

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580000103.7

G11B 20/14 (2006.01)
G06F 12/14 (2006.01)
G11B 7/0045 (2006.01)
G11B 7/005 (2006.01)
G11B 20/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 11 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100433167C

[22] 申请日 2005.1.21

[21] 申请号 200580000103.7

[30] 优先权

[32] 2004.1.29 [33] JP [31] 021658/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/001160 2005.1.21

[87] 国际公布 WO2005/073969 日 2005.8.11

[85] 进入国家阶段日期 2005.9.28

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 藤木敏宏

[56] 参考文献

JP10-149621A 1998.6.2

US6219322B1 2001.4.17

US6331969B1 2001.12.18

US5724327A 1998.3.3

TW546640 2003.8.11

审查员 段瑞玲

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 党建华

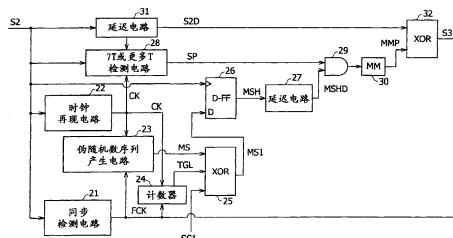
权利要求书 6 页 说明书 29 页 附图 15 页

[54] 发明名称

光盘记录设备及方法、光盘、光盘再现设备及方法

[57] 摘要

本发明涉及光盘记录设备及方法、光盘、光盘再现设备及方法，在光盘记录设备中，根据主信息而产生第一调制信号，第一调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换，接着，基于第一调制信号而控制照射到光盘上的光束，接着在光盘上连续地形成凹坑和平面或标记和空白，所述凹坑和平面或标记和空白的长度是与基本周期相应的基本长度的整数倍。基于子信息的数据序列通过使用使伪随机数序列和预定周期信号相乘而得到的信号来调制，并且，根据此调制的结果而改变凹坑或标记的记录轨迹，由此在光盘上记录子信息。以此方式，即使在使用伪随机数序列记录子信息的情况下，也不容易确定结构，从而，对于试图进行非法拷贝的人而言，难以制作非法拷贝的盘。



1. 一种光盘记录设备，所述设备根据主信息而产生调制信号，其中，所述调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换，并且，所述设备基于所述调制信号而控制作用到光盘上的光束，以在所述光盘上连续地形成凹坑和平面或标记和空白，所述凹坑和平面或标记和空白的长度用与所述基本周期相应的基本长度的整数倍来表示，其中，基于辅助信息的数据序列通过由伪随机数序列和预定周期信号的组合代表的信号来调制，所述预定周期信号由包括计数器的周期信号产生单元产生，并且，根据调制的数据序列而改变所述凹坑或所述标记的记录轨迹，由此在所述光盘上记录所述辅助信息。

2. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，包括：

第一调制信号产生单元，所述第一调制信号产生单元根据所述主信息而产生第一调制信号，其中，第一调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换；

第二调制信号产生单元，所述第二调制信号产生单元用基于所述辅助信息的数据序列的信号来调制所述第一调制信号；

记录光束调制单元，所述记录光束调制单元用从所述第二调制信号产生单元输出的信号对所述光束进行调制；以及

向所述光盘作用所述光束的光学系统；

所述第二调制信号产生单元包括：

用于产生伪随机数的伪随机数产生单元；

用于产生所述预定周期信号的所述周期信号产生单元；

辅助信息调制单元，所述辅助信息调制单元利用由来自所述伪随机数产生单元的随机数与来自所述周期信号产生单元的预定周期信号的组合代表的信号而对基于所述辅助信息的数据序列进行调制；以及

调制信号处理单元，所述调制信号处理单元基于来自所述辅助信息调制单元的调制数据序列，对所述第一调制信号进行调

制，以改变所述凹坑或所述标记的记录轨迹。

3. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，所述周期信号包括以至少为所述基本周期两倍的周期反相的信号。

4. 如权利要求 2 所述的光盘记录设备，其中，所述周期信号产生单元包括组合多个信号而产生所述周期信号的单元，所述多个信号以至少为所述基本周期两倍的周期反相。

5. 如权利要求 2 所述的光盘记录设备，其中，所述伪随机数产生单元包括线性反馈移位寄存器。

6. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，在与所述凹坑或所述标记的中心相对应的时间内，在与基本相同扩展的周期相对应的位置上改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹。

7. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，基于所述辅助信息的所述数据序列包括用于识别所述光盘的标识数据序列。

8. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，所述主信息被加密，并记录在所述光盘上，并且，基于所述辅助信息的所述数据序列包括对加密主信息解密所需的数据序列。

9. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，在距与所述凹坑或所述标记的边缘相应的时间预定间隔的时间上，通过改变所述凹坑或所述标记的宽度而改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹，其中，所述凹坑或所述标记具有等于或大于预定长度的长度。

10. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，根据基于所述辅助信息的数据序列，通过使所述光束作用于所述光盘上的位置在所述光盘的径向方向上位移，而改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹，其中，通过由伪随机数序列与预定周期信号的组合代表的信号而对所述辅助信息进行调制。

11. 如权利要求 1 所述的光盘记录设备，其中，根据基于所述辅助信息的数据序列，通过改变所述凹坑或所述标记的长度而改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹，其中，通过由伪随机数序列与预定周期信号的组合代表的信号而对所述辅助信息进行调制。

12. 一种光盘记录设备, 所述设备根据主信息而产生调制信号, 其中, 所述调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换, 并且, 所述设备基于所述调制信号而控制作用到光盘上的光束, 以在所述光盘上连续地形成凹坑和平面或标记和空白, 所述凹坑和平面或标记和空白的长度用与所述基本周期相应的基本长度的整数倍来表示, 其中, 基于辅助信息的数据序列通过由伪随机数序列和预定周期信号的组合代表的信号来调制, 所述预定周期信号由包括计数器的周期信号产生单元产生, 并且, 根据调制的数据序列而局部改变所述光盘的信息记录表面的反射率, 由此在所述光盘上记录所述辅助信息。

13. 一种在光盘上记录信息的方法, 所述方法通过在所述光盘上连续形成凹坑和平面或标记和空白而在所述光盘上记录主信息, 其中, 所述凹坑和平面或标记和空白的长度用预定基本长度的整数倍来表示, 所述方法包括以下步骤:

利用由伪随机数序列和预定周期信号的组合代表的信号来调制基于辅助信息的数据序列, 所述预定周期信号由包括计数器的周期信号产生单元产生; 以及

根据调制的数据序列而改变所述凹坑或所述标记的记录轨迹, 由此在所述光盘上记录所述辅助信息。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其中, 在距与所述凹坑或所述标记的边缘相应的时间预定间隔的时间上, 通过改变所述凹坑或所述标记的宽度而改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹, 其中, 所述凹坑或所述标记具有等于或大于预定长度的长度。

15. 如权利要求 13 所述的方法, 其中, 根据基于所述辅助信息的数据序列, 通过使所述光束作用于所述光盘上的位置在所述光盘的径向方向上位移, 而改变所述凹坑或所述标记的所述记录轨迹, 其中, 通过由伪随机数序列与预定周期信号的组合代表的信号而对所述辅助信息进行调制。

16. 如权利要求 13 所述的方法, 其中, 根据基于所述辅助信息的数据序列, 通过改变所述凹坑或所述标记的长度而改变所述凹坑或

所述标记的所述记录轨迹，其中，通过由伪随机数序列与预定周期信号的组合代表的信号而对所述辅助信息进行调制。

17. 一种在光盘上记录信息的方法，所述方法根据主信息而产生调制信号，其中，所述调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换，并且，所述方法基于所述调制信号而控制作用到光盘上的光束，以在所述光盘上连续地形成凹坑和平面或标记和空白，所述凹坑和平面或标记和空白的长度用与所述基本周期相应的基本长度的整数倍来表示，所述方法包括以下步骤：

通过由伪随机数序列和预定周期信号的组合代表的信号来调制基于辅助信息的数据序列，所述预定周期信号由包括计数器的周期信号产生单元产生；以及

根据调制的数据序列而局部改变所述光盘的信息记录表面的反射率，由此在所述光盘上记录所述辅助信息。

18. 一种光盘再现设备，所述光盘再现设备在向光盘作用光束时检测从光盘产生的返回光束，并且处理其信号电平随着所述返回光束而改变的再现信号，从而再现记录在所述光盘上的数据序列，所述光盘再现设备包括：

时钟再现单元，所述时钟再现单元再现基于所述再现信号的时钟信号；

第一再现单元，所述第一再现单元基于所述时钟信号而识别用于二进制电平的所述再现信号，由此再现记录在所述光盘上的代表主信息的数据序列；以及

第二再现单元，所述第二再现单元基于所述时钟信号而处理所述再现信号中与所述光盘上凹坑或标记的记录轨迹中的变化相应的一部分，由此再现记录在所述光盘上的代表辅助信息的数据序列；

所述第二再现单元包括：

用于输出所述再现信号的检测信号电平的信号电平检测单元；

用于产生伪随机数的伪随机数产生单元；

用于产生预定周期信号的周期信号产生单元;

选择单元, 所述选择单元用于改变和选择来自所述伪随机数产生单元的所述伪随机数和来自所述周期信号产生单元的所述预定周期信号的所述信号电平的极性;

平均单元, 所述平均单元用于检测和输出所述选择单元的选择结果的平均值; 以及

用于识别来自所述信号电平检测单元的检测信号电平的平均值的单元, 以便再代表所述辅助信息的数据序列,

其中, 所述周期信号产生单元包括计数器。

19. 如权利要求 18 所述的光盘再现设备, 其中, 所述伪随机数产生单元包括线性反馈移位寄存器。

20. 如权利要求 18 所述的光盘再现设备, 其中, 所述选择单元包括根据代表来自所述伪随机数产生单元的所述伪随机数与来自所述周期信号产生单元的所述预定周期信号的组合的信号、选择和输出所述信号电平检测单元的检测信号电平或代表所述检测信号电平的反相的信号的单元。

21. 如权利要求 18 所述的光盘再现设备, 其中, 所述平均单元包括:

积分单元, 所述积分单元对所述选择单元的选择结果进行积分, 并输出积分值;

计数单元, 所述计数单元计算所述选择单元的选择结果被积分的次数, 并且输出计数值; 以及

除法单元, 所述除法单元用所述计数值除积分值, 并输出平均值。

22. 如权利要求 18 所述的光盘再现设备, 其中, 所述第一再现单元基于表示所述辅助信息的数据序列而停止再现表示所述主信息的数据序列。

23. 如权利要求 18 所述的光盘再现设备, 其中, 所述第一再现单元基于表示所述辅助信息的数据序列而对表示所述主信息的加密数据序列进行解密。

24. 一种光盘再现方法，所述方法在向光盘作用光束时检测从光盘产生的返回光束，并且处理其信号电平随着所述返回光束而改变的再现信号，从而再现记录在所述光盘上的数据序列，所述方法包括以下步骤：

a) 再现基于所述再现信号的时钟信号；

b) 基于所述时钟信号而识别用于二进制电平的所述再现信号，由此再现记录在所述光盘上的代表主信息的数据序列；以及

c) 基于所述时钟信号而处理所述再现信号中与所述光盘上凹坑或标记的记录轨迹中的变化相应的一部分，由此再现记录在所述光盘上的代表辅助信息的数据序列；

所述步骤 c)包括以下步骤：

d) 输出所述再现信号的检测信号电平；

e) 改变和选择伪随机数和预定周期信号的所述信号电平的极性；

f)检测 and 输出所述步骤 e)的选择结果的平均值；以及

g) 识别所述步骤 d)的检测信号电平的平均值，以便再代表所述辅助信息的数据序列，

并且其中，对预定周期信号进行计数。

光盘记录设备及方法、光盘、 光盘再现设备及方法

技术领域

本发明涉及用于制造光盘如 CD（紧凑盘）的设备。

背景技术

紧凑盘具有以凹坑序列形式记录的主信息如音乐信息，其中，所述凹坑具有范围从 3T 到 11T 的长度，T 代表主信息的数据序列的基本周期，通过把主信息转换为数字信号，根据纠错编码过程处理该信号，根据 EFM（8-14 调制）过程调制该信号，并用经过 EFM 调制的信号控制光束而烧制所述凹坑。

紧凑盘在它们的内圆周区域具有用于记录称作 TOC（目录）的管理数据的导入区。基于 TOC 数据，用户可选择和播放记录在紧凑盘上的所希望的一个音乐片段。

紧凑盘还具有从导入区向内镌刻的代码，所述代码表示制造商、制造厂、盘号等，供用户在视觉上确认紧凑盘的记录。

由于用户可在视觉上从紧凑盘上的镌刻代码确认紧凑盘的记录，因此，用户可基于紧凑盘是否具有镌刻代码而识别紧凑盘是否为非法拷贝。然而，由于镌刻代码主要是用于向用户提供视觉确认，因此，一些紧凑盘播放器的光学拾波器难以再现镌刻代码。从而，为了基于镌刻代码而识别非法拷贝，必需使用专用的再现机构来再现镌刻代码。

如果可在紧凑盘上记录可由用于再现音频数据的光学拾波器再现的辅助信息，并且不影响从紧凑盘上的凹坑序列再现音频数据，那么，不需用于再现镌刻代码的专用再现功能就可使用辅助信息来拒绝非法拷贝。

如日本专利 No. 3292295 所公开的，本申请人先前已经提出一种

在紧凑盘上记录辅助信息的设备,所述设备基于辅助信息的数据序列,通过在光盘上所形成的全部凹坑或标记中改变具有预定长度或更长的一部分凹坑或标记的宽度,而在紧凑盘上记录辅助信息。

根据日本专利 No. 3292295 公开的设备记录用于识别光盘的标识数据或用于对记录在光盘上的加密主信息进行解密的密钥信息,作为辅助信息。公开的设备利用以 M-序列随机数为代表的伪随机数序列来记录辅助信息,以防止记录的辅助信息易于阅读,从而防止非法拷贝。

发明内容

然而,由于通常使用线性反馈移位寄存器(LFSR)来产生伪随机数序列,如 M-序列随机数,因此,通过观察线性反馈移位寄存器的几十个输出信号或几十个重复的输出信号周期,容易估计伪随机数序列的结构。

结果,未授权人可分析此伪随机数序列,并容易利用分析结果来制造其上记录辅助信息的光盘。

本发明已经考虑到以上问题,并且,本发明的目的是提供一种光盘记录设备,其中,所述设备即使使用伪随机数序列来记录辅助信息,但通过使得难以估计伪随机数序列的结构,而使任何试图制作光盘非法拷贝的人难以制造非法拷贝的光盘。本发明还提供一种由所述设备制造的光盘、以及一种用于再现所述光盘的光盘再现设备。

根据本发明,提供一种光盘记录设备,所述设备基于主信息而产生调制信号,其中,所述调制信号的信号电平在为基本周期整数倍的周期上切换,并且,所述设备基于调制信号而控制作用到光盘上的光束,以在光盘上连续地形成凹坑和平面或标记和空白,其中,所述凹坑和平面或标记和空白的长度用与基本周期相应的基本长度的整数倍来表示。基于辅助信息的数据序列通过由伪随机数序列和预定周期信号的组合代表的信号来调制,并且,根据调制的数据序列而改变凹坑或标记的记录轨迹,由此在光盘上记录辅助信息。

利用以上布置,基于辅助信息的数据序列通过由伪随机数序列和

预定周期信号的组合代表的信号来调制，并且，根据调制的数据序列而改变凹坑或标记的记录轨迹，由此在光盘上记录辅助信息。

从以下结合附图的描述中，本发明以上的和其它的目的、特征和优点将变得显而易见，其中，附图借助实例示出本发明的优选实施例。

附图说明

图 1 为根据本发明第一实施例的光盘记录设备的框图；

图 2 为示出图 1 所示光盘记录设备的操作的时间图；

图 3 为图 1 所示光盘记录设备中第二调制电路的框图；

图 4 为示出图 3 所示第二调制电路的操作的时间图；

图 5 为图 3 所示第二调制电路中 7T 或更多 T 检测电路的框图；

图 6 为示出由根据本发明第一实施例的光盘记录设备制造的光盘的凹坑形状的平面图；

图 7 为用于再现根据本发明第一实施例的光盘记录设备所制造的光盘的光盘再现设备的框图；

图 8 为图 7 所示光盘再现设备中的盘 ID 码再现电路的框图；

图 9 为示出图 8 所示盘 ID 码再现电路的操作的时间图；

图 10 为示出根据本发明另一实施例的光盘的凹坑形状的平面图；

图 11 为根据本发明第二实施例的光盘记录设备的框图；

图 12 为图 11 所示光盘记录设备中密钥调制电路的框图；

图 13 为示出图 12 所示密钥调制电路的操作的时间图；

图 14 为用于再现根据本发明第二实施例的光盘记录设备所制造的光盘的光盘再现设备的框图；以及

图 15 为图 14 所示光盘再现设备中的加密密钥检测电路的框图。

具体实施方式

第一实施例

<光盘记录设备的布置>

图 1 以框图形式示出根据本发明第一实施例的光盘记录设备。图

1 所示光盘记录设备是用于制造紧凑盘的光盘记录设备 1A。光盘记录设备在紧凑盘上记录作为主信息的数字音频信号和作为辅助信息的盘标识 (ID) 码。

与常规紧凑盘相同的方式制造作为本发明光盘的紧凑盘, 不同的是从图 1 所示光盘记录设备 1A 制造的原版盘 2 生产本发明紧凑盘。

具体地, 从光盘记录设备 1A 制造的原版盘 2 生产压模, 并且, 在用压模制造的圆盘形基片上连续形成反射膜、保护膜等, 由此生产紧凑盘。按如下所示地从光盘记录设备 1A 制造的原版盘 2 生产压模: 对光盘记录设备 1A 制造的原版盘 2 显影, 并接着电铸成母盘。随后使用母盘生产压模。

原版盘 2 例如包括涂敷光敏剂的扁平玻璃基片。借助主轴电机 3, 原版盘 2 绕着自己的轴旋转, 其中, 主轴电机 3 的旋转由主轴伺服电路 4 控制。

主轴电机 3 的旋转轴共轴耦合到未示出的频率信号发生器 (频率发生器), 其中, 频率信号发生器向主轴伺服电路 4 提供频率信号 FG, 其中, 频率信号 FG 的频率取决于主轴电机 3 的转速。主轴伺服电路 4 控制主轴电机 3, 使得频率信号 FG 的频率等于预定频率, 由此控制原版盘 2 以恒定线速度旋转。

记录激光器 5 包括用于发射具有预定光量的激光束 L 的气体激光器等。包括电声光学装置等的光学调制器 6 根据从第二调制电路 7 提供的调制信号 S3 而对从记录激光器 5 发射的激光束 L 进行调制, 即开启和关断, 其中, 第二调制电路 7 在后面描述。

经过光学调制器 6 调制的激光束 L 应用于镜子 8, 镜子 8 反射激光束 L, 以使激光束 L 穿过物镜 9 到达原版盘 2 的表面。

物镜 9 把反射的激光束 L 聚焦到原版盘 2 的记录表面上。镜子 8 和物镜 9 被支撑在滑橇机构上, 其中, 滑橇机构与原版盘 2 的旋转同步地在原版盘 2 的径向上运动。从而, 激光束 L 在原版盘 2 上的聚焦光点例如可在原版盘 2 上沿着径向向外逐渐移动, 以螺旋图案扫描原版盘 2 的记录表面, 以根据调制信号 S3 在所述记录表面上形成螺旋轨

道，其中，所述螺旋轨道包括凹坑序列。

数字音频带记录器 10 输出数字音频信号 D1，其中，数字音频信号 D1 包括将要记录在原版盘 2 上的数据的时间序列。从数字音频带记录器 10 输出的数字音频信号 D1 提供给第一调制电路 11。

第一调制电路 11 对数字音频信号 D1 和从子码发生器（未示出）提供的子码数据执行用于紧凑盘的预定数据处理操作，产生 EFM（8-14 调制）信号 S2。具体地，第一调制电路 11 利用 CIRC（交叉交插里德-索罗蒙码）对数字音频信号 D1 和子码数据执行纠错编码处理，并接着根据 EFM 过程而调制数字音频信号 D1 和子码数据，由此产生 EFM 信号 S2。

对于常规光盘记录设备，因此产生的 EFM 信号 S2 直接提供给光学调制器 6，光学调制器 6 根据 EFM 信号 S2 而开启和关断激光束 L，即调制激光束 L，并且把经过调制的激光束 L 作用到原版盘 2 上。

对于根据本发明的光盘记录设备 1A，在与原版盘 2 的导入区相应的周期中，盘标识（ID）码产生电路 12 产生作为辅助信息的盘 ID 码 SC1，并且，第二调制电路 7 利用盘 ID 码 SC1 对第一调制电路 11 的 EFM 信号 S2 进行调制，以产生调制信号 S3，并且，把调制信号 S3 提供给光学调制器 6。

盘 ID 码 SC1 包括原版盘 2 固有的信息、与制造厂有关的信息、与生产日期有关的信息、用于控制盘是否可拷贝的信息等。除盘 ID 码 SC1 以外，盘 ID 码产生电路 12 还依次输出代表盘 ID 码 SC1 开始的同步信号以及用于盘 ID 码 SC1 的纠错码。

盘 ID 码产生电路 12 包括模 N 计数器 121 和盘 ID 码表格电路 122。模 N 计数器 121 包括环形计数器，其中，环形计数器对从第二调制电路 7 输出的 EFM 信号 S2 计算帧时钟脉冲 FCK，并输出计数值 CT1。

如图 2(A)-2(E)所示，EFM 信号 S2（参见图 2(A)和 2(B)）具有每个都包括 588 个通道时钟脉冲 CK（参见图 2(C)）和帧同步信号（参见图 2(A)和 2(B)）的帧，其中，帧同步信号由第一调制电路 11 插入，

并且，具有与 22 个通道时钟脉冲 CK 相应的周期。

帧时钟脉冲 FCK（参见图 2(D)）在时间上与帧同步信号的开始相关地产生，并且，在一个通道时钟脉冲周期内具有高信号电平。模 N 计数器 121 计算帧时钟脉冲 FCK，以计算连续的帧，并输出计数值 CT1。

盘 ID 码表格电路 122 包括例如用于保存盘 ID 码 SC1 的位信息的 ROM（只读存储器）。盘 ID 码表格电路 122 从模 N 计数器 121 接收计数值 CT1，作为 ROM 的地址信号，并且输出 ROM 储存的数据。从而，盘 ID 码表格电路 122 输出盘 ID 码 SC1（参见图 2(E)），作为每帧一位数据。

第二调制电路 7 用盘 ID 码 SC1 对来自第一调制电路 11 的 EFM 信号 S2 进行调制，由此产生作为双重调制信号的调制信号 S3。

图 3 以框图形式示出第二调制电路 7 的细节。图 4 为示出图 3 所示第二调制电路 7 中输出信号波形的时间图。以下结合图 3 和 4 详细描述第二调制电路 7。

第二调制电路 7 具有同步检测电路 21，其中，同步检测电路 21 用于从第一调制电路 11 提供的 EFM 信号 S2（参见图 4(A)）中检测帧同步信号，并且输出帧时钟脉冲 FCK。

时钟再现电路 22 具有 PLL 电路，并且从 EFM 信号 S2 再现通道时钟脉冲 CK（参见图 4(B)）。时钟再现电路 22 向伪随机数产生电路 23、计数器 24、和 7T 或更多 T 检测电路 28 提供再现的通道时钟脉冲 CK。

在本实施例中，伪随机数产生电路 23 包括线性反馈移位寄存器（LFSR），其中，LFSR 用于产生作为 M 序列的伪随机数序列。具体地，伪随机数产生电路 23 包括多个串联的触发器和“异或”电路（XOR）。伪随机数产生电路 23 基于帧时钟脉冲 FCK 而在触发器中设定初始值，随后，与时钟再现电路 22 的通道时钟脉冲 CK 同步地连续发送设定值。进一步地，伪随机数产生电路 23 通过给定级之间的反馈而产生 M-序列随机数数据 MS（参见图 4(D)），在这，逻辑电平 1

和逻辑电平 0 以相同的概率出现。

M-序列随机数数据 MS 描述代表在 588 个通道时钟脉冲的周期（一个帧的周期）内重复相同图案的随机数序列。M-序列随机数数据 MS 提供给“异或”电路 25。

在本实施例中，计数器 24 包括用于计算从 PLL 电路 22 输出的通道时钟脉冲 CK 的 4 位计数器。计数器 24 由同步检测电路 21 输出的帧时钟脉冲 FCK 清零。计数器 24 向“异或”电路 25 提供计数器值的最高有效位，作为触发信号 TGL（参见图 4(E)）。

为响应盘 ID 码产生电路 12 的盘 ID 码 SC1、伪随机数产生电路 23 的 M-序列伪随机数数据 MS 以及计数器 24 的触发信号 TGL，“异或”电路 25 输出“异或”信号 MS1（参见图 4(F)）。

具体地，当触发信号 TGL 为电平“0”时，如果盘 ID 码 SC1 为逻辑电平“0”，那么，“异或”电路 25 就输出“异或”信号 MS1，其中，“异或”信号 MS1 用 M-序列随机数数据 MS 的逻辑电平表示。相反，如果盘 ID 码 SC1 为逻辑电平“1”，那么，“异或”电路 25 就输出“异或”信号 MS1，其中，“异或”信号 MS1 用 M-序列随机数数据 MS 的逻辑电平的反相表示。从而，“异或”电路 25 用 M-序列随机数数据 MS 和触发信号 TGL 对盘 ID 码 SC1 进行调制。“异或”电路 25 的“异或”信号 MS1 提供给 D 触发器 26 的 D 端子。

D 触发器 26 具有被提供 EFM 信号 S2（参见图 4(A)）的时钟端子。从而，D 触发器 26 产生门锁输出信号 MSH（参见图 4(G)），信号 MSH 表示“异或”信号 MS1 的电平在 EFM 信号 S2 的各个正向边被门锁。

在本实施例中，从第二调制电路 7 输出的调制信号 S3 具有与 EFM 信号 S2 的各个正向边相应的正向边。在调制信号 S3 具有高电平的周期中，在原版盘 2 上形成凹坑。D 触发器 26 在与每个凹坑的前缘同步的时间对“异或”信号 MS1 的逻辑电平进行采样，并且，保存采样的逻辑电平，直到与下一凹坑的前缘同步的时间为止。

D 触发器 26 的门锁输出信号 MSH 通过延迟电路 27 提供给 AND

(“与”)电路 29。延迟电路 27 使门锁输出信号 MSH 延迟预定时间,并且,输出延迟信号 MSHD (参见图 4(H))。延迟电路 27 使门锁输出信号 MSH 延迟的周期是 $7T$ 或更多 T 检测电路 28 执行其处理所要求的时间周期,并且,代表大约 5 个通道时钟脉冲 CK 的时间周期。

$7T$ 或更多 T 检测电路 28 检测 EFM 信号 S2 的脉冲持续时间,并且,如果检测的 EFM 信号 S2 的脉冲持续时间为 $7T$ 或更多 T ,就输出其持续时间等于一个通道时钟脉冲的检测脉冲 SP(参见图 4(I))。

图 5 以框图形式示出 $7T$ 或更多 T 检测电路 28。如图 5 中所示, $7T$ 或更多 T 检测电路 28 包括 8 个门锁电路 281A、281B、281C、281D、281E、281F、281G、281H、AND 电路 282、以及 D 触发器 283。8 个门锁电路 281A-281H 中每一个都门锁 EFM 信号 S2,并且,与通道时钟脉冲 CK 同步地把门锁信号传递到下一门锁。

8 个门锁电路 281A-281H 中各个的门锁输出信号提供给 AND 电路 282。最后一个门锁电路 281H 的门锁输出信号的逻辑电平被反相,并接着提供给 AND 电路 282。AND 电路 282 输出通过对并行提供的门锁信号求“与”而产生的“与”信号。当按照具有连续七个逻辑电平“1”的通道时钟脉冲 CK 的周期观察 EFM 信号 S2 时,即,当将要形成其长度与 $7T$ 或更多 T 相应的凹坑时,AND 电路 282 输出具有逻辑电平“1”的 AND 信号,其中, T 代表 EFM 信号 S2 的基本周期。

D 触发器 283 用通道时钟脉冲 CK 对 AND 电路 282 的输出信号进行门锁,并且输出检测脉冲 SP (参见图 4(I))。如图 3 所示,检测脉冲 SP 提供给 AND 电路 29。

AND 电路 29 对检测脉冲 SP 和延迟电路 27 的延迟信号 MSHD 求“与”,并且,向单稳多谐振荡器 30 输出“与”信号。

单稳多谐振荡器 30 由 AND 电路 29 的输出信号触发,以输出其持续时间比一个通道时钟脉冲 CK 周期更短的调制脉冲 MMP (参见图 4(J))。

调制脉冲 MMP 的持续时间按如下设定:当作用到原版盘 2 上的激光束 L 由调制脉冲 MMP 暂时中止时,在从原版盘 2 生产的紧凑盘

上，因激光束 L 作用暂时中止而导致的凹坑宽度缩小大约是平均凹坑宽度的 10%。

调制脉冲 MMP 提供给“异或”电路 32。EFM 信号 S2 被延迟电路 31 延迟预定时间，并接着提供给“异或”电路 32。

延迟电路 31 使 EFM 信号 S2 延迟大约五个时钟脉冲的时间。“异或”电路 32 对延迟电路 31 输出的延迟 EFM 信号 S2D (参见图 4(C)) 和调制脉冲 MMP 进行“异或”运算，并且输出通过用盘 ID 码 SC1 调制 EFM 信号 S2 而产生的调制信号 S3 (参见图 4(K))。

对于其长度与 $7T$ 或更多 T 相应的凹坑，延迟电路 31 使 EFM 信号 S2 延迟的时间按如下选择：在再现时，调制信号 S3 的逻辑电平因调制脉冲 MMP 的切换不影响 EFM 信号 S2 的边缘计时。

具体地，延迟电路 31 使 EFM 信号 S2 延迟的时间按如下设定：在距 EFM 信号 S2 的正向边计时预定周期的时间，发生调制信号 S3 的逻辑电平因调制脉冲 MMP 的切换。在此实施例中，延迟电路 31 使 EFM 信号 S2 延迟大约五个时钟脉冲，从而，调制脉冲 MMP 的正向边比 EFM 信号 S2D 的相应正向边落后大约 $3T$ 或更多 T 。

图 6(A)和 6(B)以平面图示出由原版盘 2 生产的紧凑盘和常规紧凑盘的凹坑形状。如图 6(A)所示，常规紧凑盘具有重复形成的凹坑和平面，根据被记录的音频数据，所述凹坑和平面具有由一个通道时钟脉冲 CK 的周期 T (基本周期) 的整数倍代表的长度。

如图 6(B)所示，由原版盘 2 生产的紧凑盘具有以与常规紧凑盘相同方式而重复形成的凹坑和平面。然而，如图 6(B)中箭头 a 所示，凹坑包括其长度等于或大于 $7T$ 周期的凹坑，并且，所述凹坑在从凹坑边缘开始间隔预定距离 L 的位置上具有根据盘 ID 码 SC1 而局部缩小的凹坑宽度。盘 ID 码 SC1 被记录为凹坑宽度的变化或缩小。

<光盘再现设备的布置>

图 7 以框图形式示出用于再现由根据本发明第一实施例的光盘记录设备 1A 制造的紧凑盘 41A 的紧凑盘播放器 40A。如图 7 中所示，

紧凑盘播放器 40A 具有主轴电机 42，其中，主轴电机 42 在伺服电路 43 的控制下以恒定线速度旋转紧凑盘 41A。

光学拾波器 44 对紧凑盘 41A 作用激光束，并且检测从紧凑盘 41A 返回的激光束。光学拾波器 44 输出其信号电平随着返回激光束的光量而改变的再现信号 RF。再现信号 RF 的信号电平根据记录在紧凑盘 41A 上的凹坑而改变。

由于在紧凑盘 41A 上一些凹坑的凹坑宽度局部缩小大约平均凹坑宽度的 10%，因此，再现信号 RF 的信号电平根据凹坑宽度而改变。然而，由于凹坑宽度局部缩小的位置距每个凹坑边缘有预定距离以便不影响边缘的计时，因此，在与没有缩小凹坑宽度的其它凹坑的再现信号 RF 相同的时间，前述凹坑的再现信号 RF 与用于二进制值识别的基准电平交叉。再现信号 RF 提供给二进制转换器 45 和盘 ID 码再现电路 51。

二进制转换器 45 基于预定的基准电平而把再现信号 RF 转换为二进制信号 BD。因为在紧凑盘 41A 上一些凹坑的凹坑宽度局部缩小为约 10%，所以二进制信号 BD 不反映凹坑宽度的局部缩小。二进制信号 BD 提供给时钟再现电路 46、EFM 解调电路 47、以及盘 ID 码再现电路 51。

时钟再现电路 46 具有 PLL 电路，并且基于二进制转换器 45 的二进制信号 BD 而再现所述再现信号 RF 的通道时钟脉冲 CCK。

EFM 解调电路 47 基于通道时钟脉冲 CCK 对二进制信号 BD 连续进行闩锁，由此再现与 EFM 信号 S2 相应的数据。EFM 解调电路 47 对再现的数据进行解调，并接着基于帧同步信号而把解调数据划分为 8 位信号，对 8 位信号解交织，并向 ECC（纠错码）解码电路 48 输出解交织信号。

ECC 解码电路 48 基于增加到其上的纠错码而对从 EFM 解调电路 47 输出的数据进行纠错，由此再现音频数据 D1 并输出给数字-模拟转换器 49。

数字-模拟转换器 49 把从 ECC 电路 48 输出的音频数据 D1 转换

为模拟数据，并且输出模拟数据，作为模拟音频信号 S4。如果紧凑盘 41A 被系统控制电路 50 判断为非法拷贝，那么，数字-模拟转换器 49 就受系统控制电路 50 控制，停止输出模拟音频信号 S4。

系统控制电路 50 包括控制紧凑盘播放器 40A 操作的计算机。当访问紧凑盘 41A 的导入区时，系统控制电路 50 基于盘 ID 码再现电路 51 输出的盘 ID 码 SC1 而确定紧凑盘 41A 是否为非法拷贝。当系统控制电路 50 判断紧凑盘 41A 为非法拷贝时，系统控制电路 50 就停止从数字-模拟转换器 49 输出模拟音频信号 S4。

盘 ID 码再现电路 51 把再现信号 RF 解码为盘 ID 码 SC1，并且输出盘 ID 码 SC1。

图 8 以框图示出盘 ID 码再现电路 51 的细节。图 9(A)-9(E)为示出盘 ID 码再现电路 51 中输出信号波形的时间图。

盘 ID 码再现电路 51 具有同步图案检测电路 53，其中，同步图案检测电路 53 用时钟再现电路 46 的通道时钟脉冲 CCK(参见图 9(C))对二进制转换器 45 的二进制信号 BD(参见图 9(A)和 9(B))连续进行闩锁，并且确定二进制信号 BD 的连续逻辑电平，以检测帧同步信号。

基于检测的帧同步信号，同步图案检测电路 53 在每个帧开始时输出在一个通道时钟脉冲 CCK 周期内信号电平为高的设定脉冲 FSET(参见图 9(E))，并且在设定脉冲 FSET 之后输出在一个通道时钟脉冲 CCK 周期内信号电平为高的清零脉冲 FCLR(参见图 9(D))。

凹坑检测电路 54 是与光盘记录设备 1A 的 7T 或更多 T 检测电路 28 相同的结构。凹坑检测电路 54 基于通道时钟脉冲 CCK 而连续传送二进制信号 BD，以检测与长度等于或大于周期 7T 的凹坑相应的二进制信号 BD 的计时。凹坑检测电路 54 产生并输出其信号电平与被检测凹坑的开始同步变高的高电平信号 PT。

凹坑检测电路 54 还输出其信号电平在高电平信号 PT 之后预定时间的时刻变高的门信号 CT。门信号 CT 与第二调制电路 7 中的调制脉冲 MMP 相对应，但在以下方面不同：在长度等于或大于周期 7T 的每个凹坑上，门信号 CT 的电平变高。

在伪随机数产生电路 55 中具有 ROM，该电路 55 用同步图案检测电路 53 的清零脉冲 FCLR 对地址初始化。接着，电路 55 基于通道时钟脉冲 CCK 而对地址步进，以访问 ROM，由此产生与光盘记录设备 1A 产生的 M-序列随机数数据 MS 相对应的 M-序列随机数数据。

伪随机数产生电路 55 还用凹坑检测电路 54 的高电平信号 PT 对 M-序列随机数数据进行门锁，由此在长度等于或大于周期 $7T$ 的凹坑的开始计时对 M-序列随机数数据进行门锁，并随后输出 M-序列门锁信号 MZ，其中，信号 MZ 的门锁逻辑电平一直持续到下一长度等于或大于周期 $7T$ 的凹坑的开始为止。

模拟-数字转换器 57 基于通道时钟脉冲 CCK 而把再现信号 RF 转换为 8 位数字再现信号。数字再现信号直接提供给选择器 59。数字再现信号的极性也由极性反相电路 58 反相，并接着提供给选择器 59。

计数器 60 包括对通道时钟脉冲 CCK 计数的 4 位计数器。计数器 60 由从同步图案检测电路 53 输出的清零脉冲 FCLR 清零。计数器 60 输出计数器值的最高有效位，作为触发信号 TT。触发信号 TT 与在光盘记录设备 1A 中产生的触发信号 TGL 相对应。触发信号 TT 提供给“异或”电路 61。

“异或”电路 61 通过对伪随机数产生电路 55 的 M-序列门锁信号 MZ 和计数器 60 的触发信号 TT 进行“异或”而产生“异或”信号 MCZ，并且把产生的“异或”信号 MCZ 提供给选择器 59。

根据“异或”电路 61 的“异或”信号 MCZ 的逻辑电平，选择器 59 从模拟-数字转换器 57 直接提供的数字再现信号和极性反相电路 58 的极性反相数字再现信号中选择任一个，并输出其。

具体地，当“异或”信号 MCZ 为逻辑电平“1”时，选择器 59 选择并输出从模拟-数字转换器 57 直接提供的数字再现信号，并且，当“异或”信号 MCZ 为逻辑电平“0”时，选择器 59 选择并输出极性反相数字再现信号。从而，选择器 59 把借助 M-序列信号 MS 调制的盘 ID 码 SC1 的逻辑电平以及触发信号 TGL 再现为多值数据，并向加法器 62 输出多值数据，作为再现数据 RX。

加法器 62 包括 16 位数字加法器，加法器 62 把再现数据 RX 与累加器 63 的输出数据 AX 相加，并输出和数据，其中，累加器 63 对加法器 62 的输出数据进行累加。累加器 63 包括 16 位存储器，其中，16 位存储器用于保存加法器 62 的输出数据，并向加法器 62 反馈累加数据。加法器 62 和累加器 63 联合用作累加加法器。

具体地，在累加器 63 用同步图案检测电路 53 的清零脉冲 FCLR 清除其累加数据之后，累加器 63 在凹坑检测电路 54 输出门信号 CT 时读取加法器 62 的输出数据。加法器 62 在连续帧中把选择器 59 的再现数据 RX 的逻辑值进行累加。累加器 63 向除法器 65 输出累加值 AX。

凹坑计数器 64 用同步图案检测电路 53 的清零脉冲 FCLR 对它的计数清零，接着计算凹坑检测电路 54 的门信号 CT，以计算累加器 63 累加的凹坑，并且向除法器 65 输出计数值 NX。

除法器 65 把累加器 63 的累加值 AX 除以凹坑计数器 64 的计数值 NX，由此对选择器 59 的再现数据 RX 的逻辑值取平均，并把平均输出信号 BX 提供给二进制转换器 66。

二进制转换器 66 在同步图案检测电路 53 的设定脉冲 FSET 的正向边的计时，利用预定基准值把除法器 65 的平均输出信号 BX 转换为二进制信号，并且，输出二进制信号作为再现盘 ID 码 SC1。也就是说，由选择器 59 再现的盘 ID 码 SC1 的再现数据 RX 转换为二进制盘 ID 码 SC1，并输出给 ECC 解码电路 67。

ECC 解码电路 67 基于增加到其上的纠错码而对盘 ID 码 SC1 纠错，并且，输出经过纠错的盘 ID 码 SC1。

<第一实施例的操作>

在制造根据第一实施例的紧凑盘 41A 的过程中，原版盘 2 暴露在记录激光束下，产生母盘，其中，记录激光束基于从图 1 所示光盘记录设备 1A 中的数字录音带记录器 10 输出的数字音频信号 D1。从因此形成的母盘生产根据第一实施例的紧凑盘 41A。

在使原版盘 2 暴露在记录激光束下时，数字音频信号 D1 由第一

调制电路 11 转换为 EFM 信号 S2, 其中, EFM 信号 S2 的信号电平在为基本周期 T 整数倍的周期上切换, 其中, 基本周期 T 由一个通道时钟脉冲 CK 的周期 T 表示。在导入区中, TOC 数据, 而不是数字音频信号 D1, 相似地转换为 EFM 信号 S2。

EFM 信号 S2 接着由第二调制电路 7 转换为调制信号 S3, 调制信号 S3 通过光学调制器 6 记录在原版盘 2 上。从而, 数字音频信号 D1 和 TOC 数据记录在原版盘 2 上, 作为凹坑和平面的重复序列, 其中, 所述凹坑和平面的长度是与一个通道时钟脉冲 CK 的周期相应的基本长度的整数倍。

为了在原版盘 2 的除导入区之外的区域中记录调制信号 S3, 根据 EFM 信号 S2 的信号电平产生调制信号 S3。为了在原版盘 2 的导入区中记录调制信号 S3, 通过局部切换 EFM 信号 S2 的信号电平, 在原版盘 2 上的凹坑序列中产生宽度局部缩小的凹坑, 而产生调制信号 S3。也就是说, 调整一些凹坑的凹坑宽度, 以便在原版盘 2 上记录盘 ID 码 SC1。

在盘 ID 码产生电路 12 中, 模 N 计数器 121 对帧时钟脉冲 FCK 计数, 并输出计数值 CT1。基于计数值 CT1 而访问盘 ID 码表格电路 122, 以产生向一帧分配一位的低频二进制数, 由此产生盘 ID 码 SC1 及其纠错码。

在第二调制电路 7 中, 伪随机数产生电路 23 与通道时钟脉冲 CK 同步地产生逐帧重复的 M-序列随机数数据 MS。“异或”电路 25 对 M-序列随机数数据 MS、计数器 24 的触发信号 TGL、以及盘 ID 码 SC1 进行“异或”运算。因而, 用随机数数据 MS 和触发信号 TGL 对盘 ID 码 SC1 调制。

具体地, 由于在 M-序列随机数数据 MS 中逻辑电平“1”和逻辑电平“0”以相同的概率出现, 并且在触发信号 TGL 中逻辑电平“1”和逻辑电平“0”以相同的概率出现, 因此, 盘 ID 码 SC1 被调制为逻辑电平“1”和逻辑电平“0”以相同概率出现的“异或”信号 MS1。

D 触发器 26 用 EFM 信号 S2 的正向边对“异或”信号 MS1 门锁,

其中，所述正向边与每个凹坑的边缘相对应。7T 或更多 T 检测电路 28 检测 EFM 信号 S2 的信号电平的正向边，所述正向边对应于其长度与 7T 或更多 T 相应的凹坑，其中，T 代表基本周期 T。AND 电路 29 与 7T 或更多 T 检测电路 28 检测的信号电平的正向边同步地选择 D 触发器 26 的闩锁信号。AND 电路 29 的输出信号触发单稳多谐振荡器 30，单稳多谐振荡器 30 把其输出信号或调制脉冲 MMP 作用到“异或”电路 32 上，其中，“异或”电路 32 局部切换 EFM 信号 S2 的信号电平。

由于长度等于或大于周期 7T 的凹坑的凹坑宽度局部缩小，因此在原版盘 2 上记录盘 ID 码 SC1。具体地，在原版盘 2 上连续产生凹坑的同时，当通过对 M-序列随机数数据 MS、触发信号 TGL、以及盘 ID 码 SC1 求“异或”而产生的“异或”信号 MS1 为逻辑电平“1”并且凹坑长度为 7T 或更长时，凹坑宽度局部缩小。

在切换 EFM 信号 S2 的逻辑电平以产生调制信号 S3，从而产生具有局部缩小宽度的凹坑时，延迟电路 31 使 EFM 信号 S2 相对于从单稳多谐振荡器 30 输出的调制脉冲 MMP 延迟，并且向“异或”电路 32 提供延迟 EFM 信号 S2D。从而，调制信号 S3 的逻辑电平的切换不影响 EFM 信号 S2 的边缘计时。

具体地，如果对于长度等于或大于周期 7T 的凹坑缩小凹坑宽度，那么，调制脉冲 MMP 的正向边就比 EFM 信号 S2D 的相应正向边落后大约 3T 或更多 T，从而，在距 EFM 信号 S2D 的正向边计时间隔预定时间（如图 6(B)所示，与距凹坑边缘的距离 L 相对应）时，发生与调制脉冲 MMP 相应的调制信号 S2 的逻辑电平的切换。

以此方式，盘 ID 码 SC1 被记录为辅助信息的实例，并且不影响每个凹坑的边缘信息，其中，所述边缘信息作为用于再现数字音频信号和 TOC 数据的基准。

从单稳多谐振荡器 30 输出的调制脉冲 MMP 的脉冲持续时间被设定为比一个通道时钟脉冲 CK 周期更短的值，由此产生具有局部缩小宽度的凹坑，其中，所述局部缩小宽度比平均凹坑宽度小 10%。此

凹坑宽度缩小对于防止再现信号 RF 因记录的盘 ID 码 SC1 而被错误识别为二进制电平是有效的。

通过局部缩小凹坑宽度 10% 来记录盘 ID 码 SC1, 而且通过用逻辑电平“1”和逻辑电平“0”以相同概率出现的 M-序列随机数数据 MS 调制盘 ID 码 SC1, 再现信号 RF 中因凹坑宽度改变而引起的变化被观察为增加到再现信号 RF 上的噪声, 这使得难以观察和发现盘 ID 码 SC1, 并且难以拷贝盘 ID 码 SC1。

另外, 由于向一个帧分配一位盘 ID 码 SC1, 因此, 即使再现信号因噪音等而改变, 也能可靠地再现盘 ID 码 SC1。

从因此产生的原版盘 2 制造的紧凑盘 41A 接着由图 7 所示紧凑盘播放器 40A 再现。在紧凑盘播放器 40A 中, 光学拾波器 44 对紧凑盘 41A 作用激光束, 并且检测从紧凑盘 41A 返回的激光束。光学拾波器 44 输出其信号电平随着返回激光束的光量而改变的再现信号 RF。再现信号 RF 的信号电平根据记录在紧凑盘 41A 上的凹坑宽度而改变。光学拾波器 44 的再现信号 RF 由二进制转换器 45 转换为二进制信号 BD, 并由 EFM 解调电路 47 解调和解交织, 其中, 二进制信号 BD 被识别为二进制电平。EFM 解调电路 47 的输出信号由 ECC 解码电路 48 纠错, 由此再现数字音频信号 D1。

在紧凑盘 41A 上, 长度等于或大于 $7T$ 周期的凹坑包括在距凹坑边缘 (前缘和后缘两者中的每一个) 至少与 $3T$ 周期相应距离的位置上局部缩小宽度的凹坑。激光束的光束点在不同的时间扫描这些凹坑的边缘以及凹坑宽度局部缩小的位置。相应地, 再现信号 RF 没有因这些凹坑的凹坑宽度局部缩小而导致的不利效果。

由于防止在凹坑边缘附近从凹坑检测的信号电平因凹坑宽度局部缩小而改变, 因此, 可在普通紧凑盘播放器上正常地再现具有盘 ID 码 SC1 的紧凑盘 41A, 其中, 盘 ID 码 SC1 在紧凑盘 41A 上被记录为辅助信息。

为了从紧凑盘 41A 再现数字音频信号 D1, 事先再现在紧凑盘 41A 的导入区中被记录为缩小凹坑宽度的盘 ID 码 SC1。如果不能正确地

再现盘 ID 码 SC1, 那么, 系统控制电路 50 就判断紧凑盘 41A 是非法拷贝, 并且, 系统控制电路 50 控制数字-模拟转换器 49 停止数字-模拟转换处理。

具体地, 当从紧凑盘 41A 的导入区再现盘 ID 码 SC1 时, 图 8 所示同步图案检测电路 53 检测帧同步信号, 并且, 伪随机数序列产生电路 55 基于检测的帧同步信号而产生与所记录 M-序列随机数数据 MS 相对应的 M-序列随机数数据 MZ。

模拟-数字转换器 57 把再现信号 RF 转换为数字再现信号 (EFM 信号)。选择器 59 基于“异或”信号 MCZ 而选择数字再现信号 (EFM 信号) 或极性反相数字再现信号, 由此产生再现数据 RX, 其中, “异或”信号 MCZ 通过对 M-序列随机数数据 MZ 和触发信号 TT 进行“异或”运算而产生, 再现数据 RX 包括代表盘 ID 码 SC1 的逻辑电平的多值数据。

在一个实例中, 由于凹坑宽度只缩小 10%, 因此, 再现数据 RX 具有非常差的 SN 比。累加器 63 和加法器 62 逐帧地累加再现数据 RX, 并且, 除法器 65 除累加值, 以产生平均值, 因而提高 SN 比。

除法器 65 的输出数据 BX 由二进制转换器 66 转换为代表盘 ID 码 SC1 的二进制数据。随后, 盘 ID 码 SC1 由 ECC 解码电路 67 纠错, 并接着输出给系统控制电路 50。

对于以上布置, 由于周期性地对从线性反馈移位寄存器产生的伪随机数数据序列 (M-序列随机数数据 MS) 进行反相, 因此, 由此产生的伪随机数数据不能由任何线性反馈移位寄存器产生。使用伪随机数数据序列, 有可能使得难以分析从紧凑盘 41A 再现的盘 ID 码 SC1, 因而, 基于盘 ID 码 SC1 而拒绝非法拷贝。

通过用 EFM 信号 S2 的正向边对线性反馈移位寄存器产生的伪随机数数据序列 MS 和周期性变化的触发信号 TGL 的组合进行闩锁, 而产生盘 ID 码 SC1。任何试图制造非法拷贝的人都必须准确地再现伪随机数数据、触发信号周期和闩锁位置, 并且发现难以记录盘 ID 码 SC1。与伪随机数数据序列 MS 组合的触发信号 TGL 代表逻辑电

平“1”和“0”的重复图案。由于用于调制盘 ID 码 SC1 的信号具有以相同概率发生的逻辑电平“1”和“0”，因此，盘 ID 码 SC1 能以与噪音不容易区分的方式记录。结果，难以发现和分析盘 ID 码 SC1。进而，当再现紧凑盘 41A 时，可不受噪音不利影响地再现盘 ID 码 SC1。

由于通过组合伪随机数数据序列 MS 和周期性变化的触发信号 TGL 产生的信号具有以相同概率发生的逻辑电平“1”和“0”，因此，即使盘 ID 码 SC1 应用于长度等于或大于 7T 周期并且在一个帧中随机出现的凹坑，也能可靠地再现盘 ID 码 SC1。

为了再现盘 ID 码 SC1，选择器 59 基于“异或”信号 MCZ 而选择数字再现信号，其中，“异或”信号 MCZ 是基于 M-序列随机数数据 MZ 和触发信号 TT 而产生的。从而，能可靠地再现以不容易发现和分析的方式记录的盘 ID 码 SC1。

第一实施例的修改

在上述第一实施例中，改变长度等于或大于 7T 周期的凹坑的凹坑宽度，以记录盘 ID 码。然而，根据本发明，如果再现系统具有用于再现信号抖动的足够裕量，就可改变长度等于或大于 6T 周期的凹坑的凹坑宽度，以记录盘 ID 码。

在上述第一实施例中，在距凹坑边缘预定距离的位置上缩小凹坑宽度。然而，如图 10(A)所示，具有一定长度或更长的凹坑的凹坑宽度可在凹坑的中央缩小，或者如图 10(B)所示，可在凹坑的中央增加具有一定长度或更长的凹坑的凹坑宽度，或者如图 10(C)所示，通过局部增加和缩小凹坑宽度而以三个值记录盘 ID 码。

可替换地，如图 10(D)所示，可在比与一个通道时钟脉冲周期相应的长度更大的长度上改变凹坑的凹坑宽度。

在上述第一实施例中，记录由每个帧一位表示的盘 ID 码。然而，可向预定数量的凹坑分配由一位表示的盘 ID 码，其中，所述每一个凹坑都具有预定的或更大的长度；或者，向凹坑周期性地连续分配由多位表示的盘 ID 码，其中，所述每一个凹坑都具有用于预定周期的

预定的或更大的长度。

如果向预定数量的凹坑分配由一位表示的盘 ID 码,就可省去再现系统中的凹坑计数器 64 和除法器 65。

第二实施例

根据上述第一实施例,用辅助信息局部调制凹坑宽度。根据以下描述的本发明第二实施例,用辅助信息调制凹坑的记录位置,即,所述位置在与激光束扫描凹坑方向正交的方向上摆动,其中,所述扫描方向即为与轨道横交的方向。

在第一实施例中,盘 ID 码被记录为变化的凹坑宽度。在第二实施例中,用凹坑和平面记录加密的数字音频信号,并且,对加密数字音频信号进行解密所需的密钥信息被记录为辅助信息。

图 11 以框图形式示出根据第二实施例的光盘记录设备 1B。光盘记录设备 1B 中与图 1 所示根据第一实施例的光盘记录设备 1A 相同的那些部件用相同的参考符号表示,并且在以下不详细描述。

在第二实施例中,数字音频带记录器 10 的数字音频信号 D1 提供给加密电路 61,其中,加密电路 61 基于加密密钥信息 KY 而对数字音频信号 D1 加密。加密数字音频信号 S1 提供给第一调制电路 11。

第一调制电路 11 基于加密数字音频信号 S1 和子码发生器 62 提供的子码数据而对紧凑盘执行预定的数据处理操作,并产生 EFM 信号 S2。

第一调制电路 11 的 EFM 信号 S2 提供给光学调制器 6,其中,光学调制器 6 用 EFM 信号 S2 对记录激光器 5 的激光束 L1 进行调制。调制激光束 L1 通过光学偏转器 64 作用到原版盘 2 上,原版盘 2 暴露在调制激光束 L1 下。

密钥调制电路 63 从加密密钥信息 KY 产生密钥调制信号 KS。光学偏转器 64 基于密钥调制电路 63 的密钥调制信号 KS 而使激光束 L2 偏转,使激光束 L2 在原版盘 2 上的扫描位置在原版盘 2 的径向方向上位移,由此使原版盘 2 上的凹坑位置在径向方向上位移,即,在与

激光束 L2 扫描原版盘 2 的方向正交的方向上位移。

图 12 以框图形式示出密钥调制电路 63 的细节。如图 12 所示，密钥调制电路 63 包括同步检测电路 21、时钟再现电路 22、伪随机数序列产生电路 23、计数器 24、“异或”电路 25、以及 D 触发器 26，其中，这些部件与根据第一实施例的第二调制电路 7 中的部件相同。

根据第二实施例，子码检测电路 71 从 EFM 信号 S2 检测子码，并对子码进行解码。子码检测电路 71 监视在被解码的子码中包含的时间信息，并且，输出一秒钟检测脉冲 SECP，其中，每次时间信息改变一秒钟时，脉冲 SECP 的信号电平变高。根据紧凑盘格式，由于对一秒钟分配 98 帧，因此，子码检测电路 71 输出信号电平在 98 个帧时钟脉冲 FCK 周期中变高的一秒钟检测脉冲 SECP。

一秒钟检测脉冲 SECP 提供给计数器 72 的重置端。计数器 72 从同步检测电路 21 计算时钟脉冲 FCK。当一秒钟检测脉冲 SECP 变高时，计数器 72 重置其计数输出 CT。从而，计数器 72 作为计数值 CT 在一秒钟周期内循环的环形计数器，并且，计数值 CT 与帧时钟脉冲 FCK 同步地改变。

从计数器 72 输出的计数值 CT 提供给数据选择器 73。数据选择器 73 输出保存的数据，其中，所述数据由计数器 72 的计数值 CT 寻址。

由于从计数器 72 输出的计数值 CT 与同步图案同步地、以与一秒钟内的帧数（98 帧）一样多的次数周期性地连续改变，因此，通过计数值 CT 寻址数据选择器 73，与同步图案同步地连续输出 98 种数据段。

由于从计数器 72 输出的计数值 CT 借助一秒钟检测脉冲 SECP 而在每一秒钟内循环，因此，数据选择器 73 在连续的秒钟周期内重复输出 98 种数据段。

数据选择器 73 与同步图案同步地在连续的秒钟周期内重复输出 98 种数据段，其中，所述每个数据段都包括 1 位数据。向 98 位数据的一些数据分配 54 位的加密密钥信息 KY，并且，向 98 位数据的剩

余 44 位分配无意义数据位。在本实施例中，固有值数据 KZ 被分配为无意义数据。

数据选择器 73 向“异或”电路 25 提供输出数据 KD。

“异或”电路 25 对 M-序列随机数数据 MS（参见图 13(C)）、计数器 24 的触发信号 TGL（参见图 13(D)）和数据选择器 73 的输出数据 KD 求“异或”，并且，输出“异或”信号 MS1b（参见图 13(E)）。

具体地，当触发信号 TGL 为电平“0”时，如果数据选择器 73 的输出数据 KD 为逻辑电平“0”，“异或”电路 25 就输出“异或”信号 MS1b，其中，“异或”信号 MS1b 由 M-序列随机数数据 MS 的逻辑电平表示。相反，如果数据选择器 73 的输出数据 KD 为逻辑电平“1”，“异或”电路 25 就输出“异或”信号 MS1b，其中，“异或”信号 MS1b 由 M-序列随机数数据 MS 的逻辑电平的反相表示。从而，“异或”电路 25 用 M-序列随机数数据 MS 和触发信号 TGL 对加密密钥信息 KY 进行调制，其中，加密密钥信息 KY 用数据选择器 73 的输出数据 KD 代表。“异或”电路 25 的“异或”信号 MS1b 提供给 D 触发器 26 的 D 端子。

D 触发器 26 具有被提供 EFM 信号 S2（参见图 13(A)）的时钟端子。从而，D 触发器 26 产生闩锁输出信号 MSHb（参见图 13(F)），信号 MSHb 表示“异或”信号 MS1b 的电平在 EFM 信号 S2 的各个正向边被闩锁。

在本实施例中，从原版盘 2 制造的光盘包含其扫描开始边与 EFM 信号 S2 的正向边相应的凹坑，其中，原版盘 2 暴露在通过 EFM 信号 S2 的信号电平调制的激光束下。

在“异或”电路 25 以通道时钟脉冲 CK（参见图 13(B)）的周期连续输出的输出数据 MS1b 中，D 触发器 26 对在开始形成每个凹坑时产生的输出数据 MS1b 进行闩锁，并且保存闩锁输出数据 MS1b 的逻辑电平，直到完全形成至少一个凹坑为止，其中，所述周期作为用于形成凹坑的基准周期。

D 触发器 26 通过放大器 74 输出输出信号 MSHb，作为密钥调制

电路 63 的输出信号 KS。放大器 74 是用于激励光学偏转器 64 的激励放大器。对于整个凹坑，放大器 74 的输出信号 KS 改变激光束点在原版盘 2 的径向方向上的位置。

放大器 74 的增益设定得使激光束点在原版盘 2 上的位置最大位移轨道间距的 1/50，由此防止损坏由光盘记录设备 1B 记录成凹坑序列的数据。

根据第二实施例，对光盘记录设备 1B 制造的原版盘 2 进行显影，并接着电铸成母盘。接着，用母盘制造压模。随后，以与普通紧凑盘制造过程相同的方式，从压模制造光盘 41B。

根据第二实施例，光盘 41B 包含被记录为凹坑序列的加密音频数据 D1 和被记录为径向位移凹坑的加密密钥信息 KY。

在普通的紧凑盘上，根据 EFM 信号 S2，在轨道中央上连续形成凹坑，根据凹坑长度和凹坑间隔而记录音频数据（参见图 13(G)）。在根据第二实施例的光盘 41B 上，根据凹坑长度和凹坑间隔而记录加密音频数据，并且，用于对加密音频数据解密的密钥信息 KY 被记录为径向位移的凹坑（参见图 13(H)）。

以下描述被因此记录成辅助信息的密钥信息 KY 的再现过程。图 14 以框图形式示出用于再现如上所述制造的光盘 41B 的光盘再现设备 40B。光盘再现设备 40B 中与图 7 所示光盘播放器 40A 相同的那些部件用相同的参考符号表示，并且在以下不详细描述。

在图 14 所示的光盘再现设备 40B 中，由于对 ECC 解码电路 48 的输出信号加密，因此，解密电路 81 用密钥信息 KY 对 ECC 解码电路 48 的加密输出信号解密，其中，密钥信息 KY 是由加密密钥检测电路 80 从光盘 41B 上的记录信号检测到的。

光学拾波器 44 对光盘 41B 作用激光束，并且用光电检测器检测从光盘 41B 返回的激光束。光学拾波器 44 输出再现信号 RF，其中，再现信号 RF 的信号电平随着光电检测器检测表面上返回激光束的光量而改变。再现信号 RF 的信号电平根据记录在光盘 41B 上的凹坑而改变。

光学拾波器 44 根据推挽方法对从光盘 41B 返回的激光束进行处理，产生推挽信号 PP，其中，推挽信号 PP 的信号电平随着凹坑相对于光盘 41B 上激光束点的位置而改变。光学拾波器 44 还产生和输出其信号电平随着聚焦误差量而改变的聚焦误差信号。

伺服电路 43 限制光学拾波器 44 的推挽信号 PP 的频带，以产生跟踪误差信号，其中，跟踪误差信号的电平随着激光束点相对于轨道中心的离轨量（脱轨量）而改变。伺服电路 43 基于跟踪误差信号而对光学拾波器 44 执行跟踪控制，以调节激光束点在光盘 41B 上的位置。伺服电路 43 还基于聚焦误差信号而对光学拾波器 44 执行聚焦控制，以使激光束点在光盘 41B 上聚焦。

根据第二实施例，光学拾波器 44 的推挽信号 PP 提供给高通滤波器 82。高通滤波器 82 从推挽信号 PP 除去激光束点相对于轨道中心的离轨量，并且，输出位移检测信号 HPP，其中，推挽信号 PP 的信号电平随着凹坑相对于光盘 41B 上的激光束点的位置而改变，位移检测信号 HPP 的信号电平随着凹坑相对于轨道中心的位置而改变。

向加密密钥检测电路 80 提供来自时钟再现电路 46 的通道时钟脉冲 CCK、来自二进制转换器 45 的二进制信号 BD 以及来自高通滤波器 82 的位移检测信号 HPP，并且，加密密钥检测电路 80 从位移检测信号 HPP 检测密钥信息 KY。

图 15 以框图形式示出加密密钥检测电路 80 的细节。

如图 15 所示，子码检测电路 801 基于时钟再现电路 46 的通道时钟脉冲 CCK（参见图 9(C)）而监视二进制信号 BD（参见图 9(A)和 9(B)），并且对二进制信号 BD 的子码信息进行解码。子码检测电路 801 监视被解码的子码信息的时间信息，并且输出一秒钟检测脉冲 SECP，其中，每次时间信息改变一秒钟时，脉冲 SECP 的信号电平变高。

同步图案检测电路 802 基于时钟再现电路 46 的通道时钟脉冲 CCK 而对二进制转换器 45 的二进制信号 BD 连续开锁，并且确定二进制信号 BD 的连续逻辑电平，以检测帧同步信号。基于检测的帧同

步信号，同步图案检测电路 802 在每个帧开始时输出在一个通道时钟脉冲 CCK 周期内信号电平为高的设定脉冲 FSET（参见图 9(E)），并且在设定脉冲 FSET 之后输出在一个通道时钟脉冲 CCK 周期内信号电平为高的清零脉冲 FCLR（参见图 9(D)）。

二进制信号 BD 具有在 588 个通道时钟脉冲的周期内每秒钟重复 98 次的同步图案。从而，同步图案检测电路 802 与同步图案同步地输出清零脉冲 FCLR 和设定脉冲 FSET。

凹坑检测电路 803 基于通道时钟脉冲 CCK 而对二进制信号 BD 连续开锁，并且比较两个连续的开锁数据，从二进制信号 BD 检测凹坑前缘的时间。根据检测的时间，凹坑检测电路 803 在凹坑前缘的计时输出边缘检测信号 PT。相似地，凹坑检测电路 803 检测凹坑后缘的时间，并且，基本上在每个凹坑的凹坑前缘计时与凹坑后缘计时的中间输出中间检测信号 CTP。

在伪随机数序列产生电路 804 中具有 ROM，电路 804 用同步图案检测电路 802 的清零脉冲 FCLR 对地址初始化。接着，电路 804 基于通道时钟脉冲 CCK 而对地址步进，以访问 ROM，由此产生与光盘记录设备 1B 产生的 M-序列随机数数据 MS 相对应的 M-序列随机数数据 MX。

开锁电路 805 用凹坑检测电路 803 的边缘检测信号 PT 对伪随机数序列产生电路 804 的 M-序列随机数数据 MX 进行开锁，并且输出经过开锁的 M-序列随机数数据 MZb。也就是说，开锁电路 805 在与密钥调制电路 63 中“异或”电路 25 的处理操作相关的时间，即在开始形成每个凹坑时，对 M-序列随机数数据 MX 进行开锁，并且，输出 M-序列随机数数据 MZb，其中，M-序列随机数数据 MZb 保存经过开锁的 M-序列随机数数据 MX，直到一个凹坑结束为止。

计数器 806 包括对通道时钟脉冲 CCK 计数的 4 位计数器。计数器 806 由从同步图案检测电路 802 输出的清零脉冲 FCLR 清零。计数器 806 提供计数器值的最高有效位，作为触发信号 TT。触发信号 TT 与在光盘记录设备 1B 中产生的触发信号 TGL 相对应。触发信号 TT

提供给“异或”电路 807。

“异或”电路 807 通过对从门控电路 805 输出的 M-序列门控信号 MZb 和从计数器 806 输出的触发信号 TT 进行“异或”而产生“异或”信号 MCZb，并且把产生的“异或”信号 MCZb 作为选择控制信号而提供给选择器 808。

模拟-数字转换器 809 基于通道时钟脉冲 CCK 而把高通滤波器 82 的位移检测信号 HPP 转换为 8 位数字信号。数字信号直接提供给选择器 808。数字信号的极性还由极性反相电路 810 反相，并接着提供给选择器 808。

根据“异或”电路 807 的“异或”信号 MCZb 的逻辑电平，选择器 808 从模拟-数字转换器 809 直接提供的数字信号和极性反相电路 810 的极性反相数字再现信号中选择任一个，并输出其。

具体地，当“异或”信号 MCZb 为逻辑电平“1”时，选择器 808 选择并输出从模拟-数字转换器 809 直接提供的数字信号，并且，当“异或”信号 MCZb 为逻辑电平“0”时，选择器 808 选择并输出极性反相数字再现信号。从而，选择器 808 把借助 M-序列信号 MS 调制的加密密钥信息 KY 的逻辑电平与触发信号 TGL 再现为多值数据，并向加法器 811 输出多值数据，作为再现数据 RX。

加法器 811 包括 16 位数字加法器，加法器 811 把再现数据 RXb 与累加器 812 的输出数据 AXb 相加，并输出和数据，其中，累加器 812 对加法器 811 的输出数据进行累加。累加器 812 包括 16 位存储器，其中，16 位存储器用于保存加法器 811 的输出数据，并向加法器 811 反馈累加数据。加法器 811 和累加器 812 联合用作累加加法器。

具体地，在累加器 812 用同步图案检测电路 802 的清零脉冲 FCLR 清除其累加数据之后，累加器 812 与凹坑检测电路 803 的信号 CTP 同步地累加加法器 811 的输出数据。累加器 812 向二进制转换器 813 输出累加值 AXb。

二进制转换器 813 基于预定基准值而把累加器 812 的累加值 AXb 转换为二进制数据，并且输出二进制数据。具体地，二进制转换器 813

把选择器 808 的密钥信息 KY (KD) 的多值再现数据 RXb 转换为二进制数据, 并且向移位寄存器 814 输出二进制数据。

移位寄存器 814 包括 98 位移位寄存器, 移位寄存器 814 在设定脉冲 FSET 的正向边的计时连续地读取和输出二进制转换器 813 的二进制数据。移位寄存器 814 向门锁触发器 815 传递输出数据。

触发器 815 在与一秒钟检测脉冲 SECP 相关的时间读取和保存移位寄存器 814 的输出数据, 作为并行数据。从而, 触发器 815 保存包括密钥信息 KY 和固有值数据 KZ 的数据 KD。加密密钥检测电路 80 从触发器 815 有选择性地输出位, 向解密电路 81 提供密钥信息 KY, 以对加密数字音频信号进行解密。

在第二实施例中, 尽管从每个凹坑获得的位移检测信号 HPP 代表小的位移, 但是, 如上所述, 即使 SN 比极差, 也在一个帧上累加位移检测信号 HPP, 并且, 在高 SN 时, 位移检测信号 HPP 被识别为二进制电平, 以再现密钥信息 KY。因而可靠地再现难以发现的密钥信息 KY。

在加密密钥检测电路 80 中, 当累加器 812 累加位移检测信号 HPP 的信号电平时, 累加器 812 在与每个凹坑中心相应的时间读取和累加加法器 811 的和。从而, 加密密钥检测电路 80 可在信号电平足够稳定时, 累加位移检测信号 HPP 的信号电平, 因而进一步提高检测密钥信息的准确度。

第二实施例的修改

在上述第二实施例中, 向一个帧分配一位密钥信息。然而, 可向一个帧分配多位密钥信息, 或者, 向多个帧分配一位密钥信息。可替换地, 不是向被记录为凹坑序列的一帧或多帧音频数据分配一位或多位密钥信息, 而是基于凹坑数量而分配一位密钥信息。

在上述第二实施例中, 向一个帧分配一位密钥信息, 由此在 50 或更多的凹坑上分配和记录一位密钥信息。然而, 如果需要, 被分配一位密钥信息的凹坑数量可设定为各种值。

在上述第二实施例中，在密钥信息上增加无意义数据位，并一起记录。然而，可在密钥信息上增加纠错码，并一起记录。也可在密钥信息上增加版权数据，并一起记录。

在上述第二实施例中，把加密音频数据解密所需的密钥信息被记录为辅助信息。然而，通过改变凹坑的记录位置，可记录对加密音频数据解密所需的各种数据，如对密钥信息进行选择和解码所需的数据，作为辅助信息。

第二实施例也可应用于把根据第一实施例的盘 ID 码记录为辅助信息。

其它实施例

根据本发明，改变凹坑或标记的记录轨迹的过程不局限于以上描述的第一实施例和第二实施例。

根据替代实施例，可通过用伪随机数数据序列和触发信号对辅助信息调制而产生的信号，调制 EFM 信号 S2 的正向边或负向边的时间，由此控制凹坑或标记的长度（凹坑或标记沿着轨道扫描方向的长度），从而，凹坑或标记的前缘或后缘的位置将在基本周期 T 的 10% 内位移，因而，改变记录轨迹（参见日本专利特开平 No. 11-126426）。

在此实例中，可通过与根据第一实施例的光盘再现设备 40 的盘 ID 码再现电路相似的电路，对辅助信息进行解调。

可替换地，基于通过用伪随机数数据序列和触发信号对辅助信息调制而产生的信号，可在距凹坑或标记的边缘预定距离的位置上，局部改变信息记录表面的反射率，由此改变凹坑或标记的记录轨迹，以记录辅助信息（参见日本专利特开平 No. 11-191218）。

在以上实例中使用的光盘的反射记录表面是与 CD-R（可记录紧凑盘：写一次光盘）的信息记录表面相同的膜结构。此光盘构造为：当光量等于或大于预定电平的激光束作用到光盘上时，反射记录表面在被作用激光束的位置上的反射率不可逆转地改变，并且，反射率的变化可被检测为返回光量的变化。

通过精加工设备在主信息被记录为凹坑或标记的光盘上追加记录辅助信息。具体地，根据基于辅助信息的数据序列，在距凹坑或标记的边缘预定距离的位置上，局部改变光盘的信息记录表面的反射率，其中，所述辅助信息由通过组合伪随机数数据序列和给定周期信号而产生信号调制。

由于辅助信息追加记录所导致的反射率变化，来自光盘的再现信号 RF 具有局部改变的信号电平，其中，在所述光盘上追加记录辅助信息。可基于再现信号 RF 的信号电平中的变化而再现辅助信息。

进一步地，可替换地，基于用伪随机数数据序列和触发信号调制辅助信息而产生的信号，在激光束跨过凹坑或标记时，通过局部改变光盘的反射率，可在光盘上记录辅助信息（参见日本专利特开平 No. 11-163750）。

在以上实施例中，计数器 24 和计数器 60 中的每一个都包括 4 位计数器。然而，在它们输出信号中以相同概率出现逻辑电平“1”和逻辑电平“0”的情况下，可以使用其它位长的计数器。

在以上实施例中，计数器 24 和计数器 60 或计数器 806 中的每一个都是用于以相同间隔输出逻辑电平“1”和逻辑电平“0”的简单布置。然而，可组合多个计数器，以产生代表逻辑电平重复序列的周期信号，如，在 7 个通道时钟脉冲内为逻辑电平“1”、在接下来的 9 个通道时钟脉冲内为逻辑电平“0”、在接下来的 9 个通道时钟脉冲内为逻辑电平“1”、以及在接下来的 7 个通道时钟脉冲内为逻辑电平“0”。如果在信号的每个重复周期中逻辑电平“1”的数量和逻辑电平“0”的数量相同，该信号就可用作周期性触发信号 TGL 或 TT。

在以上实施例中，计数器 24 和计数器 60 或计数器 806 中的每一个都包括寄存器，其中一个寄存器产生输出信号。然而，可设置储存相同数量逻辑电平“1”和逻辑电平“0”的表格，并且，通过计数器的计数值寻址，可查询所述表格，以产生代表从所述表格读取的逻辑电平序列的周期信号。

在第一实施例中，代表伪随机数序列（M-序列随机数）与周期

性触发信号 (TGL, TT) 组合的信号用于记录和再现辅助信息, 如盘 ID 信号 SC1 或密钥信息 KY。然而, 可在表格中记录代表伪随机数序列与周期性触发信号组合的信号, 并且, 可查询该表格来取代随机数产生电路 23、55、804 以及计数器 24、60、806。

在以上实施例中, 对导入区中凹坑的凹坑宽度进行调制, 以便在以凹坑和平面记录代表主信息的数据序列之外, 记录代表辅助信息的数据序列。进而, 根据本发明, 可改变凹坑或标记的记录轨迹, 以在各种区域, 如用户区中记录代表辅助信息的数据序列。例如, 改变凹坑或标记的记录轨迹, 以在没有辅助信息的区域中记录代表辅助信息的数据序列, 使得难以发现其中记录代表辅助信息的数据的区域。

在以上实施例中, 诸如数字音频信号的主信息和诸如盘 ID 码的辅助信息转换为二进制信号, 并且被再现。本发明还可应用于任何各种识别处理, 如维特比解码处理。

在以上实施例中, 对数字音频信号进行 EFM 调制并进行记录。然而, 本发明还可应用于通过任何各种调制处理, 如 1-7 调制处理、8-16 调制处理和 2-7 调制处理, 调制的数字音频信号。

在以上实施例中, 所希望的数据被记录为凹坑和平面。然而, 本发明还可应用于把希望的数据记录成标记和空白。

在以上实施例中, 本发明应用于记录音频信号的紧凑盘及其外围装置。然而, 本发明也可应用于诸如视频盘的各种光盘及其外围装置。

工业应用

根据本发明, 由于通过预定的周期信号对伪随机数进行调制, 因此, 即使 (在几十个重复周期中) 观察几十个伪随机数, 也难以估计伪随机数序列的结构。从而, 任何试图制造非法拷贝的人发现难以分析和复制其上记录辅助信息的光盘。

图1

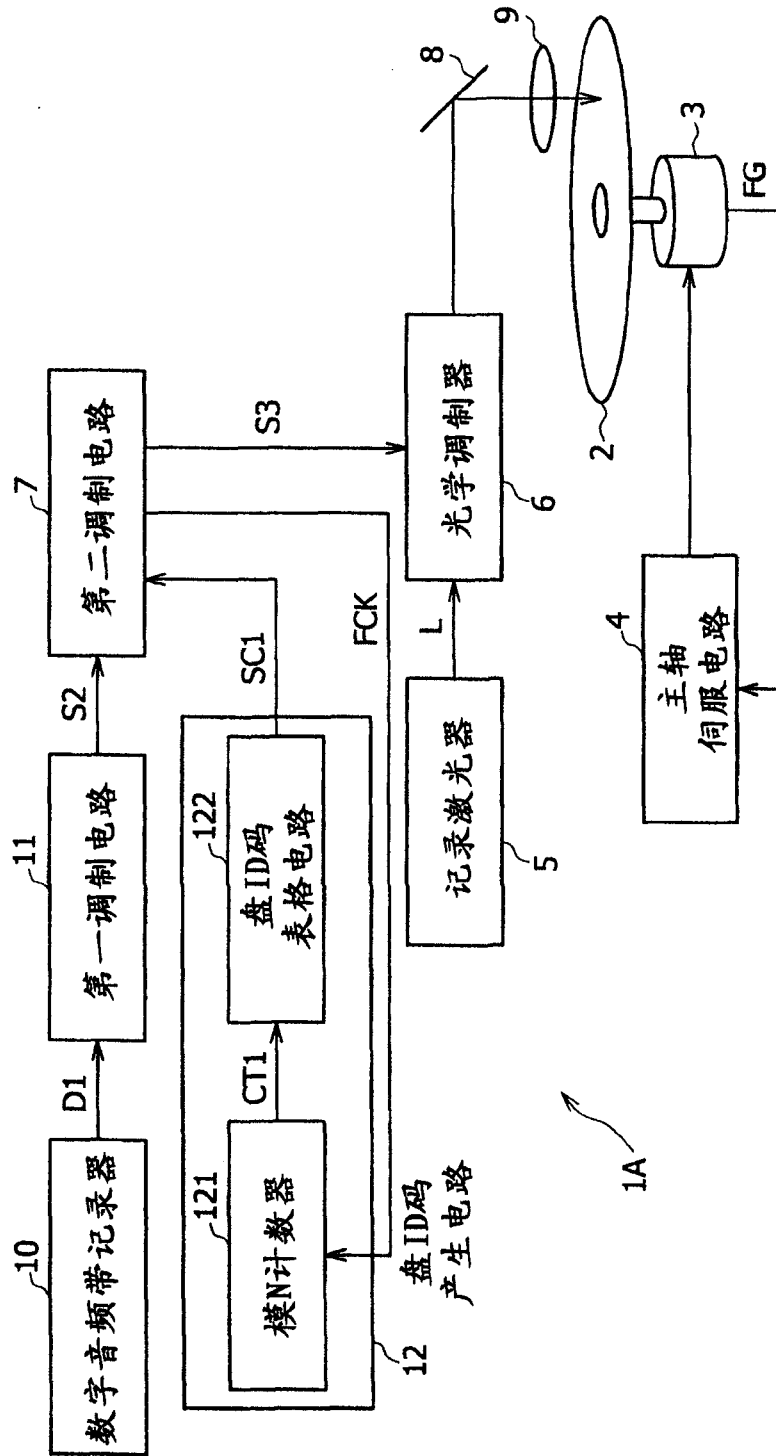


图2

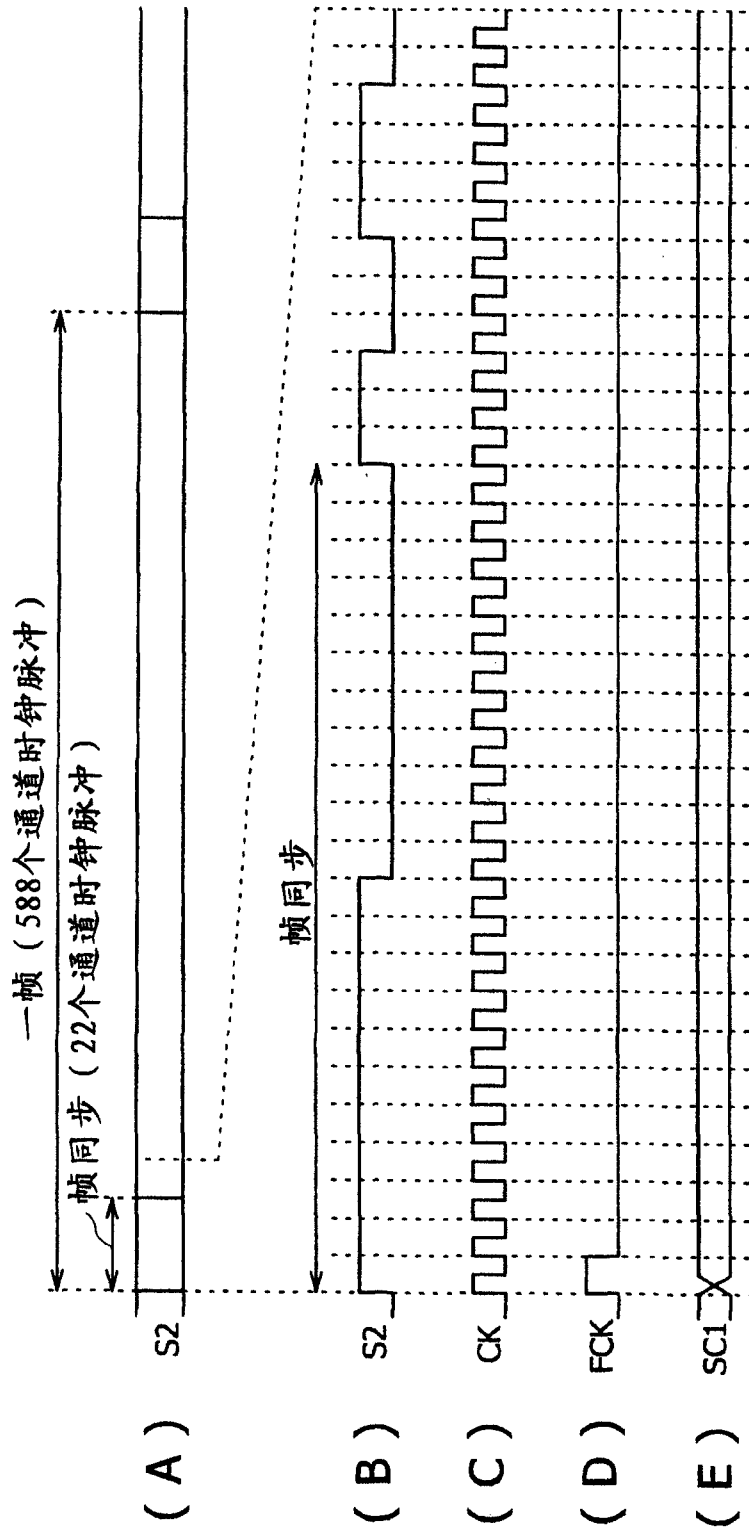


图 3

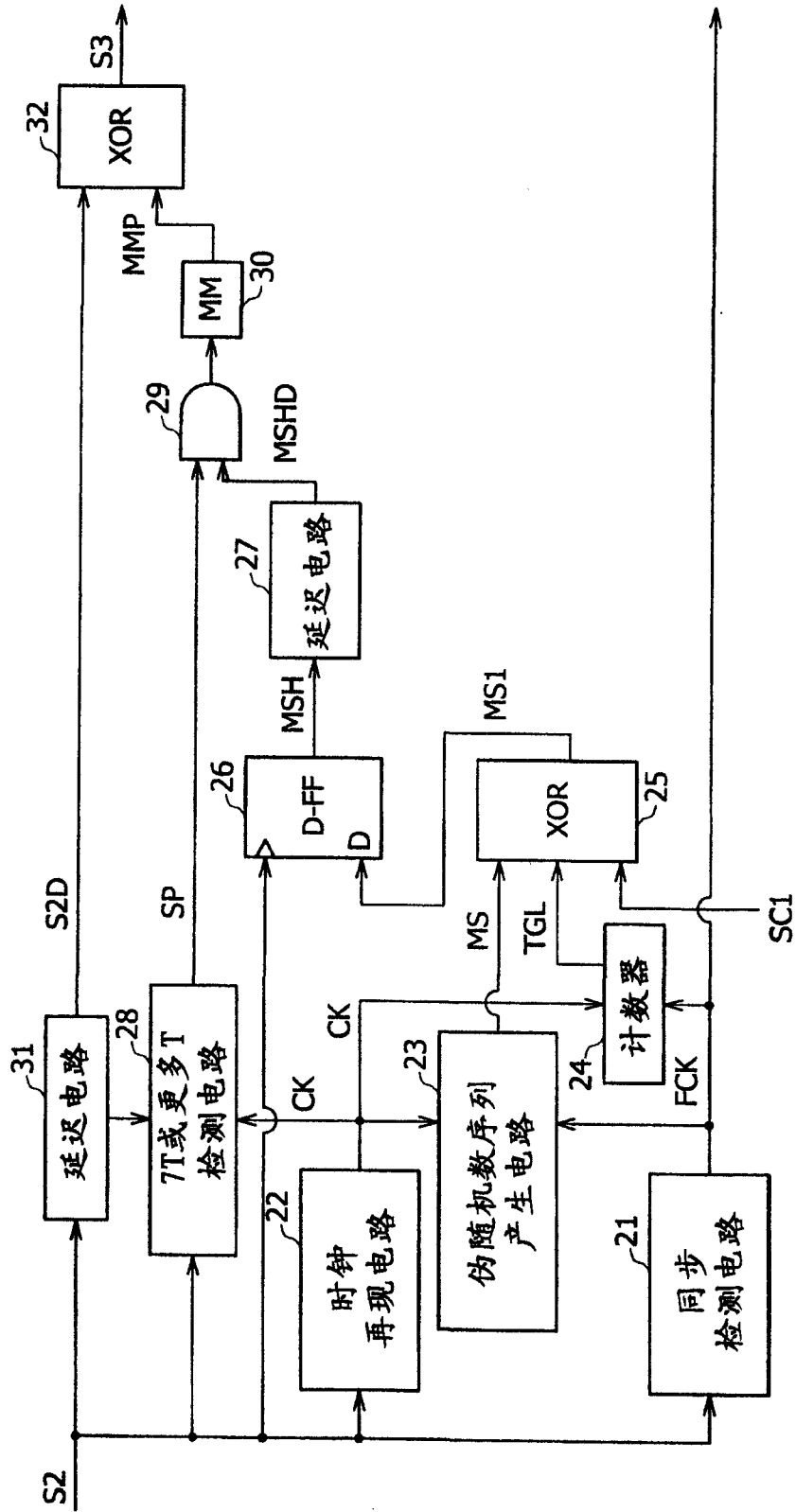


图4

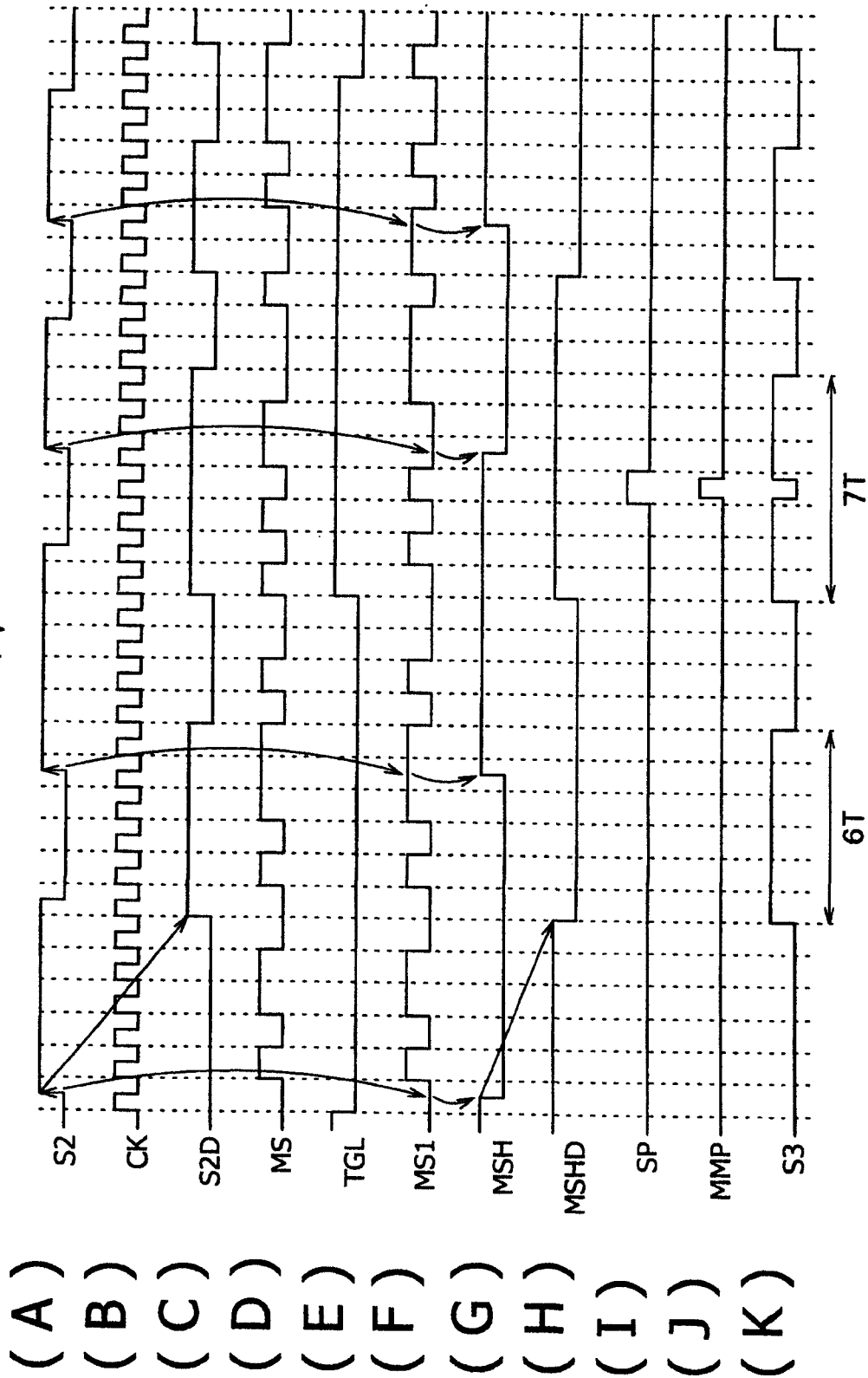


图5

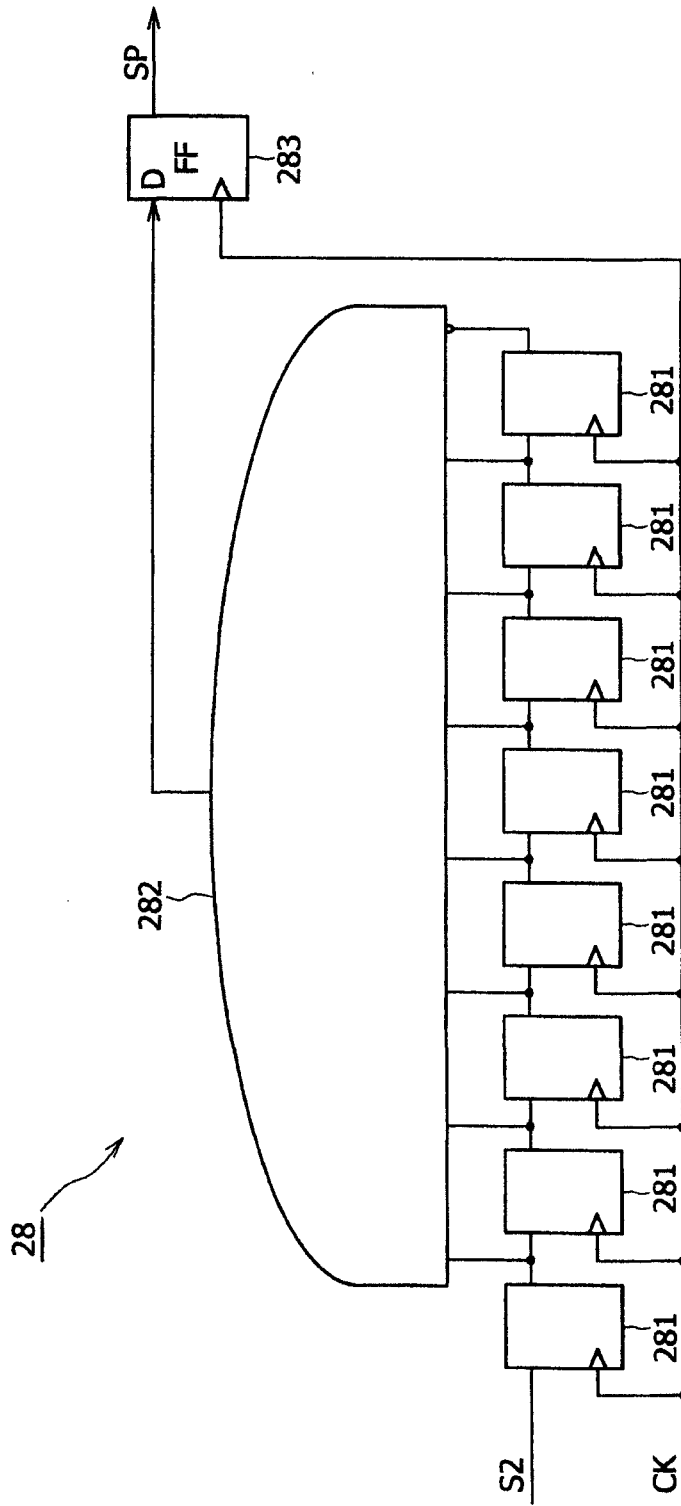


图6

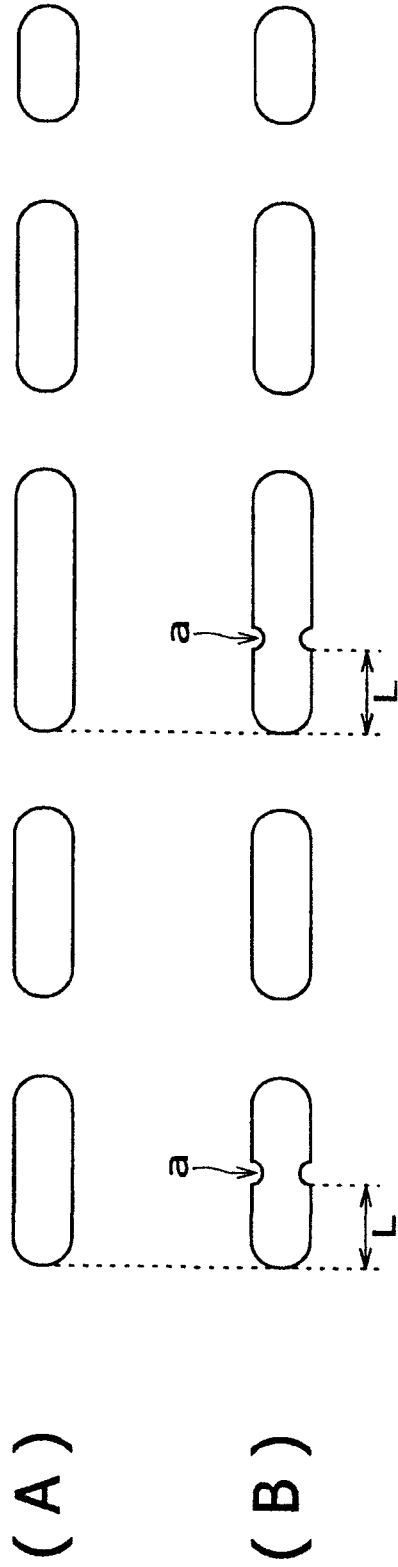


图7

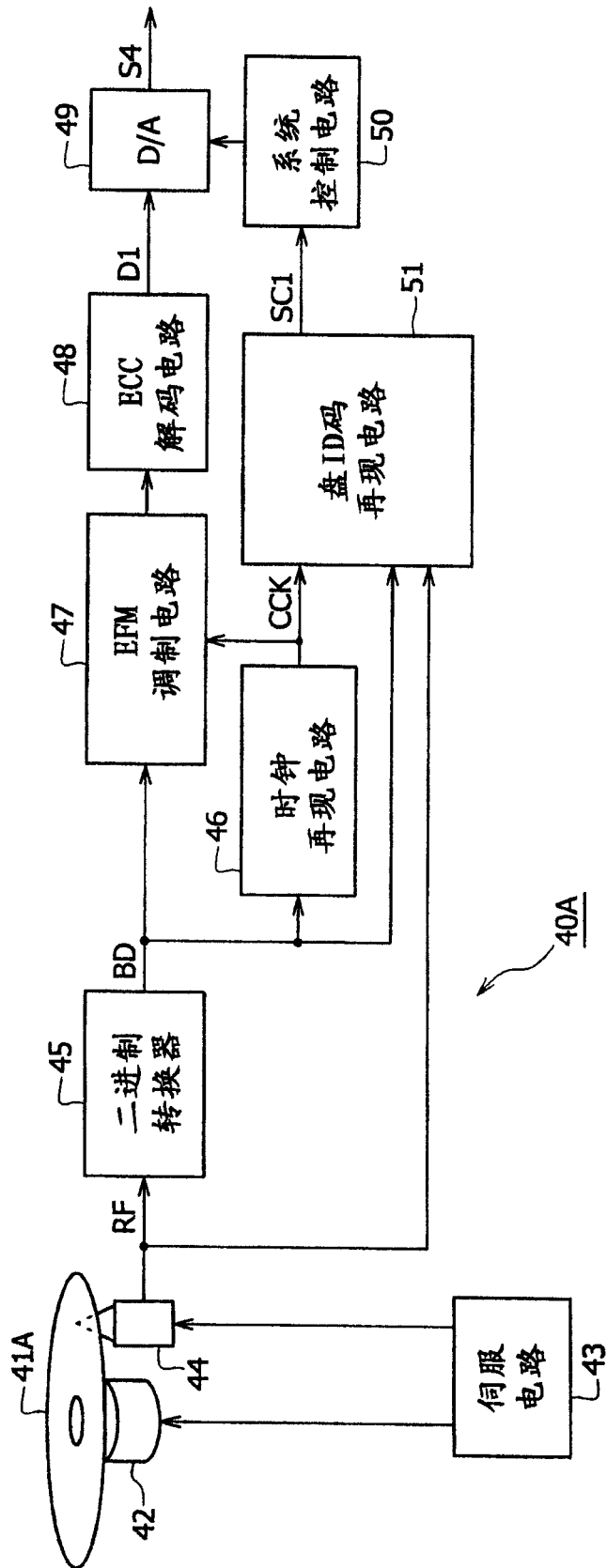


图 8

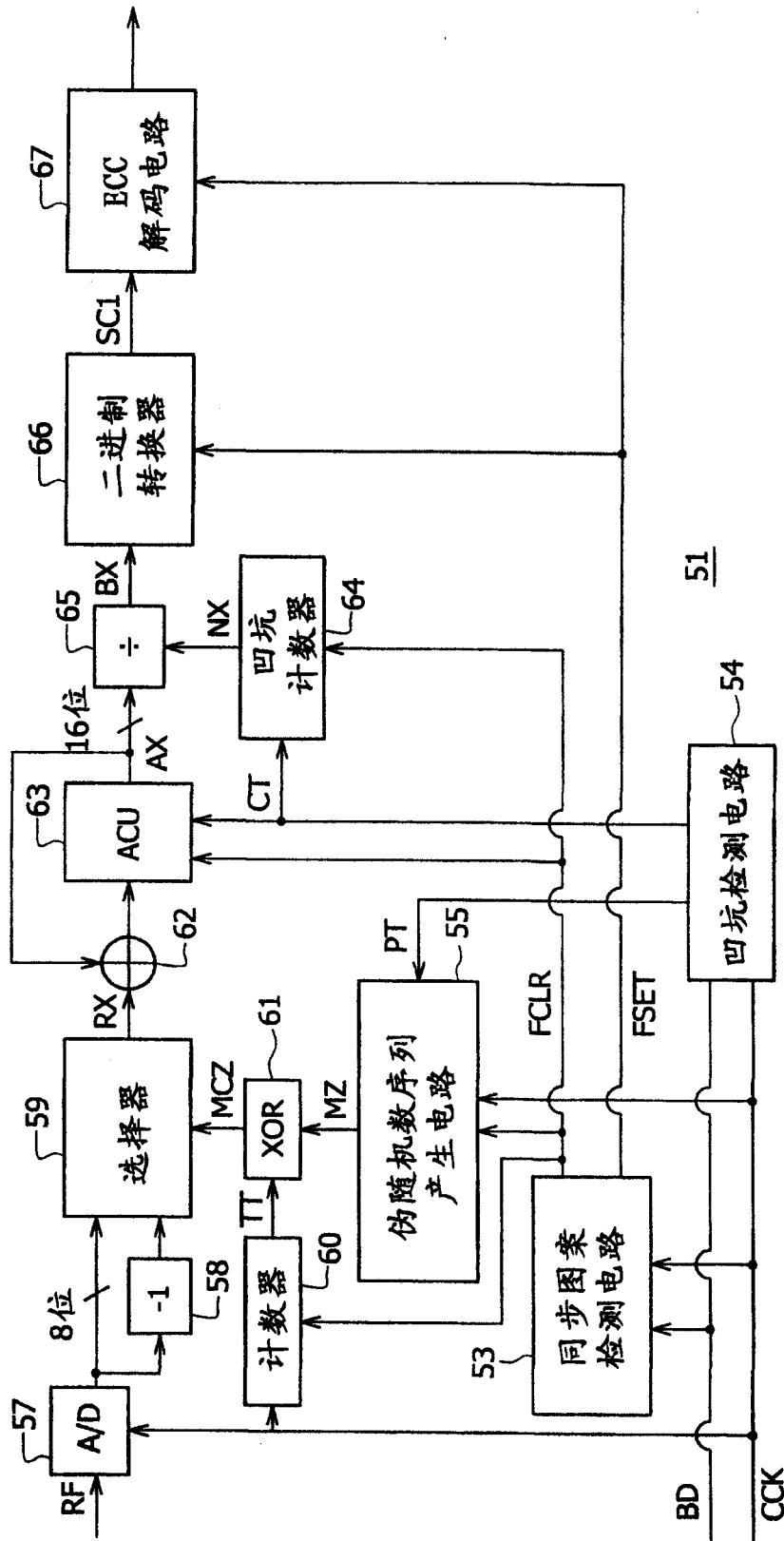
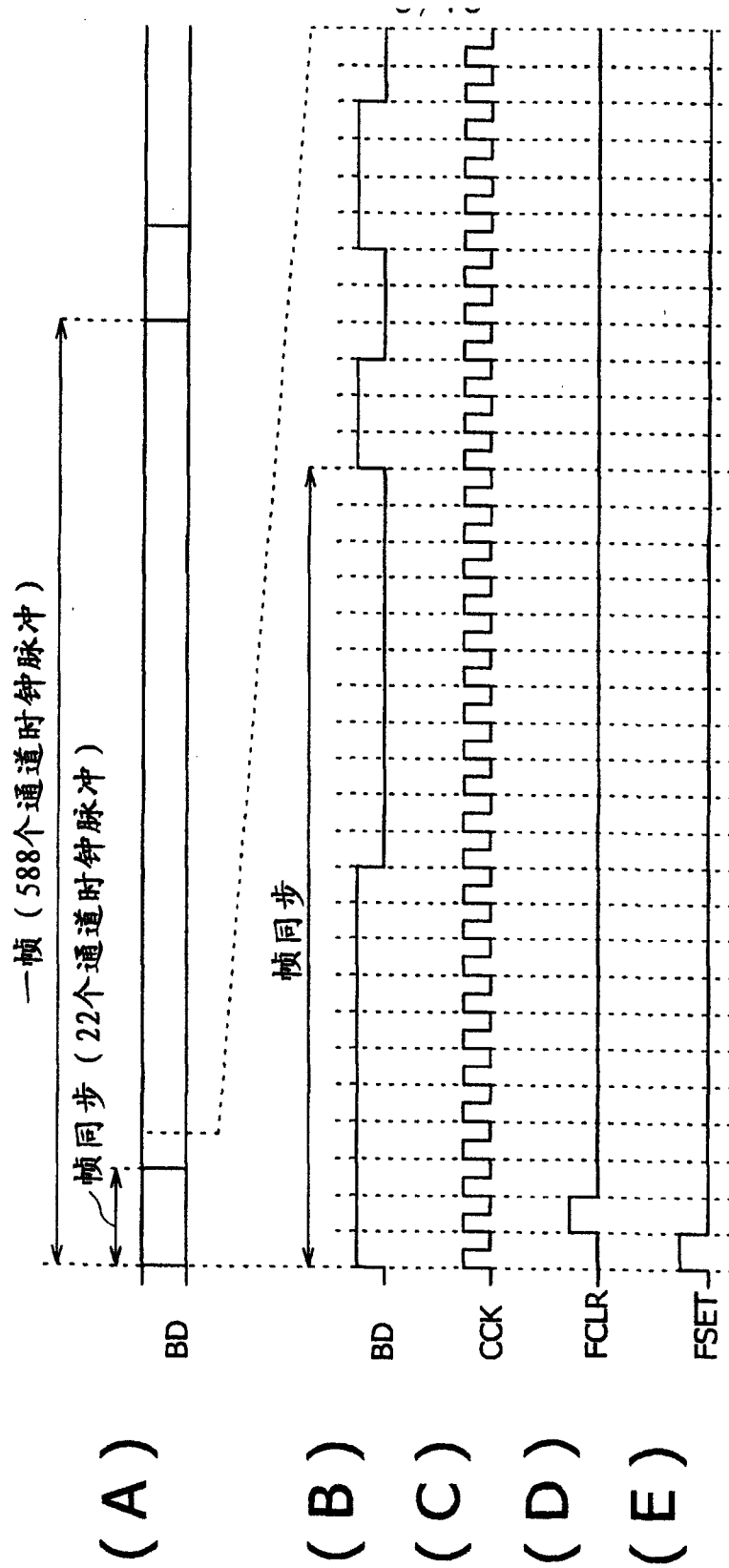


图9



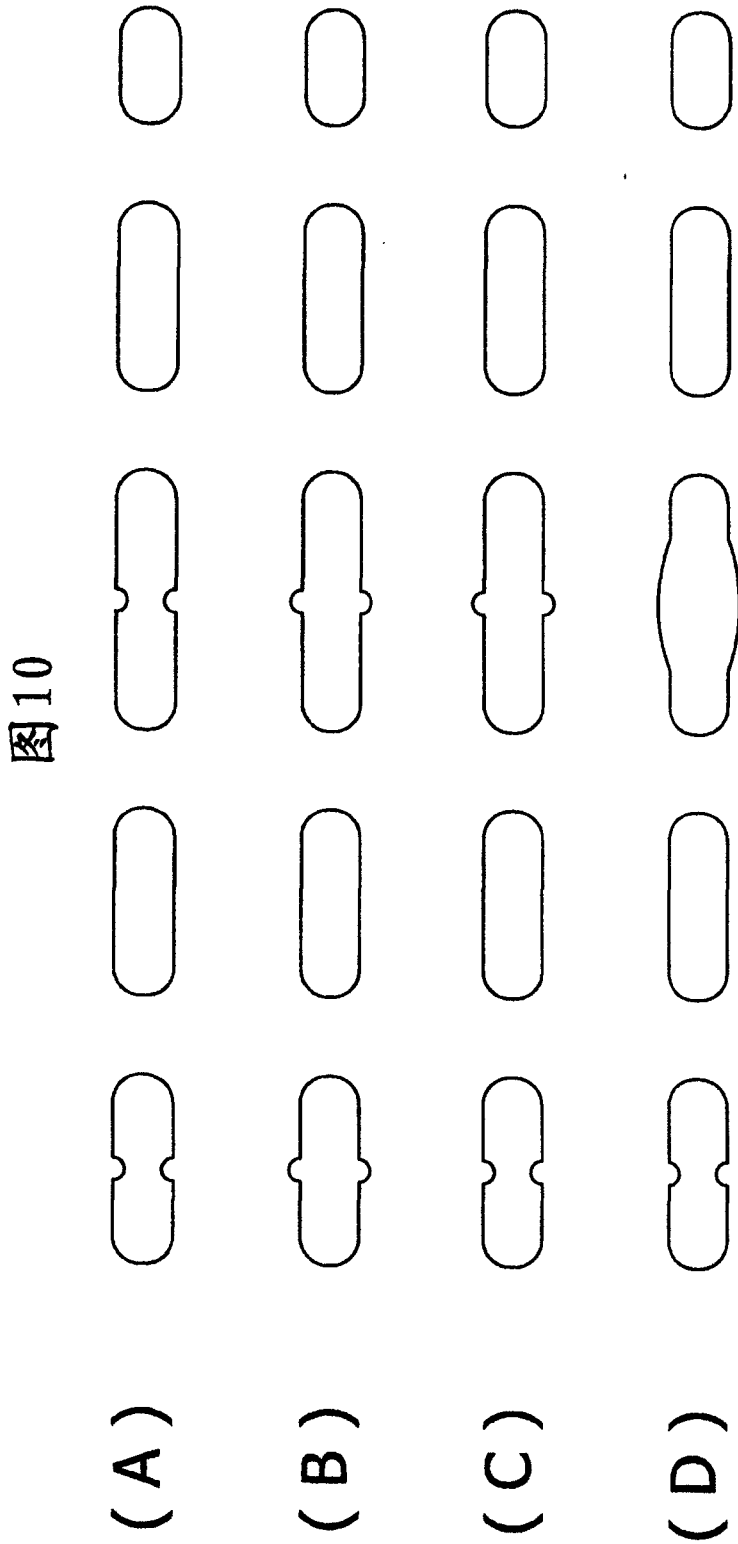


图11

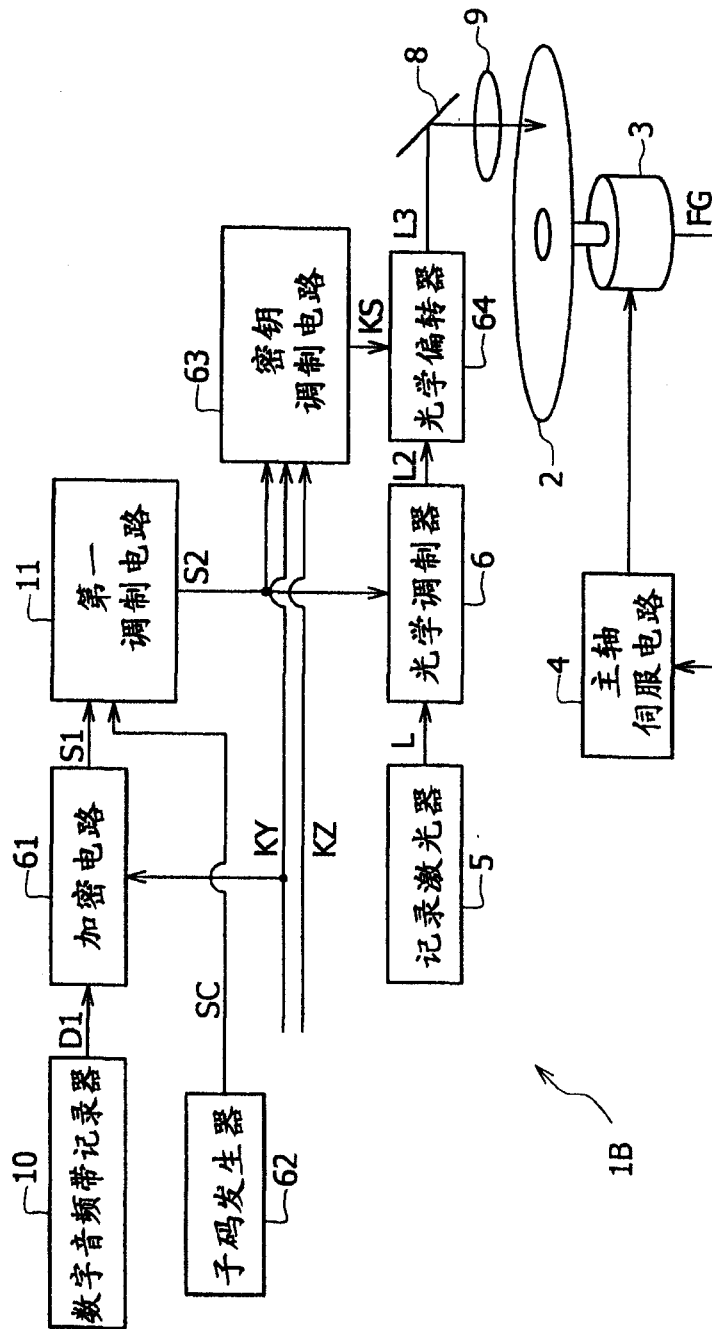


图12

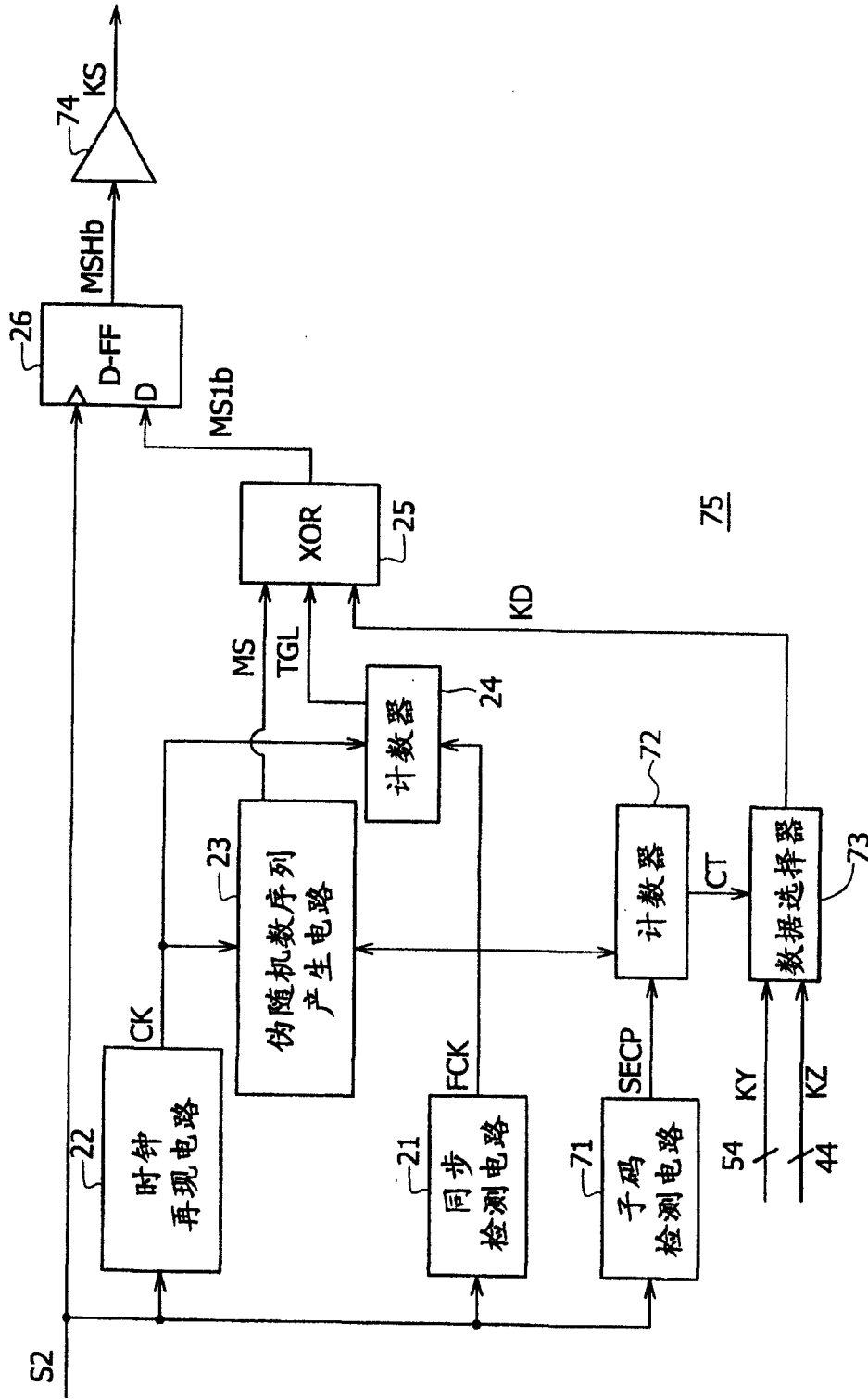


图13

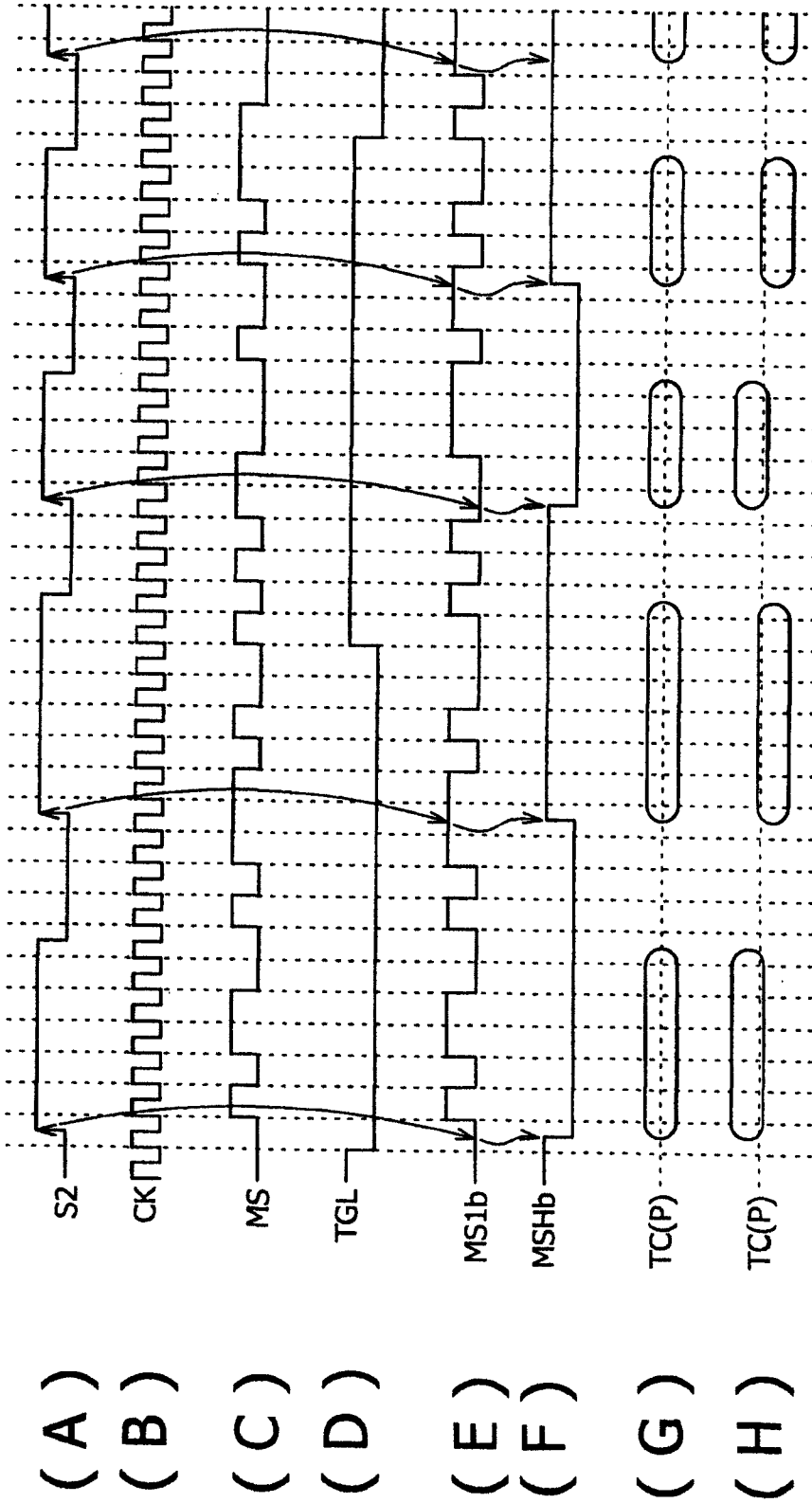


图14

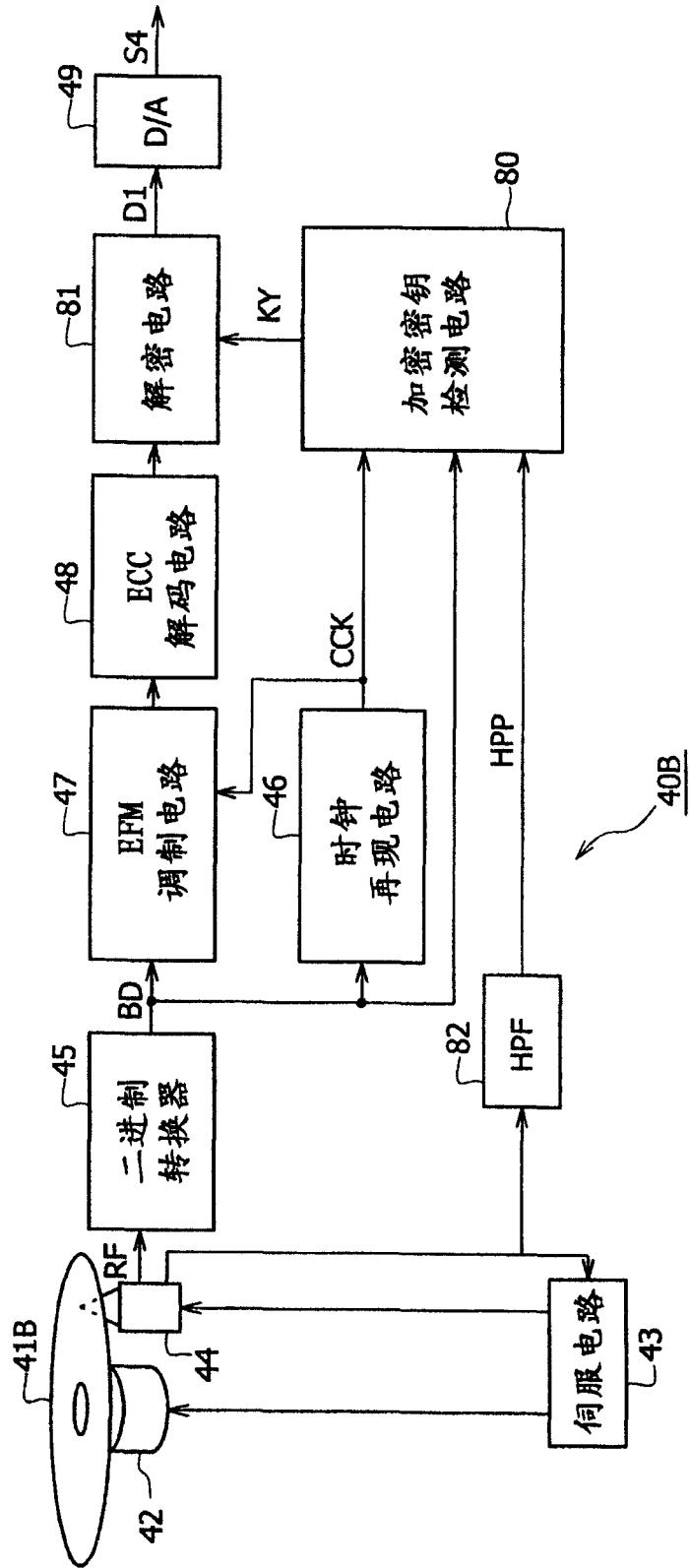


图15

