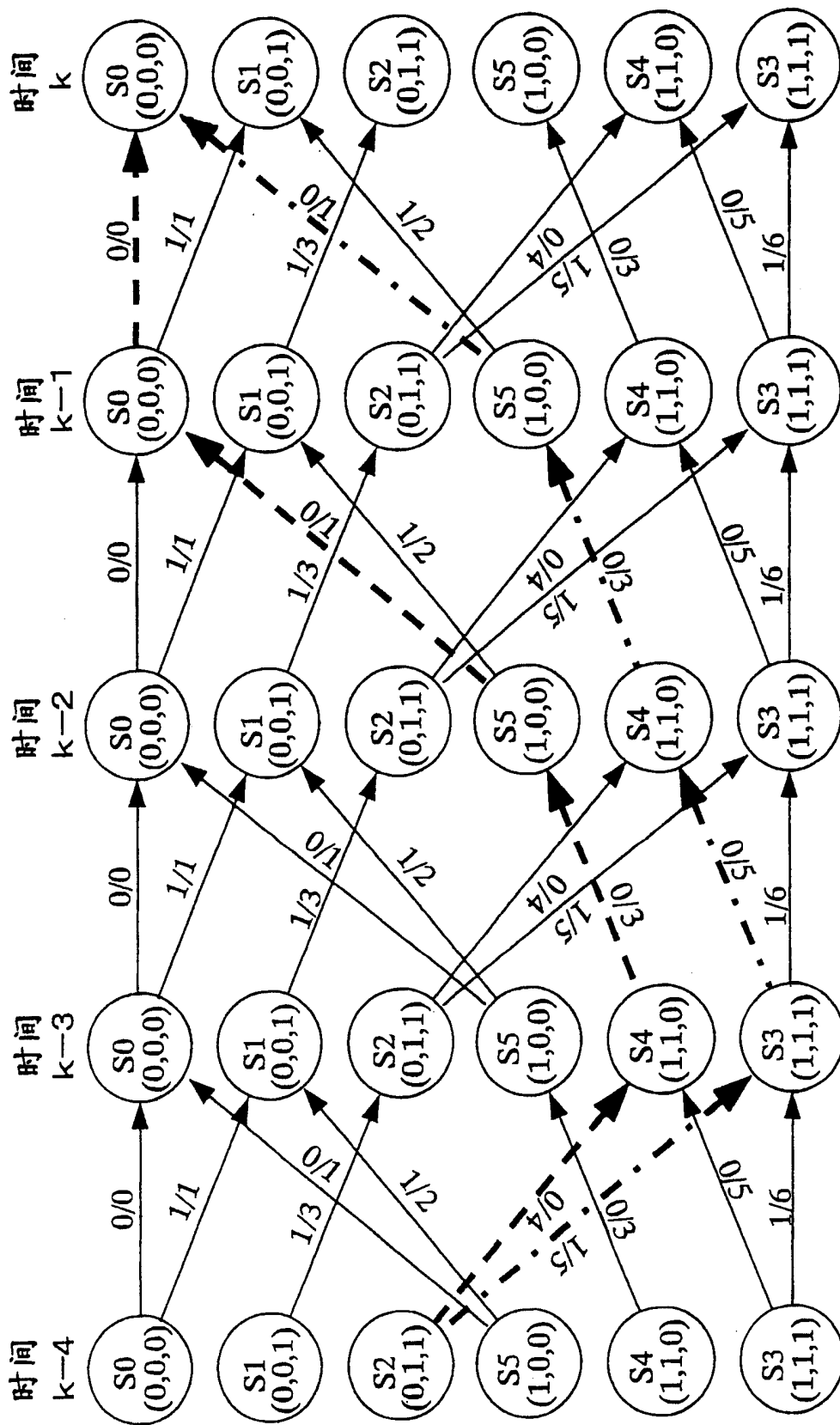


图 3

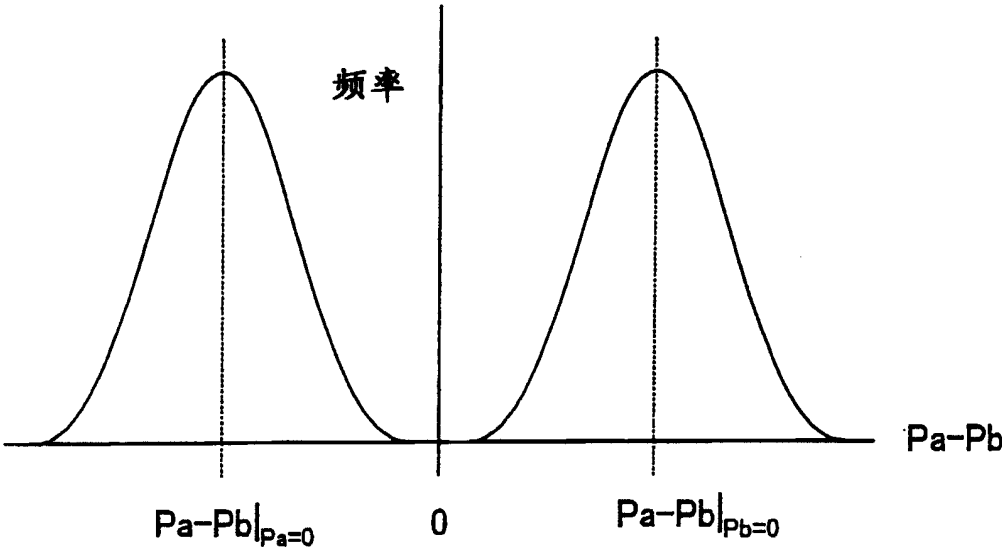


图 4A

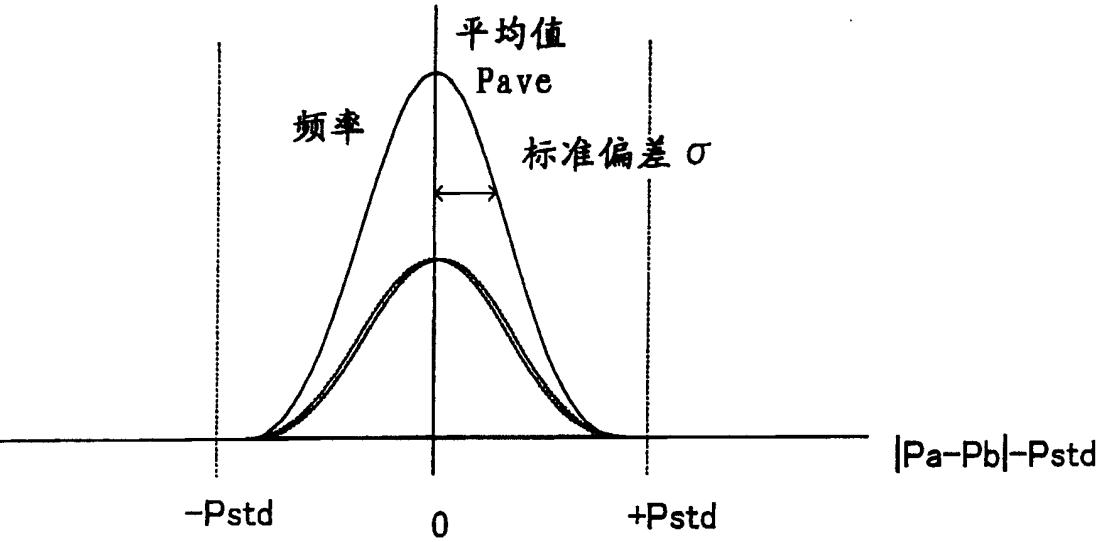
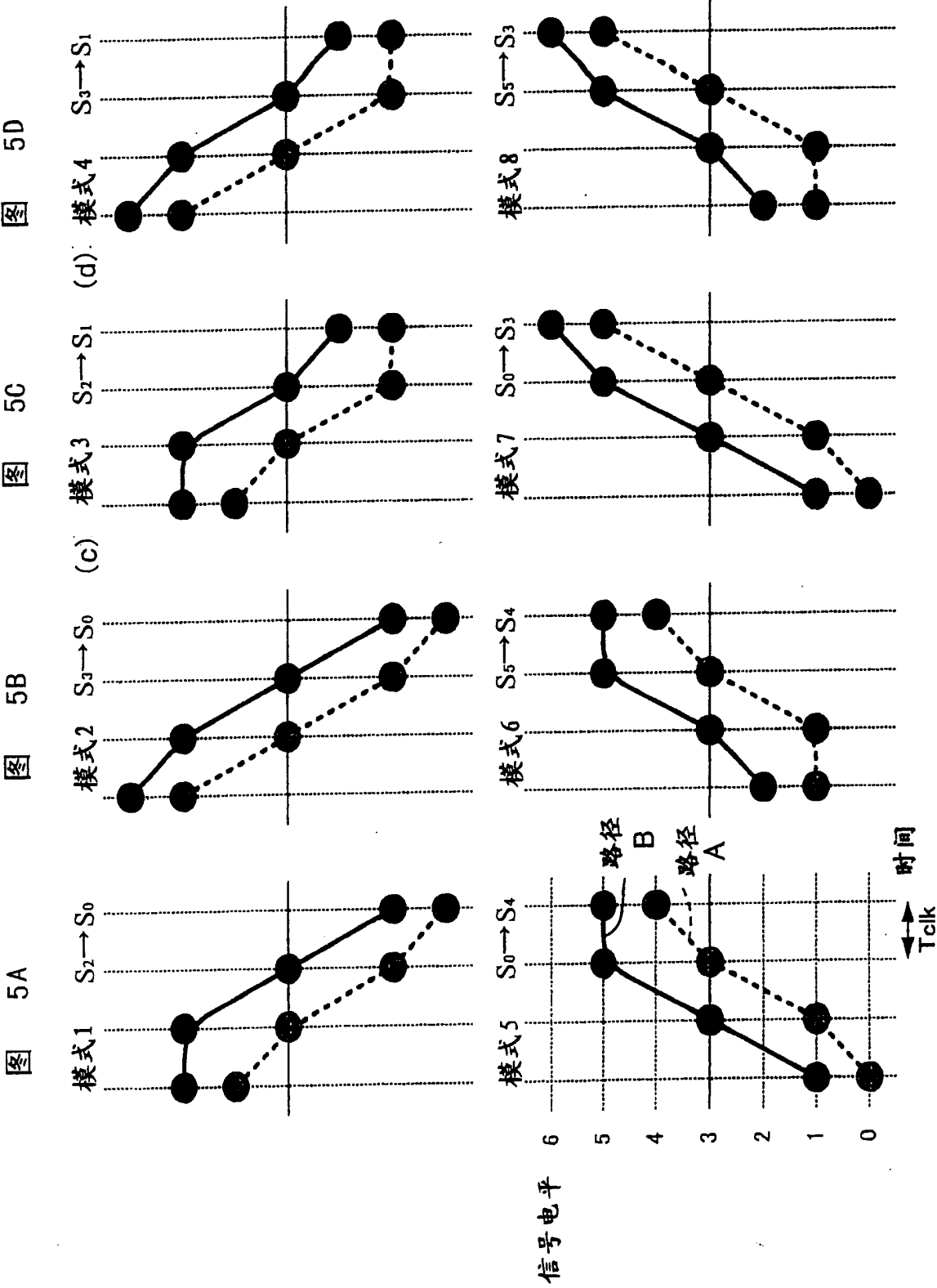


图 4B



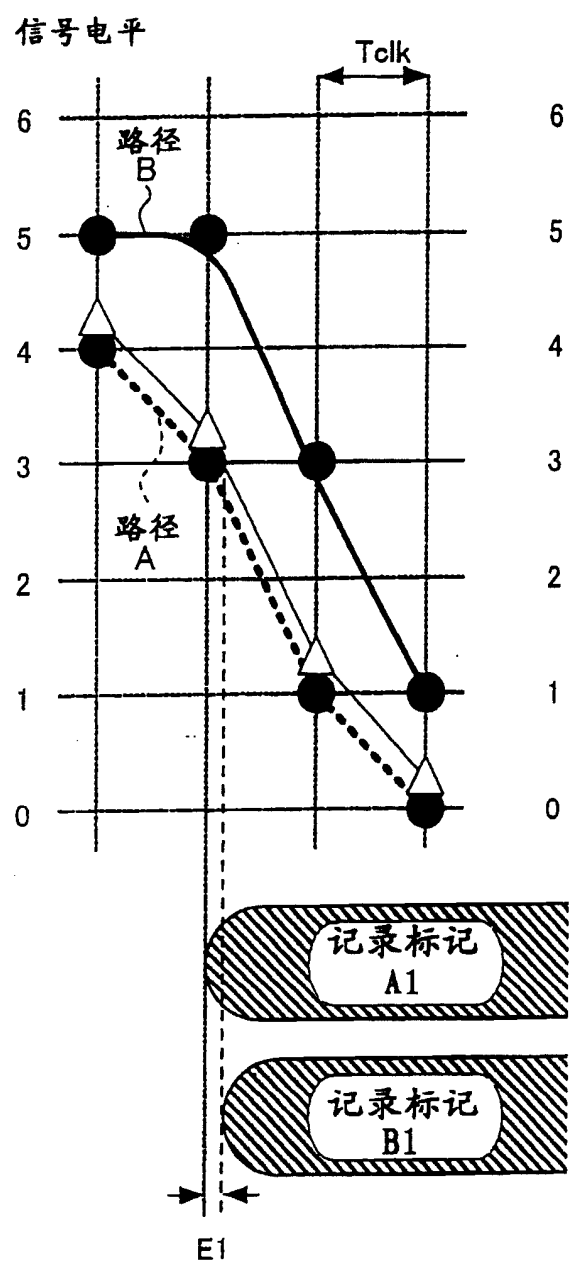


图 6A

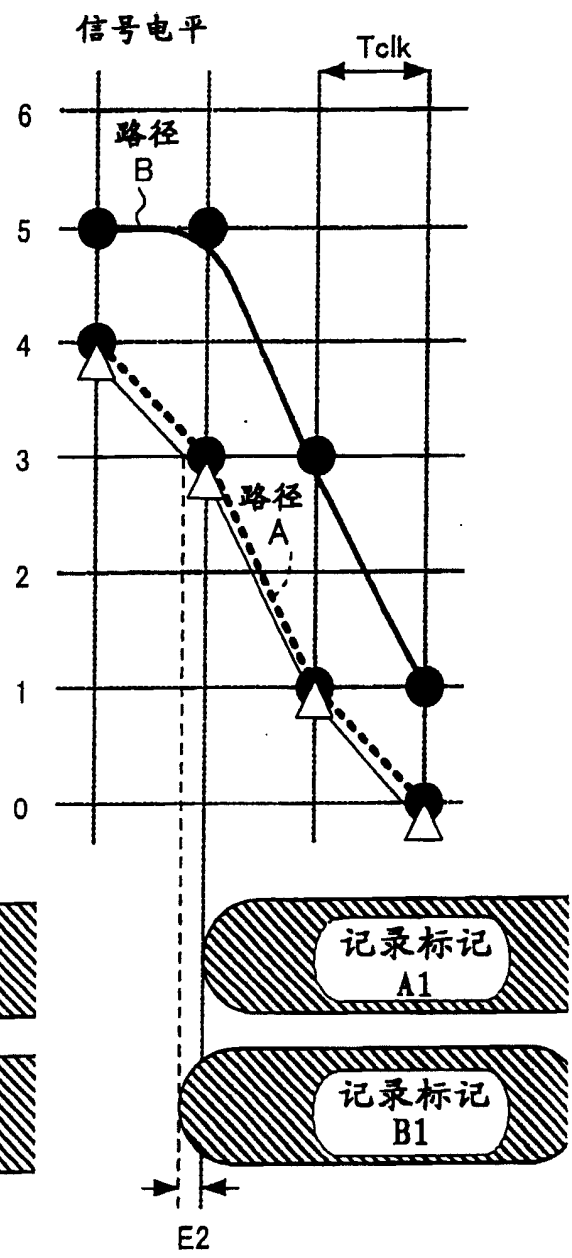


图 6B

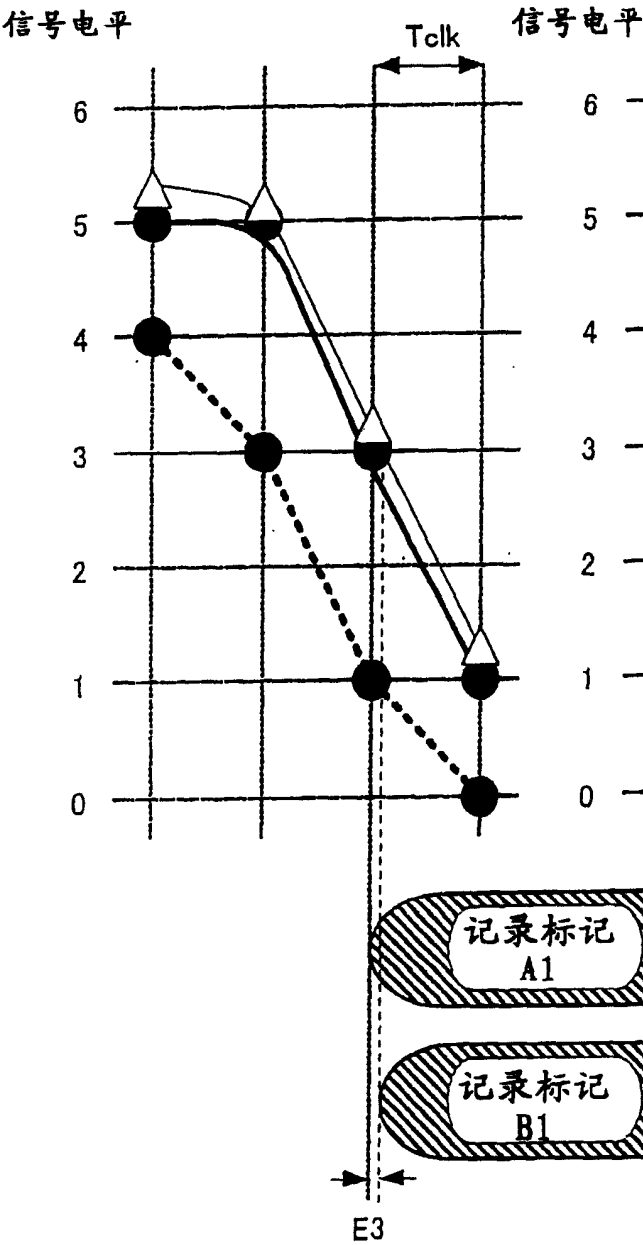


图 7A

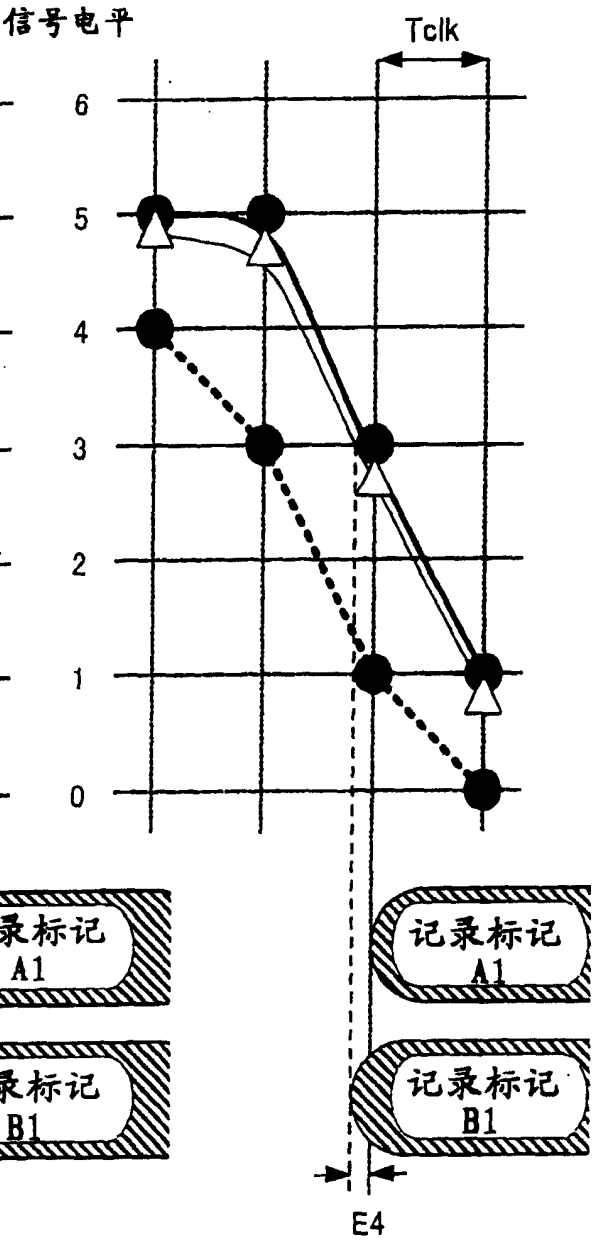


图 7B

Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 或更大
2Ts	2Ts2Tm	2Ts3Tm	2Ts4Tm	2Ts5Tm
3Ts	3Ts2Tm	3Ts3Tm	3Ts4Tm	3Ts5Tm
4Ts	4Ts2Tm	4Ts3Tm	4Ts4Tm	4Ts5Tm
5Ts 或更大	5Ts2Tm	5Ts3Tm	5Ts4Tm	5Ts5Tm

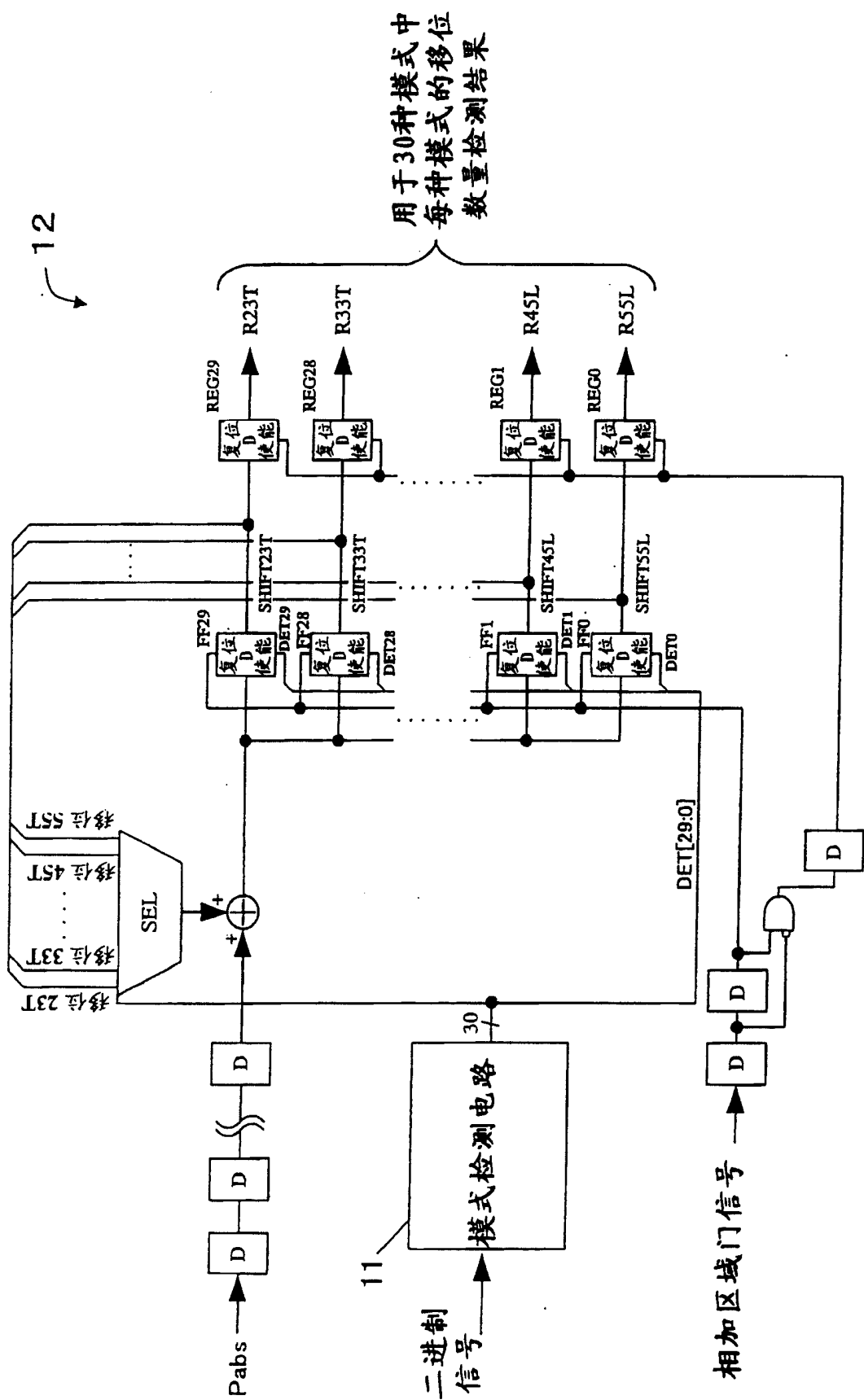
Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 或更大
2Ts	2Tm2Ts	3Tm2Ts	4Tm2Ts	5Tm2Ts
3Ts	2Tm3Ts	3Tm3Ts	4Tm3Ts	5Tm3Ts
4Ts	2Tm4Ts	3Tm4Ts	4Tm4Ts	5Tm4Ts
5Ts 或更大	2Tm5Ts	3Tm5Ts	4Tm5Ts	5Tm5Ts

图 8

Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 或更大
2Ts		P3A	P1A	P1A
3Ts	P3B	P1B/P4A	P1B/P2A	P1B/P2A
4Ts	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A
5Ts 或更大	P4B	P2B/P4A	P2B/P2A	P2B/P2A

Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm 或更大
2Ts		P6A	P5A	P5A
3Ts	P6B	P5B/P8A	P5B/P7A	P5B/P7A
4Ts	P8B	P7B/P8A	P7B/P7A	P7B/P7A
5Ts 或更大	P8B	P7B/P8A	P7B/P7A	P7B/P7A

图 9



10

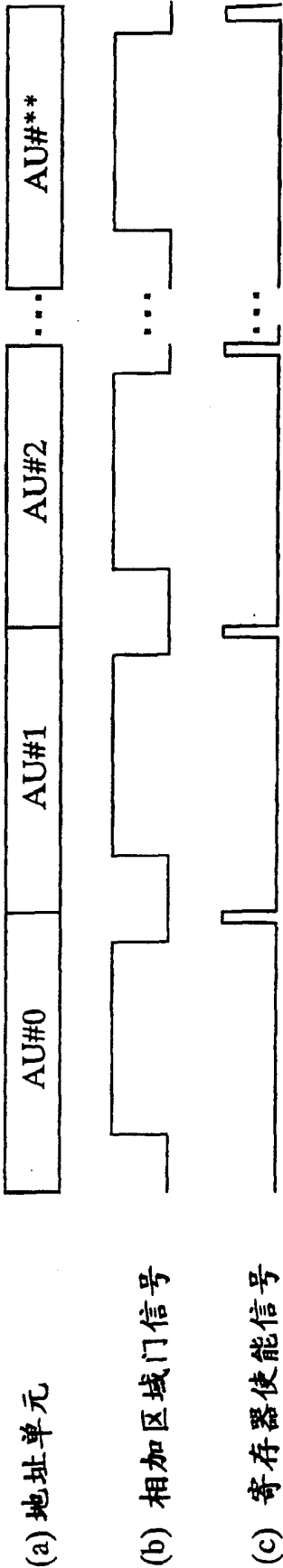


图 11

记录模式

2M3S2M4S2M5S3M2S3M3S3M4S3M5S4M 2S4M3S4M4S4M5S5M2S5M3S5M4S5M5S	11000110000111001110001110000111000001111001111 00011110000111100000111110011111000111110000111110000
--	--

图 12

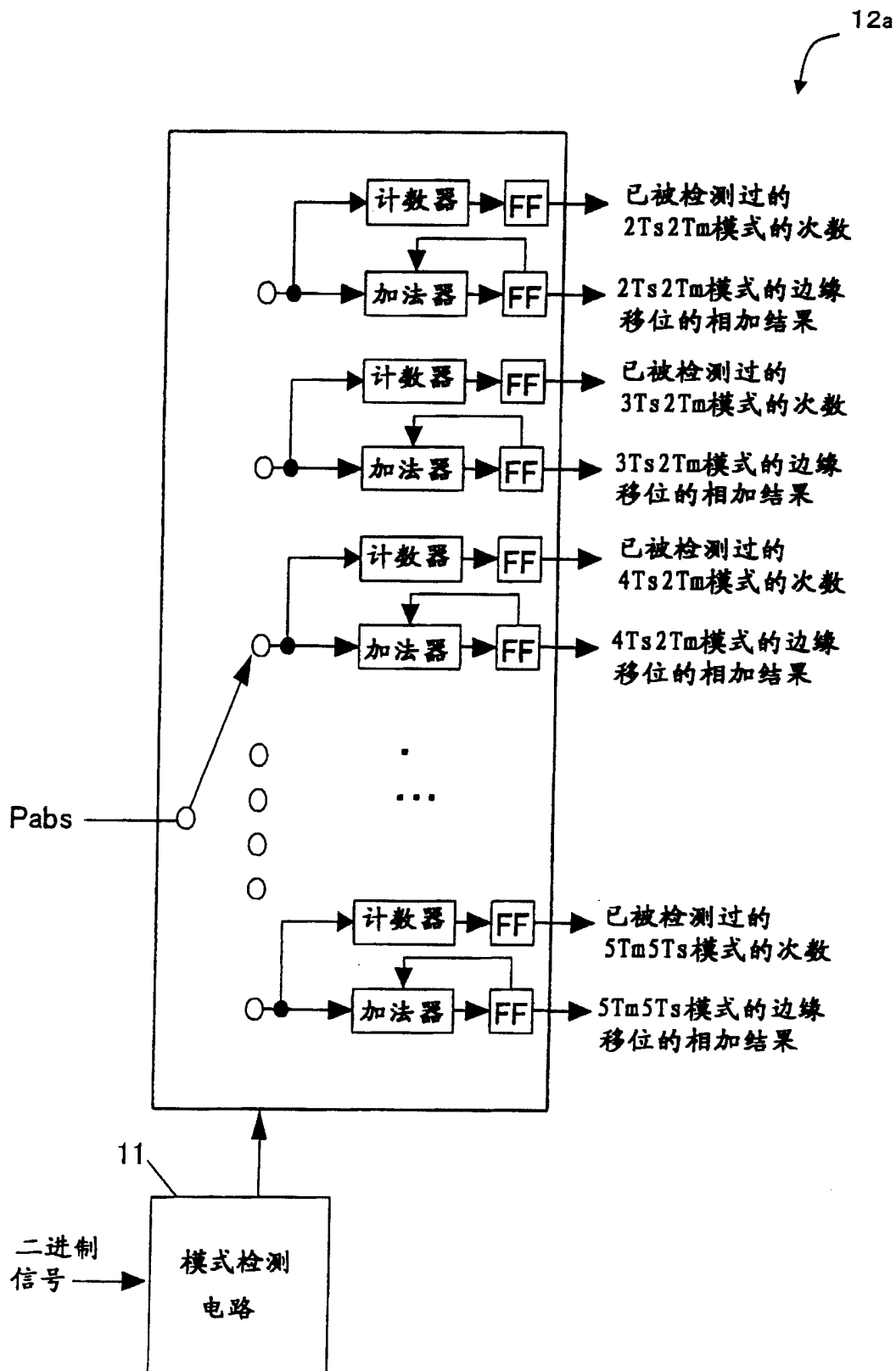


图 13

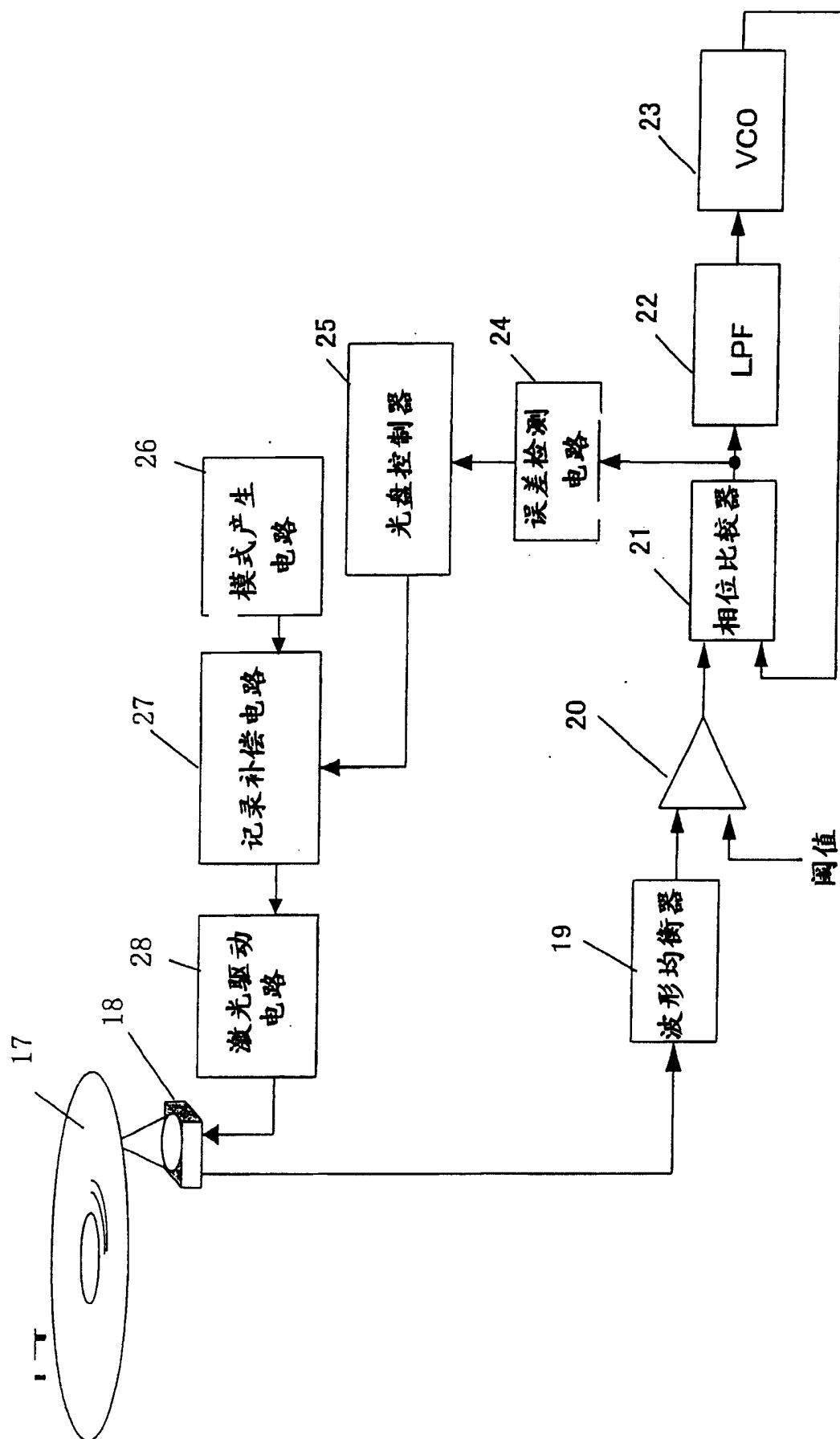


图 14

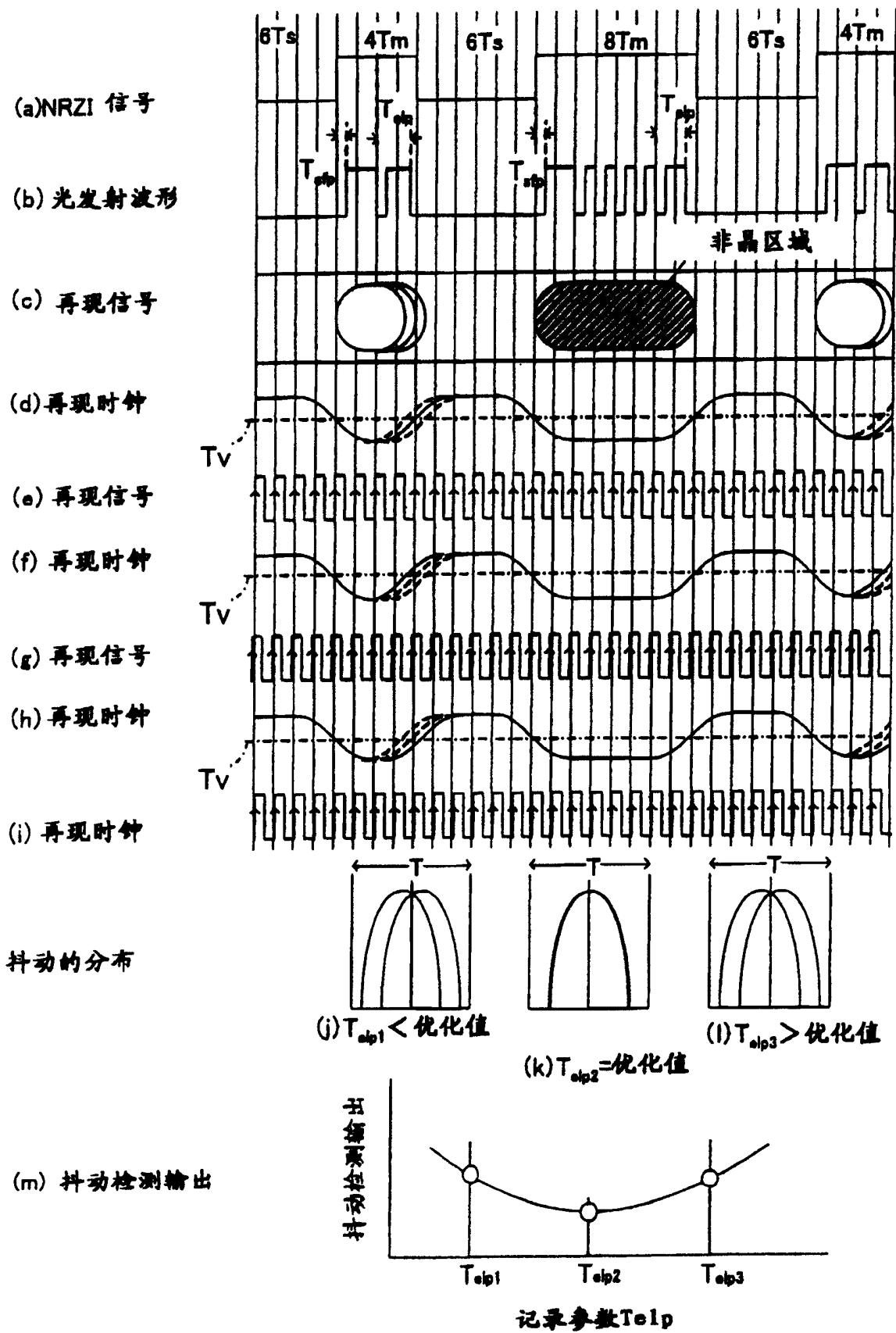
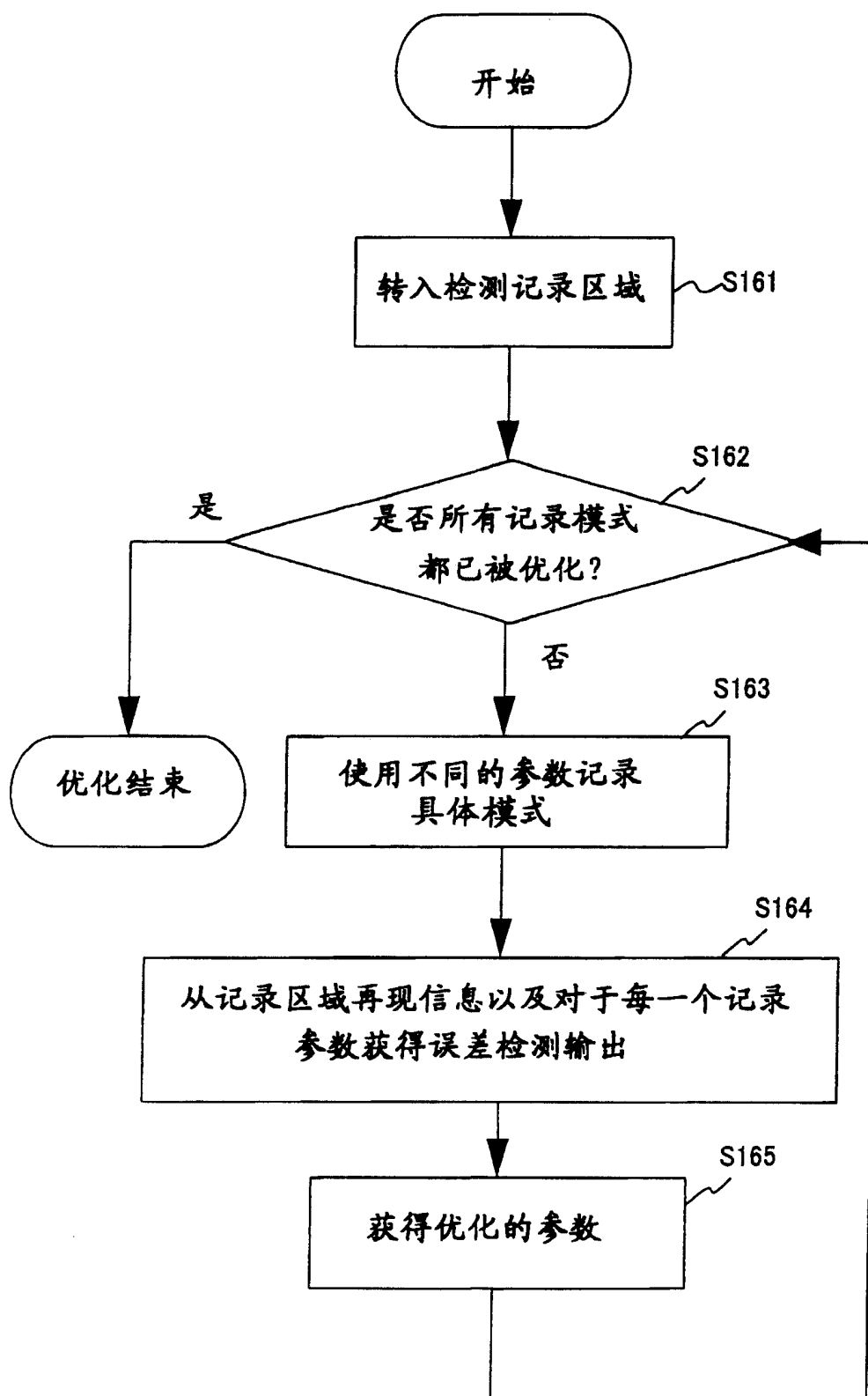


图 15



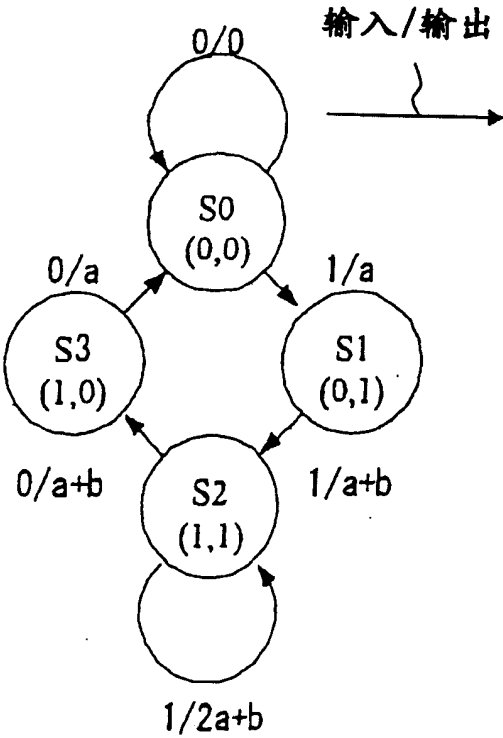


图 17

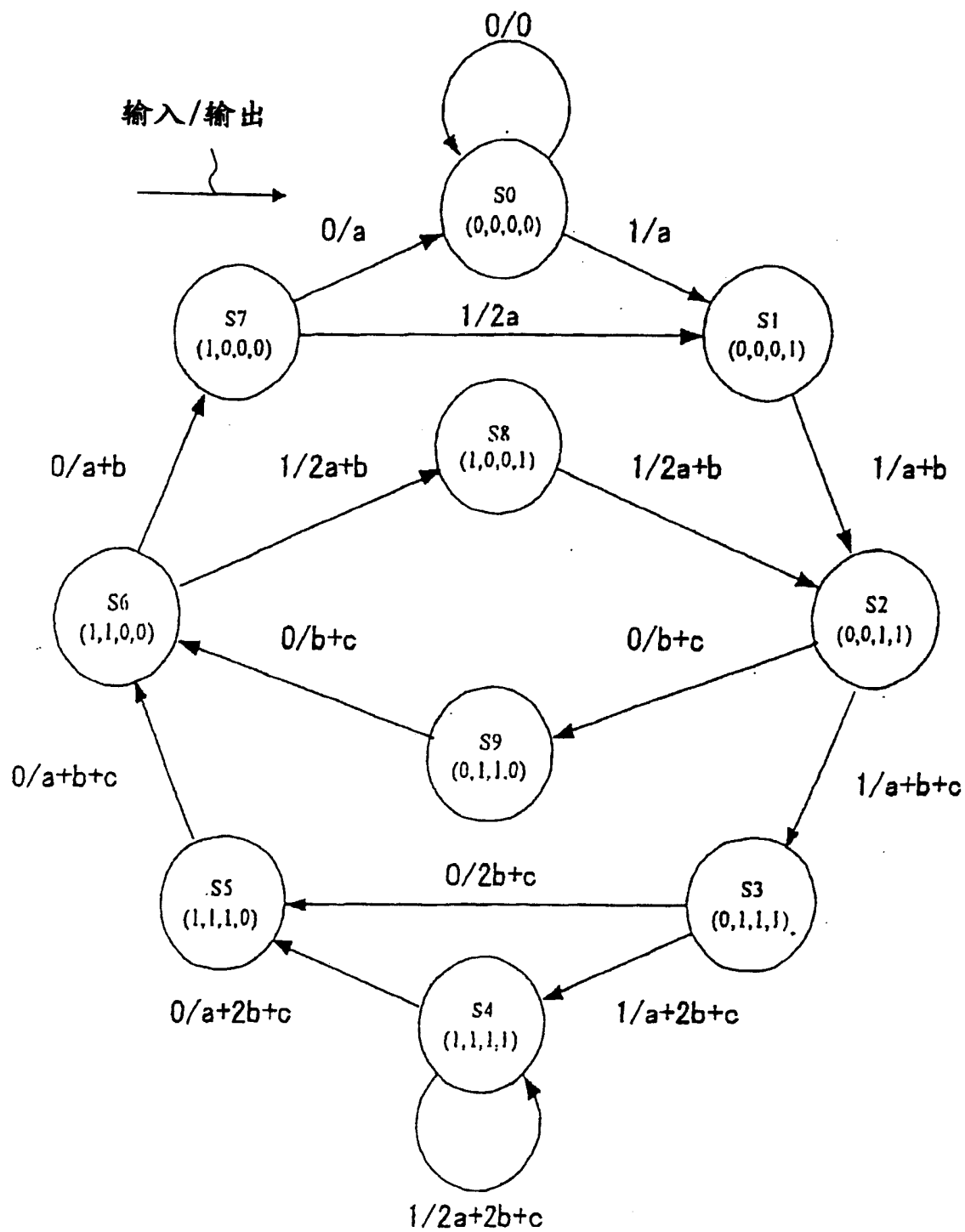


图 18