

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G11B 7/007

G11B 20/10 G11B 23/30



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00126272.6

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1190780C

[22] 申请日 2000.7.6 [21] 申请号 00126272.6

[30] 优先权

[32] 1999. 7. 7 [33] JP [31] 192760/1999

[32] 1999. 7. 15 [33] JP [31] 201382/1999

[32] 2000. 4. 11 [33] JP [31] 109602/2000

[71] 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 石桥广通 田中伸一

弓场隆司

审查员 翁晓君

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

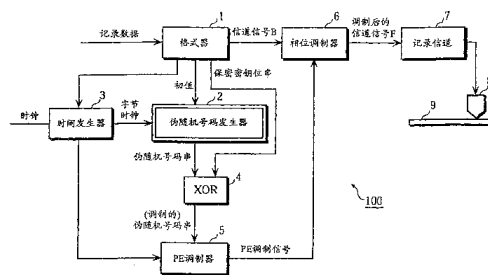
代理人 傅康

权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 29 页

[54] 发明名称 用于光盘的记录装置、记录方法以及重放装置

[57] 摘要

一种光盘记录装置包括：一个产生相应于主要数字信息的信道信号的格式器、一个预先存储次要数字信息(保密密钥)的存储单元、一个产生伪随机号码串的发生器、一个根据保密密钥使反向伪随机号码串逻辑上反向的 XOR、一个根据逻辑上反向的伪随机号码串产生 PE 调制信号的调制器、一个在 PE 调制信号为“1”时把信道信号的各边缘的相位提前固定的少量时间而在 PE 调制信号为“0”时把信道信号的各边缘的相位延迟固定的少量时间的相位调制器、一个根据相位调制器产生的调制的信道信号在 DVD 上形成记录标记的记录信道。



1. 一种用于经把次要数字信息嵌入主要数字信息而把主要数字信息和次要数字信息记录在光盘上的记录装置，该记录装置包括：

5 一个用于通过在光盘的轨道上的不连续参考位置形成凹坑而记录主要数字信息的主要数字信息记录装置；和

 一个用于把某些凹坑的位置从相应的参考位置位移预定量而记录次要数字信息的次要数字信息记录装置，

10 各个预定量处于重放期间光盘上的仅记录主要数字信息的凹坑与相应参考位置的偏离的范围内。

2. 根据权利要求1的记录装置，其特征在于：

 次要数字信息记录装置用相位调制来记录，其中确定轨道方向上的某凹坑的长度的边缘被形成于其相位从某凹坑被形成来仅记录主要数字信息的情况下的相应位置被提前和延迟了该微量的位置处，并且

15 对于仅记录主要数字信息的光盘上的凹坑而言，各个微量是恒定的并且处于在重放期间观察到的抖动的范围内。

3. 根据权利要求2的记录装置，其特征在于：

 次要数字信息要被记录在光盘的某些区域中，并且

20 在这某些区域，次要数字信息记录装置执行相位调制使得形成在其相位被提前的位置处的边缘的总数基本上等于形成在其相位被延迟的位置处的边缘的总数。

4. 根据权利要求3的记录装置，其特征在于：

 在该某些区域，次要数字信息记录装置对于主要数字信息的各个单元编码来均等机率地执行用于把相位提前的调制和用于延迟相位的调制。

25 5. 根据权利要求4的记录装置，其特征在于次要数字信息记录装置包括：

 一个用于根据次要数字信息产生PE调制信号的PE(相位编码)调制装置，该调制信号在要被记录的主要数字信息的一部分中的各个信道编码的中心处进行逻辑反向；

30 一个用于通过在PE调制信号表现出第一状态时提前信道信号中的某边缘的相位该微量并在PE调制信号表现出第二状态时延迟信道信号中的某边缘的相位

该微量而产生调制的信道信号的相位调制单元，信道信号中的各对边缘表示主要数字信息的一个凹坑的位置；及

一个用于根据调制的信道信号形成光盘上的某些凹坑的写入单元。

6. 根据权利要求1的记录装置，其特征在于：

- 5 次要数字信息记录装置用径向调制来记录次要数字信息，其中某凹坑的每一个被形成于在径向方向上从轨道中心被向内或向外位移微量的位置处，并且对于仅记录主要数字信息的光盘上的凹坑而言，各个微量是恒定的并处于在重放期间观察到的径向位置误差的范围内。

7. 根据权利要求6的记录装置，其特征在于：

- 10 次要数字信息要被记录在光盘的某些区域并且

在该某些区域中，次要数字信息记录装置执行径向调制使得形成在被向内位移的位置处的凹坑的总数基本上等于形成在被向外位移的位置处的凹坑的总数。

8. 根据权利要求7的记录装置，其特征在于：

- 15 在该某些区域，次要数字信息记录装置对于主要数字信息的各个单元编码均等机率地执行用于向内位移凹坑的调制和用于向外位移凹坑的调制。

9. 根据权利要求8的记录装置，其特征在于次要数字信息记录装置包括：

- 20 一个用于根据次要数字信息产生PE调制信号的PE调制装置，该调制信号在要被记录的主要数字信息的一部分中的各个信道编码的中心处进行逻辑反向；

一个用于在PE调制信号表现出第一状态时产生把形成凹坑的光束斑点的位置从轨道中心向内位移该微量的信号并在PE调制信号表现出第二状态时产生把光束斑点的位置从轨道中心向外位移该微量的信号的径向调制单元；及

- 25 一个用于根据径向调制单元产生的信号位移光束斑点的位置的束偏转单元。

10. 根据权利要求6或9的记录装置，其特征在于次要数字信息记录装置还包括：

- 30 一个用于产生随机号码串的随机号码串产生单元和
一个用于根据次要数字信息逻辑上转换随机号码串的逻辑转换单元，其中PE调制单元根据逻辑转换的随机号码串产生PE调制信号。

11. 根据权利要求10的记录装置, 其特征在于次要数字信息记录装置还包括:

一个用于保密地保持该次要数字信息的次要数字信息保持装置, 并且逻辑转换装置顺序计算构成次要数字信息记录装置中的次要数字信息的各位的值与具有恒定长度随机号码串的各个部分的异或。

12. 一种用于把次要数字信息嵌入主要数字信息而把主要数字信息和次要数字信息记录在光盘上的记录方法, 该记录方法包括:

通过在轨道上不连续参考位置上形成凹坑而记录主要数字信息的主要数字信息记录步骤,

10 通过把某些凹坑位置从相应的参考位置位移预定量来记录次要数字信息的次要数字信息记录步骤,

各个预定量处于重放期间光盘上的仅记录主要数字信息的凹坑与相应参考位置的偏离的范围内。

13. 根据权利要求12的记录方法, 其特征在于:

15 在次要数字信息记录步骤, 次要数字信息用相位调制来记录, 其中确定轨道方向上的某些凹坑的长度的边缘被形成于其相位从某些凹坑被形成来仅记录主要数字信息的情况下的相应位置被提前或延迟了该微量的位置处, 并且

对于仅记录主要数字信息的光盘上的凹坑而言, 各个微量是恒定的并且处于在重放期间观察到的抖动的范围内。

20 14. 根据权利要求12的记录方法, 其特征在于:

在次要数字信息记录步骤中, 次要数字信息用径向调制来记录, 其中每个确定的凹坑被形成于在径向方向上从轨道中心被向内或向外位移微量的位置处, 并且

25 对于仅记录主要数字信息的光盘上的凹坑而言, 各个微量是恒定的并处于在重放期间观察到的径向位置误差的范围内。

15. 一种用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置, 包括:

一个用于通过检测形成在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放装置;

30 一个用于从相应于检测到的凹坑串的信道信号中提取与参考位置同步的信

道位时钟的时钟提取装置；和

一个用于根据信道信号与信道位时钟之间的相位差提取次要数字信息的次要数字信息提取装置。

16. 根据权利要求15的重放装置，其特征在于次要数字信息提取装置包
5 括：

一个用于预先存储数据串的数据串预存储单元；

一个用于检测数据串和相位差之间的相关性的并根据相关性提取次要数字信息的相关性检测单元。

17. 根据权利要求16的重放装置，其特征在于次要数字信息提取装置还包
10 括：

一个用于根据相位差产生提前的相位信号和延迟的相位信号的相位分离单元，提前的相位信号表示从信道位时钟提前的信道信号的各个相位的提前的数量，延迟的相位信号表示从信道位时钟延迟的信道信号的各个相位的延迟的数量；

15 相关性检测单元通过根据数据串对提前的相位信号和延迟的相位信号执行同步检测来检测相关性。

18. 根据权利要求17的重放装置，其特征在于相关性检测单元包括：

一个用于根据数据串产生PE调制信号的PE调制单元，该PE调制信号在主要数字信息的读出部分中的各个信道编码的中心处进行逻辑反向；

20 一个(i)当PE调制信号表示第一状态时通过把以提前的相位信号表示的各个提前的量加到积分上和从积分中减去以延迟相位信号表示的各个延迟量、(ii)当PE调制信号表示第二状态时通过从积分中减去以提前的相位信号表示的各个提前量和把以延迟的相位信号表示的各个延迟的量增加到积分来计算积分的积分单元；及

25 一个用于根据积分单元计算的积分产生次要数字信息的次要数字信息产生单元。

19. 根据权利要求18的重放装置，其特征在于：

数字串是随机号码串，积分单元通过积分相应于随机号码串的部分的提前的量和延迟的量而对于具有恒定随机号码串长度的各个部分计算积分，及

30 次要数字信息产生单元判断是否由积分单元计算的各个积分超出预定的阈

值，并且当各个积分超出预定的阈值时，根据积分输出次要数字信息。

20. 一种用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置，包括：

5 一个用于通过检测形成在在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放装置；

一个用于检测各个检测到的凹坑在径向与轨道的中心偏移位置的径向误差检测装置；和

一个用于根据检测到的位移提取次要数字信息的次要数字信息提取装置。

10 21. 根据权利要求20的重放装置，其特征在于次要数字信息提取装置还包括：

一个用于预先存储数据串的数据串预存储单元；

一个用于检测数据串和相位差之间的相关性的并根据相关性提取次要数字信息的相关性检测单元。

15 22. 根据权利要求21的重放装置，其特征在于次要数字信息提取装置还包括：

一个用于根据检测到的位移产生内位移信号和外位移信号的径向误差分离单元，内位移信号表示形成在从轨道中心向内位移的位置的各个凹坑，外位移信号表示形成在从轨道中心向外位移的位置的各个凹坑；

20 相关性检测单元通过根据数据串对内位移信号和外位移信号执行同步检测来检测相关性。

23. 根据权利要求22的重放装置，其特征在于相关性检测单元包括：

一个用于根据数据串产生PE调制信号的PE调制单元，该PE调制信号在主要数字信息的读出部分中的各个信道编码的中心处进行逻辑反向；

25 一个(i)当PE调制信号表示第一状态时通过把以向内位移信号表示的各个向内位移的位移量加到积分上和从积分中减去向外位移信号表示的各个向外位移的位移量、(ii)当PE调制信号表示第二状态时通过从积分中减去向内位移信号表示的各个向内位移的位移量和把向外位移信号表示的各个向外位移的位移量加到积分上来计算积分的积分单元；及

30 一个用于根据积分单元计算的积分产生次要数字信息的次要数字信息产生单元。

24. 根据权利要求23的重放装置, 其特征在于:

数字串是随机号码串, 积分单元通过对相应于随机号码串的部分的向内位移的位移量和向外位移的位移量积分而对于具有恒定长度随机号码串的各个部分计算积分, 及

5 次要数字信息产生单元判断是否由积分单元计算的各个积分超出预定的阈值, 并且当各个积分超出预定的阈值时, 根据积分输出次要数字信息。

25. 根据权利要求19和24之一的重放装置, 还包括一个用于在次要数字信息产生单元判断由积分单元计算的各个积分不超出预定阈值时限制主要数字信息的重放的重放限制单元。

10 26. 根据权利要求25的重放装置, 其特征在于次要数字信息产生单元判断对于由积分单元计算的各个积分存在第一相关性、第二相关性和没有相关性中的一个, 如果对于各个积分存在第一相关性或第二相关性, 输出现有的相关性作为次要数字信息, 第一相关性意味着积分大于预定的位置阈值, 第二相关性意味着积分小于预定的负位置阈值, 其中重放装置还包括:

15 一个用于存储安全信息的安全信息存储装置和

一个用于比较安全信息和从次要数字信息产生装置输出的次要数字信息的验证装置, 其中

如果验证装置判断安全信息与次要数字信息不匹配, 重放限制装置也限制主要数字信息的重放。

20

用于光盘的记录装置、
记录方法以及重放装置

5

本申请是以日本的申请No.2000-185374为基础的，其内容在这里引入作为参考。

发明内容

10 本发明涉及一种光盘以及用于光盘的记录装置、记录方法和重放装置。尤其，本发明涉及通过把次要数字信息嵌入主要数字信息而向光盘记录主要数字信息和次要数字信息的技术。

背景技术

15 最近几年，以DVD（数字通用/视频盘）为典型的光盘已经被普遍用于记录长的数字数据如AV（音频和视频）数据和计算机数据的媒体。例如，各自记录两个小时以上的高质量活动图像的DVD-ROMs已经在市场上销售。要求用于防止对象DVDs的记录媒体的数字内容的未授权的复制的技术来支持数字内容的安全分配。

下面的描述涉及用于防止这种未授权的复制的传统的技术（称为“内容加密方法”）（参见Nikkei Electronics 1996年11月18日，第13-14页）。

20 下面参考图1描述内容加密方法，其表示了DVD上的普通记录区。根据这个方法，压缩的数字内容，如电影使用三个分级水平（标题密钥、盘密钥和主版密钥）上的保密密钥被加密，并且加密的内容被记录到可被用户访问的用户信息区9a。原版密钥是这些密钥中最重要并且仅对授权（许可）制造的DVD设备提供。分别需要被指定给DVD和题目的盘密钥和标题密钥使用原版
25 密钥被加密并被存储在用户不能访问的控制信息区（读入区）9b。

上述设置防止未授权（未许可）的DVD制造装置对加密的内容进行解码。结果，可防止如存储未加密的数字内容的DVD的批量生产和零售的非法行为。

30 日本公开专利申请号.平11-39721公开另一种防止非法复制数字内容的技术。根据该技术，通过对参考时钟执行FM调制而产生的防复制信息被保密地

记录在光盘上。

但是，这些传统技术不能停止DVD盗版行为。DVD的未授权的复制可被容易地执行，例如通过把两个主轴马达进行完善的同步化、把原始DVD和另一个DVD放在这些主轴马达上、通过重放从原始DVD读出的数据串和使用PLL
5 同步化这个数据串而产生位流以及把位流按原来的样子记录在另一个DVD上而执行。

以这种方式，DVD的数字内容可与防复制信息或存储在控制信息去中的信息一起被复制到另一个DVD上。以这种方式非法制造的DVD的加密的内容可被许可的DVD设备读出和解密，好像它是真正的盘片。

10 尽管上述技术防止存储未加密的内容的DVD的非法制造，记录在DVD上的加密的内容按原样被复制到其它DVD的非法行为可被停止。这意味着有在市场上出现低价盗版DVD和引起对内容的版权人的严重商业损害的危险。

发明内容

因此本发明的目的是提供一种以防止数字内容的完善复制的方式来记录数
15 字内容的光盘以及一种用于该光盘的记录装置、记录方法和重放装置。

规定的目的是通过其上记录主要数字信息和次要数字信息的光盘实现的，以形成在轨道上不连续参考位置上的凹坑的形式，其中主要数字信息被记录，以相应的参考位置的某些凹坑位置中的微量偏离的形式，次要数字信息被记录。

20 用这种结构，次要数字信息被嵌入主要数字信息从而难以读出次要数字信息。因此，即使光盘上的信息根据凹坑的存在与不存在被复制到另一个光盘，次要数字信息不能被复制。这使原始光盘与复制的光盘区分开并且防止非法复制光盘的数字内容的侵权。

这里各个微量可处于重放期间光盘上的仅记录主要数字信息的凹坑与相应
25 参考位置的偏离的范围内。这使得普通重放装置非常难以检测隐藏在抖动或径向误差内的次要数字信息。结果，可防止次要数字信息与主要数字信息一起复制。

这里，次要数字信息可用相位调制来记录，其中确定轨道方向上的某凹坑的长度的边缘被形成于其相位从某凹坑被形成来仅记录主要数字信息的情况下的
30 的相应位置被提前或延迟了该微量的位置处，并且对于仅记录主要数字信息的

光盘上的凹坑而言，各个微量可以是恒定的并且处于在重放期间观察到的抖动的范围内。

而且，次要数字信息可用径向调制来记录，其中某凹坑的每一个被形成于在径向方向上从轨道中心线被向内或向外位移微量的位置处，对于仅记录主要数字信息的光盘上的凹坑而言，各个微量可以是恒定的并处于在重放期间观察到的径向位置误差的范围内。

次要数字信息已经被嵌入其中的本发明的光盘可通过在抖动调制期间在相应于凹坑串的信道信号中控制延迟产生、恒定的延迟时间而制造。而且，本发明的光盘可通过在径向调制期间控制记录头在径向上的微量位移来制造。这简化了用于执行抖动调制或径向调制的相位调制电路结构。

这里次要数字信息可被记录在光盘的某些区域并且在该某些区域中，形成在其相位被提前的位置处的边缘的总数可基本上等于形成在其相位被延迟的位置处的边缘的总数。而且在该某些区域中，形成在被向内位移的位置处的边缘的总数可基本上等于形成在被向外位移的位置处的边缘的总数。

结果，在抖动调制的情况下，包括在进行相位调制以记录次要数字信息的信道信号中的提前的相位分量和延迟的相位分量的数目基本上彼此相等。结果，在重放期间，与信道信号同步的信道位时钟被稳定提取并且检测相位调制分量的敏感性被增强。类似地，在径向调制的情况下，向内位移的数基本上等于向外位移的数。结果，在重放期间，稳定地检测到推挽信号，循迹伺服信号没有偏移地来驱动，并且检测径向调制分量的敏感性被增强。

这里，在该某些区域，用于把相位提前的调制和用于延迟相位的调制均等机率地对于主要数字信息的各个单元编码来执行。而且，在该某些区域，用于向内位移凹坑的调制和用于向外位移凹坑的调制均等机率地对于主要数字信息的各个单元编码来执行。

在抖动调制的情况下，信道信号的提前的边缘和延迟的边缘在重放期间以短时间间隔被循环地检测到。结果，信道位时钟被稳定地提取并且高准确度地再构造次要数字信息。类似地，在径向调制的情况下，向内圆周位移的信道信号和向外圆周位移的信道信号在重放期间以短时间间隔被循环地检测到。结果，稳定地检测到推挽信号，循迹伺服信号没有偏移地来驱动，并且高准确度地再构造次要数字信息。

上述目的也通过把次要数字信息嵌入主要数字信息而把主要数字信息和次要数字信息记录在光盘上的记录装置来实现，该记录装置包括：一个用于通过在光盘的轨道上的不连续参考位置形成凹坑而记录主要数字信息的主要数字信息记录单元；和一个用于把某些凹坑的位置从相应的参考位置位移微量而记录次要数字信息的次要数字信息记录单元。这里，次要数字信息记录单元可包括：一个用于产生随机号码串的随机号码串产生单元和一个用于根据次要数字信息逻辑上转换随机号码串的逻辑转换单元，其中PE调制单元根据逻辑转换的随机号码串产生PE调制信号。

用这种结构，在抖动调制的情况下，凹坑的边缘位置根据随机号码串被抖动调制。这使得难以对隐藏在抖动内的次要数字信息进行解码。类似地，在径向调制的情况下，凹坑的记录位置根据随机号码串被抖动调制。这使得难以对隐藏在抖动内的次要数字信息进行解码。

这里次要数字信息记录单元还可进一步包括一个用于秘密地维持该次要数字信息的次要数字信息维持单元，并且逻辑转换单元顺序计算构成次要数字信息记录单元中的次要数字信息的各位的值与具有恒定长度随机号码串的各个部分的异或。用这种结构，随机号码串不被原样嵌入，而是嵌入通过计算随机号码串与保密信息之间的异或而产生的大量随机号码串。这使得更难以对次要数字信息进行解码。

上述的目的还可以通过用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置实现，包括：一个用于通过检测形成在在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放单元；一个用于从相应于检测到的凹坑串的信道信号中提取与参考位置同步的信道位时钟的时钟提取单元；和一个用于根据信道信号与信道位时钟之间的相位差提取次要数字信息的次要数字信息提取单元。

上述的目的还可以通过用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置实现，包括：一个用于通过检测形成在在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放单元；一个用于检测各个检测到的凹坑的位置与轨道的中心线在径向上的位移的径向误差检测单元；和一个用于根据检测到的位移提取次要数字信息的次要数字信息提取单元。

这里重放装置还可进一步包括一个用于在次要数字信息产生单元判断由积

分单元计算的各个积分不超出预定阈值时限制主要数字信息的重放的重放限制单元。

而且，次要数字信息产生单元可判断对于由积分单元计算的各个积分存在第一相关性、第二相关性和没有相关性中的一个，如果对于各个积分存在第一相关性或第二相关性，输出现有的相关性作为次要数字信息，第一相关性意味着积分大于预定的位置阈值，第二相关性意味着积分小于预定的负位置阈值，其中重放装置还包括：一个用于存储安全信息的安全信息存储单元和一个用于比较安全信息和从次要数字信息产生单元输出的次要数字信息的验证单元，其中如果验证单元判断安全信息与次要数字信息不匹配，重放限制单元也可限制主要数字信息的重放。

这实现了一种具有通过读出用抖动调制和径向调制嵌入的次要数字信息而保护版权的功能的光盘重放装置。

这里，主要数字信息可以是与预定参考时钟同步形成的信息凹坑串，次要数字信息是由通过把相位误差局部地增加于预定参考时钟而形成的凹坑串来表示的防复制信息。

用这种结构，在记录期间，参考时钟响应于防复制信息被相位调制，数据串根据相位调制时钟而被记录。结果，光盘的复制是困难的。在重放期间，防复制信息通过检测抖动值而被检测为相位移动分量。这使得可能应用具有简单电路结构的装置来鉴别出非法复制的光盘。

本发明作为一种记录方法和一种重放方法而实现，该方法包括实现光盘记录装置和光盘重放装置的特性构成元件的功能的步骤。

用本发明的抖动调制和径向调制，防止复制存储数字内容的光盘的非法行为并且实现数字内容的安全分配。因此，本发明具有很大的实用价值。

本发明提供一种用于经把次要数字信息嵌入主要数字信息而把主要数字信息和次要数字信息记录在光盘上的记录装置，该记录装置包括：一个用于通过在光盘的轨道上的不连续参考位置形成凹坑而记录主要数字信息的主要数字信息记录装置；和一个用于把某些凹坑的位置从相应的参考位置位移预定量而记录次要数字信息的次要数字信息记录装置，各个预定量处于重放期间光盘上的仅记录主要数字信息的凹坑与相应参考位置的偏离的范围内。

本发明还提供一种用于经把次要数字信息嵌入主要数字信息而把主要数字信息和次要数字信息记录在光盘上的记录方法，该记录方法包括：通过在轨道上不连续参考位置上形成凹坑而记录主要数字信息的主要数字信息记录步骤，通过把某些凹坑位置从相应的参考位置位移预定量来记录次要数字信息的次要数字信息记录步骤，各个预定量处于重放期间光盘上的仅记录主要数字信息的凹坑与相应参考位置的偏离的范围内。

本发明再提供一种用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置，包括：一个用于通过检测形成在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放装置；一个用于从相应于检测到的凹坑串的信道信号中提取与参考位置同步的信道位时钟的时钟提取装置；和一个用于根据信道信号与信道位时钟之间的相位差提取次要数字信息的次要数字信息提取装置。

本发明还提供一种用于记录主要数字信息和次要数字信息的光盘的重放装置，包括：一个用于通过检测形成在在光盘的轨道上的不连续参考位置处的凹坑而重放主要数字信息的主要数字信息重放装置；一个用于检测各个检测到的凹坑在径向与轨道的中心偏移位置的径向误差检测装置；和一个用于根据检测到的位移提取次要数字信息的次要数字信息提取装置。

附图说明

本发明的这些和其它的目的、优点和特征从下面联系附图的说明中可明显看出，这些附图图示出本发明的特定实施例。在附图中：

图1表示基于传统技术的DVD的记录区域；

图2是表示本发明的第一实施例的光盘记录装置的结构的部分框图；

图3是表示与光盘记录装置的操作相关的主信号的时间图；

图4是表示光盘记录装置的格式器的具体结构的分框图；

图5表示保密密钥、伪随机号码串和记录数据之间的相互关系；

图6是光盘记录装置的伪随机号码发生器的具体结构的电路图；

图7是表示光盘记录装置的相位调制器的具体结构的分框图；

图8表示光盘记录装置在其上形成凹坑的DVD的表面；

图9是表示对于光盘记录装置形成的凹坑观察到的抖动的分配图；

- 图10是表示本发明的第一实施例的光盘重放装置的结构分框图；
图11是光盘重放装置的时钟提取器的具体结构的分框图；
图12是时钟提取器的相位误差信号分离器的具体结构的电路图；
图13是与图12所示的相位误差信号分离器的操作相关的信号的时间图；
5 图14是表示光盘重放装置的重放信号处理电路的具体结构的分框图；
图15是表示光盘重放装置的同步检测器的具体结构的电路图；
图16表示从光盘重放装置的积分器输出的模拟信号的例示波形图；
图17是表示光盘重放装置的验证单元的具体结构的分框图；
图18是表示本发明的第二实施例的光盘记录装置的结构分框图；
10 图19是表示与光盘记录装置的操作相关的主信号的时间图；
图20表示光盘记录装置在其上形成凹坑的DVD的表面；
图21表示对于光盘记录装置形成的凹坑观察到的径向误差的分配图；
图22是表示本发明的第二实施例的光盘重放装置的结构分框图；
图23表示与径向误差信号的产生相关的光盘重放装置的重放头部分的具体
15 结构的分框图；
图24是表示光盘重放装置的径向误差信号检测器的具体结构的分框图；
图25表示记录到本发明的第三实施例的光盘上的数据的结构；
图26表示图25所示的光盘的A和B去的放大视图；
图27是本发明的第三实施例的光盘装置的分框图；
20 图28是表示图27所示的光盘装置的操作的时间图；
图29是表示图27所示的光盘装置的操作的时间图；
图30是通常用于复制光盘的装置的分框图。

具体实施方式

<第一实施例>

25 本发明的第一实施例在下面参考附图描述。

(光盘记录装置)

图2是表示第一实施例的光盘记录装置100的特性部分的结构分框图。注意在该图中主信号B、D、E和F的波形在图3中以时间图表示。而且，图2中的双线矩形包围的块指的是该块的结构元件是保密安装的，以防止对它的内部结
30 构的分解。例如，通过一个LSI内限定的电路来实现结构元件。

光盘记录装置100是DVD-ROM记录装置并具有唯一的功能，即，光盘记录装置100不仅通过在光盘的轨道上的不连续参考位置处形成记录标记而记录主要数字信息而且通过对各个记录标记的边缘(确定轨道方向上的记录标记的长度的边缘)执行相位调制把诸如水位标(在本实施例中是56位保密密钥)的隐藏信息嵌入主要数字信息中作为次要数字信息。这样做，光盘记录装置100包括格式器1、伪随机号码发生器2、时间发生器3、XOR(异或)门4、PE(相位编码)调制器5、相位调制器6、记录信道7和记录头8。

格式器1调制主要数字信息(此后称为“记录数据”)，产生次要数字信息并控制次要数字信息的记录。

图4是表示格式器1的具体结构的分框图。如该图所示，格式器1包括用于调制从外部发送来的记录数据以产生适合于DVD9的信号(信道信号B)的调制单元1a、8用于安全地预存储要被伪随机号码发生器2产生的伪随机号码串的初值的初值存储单元1b和用于预存储56位保密密钥的保密密钥存储单元1c。

调制单元1a把记录数据的每8位编码(各个字节编码)转换为16位信道编码A(8向16位转换)，通过把信道编码A进行NRZI转换而产生信道信号B，并输出信道信号B到相位调制器6，如图3的时间图所示。

而且，一被控制器(未示出)指令开始记录保密密钥，调制单元1a输出表示每一字节的记录数据的开始的时间信号到时间发生器3。注意此后保密密钥的记录被称为“保密密钥记录操作”，执行保密密钥记录操作的模式此后被称为“保密密钥记录模式”。

在保密密钥记录操作开始后，初值存储单元1b输出安全地被预存储在那里的15位数据(原始数据)到伪随机号码发生器2。

在保密密钥记录操作已经开始后，保密密钥存储单元1c顺序输出安全地预存储在那里的56位保密密钥的每一位到XOR门4。尤其，每次调制单元1a调制256字节记录数据，保密密钥存储单元1c以NRZ格式顺序输出来自LSB的56位保密密钥的每一位到MSB。由于保密密钥存储单元1c以作为保密密钥位串的位串行方式输出56位保密密钥到XOR门4，56位保密密钥被嵌入256X56字节的记录数据。

图5表示保密密钥、伪随机号码串和记录数据之间的相关性。该图表示为把作为隐藏信息的56位保密密钥记录到光盘上，256位伪随机号码串被用于保

密密钥的每一位，伪随机号码串的每一位被嵌入1字节的记录数据(16位信道编码)中。注意56位保密密钥的每一位被用作表示相应的256位伪随机号码串是否应被逻辑上反向的标记，这一点后面描述。

5 时间发生器3根据来自调制单元1a的时间信号产生与记录数据的各个字节同步的时钟信号(字节时钟)并输出该时钟信号到伪随机号码发生器2。根据来自调制单元1a的时间信号和来自时钟振荡器(未示出)的时钟信号，时间发生器3还产生表示从格式器1发送来的信道信号B的各个中心(当相位变成180度时的各个点)的时间信号并输出该时间信号到PE调制器5。

10 伪随机号码发生器2产生伪随机号码串(M串)，其中 2^{15} 位串被设置为1个循环。这样做时，伪随机号码发生器2设置来自初值存储单元1b的初值作为当前值、来自时间发生器3的字节时钟作为移位时钟。

15 图6是伪随机号码发生器2的具体结构的电路图。如该图中所示，伪随机号码发生器2包括用于维持来自初值存储单元1b的初值的15位预置寄存器2a、具有15行(位)的移位寄存器2b和用于计算来自MSB的输出值(第14个数字)与移位寄存器2b的第10个数字的异或的异或门2c。

20 在从初值存储单元1b被发送并被设置在预置寄存器2a中后，在初值被设置在预置寄存器2a中后初值立刻被从格式器1发送来的选通信号写入移位寄存器2b。然后，与来自时间发生器3的字节时钟同步，移位寄存器2b中的15位值被移向左1位并且来自XOR 2c的输出值被发送到移位寄存器2b的LSB(第0个数字)并被存储在那里。以这种方式，在移位寄存器2b的MSB中对于各个1字节记录数据新产生1位随机数字并将其发送到XOR 4作为伪随机号码串的一部分。

应注意在本实施例中，在保密密钥记录模式中，伪随机号码发生器2被用于产生要被嵌入256X56字节的记录数据中的伪随机号码串，比如说256X56位的伪随机号码串。

25 XOR门4通过计算来自伪随机号码发生器2的伪随机号码串与来自保密密钥存储单元1c的位串的异或来产生伪随机号码串D，并输出该伪随机号码串D到PE调制器5。即，根据56位保密密钥的每一位值，XOR门4按原样输出伪随机号码发生器2产生的伪随机号码串的256位部分到PE调制器5或输出已经被逻辑上反向的伪随机号码串的256位部分到PE调制器5。

30 PE调制器5通过对从XOR门4发送的伪随机号码串D执行PE调制产生PE调

制信号E并根据来自时间发生器3的时间信号输出该PE调制信号E到相位调制器6。以这种方式产生的PE调制信号E具有如图3的时间所示的波形。如该时间图所示, 如果从XOR门4输出的伪随机号码串D为“0”, PE调制信号E落在信道信号B的中心, 如果从XOR门4输出的伪随机号码串D为“1”, PE调制信号E在信道信号B的中心提高, 如果XOR门4输出与原来的一个相同的随机号码, PE调制信号E在信道信号B的边界被反向。

相位调制器6对来自格式器1的信道信号B根据PE转换信号E执行相位调制。即, 相位调制器6通过提前或延迟信道信号B的各个边缘一固定的短时间而产生调制的信道信号F。然后相位调制器6输出调制的信道信号F到记录信道7。

固定的短时间被预先设置为在普通重放装置重放仅记录主要数字信息的普通DVD, 即不用相位调制器6产生的从而不记录次要数字信息的DVD时观察到的抖动的频率分配(变化)中的标准偏离的一半(0.5σ)。

图7是表示相位调制器6的具体结构的分框图。如该图所示, 相位调制器6包括用于延迟从格式器1发送来的信道信号B少量时间的延迟单元6a和具有两个输入终端和一个输出终端的选择器6b。如果作为控制信号输入的PE调制信号E为“1”, 选择器6b选择直接从格式器1发送来的信道信号B并且, 如果PE调制信号E为“0”, 选择器6b选择经延迟单元6a从格式器1发送来的信道信号B。

结果, 相对于时间轴, 如果PE调制信号E为“1”(0-180度), 被输入到相位调制器6的信道信号B的上升沿和尾沿被提前了少量时间, 并且, PE调制信号E为“0”(180-360度), 被输入到相位调制器6的信道信号B的上升沿和尾沿被延迟了少量时间。即, 被输入到相位调制器6的信道信号B基于伪随机号码串D进行抖动调制并被转换为图3所示的调制的信道信号F。

记录信道7产生用于与来自相位调制器6的调制的信道信号F中的改变(1/0)同步地控制激光束到DVD9上的辐射(开/关)的控制信号, 并输出该控制信号到记录头8。记录头8根据来自记录信道7的控制信号在DVD9上形成凹坑。尤其, 记录头8根据控制信号螺旋地检测旋转DVD的表面上的光光束斑点(辐射激光束)。以这种方式, 由光学上可读出的凹坑(凸区或凹槽)形成的调制的记录标记G被形成于DVD9上。

图8表示记录头8已经在其上形成凹坑的DVD9的记录层的表面。以保密密钥记录模式形成的各个凹坑具有其相位在轨道方向上从非保密密钥记录模式的

情况下的边缘位置被位移(提前或延迟)了的边缘位置。这里各个位移量相应于固定的少量时间。

图9是表示对于以上述的保密密钥记录模式形成的凹坑观察到的抖动的分配图(即, 作为抖动调制的结果获得调制的记录标记G)。

5 曲线121表示在PE调制信号E为“0”时形成的调制的记录标记G的边缘观察到的抖动的分配图。如该图所示, 曲线121类似其峰值出现在相位被位移量延迟了的点X(L)处的高斯曲线。曲线122表示在PE调制信号E为“1”时形成的调制的记录标记G的边缘观察到的抖动的分配图。如该图所示, 曲线122类似其峰值出现在相位被提前了位移量的点X(H)处的高斯曲线。曲线123表示通过组
10 合曲线121和122而得到的抖动的分配图。

本发明是基于以曲线123代表的抖动分配可通过利用与用于记录保密密钥的伪随机号码串相同的伪随机号码串来执行同步检测而被分开为以曲线121和122代表的分配的原则的。在其中已经由光盘记录装置100嵌入56位保密密钥的DVD9具有下面的特征。

15 如上所述, 保密密钥通过执行抖动调制而被记录。用该抖动调制各个记录标记的各个边缘(在轨道方向上的两个边缘)在轨道方向上(在光束斑点扫描的方向)被位移小的数量。因此, 不具有读出隐藏在抖动中的信息的功能的普通的重放装置不能读出保密密钥。

因此, 即使保密密钥已经以上述方式已被记录其中的DVD的整个内容被
20 普通重放装置读出并被记录到另一个DVD上, 仅主要数字信息被复制并且隐藏在抖动中的次要数字信息(保密密钥)不被复制。这使得可能把原始DVD与没有正确授权的翻印的DVD分开。结果, 可通过例如提供一种带有仅允许包括保密密钥的DVD的重放的功能的重放装置而避免复制的DVD的侵权。

光盘记录装置100不按原样记录56位保密密钥到DVD上, 而是记录随机号
25 码串的256位部分到DVD上, 其中256位部分的每一位相应于保密密钥的一位。即, 隐藏在抖动中的信息不是保密密钥的位串而是间接代表保密密钥的随机号码串。这使得难以把保密密钥裂解并增强保密密钥的保密性。

而且, 为对信道信号B执行抖动调制, 光盘记录装置100不按原样使用随机
30 号码串, 而是使用通过对随机号码串进行PE调制而获得的PE调制信号E。结果, 用于提前相位的调制和用于延迟相位的调制用均等的机率对每1字节记录

数据(每一信道编码)来执行。尤其, 这些调制之一对于1字节记录数据的0-180度的相位范围执行, 而另一调制对于记录数据的180-360度的相位范围执行。这使得在光盘重放期间时钟的提取和重放稳定。

如果边缘相位被多次成功地提前或延迟, 用于提取时钟的PLL(锁相环)将在重放期间跟随这些非平衡的边缘位置。这使得难以检测相位误差信号并降低检测相位调制分量的敏感性。但是, 如上所述, 光盘记录装置100用PE调制信号E执行抖动调制, 使得这一问题不会出现在该实施例中。

(光盘重放装置)

下面是对与DVD兼容的重放装置的描述, 该DVD上已经以上述方式记录了保密密钥。

图10是本发明的光盘重放装置110的特性部分的结构分框图。注意在该图中示出的主信号H和I的波形与在图3中的时间图中的那些相同。

光盘重放装置110是相应于光盘记录装置100的DVD重放装置。即, 光盘重放装置110不仅根据DVD上的记录标记的位置重放主要数字信息而且还检测隐藏于在主要数字信息重放期间观察到的记录标记的抖动中的次要数字信息(保密密钥)。光盘重放装置110根据次要数字信息的检测结果保护DVD上的版权。这样作, 光盘重放装置110包括重放头11、重放信道12、重放信号处理电路13、时钟提取器14、同步检测器15、验证单元16和伪随机号码发生器17。

重放头11是光拾取器。即, 重放头11压缩并辐射光束到形成于旋转DVD9上的记录标记上, 从反射的光产生表示调制的记录标记G的边缘位置的模拟读出信号并输出该模拟读出信号到重放信道12。

重放信道12通过对模拟读出信号的波形进行均衡和整形来把来自重放头11的模拟读出信号转换为数字读出信号。然后重放信道12把数字的读出信号输出到重放信号处理电路13和时钟提取器14。

时钟提取器14根据从重放信道12来的读出信号提取时钟并产生信号。尤其, 时钟提取器14提取与构成信道编码的各个位同步的信道位时钟并产生相对于信道位时钟的提前的相位信号H和延迟的相位信号I。提前的相位信号H仅表示读出信号的提前的分量, 延迟的相位信号I仅表示读出信号的延迟的分量。时钟提取器14还提取与读出信号的每个1字节记录数据同步的字节时钟。时钟提取器14还输出信道位时钟到重放信号处理电路13, 输出提前的相位信号H到同

步检测器15，输出延迟的相位信号I到同步检测器15，并输出字节时钟到重放信号处理电路13、同步检测器15和伪随机号码发生器17。

图11是表示时钟提取器14的具体结构的分框图。如该图所示，时钟提取器14包括4位计数器14d、同步信号检测器14e、相位误差信号分离器14f和包括相位比较器14a、环路滤波器14b和VCO(压控振荡器)14c的PLL电路。

相位比较器14a包括计数器、XOR门和双稳态触发器，并计算(I)从重放信道12读出的信号的上升沿和后沿的每一个与(ii)来自VCO14c的信道位时钟的最近的上升沿之间的相位差。相位比较器14a然后输出作为相位误差信号的相位差到环路滤波器14b和相位误差信号分离器14f。

环路滤波器14b是对来自相位比较器14a的相位误差信号进行平滑化并把平滑化的相位误差信号转换为直流电压信号的低通滤波器。VCO14c是产生相应于来自环路滤波器14b的电压信号的频率的信道位时钟的压控振荡器。

同步信号检测器14e检测包括在读出信号中的同步模式并输出同步模式到4位计数器14d作为复位信号。4位计数器14d是把来自VCO14c的信道位时钟除以16的并被来自同步信号检测器14e的复位信号复位的计数器。即，4位计数器14d输出与读出数据的每一个字节记录数据同步的字节时钟。

相位误差信号分离器14f把来自相位比较器14a的相位误差信号分开为提前的相位信号H和延迟的相位信号I，并输出信号H和I到同步检测器15。

图12是表示相位误差信号分离器14f的具体结构的电路图。相位误差信号分离器14f包括两个反相器30a和30b以及两个与(AND)门30c和30d。

图13是表示各个信号中的涉及相位误差信号分离器14f的操作的变化的时间图。尽管从相位比较器14a输出的相位误差信号包括提前的相位分量和延迟的相位分量，该信号被分开为与信道位时钟同步的相位误差信号H和I。结果，从AND门30c输出的信号的波形(提前的相位信号H)仅代表提前的相位分量，从AND门30d输出的信号的波形(延迟的相位信号I)仅代表延迟的相位分量。

重放信号处理电路13解调来自重放信道12的读出信号、控制次要数字信息的检测并根据次要数字信息的检测结果保护版权。

图14是表示重放信号处理电路13的具体结构的分框图。如该图所示，重放信号处理电路13包括解调单元13a、输出门13b和初值存储单元13c。

解调单元13a是相应于光盘记录装置100的调制单元1a的解调电路。即，解

调单元13a通过对来自重放信道12的读出信号与来自时钟提取器14的信道位时钟同步地取样来解调各个信道编码A，通过与来自时钟提取器14的字节时钟同步地把各个调制的信道编码转换为相应的8位记录数据(16到8转换)产生记录数据串，并发送记录数据串到输出门13b。

- 5 输出门13b是用于保护版权的缓冲器门。即，输出门13b仅在从验证单元16接收启动信号(通知已经确认DVD9记录授权的保密密钥)时把从解调单元13a发送来的记录数据串作为重放信号输出到外围设备。

初值存储单元13c是一个用于安全地预先存储与光盘记录装置100的初值存储单元1b中相同的值(15位初值)的寄存器。由一控制器(未示出)发出指令来开始
10 读出保密密钥，初值存储单元13c输出初值到伪随机号码发生器17。注意保密密钥的读出此后被称为“保密密钥记录操作”，执行保密密钥读出操作的模式此后被称为“保密密钥读出模式”。

伪随机号码发生器17具有与光盘记录装置100的伪随机号码发生器2一样的功能。即，伪随机号码发生器17产生伪随机号码串(M串)，其中 2^{15} 位串被设置
15 为1个循环。这样做时，伪随机号码发生器2设置来自初值存储单元13c的初值作为预置值、来自时钟提取器14的字节时钟作为移位时钟。在该装置110中，伪随机号码发生器17被用于产生256X56位伪随机号码串。

同步检测器15是用于检测(i)来自伪随机号码发生器17的伪随机号码串与(ii)从时钟提取器14输出的提前的相位信号H和延迟的相位信号L之间的相关性的电
20 路。然后同步检测器15通知验证单元16对于各个1位随机号码检测到的相关性(正相关性、负相关性或无相关性)。

图15是同步检测器15的具体结构的电路图。如该图所示，同步检测器15包括PE调制器15a、选择器15b、积分器15c、阈值判断单元15d和8位计数器15e。

PE调制器15a把光盘记录装置100的时间发生器3和PE调制器5结合起来。
25 即，PE调制器15a根据来自时钟提取器14的字节时钟对来自伪随机号码发生器17的伪随机号码串执行PE转换，并输出转换后的伪随机号码串到选择器15b作为转换控制信号。即，如果来自伪随机号码发生器17的伪随机号码串为“0”，从PE调制器15a输出的信号落在读出信号的每一个1字节记录数据的中心，如果伪随机号码串为“1”，该信号在每一个1字节记录数据的中心提高，
30 如果伪随机号码发生器17输出与原来的一个相同的随机号码，该信号在记录数

据的边界被反向。

选择器15b包括两个转换电路。每一个具有两个输入终端和一个输出终端。如果来自PE调制器15a的控制信号是“1”，选择器15b分别通过提前的相位信号H和延迟的相位信号I到积分器15c的正输入终端和负输入终端。如果控制信号是“0”，选择器15b分别通过提前的相位信号H和延迟的相位信号I到负输入终端和正输入终端。

8位计数器15e是把来自时钟提取器14的字节时钟除以256的并输出除法结果到积分器15c、阈值判断单元15d和验证单元16作为复位信号的计数器。因此，复位信号具有一种波形使得每次伪随机号码发生器17输出伪随机号码串的256位部分时复位脉冲上升。

积分器15c是差分输入和双极性输出类型的模拟积分器。即，积分器15c把应用于正输入终端的各个脉冲的区域增加到积分中，从积分中减去应用于负输入终端的各个脉冲的区域，并输出等于积分的模拟信号到阈值判断单元15d。一接收到来自8位计数器的复位信号，积分器15c复位积分并新开始上述操作。

尤其，当从PE调制器15a输出的PE调制信号是“1”时，积分器15c把在提前相位信号H中出现的各个脉冲的区域增加到积分中并从积分减去在延迟相位信号I中出现的各个脉冲的区域。当从PE调制器15a输出的PE调制信号是“0”时，积分器15c从积分减去在提前相位信号H中出现的各个脉冲的区域并把在延迟相位信号I中出现的各个脉冲的区域增加到积分中。结果，积分器15c输出其波形代表应用于正和负输入终端的脉冲的积分区的信号。

因此，如果正相关性连续存在，即，如果当PE调制信号为“1”时脉冲连续出现在提前的相位信号H中而当PE调制信号为“0”时出现在延迟的相位信号I中，积分器15c的输出波形成在正向升高的斜坡波形。另一方面，如果当PE调制信号为“1”时脉冲连续出现在延迟的相位信号I中而当PE调制信号为“0”时出现在提前的相位信号H中，积分器15c的输出波形成在负向降低的斜坡波形。而且如果没有相关性，即，如果脉冲随机与PE调制信号值无关地出现在提前的相位信号H和延迟的相位信号I中，在提前的相位信号H中的脉冲的外形中的频率几乎等于延迟的相位信号I中的频率。因此，如果没有相关性，积分器15c输出具有波动的输出波形的模拟信号使得值被保持在靠近零电平。

阈值判断单元15d包括用于判断来自积分器15c的模拟信号属于哪个电压范

围的比较器。有3个被预定正阈值电压和预定负阈值电压界定的电压范围。

图16涉及阈值判断单元15d的操作并表示从积分器15c发送到阈值判断单元15d的模拟信号波形的示例。紧靠复位信号从8位计数器15e发出之前，阈值判断单元15d以NRZ格式输出编码串到验证单元16。在编码串中，当来自积分器15c的信号电压大于正阈值电压时编码被设置为“1”，信号电压小于负阈值电压时编码被设置为“0”。如果来自积分器15c的信号电压处于正阈值电压与负阈值电压之间，阈值判断单元15d输出表示这种情况的违反信号到验证单元16。

这里应注意上述阈值电压被设置来使得如果执行本发明的抖动调制，则积分器15c的输出电压值超出阈值电压的可能性极高；如果不执行抖动调制，则可能性极低。实际上，阈值电压由记录期间抖动调制的程度(由相位调制器6的延迟单元6a引起的各个延迟的量)、输入到积分器15c的字节数目(256)、每字节的边缘的平均数目和抖动的自然(随机)分配中的标准偏离确定。

如上所述，从阈值判断单元15d输出的编码串表示对于伪随机号码的各个256位部分观察到的相关性的极性(正或负)变化。极性变化是相应于表示在抖动调制期间伪随机号码串的各个256位部分是否被逻辑上反向的位串的信息。

验证单元16基于从同步检测器15发送的编码串和违反信号验证是否当前正被读出的DVD9是否是数据已经被授权的光盘记录装置100记录其上的媒体。如果验证结果是肯定的，验证单元16输出启动信号到重放信号处理电路13，用于允许DVD9的重放。

图17是表示验证单元16的具体结构的分框图。如该图所示，验证单元16包括保密密钥存储单元16a、移位寄存器 16b、匹配判断单元16c和输出锁存单元16d。

保密密钥存储单元16a是用于预先存储与光盘记录装置100的保密密钥存储单元1c中的相同的56位保密密钥的寄存器。移位寄存器 16b包括56行(位)，维持来自同步检测器15的编码串并使用来自时钟提取器14的复位信号作为移位时钟来对编码串进行移位。

匹配判断单元16c在56位编码串被输入到移位寄存器 16b后立刻比较编码串与保密密钥存储单元16a中的56位保密密钥。即，匹配判断单元16c判断是否编码串与保密密钥完全匹配。然后匹配判断单元16c输出比较结果到输出锁存

单元16d。

5 仅在如果它不从同步检测器15接收违反信号并接收表示编码串与来自匹配判断单元16c的保密密钥完全匹配的时候，输出锁存单元16d输出启动信号到重放信号处理电路13。即，如果它56次地连续确认包括在读出信号中的256位部分与相位误差信号之间有正或负的相关性并且相关性的极性改变与保密密钥存储单元16a中的56位保密密钥匹配的时候，输出锁存单元16d输出启动信号到重放信号处理电路13。

10 如果在保密密钥读出操作已经执行后验证单元16输出启动信号到重放信号处理电路13，它判断DVD9是保密密钥已经被授权的光盘记录装置100嵌入其中的媒体。因此，重放信号处理电路13输出重放信号到外部，该重放信号是通过解调来自重放信道12的读出信号而获得的。另一方面，如果验证单元16不输出启动信号到重放信号处理电路13，它判断DVD9不是授权的媒体，从而重放信号处理电路13不输出重放信号到外部，以保护版权。

15 以这种方式，如果没有确认DVD9包括保密密钥，从DVD9读出记录数据是禁止的。因此，即使复制的DVD通过复制包括保密密钥的授权的DVD的内容而被制造，复制的DVD的重放也是禁止的，除非通过抖动调制被嵌入原始DVD的保密密钥也被复制到复制的DVD。结果，保护了DVD的版权。

<第二实施例>

本发明的第二实施例下面参考附图描述。

20 <光盘记录装置>

图18是表示第二实施例的光盘记录装置200的特征部分的分框图。注意在该图中主信号B、D和E的波形在图19中以时间图表示。而且，图18中的双线矩形包围的块指的是该块的结构元件是保密安装的。

25 光盘记录装置200是具有唯一的功能DVD-ROM记录装置。即，光盘记录装置200不仅通过在光盘的轨道上的不连续参考位置处形成记录标记而记录主要数字信息而且通过在DVD9的径向(朝向内圆周或外圆周至少一个)上位移的位置处形成记录标记而把诸如水印(在本实施例中是56位保密密钥)的隐藏信息嵌入主要数字信息中作为次要数字信息。这里应注意在径向上的位移的位置处形成记录标记此后被称为“径向调制”。这样做，光盘记录装置100包括格式器1、伪随机号码发生器 2、时间发生器 3、XOR(异或)门4、PE调制器5、径

30

向调制器18、循迹致动器19、记录信道7和记录头8。

这里应注意本实施例的与在第一实施例中的那些相同的结构元件被给出与图1中相同的序号。因此，下面的描述集中在第二实施例的独特的方面。

径向调制器18根据来自PE调制器5的PE调制信号产生用于把记录头8朝向
5 DVD9的内圆周或外圆周位移一固定微量的信号。即，径向调制器18执行径向调制。然后径向调制器18输出该信号到循迹致动器19。结果，与信道信号B同步形成的各个记录标记从轨道中心被位移向内圆周或外圆周(即向内或向外)该固定微量。

这里应注意上述微量被预先设置为落在径向误差的范围内(在径向上从轨道中心的各个位位置中的偏离)，该范围是在普通重放装置重放(执行推挽重放)其上仅记录主要数字信息的普通DVD时产生的。尤其，微量被预先设置为值(例如0.01微米)，不超出由 λ/NA 确定的光光束斑点点的2%，这里 λ 是由记录头辐射的激光束的波长(例如0.65微米)，NA是透镜的数值孔径(例如0.6)。

如果PE调制信号E是“1”，径向调制器18把记录头8从轨道中心朝向内圆
15 周位移该微量，并且如果PE调制信号E是“0”，径向调制器18把记录头8朝向外圆周位移该微量。当第一实施例的相位调制器6移动确定记录标记的长度的两个边缘的位置时，第二实施例的径向调制器18在径向上移动记录标记(两个边缘的位置确定记录标记的宽度)的位置。以这种方式记录次要数字信息。

记录信道7产生用于与来自相位调制器6的信道信号F中的改变(1/0)同步地
20 控制激光束在DVD9上的辐射(开/关)的控制信号，并输出该控制信号到记录头8。记录头8根据来自记录信道7的控制信号和经循迹致动器19从径向调制器18发送来的驱动信号在DVD9上形成凹坑。尤其，记录头8根据控制信号和驱动信号螺旋地检测旋转DVD的表面上的光束斑点(辐射激光束)。在辐射激光束期间，记录头8在径向上被位移该微量。

以这种方式，如图19的时间图所示的那样，以光学可读出凹坑(凸区和凹
25 槽)代表的调制的记录标记F被形成于DVD9上。通过比较图19中的标准记录标记C和调制的记录标记F可理解这一点，光记录装置200形成的调制的记录标记F等于各自整体地或部分地在径向上位移的标准记录标记C。

图20表示以上述方式已经在其上形成凹坑(记录标记)的DVD9的记录层的
30 表面。以保密密钥记录模式形成的各个凹坑的位置在径向(向内圆周或外圆周)

上从非保密密钥记录模式中使用的凹坑位置被位移了一相应于固定的微量的位移量。这里应注意如上所述，该微量被设置成落在重放期间产生的噪音中，并且各个凹坑的实际位置不被突出地位移，如图20所示。即，图19示出的各个调制的记录标记F的形状和径向误差信号G的波形以及图20示出的各个凹坑的形状和位移量为了图示的目的而被夸大了。

图21是表示对于以上述的保密密钥记录模式形成的凹坑观察到的径向误差的分配图，即，作为径向调制的结果获得调制的记录标记F。

曲线221表示对在PE调制信号E为“0”时形成的调制的记录标记F观察到的径向误差的分配图。如该图所示，曲线221类似其峰值出现在记录标记向内圆周被位移了该位移量的点X(L)处的高斯曲线。曲线222表示对在PE调制信号E为“1”时形成的调制的记录标记F观察到的径向误差的分配图。如该图所示，曲线222类似其峰值出现在记录标记向外圆周被位移了该位移量的点X(H)处的高斯曲线。曲线223表示通过组合曲线221和222而得到的径向误差的分配图。

本发明是基于以曲线223代表的径向误差分配可通过利用与用于记录保密密钥的伪随机号码串相同的伪随机号码串来执行同步检测而被分开为以曲线221和222代表的分配的原则的。

在其中已经由光盘记录装置200嵌入56位保密密钥的DVD9具有下面的特征。

保密密钥通过执行径向调制而被记录，其中各个记录版材的位置在垂直于轨道方向的方向上(径向)被位移微量。因此，仅执行推挽检测不能读出隐藏在噪音中的信息的普通的重放装置不能读出保密密钥。

因此，即使保密密钥已经以上述方式被记录其中的DVD的整个内容被普通重放装置读出并被记录在另一个DVD上，仅主要数字信息被复制并且隐藏在噪音中的次要数字信息(保密密钥)不被复制。这使得可能把原始DVD与没有正确授权的复制的DVD分开。结果，可通过例如提供一种带有仅允许包括保密密钥的DVD的重放的功能的重放装置而避免复制的DVD的侵权。

光盘记录装置200不按原样记录56位保密密钥到DVD上，而是记录随机号码串的256位部分到DVD上，其中256位部分的每一位相应于保密密钥的一位。即，隐藏在噪音中的信息不是保密密钥的位串而是间接代表保密密钥的随机号码串。这使得难以把保密密钥解密并增强保密密钥的保密性。

而且，为对相应于信道信号B的记录标记执行径向调制，光盘记录装置200不按原样使用随机号码串，而是使用通过对随机号码串进行PE调制而获得的PE调制信号E。结果，用于把记录标记向内圆周位移的调制(1)和用于把记录标记向外圆周位移的调制(2)用均等的机率对每1字节记录数据(每一信道编码)来执行。尤其，这些调制之一对于1字节记录数据的0-180度的相位范围执行，而另一调制对于记录数据的180-360度的相位范围执行。这使得在光盘重放期间推挽检测稳定。

如果这些位移不用相等的机率执行，对于推挽信号产生偏移(通常被用于执行循迹伺服检测)并且伺服将被驱动到远离轨道中心的位置。这使得径向误差信号的振幅(表示在径向上从轨道中心的各个记录标记位置的偏离量的信号)小并且降低检测径向调制分量的敏感性。但是，如上所述，光盘记录装置200用PE调制信号E执行径向调制，使得这一问题不会出现在该实施例中。

在本实施例中，PE调制器5被用于产生在径向上各个记录标记的位移。术语“PE”(相位编码)原来指的是抖动方向上的相位移动而不是垂直于抖动方向的径向上的位移。但是，在第二实施例中，径向的位移可用具有与第一实施例的PE调制器5相同结构的电路执行。因此，第二实施例利用与第一实施例相同的词语来描述。

而且，如第一和第二实施例所述，本发明的光盘记录装置中的PE调制信号在“0”和“1”之间变化。尤其，注意PE调制信号“0”并非指的是不执行PE调制的情况，这种情况是不包括用于保护版权的信息的情况。为形成不包括版权保护信息的情况，要求防止凹坑边缘在抖动方向或径向上被位移。这指的是要求另一个值(例如“Z”)来形成这种轨道。

(光盘重放装置)

下面是对与DVD兼容的重放装置的描述，该DVD上已经以上述方式记录了保密密钥。

图22是本发明的光盘重放装置210的特性部分的结构分框图。注意在该图中径向误差信号G的波形与在图19中的时间图中的那些基本相同。但是，如上所述，径向误差信号G隐藏在噪音中并且不象图19中的波形一样被清楚地检测到。

光盘重放装置210是相应于光盘记录装置200的DVD重放装置。即，光盘

重放装置210不仅根据在轨道方向上的DVD上的各个记录标记的位置重放主要数字信息而且还检测隐藏于在主要数字信息重放期间观察到的径向误差信号的噪音中的次要数字信息(保密密钥)。光盘重放装置210根据次要数字信息的检测结果保护DVD上的版权。这样做,光盘重放装置210包括重放头11、重放信道
5 12、重放信号处理电路13、时钟提取器14、同步检测器15、验证单元16、伪随机号码发生器17和径向误差检测器20。

重放头11是光拾取器。即,重放头11压缩并辐射光束到旋转DVD9上的记录标记上,从反射的光产生径向误差信号G并输出径向误差信号到径向误差检测器20。这里径向误差信号G表示各个调制的记录标记F在径向上离开轨道中心的位移量。
10

图23是与径向误差信号G的产生相关的重放头11的部分的具体结构的分框图。在重放头11中,从半导体激光器11a发出的光束被光学系统11b转换为平行束,平行束被物镜11d压缩以形成辐射到DVD9上的光光束斑点点。

在径向上被DVD9反射和衍射的反射光被物镜11d转换为平行束。然后平行束与光学系统11b中的入射束分开,被辐射到两个分开的光电检测器11e上,并被光电检测器11e转换为两个电信号。这些电信号之一代表向内圆周位移的各个调制的记录标记F的位移量,而另一个信号代表向外圆周位移的各个调制的记录标记F的位移量。这些电信号然后被输入到差分计算单元11f,然后该单元把电信号转换为表示以电信号代表的位移量的差的径向误差信号G。以这种方式获得的径向误差信号G被输入到径向误差检测器20。
15 20

径向误差检测器20是相应于光盘记录装置200的径向调制器18的解调器。即,径向误差检测器20通过使用来自重放信道12的数字读出信号作为同步信号解调从重放头11发送来的径向误差信号G而产生内位移信号H和外位移信号I。然后径向误差检测器20输出这些信号H和I到同步检测器15。内位移信号H表示调制的记录标记F的位置从轨道中心向内圆周位移,外位移信号I表示调制的记录标记F的位置从轨道中心向外圆周位移。这里如果不包括通常产生的噪音(不由径向调制引起的径向误差),内位移信号H和外位移信号I具有图19的时间图所示的波形。即,内位移信号H是表示被部分或整体朝向内圆周位移的各个调制的记录标记的被位移的部分的逻辑信号。而且,外位移信号I是表示被部分或
25 30 整体朝向外圆周位移的各个调制的记录标记的被位移的部分的逻辑信号。

图24是表示径向误差检测器20的具体结构的分框图。如该图所示，径向误差检测器20包括LPF(低通滤波器)20a、两个比较器20b和20c、两个输出门20d和20e以及直流分量提取单元20f。

直流分量提取单元20f从由重放头11发出的径向误差信号G中提取表示轨道中心的直流分量，并根据提取的直流分量产生两个参考电压($\pm V$)。这些参考电压被用来产生被输入到比较器20b和20c的比较参考电压。

LPF20a消除包括在从重放头11发出的径向误差信号G中的高频噪音并发送高频噪音被消除的径向误差信号到比较器20b和20c。比较器20b和20c判断是否径向误差信号具有正负比较参考电压之间的范围以外的振幅。比较参考电压是用于判断是否各个调制的记录标记F的位置被明显地从轨道中心位移向内周缘或外周缘的阈值。例如，比较参考电压被设置为相应于从轨道中心位移 $\pm 0.005 \mu\text{m}$ 的位置。结果，记录标记从轨道中心位移上述的微量($\pm 0.01 \mu\text{m}$)可被检测到。

仅在重放信道12正检测调制的记录标记F时输出门20d和20e分别通过来自比较器20b和比较器20c的输出。

光盘重放装置210的时钟提取器14根据来自重放信道12的读出信号提取两种类型的时钟，尤其，时钟提取器14提取与构成信道编码的各个位同步的信道位时钟并提取与读出信号中的记录数据的各个字节同步的字节时钟。然后时钟提取器14输出信道位时钟到重放信号处理电路13，输出字节时钟到重放信号处理电路13、同步检测器15和伪随机号码发生器17。

重放信号处理电路13、伪随机号码发生器17、同步检测器15和验证单元16具有与第一实施例的那些有相同的结构。同步检测器15是用于检测(I)来自伪随机号码发生器17的伪随机号码串与(ii)从径向误差检测器20输出的内位移信号H和外位移信号I之间的相关性的电路。然后同步检测器15通知验证单元16对于各个1位随机号码检测到的相关性(正相关性、负相关性或无相关性)。

在第一实施例中，相位调制被执行并且次要数字信息(保密密钥)通过在轨道方向上位移记录标记的边缘而被嵌入。另一方面，在第二实施例中，径向调制电路进行被执行并且次要数字信息通过在径向上位移记录标记的位置而被嵌入。由于第一实施例中的相位误差信号(提前的相位信号和延迟的相位信号)等于第二实施例中的径向误差信号(内位移信号和外位移信号)，与第一实施例相

同的版权保护系统可在第二实施例中实现。

第二实施例的优点在于使用比第一实施例慢的电路而以低成本实现几乎与第一实施例相同的效果。从使用在第一实施例中的电路如用于检测抖动的变化的相位误差信号分离器14f的操作可以理解，这些电路需要以不小于信道时钟率的速度以及在时间轴的方向上的高精度度来操作。

另一方面，第二实施例的差分计算单元11f和径向误差检测器20仅是差分放大器的变形，从而对于这些电路而言足以按相应于调制的记录标记F入射的速度，即按信道信号的速率操作。

与本发明的抖动调制和径向调制相关的记录媒体、记录装置和重放装置已经被实施例1和2在上面进行了描述，尽管显然本发明并不限制于这些实施例。

在第一和第二实施例中，已经被逻辑上反向的相应于1个56位保密密钥的256X56位伪随机号码串被嵌入56位连续字节的记录数据中。但是，从两个或多个初值开始的大量伪随机号码串可对于特定区域中的记录数据或与物理记录结构如ECC块、扇区和帧相关的若干字节的记录数据产生并被嵌入大量区域中。

在第一和第二实施例中，如果连续确认56次(对于伪随机号码串的各个256位部分)相位误差信号与伪随机号码串之间有正或负的相关性，确定DVD9是授权的DVD。但是，DVD的授权可通过检查在相位误差信号与256X56位的伪随机号码串之间是否存在50个相关性而验证。如图9和21所示，抖动和径向误差的分配包括一定程度的变化。因此，依据相关性判断赖以执行的脉冲数目和位移量，更适当的是根据有一些程度的变化的判断准则判断是否存在明显的相关性。

在第一和第二实施例中，如果从同步检测器输出的编码串与保密密钥之间的匹配程度不超出预定的阈值，主要数字信息的重放被禁止。但是，这种操作可不用保密密钥来执行。如果同步检测器积分的相位误差和位移信号超出阈值，确定有强烈的相关性并且允许重放。在这种情况下，装置结构可被简化而不引起本发明效果的明显损失。

在第一和第二实施例中，通过在脉冲误差信号或位移信号的同步检测期间积分模拟形式的脉冲区而判断是否有相关性。但是，为简化电路结构，脉冲数目可被增加和减少，计算结果可以数字形式计数。

在第一和第二实施例中，抖动调制和径向调制在要被记录到DVD9的用户

信息区9a的记录数据上执行。但是，这些调制可在要被存储在控制信息区9b的保密密钥上执行。因此，本发明的调制可与传统内容加密方法一起使用。例如，抖动调制或径向调制可在盘密钥或标题密钥记录到控制信息区9b期间被执行。在这种情况下，象翻印的未授权的复制可被防止，也就是说更可靠地不改变用内容加密方法记录的内容(数字信息)保护了版权。

在第一和第二实施例中，仅在如果确认保密密钥被嵌入DVD9的条件下，光盘重放装置输出在解调后获得的重放信号。但是，本发明并不限于这些实施例。例如，如果DVD9的授权不能被验证，仅记录在DVD9的特定区域中的标题的重放是允许的。

在第一和第二实施例中，用作次要数字信息的保密密钥被预先存储在光盘记录装置和光盘重放装置的每一个中。这些装置可被修改来使得预先存储的保密密钥可通过接收用户的指定或通过执行与外部装置的保密通信而被改变。

在第一和第二实施例中，本发明的抖动调制被用来嵌入次要数字信息到光盘中作为隐藏信息。但是，本发明并不限于这些实施例并且本发明的调制可被用于各种除加密之外的不同目的。例如，抖动调制可被用来与图象信息(相应于主要数字信息)一起写入音频信息(相应于次要数字信息)到记录媒体。即，本发明可通过以重放期间使信息被分开的方式记录各种类型的数字信息到单一记录媒体中而被用来增加记录密度。

在第二实施例中，循迹致动器19被用来执行径向调制。但是，AO(声光)偏转元件可代替来使用以把激光束在径向上偏转，就是说向内圆周或外圆周偏转小的数量。

<第三实施例>

本发明的第三实施例下面参考附图描述。

图25是表示记录到该实施例的光盘311上的数据结构。如该图所示，防复制信息312被记录到光盘311上。该信息312通过对参考时钟局部执行相位调制以及参考相位调制的时钟形成凹坑和凸区来记录。即，记录到光盘311上的一些数据串被适度地不与参考信道时钟同步。因此，这些数据串的相位偏离参考时钟并且对于这些数据串在重放期间检测到大量的抖动。

本实施例类似于第一实施例，在于次要数字信息(防复制的信息312)通过局部地移动参考时钟的相位一个不大于在重放期间发生的抖动量的位移量而被嵌

入。但是，第三实施例不同于第二实施例的方面在于位移量不向噪音量那样小。

在图25中，区域A代表数据参考正常参考时钟被记录其上的区域，而区域B代表数据参考相位调制时钟被记录其上的区域。图26是放大的区域A和B的视图。

图26表示3T单一信号被记录在形成于区域A和B中的凹坑321中的情况。在该图中，垂直虚线代表参考信道时钟时间。区域A中的凹坑以参考时钟的时间形成，从而凹坑和凸区的开始和结束与信道时钟时间同步。另一方面，区域B中的凹坑以相位调制时钟的时间形成，从而相位差局部存在于(1)凹坑和凸区的开始和结束与(2)信道时钟的上升沿和尾沿之间。

各种相位调制方法可被用于本实施例。例如，如图26所示，相位可通过循环执行把两个边缘移向左边的移动“a”、把两个边缘移向外移动的移动“b”、把两个边缘移向内移动的移动“c”和然后把两个边缘移向有右边的移动“d”而被移动预定数量。而且相位可响应于相位调制的时钟的相位移动而被移动。例如，把一个边缘向右移动的移动和把一个边缘向左移动的移动可被执行。另外，时钟信号可使用被预定变量调整的随机噪音进行相位调制。无论哪个方法被用来移动区域B中的边缘，对于区域B观察到的抖动量增加。因此，防复制信息可利用抖动量的变化来描述。

图27是包括用于根据抖动量的变化检测防复制信息的标识信息检测单元的光盘装置的分框图。重放信号HF被重放头从光盘读出并被发送到比较器331。比较器331对重放信号二进制化并提供二进制化的信号PSG给PLL(锁相环)电路332。PLL电路332产生系统参考时钟和重放时钟CK。触发器334参考重放时钟CK同步化二进制化的信号PSG。以这种方式产生重放信号DAT。

重放信号HF的示例目视模式在图28中表示。从图25中表示的数据以参考时钟时间已经被记录其上的区域A获得的重放信号具有包括由重放信道中的噪音和波形失真引起的微量抖动的目视模式。另一方面，从图25中表示的数据以相位调制的参考时钟时间已经被记录其上的区域B获得的重放信号具有目视相位被部分移动的目视模式。因此，对于从区域B的重放信号观察到的抖动量大于从区域A观察到的量。

PLL电路332包括相位比较器332a、LPF(低通滤波器)332b和VCO(压控振荡

器)332c。相位比较器332a比较从VCO 332c发出的重放时钟CK的相位与重放信号HF的相位，并输出比较结果。LPF 332b通过消去比较结果的高频分量而产生相位误差信号。VCO 332c根据相位误差信号产生重放时钟CK。

5 这里为保证由PLL电路332产生的时钟CK不跟随已经被局部相位调制的时钟，记录期间相位调制引起的各个相位移动需要超出PLL电路332的同步频带。而且相位需要被移动来使得同步频带外的相位误差的平均值为“0”。即，在相位调制期间，记录装置必须组合图26所示的边缘移动模式，从而各个相位移动超出同步频带并且同步频带外的相位误差的平均值为“0”。在这种情况下，包括在从相位比较器332a输出的信号中的所有高频分量被LPF 332b消除，
10 从而输入到VCO 332c中的信号是平整波形，如图28所示。

结果，PLL电路332不跟随相位调制时钟，从而与正常参考时钟保持同步。因此，相位误差(抖动)发生在时钟与从执行相位调制的区域获得的信号边缘之间。振幅检测器333产生相应于从相位比较器332a输出的信号的振幅的信号，即要被输入到LPF 332b的相位误差信号的振幅(各个相位误差的绝对值)。
15 图28表示相应于重放信号HF的重放信号抖动检测信号JT的波形。防复制信息可根据抖动检测信号JT的变化被检测到。

一个使用第三实施例来判断盘是否被合法地制造的可能的方法在下面描述。在重放期间，唯一相应于嵌入抖动中的防复制信息的密钥信息(关键词)被写入盘的控制信息区作为普通二进制信息。在重放期间，从重放数据获得的关键词与根据抖动量变化检测到的标识信息比较，如果关键词与标识信息之间有相关性则判断是合法制造的。
20

在第三实施例的光盘311的正常重放操作期间，由比较器331二进制化的信号PSG以PLL电路332产生的重放时钟CK的时间被输出并被转换为重放信号DAT。

25 图29是表示图27中的光盘装置的操作的时间图。重放信号HF部分包括相位移动(抖动)，从而二进制化的信号PSG也包括抖动。如上所述，PLL电路332不跟随相位移动(抖动)，从而产生不包括相位移动的重放时钟CK。包括防复制信息的抖动被消除的重放信号DAT通过应用触发器334锁存从比较器331输出的二进制化的信号PSG而以重放时钟CK的时间被产生。

30 应用图30所示的装置执行盘的非法复制的情况在下面描述。首先，用于原

始光盘361的主轴马达的旋转与用于原始光盘361的内容要被复制到其上的另一个光盘362的主轴马达完全同步。利用重放头363从原始光盘361读出数据并且读出的数据通过重放放大器364和比较器365。触发器367以PLL电路366产生的重放时钟的时间同步化读出的数据并经光调制器368输出同步化的数据到记录头369。同步化的数据通过记录头369被写入光盘362。以这种方式，数字内容已经用传统技术被记录其上的光盘使用图30的装置被容易地复制到其它光盘上。

但是用第三实施例的光盘和光盘装置，在触发器367同步化操作期间使用抖动描述的防复制信息不能仅通过复制重放信号而被复制。这使得可能区分开非法复制的光盘与原始光盘。

光盘的非法复制可通过绕过PLL电路366和触发器367部直接记录从比较器365输出的信号而执行。在这种情况下，记录的信号包括隐藏在抖动中的信息。但是由于重放信号在这种情况下不同步，在信号重放期间发生的噪音抖动也被原样记录。这意味着从以这种方式复制的光盘读出的重放信号的SN(信噪)比下降并且在光盘重放期间误差频率增加。尤其，误差通常出现在从抖动被故意记录到那里的盘区读出的重放信号中，如上述的区域B。这是因为从这种区域获得的重放信号包括大的抖动量。

用上述结构，防复制信息通过对时钟部分执行相位调制而记录。因此，防复制信息被记录，而不影响光盘的正常重放期间的重放质量。而且，即使第三实施例的光盘被非法复制，复制的盘内容缺少防复制信息。这使得非法复制光盘非常困难。而且，在本实施例中，光盘装置可通过检测来自PLL的相位误差信号的振幅容易地检测防复制信息。

在第三实施例中，对时钟信号执行相位调制以记录防复制信息。但是，任何其它的方法可被使用，只要包括抖动的凹坑，如在图26的下平面处表示的凹坑可被形成。例如，记录信息的位流的上升沿和尾沿可通过各种延迟量在光盘重放期间被直接移动。甚至在这种情况下，可实现本发明的目的。

优选地各个增加的相位误差的尺寸被设置来使得在不增加重放信号的误差频率的情况下保证足够的检测敏感度。因此，设置相位误差量为大约一个时钟循环的1/8-1/4是适当的。

比较器331的功能在第三实施例中未特殊指定。但是，为实现本发明的目

的，比较器331必须不跟随由局部相位变化引起的重放信号电平变化。在图26的下平面上表示的移动“b”和“c”被执行的情况下，重放信号的中心瞬间升高或落下。如果比较器331自动跟随重放信号电平变化，二进制信号PSG中的抖动将降低，导致检测防复制信息的低的敏感性。因此，优选的是比较器331

5 具有等于或窄于PLL电路332的同步化频带。

第一到第三实施例是基于DVD-ROM的。但是，本发明并不限制于这些实施例，而且可被应用于其它记录媒体，如CD-ROM和DVD-RAM。而且，除在凹坑上记录数据的记录媒体外，本发明可被应用于使用相位改变和磁化来记录数据的记录媒体，只要记录标记(相应于凹坑)的位置可通过执行抖动调制或径

10 向调制而被位移。

第一实施例涉及仅应用抖动调制的版权保护系统，第二实施例涉及仅应用径向调制的版权保护系统，第三实施例涉及仅应用不限于噪音范围的相位调制的版权保护系统。通过以高记录密度记录长的次要数字信息到光盘上来实现高安全级的版权保护系统可组合这些调制来实现。

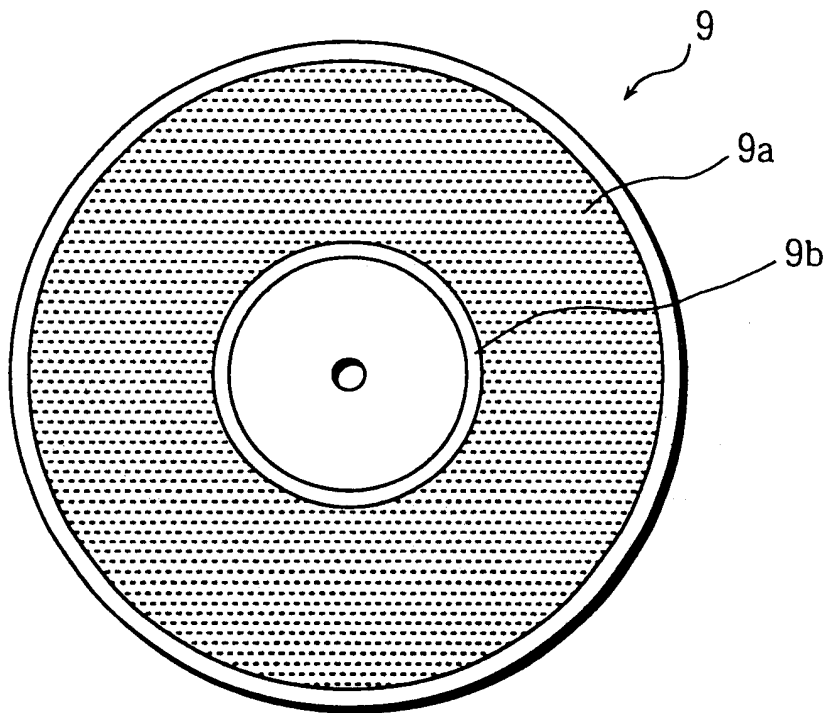


图 1

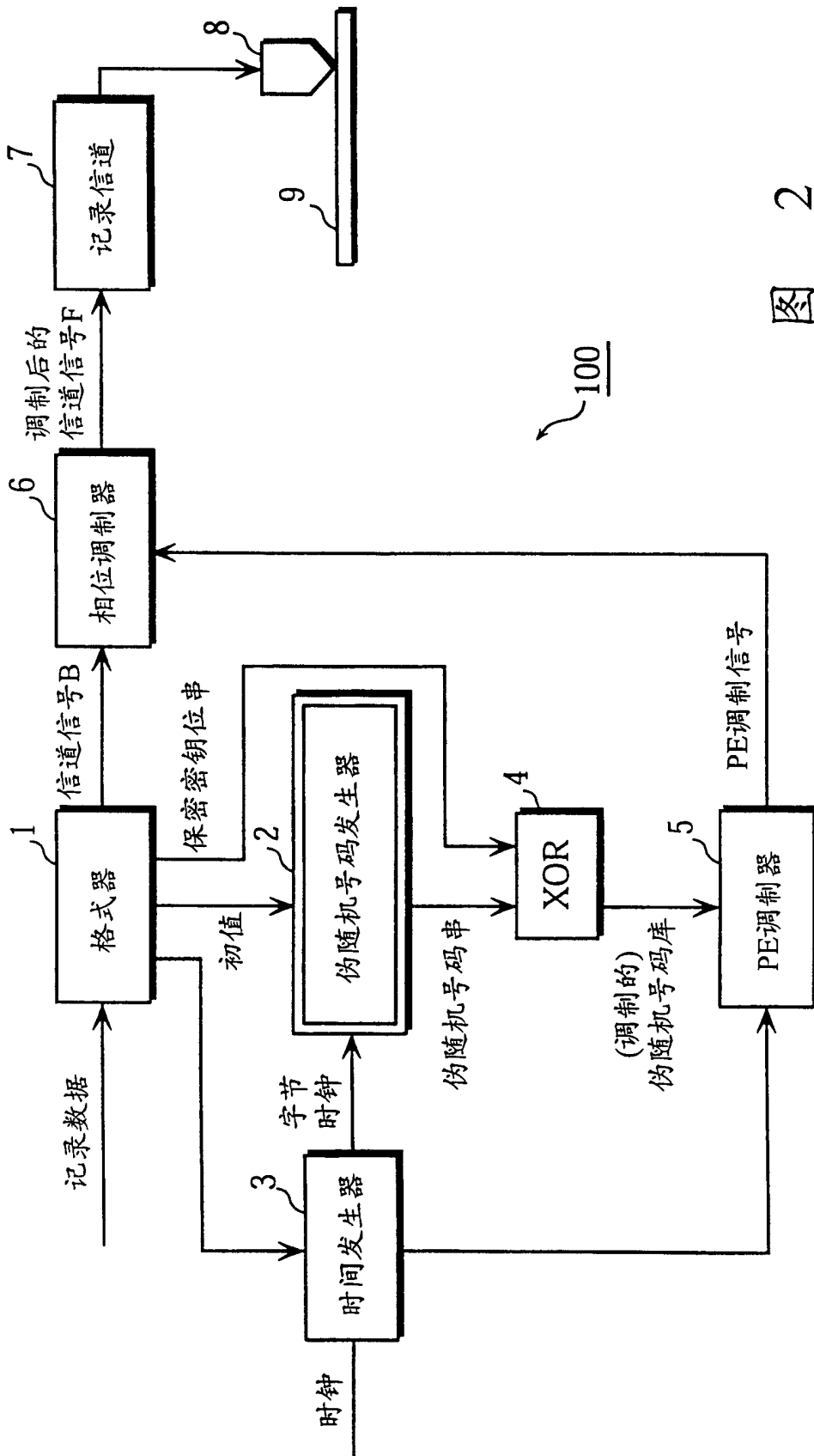


图 2

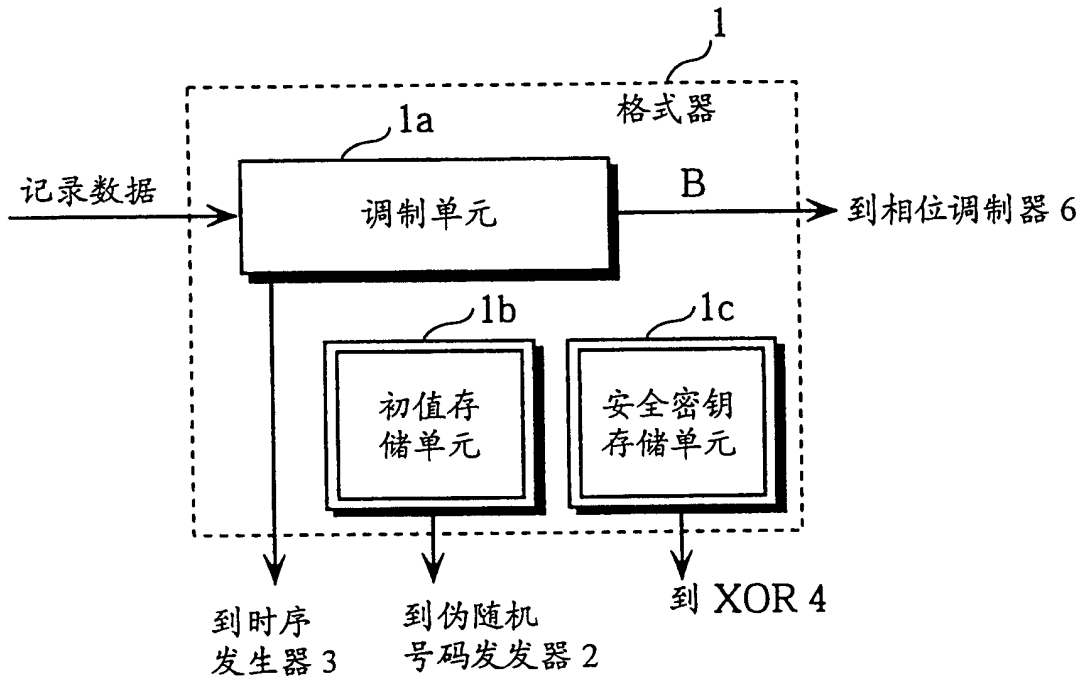


图 4

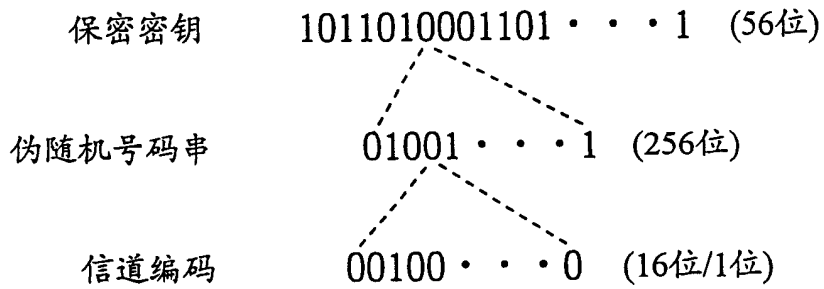


图 5

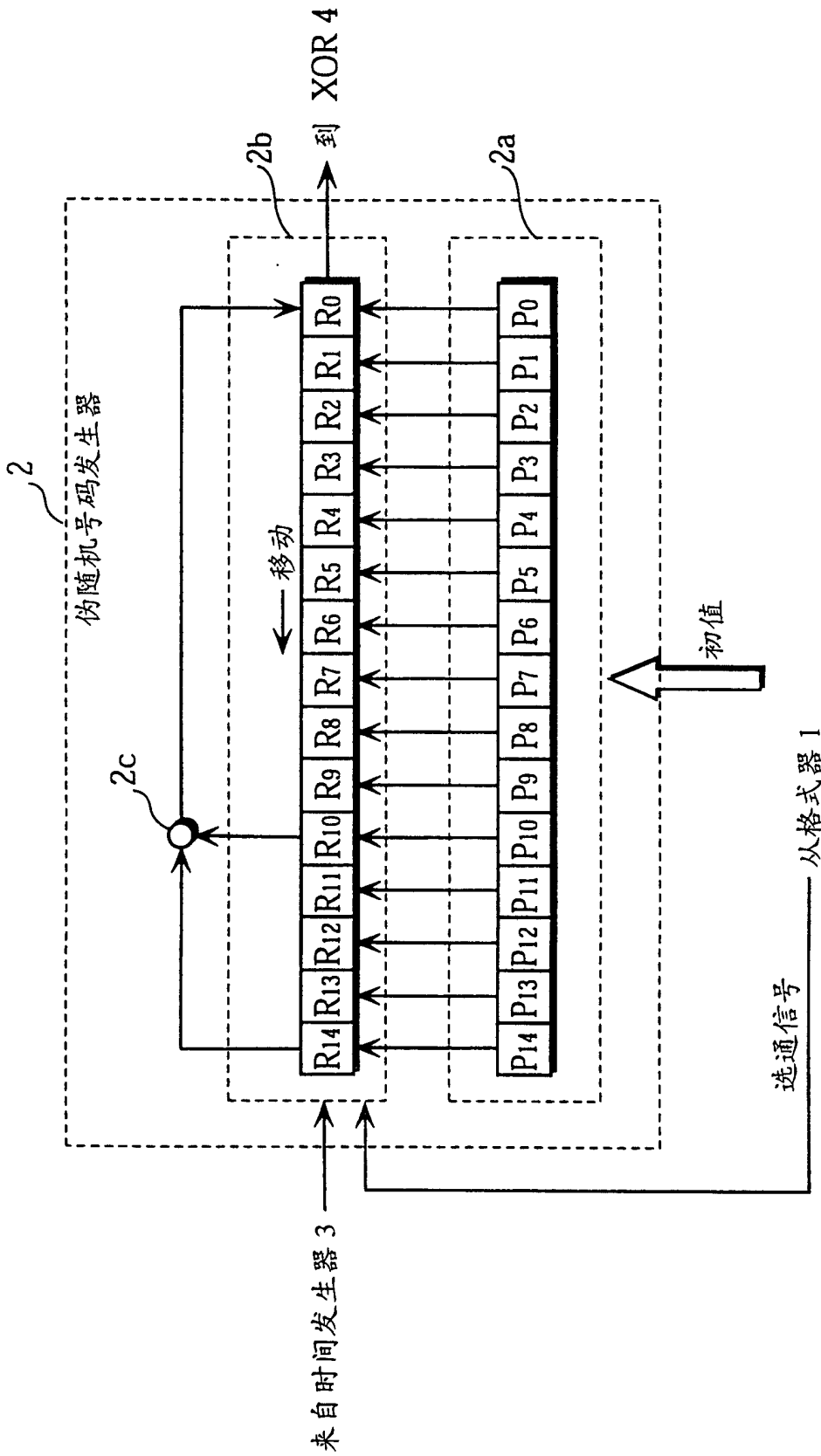


图 6

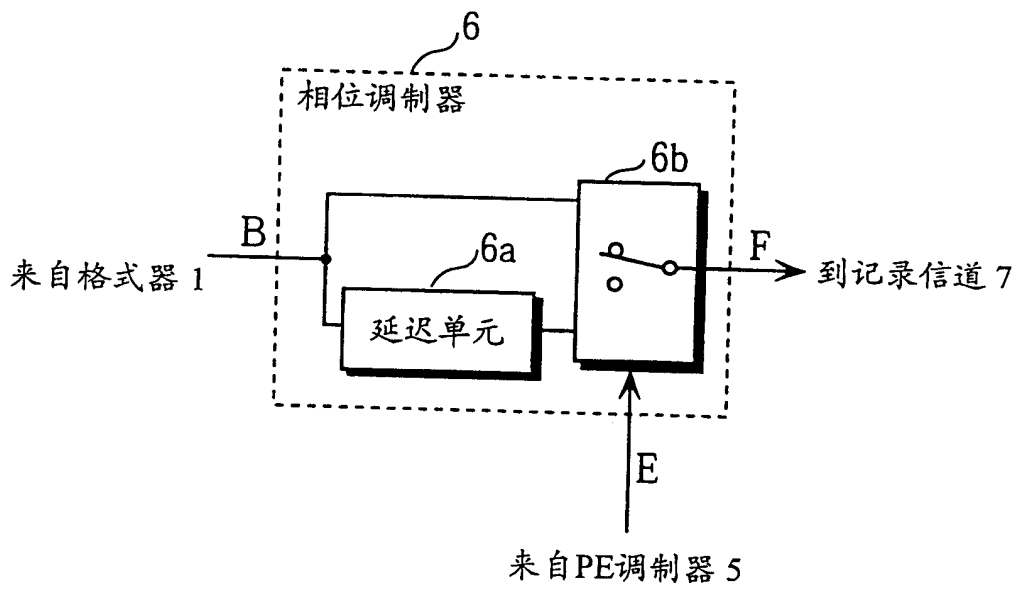


图 7

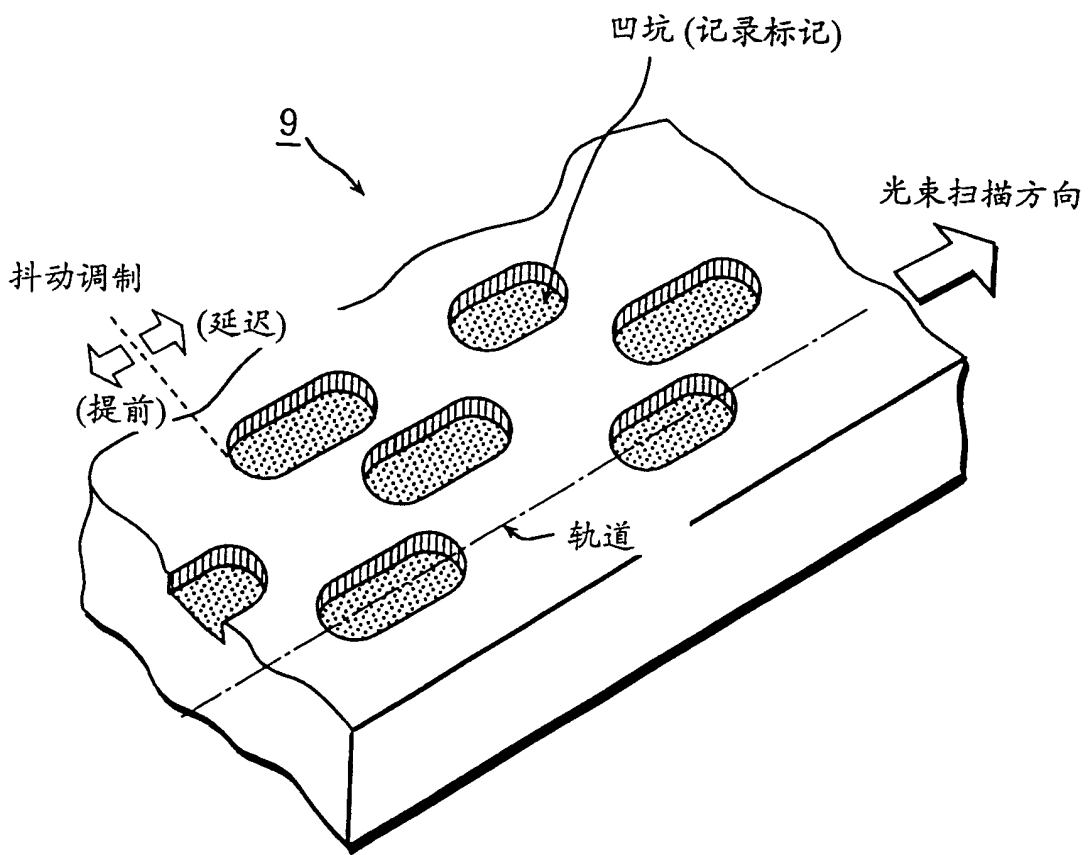


图 8

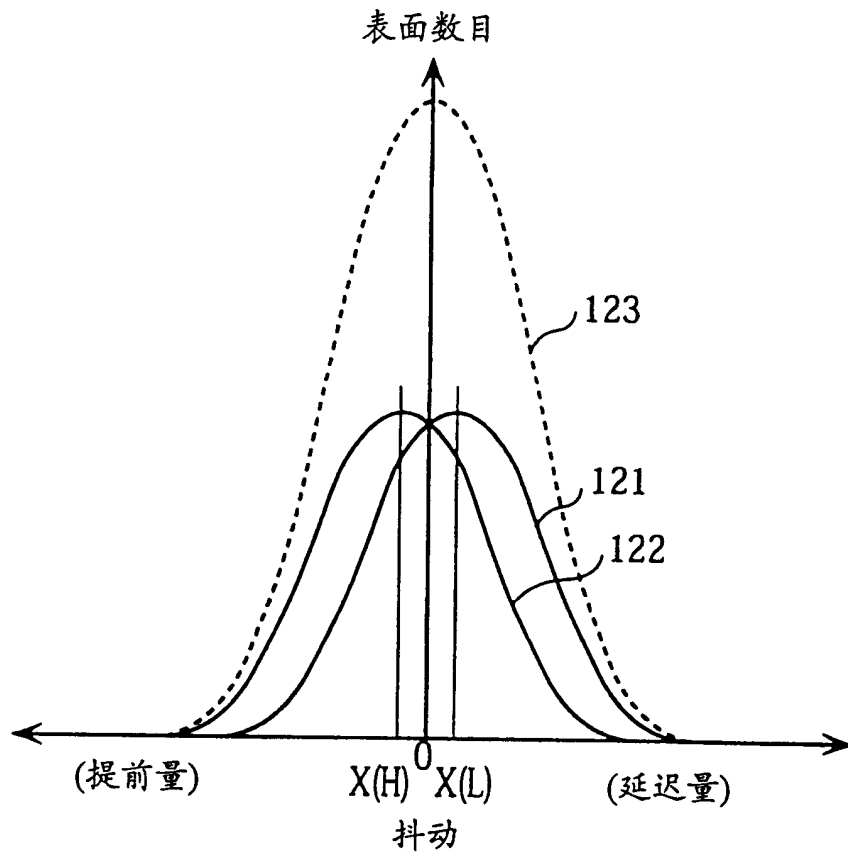


图 9

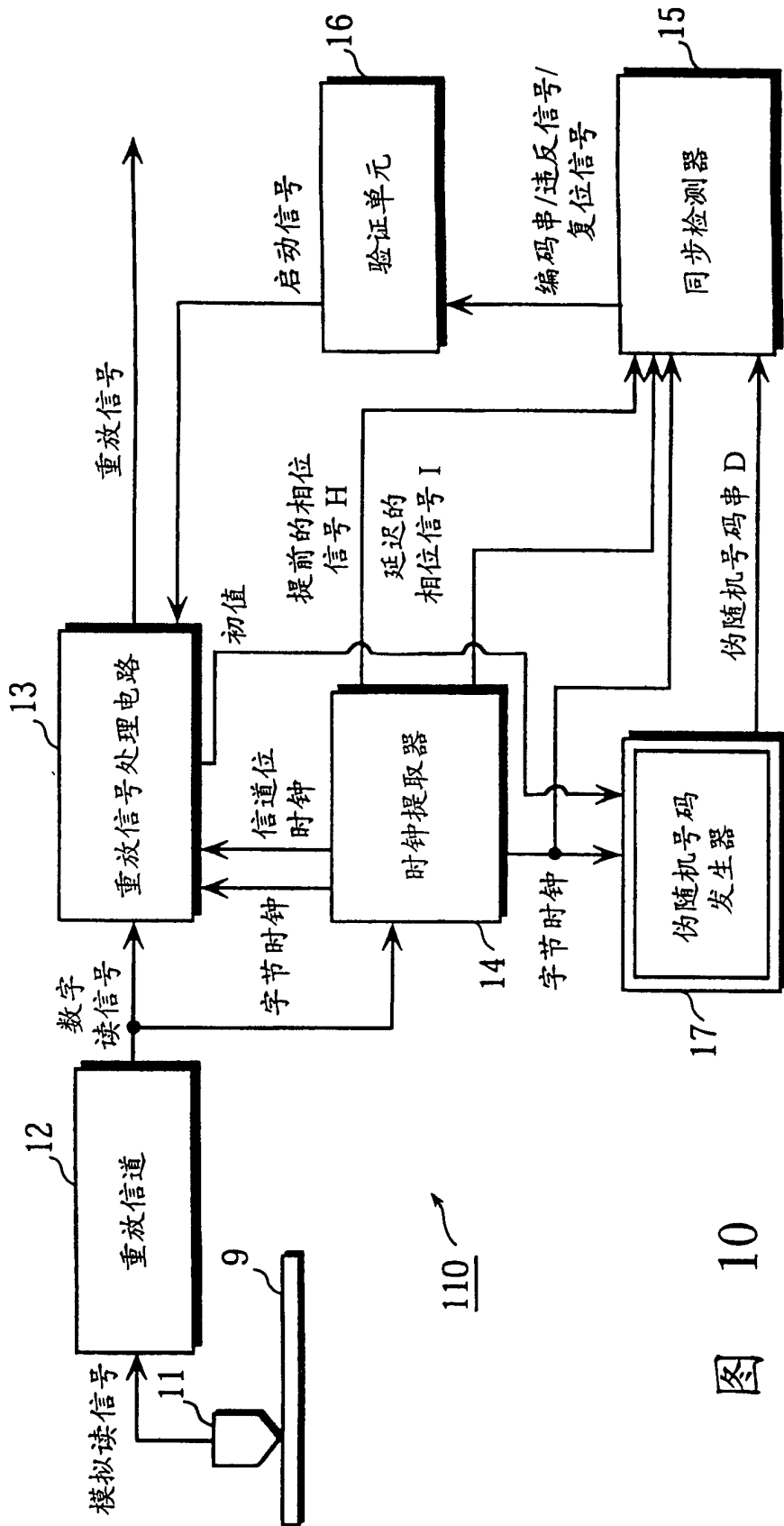


图 10

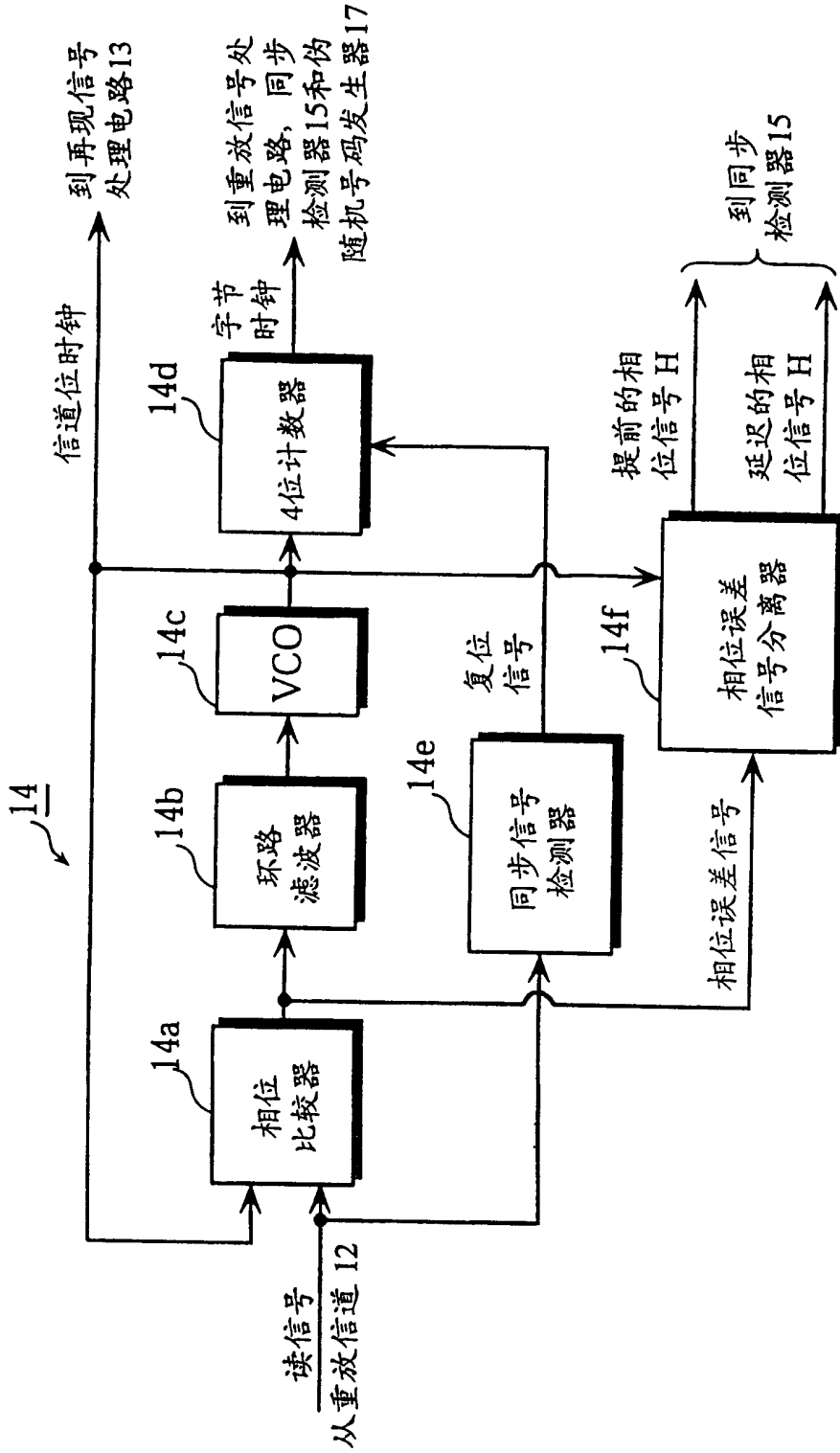


图 11

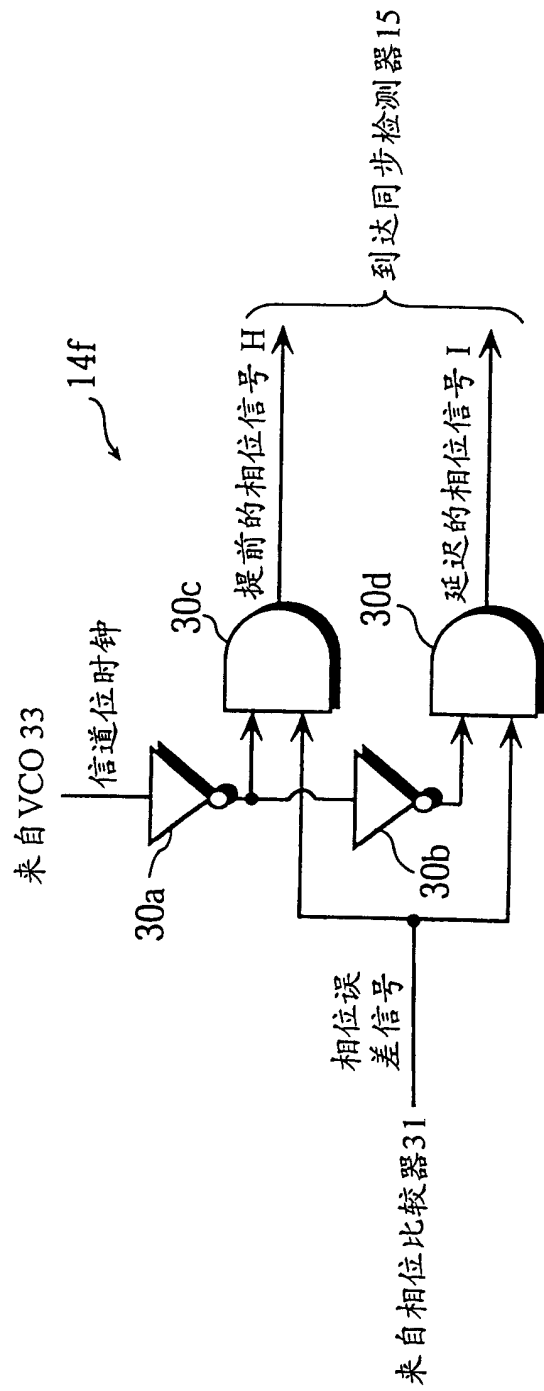


图 12

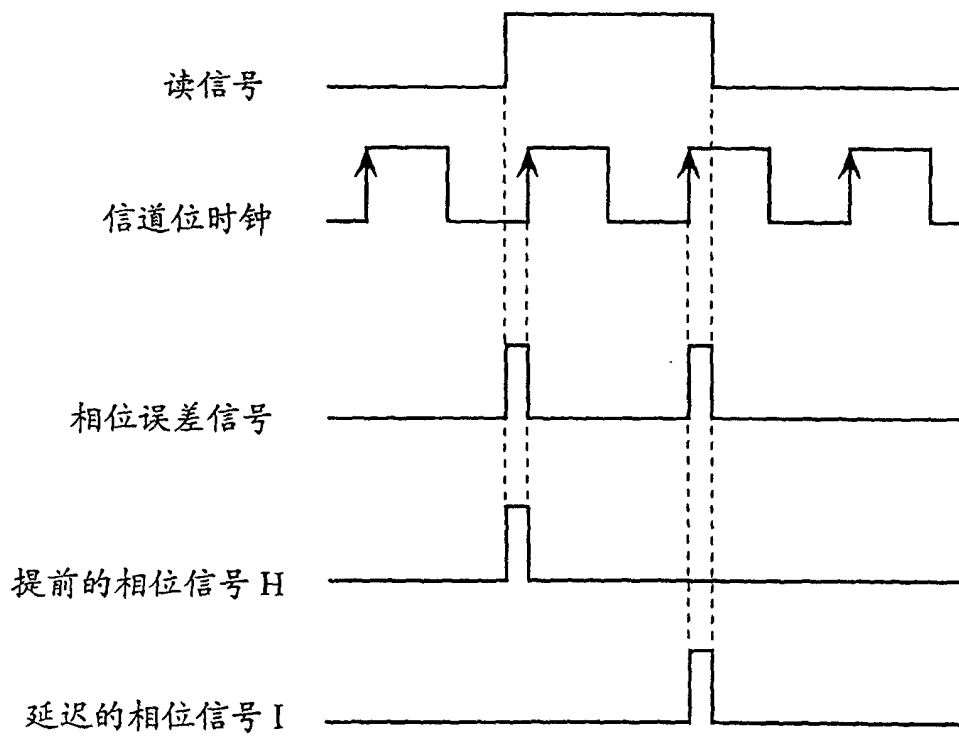


图 13

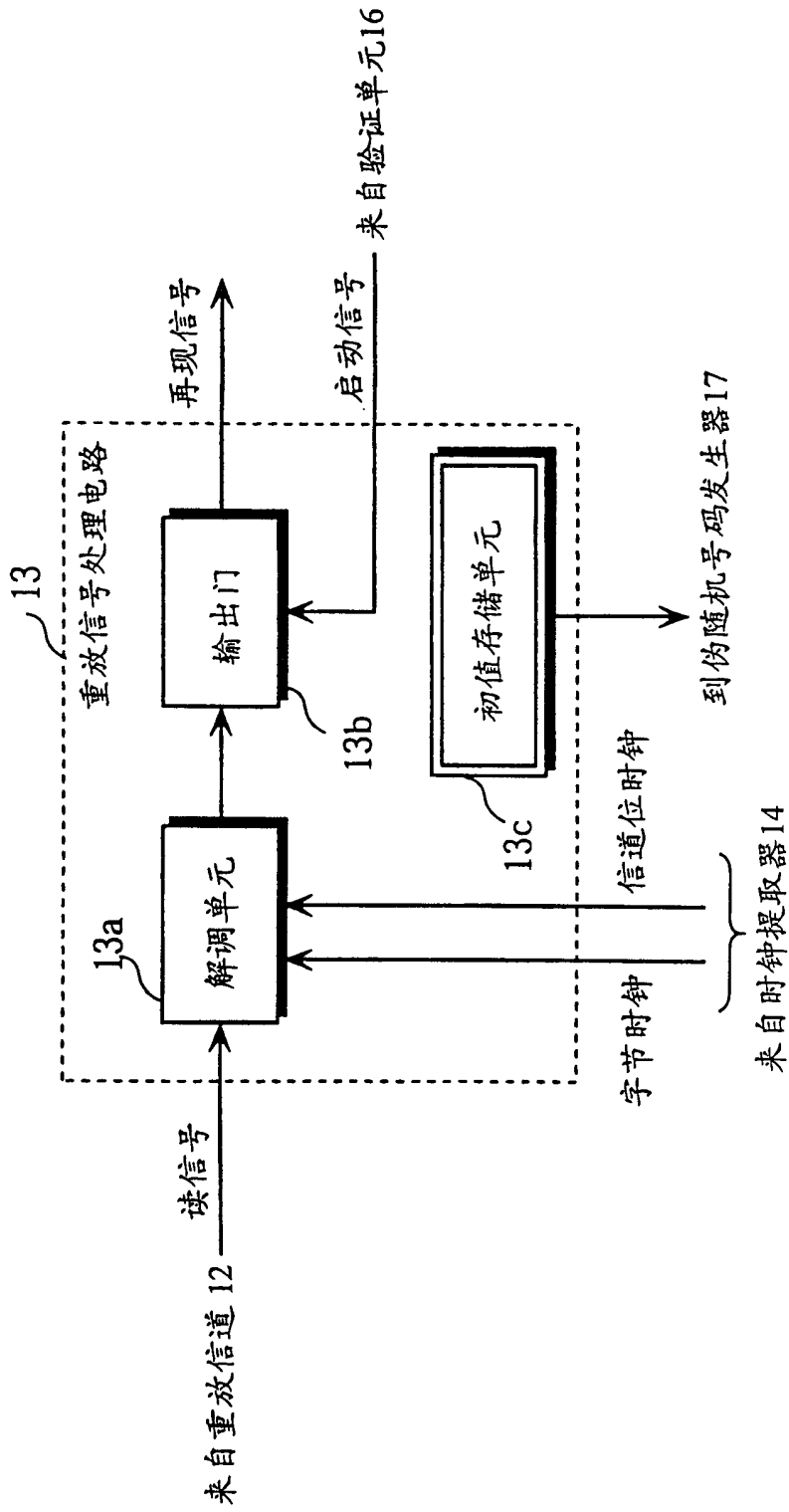


图 14

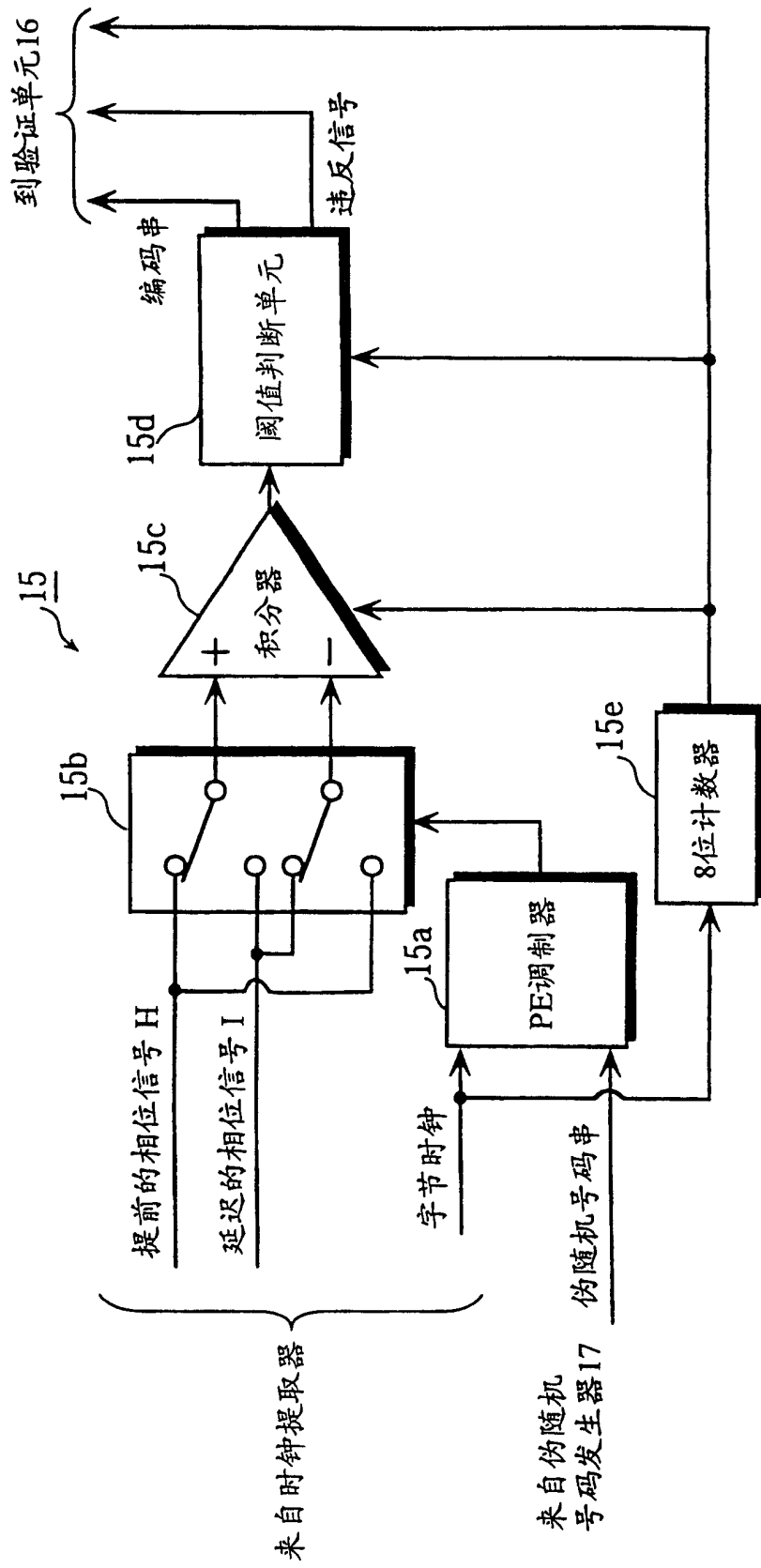


图 15

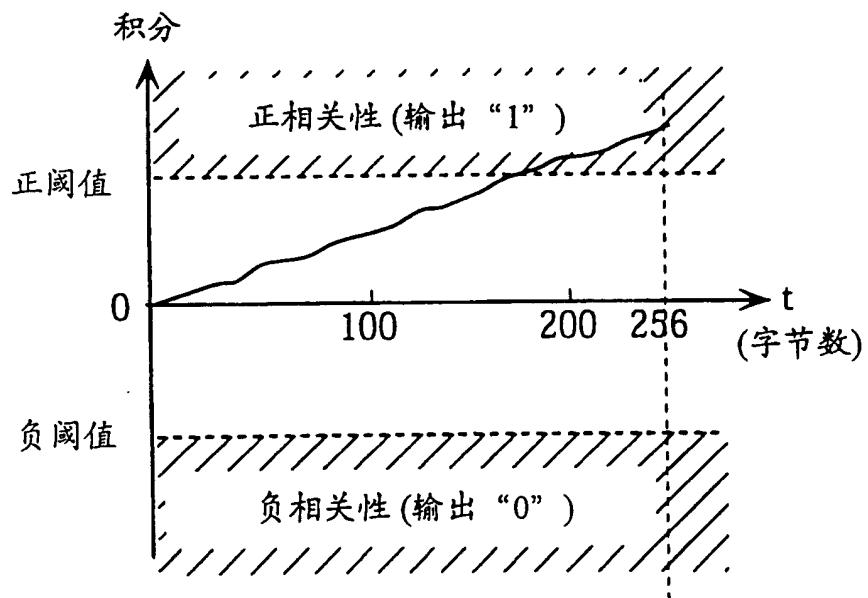


图 16

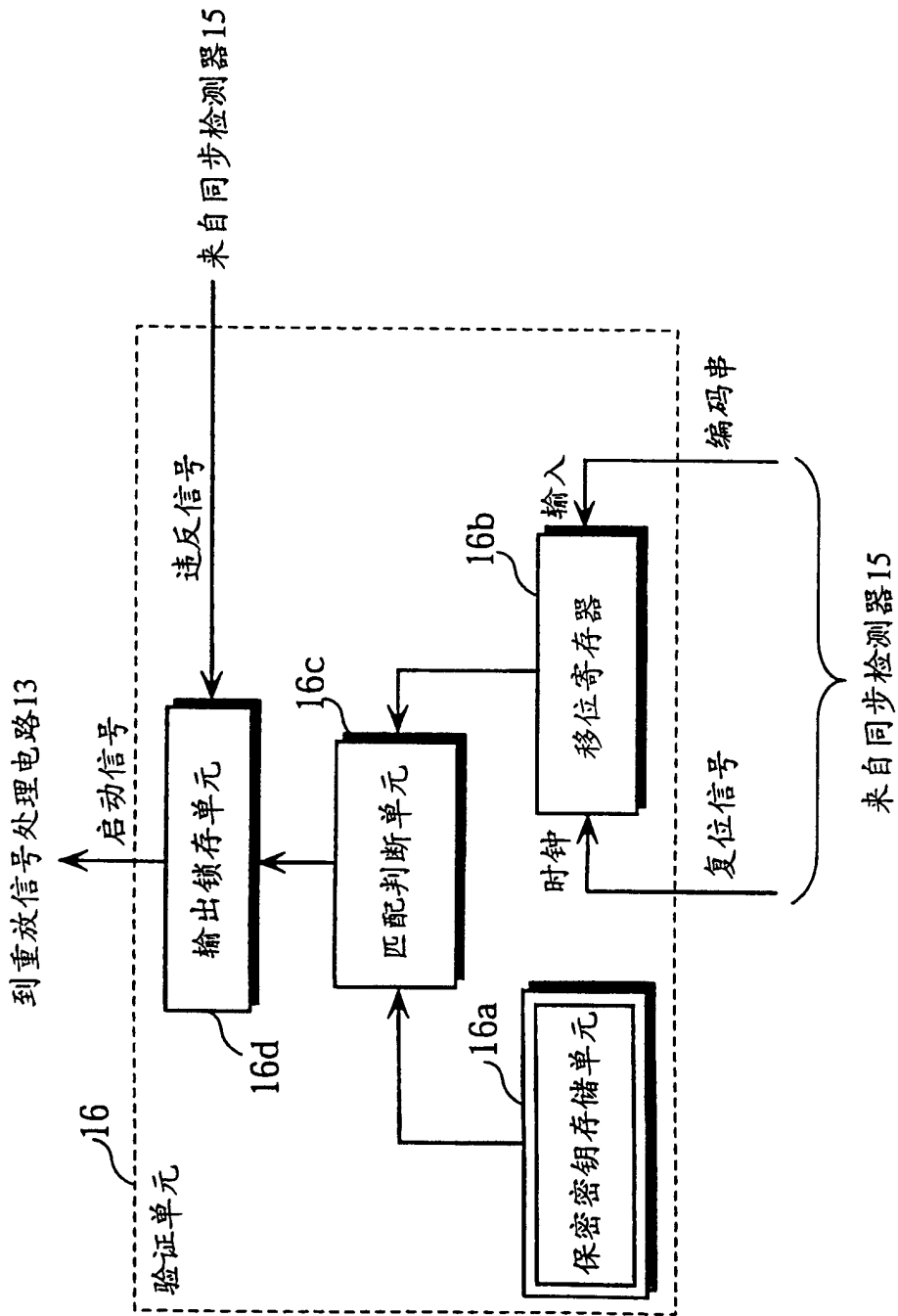


图 17

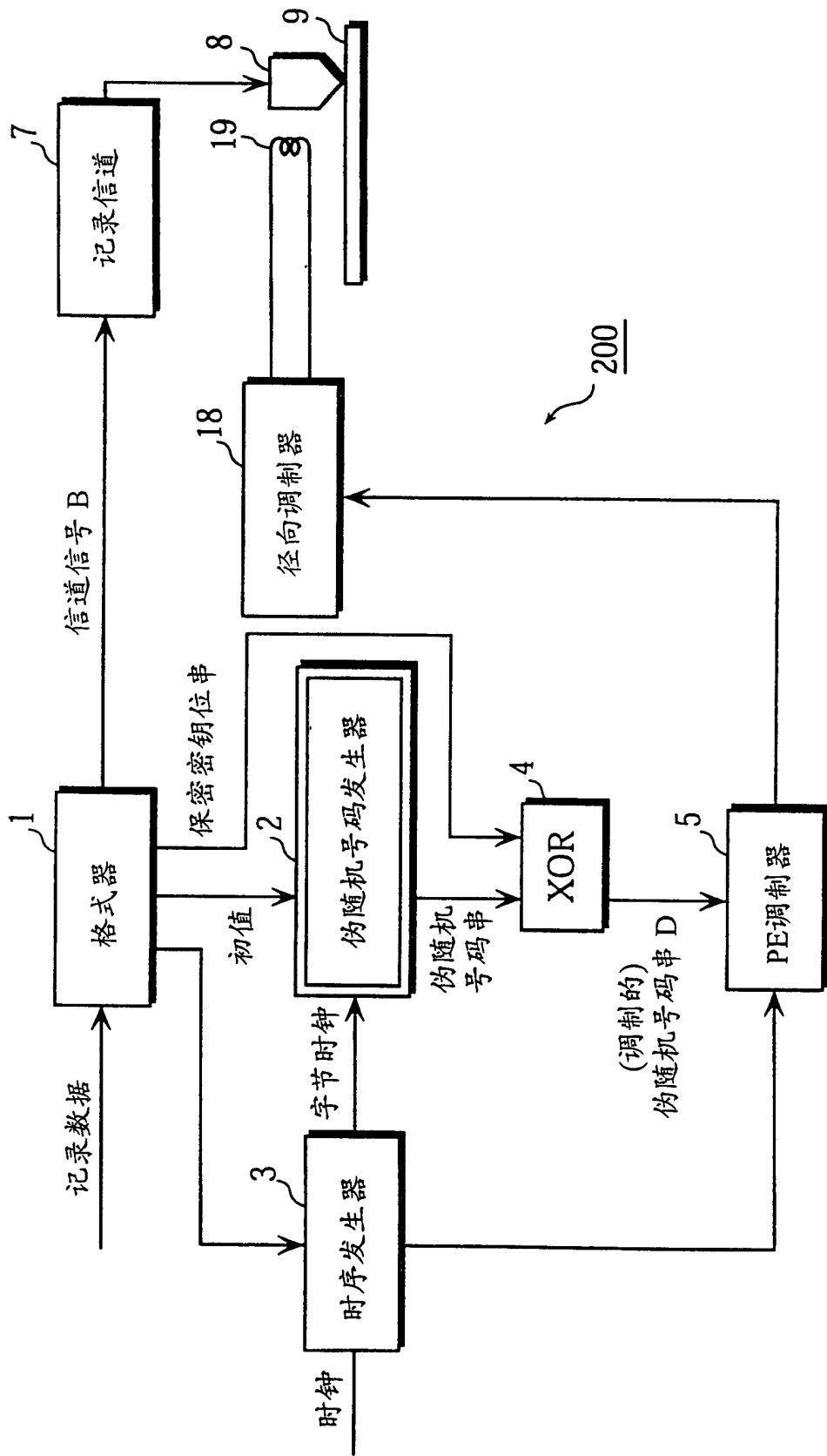


图 18

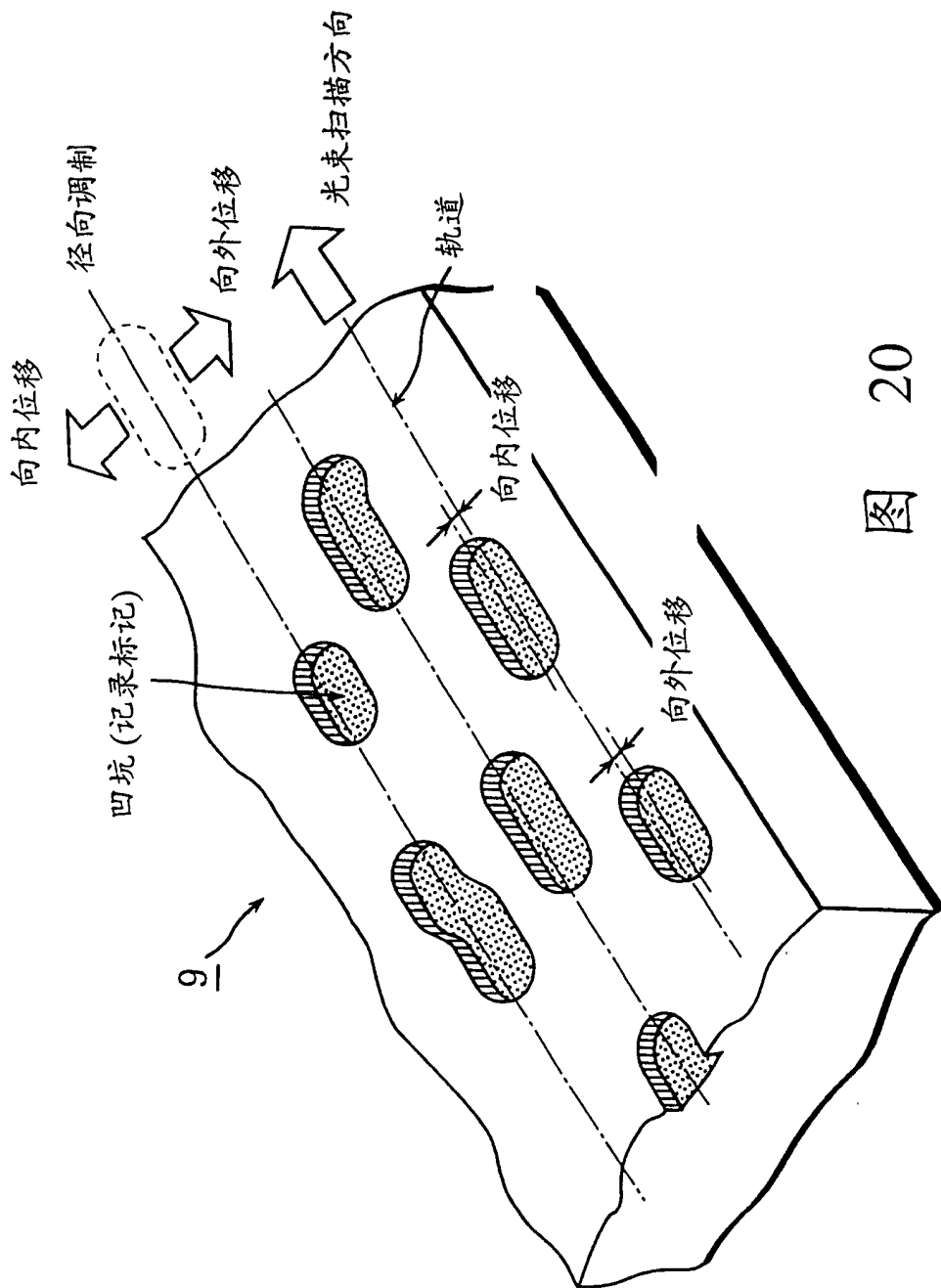


图 20

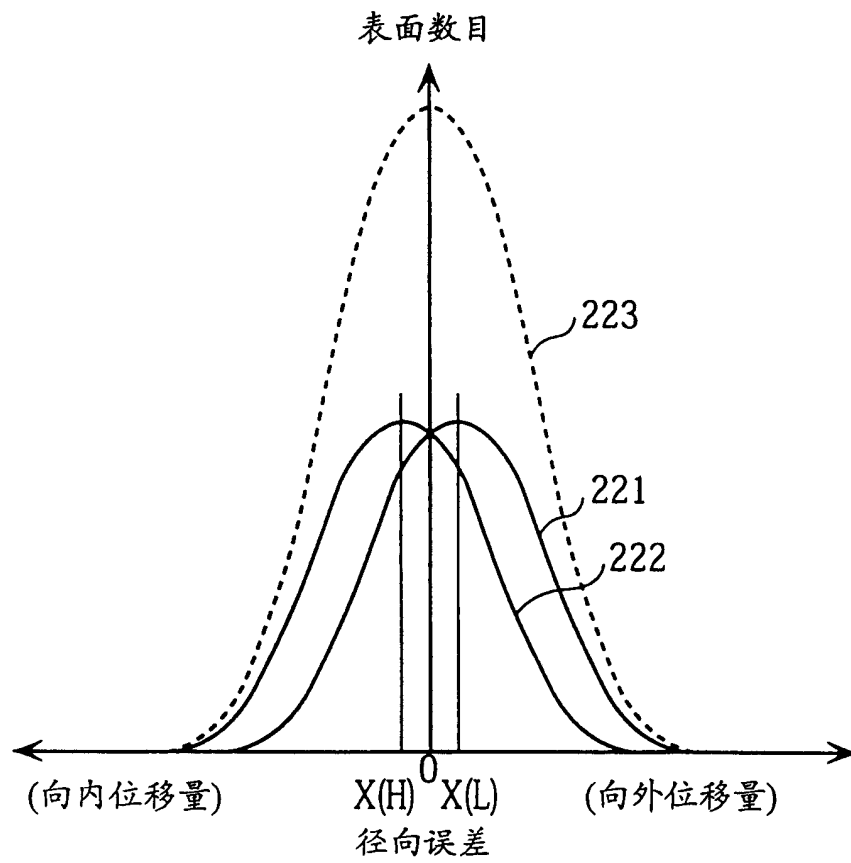


图 21

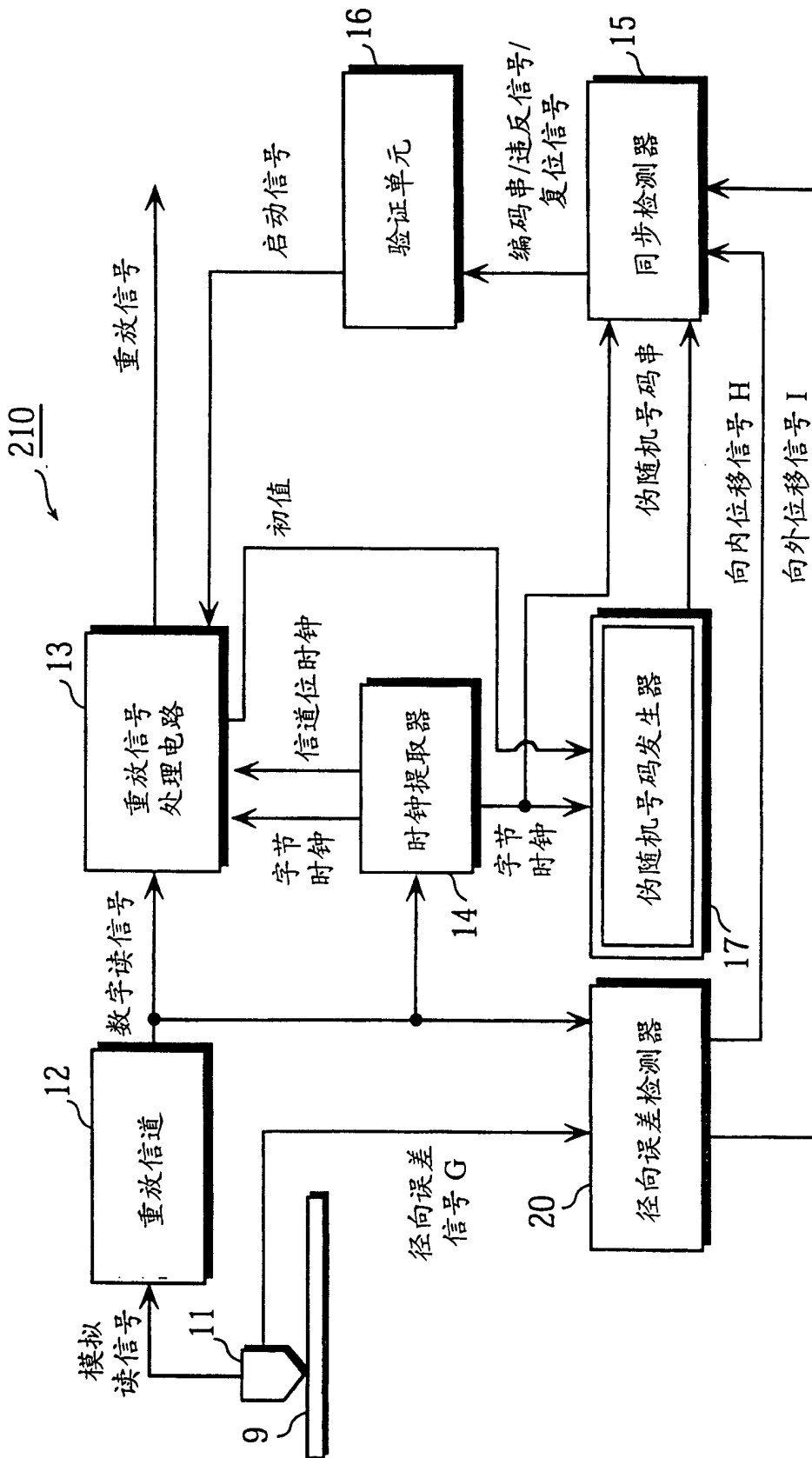


图 22

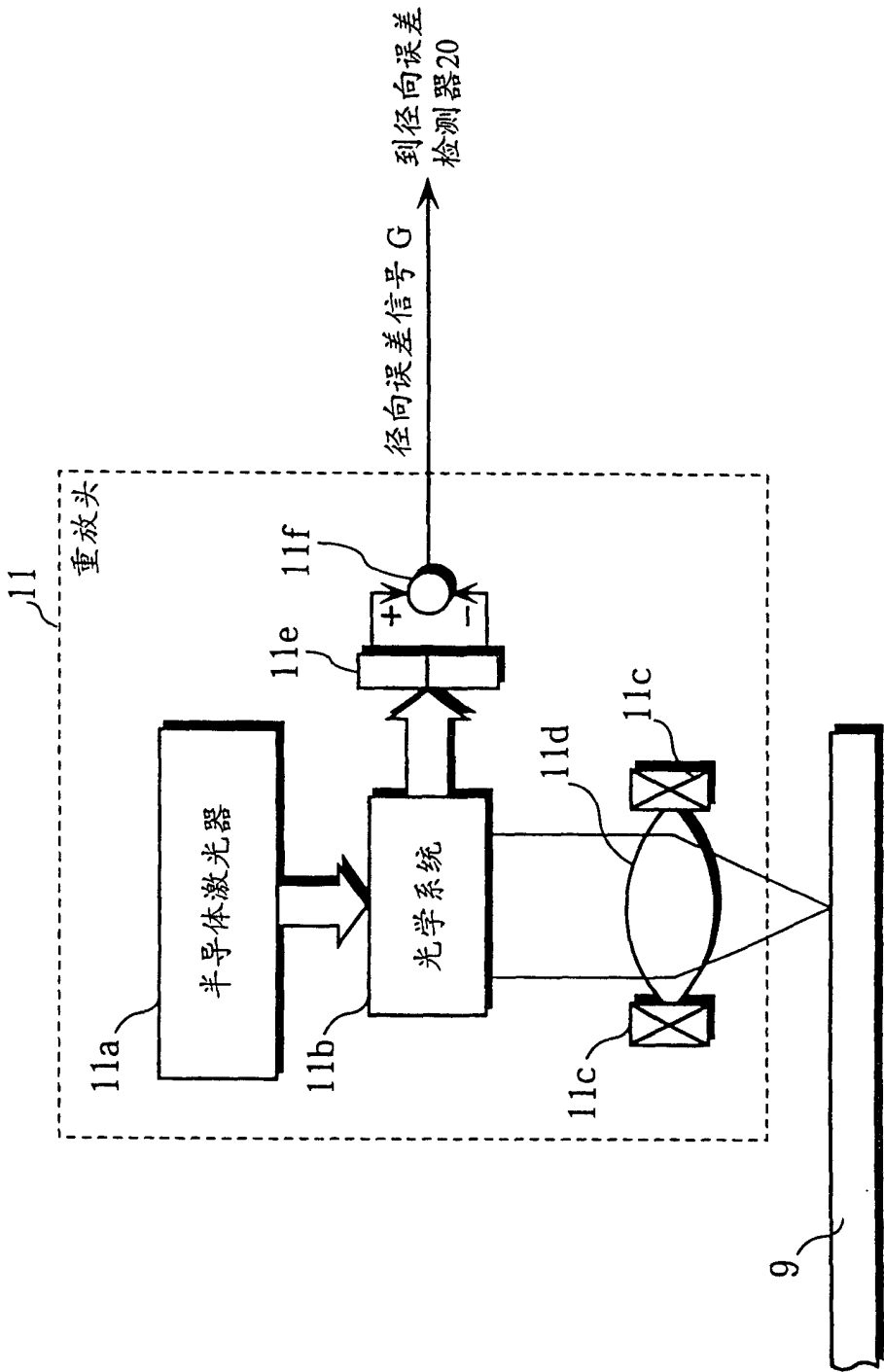


图 23

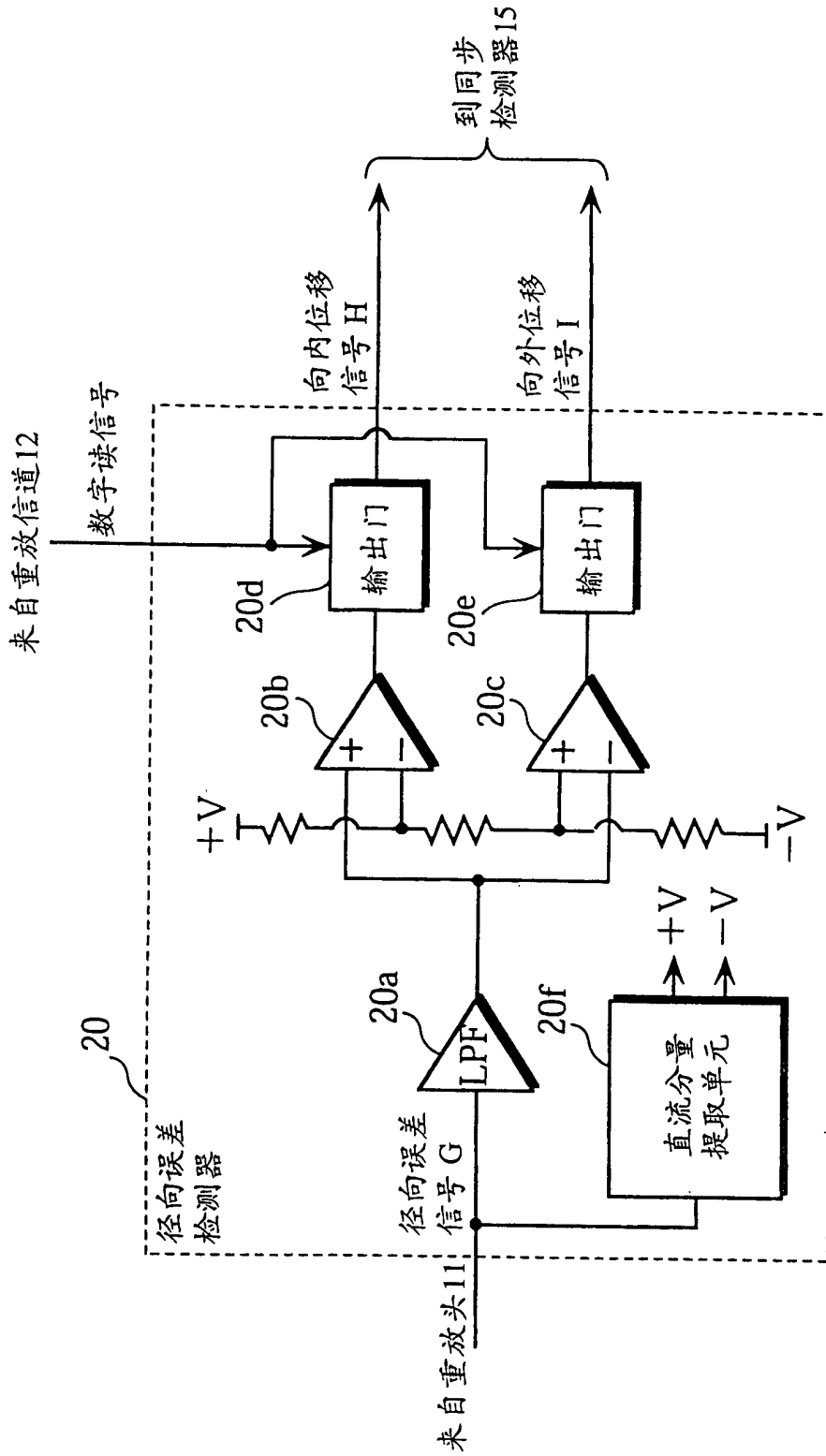


图 24

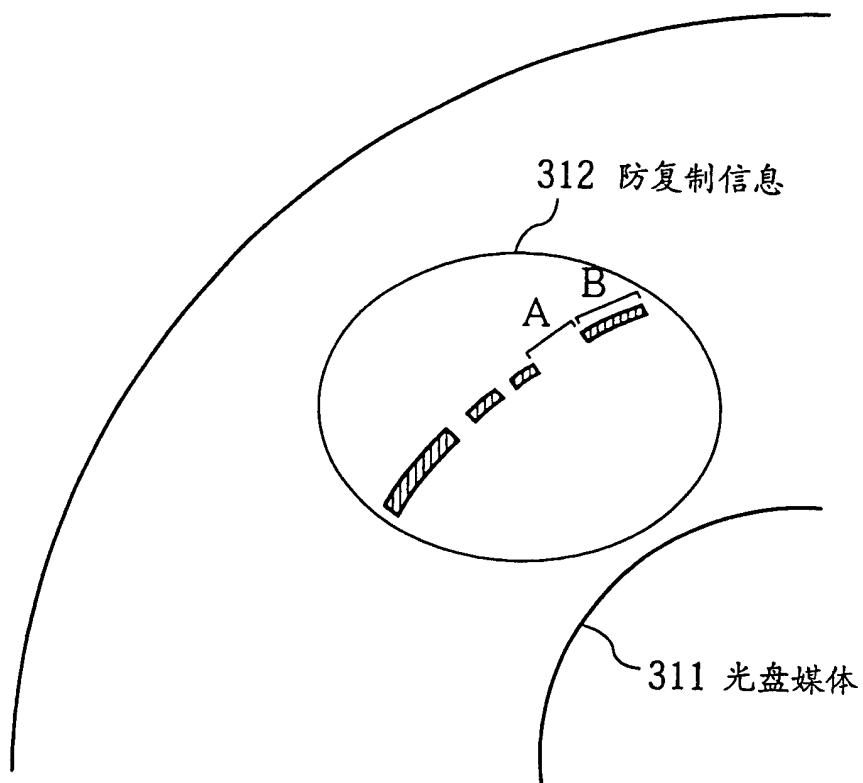


图 25

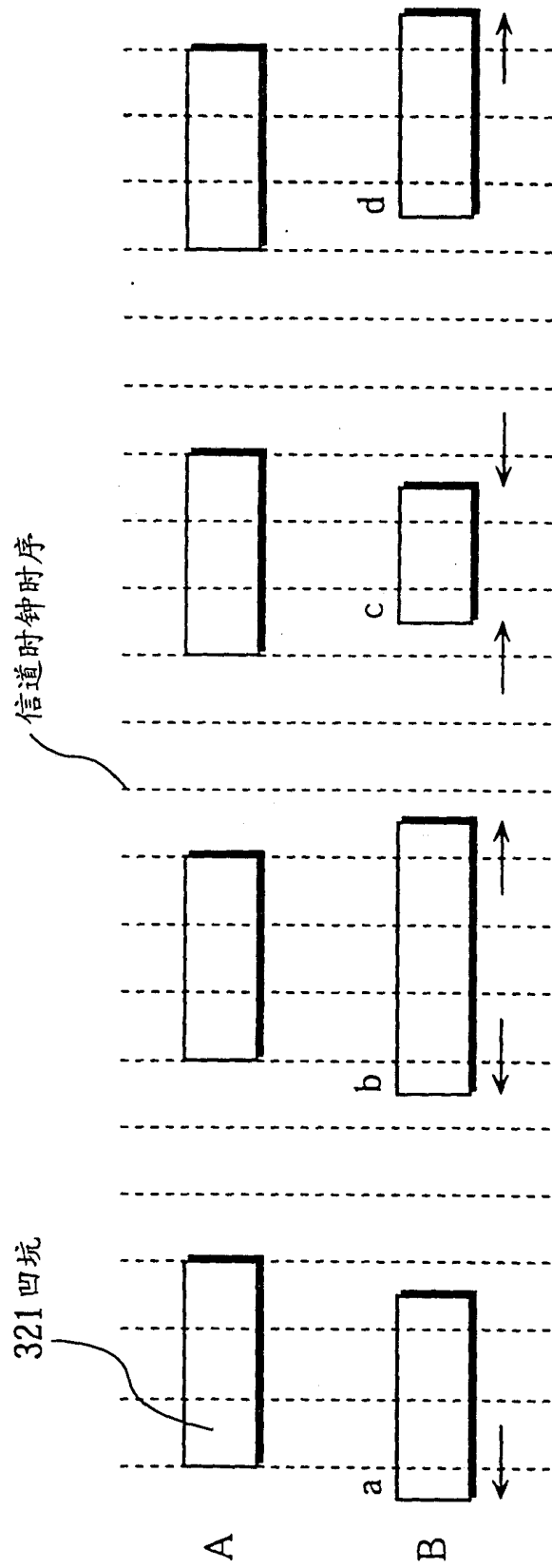


图 26

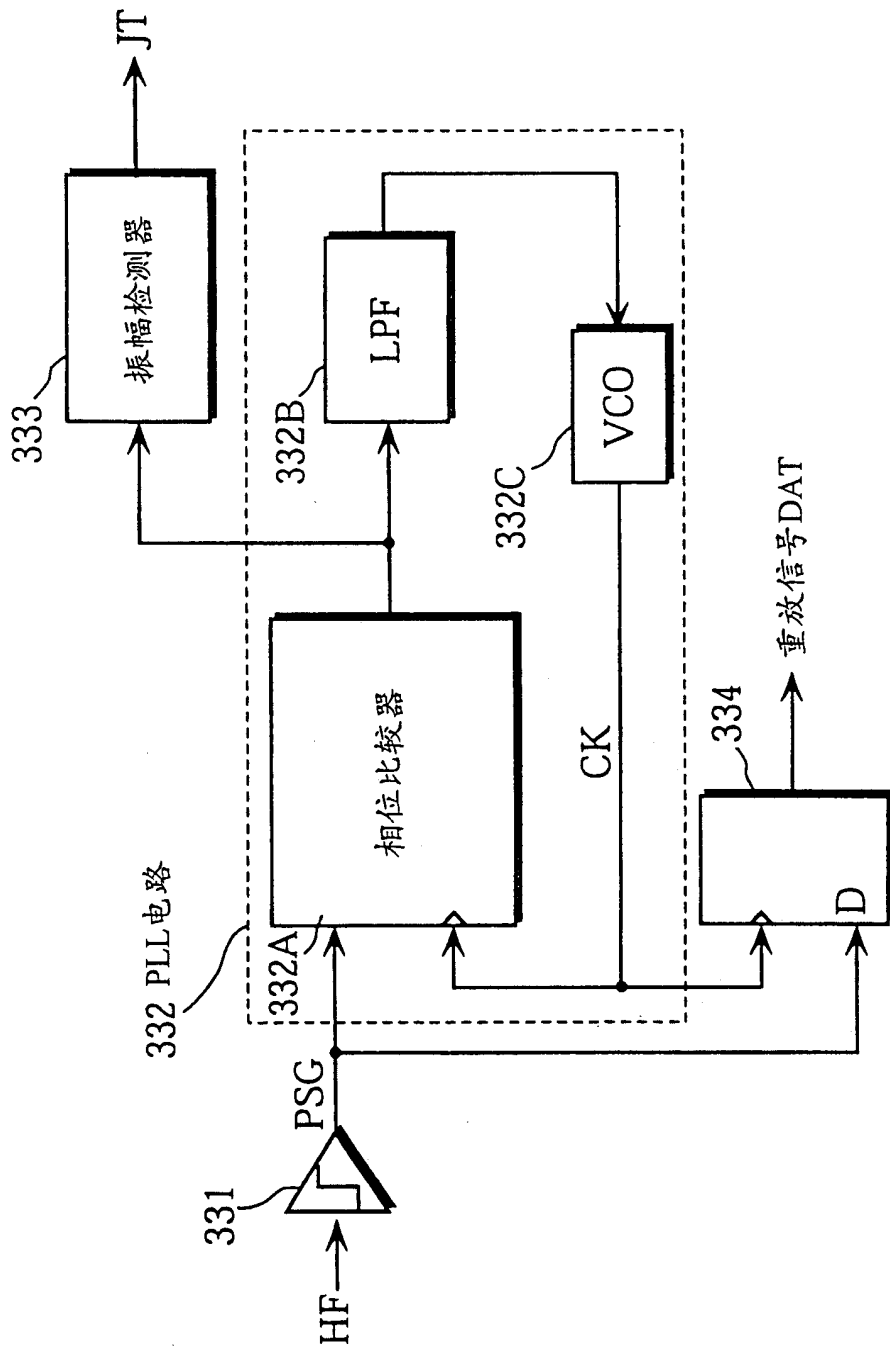


图 27

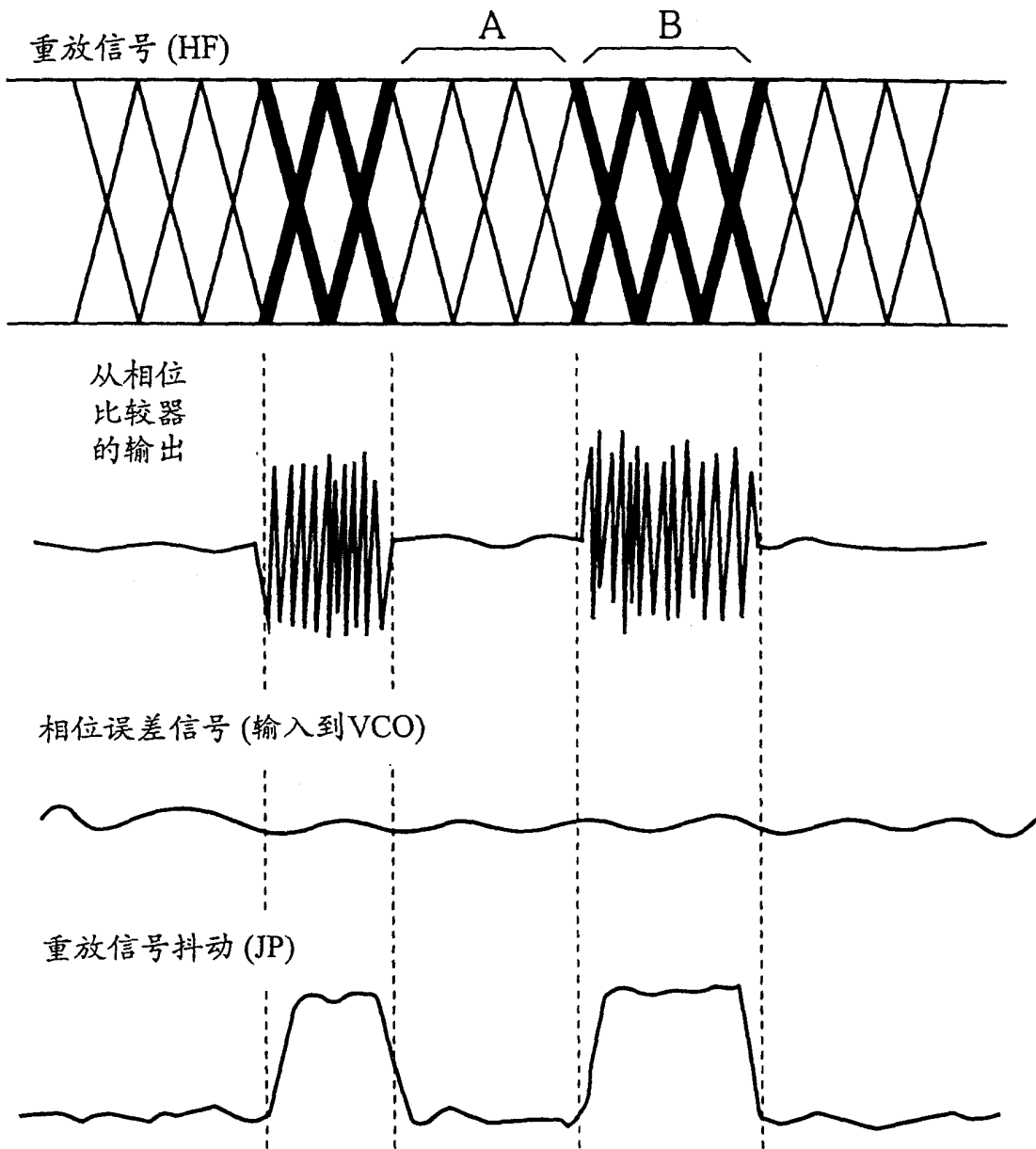


图 28

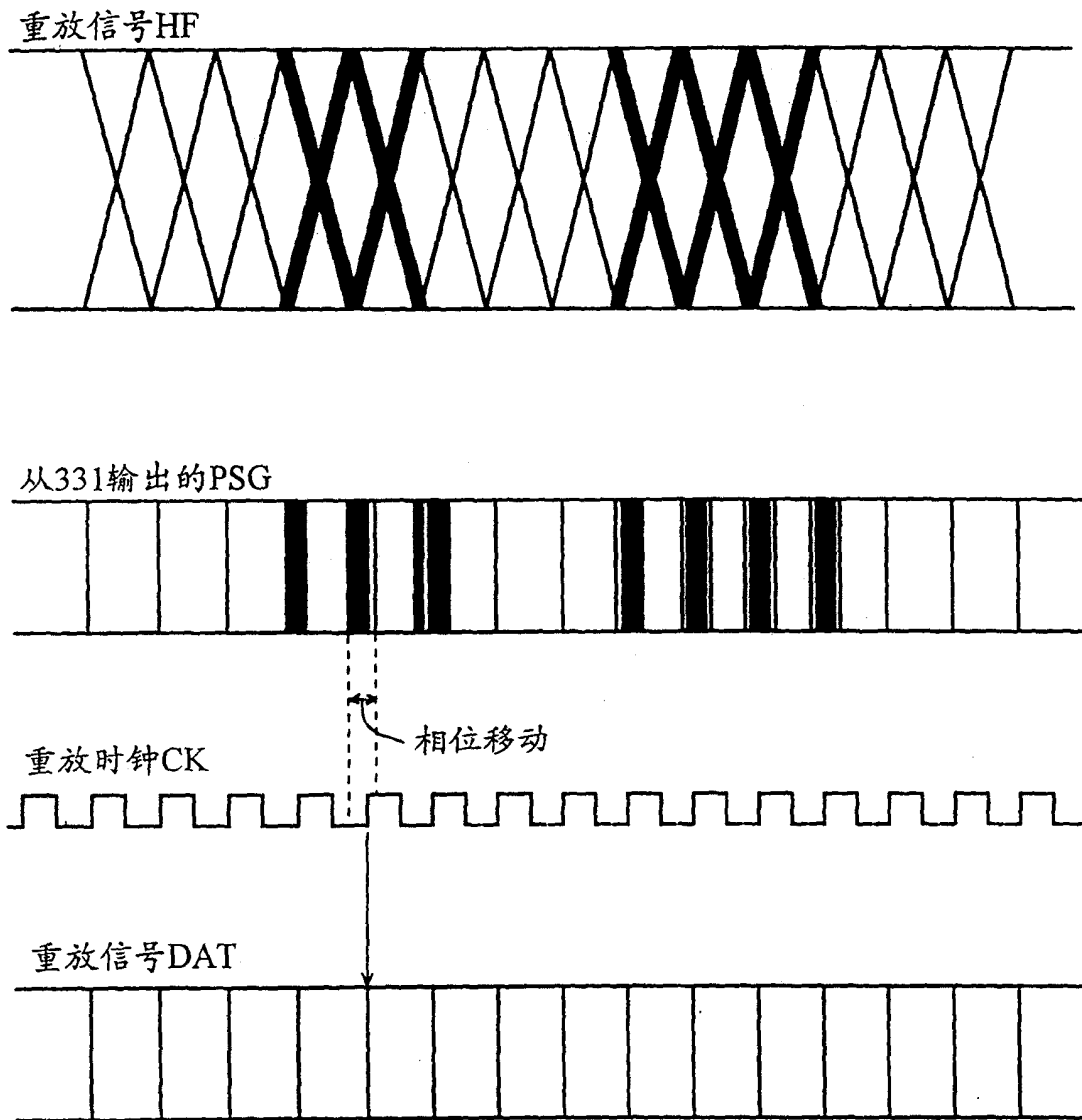


图 29

