



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101807419 A

(43) 申请公布日 2010.08.18

(21) 申请号 201010166249.1

G11B 7/125 (2006.01)

(22) 申请日 2006.07.18

G11B 20/10 (2006.01)

(30) 优先权数据

2005-207769 2005. 07. 15 JP

(62) 分案原申请数据

200680025886.9 2006.07.18

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 东海林卫 日野泰守 宫下晴旬

小林勲

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

G11B 20/18 (2006.01)

G11B 7/0045 (2006.01)

G11B 7/007 (2006.01)

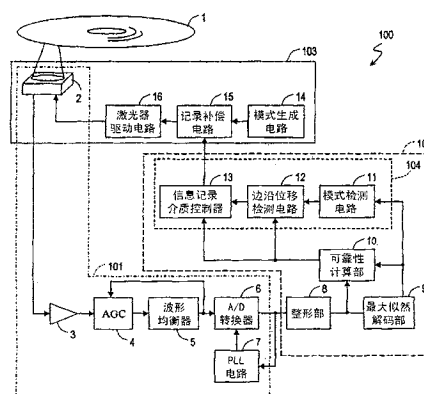
权利要求书 2 页 说明书 27 页 附图 32 页

(54) 发明名称

记录条件调整装置及方法以及记录再生装置

(57) 摘要

本发明提供一种记录再生装置、记录条件调整装置以及记录再生方法。将相当于记录标记的边沿的始终端部分、且在最大似然解码法中错误发生率高的部分的最大似然解码结果的可靠性值 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的运算,对每个规定的标记长度与之前的空白长度的组合、和标记长度与之后的空白长度的组合进行计算,并根据其计算结果对记录参数实施最佳化,进行反映出最佳化的记录参数的记录。



1. 一种记录条件调整装置, 决定信息记录介质的记录条件, 其中具有:

最大似然解码部, 其根据从信息记录介质再生的信号生成 2 值化信号;

计算部, 其计算出第 1 指标和第 2 指标, 并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得到的第 3 指标, 该第 1 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度, 该第 2 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度; 以及,

调整部, 其根据上述第 3 指标, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的记录条件。

2. 根据权利要求 1 所述的记录条件调整装置, 其特征在于,

上述调整部, 根据上述第 3 指标的分散程度, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的记录功率。

3. 根据权利要求 1 所述的记录条件调整装置, 其特征在于,

上述调整部, 根据上述第 3 指标的平均值, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的标记位置。

4. 一种记录条件调整方法, 决定信息记录介质的记录条件, 其中具有:

最大似然解码步骤, 根据从信息记录介质再生的信号生成 2 值化信号;

计算步骤, 计算出第 1 指标和第 2 指标, 并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得到的第 3 指标, 该第 1 指标表示由上述最大似然解码步骤判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度, 该第 2 指标表示由上述最大似然解码步骤判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度; 以及,

调整步骤, 根据上述第 3 指标, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的记录条件。

5. 一种记录再生装置, 决定信息记录介质的记录条件, 并以上述记录条件进行记录, 其中具有:

最大似然解码部, 其根据从信息记录介质再生的信号生成 2 值化信号;

计算部, 其计算出第 1 指标和第 2 指标, 并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得到的第 3 指标, 该第 1 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度, 该第 2 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度;

调整部, 其根据上述第 3 指标, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的记录条件; 以及,

记录部, 以上述调整后的记录条件, 对上述信息记录介质进行记录。

6. 一种信息记录介质的制造方法, 其特征在于,

具有形成用于记录上述信息记录介质的记录条件的区域的步骤,

上述信息记录介质中, 通过由根据从信息记录介质再生的信号生成 2 值化信号的最大似然解码处理, 计算出表示判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度的第 1 指标、表示判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度的第 2 指标、以及基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得到的第 3 指标,

根据上述第 3 指标, 调整用于在上述信息记录介质对记录标记进行记录的记录条件。

7. 一种信息记录介质的评价方法,对信息记录介质的品质进行评价,其中具有:
最大似然解码步骤,其根据从信息记录介质再生的信号生成 2 值化信号;

计算步骤,其计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得到的第 3 指标,该第 1 指标表示由上述最大似然解码步骤判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示由上述最大似然解码步骤判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度;以及,

评价步骤,其根据上述第 3 指标,评价上述信息记录介质的记录品质。

8. 一种信息记录介质的再生方法,是对由权利要求 6 上述的制造方法制造的信息记录介质、或者权利要求 7 上述的评价方法评价的信息记录介质进行再生的方法,其中包含:

对上述信息记录介质照射激光,并接收反射光的步骤;

根据上述接收到的反射光,基于上述信息记录介质上形成的记录标记、以及记录标记之间空白列,对信息进行再生。

记录条件调整装置及方法以及记录再生装置

[0001] 本申请是申请号为 200680025886.9、申请日为 2008 年 7 月 16 日、发明名称为“记录再生装置、记录条件调整装置以及记录再生方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及使用了最大似然解码法的记录再生装置、记录条件调整装置以及记录再生方法。

背景技术

[0003] 在可移动记录介质上记录原数字信息,并进行再生的记录再生装置中,即使使用同一形状的记录脉冲,有时也会因装置和记录介质的个体差异,使得在介质上形成的标记形状发生偏差,导致再生的信号品质大不相同。为了防止因这样的偏差而导致可靠性下降,在记录介质的装载时等,进行了校正动作。所谓校正是指为了确保用户数据的可靠性所进行的再生系统的特性设定、记录脉冲的形状等的最佳化的控制。

[0004] 在一般的信息再生装置中使用 PLL 电路,该 PLL 电路提取再生信号中所包含的时钟信息,根据所提取的时钟信息辨别原数字信息。

[0005] 图 33 表示以往的光盘驱动器。来自光盘 17 的反射光由光学头 18 转换成再生信号。再生信号由波形均衡器 19 进行波形整形。波形整形后的再生信号通过比较器 20 被 2 值化。通常,比较器 20 的阈值被反馈控制,以使 2 值化信号输出的积分结果成为 0。相位比较器 21 求出 2 值化信号输出与再生时钟的相位误差。由 LPF22 对相位误差进行平均处理,处理结果成为 VC023 的控制电压。对相位比较器 21 进行反馈控制,以使从相位比较器 21 输出的相位误差总为 0。在被热记录的记录介质上,基于介质上的热干扰和前后的记录模式(pattern),在介质上形成的标记的形状会不同。因此,必须在各个模式的记录中进行最佳的记录参数设定。

[0006] 评价记录参数的指标,是上述那样的误差检测输出。以使误差检测输出成为最小的方式进行记录参数的设定。具体而言,记录补偿电路 27 使用初始设定的记录参数,根据从模式发生电路 26 输出的记录模式,生成规定波形的脉冲,激光驱动电路 28 把信息记录到光盘上。在从记录了规定模式的轨道再生信息时,误差检测电路 24,通过对比较器 20 的输出和 VC023 的输出的相位误差的绝对值进行积分,来获得检测信号。该检测信号,与再生时钟和 2 值化脉冲沿之间的抖动(jitter)具有相关性。通过改变记录参数来反复进行记录和再生。将检测值为最小时的记录参数设定为最佳。

[0007] 图 34 表示误差检测电路 24 的具体动作的状况。列举的是,使用具有例如 6T、4T、6T、8T 的反复模式的记录脉冲时的、实现 4T 标记和 6T 空白(space)的组合模式所对应的标记末端边沿的最佳化的情况。设 6T 空白和 8T 标记的组合模式所对应的标记始端边沿、及 8T 标记和 6T 空白的组合模式所对应的末端边沿,是以最佳的记录参数记录的。

[0008] 记录补偿电路 27 在被提供了如图 34(a) 所示的周期的 NRZI 信号时,生成如图 34(b) 所示的激光驱动波形脉冲。Tsfp 是设定标记始端位置的参数,Telp 是设定标记末端

位置的参数。激光驱动电路 28 按照图 34(b) 那样的模式调制发光功率。通过激光发光,如图 34(c) 那样在轨道上以物理方式形成无定型(amorphous)区域。在使 $Te1p$ 变化为 $Te1p1$ 、 $Te1p2$ 、 $Te1p3$ 的情况下,所形成的标记的形状如图 34(c) 那样变化。考虑从这种记录状态的轨道实施的信息再生。

[0009] 在将 4T 标记末端的记录参数设定为最佳值的 $Te1p2$ 时,可获得图 34(d) 中以实线表示的再生信号。阈值被设定为使比较器输出的积分值为 0。检测出比较器输出与再生时钟的相位差,按照使相位误差的积分值为 0 的方式生成再生时钟(图 34(e))。

[0010] 接着,考虑将 4T 标记末端的记录参数设定得比最佳值小,设为 $Te1p1$ 的情况。此时,可获得图 34(f) 中实线所示的再生信号。由于 4T 标记末端边沿在时间轴方向上变化,所以,比较器的阈值 Tv 与图 34(d) 相比,如图 34(f) 的点虚线所示那样变大。由于比较器输出发生了变化,所以,以相位误差的积分值为 0 的方式,与图 34(e) 相比再生时钟的相位超前,生成如图 34(g) 那样的再生时钟。

[0011] 反之,考虑将 4T 标记末端的记录参数设定得比最佳值大,设为 $Te1p3$ 的情况。此时,可获得图 34(h) 中实线所示的再生信号。由于 4T 标记末端边沿在时间轴方向上变化,所以,比较器的阈值 Tv 与图 34(d) 相比,如图 34(h) 的点虚线那样变小。由于比较器输出发生了变化,所以按照相位误差的积分值为 0 的方式,与图 34(e) 相比再生时钟的相位滞后,生成如图 34(i) 那样的再生时钟。

[0012] 如果对标记末端边沿(再生信号的上升沿)与再生时钟的时间差(所谓的数据-时钟间抖动)进行测定,则可得到如图 34 的(j)~(l)那样的分布。其中,假定 4T 标记末端和 8T 标记末端边沿具有形成相同分散值的正态分布的偏差。

[0013] 在图 34(d)、图 34(e) 那样的再生信号和再生时钟的情况下,如果求出上升沿(标记末端边沿)上的比较器输出与再生时钟的时间差的分布,则成为图 34(k) 那样。4T 标记末端和 8T 标记末端的分布的各自平均值成为 0。

[0014] 但是,在 4T 标记末端的参数为 $Te1p1$ (比最佳值 $Te1p2$ 小的值)时,如图 34(j) 那样,4T 标记末端边沿的分布的平均值和 8T 标记末端边沿的分布的平均值不为 0,而是距 0 相同距离的分布。因此,上升沿的总体分散比图 34(k) 的情况大。同样,在 4T 标记末端的参数为 $Te1p3$ (比最佳值 $Te1p2$ 大的值)时,如图 34(l) 那样,4T 标记末端边沿的分布的平均值和 8T 标记末端边沿的分布的平均值不为 0,而是距 0 相同距离的分布。图 34(l) 和图 34(j),4T 标记末端和 8T 标记末端的分布被替换。在此情况下,上升沿的总体分散也比图 34(k) 的情况大。

[0015] 在将累积了相位误差的绝对值的结果作为误差检测输出的情况下,误差检测值如图 34(m) 所示那样,随着记录参数 $Te1p$ 的变化而变化。因此,使记录参数变化,将误差检测电路 24 的输出成为最小时的参数设定为最佳值。

[0016] 在上述的例子中,说明了在将 4T 标记末端的参数 $Te1p$ 最佳化时的步骤,但对于其他的参数,也使用与各自对应的特定模式进行测试记录,根据误差检测输出来求出最佳参数。

[0017] 如果用流程图来表示按照以上的步骤求出全部的记录参数时的动作,则如图 35 所示。访问进行测试记录的介质的区域(S161),一边使标记始端或标记末端的记录参数按每个规定区域(例如扇区)变化,一边进行测试记录(S163)。从测试记录区域进行信息的

再生,对使参数变化的每个区域获得误差检测输出(S164)。求出误差检测输出成为最小的参数(S165)。为了求出下一个参数,反复进行以上的动作,直到求出全部参数为止(S162)(参照专利文献1、专利文献2)。

[0018] 专利文献1:特开2000-200418号公报

[0019] 专利文献2:特开2001-109597号公报

[0020] 但是,在如上述那样将记录参数设定为使抖动成为最小的方法中,在采用了最大似然解码法的系统中,有时不能使错误的发生概率为最小。最大似然解码法,典型的情况下,预先根据再生信号波形推定好信号模式,然后一边将再生信号波形与推定信号波形比较,一边将再生信号解码为具有可能是最正确的信号模式的信号的方法。在最大似然解码法中,再生信号波形与推定信号波形的差异越小,错误的发生概率就越小。

发明内容

[0021] 本发明的目的在于,提供一种记录条件调整装置、记录再生装置以及记录控制方法,能够在信息的记录时通过优化记录参数,使进行最大似然解码时的错误发生概率降到最小。

[0022] 本发明的记录条件调整装置的特征是,具有:整形部,其接受根据表示从信息记录介质再生的第1信息的模拟信号生成的第1数字信号,将上述第1数字信号的波形整形,生成第2数字信号;最大似然解码部,其对上述第2数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的2值化信号;计算部,其计算出第1指标和第2指标,并且计算出基于上述第1指标与上述第2指标之差得出的第3指标,该第1指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第1状态迁移列的正确度,该第2指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第2状态迁移列的正确度;和调整部,其根据上述第3指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第2信息的记录信号的功率。

[0023] 在某一实施方式中,上述调整部调整上述记录信号的功率,使上述分散程度减小。

[0024] 在某一实施方式中,上述调整部调整上述记录信号的功率,使上述分散程度成为规定值以下。

[0025] 在某一实施方式中,上述调整部根据上述第3指标的平均值调整上述记录信号的边沿位置。

[0026] 在某一实施方式中,上述调整部调整上述记录信号的边沿位置,使上述平均值的绝对值减小。

[0027] 在某一实施方式中,上述调整部调整上述记录信号的边沿位置,使上述平均值的绝对值成为规定值以下。

[0028] 在某一实施方式中,上述调整部根据上述第3指标的平均值调整上述记录信号的边沿位置,上述调整部,在上述分散程度在规定的规定值以下,并且上述平均值的绝对值大于规定的规定值的情况下,相对上述记录信号的功率,优先调整边沿位置,使上述平均值的绝对值成为规定值以下,上述调整部在上述平均值的绝对值在规定的规定值以下,并且上述分散程度大于规定的规定值的情况下,相对上述记录信号的边沿位置,优先调整功率,使上述平均值的绝对值成为规定值以下。

[0029] 本发明的记录条件调整方法的特征是,包括:接受根据表示从信息记录介质再生

的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号的步骤;对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号的步骤;计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标的步骤,该第 1 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度;和根据上述第 3 指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的功率的步骤。

[0030] 本发明的程序用于执行记录条件的调整处理,其特征是,上述记录条件的调整处理包括:接受根据表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号的步骤;对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号的步骤;计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标的步骤,该第 1 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度;和根据上述第 3 指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的功率的步骤。

[0031] 本发明的信息记录装置,具有根据表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成第 1 数字信号的再生部;和记录条件调整装置,其特征是,上述记录条件调整装置具有:整形部,其接受由表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号;最大似然解码部,其对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号;计算部,其计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标,该第 1 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示由上述最大似然解码部判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度;和调整部,其根据上述第 3 指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的功率,并且还具有记录部,其根据上述记录信号的功率调整结果,向上述信息记录介质记录第 2 信息。

[0032] 本发明的信息记录介质,被用在下述的记录条件调整方法中,该方法接受根据表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号,对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号,计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标,该第 1 指标表示判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度,根据上述第 3 指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的功率,上述信息记录介质的特征是,具有用于记录使上述分散程度小于规定值的记录条件的区域。

[0033] 本发明的信息记录介质被用在下述的记录条件调整方法中,该方法接受根据表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号,对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号,计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标,该第 1 指标表示判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该

第 2 指标表示判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度,根据上述第 3 指标的平均值,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的边沿位置,上述信息记录介质的特征是,具有用于记录使上述平均值小于规定值的记录条件的区域。

[0034] 本发明的信息记录介质被用在下述的记录条件调整方法中,该方法接受根据表示从信息记录介质再生的第 1 信息的模拟信号生成的第 1 数字信号,将上述第 1 数字信号的波形整形,生成第 2 数字信号,对上述第 2 数字信号进行最大似然解码,生成可能是最正确的 2 值化信号,计算出第 1 指标和第 2 指标,并且计算出基于上述第 1 指标与上述第 2 指标之差得出的第 3 指标,该第 1 指标表示判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度,该第 2 指标表示判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度,根据上述第 3 指标的分散程度,调整用于在上述信息记录介质记录第 2 信息的记录信号的功率,根据上述第 3 指标的平均值,调整用于在上述信息记录介质中记录第 2 信息的记录信号的边沿位置,上述信息记录介质的特征是,具有用于记录下述记录条件中的至少 1 个条件的区域,这些记录条件包括:使上述分散程度小于规定值的记录条件、使上述平均值小于规定值的记录条件、和使上述分散程度的平方与上述平均值的平方之和的平方根的值小于规定值的记录条件。

[0035] 本发明的记录条件调整方法,取得通过再生以规定的记录条件记录的信息而获得的再生信息,并通过评价上述再生信息,来调整上述记录条件,其特征是包含:根据从在上述评价中使用的指标得出的第 1 要素,调整记录功率的功率调整步骤;和在上述功率调整步骤之前或之后,根据从在上述评价中使用的指标得出的第 2 要素,调整记录位置的位置调整步骤。

[0036] 在某一实施方式中,在上述评价中使用的指标是统计性的指标,上述第 1 要素是与上述指标的分散程度相关的信息,上述第 2 要素是与上述指标的平均值相关的信息。

[0037] 在某一实施方式中,在上述第 1 要素满足第 1 条件,上述第 2 要素不满足第 2 条件的情况下,调整上述记录位置,在上述第 1 要素不满足第 1 条件,上述第 2 要素满足第 2 条件的情况下,调整上述记录功率。

[0038] 根据本发明,计算出表示在最大似然解码中被判断为可能是最正确的第 1 状态迁移列的正确度的第 1 指标、和表示被判断为可能是其次正确的第 2 状态迁移列的正确度的第 2 指标,并且计算根据第 1 指标与第 2 指标之差得到的第 3 指标。然后,根据第 3 指标的分散程度调整用于向信息记录介质记录信息的记录信号的功率。由此,由于可调整记录信号的功率和形状,使最大似然解码的结果的可靠性提高,所以可减小进行最大似然解码时的错误发生概率。

附图说明

[0039] 图 1 是表示根据最小极性反转间隔为 2 的记录编码和均衡方式 PR(1、2、2、1) 规定的状态迁移规则的状态迁移图。

[0040] 图 2 是通过将状态迁移图沿着时间轴展开而能够得到的格构 (trellis) 图。

[0041] 图 3 是表示 $P_a - P_b$ 及 $|P_a - P_b| - P_{std}$ 的分布的图。

[0042] 图 4 是表示本发明的实施方式所涉及的记录再生装置 100 的结构图。

[0043] 图 5 是表示本发明实施方式的记录波形学习处理步骤的流程图。

[0044] 图 6 是表示对每个写入功率画出指标 M_{SN} , 求出最佳写入功率 P_{wo} 的例子的图。

- [0045] 图 7 是表示测试模式、和对该模式进行再生时的波形的图。
- [0046] 图 8 是表示对每个消去功率画出指标 M_{SN} , 求出最佳消去功率 Peo 的例子的图。
- [0047] 图 9 是表示对每个基础功率 (bottom power) 画出指标 M_{SN} , 求出最佳基础功率 Pbo 的例子的图。
- [0048] 图 10 是表示 $Pa-Pb$ 和 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布的图。
- [0049] 图 11 是表示 $Pa-Pb$ 和 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布的图。
- [0050] 图 12 是表示 $Pa-Pb$ 和 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布的图。
- [0051] 图 13 是表示具有写入功率 Pw 、消去功率 Pe 及基础功率 Pb 的多脉冲 (multi pulse) 的图。
- [0052] 图 14 是表示模式检测电路和边沿移位检测电路的图。
- [0053] 图 15 是表示边沿移位检测电路的动作的流程图。
- [0054] 图 16 是表示学习用记录模式的一例的图。
- [0055] 图 17 是表示边沿移位检测电路 12a (边沿移位检测电路 12 的变形例) 的图。
- [0056] 图 18 是表示 8 个模式 (Pattern-1 ~ Pattern-8) 的采样值的图。
- [0057] 图 19 是表示 Pattern1 中的再生波形与记录标记的偏差的相关性的图。
- [0058] 图 20 是表示 Pattern1 中的再生波形与记录标记的偏差的相关性的图。
- [0059] 图 21 是表示需要最佳化的记录参数的一览图。
- [0060] 图 22 是表示以特定的 8 个模式中的任意模式中检测出需要最佳化的记录参数的图。
- [0061] 图 23 是表示 M_{SN} 和 M_{SHIFT} 的灵敏度的图。
- [0062] 图 24A 是表示在进行了记录功率的调整之后, 进行记录波形的调整的记录参数最佳化的步骤的流程图。
- [0063] 图 24B 是表示用户数据的记录中的记录功率的最佳化步骤的流程图。
- [0064] 图 24C 是表示用户数据的记录中的记录边沿位置的最佳化步骤的流程图。
- [0065] 图 25 是表示在记录功率学习时的测试记录所使用的记录功率设定的图。
- [0066] 图 26 是表示在图 25 所示的记录功率设定的条件下获得的指标 M_{SN} 的值的图。
- [0067] 图 27 是表示在图 25 所示的记录功率设定的条件下获得的指标 M_{SN} 的值的图。
- [0068] 图 28 是表示在记录功率学习时的测试记录所使用的记录波形设定的图。
- [0069] 图 29 是表示在图 28 所示的记录波形设定的条件下获得的指标 M_{SHIFT} 的值的图。
- [0070] 图 30 是表示在图 28 所示的记录波形设定的条件下获得的指标 M_{SHIFT} 的值的图。
- [0071] 图 31 是表示在图 28 所示的记录波形设定的条件下获得的指标 M_{SHIFT} 的值的图。
- [0072] 图 32 是表示记录了最佳化记录条件的信息记录介质的管理信息记录区域的图。
- [0073] 图 33 是表示以往的光盘驱动器的结构的图。
- [0074] 图 34 是表示以往的误差检测电路的动作的图。
- [0075] 图 35 是表示以往的求出记录参数的动作的流程图。
- [0076] 图中: 1- 信息记录介质; 2- 光学头部; 3- 前置放大器; 4-AGC; 5- 波形均衡器;

6-A/D 转换器 ;7-PLL 电路 ;8- 整形部 ;9- 最大似然解码部 ;10- 可靠性计算部 ;11- 模式检测电路 ;12- 边沿移位检测电路 ;13- 信息记录介质控制器 ;14- 模式发生电路 ;15- 记录补偿电路 ;16- 激光器驱动部 ;100- 记录再生装置 ;101- 再生部 ;102- 记录条件调整装置 ;103- 记录部 ;104- 调整部。

具体实施方式

[0077] 下面,参照附图,对本发明的实施方式进行说明。

[0078] 本发明,在采用了最大似然解码法的系统中,对记录参数进行最佳化,以使再生信号错误的发生概率为最小。一般来说,由于受记录信息时的条件和再生条件的影响,再生信号会从正确表现信息的理想波形变成扰乱的波形。通过最大似然解码法,可根据再生信号波形推断出理想的波形模式,一边将再生信号波形与推定信号波形进行比较,一边将再生信号解码为具有可能是最正确的波形模式的信号。在最大似然解码法中,再生信号波形与推定信号波形的差异越小,再生错误的发生概率越小。本发明中,调整记录参数,使再生信号波形与推定信号波形的差异变小。

[0079] (1. 关于指标 M_{SN} 、指标 M_{SHIFT} 、指标 M)

[0080] 对使用最大似然解码法评价再生信号所使用的再生信号评价指标(指标 M_{SN} 、指标 M_{SHIFT} 、指标 M)进行说明。作为一例,说明使用最小极性反转间隔为 2 的记录编码(例如:1,7Run Length Limited 编码)对信号的波形进行整形,以使记录时及再生时的信号的频率特性成为 PR(1、2、2、1) 均衡时的再生信号评价指标。

[0081] 试行记录之后,在从被实施了记录的轨道再生的数字信号(“1”或“0”的 2 值化信号)的系列中,将当前时刻的记录编码设为 b_k ,将 1 时刻前的记录编码设为 b_{k-1} ,将 2 时刻前的记录编码设为 b_{k-2} ,将 3 时刻前的记录编码设为 b_{k-3} 。用(式 1)表示 PR(1、2、2、1) 均衡的理想输出值 $Level_v$ 。

[0082] (式 1)

[0083] $Level_v = b_{k-3} + 2b_{k-2} + 2b_{k-1} + b_k$

[0084] 这里, k 是表示时刻的整数, v 是 $0 \sim 6$ 的整数。

[0085] 如果将时刻 k 下的状态设为 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$,则可得到(表 1)的状态迁移表。

[0086] [表 1]

[0087] 表 1:根据最小反转间隔 2 和 PR(1、2、2、1) 的制约决定的状态迁移表

[0088]

时刻 $k-1$ 下的状态 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	时刻 k 下的状态 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	$b_k/Level_v$
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 0)$	0/0
$S(0, 0, 0)$	$S(0, 0, 1)$	1/1
$S(0, 0, 1)$	$S(0, 1, 1)$	1/3

时刻 $k-1$ 下的状态 $S(b_{k-3}, b_{k-2}, b_{k-1})$	时刻 k 下的状态 $S(b_{k-2}, b_{k-1}, b_k)$	b_k/Level_v
$S(0,1,1)$	$S(1,1,0)$	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

[0089] 为了简化说明,如果将时刻 k 下的状态 $S(0,0,0)_k$ 设为 $S0_k$,将状态 $S(0,0,1)_k$ 设为 $S1_k$,将状态 $S(0,1,1)_k$ 设为 $S2_k$,将状态 $S(1,1,1)_k$ 设为 $S3_k$,将状态 $S(1,1,0)_k$ 设为 $S4_k$,将状态 $S(1,0,0)_k$ 设为 $S5_k$,则可获得图 1 所示的状态迁移图。

[0090] 图 1 是表示根据最小极性反转间隔为 2 的记录编码和均衡方式 PR(1、2、2、1) 决定的状态迁移规则的状态迁移图。

[0091] 图 2 是通过将图 1 的状态迁移图沿着时间轴展开而得到的格构图。

[0092] 下面,参照图 1 和图 2,对根据最小极性反转间隔为 2 的记录编码、和均衡方式 PR(1、2、2、1) 决定的状态迁移进行说明。

[0093] 着眼于时刻 k 下的状态 $S0_k$ 和时刻 $k-4$ 的状态 $S0_{k-4}$ 。图 2 表示可在状态 $S0_k$ 和状态 $S0_{k-4}$ 之间取得的两个状态迁移列。如果将 1 个可取的状态迁移系列设为路径 A,则路径 A 在状态 $S2_{k-4}$ 、 $S4_{k-3}$ 、 $S0_{k-1}$ 、 $S0_k$ 迁移。如果将另 1 个状态迁移系列设为路径 B,则路径 B 在状态 $S2_{k-4}$ 、 $S3_{k-3}$ 、 $S4_{k-2}$ 、 $S5_{k-1}$ 、 $S0_k$ 迁移。

[0094] 这些路径 A 和 B,相当于根据再生信号波形推定的理想波形的候补。在最大似然解码法中,将所推定的路径 A 和 B 与再生信号波形进行比较,选择被判断为表示更正确的波形的路径,以与所选择的路径相匹配的方式解码再生信号。

[0095] 如果将从时刻 $k-6$ 到时刻 k 的最大似然解码结果设为 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k)$,则在获得了成为 $(C_{k-6}, C_{k-5}, C_{k-4}, C_{k-3}, C_{k-2}, C_{k-1}, C_k) = (0, 1, 1, x, 0, 0, 0)$ 的解码结果 (x 是 0 或 1 的值) 时,推定为路径 A 或路径 B 的状态迁移列是最正确的。由于路径 A 和路径 B 双方,在时刻 $k-4$ 下的状态为状态 $S2_{k-4}$ 的正确度相同,所以,通过求出从时刻 $k-3$ 到时刻 k 的从再生信号 y_{k-3} 到再生信号 y_k 的值、与路径 A 及路径 B 各自的期待值之差的平方后的值的累加值,可得知路径 A 和路径 B 的哪一方的状态迁移列更为正确。

[0096] 如果将从时刻 $k-3$ 到时刻 k 的从再生信号 y_{k-3} 到 y_k 的值、与路径 A 的期待值之差的平方值的累加值设为 Pa ,则 Pa 可用 (式 2) 表示。

[0097] (式 2)

$$[0098] \quad Pa = (y_{k-3}-4)^2 + (y_{k-2}-3)^2 + (y_{k-1}-1)^2 + (y_k-0)^2$$

[0099] 如果将从时刻 k-3 到时刻 k 的从再生信号 y_{k-3} 到 y_k 的值、与路径 B 的期待值之差的平方值的累加值设为 Pb, 则 Pb 可用 (式 3) 表示。

[0100] (式 3)

$$[0101] \quad Pb = (y_{k-3}-5)^2 + (y_{k-2}-5)^2 + (y_{k-1}-3)^2 + (y_k-1)^2$$

[0102] Pa 表示路径 A 与再生信号分离的程度, $Pa = 0$ 表示路径 A 与再生信号为一致的状态, Pa 的值越大路径 A 与再生信号离得越远。同样, Pb 表示路径 B 与再生信号分离的程度, $Pb = 0$ 表示路径 B 与再生信号为一致的状态, Pb 的值越大, 路径 B 与再生信号离得越远。

[0103] 下面, 说明表示最大似然解码结果的可靠性的 Pa 与 Pb 之差 Pa-Pb 的含义。最大似然解码部, 如果 $Pa \ll Pb$, 则无疑地选择路径 A, 如果 $Pa \gg Pb$, 则无疑地选择路径 B。另外, 如果 $Pa = Pb$, 则选择路径 A、路径 B 的任意一方也属正常, 因为解码结果的正确与否各占 5 成。通过这样以规定的时间或规定的次数, 根据解码结果求出 Pa-Pb, 则可得到 Pa-Pb 的分布。

[0104] 图 3 表示 Pa-Pb 和 $|Pa-Pb|$ -Pstd 的分布。

[0105] 图 3(a) 表示在再生信号中叠加了噪声的情况下的 Pa-Pb 的分布。分布具有 2 个峰值, 1 个是在 $Pa = 0$ 时频度成为极大, 另 1 个是在 $Pb = 0$ 时频度成为极大。

[0106] 进行了多次解码的结果是, 再生信号与路径 A 近似的情况下, 可得到在 $Pa = 0$ 时频度为极大的山形分布。同样, 在再生信号与路径 B 近似的情况下, 可得到在 $Pb = 0$ 时频度为极大的山形分布。

[0107] 对于 $Pa = 0$ 时的 Pa-Pb 的值, 用 -Pstd 表示, 对于 $Pb = 0$ 时的 Pa-Pb 的值, 用 Pstd 表示。计算 Pa-Pb 的绝对值, 求出 $|Pa-Pb|$ -Pstd。

[0108] 图 3(b) 表示 $|Pa-Pb|$ -Pstd 的分布。求出图 3(b) 所示的分布的标准偏差 σ 和平均值 Pave。设图 3(b) 所示的分布为正态分布, 例如, 如果根据 σ 和 Pave, 将解码结果的可靠性的 $|Pa-Pb|$ 的值为 -Pstd 以下时设定为发生了错误的状态, 则错误概率 $P(\sigma, Pave)$ 如 (式 4) 所示。

[0109] (式 4)

$$[0110] \quad P(\sigma, Pave) = \text{erfc}((Pstd+Pave)/\sigma)$$

[0111] 基于根据 Pa-Pb 的分布计算出的平均值 Pave 和标准偏差 σ , 可预测出表示最大似然解码结果的 2 值化信号的错误率。即, 可以将平均值 Pave 和标准偏差 σ 作为再生信号品质的指标。

[0112] 另外, 在上述的例子中, 是假定 $|Pa-Pb|$ 的分布是正态分布, 但在分布不是正态分布的情况下, 也可以对 $|Pa-Pb|$ -Pstd 的值成为基准值以下的次数进行计数, 将该计数作为信号品质的指标。

[0113] 在根据最小极性反转间隔为 2 的记录编码、和均衡方式 PR(1、2、2、1) 所决定的状态迁移规则的情况下, 在状态迁移时可取 2 个状态迁移列的那种组合, 在从时刻 k-4 到时刻 k 的范围内存在 8 个模式, 在从时刻 k-5 到时刻 k 的范围内存在 8 个模式, 在从时刻 k-6 到时刻 k 的范围内存在 8 个模式。如果进一步扩大检测范围, 则可取 2 个状态迁移列的这种组合, 存在可靠性 Pa-Pb 模式。

[0114] 在众多模式中,存在许多对记录参数(写入功率、消去功率等)的变化不敏感的模式。例如,是与长标记的空白或标记部的变化相关的路径。通过排除这样的模式,而只选择对记录参数反应敏感的模式,可高精度检测出再生波形对记录参数变化(记录功率变化)的变化。(表2)表示针对该记录参数灵敏度高的模式。

[0115] [表2]

[0116] 表2:可取2个迁移的最短的状态迁移的组合

状态迁移	解码结果的可靠性 Pa-Pb	
	Pa=0 的情况	Pb=0 的情况
$S2_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S0_k$	-10	+10
$S2_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S3_{k-4} \rightarrow S1_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S4_k$	-10	+10
$S0_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10
$S5_{k-4} \rightarrow S3_k$	-10	+10

[0118] 即,(表2)的模式组,与从标记到空白、或从空白到标记的迁移波形相关,例如,集中了对记录先头脉冲的功率(写入功率)、冷脉冲的功率(基础功率:Bottom Power)或写入功率/消去功率比的变动反应敏感的部分的模式。

[0119] 这里重要的是,通过将可靠性 Pa-Pb 作为再生信号品质的指标,即使不检测出全部的模式,只要检测出错误可能性(错误率)大的模式,就能将该检测结果作为与错误率相关的指标。这里,所谓错误可能性大的模式,实质上是指可靠性 Pa-Pb 的值变小的模式,是 $Pa-Pb = \pm 10$ 的8个模式。如果对这8个模式和 Pa-Pb 进行整理,则成为上述(表2)。

[0120] 进而,计算出 $X = |Pa-Pb| - P_{std}$, 根据其分布,求出标准偏差 $\sigma(X)$ 与平均值 $E(X)$ ($E = P_{ave}$)。如参照图(b)说明的那样,假定是正态分布,则各自发生错误的概率 P 为(式5)。

[0121] (式5)

[0122] $P(\sigma(X), E(X)) = \text{erfc}((P_{std} + E(X))/\sigma(X))$

[0123] 上述8个模式,是发生1比特位移错误(1bit shift error)的模式,其他的模式是发生2比特以上的位移错误的模式。如果分析 PRML(Partial Response Maximum Likelihood) 处理后的错误模式,则由于几乎都是1比特位移错误,所以通过求解(式5),可推定出再生信号的错误率。这样,能够将标准偏差 $\sigma(X)$ 和平均值 $E(X)$ 作为表示再生信号的品质的指标使用。

[0124] 本发明申请者,在验证记录在光盘上的信号品质时,发现标准偏差 $\sigma(X)$ 在很大程度上依存于再生信号的 SN 比、或记录标记的不一致,另外平均值 $E(X)$ 在很大程度上依

存于再生信号中的边沿位移,即偏离记录标记的理想位置的平均错位。因此,通过设置最佳的记录条件,使标准偏差 $\sigma(X)$ 和平均值 $E(X)$ 减小,可进行适合于 PRML 的记录。此时,作为表示再生信号的 SN 比的指标,例如也可以定义(式 6)。

[0125] (式 6)

$$[0126] \quad M_SN = \sigma(X) / (2 \cdot d_{\min}^2) [\%]$$

[0127] 这里, $d_{\min}^2$ 是欧几里得距离的最小值的平方,在最小极性反转间隔为 2 的调制编码与 PR(1,2,2,1)ML 方式的组合下为 10。即 $d_{\min}^2 = 10 = P_{std}$ 。

[0128] 另外,作为表示再生信号中的边沿位移的程度的指标,例如也可以定义(式 7)

[0129] (式 7)

$$[0130] \quad M_SHIFT = E(X) / (2 \cdot d_{\min}^2) [\%]$$

[0131] 再有,作为考虑到再生信号中的 SN 比和边沿位移的程度这双方的总的指标 M,例如也可以定义(式 8)。

[0132] (式 8)

$$[0133] \quad M = [\{\sigma(X)\}^2 + \{E(X)\}^2]^{1/2} / (2 \cdot d_{\min}^2) [\%]$$

$$[0134] \quad = [M_SN^2 + M_SHIFT^2]^{1/2} [\%]$$

[0135] 另外,(式 6)、(式 7)、(式 8) 所示的这些指标,只要是利用标准偏差 $\sigma(X)$ 、平均值 $E(X)$ 表现的即可,并不限于此。

[0136] 通过使用指标 M_SN ,求出例如可在进行试记录的同时获得规定值以下的 M_SN 的记录条件,从而能进行能确保 SN 比的记录。另外,作为用于确保 SN 比的记录条件,虽然主要可考虑提高激光的照射功率,但除此以外,也可以加宽如图 13 所示那样的脉冲发光波形中的除了两端的脉冲的中央的脉冲串的宽度。特别是在只能进行 1 次记录的类型的光盘中,一般通过提高照射功率、和加宽除了两端的脉冲的中央附近的脉冲的宽度,可增大记录标记在半径方向上的宽度,提高 SN 比。

[0137] 另外,通过使用指标 M_SHIFT ,求出例如在进行试记录的同时可获得规定值以下的 M_SHIFT 的记录条件,从而可进行边沿位移小的记录。另外,作为用于减小边沿位移的记录条件,主要可考虑改变图 13 所示那样的脉冲发光波形中两端的脉冲位置。

[0138] 另外,通过使用指标 M,求出例如可在进行记录的同时获得规定值以下的 M 的记录条件,从而可进行最佳的记录。在只使用指标 M 的情况下,即使能够检测到不能进行最佳的记录,也不能区分是因为 SN 差,还是因为标记沿位置发生了错位。但是,通过使用本发明的指标 M_SN 和指标 M_SHIFT ,可确定不能进行最佳的记录的原因。例如,通过在 M_SN 大的情况下调整激光的照射功率,在 M_SHIFT 大的情况下调整沿位置,与按照不同顺序尝试激光的照射功率与沿位置的组合的情况比较,可在短时间内高效率地求出最佳的记录条件。

[0139] (2. 记录再生装置)

[0140] 图 4 表示本发明的实施方式的记录再生装置 100。记录再生装置 100 具有再生部 101、记录条件调整装置 102、和记录部 103。在记录再生装置 100 中配置有信息记录介质 1。信息记录介质 1 是用于以光学形式进行信息的记录再生的记录介质,例如是光盘介质。

[0141] 再生部 101 具有光学头部 2、前置放大器 3、AGC4、波形均衡器 5、A/D 转换器 6、和 PLL 电路 7。再生部 101,根据从信息记录介质 1 再生的表示信息的模拟信号生成数字信号。

[0142] 记录条件调整装置 102 具有整形部 8、最大似然解码部、可靠性计算部 10、和调整

部 104。调整部 104 具有模式检测电路 11、边沿位移检测电路 12、和信息记录介质控制器 13。记录条件调整装置 102 例如被制作成半导体芯片。

[0143] 整形部 8 例如是数字滤波器,其输入由再生部 101 生成的数字信号,将数字信号的波形整形,使数字信号具有规定的均衡特性。

[0144] 最大似然解码部 9 例如是维特比 (Viterbi) 解码电路,其将从整形部 8 输出的被进行了波形整形的数字信号进行最大似然解码,生成最可能是正确的 2 值化信号。

[0145] 可靠性计算部 10 例如是差量测量检测电路,其根据从整形部 8 输出的被进行了波形整形的数字信号和从最大似然解码部 9 输出的 2 值化信号,计算出最大似然解码的结果的可靠性。

[0146] 调整部 104,根据可靠性计算部 10 计算的可靠性,调整用于向信息记录介质 1 记录信息的记录信号的功率,并且调整记录信号的规定部分的形状(例如调整记录信号的边沿位置)。调整部 104 调整记录信号的功率和形状,使最大似然解码的结果的可靠性达到最高。信息记录介质控制器 13 例如是光盘控制器。

[0147] 这里,说明记录信号的功率。作为可擦写的光盘,例如,公知有层变化型光盘(CD-RW、DVD-RAM、DVD-RW、Blu-ray Disc 等)。在层变化型光盘的改写记录时使用多脉冲的激光。激光的激光功率例如具有写入功率 P_w 、消去功率 P_e 、和基础功率 P_b 。

[0148] 图 13 表示具有写入功率 P_w 、消去功率 P_e 、和基础功率 P_b 的多脉冲。

[0149] 写入功率 P_w 使记录膜的状态从结晶状态变化成非晶形状态,并形成标记。消去功率 P_e 将记录膜的状态从非晶形状态变化成结晶状态,并消去旧的标记(改写)。基础功率 P_b 在多脉冲记录中,相当于多脉冲底部的功率,用于在记录时防止基于激光照射的热扩散。

[0150] 信息记录介质控制器 13 根据可靠性计算部 10 计算出的可靠性,调整用于在信息记录介质 1 中记录信息的记录功率。例如被调整的记录功率至少包括写入功率、消去功率、和基本功率中的一种。信息记录介质控制器 13 例如调整记录信号的形状,使得最大似然解码的结果的可靠性提高。

[0151] 记录部 103 具有模式生成电路 14、记录补偿电路 15、激光器驱动部 16、和光学头部 2。记录部 103 根据记录信号的功率和 / 或形状的调整结果,向信息记录介质 1 记录信息。在本实施方式中,光学头部 2 由再生部 101 和记录部 103 共用,其具有记录头和再生头双方的功能。另外,也可以分别设置记录头和再生头。

[0152] 下面,参照图 4,对本发明的实施方式的记录再生装置 100 的动作进行详细说明。

[0153] 光学头部 2 生成表示从信息记录介质 1 读出的信息的模拟再生信号。模拟再生信号在由前置放大器 3 放大,并在被 AC 耦合后,输入到 AGC4。在 AGC4 中,进行增益调整,使后级的波形均衡器 5 的输出成为一定的振幅。从 AGC4 输出的模拟再生信号由波形均衡器 5 进行波形整形。被波形整形的模拟再生信号被输出到 A/D 转换器 6。A/D 转换器 6 与从 PLL 电路 7 输出的再生时钟同步地对模拟再生信号进行采样。PLL 电路 7 从用 A/D 转换器 6 采样的数字再生信号中提取再生时钟。

[0154] 通过 A/D 转换器 6 的采样而生成的数字再生信号被输入到整形部 8。整形部 8 调整数字再生信号的频率特性(即对数字再生信号的波形进行整形),使记录时和再生时的数字再生信号的频率特性成为最大似然解码部 9 设想的特性(在本实施方式中是 PR(1、2、2、1) 均衡特性)。

[0155] 最大似然解码部 9 对从整形部 8 输出的被进行了波形整形的数字再生信号进行最大似然解码,生成 2 值化信号。2 值化信号表示最大似然解码的结果。

[0156] 可靠性计算部 10,输入从整形部 8 输出的被进行了波形整形的数字再生信号、和 2 值化信号。可靠性计算部 10 根据 2 值化信号判断状态迁移,根据判断结果和分支计量(branch metric) 求出表示解码结果的可靠性的指标。更具体而言,可靠性计算部 10 计算出第 1 指标(例如 Pa) 和第 2 指标(例如 Pb),该第 1 指标表示由最大似然解码部 9 判断为最像是正确的第 1 状态迁移列(例如路径 A) 的正确度,该第 2 指标表示由最大似然解码部 9 判断为其次像是正确的第 2 状态迁移列(例如路径 B) 的正确度。可靠性计算部 10 计算出根据这些第 1 指标和第 2 指标之差所得到的第 3 指标($|Pa-Pb|-Pstd$)。另外,可靠性计算部 10 根据第 3 指标求出指标 M_SN、M_SHIFT 和 M。

[0157] 信息记录介质控制器 13,控制记录参数学习处理步骤。其进行试记录时的记录参数(记录信号的功率和形状等) 的设定、记录动作的控制、再生动作的控制,并且对每个记录参数求出指标 M_SN、M_SHIFT 和 M,决定使作为对象的指标成为最佳、或小于等于规定值的记录参数。另外,关于记录参数学习处理步骤的详细内容将在后面进行说明。

[0158] 记录补偿电路 15,根据来自于信息记录介质控制器 13 的记录参数、和从模式生成电路 14 输出的记录测试模式,决定激光器发光模式。激光驱动电路 16 按照激光器发光模式,驱动光学头部 2。

[0159] 通过使用记录再生装置 100,可在再生时设定错误最少的最佳的记录参数。

[0160] 下面,参照图 10 ~ 图 12,对记录信号的功率和形状的调整步骤进行详细说明。该调整由调整部 104 执行。

[0161] 图 10(a) 表示再生信号品质差的情况下 Pa-Pb 的分布。与图 3(a) 所示的 Pa-Pb 的分布比较,图 10(a) 所示的 Pa-Pb 的分布,成为 $Pa=0$ 时的频度、和成为 $Pb=0$ 时的频度更低。图 10(b) 表示与图 10(a) 所示的 Pa-Pb 的分布对应的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布。与图 3(b) 所示的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布比较,图 10(b) 所示的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布中, $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分散程度(标准偏差 $\sigma(X)$) 更大。

[0162] 这样,在成为 $Pa=0$ 的频度和成为 $Pb=0$ 的频度低,标准偏差 σ 大的状态下,可正确地进行最大似然解码的可能性低,进行最大似然解码时的错误的发生概率变大。

[0163] 另一方面,图 11(a) 表示再生信号品质好的情况下的 Pa-Pb 的分布。与图 3(a) 所示的 Pa-Pb 的分布相比,图 11(a) 所示的 Pa-Pb 的分布,成为 $Pa=0$ 的频度和成为 $Pb=0$ 的频度变高。图 11(b) 表示与图 11(a) 所示的 Pa-Pb 的分布对应的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布。与图 3(b) 所示的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分布相比,图 11(b) 所示的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 分布的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 的分散程度(标准偏差 $\sigma(X)$) 更小。这样,在成为 $Pa=0$ 的频度和成为 $Pb=0$ 的频度高,标准偏差 $\sigma(X)$ 小的状态下,被正确最大似然解码的可能性变高,在进行最大似然解码时的错误发生概率变小。由此,通过调整记录参数来减小标准偏差 $\sigma(X)$,可提高再生信号品质,减小错误的发生概率。

[0164] 本发明申请的发明者们发现了标准偏差 $\sigma(X)$ 在很大程度上依存于记录参数(记录信号的功率和形状等) 中的记录信号的功率,通过将记录信号的功率调整为适当的值,可减小标准偏差 $\sigma(X)$ 。即,通过调整记录信号的功率来减小标准偏差 $\sigma(X)$,可获得适合于最大似然解码的记录参数。

[0165] 下面,参照图 12,对记录信号参数的调整步骤进行进一步说明。图 12(a) 表示再生信号品质差的情况下的 P_a-P_b 的分布的另一例。图 12(a) 所示的左侧的 P_a-P_b 的分布中, $|P_a-P_b|$ 的值的频度成为最高时的值,偏离了 $P_a = 0$ 时的 $|P_a-P_b|$ 的值。图 12(b) 表示与图 12(a) 所示的 P_a-P_b 的分布对应的 $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的分布。图 12(b) 所示的 $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的分布中, $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的平均值从 0 偏离了距离 μ ($| \text{平均值} | = \mu$)。这样,在 $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的平均值从 0 偏离了距离 μ 的状态下,正确地进行最大似然解码的可能性降低,进行最大似然解码时的错误发生概率变大。本发明申请的发明者们发现了图 12(a) 所示的 P_a-P_b 的分布的偏离,在很大程度上依存于记录参数(记录信号的功率和形状等)中的记录信号的边沿位置,通过将记录信号的边沿位置调整为适当的值,可减小 P_a-P_b 的分布的偏差,可减小 $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的平均值 $E(X)$ 的绝对值。即,通过调整记录信号的边沿位置来减小平均值的绝对值($= \mu$),可获得适合于最大似然解码的记录参数。

[0166] 调整部 104 调整记录信号的功率,以使标准偏差 $\sigma(X)$ ($|P_a-P_b|-P_{std}$ 的分散程度)变小(成为规定值以下)。另外,调整部 104 调整记录信号的边沿位置,以使 $|P_a-P_b|-P_{std}$ 的平均值 $E(X)$ 的绝对值(即距离 μ)变小(成为规定值以下)。更理想的是,调整部 104 调整记录信号的功率和沿位置,使标准偏差 $\sigma(X)$ 和平均值 $E(X)$ 的绝对值接近 0。

[0167] (3. 记录再生方法)

[0168] 图 5 表示本发明的实施方式的记录功率学习处理步骤。记录再生装置 100 通过执行记录功率学习处理步骤,来调整记录功率。记录功率学习处理步骤包括步骤 1 ~ 步骤 3。

[0169] 下面,参照图 5,分步骤说明记录功率学习处理步骤。

[0170] 在开始了记录功率学习后,首先,在步骤 1 中,执行求出最佳写入功率 P_{wo} 的动作。步骤 1 包含步骤 1-1、步骤 1-2、和步骤 1-3。

[0171] 步骤 1-1:光学头部 2 被控制为在信息记录介质 1 上的规定的学习区域上移动。固定消去功率/写入功率比 (P_e/P_w)、和基础功率,依次改变写入功率,进行写入测试用记录信号的动作。此时,消去功率/写入功率比、和基础功率,也可以将由规格等规定的预先记载在记录介质中的推荐值作为初始值使用。写入功率,也可以以预先记载在信息记录介质 1 中的推荐值的功率为中心,使功率前后变化。

[0172] 另外,关于进行记录时的光波形、即各个脉冲的时间方向的位置,也可以设定为预先记载在信息记录介质 1 中的值,也可以由装置预先保存几个初始值。

[0173] 另外,记录再生装置 100 也可以将对不同记录介质所保持的推荐值作为初始值。例如,若设信息记录介质 1 中预先记载的推荐值如果是 $P_w = 9.0[\text{mW}]$ 、 $P_e/P_w = 0.40$ 、 $P_b = 0.3[\text{Mw}]$,则将 $P_e = 0.40P_w[\text{mW}]$ 、 $P_b = 0.3[\text{mW}]$ 固定,使 P_w 从 $8.0 \sim 10.0[\text{mW}]$,以 $0.2[\text{mW}]$ 为单位逐级进行变化,并对各个写入功率反复记录相同的测试用记录信号。

[0174] 在结束了测试记录后,进入步骤 1-2 的处理。

[0175] 步骤 1-2:光学头部 2 再生所记录的测试用记录信号,可靠性计算部 10 对每个写入功率计算出指标 M_{SN} 。

[0176] 可靠性计算部 10 针对每个写入功率计算出指标 M_{SN} 后,处理进入步骤 1-3。

[0177] 步骤 1-3:可靠性计算部 10,将能够减小标准偏差并获得最佳的指标 M_{SN} 的写入功率,决定为最佳写入功率 P_{wo} 。可靠性计算部 10,作为最佳的指标 M_{SN} ,例如选择最小值,

并将与所选择的指标 M_{SN} 对应的写入功率决定为最佳写入功率 P_{wo} 。

[0178] 图 6 表示针对每个写入功率描绘出指标 M_{SN} , 并求出了最佳写入功率 P_{wo} 的一例。

[0179] 图 7 表示测试模式和再生该模式时的波形。再生波形上的白圆圈表示由 A/D 转换器 6 进行采样时的采样点。本发明中, 测试用记录信号也有特征。以往, 作为在记录功率学习中所使用的测试模式, 使用的是某周期的单一模式。例如是 $6T$ (T 是信道周期) 的反复模式。单一模式虽然不易受每个记录标记长度的记录脉冲的宽度和相位偏差的影响, 但在检测记录功率变化所对应的波形的变化这一点上, 有时精度不高。在本发明中, 在记录调制法则下, 使用将最小标记和最长标记组合, 而且记录部 (标记) 和未记录部 (空白) 的发生概率相同的测试模式。例如, 在作为记录调制编码, 使用了 (1,7) Run Length Limited 编码的情况下, 由于最小标记长度为 $2T$, 最长标记长度为 $8T$, 所以使用 $8T_m 2T_s 8T_m 8T_s 2T_m 8T_s$ 的反复模式。 T_m 表示标记侧的信道周期长度, T_s 表示空白侧的信道周期长度。

[0180] 这样, 在步骤 1 中, 将可获得最佳的指标 M_{SN} 的写入功率决定为最佳写入功率 P_{wo} 。

[0181] 然后, 在步骤 2 中, 执行求出最佳消去功率 P_{eo} 的动作。步骤 2 包含步骤 2-1、步骤 2-2、和步骤 2-3。

[0182] 步骤 2-1: 信息记录介质控制器 13, 将写入功率设定为通过执行步骤 1 决定的最佳写入功率 P_{wo} 。再有, 信息记录介质控制器 13 固定基础功率, 使消去功率顺序变化, 进行写入测试用记录信号的动作 (试记录)。

[0183] 例如, 将 $P_{wo} = P_w = 9.4[mW]$ 、 $P_b = 0.3[mW]$ 固定, 以 $P_e = P_w \times 0.4 = 3.67[mW]$ 为中心, 在 $3.4 \sim 4.1[mW]$ 的范围, 以 $0.1[mW]$ 为单位逐级进行变化, 以各个消去功率反复记录相同的测试用记录信号。该记录, 能够对基底记录后的状态的轨道实施改写记录来进行。或者, 可以对与在步骤 1 中使用的轨道相同的轨道进行记录。

[0184] 在结束了测试用记录信号的写入 (试记录) 后, 处理进入步骤 2-2。

[0185] 步骤 2-2: 光学头部 2 再生所记录的测试用记录信号, 可靠性计算部 10 针对每个消去功率计算出记录状态判定指标 (指标 M_{SN})。

[0186] 作为记录状态判定指标, 与步骤 1 同样使用指标 M_{SN} , 在测试用记录信号中使用 $8T_m 2T_s 8T_m 8T_s 2T_m 8T_s$ 的反复模式。

[0187] 在可靠性计算部 10 针对每个消去功率计算出了记录状态判定指标值后, 处理进入步骤 2-3。

[0188] 步骤 2-3: 可靠性计算部 10, 将可减小标准偏差, 并且可获得最佳的指标 M_{SN} 的消去功率决定为最佳消去功率 P_{eo} 。可靠性计算部 10, 作为最佳的指标 M_{SN} , 例如选择最小值, 将与所选择的指标 M_{SN} 对应的消去功率决定为最佳消去功率 P_{eo} 。

[0189] 图 8 表示针对每个消去功率描绘出指标 M_{SN} , 并求出了最佳消去功率 P_{eo} 的一例。

[0190] 然后, 在步骤 3 中, 执行求出最佳基础功率 P_{bo} 的动作。步骤 3 包含步骤 3-1、步骤 3-2、和步骤 3-3。

[0191] 步骤 3-1: 信息记录介质控制器 13, 将写入功率设定为通过执行步骤 1 决定的最佳写入功率 P_{wo} 。信息记录介质控制器 13 将消去功率设定为通过执行步骤 2 决定的最佳消去功率 P_{eo} 。并且, 信息记录介质控制器 13 使基础功率依次变化, 进行写入测试用记录信号的动作 (试记录)。

[0192] 例如,将 $P_{wo} = P_w = 9.4[\text{mW}]$ 、 $P_{eo} = P_e = 3.9[\text{mW}]$ 固定,使 P_b 在 $0.2 \sim 0.4[\text{mW}]$ 的范围,以 $0.05[\text{mW}]$ 为单位逐级进行变化,对于各个基础功率反复记录相同的测试用记录信号。该记录,可通过对基底记录的状态的轨道实施改写记录来进行。或者,可以对与在步骤 1、步骤 2 中使用的轨道相同的轨道进行记录。

[0193] 在结束了测试用记录信号的写入(试记录)后,处理进入步骤 3-2。

[0194] 步骤 3-2:光学头部 2 再生所记录的测试用记录信号,可靠性计算部 10 针对每个基础功率计算出记录状态判定指标(指标 M_{SN})。作为记录状态判定指标,与步骤 1、步骤 2 同样使用指标 M_{SN} ,在测试用记录信号中使用 $8Tm2Ts8Tm8Ts2Tm8Ts$ 的反复模式。

[0195] 在可靠性计算部 10 针对每个消去功率计算出了记录状态判定指标值后,处理进入步骤 3-3。

[0196] 步骤 3-3:可靠性计算部 10 将可减小标准偏差,并且可获得最佳的指标 M_{SN} 的基础功率决定为最佳基础功率 P_{bo} 。可靠性计算部 10,作为最佳的指标 M_{SN} ,例如选择最小值,并将与所选择的指标 M_{SN} 对应的基础功率决定为最佳基础功率 P_{bo} 。

[0197] 图 9 表示针对每个基础功率描绘出指标 M ,并求出了最佳基础功率 P_{bo} 的一例。

[0198] 以上,通过执行步骤 1~步骤 3,可完成用于设定最佳的写入功率、消去功率、基础功率的学习,可进行再生时错误最小的记录。另外,在基础功率的功率变化对再生时的可读性几乎没有影响的情况下,也可以省略步骤 3 的学习,对基础功率设定合适的固定值。

[0199] 如上所述,在本发明的实施方式中,通过只使用 PRML 算法中的诸多状态迁移模式之中、与再生波形的边沿附近相关的状态迁移模式(欧几里得距离最小的模式)的计量期待值误差(指标 M_{SN}),检测出记录状态,可高精度检测出对应记录先头脉冲的功率(写入功率)、冷却脉冲的功率(基础功率)或写入功率/消去功率比的变动而被变化记录的波形。另外,考虑到不易受各个记录标记长度的记录脉冲的宽度和相位偏差的影响、和可灵敏地检测出对应记录功率变化的波形的变化这两点等,通过使用 $8Tm2Ts8Tm8Ts2Tm8Ts$ 的反复模式作为测试模式,可进一步容易地提高检测灵敏度。

[0200] 另外,测试模式不限于本实施方式,也可以是单一周期的模式。基于组合最短间隔的标记、空白和最长间隔的标记、空白得到的模式的试记录,在可进行反复记录的光盘中,在包含消去性能来决定功率时,特别有效,但在只进行写入功率的最佳化的情况和追加型光盘的情况下,也可以使用最长间隔周期模式,或者获得再生振幅与最长间隔周期模式同等程度的、间隔比最长间隔短的单一周期的模式。

[0201] 另外,虽然在本实施方式中,是分成了写入功率、消去功率、和基础功率,但也可以归总实施。

[0202] 另外,虽然在本实施方式中,如图 13 所示那样,消去功率之前的功率也是基础功率,但消去功率之前的功率也可以设定为与基础功率不同的功率。由于周期性脉冲连续的标记中间部和之后成为消去功率的标记末端部的热分布不同,所以通过将消去功率之前的功率区别于基础功率进行设定,可进一步降低标记末端部的不一致。

[0203] 另外,在本实施方式中,虽然将 M_{SN} 成为最小的功率选择为最合适的功率,但也可以将满足规定的 M_{SN} 以下的最小功率附近的功率选择为最合适的功率。特别是进行反复记录的光盘,小的写入功率在反复记录时产生的热损伤的影响小,从而可提高反复记录的次数。

[0204] 另外,在本实施方式中,虽然将 M_{SN} 成为最小的功率选择为最合适的功率,但也可以将满足规定的 M_{SN} 以下的功率范围的中央附近的功率选择为最合适的功率。由此,例如利用光盘面内的灵敏度差,即使实际照射功率多少有增加或减少,也能够确保规定的 SN 比。另外,在某种程度上可明确实际照射功率的增加、减少的推定的情况下,也可以根据该推定,选择将满足规定的 M_{SN} 以下的功率范围内分后的功率。在例如以在光盘的内周面附近的试记录中设定的功率,在外周附近进行记录的情况下,由于光盘的翘曲使实际照射功率下降,所以也可以提高功率的方式预先决定内分比。

[0205] 下面,说明决定记录信号形状的处理步骤。

[0206] 模式检测电路 11 根据 2 值化信号,生成用于将表 2 所示的 8 个模式(图 18 所示的 Pattern-1 ~ Pattern-8) 分配给每个记录标记的始末端边沿的模式的脉冲信号,并输出给边沿位移检测电路 12。

[0207] 边沿位移检测电路 12 对每个模式累加计算可靠性 Pabs,求出距离记录补偿参数的最佳值的偏差(在后述中称为边沿位移)。

[0208] 信息记录介质控制器 13,变更被根据每个模式的边沿位移量判断为需要变更的记录参数(记录信号的波形)。

[0209] 模式生成电路 14 输出记录补偿学习用模式。

[0210] 记录补偿电路 15,根据来自信息记录介质控制器 13 的记录参数,按照记录补偿学习用模式生成激光发光波形模式。按照所生成的激光发光波形模式,激光驱动器 16 控制光学头部 2 的激光发光动作。

[0211] 图 14 表示模式检测电路 11 和边沿位移检测电路 12。

[0212] 下面,参照图 14,对边沿位移检测电路 12 的动作进行详细说明。

[0213] 模式检测电路 11 的模式检测结果、和由可靠性计算部 10 计算出的可靠性 Pabs,被输入到边沿位移检测电路 12。考虑到模式检测电路 11 的延迟,利用触发电路 (FF) 将输入的可靠性 Pabs 数据延迟。模式检测输出和与检测输出点对应的可靠性 Pabs 数据被输入到加法器,同时模式检测结果被输入到选择器。选择器按照检测模式,选择到目前为止的累加计算结果,将其输入到加法器。加法器将累加计算结果与新输入的可靠性 Pabs 数据相加并输出。与检测模式对应的特定的寄存器,在受到使能 (Enable) 信号后储存相加的结果。

[0214] 图 15 是表示边沿位移检测电路的动作的时序图。例如在用地址单位进行信息管理的信息记录介质中记录信息的情况下,假设使用加法运算区间门信号(参照图 15(b)) 和寄存器使能信号(参照图 15(c))。图 15(a) 表示地址单元。

[0215] 在对每个地址单位向用户区域进行测试记录,并求出边沿位移的情况下,需要进行确定加法运算区间的控制。当加法运算区间门信号被输入到边沿位移检测电路 12 时,加法运算区间门信号通过 2 级触发电路,被输入到触发电路 FF29 ~ FF0 中(参照图 14)。在加法运算区间门信号的 Low 区间重置触发电路,在 High 区间储存加法运算结果。另外,寄存器使能信号,根据加法运算区间门信号生成,寄存器使能信号是用于在加法区间门信号的末端将加法运算结果储存到寄存器 REG29 ~ REG0 中的使能信号。对每个地址单位,表示边沿位移量的数据被储存在寄存器 REG29 ~ REG0 中。

[0216] 边沿位移检测电路 12,通过具备这样的结构,能够使用 1 个加法器求出实现记录参数的最佳化所必要的全部边沿位移量。

[0217] 在参照图 14 说明的电路例中,在测试记录中所使用的记录模式(例如随机模式)中的、实现参数的最佳化所必要的每种规定长度的标记与空白的各组合,发生频度不同。检测出的 30 个边沿位移量(R23T、R33T、…、R45L、R55L)依存于各个模式的发生频度。另外,PLL 电路 7(图 4)中,使用 DC 成分(包含再生信号的低频成分),自动检测出限幅器(slicer)的阈值,使再生信号与时钟信号同步。因此,希望在测试记录模式中 DC 成分少,以使反馈控制不影响 PLL 电路 7 中的时钟生成。另外,如果考虑到最佳化所需要的时间和精度,则希望在尽量少的记录区域中获得高精度的检测结果。因此,在记录模式中,实现参数最佳化所需要的标记和空白的组合以相同频度产生,而且,在编码中所包含的 DC 成分(DSV)成为 0,并且需要使实现最佳化所必要的组合的每一单位长度的发生频度提高的一种记录模式。

[0218] 图 16 表示学习用记录模式的一例。2M 表示 2T 标记,2S 表示 2T 空白。作为 2T ~ 5T 标记和 2T ~ 5T 空白的组合的 30 组的模式,在 108 比特的记录模式逐次发生。另外,包含 108 比特的记录模式的符号‘0’和符号‘1’的数量同为 54 个,记录模式的 DSV 成为 0。如果将该记录模式用在图 4 的边沿位移检测电路 12 中,则能够以相同次数的检测来检测出各个模式,从而可得出更正确的位移量检测结果。另外,在本实施方式中,假设对于 5T 以上的宽度的标记或空白,能够使用相同的记录参数进行记录。

[0219] 图 17 表示边沿位移检测电路 12a(边沿位移检测电路 12 的变形例)。

[0220] 边沿位移检测电路 12a 使用随机模式(根据实现最佳化所需的不同组合模式发生频度不同的模式)作为在测试记录中使用的记录模式。边沿位移检测电路 12a 中,由模式检测电路 11 检测出特定模式(30 模式)的边沿,对与各个模式对应的边沿位移量和模式检测次数分别进行累加计算。通过将边沿位移量的累加计算结果除以模式检测次数,计算出每个特定模式的平均边沿位移量。由此,即使使用每个特定模式的发生概率不同的测试记录模式,也能够判断出应该变更与哪个模式对应的记录标记的始末端位置。

[0221] 如上所述,具有调整部 104 的边沿位移检测电路 12(图 4),对每个记录标记长度与空白长度的组合,计算出最大似然解码结果的可靠性的累加值或平均值中的一方,根据这些计算出的累加值或平均值,调整记录信号的形状。

[0222] 在上述实施方式中,虽然说明了使用根据最小极性反转间隔为 2 的记录编码和均衡方式 PR(1、2、2、1)决定的状态迁移规则,由最大似然解码部进行最大似然解码的情况,但本发明不限于此。例如,也适用于使用了根据最小极性反转间隔为 3 的记录编码和均衡方式 PR(C0、C1、C1、C0)决定的状态迁移规则的情况、和使用了根据最小极性反转间隔为 2 或 3 的记录编码和均衡方式 PR(C0、C1、C2、C1、C0)决定的状态迁移规则的情况。C0、C1、C2 是任意的正数。

[0223] 在本发明的实施方式中,针对后述的每个记录模式(每个标记长度与其前的空白长度的组合、和标记长度与其后的空白长度的组合的模式),进行 8 模式(图 18)的检测,着眼于记录信号的形状,特别是边沿的始末端部分,决定将记录信号的边沿的位置最佳化的记录参数。

[0224] 只着眼于全部模式的最大似然解码结果的可靠性 $|Pa-Pb|$ 之中, $|Pa-Pb|$ 值成为最小的模式的含义是,只着眼于记录标记的边沿部分。虽然在上述中进行了说明,但 $Pa-Pb$ 的值小的模式是错误发生概率大的模式。即,其含义是,只要对记录标记的边沿位置进行局

部性的最佳化,以提高最大似然解码结果的可靠性,则可实现整体的最佳化。下面说明其方法。

[0225] 图 18 表示 8 模式 (Pattern-1 ~ Pattern-8) 的采样值。横轴表示时间 (1 个刻度表示 1 通道时钟周期 (Tclk)), 纵轴表示信号电平 (0 ~ 6), 虚线和实线分别表示路径 A 和路径 B。各个采样值相当于在 (表 1) 中说明的最大似然解码中的输入的期待值 Level_v 的 0 ~ 6。

[0226] 记录部分 (晶形区域), 由于反射光减少, 所以作为信号电平, 再生位于比较器阈值下侧的波形。另一方面, 未记录部分 (非晶形区域), 被作为比较器阈值上侧的波形再生。另外, 图 18 所示的 8 个模式, 全都相当于作为记录部 (标记) 与未记录部 (空白) 的边界部分 (标记的始端边沿和末端边沿) 的再生波形。因此, 8 个模式之中, Pattern-1 (参照图 18(a))、Pattern-2 (参照图 18(b))、Pattern-3 (参照图 18(c))、Pattern-4 (参照图 18(d)) 相当于标记的始端边沿部分, Pattern-5 (参照图 18(e))、Pattern-6 (参照图 18(f))、Pattern-7 (参照图 18(g))、Pattern-8 (参照图 18(h)) 相当于标记的末端边沿部分。

[0227] 着眼于 Pattern-1, 说明标记的始端边沿的位移偏差检测方法。

[0228] 图 19 表示 Pattern-1 中的再生波形与记录标记的偏差的相关性。假设实线 Δ 记号是输入信号, 虚线所示的路径 A 是正确的状态迁移路径。输入信号根据记录标记 B1 而生成。假设记录标记 A1 具有理想的始端边沿。

[0229] 图 19(a) 表示记录标记的始端边沿位置与理想的始端边沿位置相比, 向后偏移的情况。将输入信号的采样值 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) 设为 4.2、3.2、1.2、0.2, 根据 (式 2) 和 (式 3), 求出路径 A 与输入信号的距离 Pa、和路径 B 与输入信号的距离 Pb, 结果如 (式 10) 和 (式 11) 所示。

[0230] (式 10)

$$[0231] \quad Pa = (4.2-4)^2 + (3.2-3)^2 + (1.2-1)^2 + (0.2-0)^2 = 0.16$$

[0232] (式 11)

$$[0233] \quad Pb = (4.2-5)^2 + (3.2-5)^2 + (1.2-3)^2 + (0.2-1)^2 = 7.76$$

[0234] 始端边沿的偏移量和偏移方向, 可通过计算出上述的 $|Pa-Pb|-Pstd$ 来求出。

[0235] (式 12)

$$[0236] \quad E1 = |Pa-Pb|-Pstd = |0.16-7.76|-10 = -24$$

[0237] 根据 (式 12) 求出的 E1 的绝对值是偏移量, 其符号是偏移方向。即, 在图 19(a) 的情况下, 由于可检测为 $E1 = -2.4$, 所以可判断为始端边沿位置相对基准而向后偏移 2.4。

[0238] 另外, 上述的说明为了简单, 是根据 1 个数据进行判断, 但在实际上, 是通过根据规定的区域中的同一模式计算出平均值 $E(X)$ 来进行判断。

[0239] 同样, 图 19(b) 表示记录标记 B1 的始端边沿位置与理想的始端边沿位置相比, 向前偏移的情况。如果将输入信号的采样值 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) 设为 3.8、2.8、0.8、-0.2, 计算出 $E2 (= |Pa-Pb|-Pstd)$, 则可计算出 $E2 = 2.4$ 。因此, 在图 19(b) 的情况下, 可判断为始端边沿位置相对基准而向前偏移 2.4。

[0240] 图 20 表示 Pattern-1 中的再生波形与记录标记的偏差的相关性。在图 20 中, 假设路径 B 是正确的状态迁移路径。

[0241] 图 20(a) 表示记录标记的始端边沿与理想的始端边沿相比, 向后偏移的情

况。如果将输入信号的采样值 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) 设为 5.2、5.2、3.2、1.2), 计算 $E3 (= |Pa-Pb| - Pstd)$, 则可计算出 $E3 = 2.4$ 。因此, 在图 20(a) 的情况下, 可判断为始端边沿位置相对基准而向后偏移 2.4。

[0242] 图 20(b) 表示记录标记的始端边沿位置与理想的始端边沿位置相比, 向前偏移的情况。如果将输入信号的采样值 (y_{k-3} 、 y_{k-2} 、 y_{k-1} 、 y_k) 设为 4.8、4.8、2.8、0.8), 计算 $E4 (= |Pa-Pb| - Pstd)$, 则可计算出 $E4 = -2.4$ 。因此, 在图 20(b) 的情况下, 可判断为始端边沿位置相对基准向前偏移 2.4。

[0243] 在路径 A 正确的情况 (参照图 19)、和路径 B 正确的情况 (参照图 20) 下, 表示记录标记的始端边沿的偏移方向的符号的表现是相反的。其原因是, 依存于正确路径和另一个候补路径各自的期待值系列、与输入信号系列的关系。如参照图 19(b) 和图 20(a) 所说明的那样, 在输入信号的系列相对不正确的路径的期待值系列具有大的误差的情况下, 通过 (式 12) 计算出的值成为具有正符号的值。换言之, 输入信号的系列与不正确的路径的期待值系列之差越大, 表示在最大似然解码中越不容易发生错误的状况。在这种情况下, (式 12) 计算出正符号的值。考虑到此特征, 只要检测出记录标记的始端边沿位置的偏移方向即可。

[0244] 在 Pattern-1 中, 在路径 A 正确的情况下, Pattern-1 是在检测 2T 空白和 4T 标记以上的长度的标记的组的始端边沿时所使用的模式, 在路径 B 正确的情况下, Pattern-1 是在检测 3T 空白和 3T 标记以上的长度的标记的组的始端边沿时所使用的模式。

[0245] 使用以上所述的方法, 求出各个记录标记的始末端模式的累计值或平均值, 并使边沿位置的偏移量接近 0 的方式设定记录参数, 能够在最大似然解码方法中进行最佳的记录控制。

[0246] 另外, 这里重要的是, 判断形成在盘上的标记的始端或末端位置是相对基准位置而向后偏移还是相对基准位置向前偏移。为了进行该判断, 需要检测出有哪个模式的边沿发生了偏移, 并且对每个模式检测偏移量。

[0247] 如参照图 19、图 20 说明的那样, 由于表示记录标记模式的始端边沿的偏移方向的符号的表现是反向的, 所以, 例如在标记比基准短的情况下, 附加负符号, 在标记比基准位置长的情况下, 附加正符号。只要按照该法则对各个标记长度的始端和末端解析上述错误值, 即可检测出对照标记长度的始端末端的长短, 判明修正方向。另外, 根据该检测出的值的绝对值还能够预测修正量。

[0248] 另外, 如图 19 所示那样, 在路径 A 正确的情况下, 标记始端位置也可被以使再生信号 (Δ 记号) 相对于通过图 19(a) 所示的路径更倾向于通过图 19(b) 所示的路径的方式调整。虽然调整为再生信号与路径 A 一致是理想的, 但在实际的动作时, 在再生信号与路径 A 之间会产生若干的偏差。即使在像这样再生信号波形受扰乱的情况下, 只要调整为使再生信号通过离不正确路径 B 更远的路径, 即可降低误选择路径 B 的概率。

[0249] 同样, 如图 20 所示那样在路径 B 正确的情况下, 标记始端位置以使再生信号相对于通过图 20(b) 所示的路径更倾向于通过图 20(a) 所示的路径的方式调整。只要预先进行这样的调整, 即使在再生信号波形受扰乱的情况下, 由于被调整为再生信号通过离不正确路径 A 更远的路径, 所以可降低误选择路径 A 的概率。

[0250] 这里, 对记录参数的最佳化进行说明。将记录编码的最小极性反转间隔设为 m (在

本实施方式中, $m = 2$)。形成在记录介质上的标记的始端位置, 依存于该标记之前的空白的宽度和该标记自身的宽度。例如, 在之前的空白宽度是从 mT 到 $(m+b)T$ 的情况下, 标记的始端位置依存于之前的空白宽度。在之前的空白宽度大于 $(m+b)T$ 的情况下, 标记的始端位置不依存于之前的空白宽度。在自身的标记宽度是从 mT 到 $(m+a)T$ 的情况下, 标记的始端位置依存于自身的标记宽度。在自身的标记宽度大于 $(m+a)T$ 的情况下, 标记的始端位置不依存于自身的标记宽度。

[0251] 另外, 形成在记录介质上的标记末端位置, 依存于该标记自身的宽度和之后的空白宽度。例如, 在自身的标记宽度是从 mT 到 $(m+a)T$ 的情况下, 标记的末端位置依存于自身的标记宽度。在自身的标记宽度大于 $(m+a)T$ 的情况下, 标记的末端位置不依存于自身的标记宽度。另外, 在后续的空白宽度是从 mT 到 $(m+b)T$ 的情况下, 标记的末端位置依存于后续的空白宽度。在后续的空白宽度大于 $(m+b)T$ 的情况下, 标记的末端位置不依存于后续的空白宽度。其中, a 、 b 是 0 以上的正数, 记录符号的最大极性反转大于 $m+a$ 、 $m+b$ 。

[0252] 如果考虑到上述那样的标记的始端位置和末端位置的依存性, 则需要对与宽度为 $(m+b)T$ 以下的空白邻接的标记, 进行始端参数 T_{sfp} 的最佳化。另外, 需要对宽度为 $(m+a)T$ 以下的标记进行末端参数 T_{elp} 的最佳化。

[0253] 图 21 表示需要最佳化的记录参数的一览。如果为了简化说明而设定为 $m = 3$ 、 $a = b = 3$, 则需要进行 32 组的记录模式所对应的参数的最佳化。例如, $2T_s2T_m$, 表示在 $2T$ 标记之前存在 $2T$ 空白的模式。

[0254] 图 22 表示是用特定 8 模式中的哪个模式来检测需要最佳化的记录参数。即, 表示用上述 8 个模式 (Pattern-1 ~ Pattern-8) 中的哪个模式, 对各记录模式 (即边沿模式) 进行检测。

[0255] 例如, $2T_s3T_m$ (参照图 21), 表示用 P3A 的模式进行与记录标记的始终端模式对应的信号的偏移量检测。P3A 表示是 Pattern-3, 是路径 A 为正确的状态迁移路径的模式。

[0256] 另外, $3T_s3T_m$ (参照图 21), 表示用 P1B 或 P4A 的模式进行偏移量的检测。P1B 表示是 Pattern-1, 是路径 B 为正确的状态迁移路径的模式, P4A 表示是 Pattern-4, 是路径 A 为正确的状态迁移路径的模式。

[0257] 根据以上的说明, 在最大似然解码中控制最佳的记录参数的方法, 是改变记录参数, 以使与记录标记的始末端模式 (参照图 22) 各自对应的信号的偏移量全部接近 0。

[0258] 关于 $2T_s2T_m$ (在 $2T$ 标记上升, 之前有 $2T$ 空白的模式)、和 $2T_m2T_s$ (在 $2T$ 标记下降, 之后有 $2T$ 空白的模式), 由于上述 8 个模式 (Pattern-1 ~ Pattern-8) 下不能被检测出, 所以需要采用其他的方法对边沿位移量进行最佳化 (参照图 22)。但是, 由于包含 $2T_s2T_m$ 和 $2T_m2T_s$ 的模式, 是可靠性 P_a - P_b 的值比较大的模式, 所以, 未包含在上述 8 个模式中。换言之, $2T_s2T_m$ 和 $2T_m2T_s$ 的沿部分, 即使没有严格意义上最佳化, 在最大似然解码中, 发生错误的可能性也低。因此, 也可以不对每个盘进行最佳化, 而使用合适的初始值。在对 $2T_s2T_m$ 和 $2T_m2T_s$ 进行最佳化时, 也可以通过最佳化使再生信号的相位误差的累计值成为最小。

[0259] 另外, 在上述的说明中, 依次对记录功率的调整方法和记录波形的调整方法进行了说明, 但如图 23 所示, 相对记录功率的变化, 指标 M_{SN} 的变化大, 指标 M_{SHIFT} 的变化稍小。另外, 相对记录波形, 特别是先头和最后尾的脉冲位置的变化, 指标 M_{SHIFT} 的变化大, 指标 M_{SN} 的变化小。即, 记录功率的调整所对应的记录波形的影响小。另外, 此情况的记

录波形,特别是表示先头的脉冲和最末尾的脉冲在时间方向上的形状。因此,优选在记录波形的调整之前先进行记录功率的调整,在确保了规定的指标 M_{SN} 的状态下,进行记录波形的调整。

[0260] 图 24A 表示在进行了记录功率的调整后进行记录波形的调整的记录参数的最佳化的步骤的流程图。参照图 24A,在进行了用于记录功率调整的记录功率学习后,进行用于记录波形调整的记录补偿学习(步骤 S101 和 S102)。记录功率学习的详细和记录补偿学习的详细如上所述。

[0261] 下面,以通过学习所设定的记录条件(记录功率和记录波形)进行记录(步骤 S103)。在记录中,可以使用图 16 所示的学习用记录模式,也可以使用随机的记录模式。

[0262] 然后,再生记录的信息,根据再生信号计算出指标 M_{SN} 和指标 M_{SHIFT} (步骤 S104)。在步骤 S105,将计算出的指标 M_{SN} 与规定值进行比较。如果判定为指标 M_{SN} 大于规定值,则由于记录功率未被合适设定,所以返回步骤 S101 的处理,再次执行记录功率学习。如果判断为指标 M_{SN} 小于等于规定值,则由于记录功率被合适设定,所以进入步骤 S106。

[0263] 在步骤 S106 中,将计算出的指标 M_{SHIFT} 与规定值进行比较。如果判定为指标 M_{SHIFT} 大于规定值,则由于记录波形未被合适设定,所以返回步骤 S102 的处理,再次执行记录补偿学习。如果判断为指标 M_{SHIFT} 小于等于规定值,则由于记录波形被合适设定,所以至此完成了记录参数调整。

[0264] 另外,在用户数据的记录中途,也可以根据动作环境的变化进行记录参数的再调整。例如,也可以在光拾取器装置上安装温度传感器,根据光拾取器装置内的温度变化进行记录参数的再调整。另外,也可以在记录动作中定期计算指标进行监控,如果指标的值恶化,则即刻实时地进行记录参数的再调整。

[0265] 这里,记录参数的再调整,可以在检测到温度的变化后暂时中断记录动作,移动到图 32 所示的 OPC 区域 212 后,按照图 24A 所示的流程图来进行,也可以按照以下说明的图 24B 和图 24C 所示的流程图进行。

[0266] 图 24B 是表示用户数据的记录中的记录功率最佳化的步骤的流程图。信息记录介质控制器 13 检测到温度变化和记录位置变化等,暂时中断记录动作(步骤 S201),光学头部 2 移动到记录动作的中断前所记录的区域(步骤 S202)。然后,对该区域附近的完成记录的轨道进行再生(步骤 S203),根据再生信号计算出指标 M_{SN} (步骤 S204)。然后,将计算出的指标 M_{SN} 与规定值进行比较(步骤 S205),如果判断为指标 M_{SN} 大于规定值,则判断为记录功率未被合适设定,并变更记录功率重新开始记录动作(步骤 S206、S207),在规定的记录之后,重新返回步骤 S201。在步骤 S205,如果判定为第 2 次计算出的指标 M_{SN} 小于规定值,则判断为记录功率被合适设定,并结束。在步骤 S205 如果判定为第 2 次计算的指标 M_{SN} 大于规定值,则再次变更记录功率,并重新开始记录(步骤 S206、S207)。

[0267] 另外,作为记录功率的变更方法,例如,在第 1 次变更时,将记录功率设定得高,将在第 1 次变更后计算出的指标 M_{SN} 与在第 1 次变更前计算出的指标 M_{SN} 的值进行比较,在第 1 次变更后的值大时,进行使记录功率比第 1 次变更前更低的第 2 次变更。在第 1 次变更后的值小时,进行使记录功率比第 1 次变更前高的第 2 次变更。在第 2 次变更后,在判定为指标 M_{SN} 还大于规定值时,决定为例如在总计 3 次计算出的指标 M_{SN} 中的值为最小

的条件的记录功率。

[0268] 图 24C 是表示用户数据的记录中的记录边沿位置最佳化的步骤的流程图。信息记录介质控制器 13 检测到温度变化和记录位置变化等,暂时中断记录动作(步骤 S301),光学头部 2 移动到记录动作的中断前所记录的区域(步骤 S302)。然后,对该区域附近的完成记录的轨道进行再生(步骤 S303),根据再生信号计算出指标 M_SHIFT (步骤 S304)。然后,将计算的指标 M_SHIFT 与规定值进行比较(步骤 S305),如果判断为指标 M_SHIFT 大于规定值,则判断为记录边沿位置未被合适设定,并变更记录边沿位置重新开始记录动作(步骤 S306、S307),在规定的记录之后,重新返回步骤 S301。在步骤 S305,如果判定为在变更后计算的指标 M_SHIFT 小于规定值,则判定为记录边沿位置被合适设定,并结束。在步骤 S305 如果判定为变更后计算出的指标 M_SHIFT 大于规定值,则再次变更记录边沿位置,并重新开始记录(步骤 S307)。

[0269] 另外,作为记录边沿位置的变更方法,例如,在第 1 次变更时,将记录边沿位置设定在时间轴方向的滞后侧,将在第 1 次变更后计算的指标 M_SHIFT 与在第 1 次变更前计算的指标 M_SHIFT 的值进行比较,在第 1 次变更后的值大时,进行第 2 次变更,在时间轴方向上设定在比第 1 次变更超前的一侧。在第 1 次变更后的值小时,进行第 2 次变更,在时间轴方向上设定在比第 1 次变更滞后的一侧。在第 2 次变更后,在判定为指标 M_SHIFT 仍大于规定值时,决定例如在总计 3 次计算出的指标 M_SHIFT 中的值为最小的条件的记录边沿位置。

[0270] 另外,可以连续实施记录功率的再调整和边沿位置的再调整,也可以只实施其中一方,也可以在每次检测出温度变化和记录位置变化等时,交替进行。

[0271] 另外,也可以同时进行指标 M_SN 和 M_SHIFT 的计算,特别是在持续实施记录功率的再调整和边沿位置的再调整的情况下,也可以将决定记录功率时的 M_SHIFT 作为第 1 次的 M_SHIFT 计算结果。

[0272] 在本实施方式中,由于不返回 OPC 区域,所以可缩短记录中断的时间,并且通过在实际记录用户数据的区域附近区域进行记录功率和边沿位置的再调整,能够进行比在 OPC 区域实施的情况更合适的再调整。

[0273] 另外,在以往记述中,对记录功率和边沿位置分别使用不同的指标(抖动、错误率、对称性、波形振幅等)进行评价。因此,需要分别进行用于进行记录功率的评价的处理、和用于进行边沿位置的评价的处理。而本发明为了进行记录功率和沿位置的评价,使用根据最大似然解码法得出的统计性的指标,可同时计算出分散程度 σ 和平均值 μ (图 3)。本发明申请的发明者们,由于发现了记录功率在很大程度上依存于分散程度 σ ,边沿位置在很大程度上依存于平均值 μ ,所以通过计算出这样的统计性指标的一次处理,可同时进行记录功率的评价和边沿位置的评价。由此,能够以短时间、高效率进行记录功率和边沿位置的评价。

[0274] 另外,由于在不了解分散程度 σ 、平均值 μ 、记录功率、边沿位置的相关关系的状态下,即使观察分散程度 σ 和平均值 μ ,也不能了解记录功率和边沿位置的哪一方不好,所以成为对记录功率和边沿位置的无针对性的调整,因此效率差。对此,由于本发明申请的发明者们发现了记录功率在很大程度上依存于分散程度 σ ,边沿位置在很大程度上依存于平均值 μ ,所以在分散程度 σ 不好时只要调整记录功率即可,在平均值 μ 不好时只要调

整边沿位置即可,因此可高效率进行记录参数的调整。另外,在只有分散程度 σ 和平均值 μ 中的一方不好时,不需要调整分散程度 σ 和平均值 μ 的双方,只要只调整对应的一方即可,因此,可高效率进行记录参数的调整。

[0275] 下面,参照图 25 ~ 图 27,对记录功率的调整进行进一步说明。图 25 表示在记录功率学习时的测试记录中使用的记录功率设定 a ~ d。随着从记录功率设定 a 到设定 d,记录功率逐渐变大。以记录功率设定 a ~ d 各自的条件,依次进行记录,并再生记录的信息,计算指标 M_{SN} 。

[0276] 图 26 和图 27,是表示在记录功率设定 a ~ d 的条件下获得的指标 M_{SN} 的值的图。纵轴表示指标 M_{SN} 的值,横轴表示记录功率。在该例中,指标 M_{SN} 成为规定值以下的是记录功率设定 c 和 d,选择记录功率设定 c 和 d 中的任意一个。这里,记录功率设定 d 比记录功率设定 c 的功率大。在进行反复记录的光盘中,记录功率小的一方在反复进行记录时产生的热损伤的影响小,可反复记录的次数更多。这样,在注重降低热损伤的影响的情况下,希望选择记录功率设定 c(图 26 中的黑圆点记号)。另一方面,在以通过在光盘的内周附近的试记录所设定的记录功率,在外周附近进行记录的情况下,因光盘的翘曲,实际的照射功率有可能下降。另外,在盘表面有损伤或附着有灰尘的情况下,实际照射功率有可能下降。在重视针对这样的实际照射功率的下降而保有余量的情况下,希望选择记录功率设定 d(图 27 的黑圆点记号)。

[0277] 下面,参照图 28 ~ 图 31,对记录波形的调整进行进一步说明。图 28 表示在记录波形学习时的测试记录中使用的记录波形设定 a ~ d。随着从记录波形设定 a 到设定 d,记录波形的始端边沿从后方向前方位移。以记录波形设定 a ~ d 各自的条件,依次进行记录,并再生记录的信息,计算指标 M_{SHIFT} 。

[0278] 图 29 ~ 图 31,是表示在记录波形设定 a ~ d 的条件下获得的指标 M_{SHIFT} 的值的图。纵轴表示指标 M_{SHIFT} 的值,横轴表示始端边沿位置参数 T_{sfp} 。由于指标 M_{SHIFT} 的值越小(接近 0),可靠性越高,所以从记录波形设定 a ~ d 中,选择指标 M_{SHIFT} 的值最小的记录波形设定 b(图 29 中的黑圆点记号)。另外,在记录波形设定 a ~ d 各自之间的位移量不是最小分辨率的情况下,也可以如图 30 所示那样,将跨越指标 M_{SHIFT} 的值 0 的设定 b 和 c 的平均值(图 30 中的黑圆点记号),选择为记录波形设定。由此,能够使指标 M_{SHIFT} 的值更接近 0。

[0279] 另外,只要是如图 31 所示那样的指标 M_{SHIFT} 的值是接近 0 的规定范围内的值,就能进行可靠性高的记录。在本发明实施方式的说明中所记载的指标 M_{SHIFT} 为规定值以下的条件是指,从 M_{SHIFT} 的值 0 起的位移量(即指标 M_{SHIFT} 的绝对值)在规定值以下,并收敛在规定范围内的条件。在图 31 所示的例子中,在指标 M_{SHIFT} 的值成为规定范围内的记录波形设定 b 和 c 中,选择令记录标记更长的记录波形设定 c。在以通过在光盘的内周附近的试记录所设定的记录波形,在外周附近进行记录的情况下,因光盘的翘曲,实际照射功率有可能下降。另外,在盘表面有损伤或附着有灰尘的情况下,实际照射功率有可能下降。在重视针对这样的实际照射功率的下降而保有余量的情况下,希望选择记录波形设定 c。

[0280] 另外,本发明的记录再生装置 100(图 4)的各个构成,要素既可利用硬件来实现,也可以利用软件来实现。例如,整形部 8、最大似然解码部 9、可靠性计算部 10、调整部 104

中的至少一个所执行的动作,可以利用可由计算机执行的程序(记录条件调整程序)来实现。

[0281] 另外,记录条件调整装置 102,例如可利用半导体集成电路、记录有记录条件调整程序的 ROM、装载(运行)了记录条件调整程序的 RAM、装载了被下载的记录条件调整程序的 RAM 等,以及它们的组合来实现。

[0282] 在本发明的实施方式中,说明了记录部 103、记录部 303,在信息记录介质 1 上使用多个记录波形记录 1 个测试信息的方式,但记录部 103、记录部 303 也可以在信息记录介质 1 上使用多个记录波形记录多个测试信息。并且,记录部 103、记录部 303 也可以在信息记录介质 1 上使用单一记录波形记录 1 个测试信息。再有,记录部 103、记录部 303 也可以在信息记录介质 1 上使用单一记录波形记录多个测试信息。

[0283] 再有,例如在本发明的实施方式中,指标 M_{SN} 是求出 $|Pa-Pb|-P_{std}$ 的分散,并由(式 6)定义,但不限于此。例如也可以将 $Pa-Pb$ 或 $|Pa-Pb|-P_{std}$ 的规定次数的累加值作为指标。

[0284] 另外,在本发明的实施方式中,是将参照图 2 说明的记录脉冲作为前提,但不限于此。例如,也可适用于对不需要冷却脉冲(基础功率电平)的记录介质的记录波形控制。在这种情况下,只控制写入功率和消去功率。

[0285] 再有,在本发明的实施方式中,测试信号并不限于上述情形。作为测试信号模式,可以是标记与空白的发生概率相同的模式,也可以是比较长的标记/空白与比较短的标记/空白的组合。例如,是 8Tm3Ts8Tm8Ts3Tm8Ts 的重复模式、7Tm2Ts7Tm7Ts2Tm7Ts 的重复模式。

[0286] 再有,在本发明的实施方式中,记录调制法则和 PRML 方式不限于上述的情形。也可以是各种记录调制法则、与各种特性的 PRML 方式的组合。例如,也可以是 (1,7)Run Length Limited 编码与 PR(1,2,1)ML 方式、或 PR(1,2,2,2,1)ML 方式等的组合。也可以是在 CD 或 DVD 中采用的 8-16 调制编码与上述 PRML 方式的组合。

[0287] 再有,在本发明的实施方式中,探索 P_{wo} 、 P_{eo} 、 P_{bo} 的功率范围不限于上述的情形。例如,各个功率探索范围,设定为以推荐值为中心的 $\pm x\%$ (例如 $x=10$),在该范围内仍不能如图 18 所示那样检测出最佳点的情况下,也可以设定为上限或下限值。

[0288] 再有,例如在本发明的实施方式中,指标 M_{SHIFT} ,求出 $|Pa-Pb|-P_{std}$ 的平均值,并利用(式 7)来定义,但不限于此。例如也可以将 $Pa-Pb$ 或 $|Pa-Pb|-P_{std}$ 的规定次数的累加值作为指标。

[0289] 另外,在安装了盘后,或在记录数据之前进行了记录功率和记录波形的调整后,作为应对周围环境的变化等的对策,也可以将 M_{SN} 和 M_{SHIFT} 的均方根 M 作为指标,使功率变化。由此,可改善 M_{SN} 或 M_{SHIFT} 。

[0290] 另外,也可以在安装了盘后,或数据的记录之前进行了这样的记录波形和记录波形的调整后,作为应对周围环境的变化等的对策,再生刚才记录的数据,检测 M_{SN} 和 M_{SHIFT} ,例如,如果 M_{SN} 恶化,则进行功率的调整,如果 M_{SHIFT} 恶化,则进行记录波形的调整。

[0291] 同样,也可以在安装了盘后或数据的记录之前进行了这样的记录波形和记录波形的调整时,也在调整后再以该条件记录的数据,检测 M_{SN} 和 M_{SHIFT} ,例如,如果 M_{SN} 恶

化,则进行功率的再调整,如果 M_SHIFT 恶化,则进行记录波形的再调整。

[0292] 另外,在本发明的实施方式中,对进行数据的记录时的记录条件的调整进行了说明,但记录条件的调整方法也可以适用于制作 ROM 盘的原盘的情况。特别是,在使用相变化记录膜进行母盘制作 (Mastering) 的情况下,通过使用本实施方式的记录条件的最佳化方法,可更简单地决定适合于 PRML 再生的切割条件。

[0293] 另外,希望 M_SN 小于等于 8%, M_SHIFT 约小于等于 4% 左右。

[0294] 另外,也可以将 M_SN、或 M_SHIFT、或 M 成为规定值以下的记录条件,预先记载在信息记录介质的再生专用区域中。由此,即使在不进行试记录的情况下,也能够像以往那样进行适于 PRML 再生的记录,在进行试记录的情况下,也能够像例如按照进行记录的数据的再生,来只进行 M_SN、M_SHIFT 的确认这样,使得调整简化。

[0295] 另外,也可以将通过本发明的记录条件调整处理所得到的记录条件预先记录在信息记录介质的规定的区域(例如管理信息记录区域)中。在该区域中,作为记录条件,将分散程度和平均值为小于规定的值的记录条件、分散程度成为小于规定的值之类的记录条件、平均值小于规定的值的记录条件、分散程度的平方和平均值的平方之和的平方根的值小于规定的值的记录条件中的至少 1 个条件,预先记录在信息记录介质中,在下次进行试记录时,通过参照这些信息,可简化记录条件调整处理。

[0296] 图 32 是表示记录了最佳化的记录条件的信息记录介质 1 的图。信息记录介质 1 具有导入 (lead in) 区域 201、用户数据区域 202、和导出 (leadout) 区域 203。用户数据的记录再生针对用户数据区域 202 进行。测试记录在导入区域 201 所具有的 OPC (Optimum Power Calibration) 区域 212 进行。导入区域 201 和导出区域 203,具有储存对信息记录介质 1 进行读写所必要的参数的管理信息记录区域 211。管理信息记录区域 211,具有用于预先记录好记录条件的记录条件记录区域 221,最佳化的记录条件被记录在该记录条件记录区域 211 中。

[0297] 另外,本发明的记录条件整理处理,例如按照测试记录→再生信号品质评价→记录条件调整→正式记录的顺序进行。在这种情况下,在记录第 2 信息(用户数据)之前,测试记录第 1 信息(虚设数据:dummy data)。在这种情况下,第 1 信息与第 2 信息可以是不同的信息。另外,在其他实施方式中,记录条件调整处理可以按照正式记录→记录条件更新→再生信号品质评价→记录条件调整→正式记录的顺序进行。在这种情况下,在记录第 1 信息(用户数据)的过程当中,根据温度和湿度的变化更新记录条件,并以更新的记录条件记录第 2 信息(用户数据)。此时,有以更佳的记录条件重新记录第 1 信息的情况(第 1 信息=第 2 信息)、和以根据第 1 信息更新后的记录条件记录第 2 信息的情况(第 1 信息≠第 2 信息)。这样,记录条件调整处理所使用的信息(第 1 信息)、与调整后记录的信息(第 2 信息)之间的关系有各种各样,本发明对于第 1 信息与第 2 信息之间的关系没有特别的限定。

[0298] 另外,本发明中,取得通过再生以规定的记录条件记录的信息所获得的再生信息,通过评价再生信息,来调整记录条件。根据从评价中使用的指标获得的第 1 要素,调整与记录波形相关的记录条件。另外,根据独立于从评价中使用的指标获得的第 1 要素的第 2 要素,调整与记录位置相关的记录条件。在能够评价记录条件的指标中,例如像 M 指标那样,潜在有具有独立关系的多个要素,在各个要素中,具有各自面向的调整对象。本发明规定了这样的指标潜在要素的提取、和与其相性好的调整对象之间的关系。

[0299] 如上述那样,使用本发明的优选实施方式对本发明进行了举例说明,但本发明不应被解释为只限于该实施方式。本发明应被理解为只根据权利要求书来解释其范围。并且,本领域技术人员可根据本发明的具体的优选实施方式的记载,基于本发明的记载和技术常识,在等效的范围内进行实施。本说明书中引用的专利、专利申请以及文献,其内容本身与具体记载在本说明书中的内容同样,其内容可以作为对本说明书的参考来引用。

[0300] 本发明的光盘再生装置,在再生信号处理中使用了最大似然解码法的处理系统中,使用与解码性能有相关性的再生信号评价指标,进行记录时的记录信号的功率和形状的最佳化,从而可实现记录状态的最佳化,能够使再生时的错误减小到最小。另外,本实施方式与在以往的记录波形控制中沿用的抖动、对称性、BER 等再生信号品质指标相比,由于可高精度检测出对应记录波形的变化的再生波形的变化,所以可高精度进行最佳记录参数的设定。这样,由于可高精度决定最佳的记录参数,所以可将基于交叉功率的性能劣化抑制到最小,可用于稳定地实现相同规格的光盘驱动装置、光盘介质之间的互换。

[0301] 以往,为了高精度决定、设定最佳的记录参数,以往的利用抖动、对称性、BER 等再生信号评价指标,不能高精度求出合适的参数。

[0302] 在本发明中,通过只使用最大似然解码算法的多个状态迁移模式中、与再生波形的边沿附近相关的状态迁移模式(欧几里得距离最小的模式)的计量期待值误差(指标 M_{SN} 、指标 M_{SHIFT} 、指标 M),检测出记录状态,可以使进行记录参数控制的记录状态最佳化。另外,为了更高精度进行记录功率控制,对于试记录时所使用的测试信号,使用可高精度检测记录波形变化所对应的再生波形变化的特殊模式。

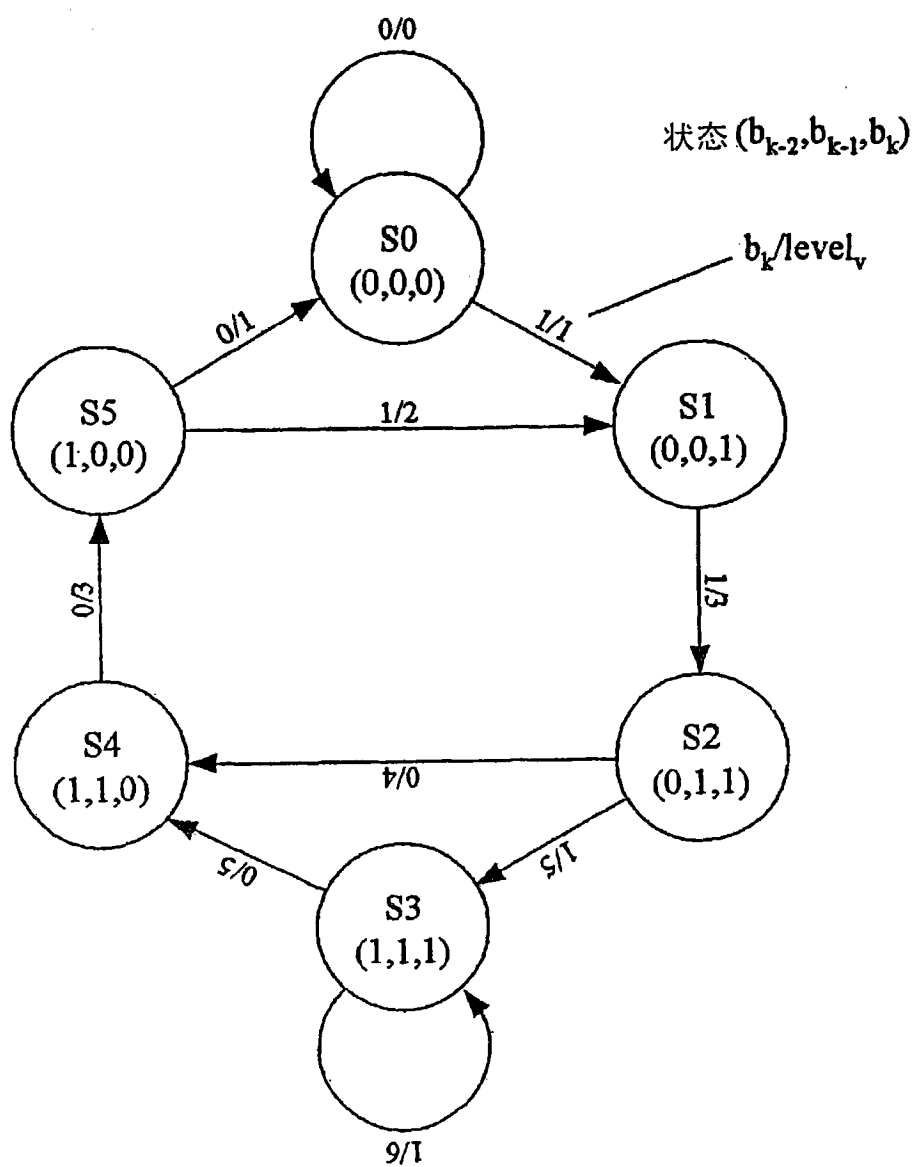


图 1

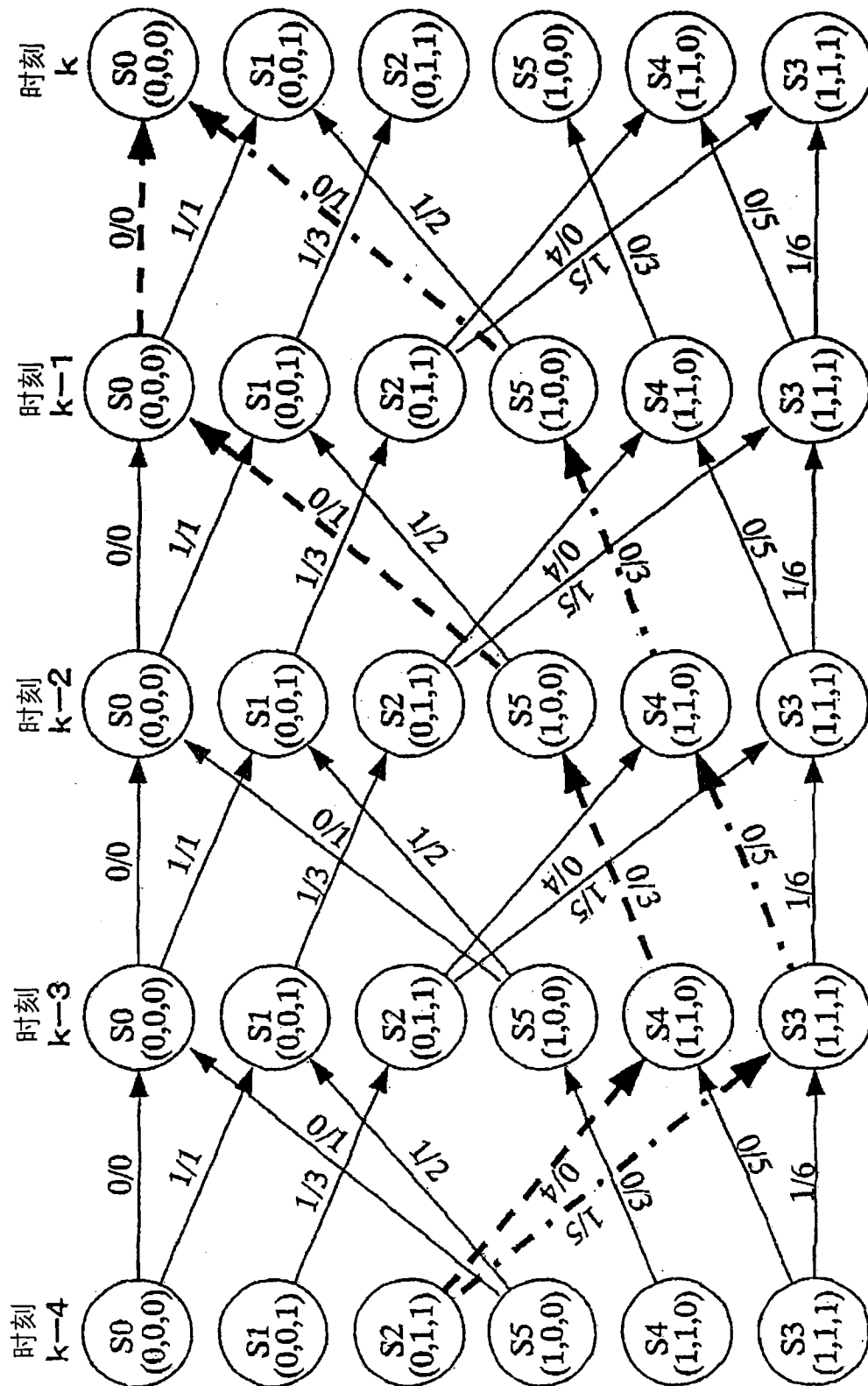


图 2

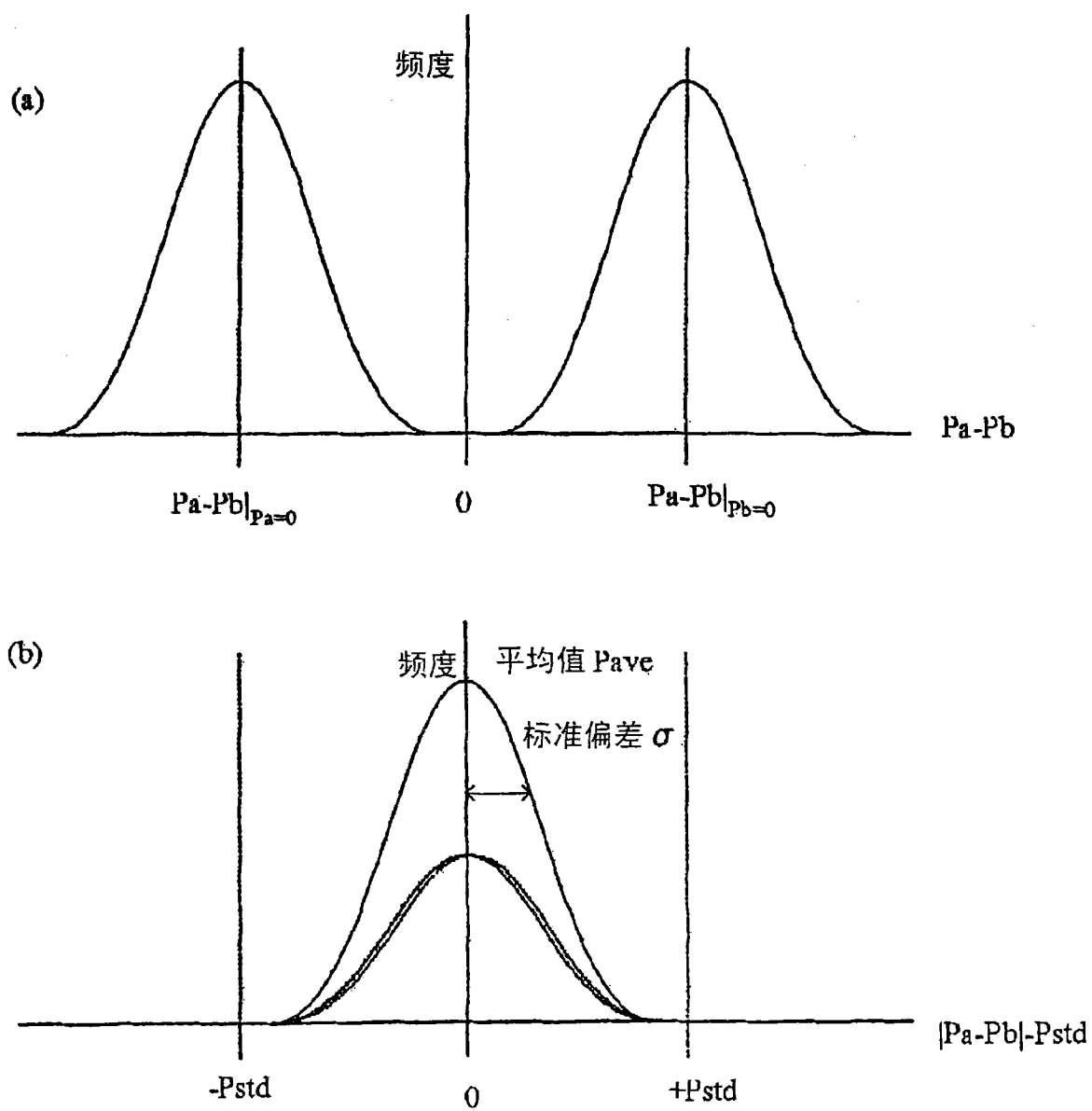


图 3

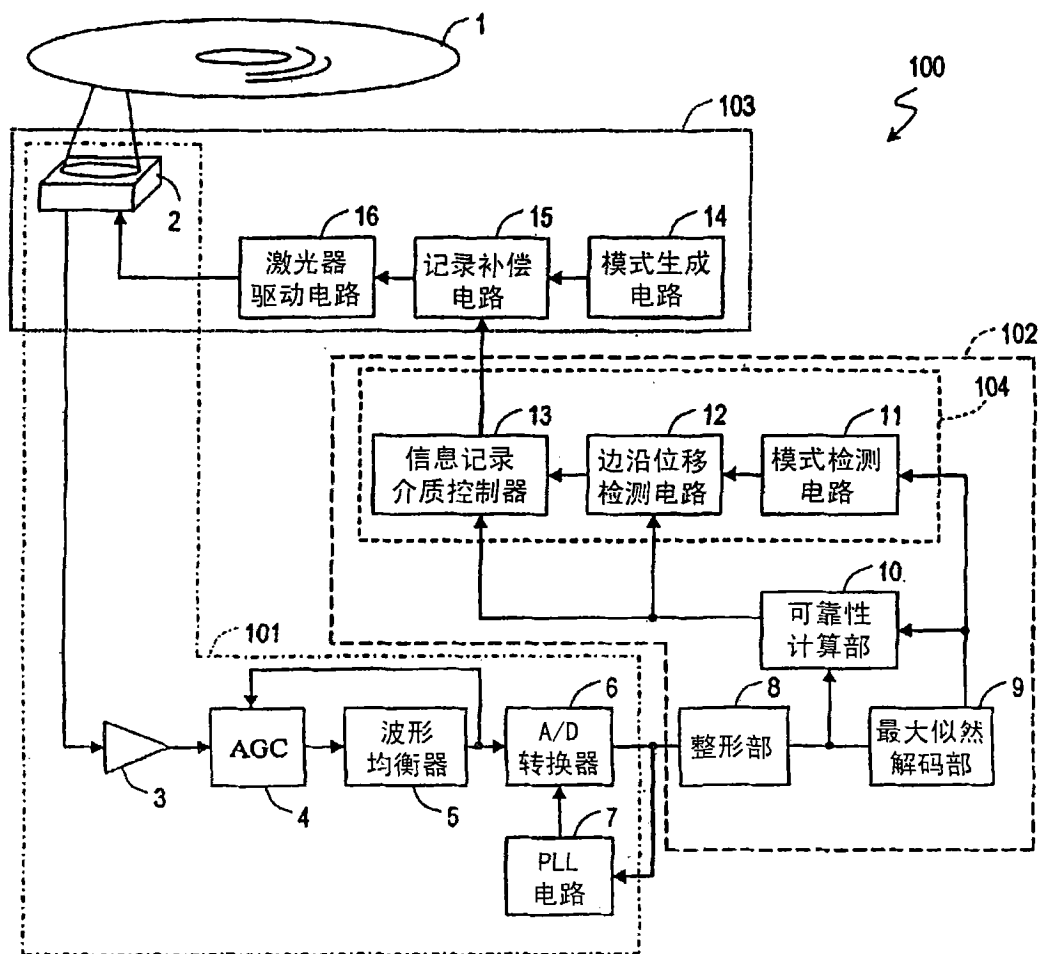


图 4

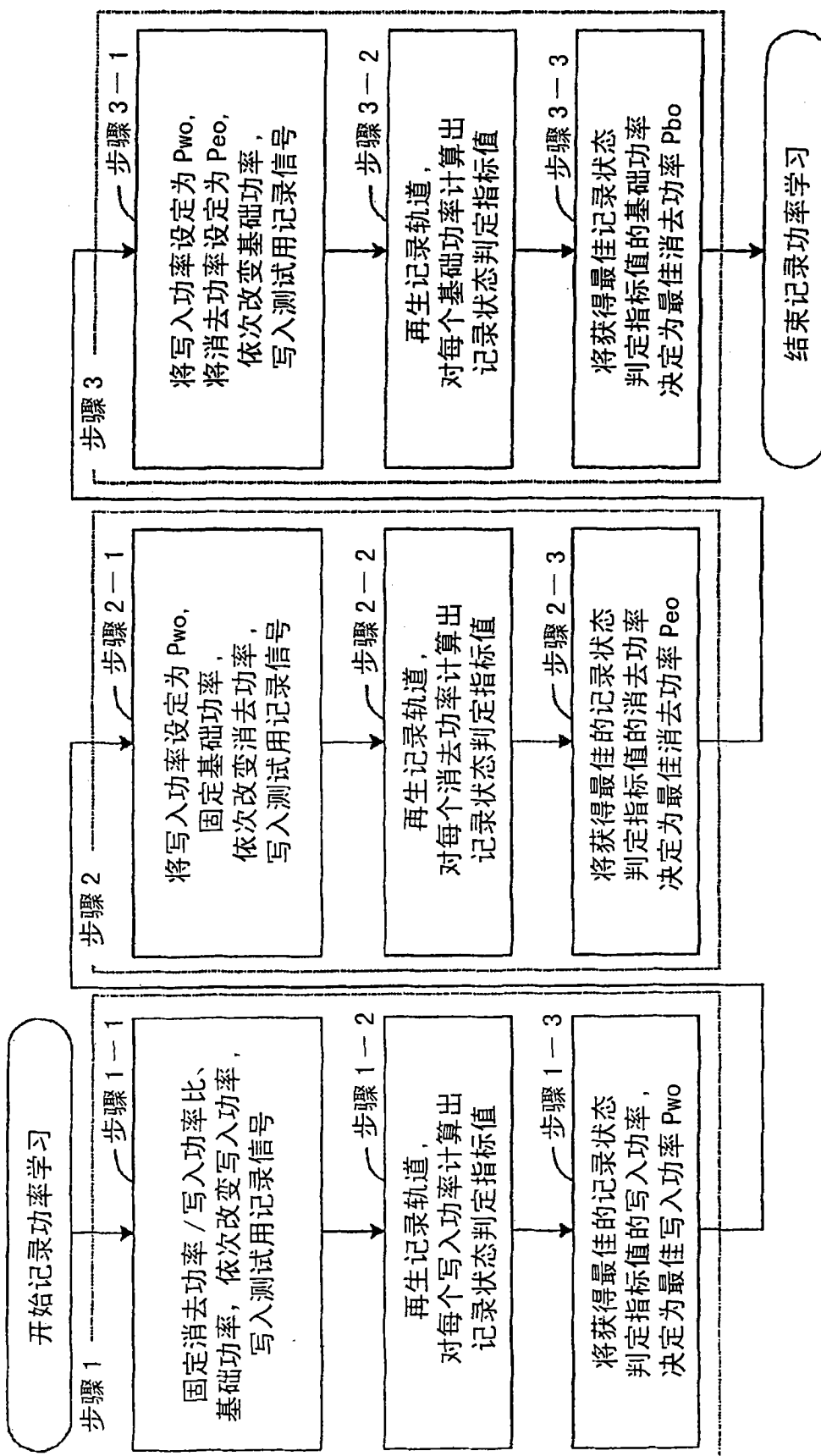


图 5

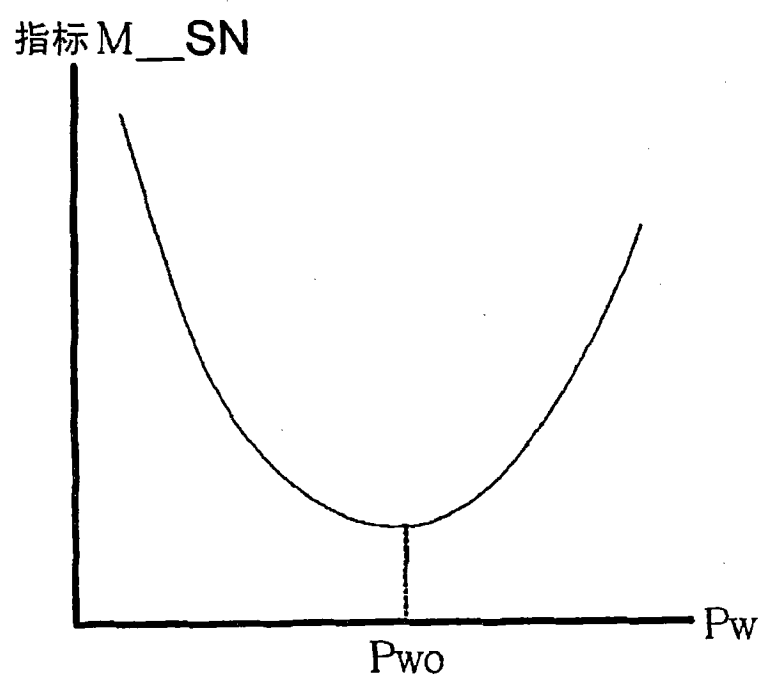


图 6

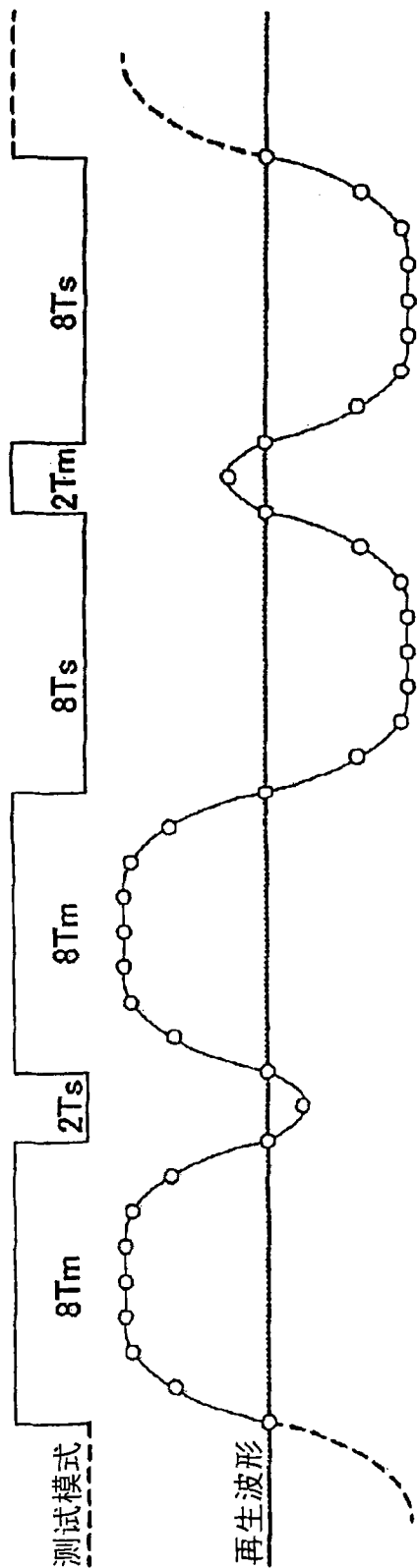


图 7

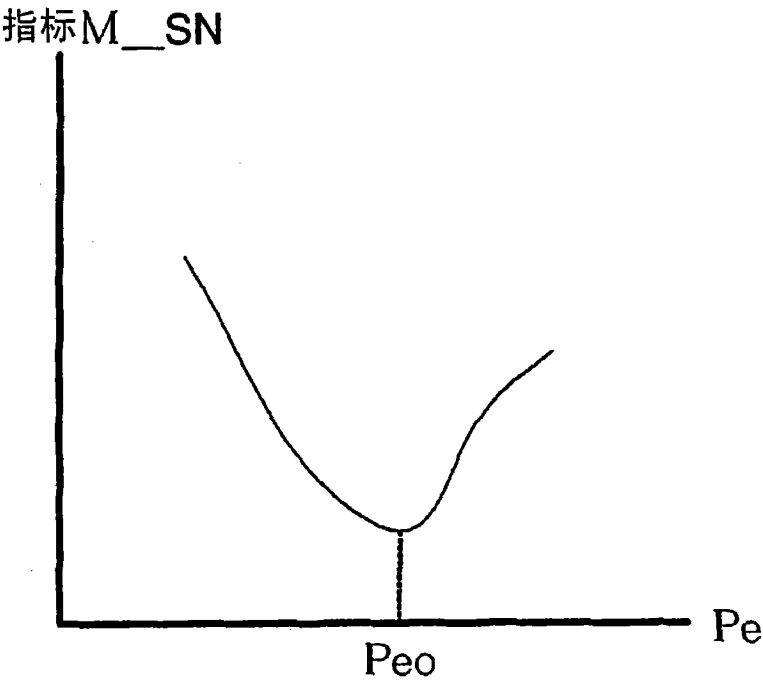


图 8

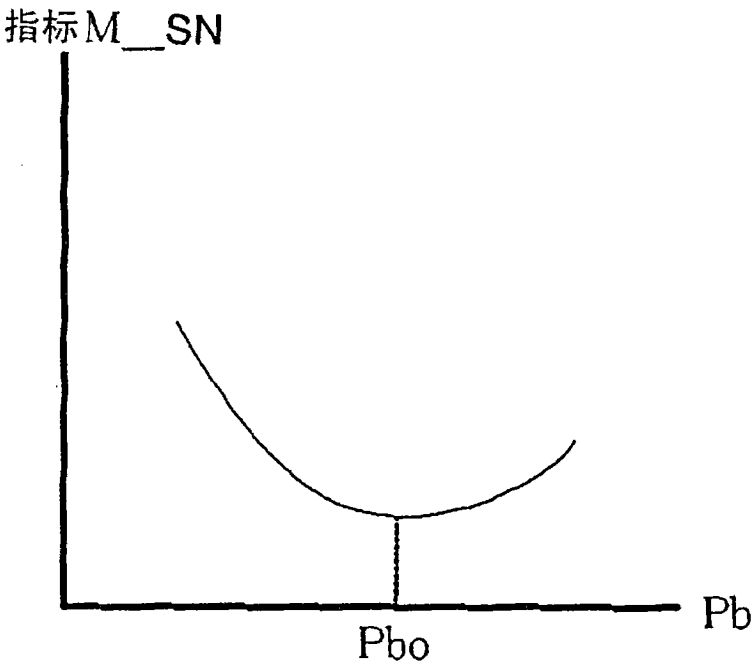


图 9

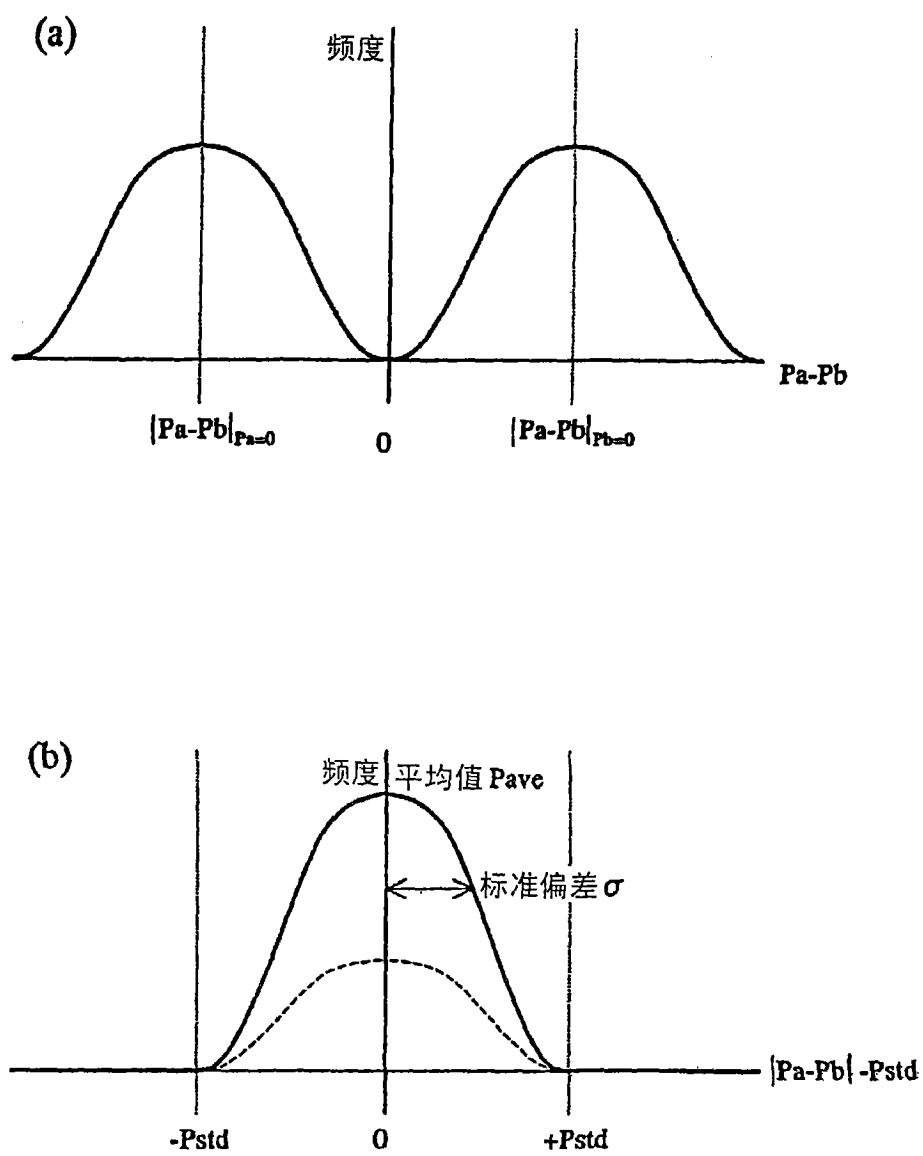


图 10

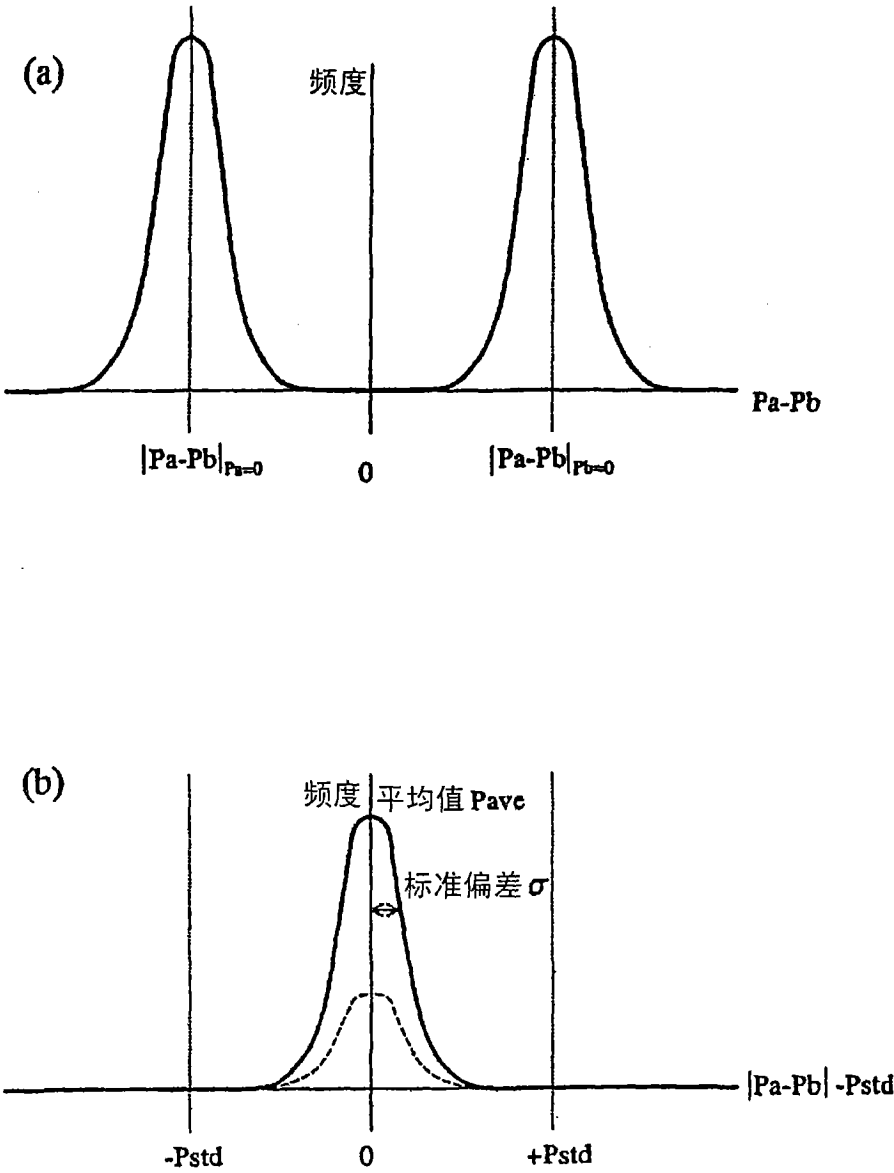


图 11

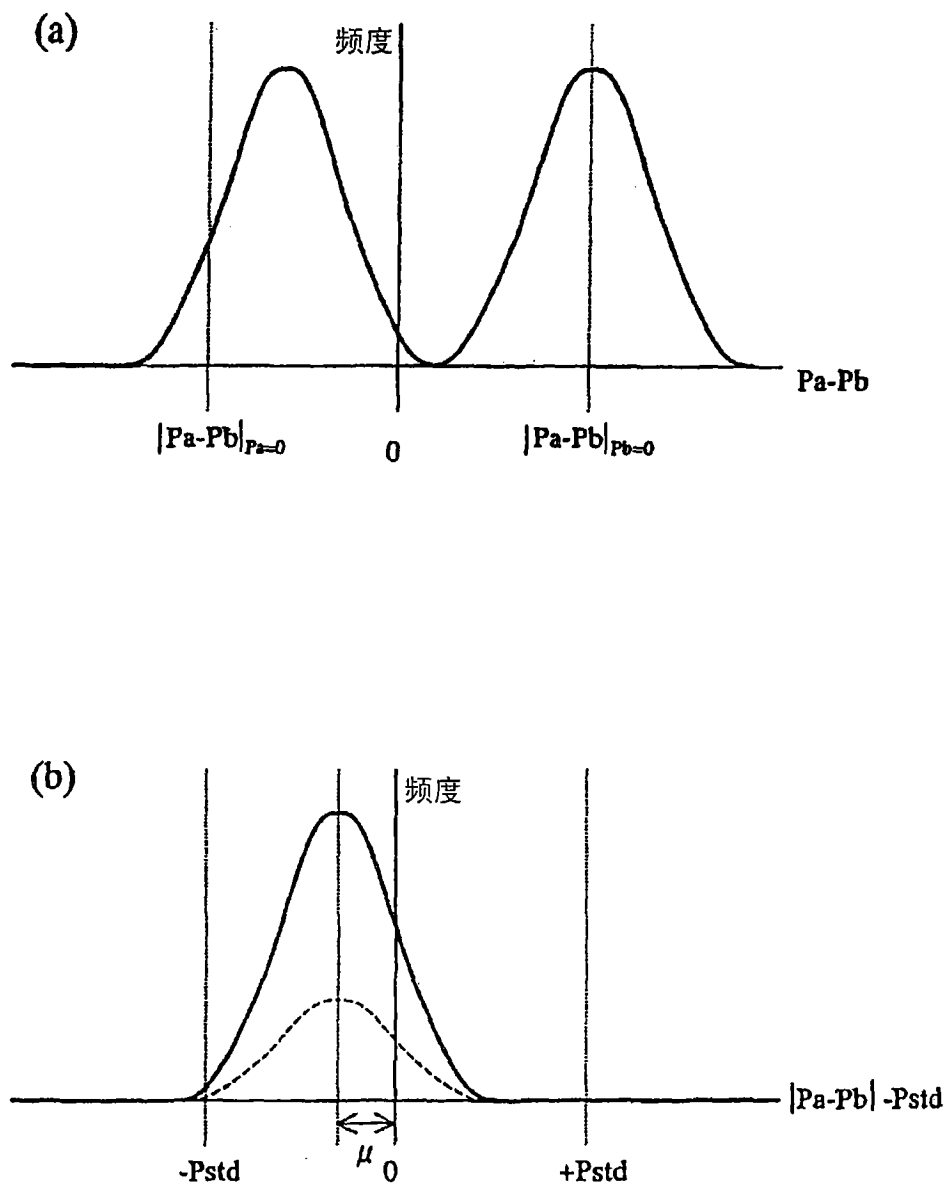


图 12

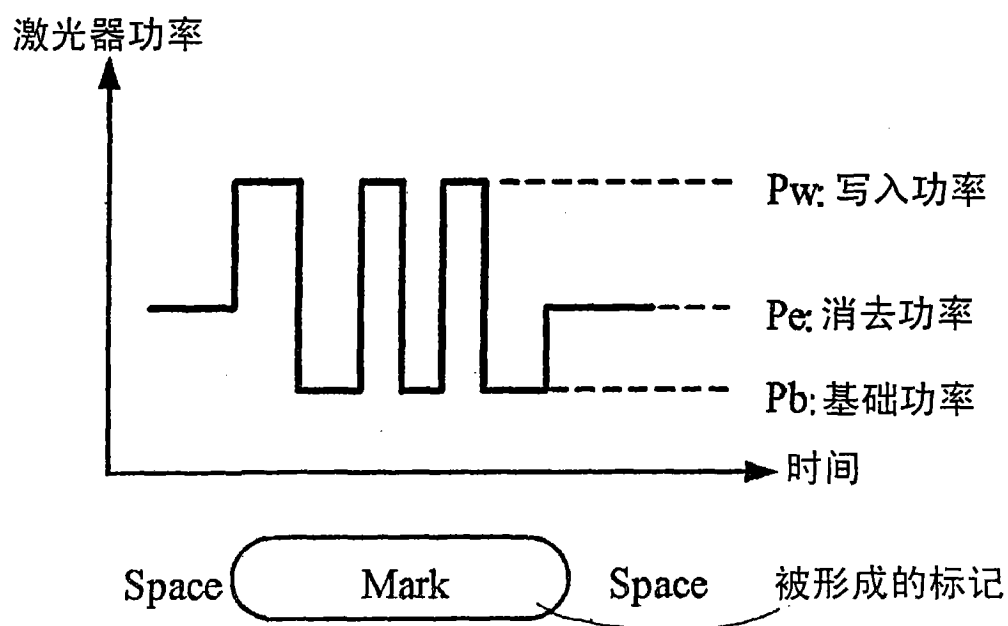


图 13

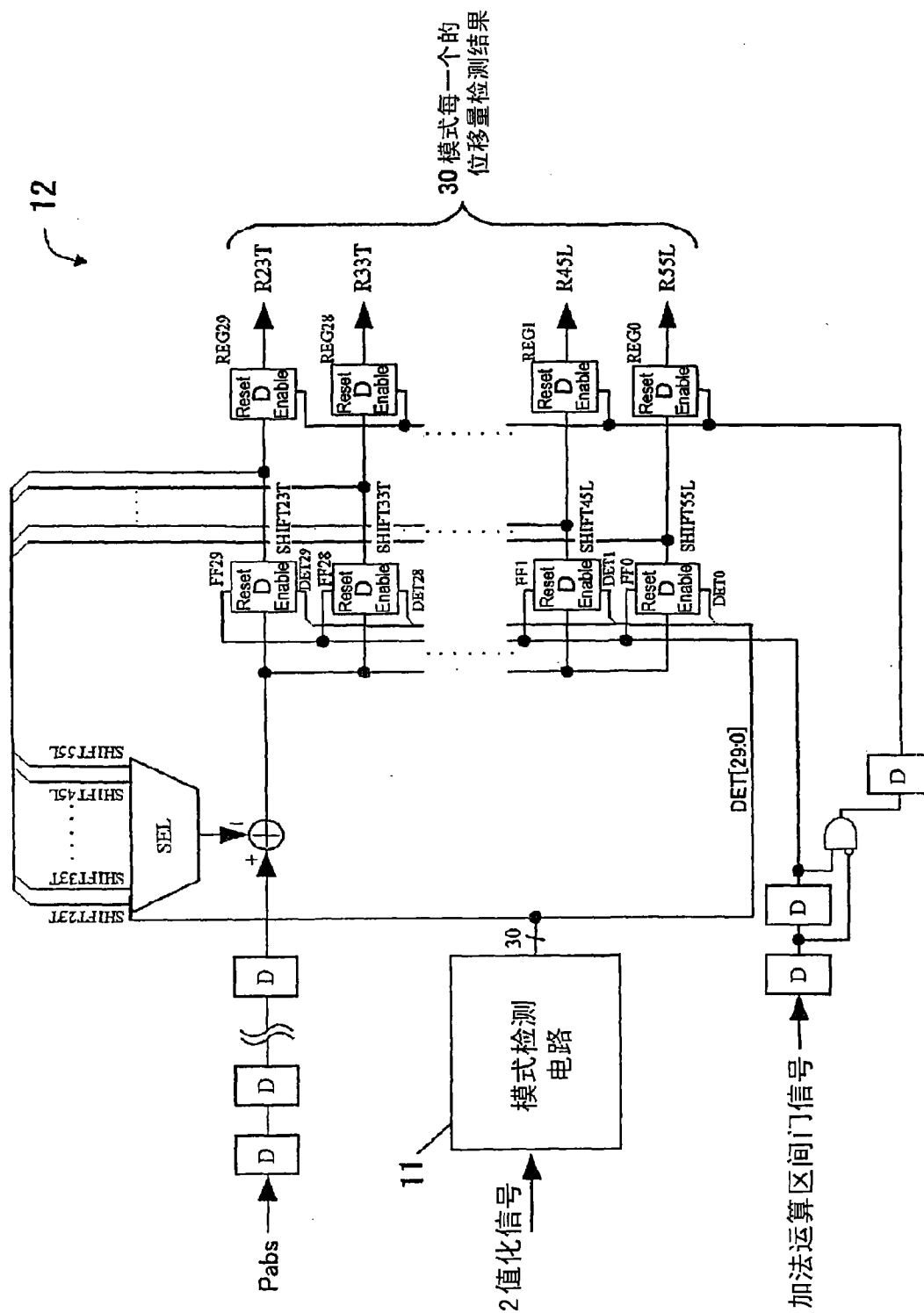


图 14

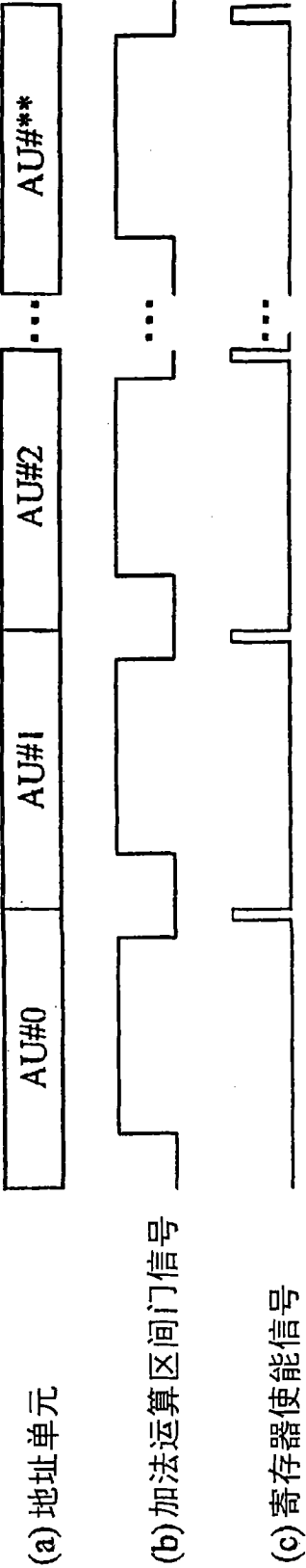


图 15

学习用记录模式

2M3S2M4S2M5S3M2S3M3S3M4S3M5S4M
2S4M3S4M4S4M5S5M2S5M3S5M4S5M5S
11000110000111001110001110000111000001111001111
00011110000111100000111110011111000111110000111110000

图 16

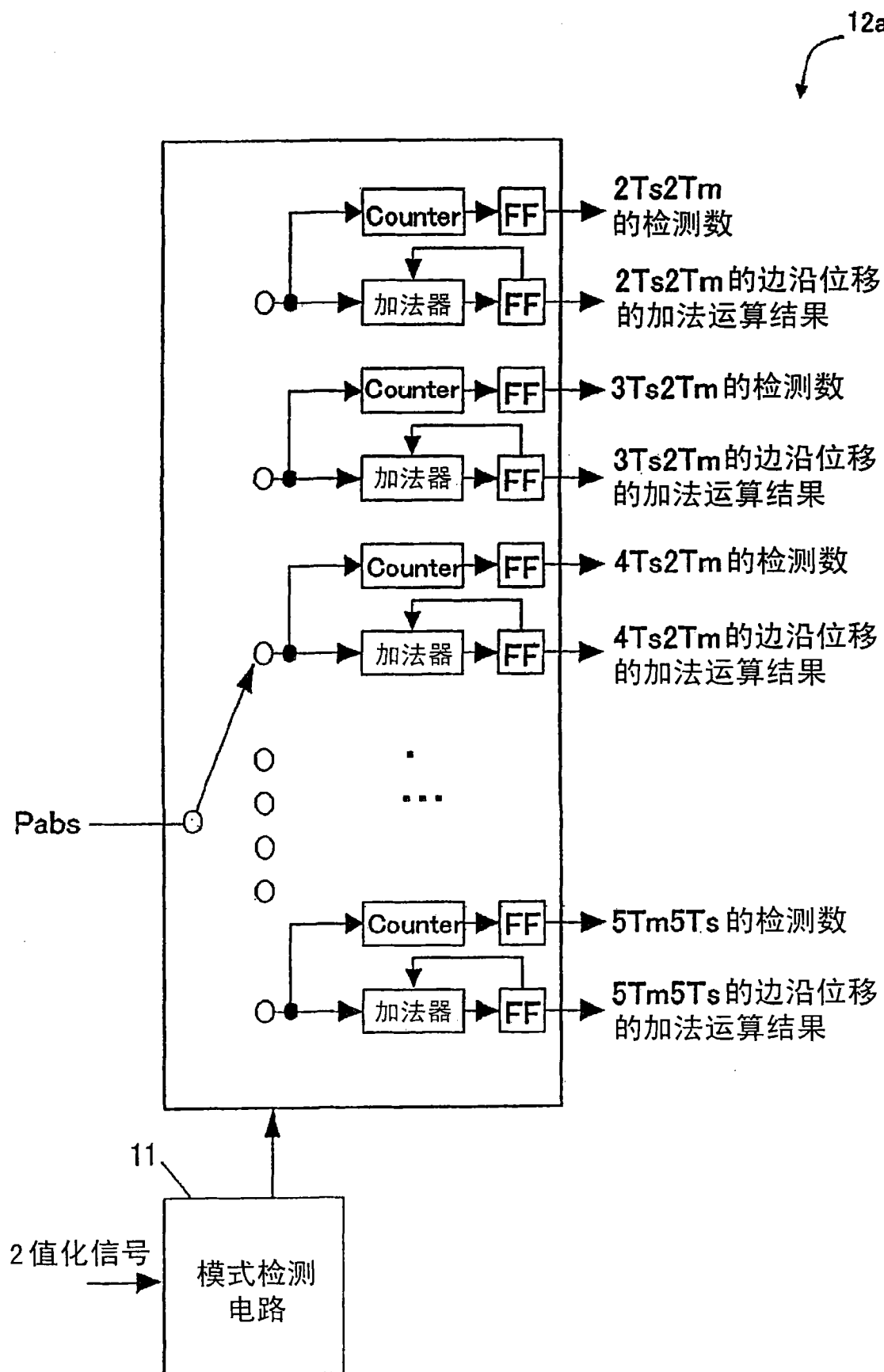


图 17

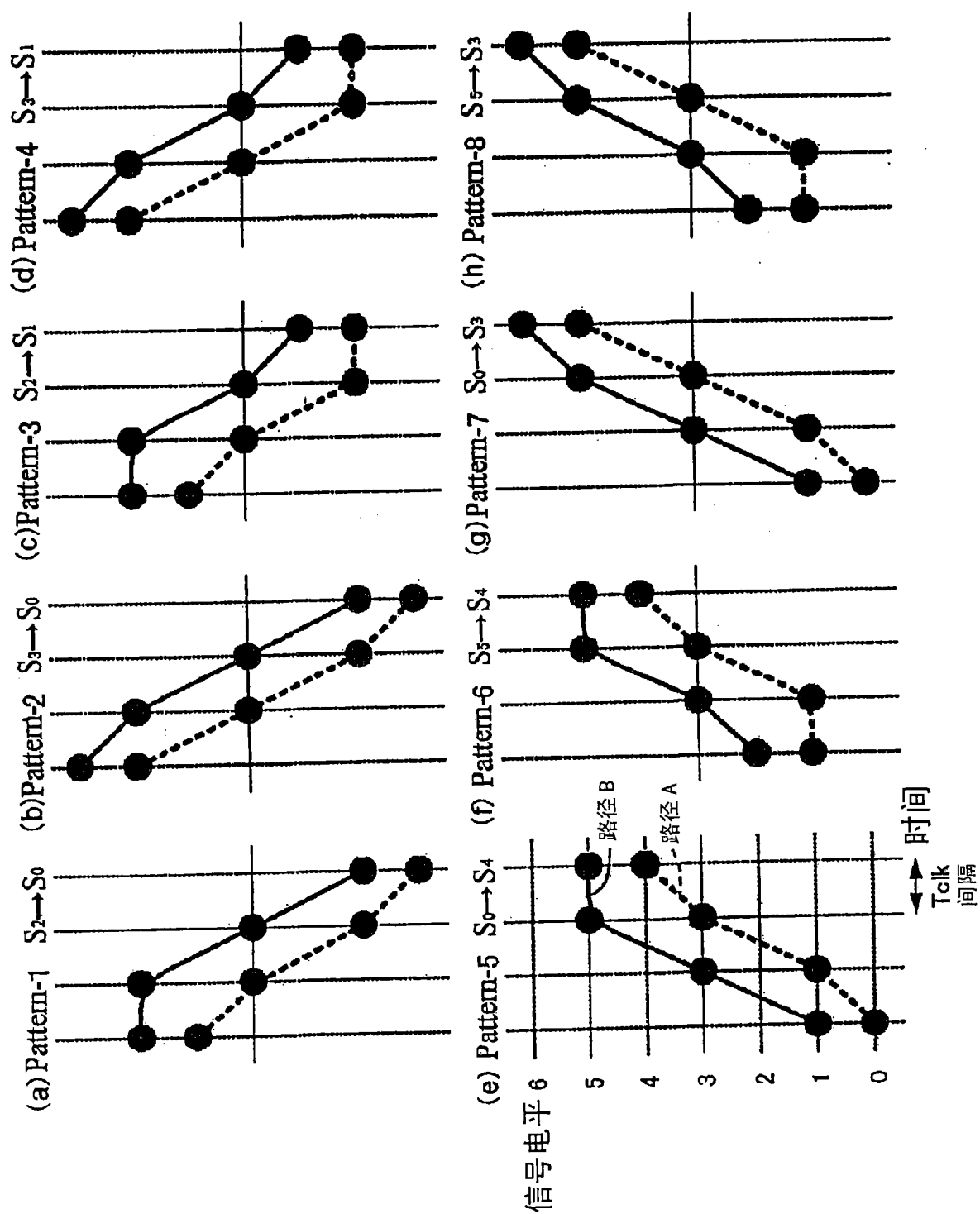


图 18

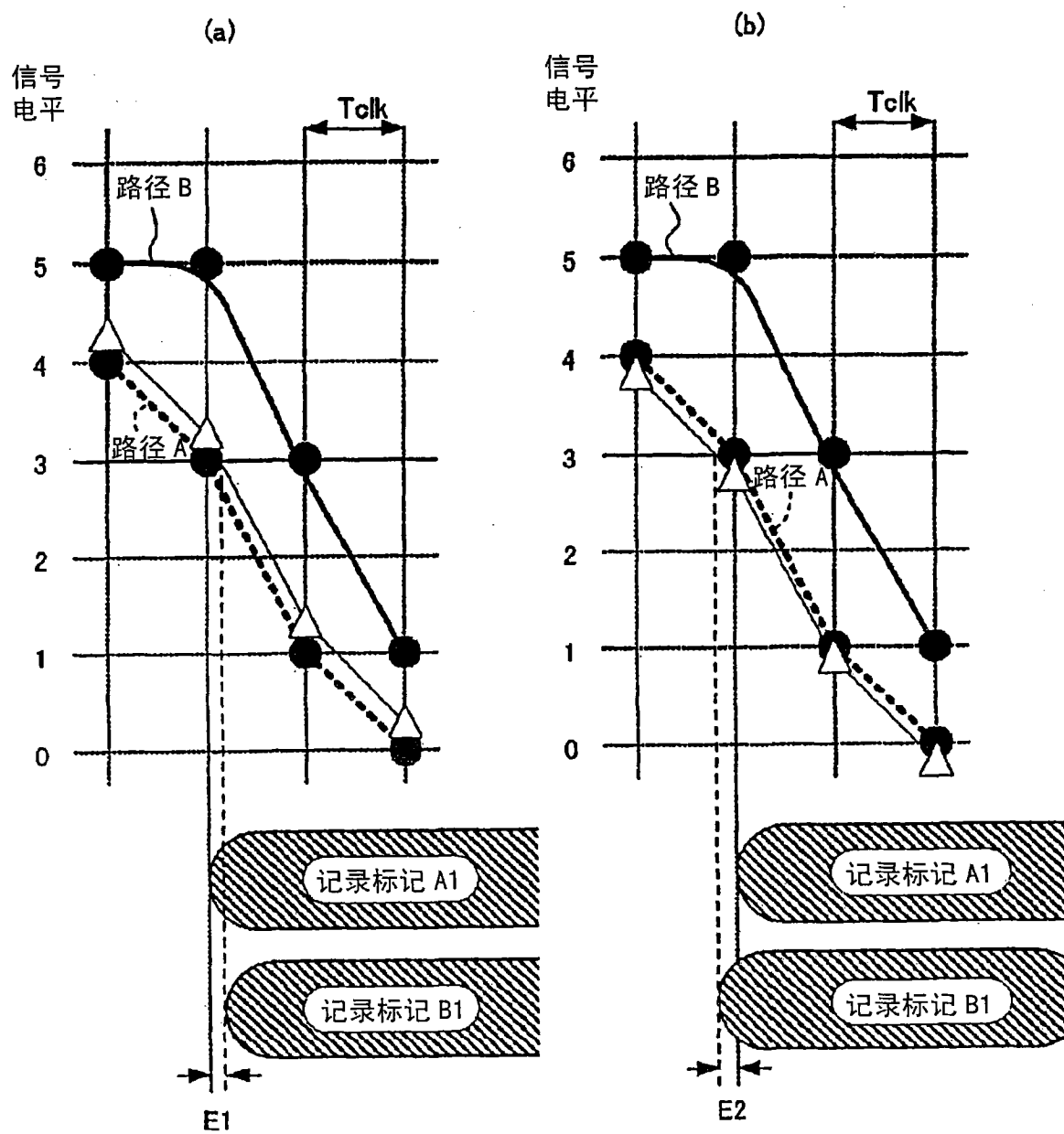


图 19

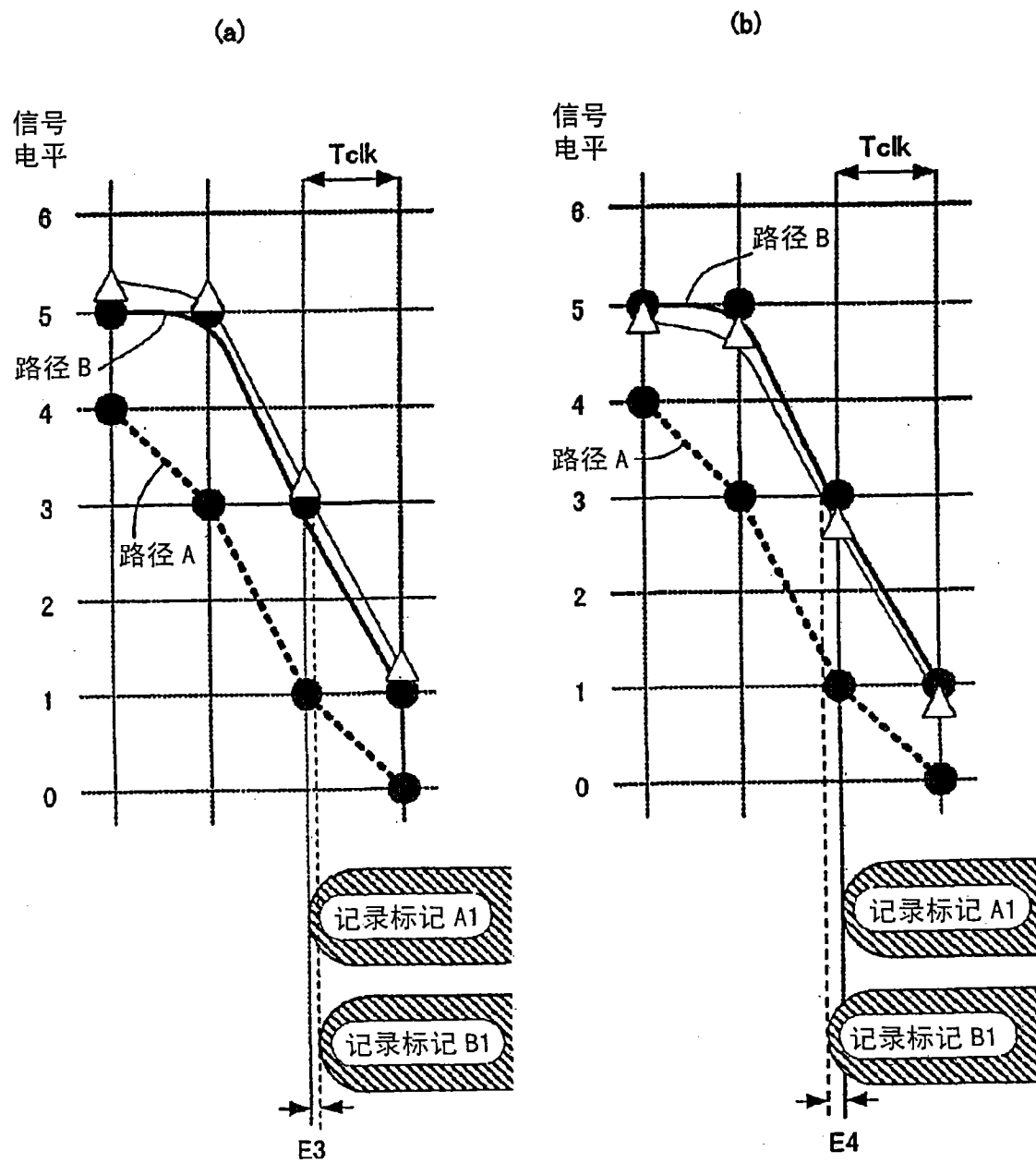


图 20

Tsfp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts	2Ts2Tm	2Ts3Tm	2Ts4Tm	2Ts5Tm
3Ts	3Ts2Tm	3Ts3Tm	3Ts4Tm	3Ts5Tm
4Ts	4Ts2Tm	4Ts3Tm	4Ts4Tm	4Ts5Tm
5Ts 以上	5Ts2Tm	5Ts3Tm	5Ts4Tm	5Ts5Tm

Telp	2Tm	3Tm	4Tm	5Tm以上
2Ts	2Tm2Ts	3Tm2Ts	4Tm2Ts	5Tm2Ts
3Ts	2Tm3Ts	3Tm3Ts	4Tm3Ts	5Tm3Ts
4Ts	2Tm4Ts	3Tm4Ts	4Tm4Ts	5Tm4Ts
5Ts 以上	2Tm5Ts	3Tm5Ts	4Tm5Ts	5Tm5Ts

图 21

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

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

图 22

M_SN、M_SHIFT 的灵敏度

	M_SN	M_SHIFT
功率调整	○	△
边沿调整	×	○

图 23

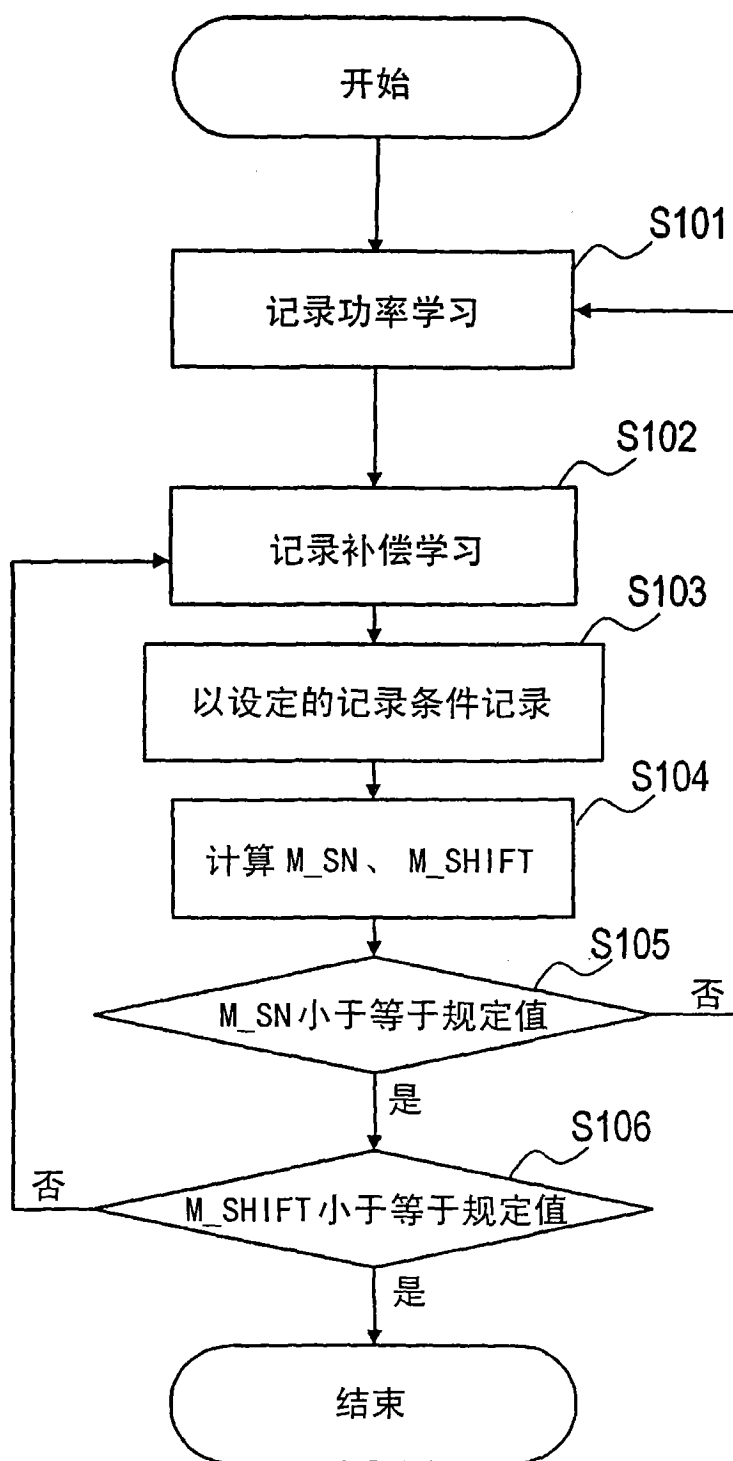


图 24A

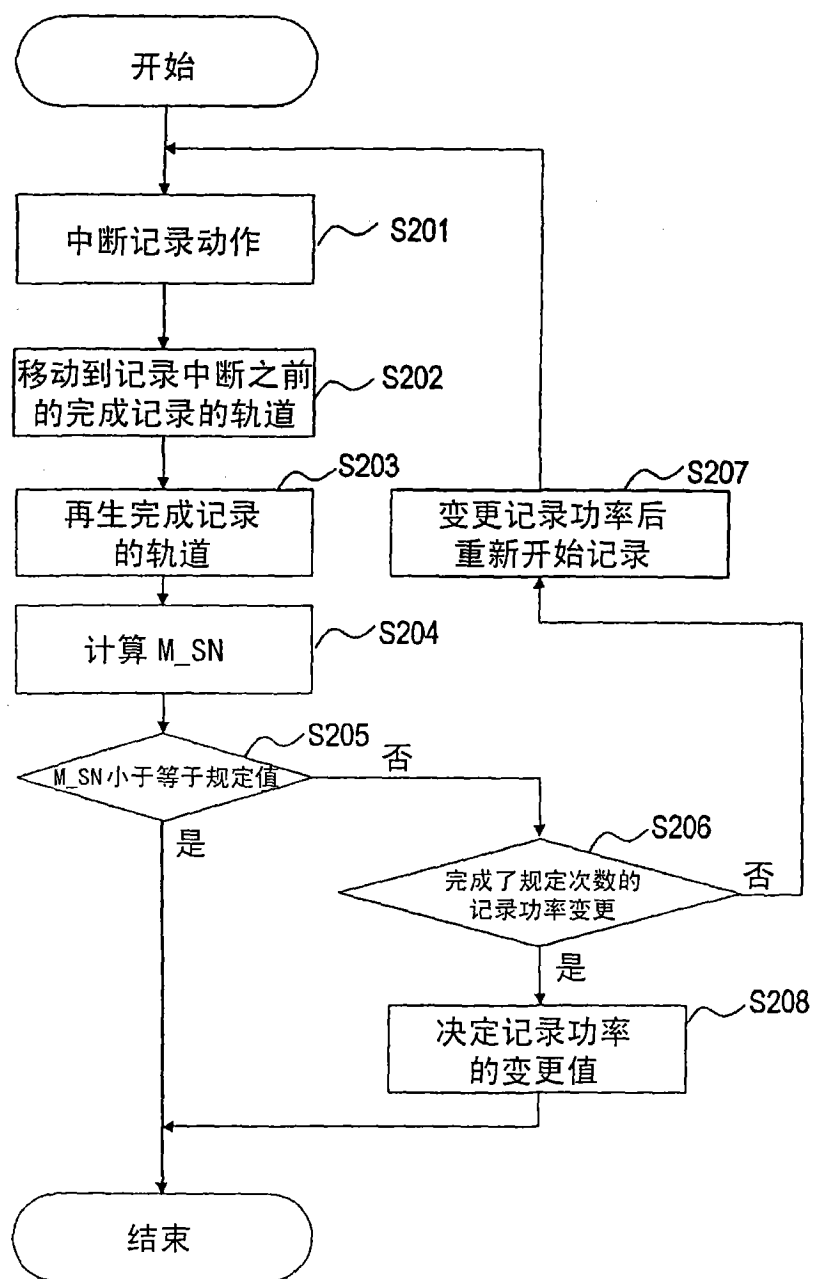


图 24B

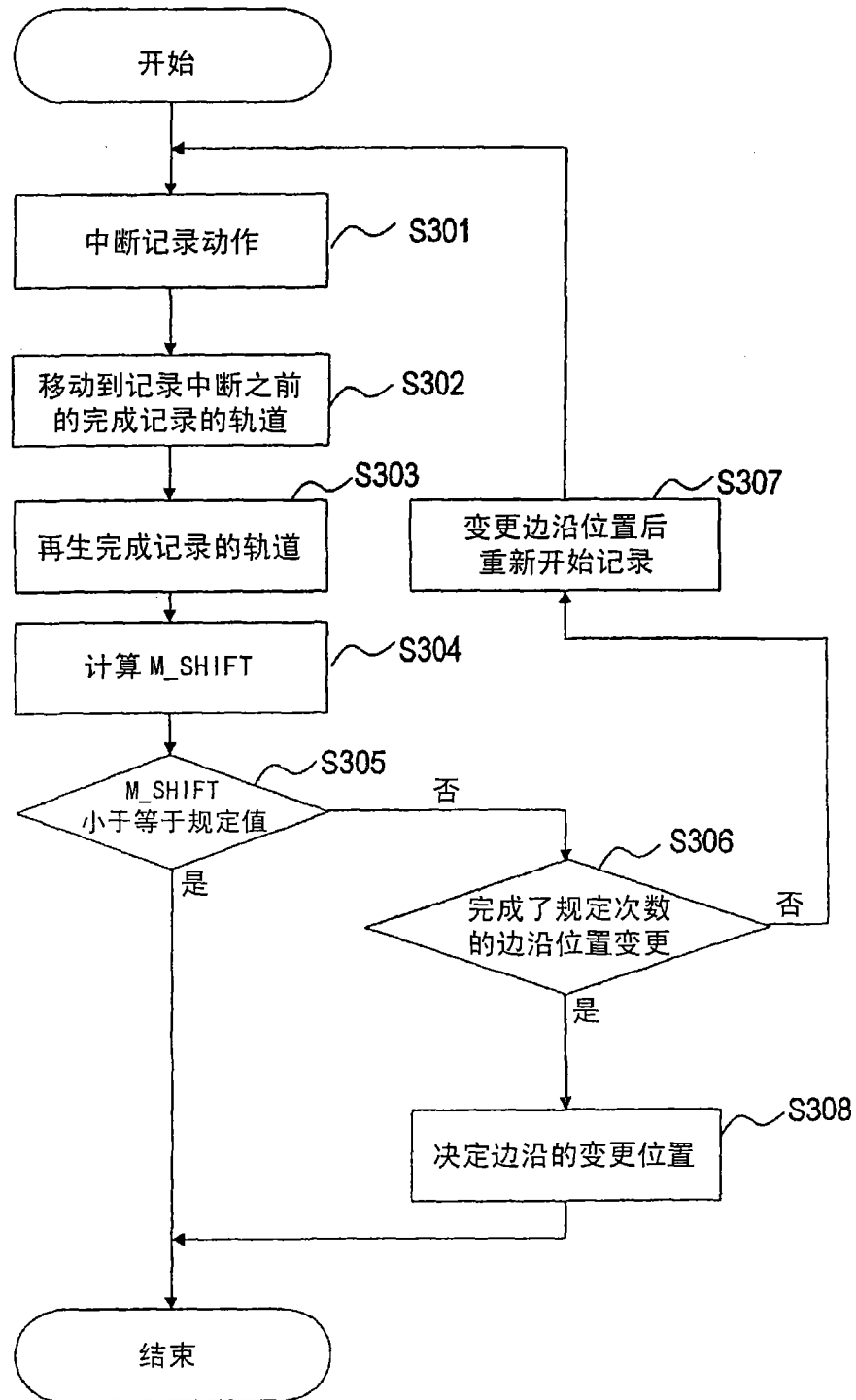


图 24C

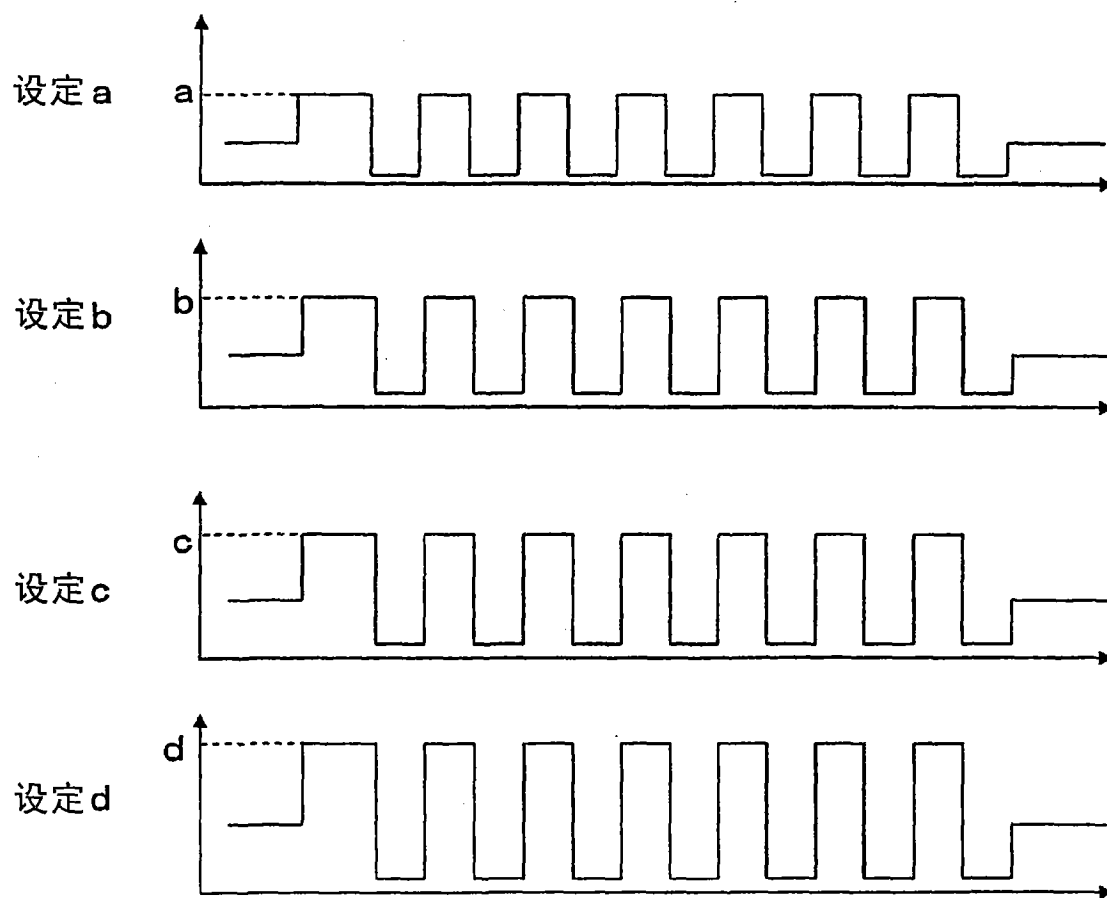


图 25

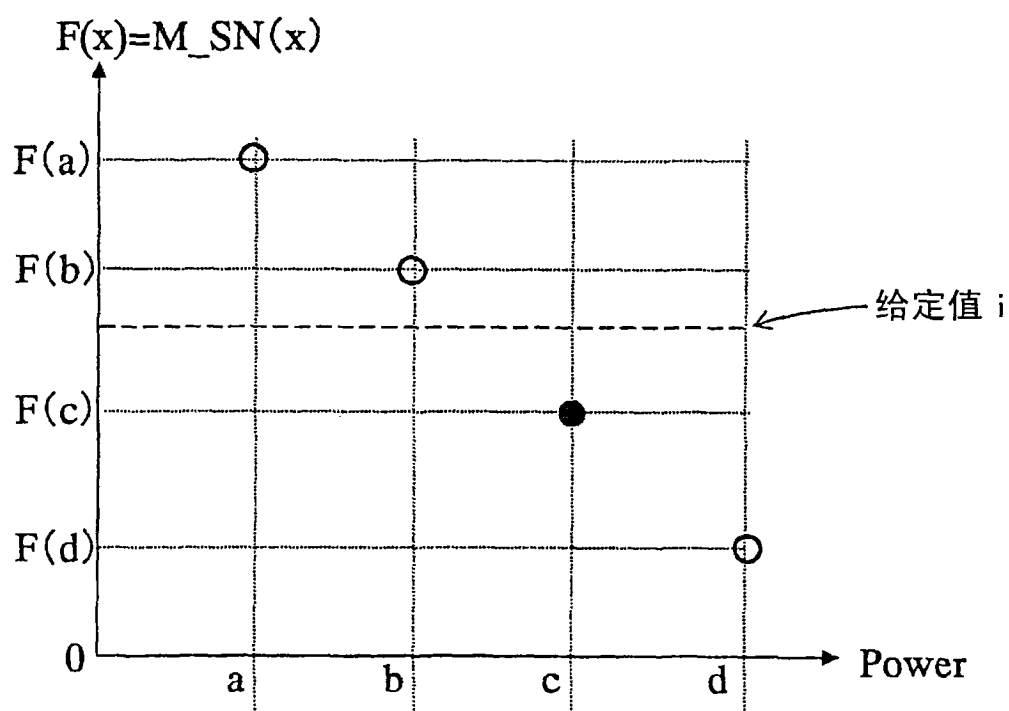


图 26

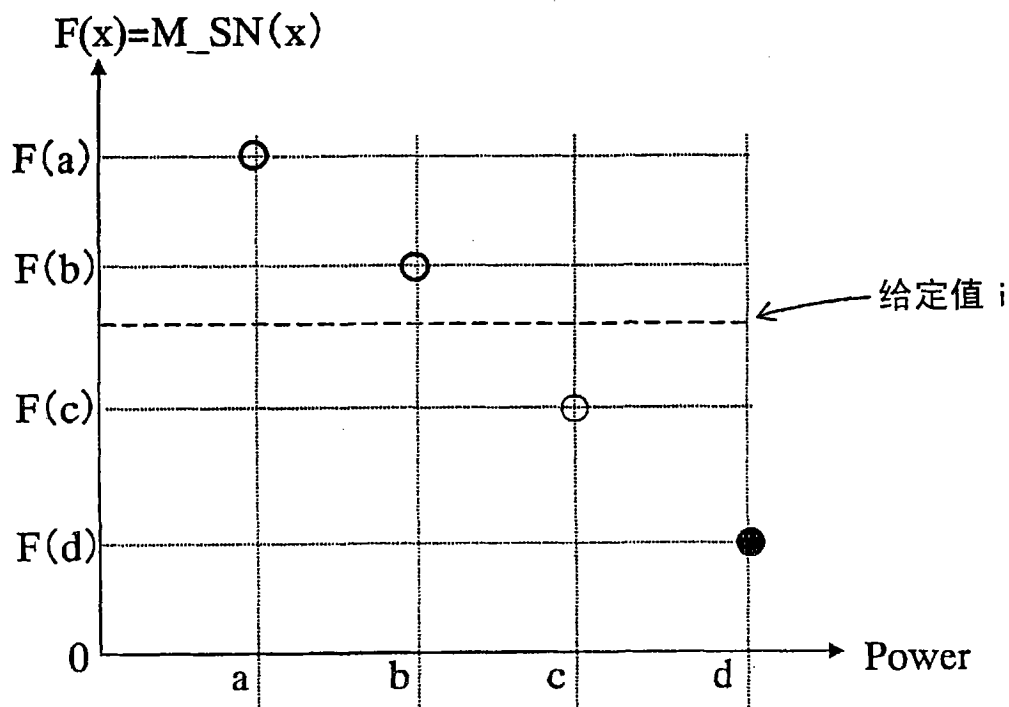


图 27

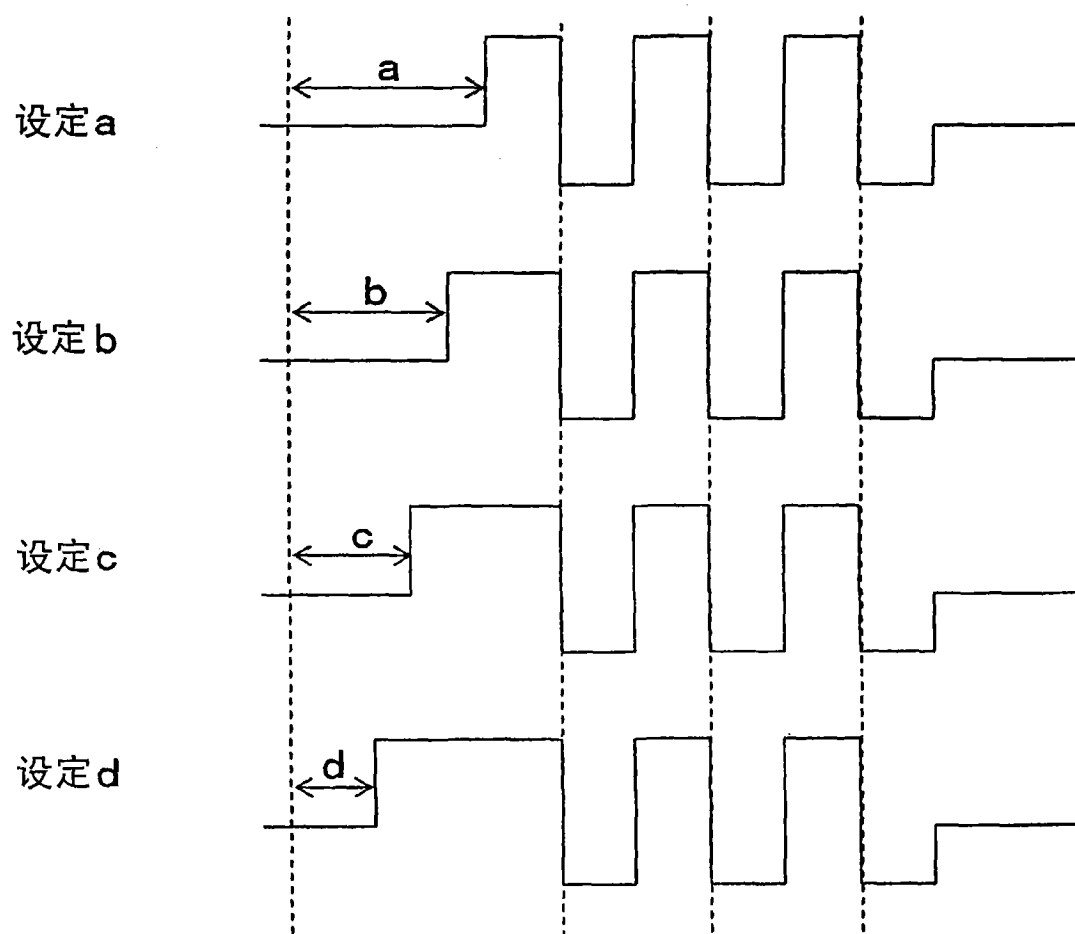


图 28

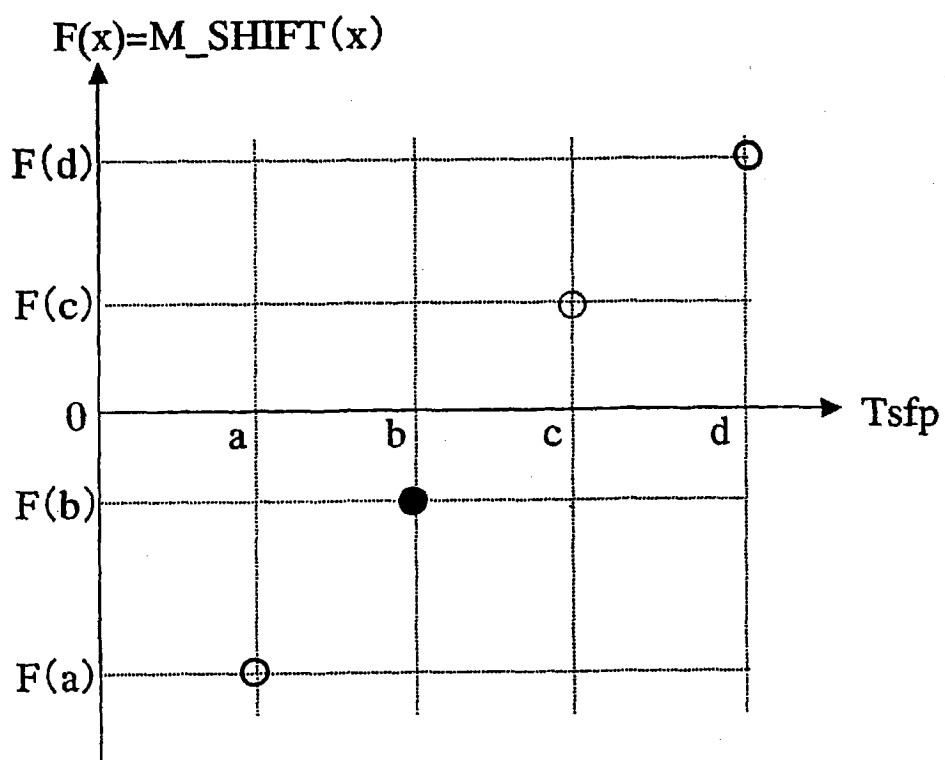


图 29

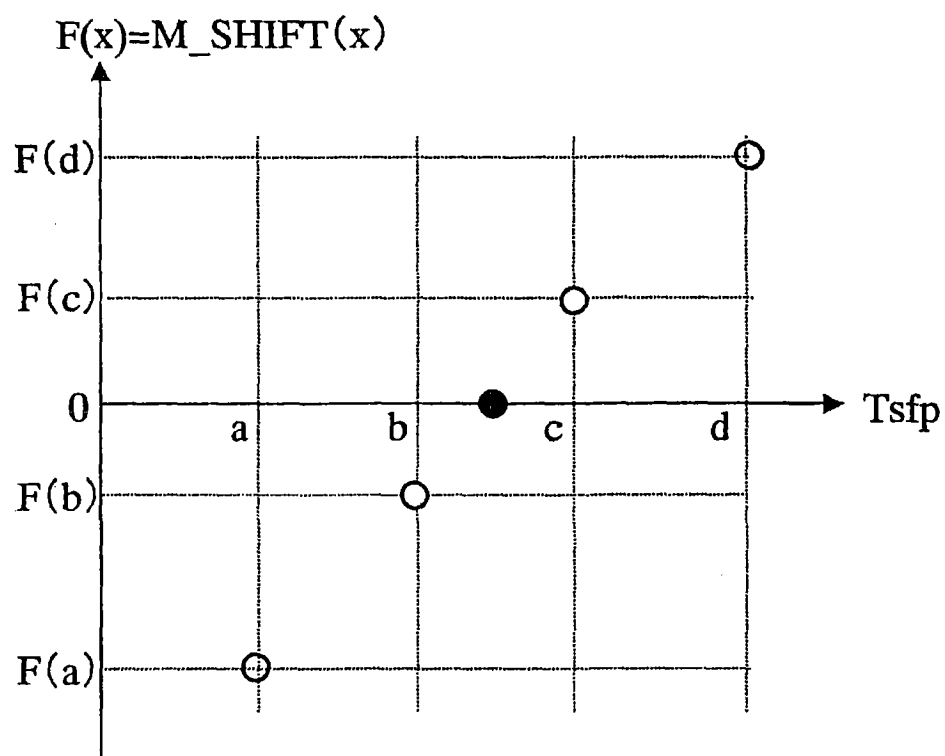


图 30

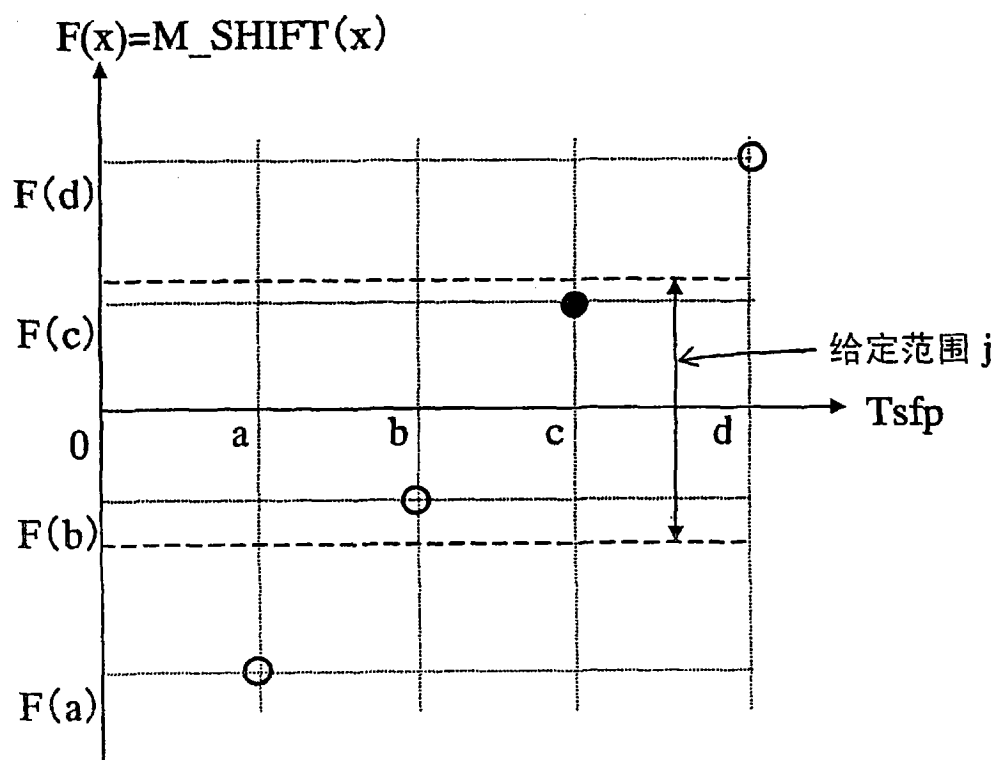


图 31

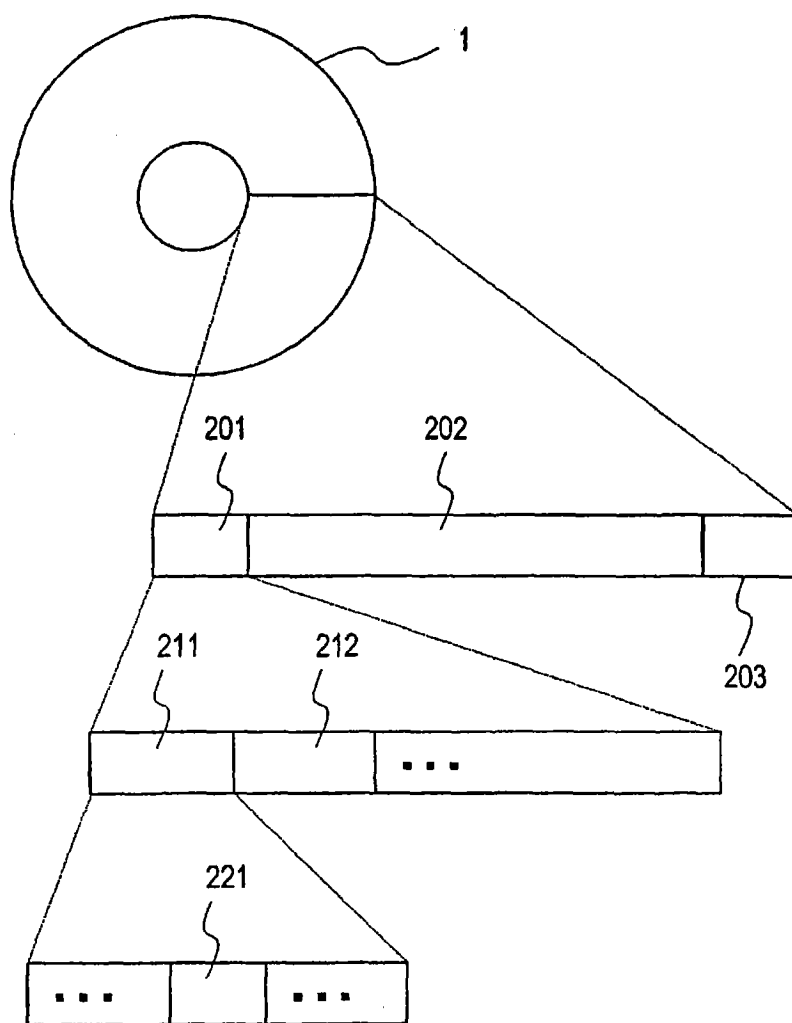


图 32

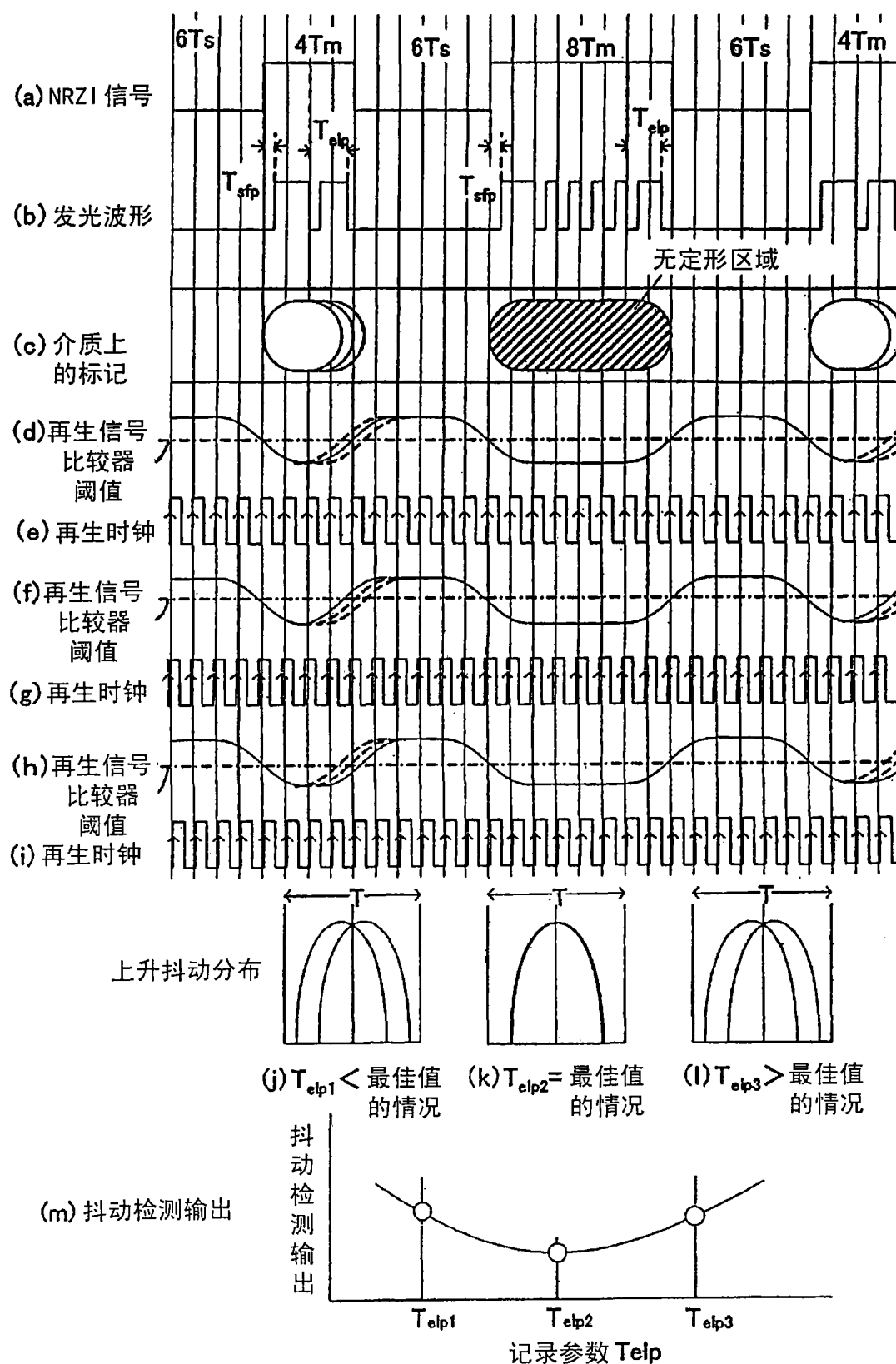


图 34

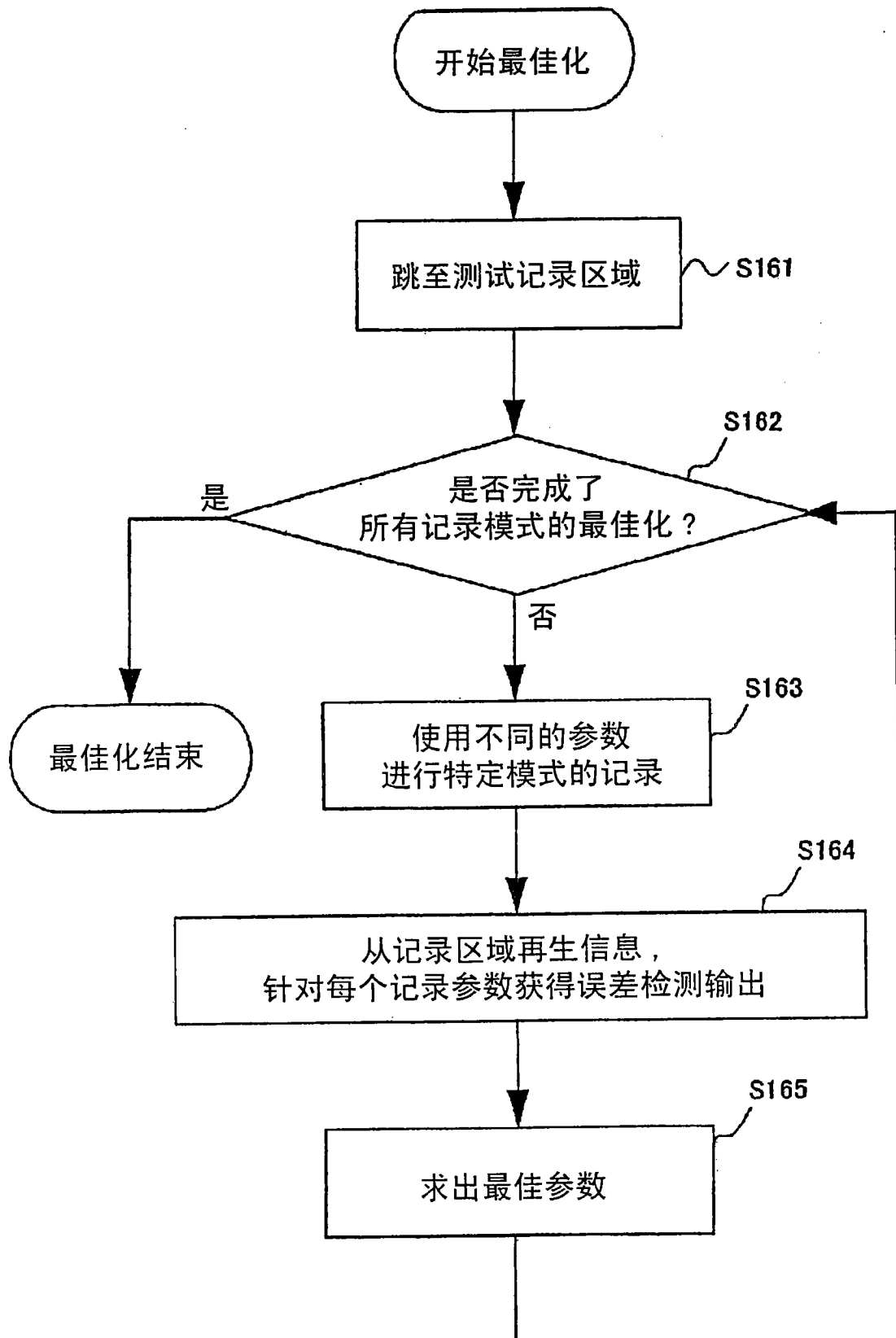


图 35