[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 11/10 (2006.01)
H03M 13/27 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200310116401.5

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1288561C

[22] 申请日 1999.7.19
[21] 申请号 200310116401.5
分案原申请号 99801715.9
[30] 优先权
[32] 1998.7.27 [33] EP [31] 98202511.6
[73] 专利权人 皇家菲利浦电子有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬
共同专利权人 索尼公司
[72] 发明人 M·E·范迪克
L·M·G·M·托惠詹
J·A·H·M·卡尔曼
C·P·M·J·巴根 M·哈托里
K·雅马莫托 T·纳拉哈拉
S·森舒
审查员 赵小宁

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 傅 康 陈 霁

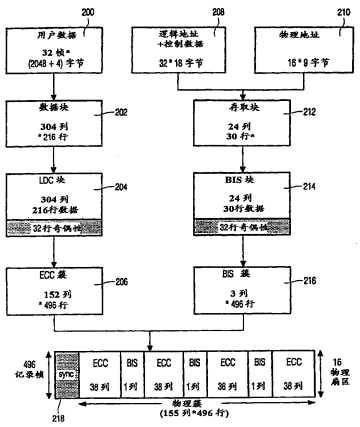
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 16 页

[54] 发明名称

具有字方式交错和多字编码信息的记录载体

[57] 摘要

多字信息基于相对于介质以相对相连性安排的多比特码元并利用字方式(wordwise)交错与字方式防错码来编码，以提供多字组上差错位置线索。具体地，线索源于在线索列之间交错的高保护性线索字(BIS)并且也源于从同步比特组中构成的同步列。同步列位于线索列相对稀少安排的地方。这些线索指向低保护性目标字(LDS)，这些低保护性目标字(LDS)以基本一致的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在形成相同大小的列组的目标列之间进行交错。



1．一种单一存储载体，利用提供多字组上差错位置线索的字方式交错与字方式防错码设施来存储多字信息，所述多字信息基于以相对相连性安排在其上面的多比特码元，

其特征在于，这样的线索源于在线索列之间交错的高保护性线索字并且也源于从同步比特组中构成的同步列，而且将所述同步列定位于所述线索列相对稀少安排的地方，所有的线索指向低保护性目标字，这些低保护性目标字以一致的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在形成相同大小的列组的目标列之间进行交错。

2．根据权利要求 1 的载体，将所述信息安排在相同大小的均具有单个同步列与奇数量线索列的物理簇中。

3．根据权利要求 1 的载体，将用户数据排他地包含在所述目标列中并将系统数据排他地包含在线索列中。

4．根据权利要求 1 的载体，其中在最低层上目标码元的多码元数据帧包含多码元但由比特构成的检错比特组。

5．根据权利要求 4 的载体，其中在下一较高层上数据扇区包含利用附加的里德－索罗门冗余度分布在多个目标字上的多个数据帧。

6．根据权利要求 5 的载体，将所述交错叠加在其簇内目标码元的行方式递增旋转上。

7．根据权利要求 1 的载体，还基于光存储介质。

8．根据权利要求 1 的载体，其中所有的线索字与目标字具有一致的冗余量，但目标字具有比线索字多的数据码元。

具有字方式交错和多字编码信息的记录载体

技术领域

本发明涉及用于编码多字信息的一种方法，同时提供字方式（wordwise）交错与字方式防错码设施，该多字信息基于相对于介质相对相连安排的多比特码元，以便提供多字组上的差错位置（locative）线索。

背景技术

授与 Berlekamp 等人的 US 专利 4559625 和授权 Blaum 等人的 US 5299208 公开交错与防错信息字的解码，其中在第一字中发现的差错模式可以给出在同一字组的另一字中定位差错的线索。这些文献使用具有多个字上多码元差错脉冲串的故障模型。特定字中的差错产生在指向下一个(些)字的相应码元位置上出现差错的高概率。该程序可以提高校正的差错的数量。然而，线索将只具体化何时已全部校正该线索字。而且，该介质存储信息以及代表也可以用于目标字中信号差错的相当大量冗余度的同步比特组，以致到了线索字可以与同步比特组互换的某种程度。部分差错是由于所谓的更频繁远离同步比特组的比特滑动。因此，在线索列之间交错线索字并且也在目标列之间交错目标字可以进一步改善防差错。

发明内容

因此，特别地，本发明的目的是提供一种编码格式，允许线索字以系统格式与同步比特组合作，同时也更平均地消除各个字之间比特滑动可能的负面影响，因此，根据本发明的一个方面，本发明的特征在于这样的线索源于在线索列之间交错的高保护性线索字（BIS）并且也源于从同步比特组中构成的同步列，而且将所述同步列定位于所述线索列相对稀少安排的地方，所述线索指向低保护性目标字（LDS），这些低保护性目标字以相同的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在形成相同大小的列组的目标列之间进行交错。线索能指向删除码元。指向能使纠错更有力。事实上，在不知道差错位置指示时，许多码将至多校正 t 个差错。如果给定删除位置，可以校正一般较大数量

e>t 的删除。也可以改善对脉冲串与随机差错的组合的保护。本发明可以用于存储和用于发送。

有利地，本方法是将所述信息安排在相同大小的均具有单个同步列与奇数个线索列的物理簇中。这是相对简单的安排。可选择地，同步列的数量可以大于 1，并且线索列的数量甚至优选地可以是偶数。

优点是，在将用户数据排他地分配给所述目标列并将系统数据分配给所述线索列的同时执行该方法。在视频记录时，用户数据将涉及提供给用户的图像和伴音，而系统数据可以表示程序名、时间、地址和可以是有用的而与视频或音频无关的各种其他参数。此特征允许快速存取系统数据而不必解码目标字。

优点是，该方法是其中在最低层上目标码元的一个多码元数据帧包含多码元但由比特构成的检错比特组 EDC 的方法。如果无差错，则此特征立即将处理的信息帧是否是正确的表示给用户设备。

优点是，本方法是其中在下一较高层上 ECC 扇区包含用于通过加上 里德-索罗门（Reed-Solomon）冗余度在多个目标字上分布的多个数据帧的方法。这是一种直通结构。有益地，此方法是其中在所述交错之前相对于以后的解码顺序地将各个码字组分开作为加速测量的方法（图 11）。这已证明可将最坏的情况提高到此码格式可获得的平均水平。优点是，该方法同时将所述交错叠加在其簇内目标码元的行方式递增的旋转上。已证明光存储是一种不规则介质。

本发明也涉及用于解码如此编码的信息的方法、与此方法一起使用的编码和/或解码设备和包含如此编码的信息的载体。本发明的其他有益方面描述在从属权利要求中。

本发明提供了用于编码多字信息的一种方法，该多字信息基于相对于介质相对相连安排的多比特码元，同时提供字方式交错与字方式防错码设施，以便在多字组上提供差错位置线索，

其特征在于，这样的线索源于在线索列之间交错的高保护性线索字，也源于由同步比特组构成的同步列，而且在所述线索列相对稀少安排的地方定位所述同步列，所述线索指向低保护性目标字，这些低保护性目标字以相同的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在目标列之间进行交错，所述目标列形成相同大小的列组。

本发明还提供了用于解码多字信息的一种方法，该多字信息基于相

对于介质相对相连安排的多比特码元，具有字方式交错与字方式防错码设施，并因此在实际解码之前在多字组上提供差错位置线索作为初步测量，

其特征在于，通过在所述线索列的安排比较稀少的地方访问所述同步列，从在线索列之间交错的高保护性线索字中，也从由同步比特组构成的同步列中，导出这样的线索，所述线索指向低保护性目标字，这些低保护性目标字以相同的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在目标列之间进行交错，所述目标列形成相同大小的列组。

本发明还提供了用于通过提供字方式交错装置与字方式防错编码装置来编码多字信息的一种设备，该多字信息基于相对于介质相对相连安排的多比特码元，以便在多字组上提供差错位置线索，

其特征在于，所述编码装置通过用于在所述线索列相对稀少安排的地方定位所述同步列的定位装置来将这样的线索指向在线索列之间交错的高保护性线索字，也将这样的线索指向由同步比特组构成的同步列，所述线索指向低保护性目标字，这些低保护性目标字以相同的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在目标列之间进行交错，所述目标列形成相同大小的列组。

本发明还提供了用于通过实施字方式去交错与字方式防错码设施来解码多字信息的一种设备，该多字信息基于相对于介质相对相连安排的多比特码元，并因此在多字组上提供差错位置线索，

其特征在于，安排为通过在所述线索列相对稀少安排的地方存取所述同步列的存取装置，从在线索列之间交错的高保护性线索字中，也从由同步比特组构成的同步列中导出这样的线索，所有线索指向低保护性目标字，这些低保护性目标字以相同的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在目标列之间进行交错，所述目标列形成相同大小的列组。

本发明还提供了一种单一存储载体，利用提供多字组上差错位置线索的字方式交错与字方式防错码设施来存储多字信息，所述多字信息基于以相对相连性（contiguity）安排在其上面的多比特码元，

其特征在于，这样的线索源于在线索列之间交错的高保护性线索字并且也源于从同步比特组中构成的同步列，而且将所述同步列定位于所述线索列相对稀少安排的地方，所有线索指向低保护性目标字，这

些低保护性目标字以一致的方式在线索列与同步列的周期性安排之间在形成相同大小的列组的目标列之间进行交错。

附图说明

在下面结合最佳实施例的公开并且具体结合附图更详细地讨论本发明的这些和其他方面与优点，附图中表示：

图 1a、1b，记录载体；

图 2，重放设备；

图 3，记录设备；

图 4，具有编码器、载体和解码器的系统；

图 5，码格式原理；

图 6，载体上物理簇的示意表示；

图 7，数据帧；

图 8，来自两个数据帧的数据扇区的成分；

图 9，通过加上奇偶性重新编号数据字节并形成 ECC 扇区；

图 10，通过多路复用 16 个 ECC 扇区的 ECC 簇的成分；

图 11，在交错之前重新编号的 ECC 簇；

图 12，交错的 ECC 簇；

图 13，利用交错的 ECC 簇的 BIS 簇的多路复用；

图 14，包含 24 个 BIS 码字的 BIS 块；

图 14A，BIS 块映射为 BIS 簇；

图 15，用于解释主数据交错的帧结构；

图 16，交错合适；

图 17，前面 8 个扇区上 BIS 字节的部分映射的示例；

图 18，最后 8 个扇区上 BIS 字节的部分映射的示例；

图 19，整个编码处理的示意表示。

具体实施方式

图 1a 表示具有轨迹 19 和中央孔 10 的盘状记录载体 11。轨迹 19 以在信息层上形成基本平行轨迹的圈的螺旋模式进行安排，载体可以是具有可记录或预记录信息层的光盘。CD-R、CD-RW 与 DVC-RAM 是可记录的，而音频 CD 是预记录盘的一个示例。预记录的类型能以公知方式通过首先记录主盘并随后按压消耗盘来制造。在可记录载体上，利用在空载体制造期间提供的预压纹的轨迹结构来表示轨迹。轨迹可以

构造为预槽（pregroove）14，以允许读/写头在扫描期间能跟踪轨迹19。利用光学可检测的标记（例如，坑与面）来表示信息层上的信息。

图 1b 是沿可记录类型的记录载体 11 的线 b-b 的截面图，透明基底 15 具有记录层 16 与保护层 17。预槽 14 可以实施为缩进或凸起或实施为偏离其周围的材料特性。

记录载体可以传送用户信息，为用户方便此信息已细分为较小的项，每项可以具有几分钟的时长，例如唱片的歌曲或交响曲的节奏。也能在此载体上提供用于识别这些项的存取信息，例如所谓的内容表 CTOC 或类似用于 CD-ROM 的 ISO 9660 的文件系统。存取信息可以包括每项的播放时间与开始地址以及类似歌曲标题的其他信息。这样的信息可以代表系统信息，在模-数(A/D)变换之后以数字形式记录此信息。

图 2 表示根据本发明的用于读诸如图 1 所示的记录载体 11 的重放设备。此设备具有用于旋转记录载体 1 的驱动器 21 和用于扫描记录载体上轨迹的读磁头 22。此设备具有定位装置 25，用于读磁头 22 的大致径向定位。读磁头包括公知类型的光学系统，用于生成利用聚焦到信息层的轨迹上的辐射点 23 的光学部件控制的辐射波束 24。利用公知的辐射源生成辐射波束 24。读磁头还具有用于沿波束的光学轴移动辐射波束 24 的焦点的聚焦激励器和用于在轨迹中心上在径向上精细定位点 23 的跟踪激励器。跟踪激励器可以包括用于径向移动光学部件的线圈或可以安排为改变反射部件的角度。利用信息层反射的辐射利用读磁头 22 中例如四象限二极管的通常类型的检测器来检测，以便生成读信号和包括耦合到所述跟踪与聚焦激励器的跟踪误差与聚焦误差信号的另外的检测器信号。读信号由读装置 27 处理来检索数据，此读装置具有通常类型，例如包括信道解码器与纠错器。所检索的数据发送给数据选择设施 28，以便从读出的数据中选择某一信息并将此信息发送给缓冲器 29。此选择基于记录在例如成帧格式中磁头的记录载体上的数据类型指示符。压缩的信息从缓冲器 29 利用信号 30 发送给解压缩器 31，此信号也可以从外部获得。解压缩器 31 解码此数据，以便在输出 32 上再生原始信息。解压缩器可单独安装，如图 2 的矩形 33 所示。可选择地，可以在数据选择之前定位缓冲器。控制单元 20 而且通过诸如系统总线的控制线路 26、连接驱动器 21、定位装置 25、读装置 27

与数据选择装置28并且也有可能通过用于缓冲填充电平控制的缓冲器29从用户或从主机接收控制指令。于是，控制单元20包括诸如微处理器的控制电路、程序存储器与控制门或状态机。

压缩与解压缩是公知的。在解压缩期间，采用反向处理来重构原始信号。如果正确地重构原始数字化信号，则(解)压缩是无损耗的，但在损耗的(解)压缩中，将不再生原始信号的某些细节。如此省略的细节实际上不能利用人耳或人眼检测到。诸如MPEG的许多公知系统将损耗压缩用于音频与视频；无损耗压缩用于存储计算机数据。

数据选择28用于从读出的数据中检索控制信息并用于抛弃在记录期间增加的任何填充数据。旋转速率可以利用缓冲器29的平均填充电平来调节，例如，在缓冲器平均大于50%满时，降低旋转速率。

图 3 表示用于在可(重)写记录载体上写信息的记录设备。在写操作期间，在记录载体上形成代表信息的标记，这些标记可以是任何光可读形式，例如通过在诸如染料、合金或相变材料中记录的其反射系数不同于其周围的区域形式，或在磁光材料中记录时具有不同于其周围的磁化方向的区域形式。记录在光盘上的信息的读与写和可使用的格式化、纠错以及信道编码规则例如从CD系统中是本领域公知的。能通过利用来自激光二极管的电磁辐射波束 24 在记录层上生成的点 23 形成标记。此记录设备包括与上面图 2 所述的用于读的设备类似的基本部件，即控制单元 20、驱动装置 21 和定位装置 25，但它具有写磁头 39。信息表示在可以设置在单独的外壳中的压缩装置 35 的输入上。压缩装置 35 的输出上的可变比特率压缩的信息传送给缓冲器 36。此数据从缓冲器 36 传送到数据组合装置 37，以便加上填充数据与其他的控制数据。要记录的总的数据流传送给写装置 38。写磁头 39 耦合到写装置 38，这包括格式化器、差错编码器和信道调制器。提供给写装置 38 的输入的数据根据特别讨论的格式化与编码规则分布在逻辑与物理扇区上并变换为用于写磁头 39 的写信号。单元 20 安排为通过控制线路 26 控制缓冲器 36、数据组合装置 37 与写装置 38 并用于执行读设备的上述定位程序。此记录设备可以安排为利用重放设备和组合的写/读磁头的特性来读。

图 4 表示根据本发明的具有编码器、载体与解码器的综合系统，此实施例用于编码、存储并最好解码从音频或视频信号或从数据中导出

的一系列抽样值或多比特码元。终端 120 接收可以具有 8 个比特码元的流。分离器 122 周期性和循环地将预定用于线索字的第一码元传送给编码器 124，并将所有其他码元传送给编码器 126。在编码器 124 中，通过将此数据编码为第一多码元纠错码的码字来形成线索字。此代码可以是里德-索罗门码、乘积码、交错码或组合。在编码器 126 中，目标字通过编码为第二多码元纠错码的码字来形成。在图 5 中，所有码字具有相同的长度，但这不是限制。线索字可以具有更高级别的防错，这可以利用较大数量的校验码元、利用较少数量的数据码元或利用其他组合来实现。

在方框 128 中，将码字传送给已表示其任意数量的一个或多个输出，以致下面将讨论的介质上的分布将变得相同。方框 130 符号化接收编码数据的诸如磁带或盘的单一（unitary）介质。这可以涉及控制写机械装置加介质组合中的写。可选择地，介质可以是诸如印记（stamp）的主编码介质的拷贝。存储器可以是光存储器并且全部是串行的，但可以使用其他结构。在方框 132 中，又从介质中读出各个字。然后，将发送第一码的线索字给解码器 134，并根据其内在的冗余度进行解码。而且，如在下面的图 5 的讨论中将变得显而易见的，这样的解码可以显示有关在除了这些之外的线索字中差错位置的线索。而且，可以分析来自同步比特列的信息中的干扰，以便立即生成目标字的附加线索。方框 135 接收所有线索并包含用于使用一个或多个不同的策略来将这样的线索变换为删除位置的程序。目标字在解码器 136 中进行解码。借助于删除位置，将目标字的防错提高到较高水平。最后，所有解码的字利用单元 138 多路分用到符合原始格式的输出 140。为简洁起见，忽略各个子系统之间的电动机械接口。

图 5 表示简单的码格式。编码的信息表示为安排在具有 15 个水平行与 32 个垂直行的 480 码元块中。介质上的存储在左上部开始并沿垂直行继续。阴影区域包含校验码元：水平行 4、8 与 12 均具有 8 个校验码元并构成线索字。其他行均包含 4 个校验码元并构成目标字。整个块具有 408 个信息码元和 72 个校验码元。后者可以以更分布的方式定位于相应字上。除上述之外，顶部水平行包含同步比特组的表示。这些表示在介质上以便将读取器装置同步到此格式，但一般既不包含系统数据也不包含用户数据而具有相当冗余度的规定格式。因此，通

常容易检测干扰，并且物理上相互靠近或靠近分布的线索码元的单个或多个受干扰的同步比特组的出现能用于脉冲串差错的信号出现。这将以类似于线索字的方式产生线索。

里德-索罗门码允许校正每个线索字中多达 4 个的码元差错。实际的码元差错利用叉号来表示。结果，因为未具有多于 4 个的差错，所以可以正确解码所有的线索字。然而，注意，字 2 与 3 不可以仅根据其自己的冗余度来解码。在此附图中，除 62、66、68 之外的所有差错代表差错串。只有串 52 与 58 穿过至少 3 个连续的线索字并认为是差错脉冲串，使至少所有中间码元位置得到删除标志。根据所遵循的策略，正好在脉冲串的第一线索字差错之前的目标字和正好在此脉冲串的最后线索字差错之前的目标字也可以在那个位置上得到删除标志。串 54 由于太短而不认为是脉冲串。

结果，字 4 中的两个差错在相关的垂直行中产生删除标记。这使字 2 与 3 可校正，每个字具有一个差错码元和两个删除码元。然而，随机差错 62、68、串 54 由于它们都仅包含一个线索字而不构成字 5、6、7 的线索。有时，删除引起零差错模式，这是因为 8 比特码元之中任意差错具有再次引起正确码元的 1/256 概率。同样地，穿过特定线索字的长脉冲串可以在其中产生正确码元。利用同一脉冲器的前面与后续线索码元之间的桥接策略，此正确码元随后引入到脉冲串中，并以与差错线索码元相同的方式变换为合适的目标码元的删除值，上面决定可以根据解码政策而改变。可以以与线索字相同的方式使用同步比特组的线索。

利用较新的数字光存储方法带来本发明的相关性。特别的特征是：在基底关联读的情况中，上透射层薄为 100 微米。信道比特具有 0.14 微米的大小，以致 2/3 信道速率上的数据字节将仅具有 1.7 微米的长度。在顶表面上，光束具有 125 微米的直径。用于盘的盒或壳将减少大脉冲串的概率。虽然本发明也用于抵抗较长故障，但小于 50 微米的非一致颗粒可以引起短路故障。已使用其中差错传播的 50 微米故障可以导致对应于 120 字节的 200 微米的脉冲串的故障模型。特定模型具有随机地利用每字节 $2.6*10^{-5}$ 概率或平均每个 32KB 块一个脉冲串开始的固定大小的 120B 脉冲串。本发明已设想用于光盘存储，但诸如多轨迹磁带的其他结构和诸如磁与磁光的其他技术也从此改善的方案中获益。

最佳信息格式的讨论

在记录之前，从可以是应用程序或主机的源接收的如下用户数据在许多连续步骤中进行格式化，这将结合图 19 更具体地解释：数据帧、数据扇区、ECC 扇区、ECC 簇、BIS 簇、物理簇和记录帧。

数据记录在 64K 称为物理簇的分区中，每个分区均包含具有 2048 字节的用户数据的 32 个数据帧。利用两个纠错机制来保护物理簇：

－首先，长距离(LDS)(248，216，33)里德-索罗门(RS)纠错码；

－第二，利用由(62、30、33)里德-索罗门(RS)码字构成的脉冲串指示符子码(BIS)多路复用此数据。奇偶性码元的数量对于两个码类型是相等的，这允许两种情况使用同一解码器硬件。BIS 码用于表示长脉冲串差错，LDS 码能借此更有效地执行删除校正。所有数据安排在图 6 所示的阵列中。注意：水平与垂直方面相对图 5 已相互改变，沿水平方向读此阵列，并在插入同步码型与附加的直流控制比特之后和在调制之后将此阵列记录在盘上。

在垂直方向中应用纠错码，这给出盘上好的脉冲串差错的基本中断。另外，LDS 码字已在对角方向上进行交错。为了寻址，整个物理簇细分为 16 个物理扇区，每个扇区由 32 个连续行构成。

数据帧由 2052 字节构成：编号为 d_0-d_{2047} 的 2048 个用户数据字节和编号为 e_{2048}-e_{2051} 的 4 个检错码(EDC)字节。字节 e_{2048}-e_{2051} 包含对 2048 字节的数据帧计算的检错码。此数据帧认为是单比特的域，利用第一用户数据字节 d_0 的最高有效位开始并利用最后的 EDC 字节 e_{2051} 的最低有效位结束。msb 是 b_{16415}，而 lsb 是 b_0。EDC 的每个比特 b_i 对于 i=0-31 表示为如下：

$$EDC(x)=\sum_{i=31}^{0} b_i x^i \, I(x) \bmod G(x)$$

其中：

$$I(x)=\sum_{i=16415}^{32} b_i x^i,\ G(x)=x^{32}+x^{31}+x^4+1 \quad (1)$$

接下来，两个数据帧(A，B)设置在 19 列 X 216 行的称为数据扇区的阵列中。逐列进行阵列的填充，在具有字节 $d_{0,A}$ 的第一字节的顶部开始并在具有字节 $e_{2051,B}$ 的最后一列的底部结束，参见图 8。

接下来，在图 9 中，数据扇区的每列中的字节从列的顶部开始如下重新进行编号：$d_{L,0}$，$d_{L,1}\cdots d_{L,i}\cdots d_{L,215}$，L 是列号(0…18)。通过利用

32 个奇偶性字节的(248，216，33)长距离 RS 扩充每列来完成 ECC 扇区。 奇偶性字节是 $P_{L,216}$，$P_{L,217}\cdots P_{L,J}\cdots$至 $P_{L,247}$。

在有限域 GF(2^8)上定义长距离 RS 码。有限域 GF(2^8)的非零元素利用是本原多项式 $P(x)=x^8+x^4+x^3+x^2+1$ 的根的本原元素α来生成。使用(α^7，α^6，$\alpha^5\cdots\alpha^2$，α，1) 用作基础的多项式基本表示式来利用 8 比特字节表示 GF(2^8)的码元。根α表示为α=00000010。利用矢量 lds=($d_{L,0}\cdots d_{L,i}\cdots d_{L,215}P_{L,216}\cdots P_{L,j}\cdots P_{L,247}$)表示的每个 LDS 码字属于 GF($2^8$)上的里德-索罗门码，具有 216 个信息字节和 32 个奇偶性字节。这样的码字能利用次数为 247 的多项式 lds(X)来表示，可以具有某一系数零、对应于矢量（$d_{L,0}$等）的信息部分的最高次数和对应于奇偶性部分（$P_{L,216}$等）的最低次数。现在，lds(X)是 LDS 码字的多重生成多项式 g(X)，此生成多项式是:

$$g(x)=\prod_{i=0}^{31}(x\bullet\alpha^i)$$

LDS 码是系统的: 216 个信息字节不变地出现在每个码字的最高次位置中。码 lds 的奇偶校验矩阵是这样的:

$H_{LDS}*\ lds^T=0$，对于所有的 LDS 码字 lds。

奇偶校验矩阵 H_{LDS} 的第二行 H_{LDS2} 利用 $H_{LDS2}=(\alpha^{247}\ \alpha^{246}\cdots\alpha^2\ \alpha^1)$ 给出并对应于定义将用于差错位置的码字位置的生成多项式 g(X)的零α。

在 ECC 扇区中生成 LDS 码字之后，16 个连续的 ECC 扇区通过两个两个地（2*2）多路复用高度为 248 的 16*9 列来组合为一个 ECC 簇，包括奇偶性。以这种方式，152 个新列利用图 10 所示的高度为 496 字节来形成。根据 $d_{L,M,N}$编号字节，其中:

L = 0…18 是 ECC 扇区内的 LDS 码字号

M = 1…247 是 LDS 码字内的字节号

N = 0…15 是 ECC 扇区号

为了进一步提高脉冲串纠错能力，通过在水平方向中利用 ECC 簇的所有行重新编号字节来引入额外的交错，参见图 11。现在，两个两个地在 mod(K*3，152)字节上从行 2 开始往前将 ECC 簇的所有行向左移位，第一行是行 0; K = div（行号，2）。左侧移出的字节从右侧重

新进入此阵列，参见图 12。在此处理之后，又在水平方向中利用所有行重新编号字节，得到图 6 所示的编号 $D_0 - D_{753911}$。字节的重新编号引起逻辑地址在物理地址上的非一致映射。下面将特别讨论其结果。

在交错之后，交错的 ECC 簇分为 4 组，每组 38 列。在 4 个组之间，插入均为一字节宽度的 3 列。这些列传送有关包含在交错的 ECC 簇中的数据的地址信息。它们构成具有 32 字节信息与 32 字节奇偶性的（62，30，33）RS BIS 码字。由于高的防错能力和先进的交错方案，这些列也可以提供可靠的脉冲串差错指示。

利用来自物理簇的 3 个 BIS 列形成的 3×496 字节阵列称为 BIS 簇。通过在 24*62 字节阵列的 24 个列中设置所有的 BIS 码字来形成 BIS 簇的内容，参见图 14。

在有限域 GF（2^8）上定义 BIS RS 码。利用是本原多项式 $P(X) = X^8 + X^4 + X^3 + X^2 + 1$ 的根的本原元素α生成有限域 GF（2^8）的非零元素。GF（2^8）的码元利用 8 比特字节来表示，使用将（α^7，α^6，…α^2，α，1）用作基础的多项式基本表示。根α表示为α = 00000010。

每个 BIS 码字利用在 GF(2^8)上里德-索罗门码中的矢量 bis=($b_{c,0}$，…$b_{c,j}$…$b_{c,29}$，$Pb_{c,30}$…$Pb_{c,j}$ …$Pb_{c,61}$)来表示，具有 32 个奇偶字节和 30 个信息字节。这样的码字可以利用次数 61 的多项式 bis(X)来表示，可以具有某一系数零、最高次表示矢量（$b_{c,0}$，等）的信息部分的和表示矢量（$Pb_{c,30}$，…等）的奇偶部分的最低次，每个码字是 BIS 码字的多重生成多项式 g（X）：

$$g(x) = \prod_{i=0}^{31} (x \bullet \alpha^i)$$

BIS 码是系统的：30 个信息字节不变地出现在每个码字的最高次位置中。码 bis 的奇偶校验矩阵是这样的：对于所有的 BIS 码字 bis，$H_{BIS} * bis^T = 0$。奇偶校验矩阵 H_{BIS2} 的第二行 h_{BIS2} 利用 h_{BIS2}=(α^{61}，α^{60}，… α^2， α，1)给出。它对应生成多项式 g(X)的零α，并定义用于差错位置的码字位置。

图 15 用于解释主数据交错的帧结构。各个物理扇区和列传送合适的编号，具有 304*[248，216，33]LDS 码字和 24*[62，30，33]BIS

码字。

2KB 逻辑扇区包含其中已编码 2048 个用户数据字节与 4 个 EDC 字节的 9.5LDS 码字和另外用于存储标题的 22.5 个 BIS 字节、4 个 ID+2EDC 字节、版权数据以及 6 个版权管理信息 CPR-MAI。而且，10.5 个 BIS 字节已预留用于可能的未来使用。4KB 物理扇区由 31 行构成，其中 2 个 2KB 逻辑扇区的标题字节存储在物理上规定的位置中。图 16 表示合适的交错。这里，第 i 个 LDS 码字（0≤i≤303）包含 248 个字节 d-j，其中 j 具有以下形式：j = [(i mod2)+2*a]*152+{[(i div 2)-3*a]mod152}，对于某些值 0≤a≤247。各个位置用于诸如在低部或根据 a+31*I，a≥22…变换放置奇偶性。

接下来，将讨论 BIS 簇的生成。在生成 BIS 码字之后，以交错方式将 BIS 块映射到 496 =（16 × 36）行*3 列的阵列上。此新的阵列称为图 14A 所示的 BIS 簇。将首先利用数学表达式给出 BIS 块的字节在 BIS 簇中的位置（图 14）。为此，BIS 簇根据图 6 所示的物理扇区进行细分，这些扇区编号为 S = 1…15，这些扇区中的行编号为 r=0…30，而列编号为 e=0…2，参见图 14a。现在，字节 $B_{N,C}$ 得到以下位置：

扇区号 S = mod{[div(N, 2)+8*div(C, 3)], 8}+8*mod(N, 2)

行号 r=div(N, 2)

列号 e=mod{[(C+div(N, 2)], 3}

根据 m =（S*31+r）*3+e，在将物理簇写到图 6 所示的盘时，字节号 m 给出顺序号 B_m。交错方案的基本部分在图 17、18 中进行举例说明并涉及：

BIS 块的每行分成 8 组，每组 3 字节，其中 3 字节组均设置在 BIS 簇的相应行中。

BIS 块的偶数行映射到扇区 0－7，BIS 的奇数行映射到扇区 8－15。

BIS 块的偶数行的 8 个 3 字节组均设置在 8 个连续扇区的同一行上，以与其编号相反的方向使用扇区。

已发现：此反向对于更好分散脉冲串差错是有效的。BIS 块的每行的开始扇区是高于前一行的一个扇区。

－BIS 块的行 N = 0 设置在扇区 0、7、6、5、…2、1 的行 r = 0 上，

－BIS 块的行 N = 2 设置在扇区 1、0、7、6、…3、2 的行 r = 1 上，

－BIS 块的行 N = 4 设置在扇区 2、1、0、7、…4、3 的行 r = 2 上，

－此程序周期性地重复，直至行 N = 60，这设置在 6、5、4、…0、7 的行 r = 30 上。

现在，在每个扇区内，每行循环向右移位 mod(r，3)位置：于是，

行 r = 0 完全不移位，行 r = 1 移位 1，行 r = 2 移位 2，行 r = 3 不移位，行 r = 4 移位 1 等。对于 BIS 块的奇数行，遵循相应的程序。

在这方面，图 17 表示 BIS 字节部分映射到前面 8 个扇区的示例，而图 18 是 BIS 字节部分映射到最后 8 个扇区的示例，这在上述之后是显然的。

图 19 概括给出整个编码处理的示意表示。从可以是主机或应用程序的源中接收的用户数据首先分成均由 2048 + 4 字节构成的数据帧；如此图的方框 200 所示，这些帧中的 32 帧考虑用于下一编码步骤。在方框 202 中，数据块形成并安排在 304 个列中，每行 216 行。在方框 204，通过加上 32 行奇偶性来形成长距离码组。在方框 206 中，根据 152 列与 496 行安排 ECC 簇。这安排为填充物理簇块 218 中标记为 ECC 的四个部分，这是综合码格式实体。

记录系统所增加的地址与控制数据也在连续步骤中进行变换。首先，逻辑地址与控制数据在方框 208 中安排在 32*18 字节中。逻辑地址是涉及用户功能的那些地址，并且可以表示有关用户程序提供时长的方面。物理地址也在方框 210 中安排在 16*9 字节中。物理地址涉及载体上的物理距离。由于重复的重新编号与交错，物理与逻辑地址之间的关系已被破坏。程序中相互靠近的项可以相互隔开合适的物理距离，并且反之亦然。也不进行相同映射。在方框 212 中，在 24 列*30 行的存取块中组合地址。在方框 214 中，具有增加的 32 行的奇偶性。在方框 216 中，这些行安排在 3 列与 496 行的 BIS 簇中，这些行填充码组 218 中的三个 BIS 列。也加上同步比特组的列，于是形成 155 列*496 行的物理簇。与这些一起形成组成为所示的 496 个记录帧的 16 个物理扇区。

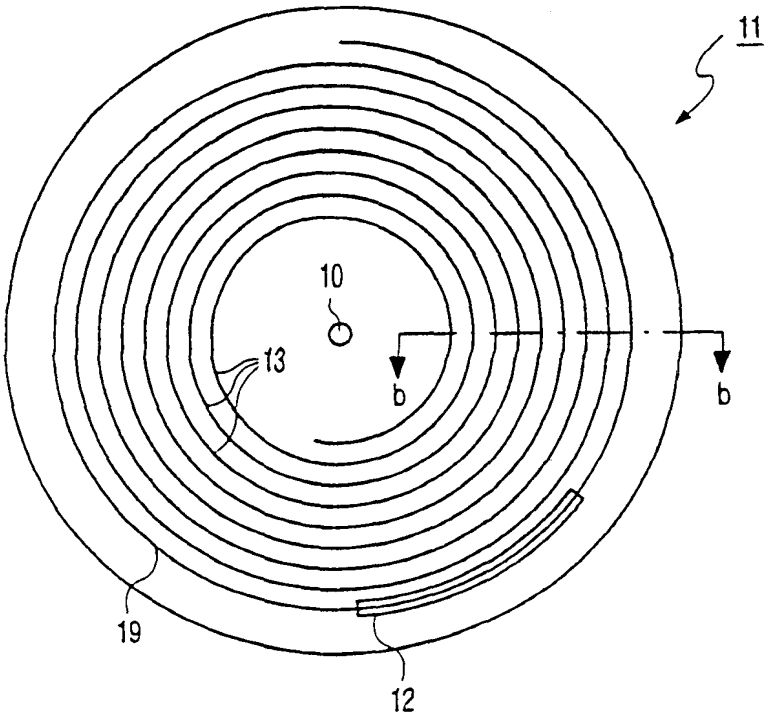


图 1a

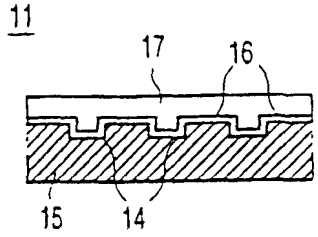


图 1b

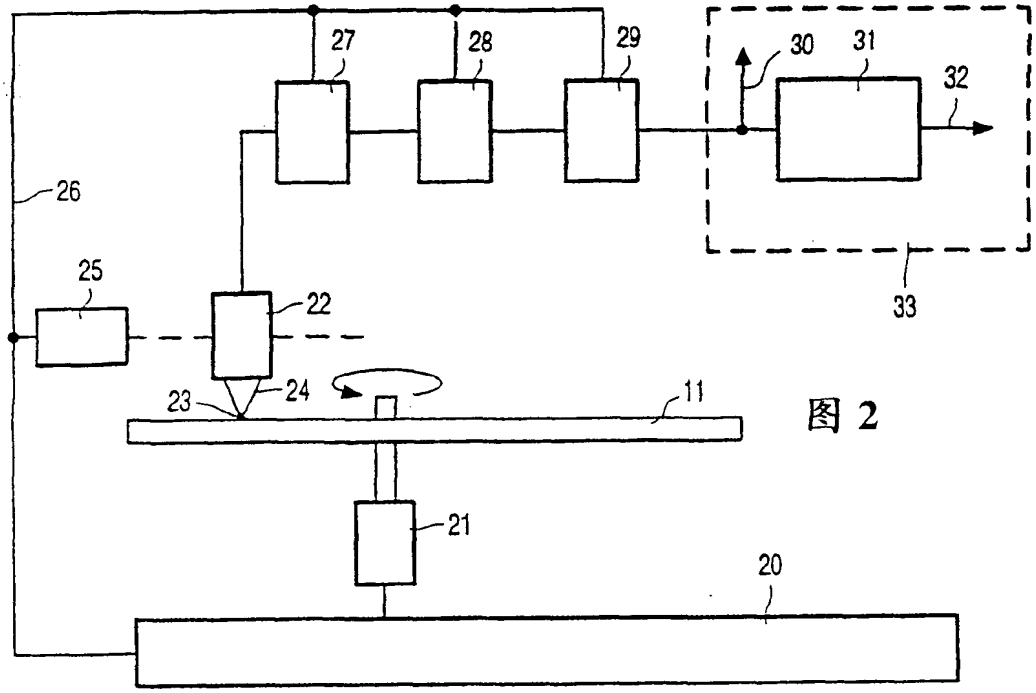

27
28
29
30
31
32
26
25
22
33
23
24
11
21
20

图 2

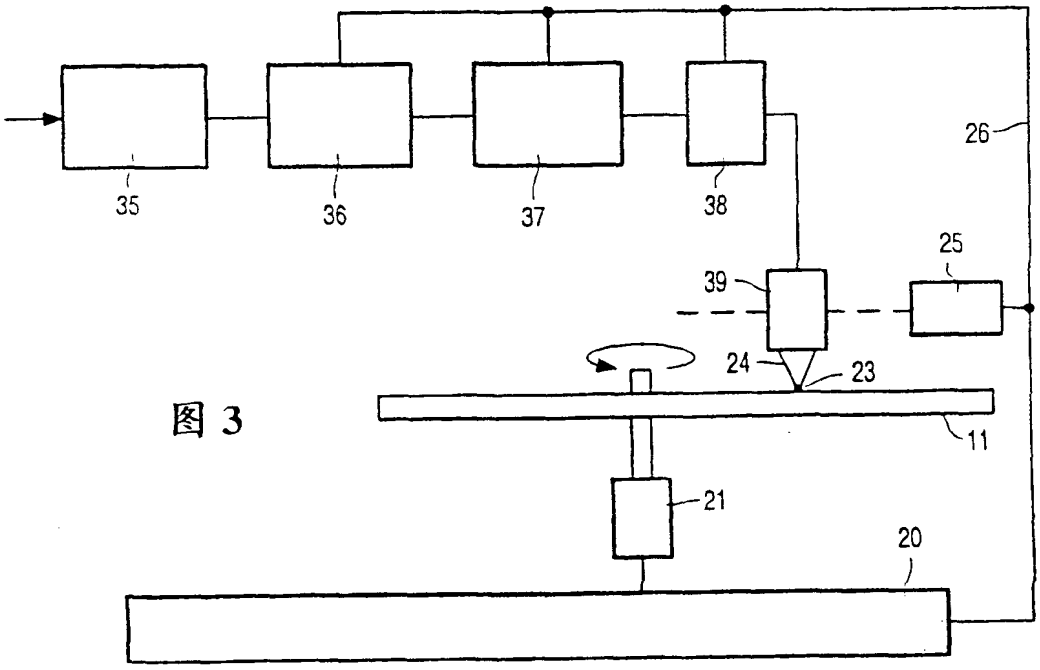

35
36
37
38
26
25
39
24
23
11
21
20

图 3

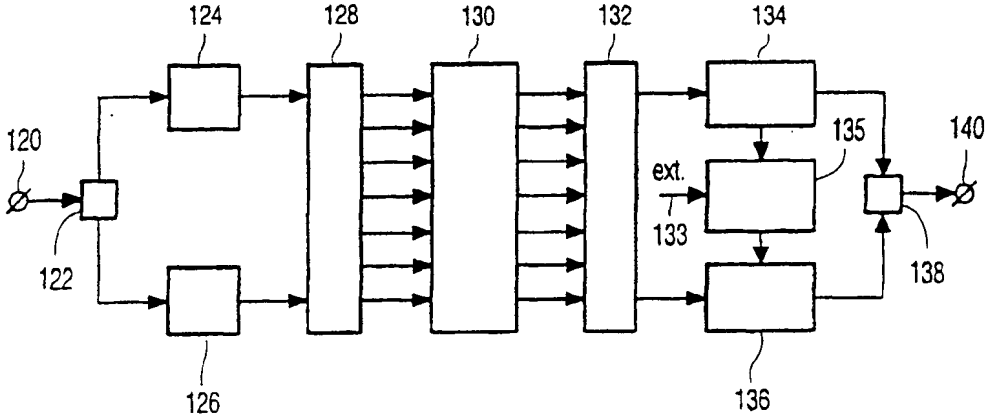

124
128
130
132
134
120
135
140
ext.
133
122
138
126
136

图 4

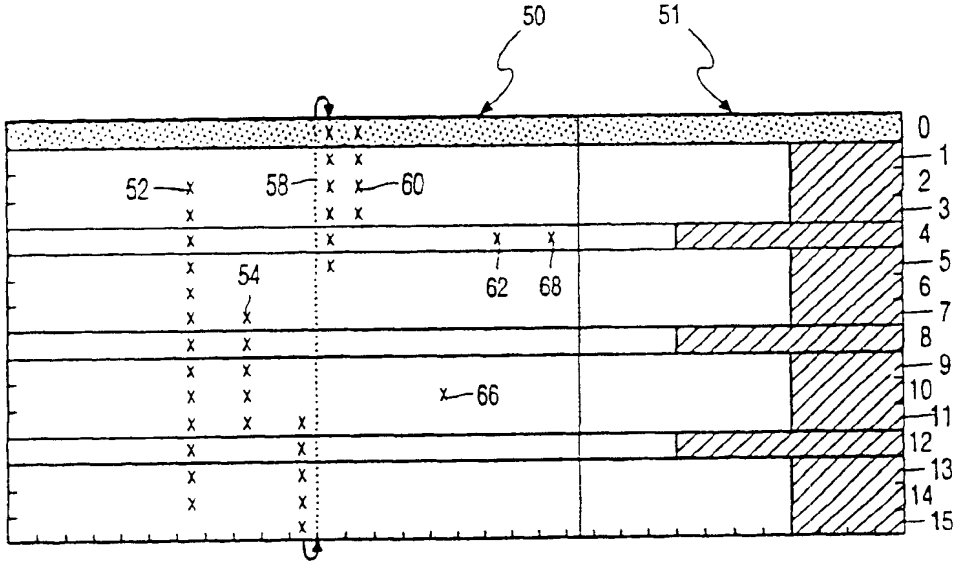

50
51
0
1
52
58
60
2
3
4
54
62
68
5
6
7
8
9
66
10
11
12
13
14
15

图 5

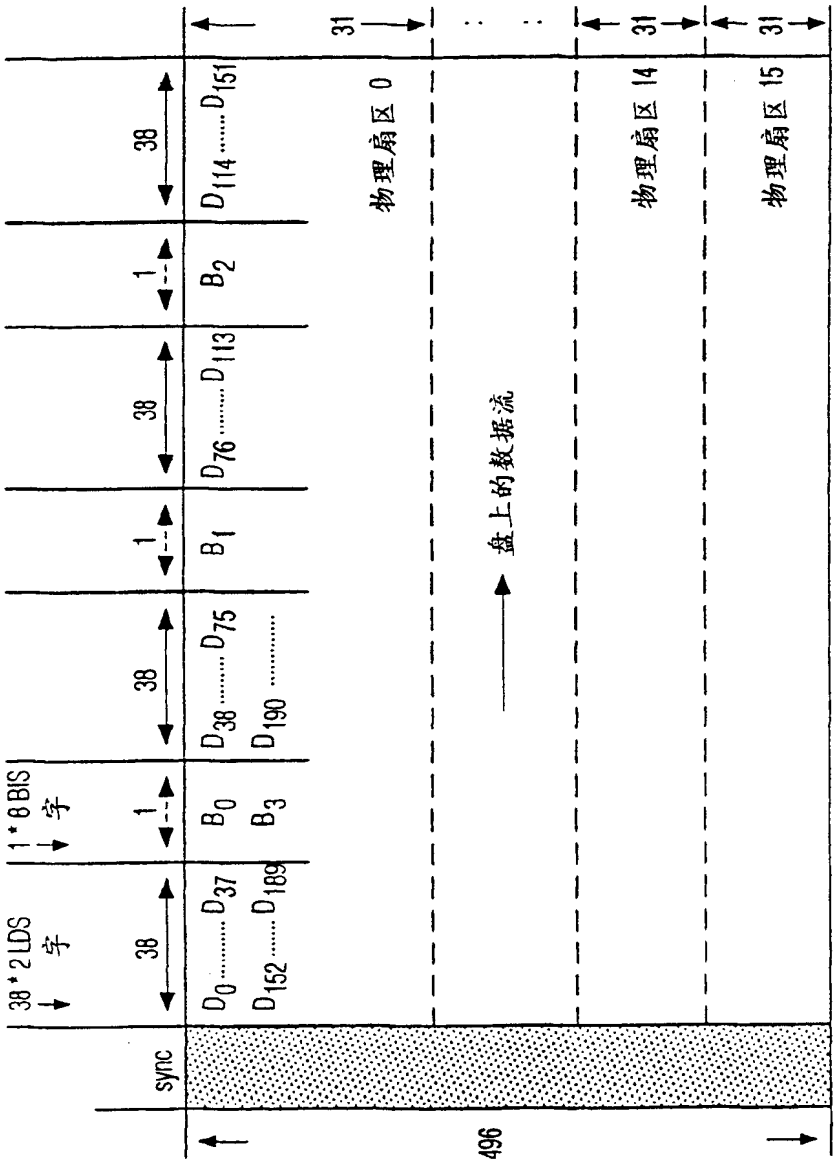

sync
38 * 2 LDS 字
1 * 8 BIS 字
38
1
38
1
38
1
38
31
D_0 ..... D_{37}
D_{152} ..... D_{189}
B_0
B_3
D_{38} ..... D_{75}
D_{190} .....
B_1
D_{76} ..... D_{113}
B_2
D_{114} ..... D_{151}
物理扇区 0
物理扇区 14
物理扇区 15
盘上的数据流
496

图 6

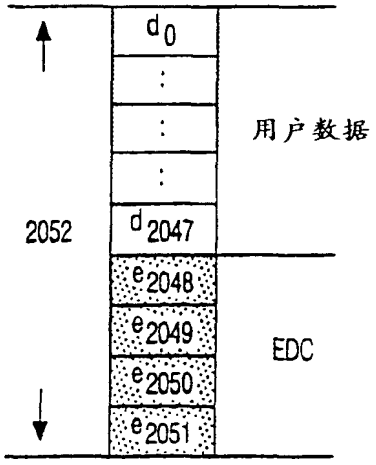


图 7

	19 列						
	0	1	:	9	10	:	18
	$d_{0,A}$	$d_{216,A}$	:	$d_{1944,A}$	$d_{108,B}$	:	$d_{1836,B}$
	$d_{1,A}$	$d_{217,A}$	:	$d_{1945,A}$	$d_{109,B}$	:	$d_{1837,B}$
	$d_{2,A}$	:	:	:	:	:	:
	$d_{3,A}$	:	:	:	:	:	:
	↓	↓	:	↓	↓	:	↓
	:	:	:	$d_{2047,A}$	:	:	:
	:	:	:	$e_{2048,A}$	:	:	:
216 行具有数据	:	:	:	:	:	:	:
	:	:	:	$e_{2051,A}$	:	:	:
	:	:	:	$d_{0,B}$	:	:	:
	:	:	:	$d_{1,B}$	:	:	:
	↓	↓	:	↓	↓	:	↓
	:	:	:	:	:	:	$d_{2047,B}$
	:	:	:	:	:	:	$e_{2048,B}$
	:	:	:	$d_{106,B}$	:	:	:
	$d_{215,A}$	$d_{431,A}$	:	$d_{107,B}$	$d_{323,B}$	:	$e_{2051,B}$

图 8

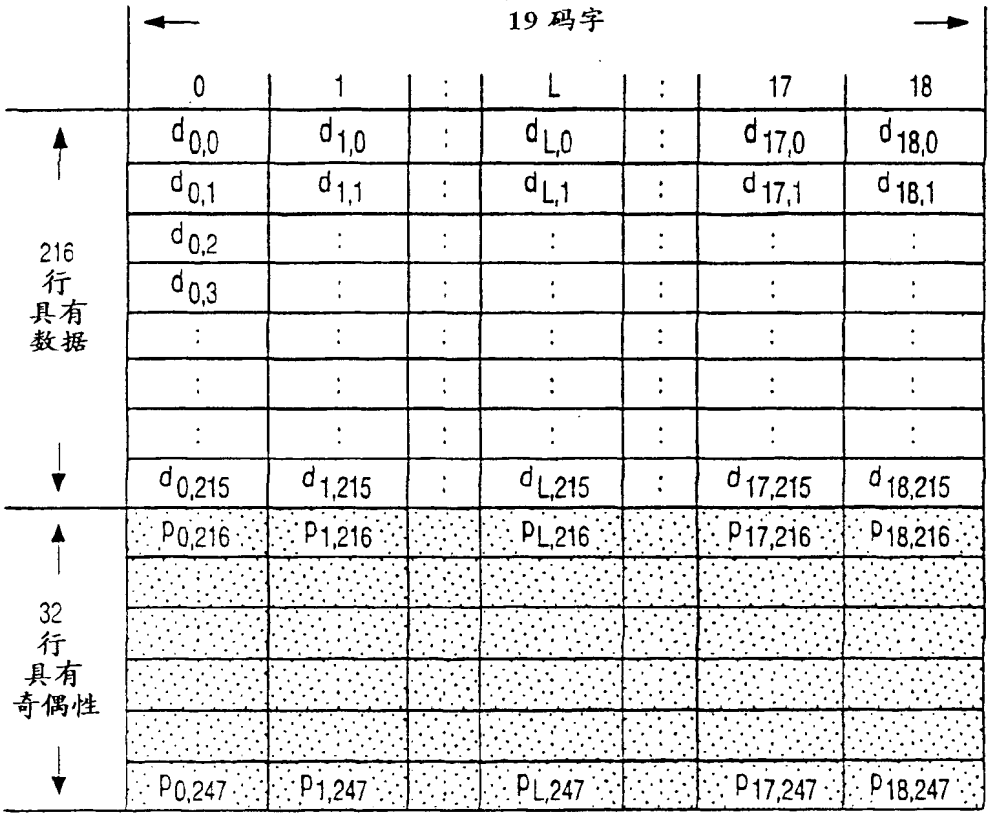

19 码字
0
1
:
L
:
17
18
216 行具有数据
32 行具有奇偶性
$d_{0,0}$ $d_{1,0}$ $d_{L,0}$ $d_{17,0}$ $d_{18,0}$
$d_{0,1}$ $d_{1,1}$ $d_{L,1}$ $d_{17,1}$ $d_{18,1}$
$d_{0,2}$
$d_{0,3}$
$d_{0,215}$ $d_{1,215}$ $d_{L,215}$ $d_{17,215}$ $d_{18,215}$
$P_{0,216}$ $P_{1,216}$ $P_{L,216}$ $P_{17,216}$ $P_{18,216}$
$P_{0,247}$ $P_{1,247}$ $P_{L,247}$ $P_{17,247}$ $P_{18,247}$

图 9

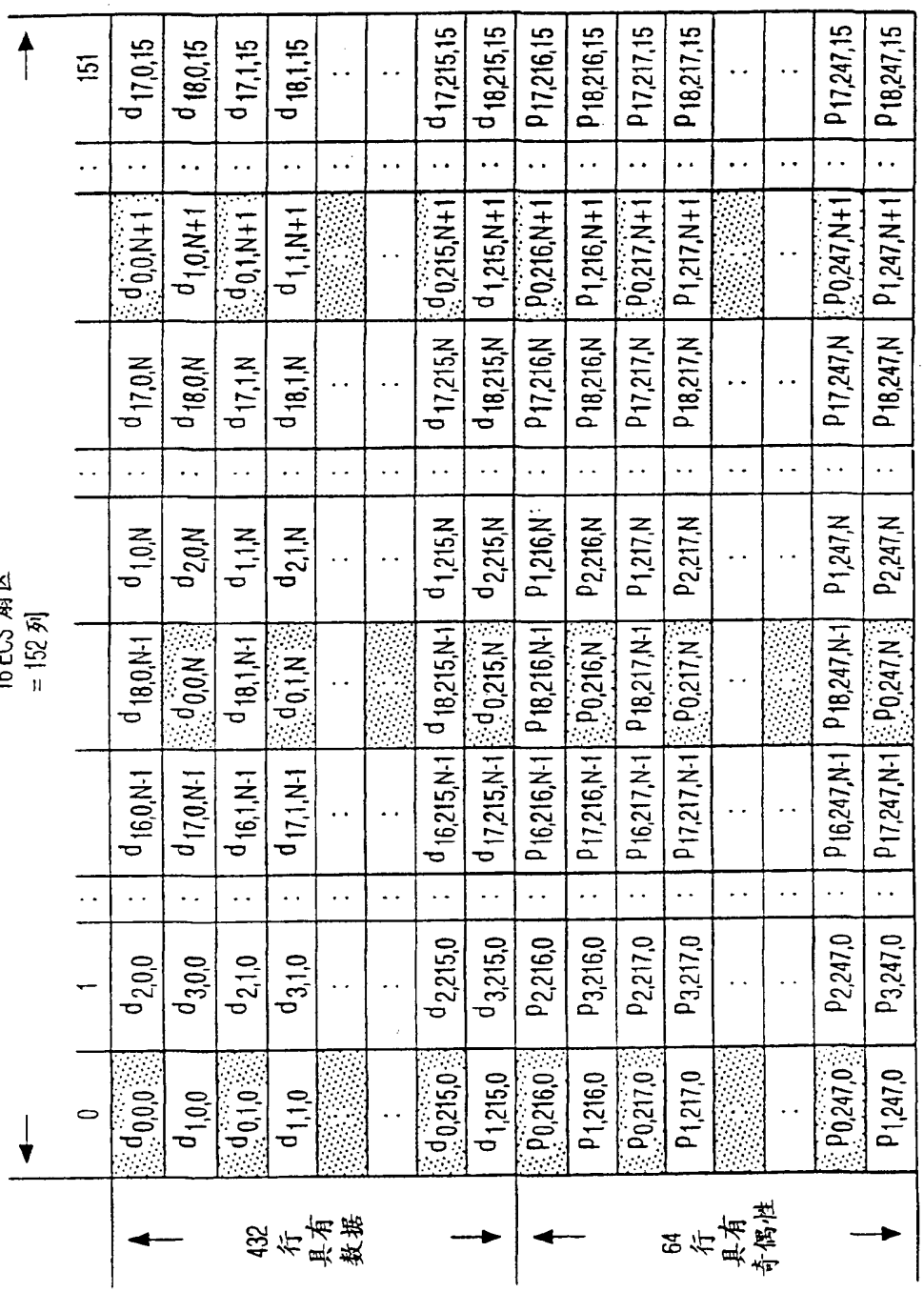


图 10

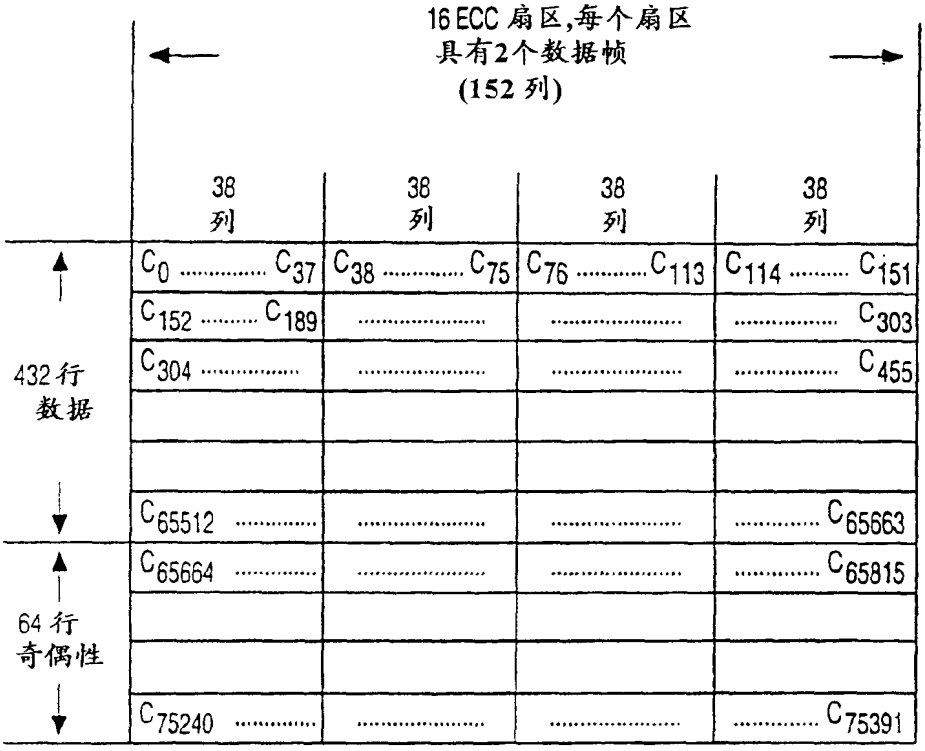

16 ECC 扇区,每个扇区
具有2个数据帧
(152 列)
38
列
38
列
38
列
38
列
C0 ..... C37
C38 ..... C75
C76 ..... C113
C114 ..... C151
C152 ..... C189
..... C303
C304 .....
..... C455
432 行
数据
C65512 .....
..... C65663
C65664 .....
..... C65815
64 行
奇偶性
C75240 .....
..... C75391

图 11

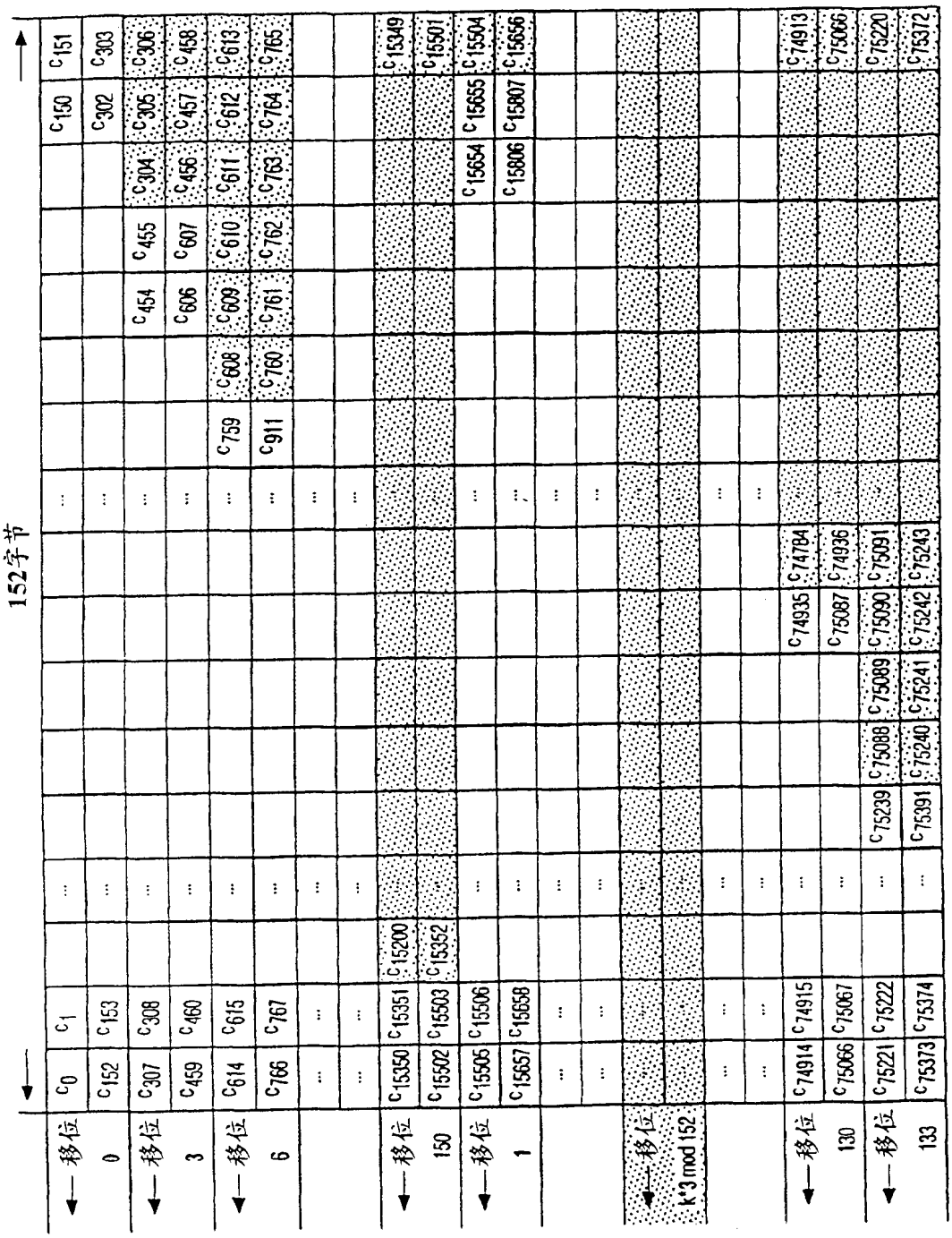


图 12

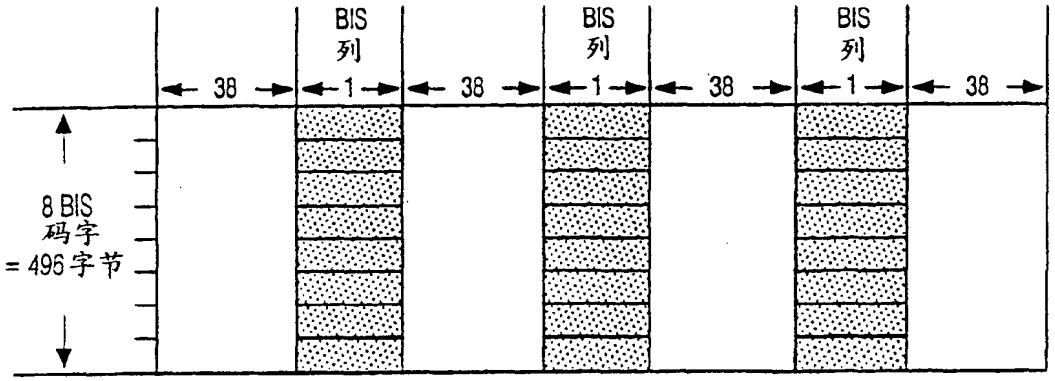


图 13

		码字 0	码字 1	:	码字 c	:	码字 22	码字 23
		$b_{0,0}$	$b_{1,0}$	:	$b_{c,0}$	:	:	$b_{23,0}$
		$b_{0,1}$	$b_{1,1}$	:	$b_{c,1}$	:	:	$b_{23,1}$
	30 信息	:	:	:	:	:	:	:
		:	:	:	$b_{c,n}$	:	:	:
		:	:	:	:	:	:	:
1 BIS 码字 = 62 字节		$b_{0,29}$	$b_{1,29}$	:	$b_{c,29}$	:	:	$b_{23,29}$
		$p_{b0,30}$	$p_{b1,30}$	:	$p_{bc,30}$	:	:	$p_{b23,30}$
	32 奇偶性	:	:	:	:	:	:	:
		:	:	:	:	:	:	:
		$p_{b0,61}$	$p_{b1,61}$	:	$p_{bc,61}$	:	:	$p_{b23,61}$

图 14

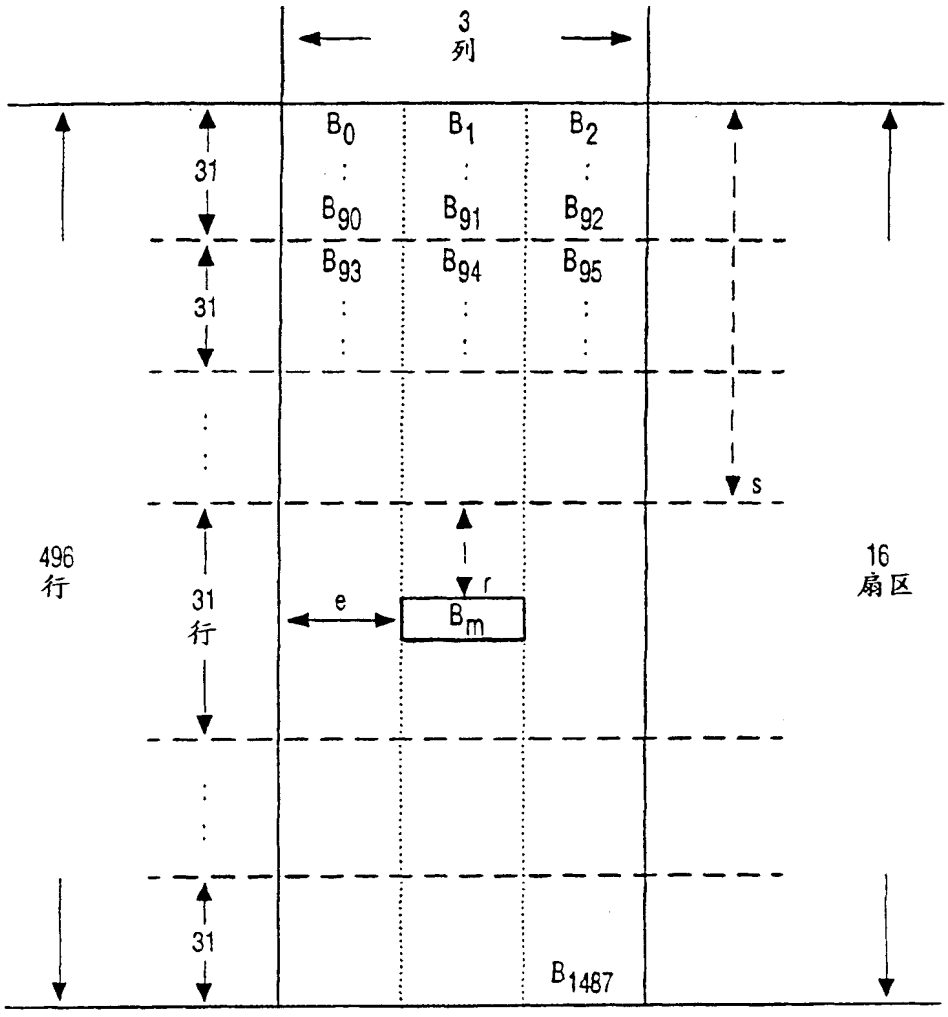

3
列
B0
B1
B2
B90
B91
B92
B93
B94
B95
31
31
31
31
s
496
行
16
扇区
e
r
Bm
B1487

图 14A

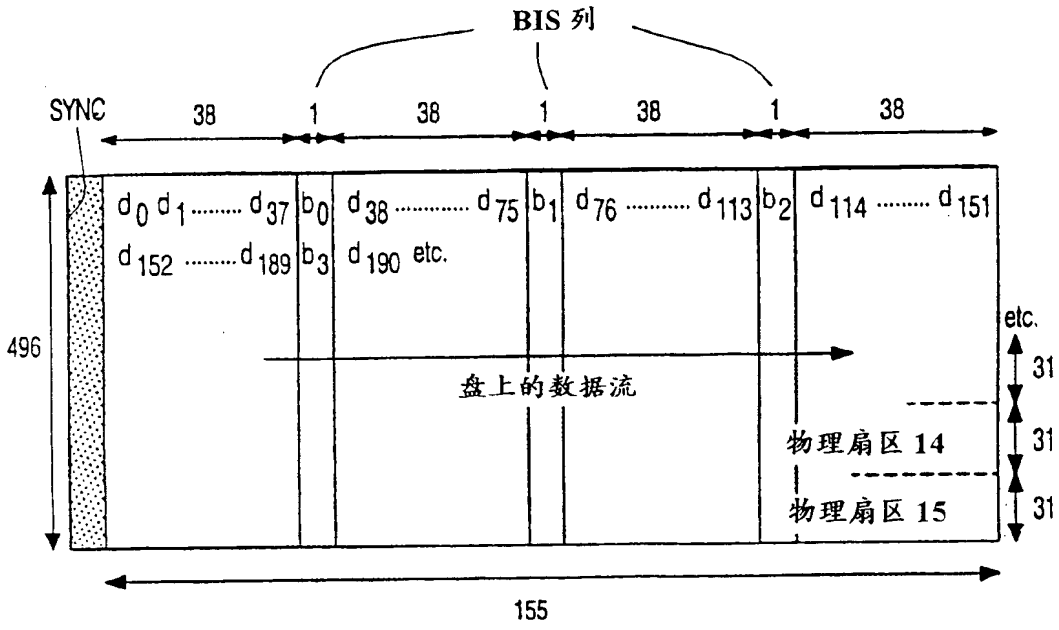

BIS 列
SYNC
38
1
38
1
38
1
38
d_0 d_1 ..... d_{37} b_0 d_{38} ..... d_{75} b_1 d_{76} ..... d_{113} b_2 d_{114} ..... d_{151}
d_{152} ..... d_{189} b_3 d_{190} etc.
496
盘上的数据流
etc.
31
31
31
物理扇区 14
物理扇区 15
155

图 15

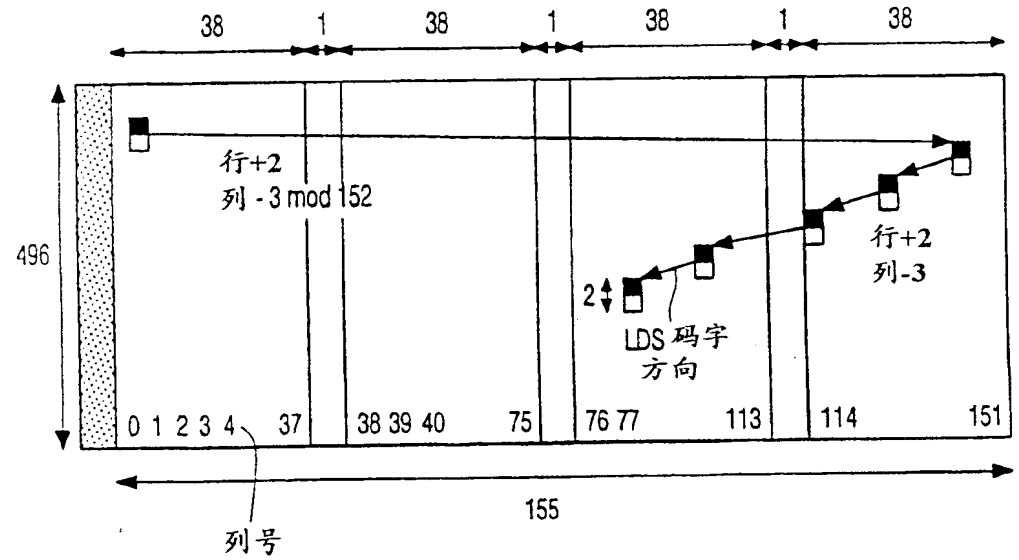

38
1
38
1
38
1
38
行+2
列 - 3 mod 152
496
2
LDS 码字
方向
行+2
列-3
0 1 2 3 4
37
38 39 40
75
76 77
113
114
151
155
列号

图 16

扇区	行	BIS块的字节号N,C 列 0	1	2	右移位 (= mod(r,3))	向上填充
0	0	0,0	0,1	0,2	0	块的开头行 N=0
	1	2,5	2,3	2,4	1	↑ 块的继续 N=2
	2	4,7	4,8	4,6	2	
	3	6,9	6,10	6,11	0	
	⋮					
	7	14,23	14,21	14,22	1	
	8	16,1	16,2	16,0	2	块的开头行 N=16
	⋮					
	30	60,18	60,19	60,20	0	
1	0	0,21	0,22	0,23	0	块的末尾行 N=0
	1	2,2	2,0	2,1	1	块的开头行 N=2
	2	4,4	4,5	4,3	2	
	3	6,6	6,7	6,8	0	
	⋮					
2	0	0,18	0,19	0,20	0	
	1	2,23	2,21	2,22	1	块的末尾行 N=2
	2	4,1	4,2	4,0	2	块的开头行 N=4
	3	6,3	6,4	6,5	0	
	⋮					
3	0	0,15	0,16	0,17	0	
	1	2,20	2,18	2,19	1	
	2	4,22	4,23	4,21	2	
	3	6,0	6,1	6,2	0	块的开头行 N=6
	⋮					
4	0	0,12	0,13	0,14	0	
	1	2,17	2,15	2,16	1	
	2					
	⋮					

图17(1)

5	0	0,9	0,10	0,11	0	
	1	2,14	2,12	2,13	1	
	2					
	⋮					
6	0	0,6	0,7	0,8	0	
	1	2,11	2,9	2,10	1	
	2	4,13	4,14	4,12	2	
	⋮					
7	0	0,3	0,4	0,5	0	↑块的继续 N=0
	1	2,8	2,6	2,7	1	↑块的继续 N=2
	2	4,10	4,11	4,9	2	
	⋮					
	7	14,2	14,0	14,1	1	块的开头行 N=14
	⋮					
	30	60,21	60,22	60,23	0	块的末尾行 N=60

图 17(2)

扇区	行	BIS块的字节号N,C 列 0	1	2	右移位 (= mod(r,3))	向上填充
8	0	1,0	1,1	1,2	0	块的开头行 N=1
	1	3,5	3,3	3,4	1	
	2	5,7	5,8	5,6	2	
	3	7,9	7,10	7,11	0	
	:					
	8	17,1	17,2	17,0	2	块的开头行 N=17
	:					
	30	61,18	61,19	61,20		
9	0	1,21	1,22	1,23		块的末尾行 N=1
10	0	1,18	1,19	1,20		
11	0	1,15	1,16	1,17		
12	0	1,12	1,13	1,14		
13	0	1,9	1,10	1,11		
14	0	1,6	1,7	1,8		
15	0	1,3	1,4	1,5	0	块的继续 N=1
	1	3,8	3,6	3,7	1	
	2	5,10	5,11	5,9	2	
	:					
	7	15,2	15,0	15,1	1	块的开头行 N=15
	:					
	30	61,21	61,22	61,23	0	块的末尾行 N=61

图 18

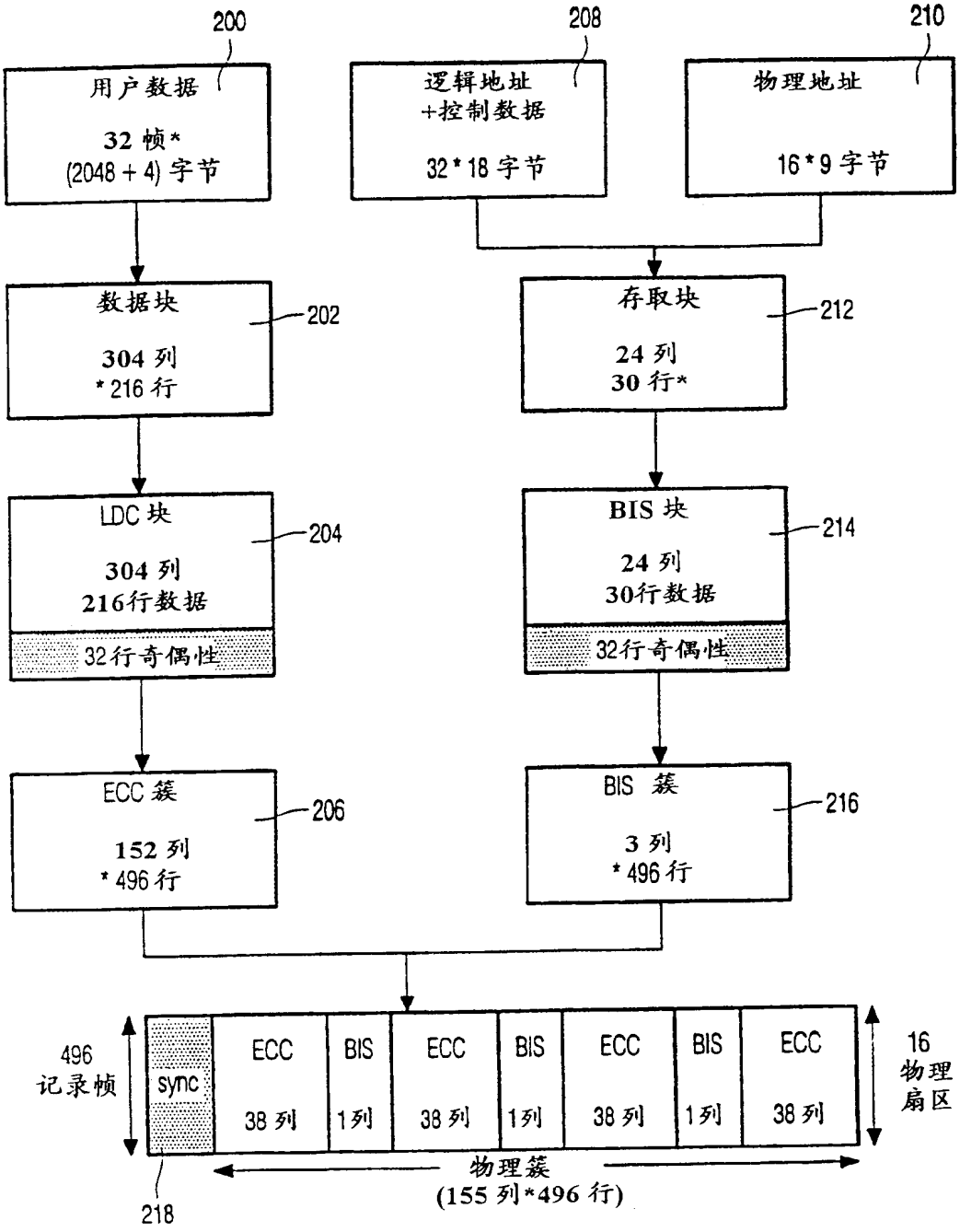

200
用户数据
32 帧*
(2048 + 4) 字节
208
逻辑地址
+控制数据
32 * 18 字节
210
物理地址
16 * 9 字节
数据块
304 列
* 216 行
202
存取块
24 列
30 行*
212
LDC 块
304 列
216行数据
32行奇偶性
204
BIS 块
24 列
30行数据
32行奇偶性
214
ECC 簇
152 列
* 496 行
206
BIS 簇
3 列
* 496 行
216
496
记录帧
sync
ECC
38 列
BIS
1列
ECC
38 列
BIS
1列
ECC
38 列
BIS
1列
ECC
38 列
16
物理
扇区
物理簇
(155 列*496 行)
218

图 19