[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G11B 7/24
G11B 20/12 G11B 7/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410032802.7

[43] 公开日 2005 年 1 月 26 日

[11] 公开号 CN 1571045A

[22] 申请日 2004.4.12
[21] 申请号 200410032802.7
[30] 优先权
[32] 2003. 4.11 [33] JP [31] 107644/2003
[32] 2004. 3.26 [33] JP [31] 90902/2004
[71] 申请人 日本电气株式会社
地址 日本东京
共同申请人 株式会社东芝
[72] 发明人 山中丰 岩永敏明 井出达德
能弹长作 柏原裕 小川昭人
松丸祐晃

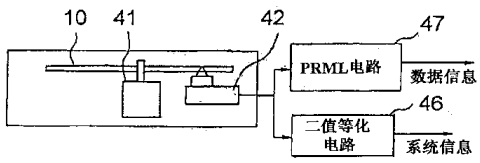
[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 穆德骏 关兆辉

权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称 光盘介质和光盘装置

[57] 摘要

本发明在光盘介质(10)上与以高密度记录数据的数据记录区域(14)分开，设置以低密度记录信息，并能从此容易进行二值等化再生的系统信息记录区域(16)，且其中记录了电路设定所需的信息。由此，解除了对于在进行信号再生时使用 PRML 方式的光盘，PRML 电路以初始设定状态很难稳定地进行信息再生等缺点。



ISSN1008-4274

1. 一种形成螺旋状记录信道的圆盘状光盘介质，其特征在于，

具有沿其半径方向划分设定的数据记录区域和系统信息记录区域，所述系统信息记录区域上的信息的记录密度低于所述数据记录区域上的数据记录密度。

2. 如权利要求 1 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域被设定在所述光盘介质的内周侧。

3. 如权利要求 1 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域的最短信息坑长被设定为所述数据记录区域的最短信息坑长的近似整数倍。

4. 如权利要求 1 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域具有特定的记录密度，被设定在所述光盘介质的特定的半径位置上，

所述光盘介质为再生专用型、追加记录型、以及可重写型等 3 种类型中的任一种，

在所述系统信息记录区域上，记录了指定所述光盘介质为所述 3 种类型的某一种的信息。

5. 如权利要求 1 所述的光盘介质，其特征在于，

所述数据记录区域中，记录或再生的数据的最短信息坑长 L1 满足利用用于记录再生的光源波长 λ 和物镜的开口数 NA 的关系 $L1<0.35\times\lambda/NA$，进而作为 PRML 的品质评价指标定义的 PRSNR 值为 14 以上，

所述系统信息记录区域的再生专用的数据最短信息坑长 L2 满足 $L2>0.50\times\lambda/NA$ 的关系，

且所述系统信息记录区域的信道间距宽于所述数据记录区域的信

道间距。

6. 如权利要求 5 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域设定在所述光盘介质的内周侧。

7. 如权利要求 5 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域的最短信息坑长设定为所述数据记录区域的最短信息坑长的近似整数倍。

8. 如权利要求 5 所述的光盘介质，其特征在于，

所述系统信息记录区域具有特定的记录密度，被设定在所述光盘介质的特定的半径位置上，

所述光盘介质为再生专用型、追加记录型、以及可重写型等 3 种类型中的任一种，

在所述系统信息记录区域上记录了指定所述光盘介质为所述 3 种类型的某一种的信息。

9. 一种光盘装置，对具有沿光盘介质的半径方向上划分设定的数据记录区域和系统信息记录区域的所述光盘介质进行记录或再生，所述系统信息记录区域上的信息记录密度低于数据域上的数据记录密度，其特征在于，具有：

旋转所述光盘介质的旋转装置；

从该旋转的光盘介质进行信息再生，而输出再生信号的光学头；

在该光学头位于系统信息记录区域上时，对所述再生信号进行二值等化的二值等化电路；以及

在所述光学头位于数据记录区域上时，对所述再生信号进行局部响应等化的 PRML 电路。

10. 如权利要求 9 所述的光盘装置，其特征在于，

所述数据记录区域中，记录或再生的数据或再生专用数据的最短

信息坑长 L1 满足利用用于记录再生的光源波长 λ 和物镜的开口数 NA 的关系 L1<0.35×λ/NA，进而作为 PRML 的品质评价指标定义的 PRSNR 值为 14 以上，

所述系统信息记录区域的再生专用的数据最短信息坑长 L2 满足 L2>0.50λ/NA 的关系。

光盘介质和光盘装置

技术领域

本发明涉及一种利用微小光点而用于进行信息记录再生的光盘质介和用于该记录再生的光盘装置。

背景技术

在光记录中利用物镜把微小光点形成于光盘记录面上，从而进行信息的记录与再生。根据该微小光点的大小和形成在记录面上的记录信息坑的长度决定了记录再生特性。

光点的大小与光源波长λ成正比，而与物镜的开口数 NA 成反比已被公知。如果形成于光盘的记录信息坑的周期变小，则作为来自物镜的反射光的变动而得出的再生信号振幅依次变小，从而在 $0.5\times\lambda/NA$ 时截止而振幅变为 0。

图 1 为表示光盘的信息坑周期和再生信号振幅之间的关系的图。图 1 中横轴表示信息坑周期，而纵轴表示再生信号振幅。

大部分的光盘的记录方式中信息坑的前端和后端与符号化数据列的“1”和“0”切换点对应。因此，在大部分的光盘记录方式中最短的信息坑长和最短的信息坑与信息坑间距相同。因此，图 1 所示的信息坑周期的一半成为信息坑长。在这种情况下，截止信息坑长变为 $0.25\times\lambda/NA$。

作为光盘，一直以来广泛地使用了 compactdisc（CD）和 digital versatile disc（DVD）等。这种以往被广泛使用的光盘对再生信号进行二值化，并通过以适当的限幅，判断有无信息坑而进行数据再生。

因此，如果最短信息坑的再生信号的振幅未达到某种程度，便无法确保充分再生的数据的可靠性。

图 2 为对最短信息坑长和再生信号的误差率进行实测的例。图 2 中横轴表示最短信息坑长，而纵轴表示再生信号的误差率。图 2 中的虚线表示现有例。现有例为根据二值化进行数据再生的情况。由图 2 可知，在现有例中，信息坑长若变得小于 $0.35\times\lambda/NA$，则误差率便急剧恶化。图 2 中的点划线为在实用上能够允许的误差率的基准。由此，现有的二值化所使用的最短信息坑长的界限，考虑到装置的裕度，则变为误差率急剧恶化前后的 $0.35\lambda/NA$ 左右。例如在 DVD 中使用为 $0.37\lambda/NA$ 左右。

近年来作为进一步实现光盘记录的高密度化的技术，开始导入了被称作 PRML（Partial-Response Maximum-Likelihood）的再生检测方法。PRML 的特征在于，不是把再生信号等化为简单的二值信号，而是等化为被称作局部响应等化的多值信号。例如图 3 为在进行被称作 PR（1，2，2，2，1）的局部响应类型的波形等化时的再生信号波形例。在该类型中向图中的多值等化电平 5 的箭头表示的 9 值电平进行等化。还根据该多值电平间的时间跃迁的规律性，由维特比解码方法解调为感觉最准确的数字信号系列。因此，来自最短信息坑的再生信号的振幅即使在很小的区域内，也能得到十分实用的再生特性。图 2 的实线表示使用了 PRML 时的再生误差率的实测例。由此可知当使用 PRML 时，与现有技术相比，连很小的信息坑长都能得到良好的特性。

但当使用 PRML 时，由于不是等化为简单的二值，而是等化为多值，因此需要精确地控制再生信号的振幅值和用于等化的滤波器的特性。

对于光盘介质，有关记录数据的各种信息被记录在特定的区域内的情况居多。该特定区域与被称作系统信息记录区域，与一般数据记

录区域分开设定。如果作为该信息而记载了记录数据的振幅特性等，就可在通过光盘装置再生时，设定恢复该信息的电路，而能够进行稳定的记录数据再生。

但在至今的光盘介质的格式中由于以数据记录区域的数据记录密度的几乎未变的记录密度条件，因而在系统信息记录区域也记录了信息。因此，为了从该系统信息记录区域读出信息，首先要对 PRML 电路进行精密的动作参数设定。结果，为了实现稳定的信号再生，只能被迫进行某种程度的设定值尝试法。

发明内容

本发明的技术目的为，提供一种不发生上述问题而能够实现稳定的记录再生的光盘介质和光盘装置。

本发明的光盘介质为形成了螺旋状记录信道的圆盘状的光盘介质，而该光盘介质的特征在于，具有沿其半径方向划分设定的数据记录区域和系统信息记录区域，且系统信息记录区域上的信息记录密度低于数据记录区域上的数据记录密度。

上述光盘介质的数据记录区域为记录或再生的数据的最短信息坑长 L1 利用用于记录再生的光源波长 λ 和物镜的开口数 NA 而满足 $L1<0.35\times\lambda/NA$ 的关系，进而作为 PRML 的品质评价指标定义的 PRSNR 值为 14 以上，而系统信息记录区域为再生专用的数据最短信息坑长 L2 满足 $L2>0.50\times\lambda/NA$ 的关系，且系统信息记录区域的信道间距优选宽于数据记录区域的信道间距。

此外，上述光盘介质的系统信息记录区域优选设定在光盘介质的内周侧。系统信息记录区域的最短信息坑长优选设定为数据记录区域的最短信息坑长的近似整数倍。进而，系统信息记录区域具有特定记录密度，被设定在光盘介质的半径位置上，且光盘介质为再生专用型、

追加记录型、以及可重写型等 3 种的任何一种，而系统信息记录区域上优选特定记录光盘介质为这些 3 种的某一种。

此外，本发明的光盘装置为对具有沿光盘介质的半径方向上划分设定的数据记录区域和系统信息记录区域的光盘介质进行记录或再生的光盘装置，且系统信息记录区域上的信息记录密度低于数据域上的数据记录密度，其特征在于，具有：旋转光盘介质的旋转装置、从该旋转的光盘介质进行信息再生，而输出再生信号的光学头、在该光学头位于系统信息记录区域上时，对再生信号进行二值等化的二值等化电路、以及在光学头位于数据记录区域上时，对再生信号进行局部响应等化的 PRML 电路。

上述光盘装置的数据记录区域为记录再生的数据或再生专用的数据的最短信息坑长 L1 利用用于记录再生的光源波长 λ 和物镜的开口数 NA 而满足 $L1<0.35\times\lambda/NA$ 的关系，进而作为 PRML 的品质评价指标定义的 PRSNR 值为 14 以上，而系统信息记录区域的再生专用的数据最短信息坑长 L2 优选满足 $L2>0.50\times\lambda/NA$ 的关系。

在本发明提供一种与数据记录成高密度的数据记录区域分开设置以低密度记录信息，并在此设置能容易进行二值等化再生的系统信息记录区域，且在此记录了电路设定所需的信息，因此即使是具有高密度记录数据的光盘，也能通过从系统信息记录区域取得系统信息而稳定地实现记录再生的光盘介质和光盘装置。

附图说明

图 1 为用于说明信号再生特性的图。

图 2 为用于说明记录密度特性的图。

图 3 为用于说明局部响应等化的图。

图 4 为表示本发明实施方式的光盘介质的概略构成的图。

图 5 为表示图 4 的光盘的数据记录区域的特性例的图。

图 6 为表示局部响应等化的信号品质特性的图。

图 7 为表示用于测定信号品质的功能块构成的一例的框图。

图 8 为表示用于计算投影到误差向量上的等化误差的分散的信号品质评价器构成的一例的图。

图 9 为表示图 4 的光盘的系统信息记录区域的特性例的图。

图 10 为表示当调制度为 50%和 15%时的最短信息坑长对应的再生误差率变化的图。

图 11 为表示本发明的系统信息记录区域的特性例的图。

图 12 为表示本发明实施方式的光盘装置的一例的图。

具体实施方式

以下参照附图对本发明的实施方式进行说明。

图 4 为表示本发明实施方式的光盘介质 10 的概略构成的图。参照图 4，在光盘介质 10 上形成了螺旋状的记录信道 12。且光盘介质 10 的记录面根据半径位置划分为数据记录区域 14 和系统信息记录区域 16。

如此技术领域中众所周知，光盘介质 10 分为再生专用型的光盘介质、追加记录型的光盘介质、以及可重写型的光盘介质等类型。

设光盘介质 10 为再生专用型的光盘介质。在这种情况下，数据记录区域 14 根据轧纹信息坑串进行数据记录。与此不同，设光盘介质 10 为追加记录型或可重写型光盘介质。在这种情况下，数据记录区域 14 在具有凹槽结构的信道或具有槽脊和凹槽两种结构的信道上形成记录膜，从而成为通过光盘装置写入记录数据的区域。

另一方面，系统信息记录区域 16 对一般的光盘装置成为再生专用区域。因此，不管光盘介质 10 为再生专用型、追加记录型、或可重写型，仍能在系统信息记录区域 16 上通过轧纹信息坑串进行数据

记录。还在追加记录型和可重写型光盘介质的该系统信息记录区域 16 上形成记录膜。但只要能再生轧纹信息坑，便没什么问题。还可以不在制作轧纹信息坑时而在光盘介质 10 的制作侧，通过把系统数据写入到记录膜，从而形成系统信息记录区域 16。

在该系统信息记录区域 16 上，可把数据记录区域 14 的记录密度和最佳再生条件等作为磁光盘介质 10 的信息而进行记录。作为系统信息记录区域 16 在光盘介质 10 上的设定位置，只要沿半径方向划分，则划在哪里都可以。但是，系统信息记录区域 16 优选设定在光盘介质 10 的内周侧。其理由是，在光盘介质 10 的内周侧介质面振动较小，因此易于引入司服系统的缘故。且不管是再生专用型、追加记录型、或可重写型，都优选在全部种类的光盘介质 10 上的相同半径位置设定系统信息记录区域 16，并在此处记录介质种类。其理由是，能够缩短光盘装置判别光盘介质 10 的种类等而开始记录或再生动作的时间的缘故。且也可以在该系统信息记录区域 16 记录著作权管理信息。于是即使是可重写的光盘介质也无法窜改信息，因此能有效发挥功能的缘故。

数据记录区域 14 为了实现大容量且高密度记录，以 PRML 方式进行再生为前提，设定 $0.35\times\lambda/NA$ 以下的最短记录信息坑长。例如设光源波长 λ 为 405nm、物镜开口数 NA 为 0.65。在这种情况下，能以 0.2μm 左右的最短信息坑长实现数据记录。设记录符号化为检测窗口裕度大，并适合于高密度记录的（1-7）调制。在这种情况下，对于 1 位数据被转换成为 1.5 位的记录信道信号位。进而记录信道 12 上的最短信息坑长变为 2 信道信号位长。在此条件下，信道信息坑设定为 0.34～0.4μm 左右。在这种情况下，能以 12cm 的光盘介质 10 一面实现 15～20GB 的数据记录容量。调制方式除了（1-7）调制以外，还可以用其他方式。但是，最短信息坑长变为 2 信道信号位，且对于 1 位数据被转换成为 1.5 位的记录信道信号位的调制方式，容易确保信号检测的时间窗口裕度，因此适合于高密度。

图 5 为表示借助于（1-7）调制的数据记录区域的再生信号的例的图。参照图 5 可知，根据最短记录信息坑的反复的信号振幅与由长记录信息坑生成的信号振幅相比，变成如同切割出 10%的很小振幅。因此，只进行简单的二值等化，难以确保充分的再生数据的可靠性。把该再生信号等化为如图 3 所示的多值信号，而通过维特比解码，进行再生，能够进行高可靠性的数据再生。

但是，即使使最短记录信息坑长变得过小，也无法得到良好的再生特性。因此，把 PRML 的信号品质定义为如下的指标，而保证数据记录区域的品质。

PRML 基于被称作维特比解码的算法进行数据判别。维特比解码法在每个时钟周期算出再生信号值与局部响应等化中所设定的规定的等化电平之差的平方，再沿着各路径算出平方和，从而通过选择使平方和成为最小的路径，而进行数据的解码。

维特比解码易引起检测错误时，是当路径间的欧几里得距离很小的情况。不同路径间的欧几里得距离 d 可由以下方式求出。设沿着一条路径的数据列 b_k 所确定的多项式为 $B(D)=\Sigma b_k D_k$，设沿着另一条路径的数据列 c_k（b_k、c_k 为 1 或-1 的二值数据）确定的多项式为 $C(D)=\Sigma c_k D_k$，设规定局部响应等化的多项式为 $H(D)=\Sigma h_k D_k$。利用 B（D）、C（D）、H（D）而把规定误差向量的多项式 N（D）定义为 $N(D)=(B(D)-C(D))H(D)=2\Sigma \varepsilon_i D_i$，则欧几里得距离 d 便定义为 $d^2=4\Sigma \varepsilon_i^2$。其中，D 表示以时钟时间为单位的时间延迟算子，$h_k$ 表示规定局部响应等化特性。局部响应等化特性一般使用非 0 的 h_k 成分，而记作 PR（h_0，h_1，h_2，h_3，…）。

把局部响应信号设为 $h_0=1$，$h_1=2$，$h_2=1$ ，而 h_3 以后全部设为 0（在这种情况下表现为 PR（1，2，1）），把数据列 b_k 设为 $b_0=1$，$b_1=1$，

b_2=-1 ，而 b_3 以后全部设为-1，且把数据列 c_k 设为 c_0=-1，c_1=1，c_2=1 ，而 c_3 以后全部设为-1。在这种情况下，沿着数据列 b_k 的路径与沿着数据列 c_k 的路径之间的欧几里得距离 d 可根据 N（D）=2（1-D^2）（1+2D+D^2）=2*（1+2D-2D^3-D^4）求出为 d^2=4*（1*1+2*2+2*2+1*1）。

此外，在表现二值数据时，有使用 1/0 组合的情况和使用 1/-1 组合的情况，但在本说明书中是使用了 1/-1 的组合。

规定了局部响应等化的多项式后，就能对各种 ε_i 组合算出路径间的欧几里得距离。而且，光盘中一般使用 d>=1 运行长限制的记录符号。例如为 d=1 的记录符号时，在磁盘上记录了 2T 以上长度的记号。该限制为欧几里得距离算出所考虑，最好对 ε_i 组合进行 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+1} \neq -1$ 等限制为好。即满足 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+1} \neq -1$ 的数据列例如作为数据列 b_k 考虑（x，1，-1，y），而作为数据列 c_k 考虑（x，-1，1，y）。但在 d=1 的限制下，（1，-1，1）或（-1，1，-1）等模式（码型）被禁止，因此当 x=-1 或 y=1 时，数据列 b_k 成为破坏运行长限制的模式（不存在的模式），且当 x=1 或 y=-1 时，则数据列 c_k 成为破坏运行长限制的模式。因此，满足运行长限制而又满足 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+1}$=-1 的数据列 b_k、 c_k 的组合是不存在的。且当记录在盘的记号的长度为 3T 以上时，最好进行 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+1} \neq -1$ 且 $\varepsilon_i \varepsilon_{i+2}$=-1 的限制为好。

在欧几里得距离为 d 的 2 个路径之间引起检测误差的几率为例如以数据列 b_k 为基准考虑，与由噪声的影响导致的使 $\Sigma(y_k-\Sigma b_{k-i}h_i)^2$ 大于 $\Sigma(y_k-\Sigma c_{k-i}h_i)^2$ 的几率等化。当以数据列 b_k 为基准考虑时，$y_k-\Sigma b_{k-i}h_i$ 为等化误差，还可以把 $\Sigma(y_k-\Sigma b_{k-i}h_i)^2$ 与 $\Sigma(y_k-\Sigma c_{k-i}h_i)^2$ 的大小关系把由 B（D）H（D）与 C（D）H（D）之差所定义的多项式的系数看作向量分量，而定义为误差向量，再把等化误差投影到该误差向量上进行考虑。在这种情况下，检测误差所引起的几率就定义为：投影到误差向量上的噪声大小（噪声的分散）变得大于路径间的欧几里得距离的一半的几率。因此，若算出路径间的欧几里得距离与投影

到误差向量上的噪声散差之比，就能推算信号品质。而且，成为基准的数据列在记录条件调整时等事先在已知数据时，使用该数据列，且在不知数据时，则采用感觉正确的数据的根据维特比解码器被二值化的数据为好。

把数据列 b_k 设为 b_0=-1，b_1=1，而 b_2 以后全部设为 1，且把数据列 c_k 设为 c_0=1，而 c_1 以后全部设为 1。在这种情况下，对于 A（D）=C（D）-B（D）=2Σa_jD_j，在 a_0=1，而 a_1 以后全部为 0。例如作为 H（D）而使用 h_0=1，h_1=2，h_2=2，h_3=1 时（相当于 PR（1，2，2，1），规定误差向量的多项式 N（D）=A（D）H（D）=2Σ $\varepsilon_i D_i$ 的系数 ε_i 以 ε_0，ε_1，ε_2，ε_3 的顺序成为（1，2，2，1）。因此，对于 PR（1，2，2，1），把上述数据列 b_k 误导成上述数据列 c_k 的几率为投影到 2*（1，2，2，1）上的等化误差大小变得大于 2 个路径间的欧几里得距离（在这种情况下为 2*（1+2*2+2*2+1））的一半的几率。等化误差向误差向量上的投影可由下式（1）表达，因此被投影到误差向量上的噪声散差 CN 可由下式（2）表达。

$$\frac{2\sum_i \varepsilon_i v_{k+i}}{\sqrt[2]{\sum_i \varepsilon^2 i}} \qquad (1)$$

$$CN = \frac{\sum_{k=1}^{N}\left[\sum_i \varepsilon_i v_{k+i}\right]^2}{N\sum_i \varepsilon_i^2} \qquad (2)$$

相当于信号振幅的 2 个路径间的欧几里得距离的一半可由下式（3）表达，而相当于电能的该振幅的平方 E 可由下式（4）表达，因此 E/CN 作为具有与误差几率相关的指标被求出。

$$\sqrt{\sum_i \varepsilon_i^2} \qquad (3)$$

$$E = \sum_i \varepsilon_i^2 \qquad (4)$$

此外，A（D）和 N（D）全体的系数 2 不会给计算结果带来影响，因此省略系数 2 而变为 $A(D)=\Sigma a_j D_j$，$N(D)=\Sigma \varepsilon_i D_I$，而算出表达式，结果也是一样的。

如上所述，对用于目标信号生成的规定数据列 a_k 和规定局部响应特性 h_k，而把等化误差设为 $v_k=(y_k-\Sigma a_{k-i}h_i)$，把以时钟时间为单位的时间延迟算子设为 D，取 1，0，-1 的 3 种类型中的任一值，且把满足 $a_j a_{j+1}\neq -1$ 的系数定义为 a_j 的多项式设为 $A(D)=\Sigma a_j D_j$，把规定局部响应的多项式设为 $H(D)=\Sigma h_k D_k$，从而基于由 $N(D)=A(D)H(D)=\Sigma \varepsilon_i D_i$ 定义的多项式，若算出下述表达式 5 定义的信号品质评价指标值 PRSNR，就能以 PRSNR 值来评价引起检测误差的几率即再生信号的信号品质。

$$PRSNR=\frac{N\left(\sum_i \varepsilon_i^{\,2}\right)^2}{\sum_{k=1}^{N}\left(\sum_i \varepsilon_i v_{k+i}\right)^2} \qquad (5)$$

作为组合了易出错的数据列的一例，在上述方法中，引用 b_k 和 c_k 而进行了说明，但在算出投影到误差向量上的噪声散差时，无需一定只选择特定的数据列而算出等化误差。即无需从用于目标信号生成的数据列 a_k 中抽出相当于数据列 b_k 的时刻，而算出等化误差的分散，而可以利用每个时钟时间算出的等化误差而算出分散。这是由于若等化误差服从高斯分布，而随机分布，则即使抽出特定部分而算出分散，或利用全体算出分散，结果也不会改变的缘故。当然，也可以只着眼于某特定数据列 b_k，而计算噪声散差，但不选择模式而算出等化误差分散的方法具有更能简化电路构成等优点。

以下对根据基于有效于高密度化的（1-7）调制方式而调制的随机数据而实测的信号品质评价指标值 PRSNR 的例进行说明。采用波长为 405nm、物镜开口数（NA）为 0.65 的光学头测出了各种记录密度条件下的值。

把再生波形等化为 PR（1，2，2，2，1）而进行位误差率 bER 和信号品质评价指标值 PRSNR 的测量。位误差率 bER 通过比较记录在光盘的原始数据和通过维特比解码法被二值化的数据而进行。信号品质评价指标值 PRSNR 利用局部响应等化后的每个再生波形的时钟周期的值设为 10^5 个，并通过维特比解码法被二值化的数据而算出。

（1-7）调制为 d>=1 限制符号，而对 PR（1，2，2，2，1）则在对下表 1 所举的抽头系数 ε_I，欧几里得距离变小。由下表 1 的模式 1 识别的 ε_i 组合（12221）为由维特比检测中易出错的 2 组数据列，例如 b_k：（1111-1-1....）和 c_k ：(-1111-1-1....)，以及局部响应等化特性（12221）决定的误差向量。而且，对于下表 1 所示的模式 2 以后的抽头系数 ε_i 的组合，则根据 2T 的记号/间隔连续次数的上限（作为数据列而+1+1-1-1 连续次数的上限定为：如-1-1-1+1+1-1-1-1 时为 1 次，如-1-1-1+1+1-1-1-1+1+1+1 时为 2 次），决定（1，2，1）和（-1，-2，-1）之间的 0 的个数以及（1，2，1）和（1，2，1）之间插入的 0 的上限。即当 2T 的记号/间隔连续次数的上限为（2n+1）次时，在（1，2，1）和（-1，-2，-1）之间最多可插入（4n+1）个 0，当连续次数的上限为（2n+2）次时，在（1，2，1）和（1，2，1）之间最多可插入（4n+3）个 0，因此应考虑到该上限为止的模式，而算出信号品质评价指标值 PRSNR。下表 1 表示 2 个连续最多至 5 时的抽头系数 ε_i 的例。

表 1

Pattern j	ε_i	$\Sigma \varepsilon_i^2$
1	12221	14
2	1210-1-2-1	12
3	121000121	12
4	12100000-1-2-1	12
5	1210000000121	12
6	121000000000-1-2-1	12

具体讲，对于上述表 1 所示的各模式算出由上述 5 式定义的信号品质评价指标值 PRSNR 的值，并在所算出的 5 个值中选择最小的作为信号品质评价指标值 PRSNR，而表示在图 6 中。而且，对各模式的数值未进行明示，但对于取得图 6 数据的各记录密度，使由上述 5 式定义的值最小的值，对应于模式 1、模式 2、以及模式 3 中的任一个，因此不考虑表 1 所示的整体的模式，而只对模式 1～3 算出式 5 也是可以的。对模式 1～3 的 5 式，还能分别表达为下述的 6 式、7 式、以及 8 式。

$$Pattern1 : PRSNR = 14/\sigma_1^{\,2},$$
$$\sigma_1^{\,2} = R_0 + (12R_1 + 8R_2 + 4R_3 + R_4)/7 \qquad (6)$$

$$Pattern2 : PRSNR = 12/\sigma_2^{\,2},$$
$$\sigma_2^{\,2} = R_0 + (8R_1 + R_2 - 4R_3 - 6R_4 - 4R_5 - R_6)/6 \qquad (7)$$

$$Pattern3 : PRSNR = 12/\sigma_3^{\,2},$$
$$\sigma_3^{\,2} = R_0 + (8R_1 + R_2 - 4R_3 - 6R_4 - 4R_5 - R_6)/6 \qquad (8)$$

上述 6～8 式的 R_i 为表示噪声相关性，可由下式 9 定义。

$$R_i = \mathrm{E}[v_k, v_{k+i}] \qquad (9)$$

图 7 表示用于算出前述的信号品质评价指标值 PRSNR 的值 S 的功能块的一例。通过 AD 转换器把再生波形以一定频率进行采样后，通过包含 PLL（相位同步环）电路的等化器 21 得出每个时钟周期的等化再生波形数据。等化处理为尽量抑制噪声成分，而使再生波形基于 PR 波形而均值化使之尽量逼近目标波形。信号品质评价器 22 利用输入的等化再生波形，算出信号品质评价指标值 PRSNR 的值 S，而进行再生波形的品质评价。而且，若是再生专用光盘时或通过其他记录装置记录的可记录的光盘时，记录在光盘的原始数据通常不限于预先得知。在这种情况下，把通过包含在信号品质评价器 22 中的识别器（维特比解码器）被二值化的数据作为 a_k 而代用为好。

图 8 是详细表示出图 7 所示的信号品质评价器 22 的一例。把基准的 PR 波形设为 h_I，把被识别器 30（维特比解码器所代表的）识别的二值化数据设为 a_k，则通过目标信号生成器 31 而基于下式 10 生成目标信号 R_k，

$$R_k = \sum_i a_{k-i} \times h_i \qquad (10)$$

且通过比较运算器 32 求出作为被等化的每个时钟周期内的再生信号（等化信号）y_k 和目标信号 R_k 之差的等化误差 v_k。为了把等化误差 v_k 投影到误差向量上，成为借助于抽头 33 在每个时钟周期延迟等化误差 v_k，并通过抽头系数 ε_I 被相加的构成。其中，由单位延迟元件、系数乘法器、以及加法器构成了横向滤波器。

抽头系数 ε_I 为前述的 N（D）系数。以 j 区别抽头系数 ε_i 的组合，并把与此对应的信号品质评价指标值 PRSNR 的值 S 定义成第 j 信号品质评价值 S_j，则图 8 所示的抽头 33（D）的总数 m 就随 j 变化。例如，假设 j=1 对应的抽头系数 ε_i 的组合设为 ε_0=1、ε_1=1、ε_2=0、ε_3=0、ε_4=1，而 ε_5 以后全部为 0，把 j=2 对应的抽头系数 ε_i 的组合设为 ε_0=1、ε_1=2、ε_2=1，而 ε_3 以后全部为 0。在这种情况下，当算出第 1 信号品质评价值 S_1 时，m=4，而当算出第 2 信号品质评价值 S_2 时，m=2。当与组合 j 对应地改变抽头数的方法繁杂时，应确保抽头数充分多（例如为 15～20 左右），并把与计算无关的抽头系数设定为 0。

用乘法器 34 对通过抽头系数被相加的等化误差 $\Sigma\ \varepsilon_i \times v_{k+i}$ 进行平方计算，并通过由加法器 35 对等化误差的采样总数进行相加，而求出与投影到误差向量上的噪声散差成正比的值。而且，将该值除以 N 和 $\Sigma\ \varepsilon_i^2$，变为散差，但 N 和 $\Sigma\ \varepsilon_i^2$ 为常量，因此可被用作乘法器 37 的系数。通过除法器 36 取得该值的倒数，并通过由乘法器 37 取得与 $(N\Sigma\ \varepsilon_i^2) \times \Sigma\ \varepsilon_i^2$ 的积，而求出信号品质评价指标值 PRSNR 的值 S。且再生波形的采样总数准确为需要（N+m），但对于 N 为 10^4 以上（后述所需的采样总数），m 为至多是 20 左右，因此在本说明书中把采样

数统一为 N 而进行表示。

再者，也会考虑极性与上述表 1 所示的模式相反的模式（例如对模式 1 为（-1-2-2-2-1)），但由于求出的信号品质评价指标值 PRSNR 的值 S 相同，因而只需考虑已决定的极性（或哪种极性都可以，但无需评价双方）的模式。

图 6 表示测出的信号品质评价指标值 PRSNR 的值和位误差率 bER 的关系。图 6 中横轴表示信号品质评价指标值 PRSNR 的值，而纵轴表示位误差率 bER。在实际光盘中所允许的位误差率 bER 为 1×10^{-4} 左右，因此求出了需要信号品质评价指标值 PRSNR 的值为 14 以上。

而另一方面，系统信息记录区域 16（图 4）需要可以实现如不太需要在光盘装置侧个别设定的根据简单二值等化的再生。这是由于如前所述，用于再生高密度记录的 PRML 方式等，需要对信号进行波形等化的电路的常量设定等进行最佳化的缘故。因此，需要充分降低记录密度。一般若是 $0.4\times\lambda/NA\sim0.5\times\lambda/NA$ 的最短记录信息坑长，如图 1 所示由短记录信息坑的反复导致的信号振幅就能够确保为长记录信息坑导致的信号振幅的约 30%以上，因此很充分。此时的误差率如图 2 所示，成为充分符合实用的值。

但除了再生专用型的光盘介质外，使用追加记录型的光盘介质或可重写型的光盘介质等，若根据同样稳定的二值等化进行数据再生，也不会在该密度条件下出现问题。

假设光盘介质 10 为再生专用型的光盘介质。在这种情况下，与数据记录区域 14（图 4）一样，可利用相位深为 1/4 波长左右的轧纹信息坑。因此，如图 9（a）所示，即使在系统信息记录区域 16（图 4），也能使最大 DC 电平的信号振幅充分变大。

另一方面，假设光盘介质 10 为追加记录型的光盘介质。在这种情况下，形成于数据记录区域 14（图 4）的凹槽结构，为了得到由推挽法导致的信道误差信号的灵敏度，形成相位深为 1/8 波长左右的浅沟槽。假设，以与此相同的相位深，形成了系统信息记录区域 16（图 4）的轧纹信息坑。在这种情况下，如图 9（b）所示，得不到对最大 DC 电平充分的信号振幅，而由于 DC 电平的变动影响等可能得不到充分的数据再生可靠性。

为进行具体说明，假设把对再生信号振幅中心的 DC 电平的最大信号振幅的一半的值定义为信号的调制度。在这种状况下，根据再生专用型的光盘介质可得到 50%以上的该调制度，相比之下，根据追加记录型的光盘介质，调制度则降低至 15～20%左右。

因此，本发明者们对即使这种浅轧纹信息坑也能得到充分的再生信号特性的条件进行了研究。结果，本发明者们确认了以最短信息坑长为 0.5×λ/NA 以上时可得到稳定特性的事实。

图 10 表示调制度为 50%和 15%时最短信息坑长对应的再生误差率的变化。图 10 中横轴表示最短信息坑长，而纵轴表示再生误差率。由此可知，若把最短信息坑长设定为 0.5×λ/NA 以上，即使以 15%的调制度也能确保无问题的特性。在这种情况下，如图 11 所示，短记录信息坑的反复导致的信号振幅通常能确保长记录信息坑导致的信号振幅的 50%以上。

参照图 4，为了进一步稳定信号再生所需的跟踪伺服动作等，系统信息记录区域 16 的信道间距设定得要宽于数据记录区域 14。例如当把数据记录区域 14 的信道间距设定为 0.4μm 时，可使系统信息记录区域 16 的信道间距为 0.68μm 左右。如此设定，例如即使以波长λ为 405nm、物镜开口数 NA 为 0.65 的光学系统进行再生时，也由于

光盘介质 10 上的束径成为约 0.6μm，因此在系统信息记录区域 16 中几乎不受来自邻接信道干扰影响，从而具有能够得出稳定的信道误差信号的优点。

系统信息记录区域 16 中的记录符号化可与数据记录区域 14 的相同，也可以不同。只是如果很难在光盘装置侧保持 2 种类型的符号化，那么优选记录符号化相同。且若使表示记录数据构成的数据格式与系统信息记录区域 16 和数据记录区域 14 相同，则信号处理变得更容易。作为数据格式，若在各误差校正块的前端设置属于单频信息坑区域的 VFO 部分，可以进行更稳定的信号检测。

进而把系统信息记录区域 16 的最短信息坑长设定成数据记录区域 14 的最短信息坑长的近似整数倍也是很有效的。由此，具有在经过 2 个区域 16 和 14 进行存取时，即使无需大幅进行光盘旋转数的变更或再生电路设定的变更，再生信号时钟的 PLL 也能容易动作的优点。当然，系统信息记录区域 16 在再生专用型的光盘介质、追加记录型的光盘介质、以及可重写型的光盘介质中设定为全部相同的记录线密度和信道间距的做法最为有效，因此即使是刚好为整数倍，只要呈大致的近似值即可。对于整数倍若为 30%以下的不同，PLL 电路以相同设定也能充分的动作。

图 12 为表示本发明的实施方式的光盘装置的一例的图。如图 12 所示设置于主轴电动机 41 旋转轴上的光盘介质 10 通过光学头 42 进行信息的记录区域再生。即主轴电动机 41 起着旋转光盘介质 10 的旋转装置的作用。光学头 42 输出将来自该旋转的光盘介质 10 的信息进行再生的再生信号。在再生系统信息记录区域 16（图 4）时，通过二值等化电路 46 进行系统信息的再生。换言之，在光学头 42 位于系统信息记录区域 16 上时，二值等化电路 46 对再生信号进行二值等化。也可以利用该系统信息设定 PRML 电路 47。另一方面，当再生高记录密度的数据记录区域 14（图 4）时，通过 PRML 电路 47 进行局部

响应等化，并根据维特比解码法再生数据信息。换言之，在光学头 42 位于数据记录区域 14 上时，PRML 电路 47 对再生信号进行局部响应等化。

使用二值等化电路 46 和 PRML 电路 47 中的哪一种电路的判断，例如按以下方式进行。假设已知系统信息记录区域 16 的半径和光学头 42 进行存取的当前位置。在这种情况下，在该位置交替使用二值等化电路 46 和 PRML 电路 47 为好。

假设新的光盘介质 10 插入到光盘装置中。在这种情况下，使用二值等化电路 46 从系统信息记录区域 16 再生信息，并识别光盘介质 10 的种类等必要的系统信息后，向数据记录区域 14 移动的方法为一般的装置控制的做法。

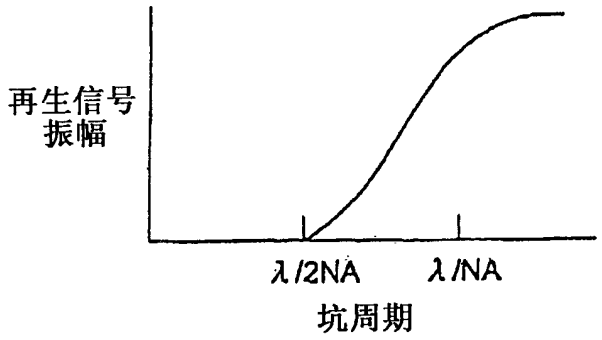


图1

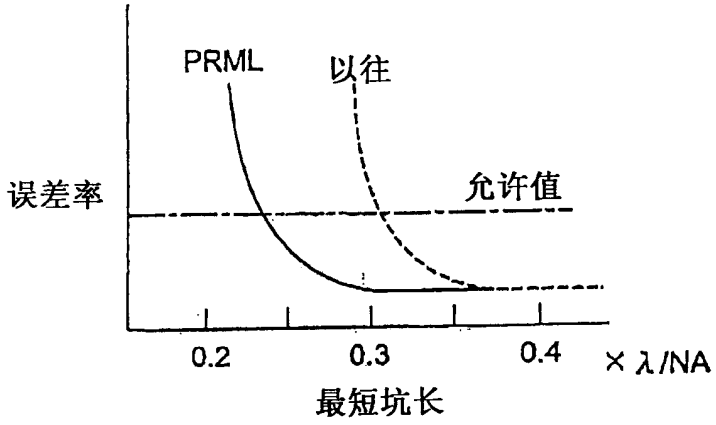


图2

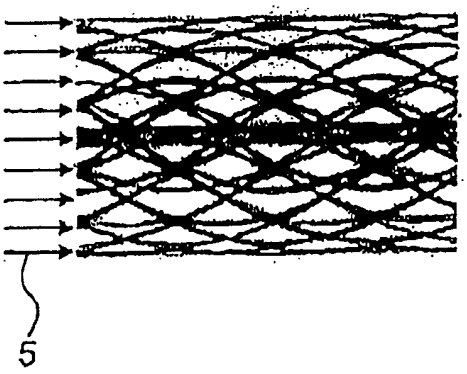


图3

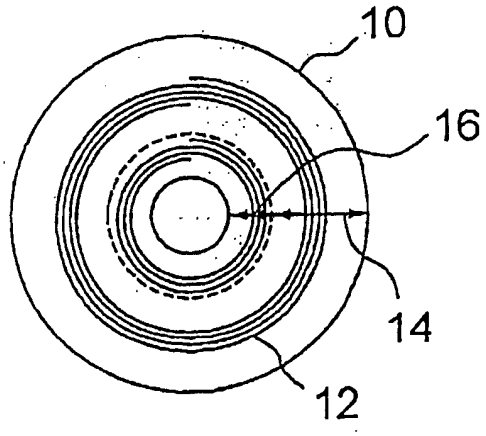


图4

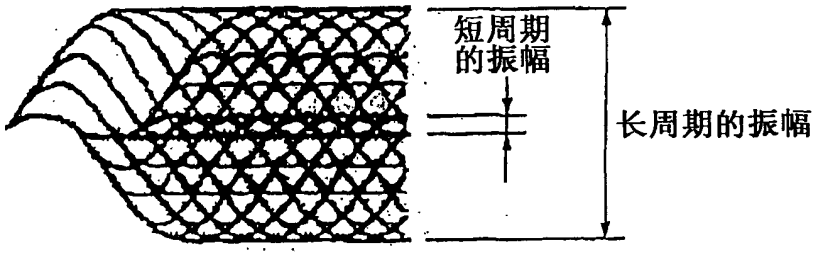

短周期
的振幅
长周期的振幅

图5

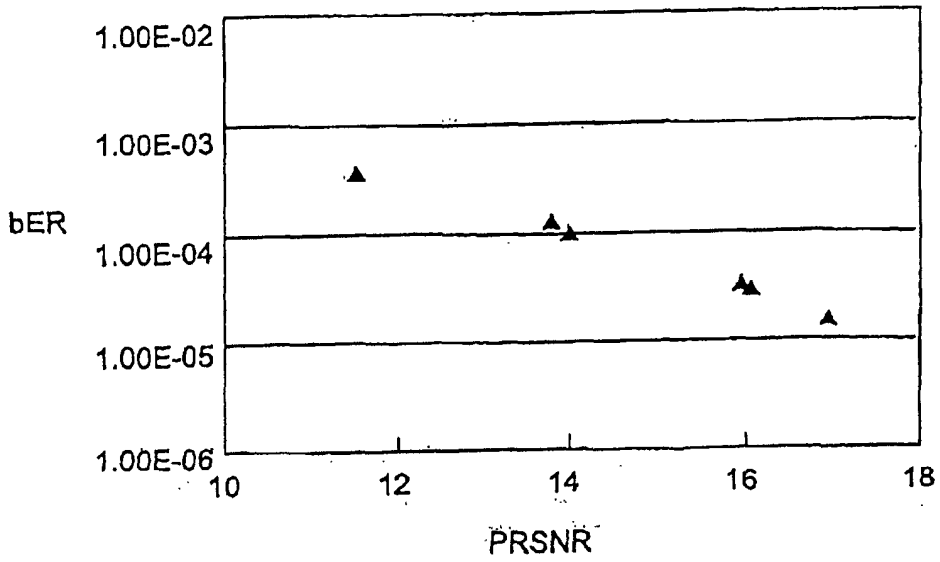

1.00E-02
1.00E-03
1.00E-04
1.00E-05
1.00E-06
bER
10
12
14
16
18
PRSNR

图6

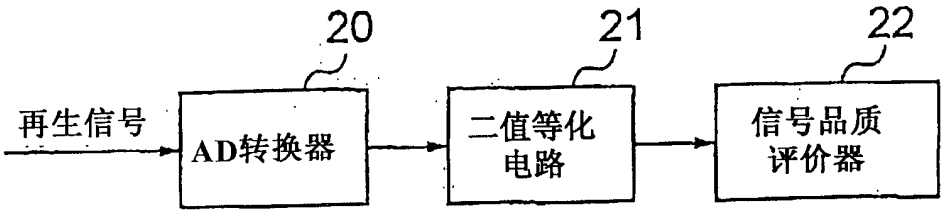


图7

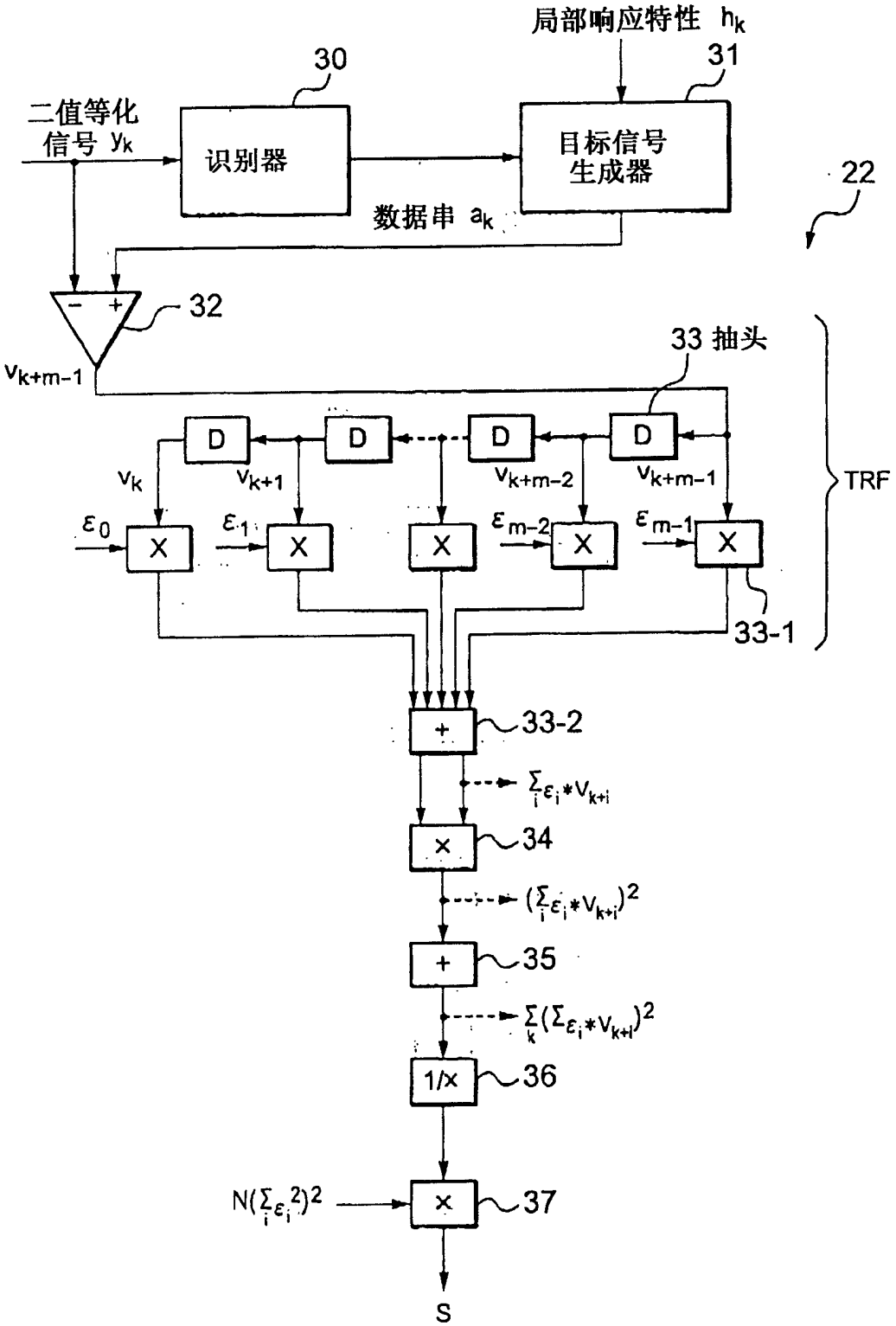

局部响应特性 h_k
30
31
二值等化
信号 y_k
识别器
目标信号
生成器
22
数据串 a_k
32
33 抽头
v_{k+m-1}
D
D
D
D
v_k
v_{k+1}
v_{k+m-2}
v_{k+m-1}
TRF
ε_0
ε_1
ε_{m-2}
ε_{m-1}
X
33-1
+
33-2
$\sum_i \varepsilon_i * V_{k+i}$
×
34
$(\sum_i \varepsilon_i * V_{k+i})^2$
+
35
$\sum_k (\sum \varepsilon_i * V_{k+i})^2$
1/x
36
$N(\sum_i \varepsilon_i^2)^2$
×
37
S

图8

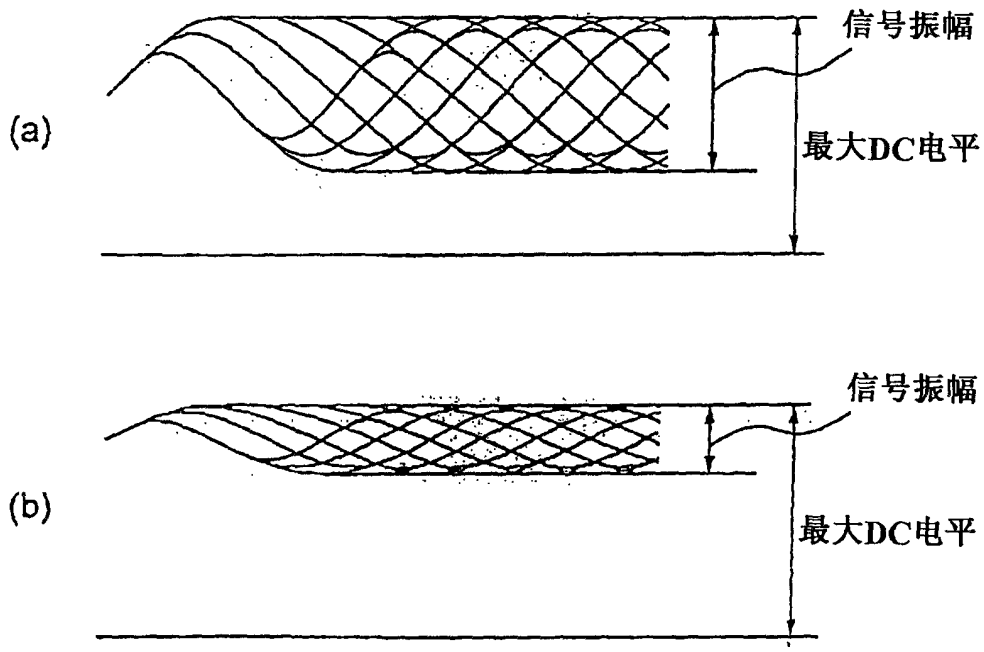

(a)
信号振幅
最大DC电平
(b)
信号振幅
最大DC电平

图9

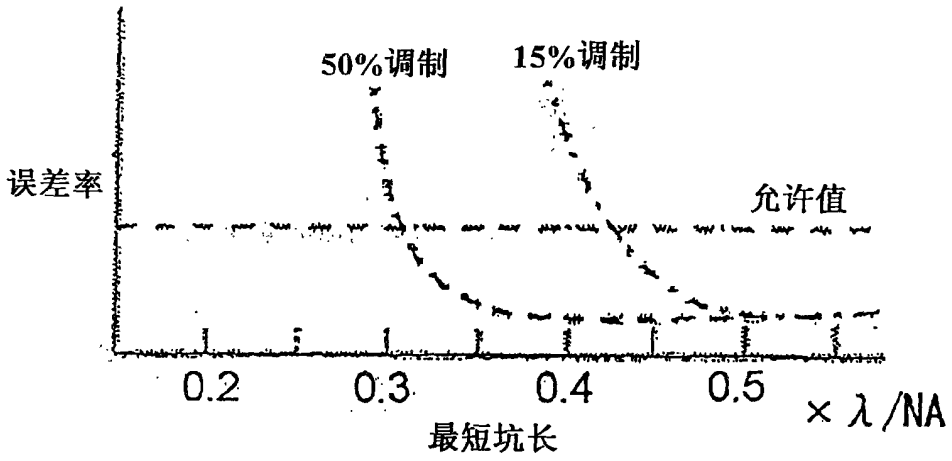

50%调制
15%调制
误差率
允许值
0.2
0.3
0.4
0.5
× λ /NA
最短坑长

图10

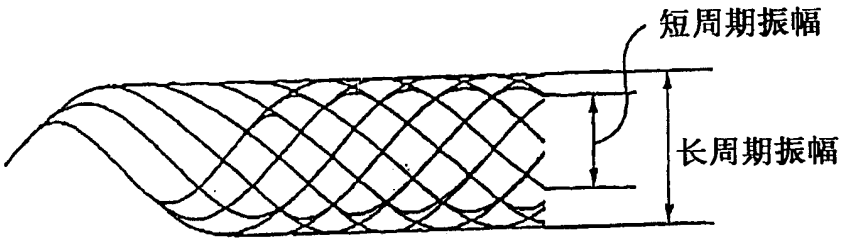


图11

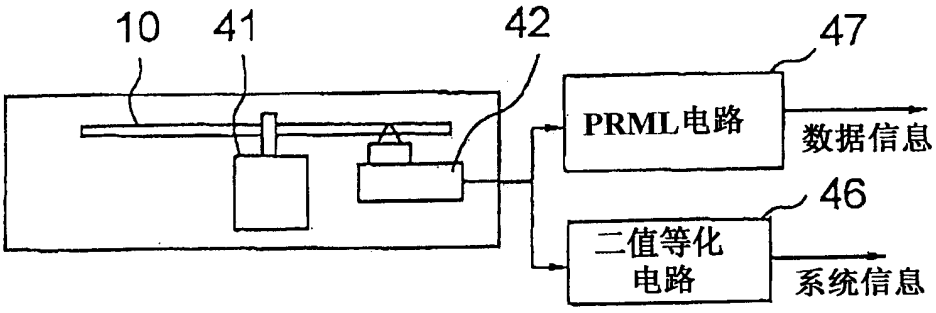


图12