

[51] Int. Cl.

*G11B 7/005 (2006.01)*

***G11B 7/0045 (2006.01)***

**G11B 20/10 (2006.01)**



## [12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 03120501.1

[45] 授权公告日 2006 年 11 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 1284148C

[22] 申请日 1995.3.19 [21] 申请号 03120501.1  
分案原申请号 00131876.4

[30] 优先权

[32] 1994. 3. 19 [33] JP [31] 074444/94

[71] 专利权人 索尼公司

地址 日本东京都

[72] 发明人 米满润 岩村隆一 吉村俊司

河村真

审查员 刘莹

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 张志醒

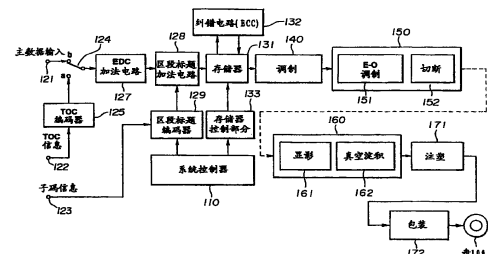
权利要求书 2 页 说明书 50 页 附图 29 页

[54] 发明名称

光盘、记录和读取盘上信息的方法及其所用装置

## [57] 摘要

一种直径至少 140mm 厚度  $1.2\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$  的光盘,有多条记录轨迹,其上记录有代表信息的压刻凹痕的数据,其轨距在  $0.646\text{ }\mu\text{m}$  至  $1.05\text{ }\mu\text{m}$  范围;轨迹分为引入区、节目区和引出区。数据包括记录在至少一条目录(TOC)轨迹内多个区段上的 TOC 信息表 and 用户轨迹内多个区段上的用户信息; TOC 信息包括记录在用户轨迹中起始区段的地址。数据(用户信息和 TOC 信息)按照有至少 8 个奇偶校验码元的长距纠错码编码,且被游程有限(RLL)方式调制。



1. 一种从轨迹的间距在  $0.7\ \mu\text{m}$  至  $0.9\ \mu\text{m}$  范围内的光盘再现数据的装置, 其中, 所述数据包括主要数据和附加数据, 该装置包括:

再现设备, 至少包括透镜和具有  $l = \lambda / 2NA$  空间频率的光源, 其中  $\lambda$  为拾取光束的波长,  $NA$  为透镜的数值孔径, 可操作地从光盘再现所述主要数据和附加数据;

解调器, 可操作地把由再现设备再现的所述主要数据和附加数据从 16 比特码元串解调成 8 比特数据串;

缓冲器, 可操作地在存储器中暂时存储所述解调的主要数据和附加数据; 和

ECC 解码器, 可操作地根据具有至少 8 个奇偶校验的码元解码所述存储的主要数据和附加数据。

2. 根据权利要求 1 所述的再现数据的装置, 其特征在于所述附加数据包括光盘类型信息。

3. 根据权利要求 1 所述的再现数据的装置, 其特征在于所述附加数据包括复制控制信息。

4. 根据权利要求 1 所述的再现数据的装置, 其特征在于所述光盘具有在每比特  $0.237\ \mu\text{m}$  和每比特  $0.387\ \mu\text{m}$  之间范围内的线性密度。

5. 一种用于在具有轨迹的间距在  $0.7\ \mu\text{m}$  至  $0.9\ \mu\text{m}$  范围内的光盘上记录数据的装置, 该装置包括:

输入端, 可操作地获取包括主要数据和附加数据的数据;

ECC 编码器, 可操作地编码所述数据以增加具有至少 8 个奇偶校验的码元到该数据上;

调制器, 可操作地把通过 ECC 编码器编码的所述数据从 8 比特数据串调制成 16 比特码元串; 和

记录单元, 至少包括透镜和具有  $l = \lambda / 2NA$  的空间频率的光源, 其中  $\lambda$  为拾取光束的波长,  $NA$  为透镜的数值孔径, 可操作地在光

盘上记录所述已调数据。

6. 根据权利要求 5 所述的记录数据的装置，其特征在于，所述附加数据指示至少包括只读型光盘和可记录型光盘的光盘类型。

7. 根据权利要求 5 所述的记录数据的装置，其特征在于，所述附加数据包括复制控制信息。

8. 根据权利要求 5 所述的记录数据的装置，其特征在于，所述记录单元在所述光盘上以在每比特  $0.237\ \mu\text{m}$  和每比特  $0.387\ \mu\text{m}$  之间范围内的线性密度记录所述数据。

## 光盘、记录和读取盘上信息的方法及其所用装置

### 技术领域

本发明涉及一种新型光盘,特别是就该光盘,涉及一种记录和读取盘上信息的方法,以及执行该方法的装置。

### 背景技术

光盘已被大量地用作计算机应用的存储器件,并将这种光盘称作CD-ROM。用作CD-ROM的盘可仿造已开发用于音频应用的标准小型盘(CD),基本上它是一种进行了各种改善和改进的音频CD,其特别适用于计算机的应用。采用这种CD作为一标准盘,CD-ROM具有大约600兆字节的数据存储容量。由于采用了音频CD技术作为它的基础,CD-ROM和它的盘驱动器已相对地便宜并相当通用了。

然而,由于已适用于CD-ROM的通用音频CD具有其特有格式和存储容量,因此,难以改善数据的存储容量。在典型的计算机应用中,已经发现600兆字节的容量是不够的。

还有,可由音频CD获得的数据传输速率通常低于1.4MB/S(Mbps),然而,计算机应用通常要求远远超1.4Mbps的传送速率;而采用常用的CD-ROM难以获得较快的传送速率。

与通常CD-ROM有关的还有另一缺点,其由于这样的事实,即音频CD格式已适应于计算机的应用,它与存取在盘上的特殊位置有关具有相对长的存取时间。典型地,可由音频CD读取相对长的数据串,而对于计算机的应用通常要求访问任意的存取位置以由此读取相

对少量的数据。例如,特定的存取区段对于CD控制器来说可能要花更多的时间用以识别由光拾取来读取的区段。

关于CD-ROM还有进一步的难点(其同样归结于这样的事实,即这样的CD-ROM是基于音频CD技术)是其纠错能力。当音频数据由音频CD重放时,仍不能纠正的错误可基于重放的音频资料的高一致性通过采用插入法来去除。然而,在计算机应用中,由于该数据的低一致性,因而通常不能使用插入法来去除错误。因此,必须对记录在CD-ROM上的数据以显示高纠错能力的形式进行编码和调制。至此,已记录在CD-ROM上的数据是常规的交错里德-索罗门码(CIRC)加上所谓的分组完成纠错码的形式。然而,分组完成码通常要在相对大量的时间来对数据解码,更重要的是,它的纠错能力在一定情况下,被认为是不够的,即在一个组中存在多个差错。由于可将两个纠错码(ECC)技术用于CD-ROM,(相反只将一个ECC技术用于音频CD(即,CIRC技术)),因而必须将更大量的非数据信息记录在CD-ROM上,以实现该差错的校正,而该非数据信息的被称作"冗余"数据。为了改善CD-ROM的纠错能力,实质上就是增加必须要记录的冗余信息的量。

#### 发明内容

因此,本发明的目的就是要提供一种改进的光盘,其特别适用作为CD-ROM,它可克服与CD-ROM有关的前述难点和缺点,以用于至今已实现的类似使用。

本发明的另一目的就是提供一种光盘,其显示出较高的存取速度,由此允许任意位置的存取,诸如对区域的迅速存取。

本发明的再一目的就是提供一种改进的光盘,它具有比至今所用CD-ROM的传送速率高的高传送速率。

本发明的进一步目的就是改善光盘存取能力,由此使它更适于用作CD-ROM。

本发明的一附加目的就是提供一种改进的光盘,它只存取少量的冗余数据。

本发明的还一目的就是提供一种改进的记录格式用于光盘,其增强了光盘的纠错能力。

本发明的另一目的就是提供一种光盘,它具有实质上改进了的记录密度,由此,适合于将该盘用作CD-ROM。

本发明的进一步目的就是提供一种改进的光盘,它可把数据记录在各区段中,其每个区段具有一容易和可迅速读取的区段标题,特别是因为该区段标题在被成功地译码和识别之前,其不以需要基本上长时间的形式进行编码。

本发明的各个其它目的、优点和特征将通过后面的详细描述而会更为清楚,而新颖的特征将在后续权利要求中特别地加以指出。

根据本发明,提供一种光盘、一种用于记录于该盘的方法和装置、以及用于由该盘读取数据的方法和装置。盘具有小于140mm的直径,1.2mm $\pm$ 0.1mm的厚度和多个记录轨迹,其显示出轨迹的间距在0.646 $\mu$ m和1.05 $\mu$ m之间的范围内,在其轨迹上记录的数据作成压刻的凹痕。可将轨迹分成引入区、节目区和引出区,其目录(TOC)信息被记录在引入区的至少一个TOC轨迹上,用户信息记录在节目区的多个用户轨迹上。每条轨迹被分成多个区段,且TOC信息包括每个用户轨迹的起始区段的地址。将数据(TOC和用户信息)以具有至少八个奇偶校验码元的长距离纠错码进行编码。已编码的数据被调制和记录在盘上。最好是,将数据调制成游程长度受限(RLL)的数据。

在优选的实施例中,记录的数据所具有的线密度在 $0.237\mu\text{m/B}$ 和 $0.387\mu\text{m/B}$ 之间的范围内。此外,节目区被设置在具有半径为20mm至6.5mm的盘的一部分上。

数据的格式方便地允许迅速访问所需的区段。获得了在记录数据中冗余减少和高的存贮容量。有利地是,这种光盘可以记录具有特定计算机应用的数据、涉及计算机数据、或视频和音频数据,后者通过所谓MPEG(运动图象编码专家组)技术被压缩。也可能被记录的音频数据最好被压缩,然后与MPEG压缩视频数据多路复用。本发明采用的纠错码最好是具有至少8个奇偶校验码元的长距离码。迄今已使用的ECC技术已依靠所谓短距离码,其中数据块被分成两个分块,每个分块均与奇偶校验码元的数量有关,如4个奇偶校验码元。然而,已公知,可使用4个奇偶校验码元来校正4个数据码元,而如果每个分块中4个数据码元是错误的则可以校正总数为8的错误数据码元。而如果一个分块包含5个错误数据码元,由此另一分块包含3个错误数据码元,使用短距离码则只能有效地校正一个分块中的4个数据码元,由此允许总共7个数据码元的错误纠正。而采用长距离码,就不必将数据块再分了,从而如果在长距离代码数据中存在的所有8个错误数据码元,其均可以被校正。

作为另一特征,所使用的RLL码最好是将8位输入数据变换成16位数据,用以记录(称作16通道位)连续16位码元之间提供的无空位的数据。在迄今所使用的RLL码中,8个数据位被变换成14个通道位,并且3个备用位被插在后续14位码元之间。由此,本发明获得了冗余位的减少。

#### 附图说明

下面将结合附图详细地描述以便更好地理解,其顺便给出的实

例不能试图来限制本发明,其中:

图1是通过根据本发明制成的光盘的优选技术方框图;

图2是本发明所包含的装置方框图,其用以从根据图1所示技术制成的光盘上再现数据;

图3是用于由图1所示技术制成的盘的记录区域示意图;

图4其更为详细地示出了图3的记录区域;

图5是记录区域另一格式的示意图;

图6是记录区域再一格式的示意图;

图7是记录区域又一格式的示意图;

图8是记录在盘的TOC区中的一部分信息的表列图;

图9是记录在TOC区中的另一部分数据的表列图;

图10是记录在盘上的数据区段的示意图;

图11A-图11E是可记录在区段中的不同型式的子码数据的表列图;

图12是可记录在区段中作为子码信息的版权数据的表列图;

图13是可记录在区段中作为子码信息的应用ID信息的表列图;

图14是可记录在区段中作为子码信息的时间码数据的表列图;

图15是可记录在区段中作为子码信息的图象型数据的表列图;

图16是可包含在记录于TOC区中的TOC信息中的ECC型数据的表列图;

图17是可作为C1码字识别的一帧纠错编码数据的示意图;

图18是本发明所使用的长距离纠错码格式的示意图;

图19是本发明可采用的短距离纠错码格式的示意图;

图20 是在由盘将其码元重放以后重排数据码元的顺序的示意

图;

图21是已进行了纠错编码的数据区段的示意图;

图22是以长距离格式的纠错编码数据的块代码示意图;

图23是以短距离格式的纠错编码数据的块代码示意图;

图24是表示EFM调制的数据码元串的示意图;

图25是一程序图,其用以解释在图24中所示的EFM 调制数据中空位是如何进行选择的;

图26是能用来产生图24所示数据串的EFM调制器的方框图;

图27是一帧经EFM调制的数据示意图;

图28是一个表,其用以解释在形成图24所示EFM数据串时,空位是如何进行选择/禁止的;

图29A-29D是说明性波形图,其可用来理解空位是如何进行选择的;

图30是本发明可使用的调制器的方框图;

图31是本发明可使用的解调器的方框图;

图32是一装置的方框图,它可用来将数据提供给图1 所示的记录技术;

图33是图2所示重现装置可使用的数据恢复装置的方框图。

### 具体实施方式

本发明可在一光盘上记录不同类型的数据,特别适用于作为CD-ROM,而且还适用作为数字视频盘(DVD)。这些数据可以是计算机可使用的文件数据或应用数据,或它可包括视频数据,其有时在这里可称作动画数据,它包括图象信息和音频信息,并且它最好是根据各种常用视频数据压缩标准或格式如那些公知的MPEG-1,MPEG-2,或当还要记录视频图象时的JPEG来进行压缩。因此,可以意识

到,盘上的信息容许"多媒体"的应用。

在描述用以将数据记录在光盘上的技术以前,先对盘本身进行简单的描述。本发明所使用的光盘的物理参数完全类似于常用的音频CD;出于这个原因,没有提供盘的附图。然而,人们将会意识到,盘的直径为140mm或更小,最好是120mm或135mm。数据被记录在轨迹中,而更详细地来说,轨迹间距在 $0.646\mu\text{m}$ 和 $1.05\mu\text{m}$ 之间的范围内,最好是在 $0.7$ 至 $0.9\mu\text{m}$ 的范围内。象音频CD数据一样,记录在光盘上的数据是以压刻凹痕的形式,其线密度是在 $0.237\mu\text{m/B}$ 和 $0.387\mu\text{m/B}$ 之间的范围内,尽管该范围处于 $0.3\mu\text{m/B}$ 至 $0.4\mu\text{m/B}$ 范围内。数据被记录在盘的20mm至65mm半径的那部分上。可将厚度为 $1.2\text{mm}\pm 0.1\text{mm}$ 的盘加以驱动以进行重放操作,使得它的线速度在 $3\text{m/s}$ 至 $5.3\text{m/s}$ 的范围内。

由于有了盘的线密度和轨迹间距的结果,使得信息可通过拾取头而由盘光学地读出,其中拾取头可通过具有数值孔径NA的透镜投射出波长 $\lambda$ 的光束,使得投射的光束显示出空间频率为 $l$ ,其中 $l = \lambda / (2NA)$ 。用于光拾取的光源最好是激光束,它的波长为 $\lambda = 635\text{nm}$ ,该激光束通过数值孔径为 $NA = 0.52$ 的透镜射出,结果得到空间频率为 $l = 611\text{nm}$ 。

与光盘相关的物理参数的典型例子如下:

光盘直径=120mm,

节目区=23mm至58mm,

轨迹间距= $0.84\mu\text{m}$ ,

线密度= $0.307\mu\text{m}$ 。

这使得数据存储容量为4.4GB。

公知的用以将数据记录在光盘上的一种建议结构称作EFM加帧(EFM指的是8至14调制)。EFM加帧是由85个数据码元(每个码元是8位字节的16位表示)加两个同步码元构成,由此组成87个16位码元。一个区段是由 $14 \times 2$ EFM加帧组成的。但是,在一区段中所具有的用户信息量,也就是说,包含有有用的数据并由此包括区段标题信息、错误检测码(EPC)信息等等的信息量,2048个码元。因此,EFM 加帧的效率可计算为:

$$(2048 \times 16) / (87 \times 16 \times 14 \times 2) = 0.8407$$

也就是说,EFM加帧的效率大约为84%,这意味着记录在一个区段上的所有数据的 84%是有用的数据。因此,如果光盘的存储容量为4.4GB,如上所述,则可存储在盘上的用户数据量为 $84\% \times 4.4\text{GB} = 3.7\text{GB}$ 。

当然,如果轨迹间距是变化的和/ 或如果压刻的凹痕的线密度是变化的,那么盘的存储容量同样是变化的。例如,如果轨迹间距约为 $0.646 \mu\text{m}$ ,那么盘的存储容量大约为6.8GB,然而,如果轨迹间距约为 $1.05 \mu\text{m}$ ,那么存储容量大约为4.2GB。然而,事实上,拾取光束的空间频率决定最小的轨迹间距和最小的线密度,因为,最好是轨迹间距不小于拾取光束的空间频率,并且线密度不小于拾取光束的密度频率的一半。

当与音频CD相比时,本发明所用光盘记录数据的线密度大约是音频CD线密度的1.7倍,而本发明所用光盘的记录容量大约是音频CD记录容量的5.5倍,驱动本发明的光盘可显示出其线速度大约是音频CD线速度的4倍,本发明的光盘的数据传送速率大约是9Mbps,其大约是音频CD数据传送速率的6倍。

考虑到上述内容,参照图1,它正是所述型式光盘制造所用技术的方框图。给输入端121提供待记录的用户数据,该数据是由例如复合视频和音频信息、标题数据和子信息组成,如计算机文件、字符数据、图形信息等等,但其不限于此。提供给输入端121的数据是由图32所示的装置产生的,下面将对其加以描述。

将用户数据与转换开关124进行耦合,而它也适用于接收通过TOC编码器而由输入端122提供给开关的目录(TOC)信息。TOC信息可识别用来精确地重现记录于其上的用户信息的盘的各种参数;并且TOC信息还包括涉及用户信息本身的数据,如有助于迅速存取记录于特定轨迹上的用户信息的信息。下面描述TOC信息的结构。

开关124可选择地将在输入端121上提供的用户数据和在输入端122上提供的编码TOC数据联接到错误检测码(EDC)加法器127上。正如将要描述的那样,可将TOC信息记录在盘的一部分上,而将用户数据记录在其另一部分上;并且开关124可在适当的时间选择或是TOC信息或是用户数据。下面将连同如图21来加以描述,可将错误检测码在用户数据或TOC信息的区段端部上加入;并且加法器127用以在区段数据已被接收以后产生错误检测码,然后将错误检测码加到段数据的端部。在优选实施例中,区段是由2048比特有用的数据组成,加上奇偶字节,加上区段标题数据,加上许多"预定"字节,加上EDC码。

区段标题加法器128适用于将区段标题加到通过EDC加法器127所提供的用户信息的每个区段上。下面将结合图10来加以描述,区段标题包括同步组合和信息,其可用以迅速地识别存取的区段。该信息,特别是在包含有用户数据的区段中,包括子码信息,它通过区

段标题编码器129而联接到区段标题加法器上,而编码器129工作用以将通过输入端123所提供的子码信息进行编码。该子码信息是由适合的源产生的,正如下面结合图11将要进一步描述的那样,它可用以提供有助于识别和控制涉及记录于盘上的用户数据的信息。例如,子码信息可识别轨迹数,其中包含有该子码信息的区段被记录;版权管理信息,它确定由盘再现的数据,如视频数据是否可被复制;应用ID信息,它是对于记录于区段上数据指定特定的用户应用;时间码数据,其表示时间信息,按该时间信息记录用户数据;和涉及可将其记录盘上的视频图象信息,如记录于该区段上的视频图象与紧接其前后视频图象之间的距离或间距。系统控制器110对区段标题编码器129进行一定的控制,使得原有的子码信息和其它区段的标题信息(如图10所示)被放置在适当的数据位置上用以完全地记录在用户轨迹中。

用户数据,其包括由区段加法器128所加的区段标题,要经过纠错编码,它是通过ECC电路132连同存储器131和存储器控制部分133一同完成的,后者是通过系统控制器110来控制的。在美国再颁专利Re31,666中描述了一个本发明可采用的ECC编码的例子,它要经过改进以便适用于记录在光盘上的数据。在本发明的一个实施例中,对由电路132所产生的ECC编码进行卷积编码,下面将结合图17对其进行更加详细的描述。为足以理解图1而简单地指出,ECC编码组装一帧的数据字节或码元,称作C2码字,它由如116字节或码元组成的,并且产生C2奇偶校验字节,其随各个数据字节或码元以预定的C2码字数而变化。例如,如果在每个C2码字中的数据字节或码元显示出顺序1,2,...116,那么C2奇偶校验字节或码元可通过将来自

C2码字 $C2_1$ 的字节1和来自 $C2_2$ 的字节2进行组合来产生。另一C2 奇偶校验字节可通过将C2码字 $C2_3$ 的第三字节和 $C2_4$ 的第四字节进行组合来产生。采用这种方法,C2奇偶校验字节可通过交错技术来产生;作为一个例子,可将12个这种C2奇偶字节加到C2码字 $C2_1$ 上,即使这种C2奇偶校验字节涉及包含在其它C2字中的数据字节。然后,为用于已加入了C2奇偶校验字节的C2字(如 $C2_1$ )产生C1奇偶校验字节,结果形成了这里指的C1码字(如 $C1_1$ )。由116数据字节加上12个C2奇偶校验字节,加上8个C1奇偶校验字节组成的合成C1 码字被存储在存储器131中。

存储在存储器131中的C1码字中的顺序次序数据字节可通过例如延迟奇数字节来进行重排,便形成奇数组的数据字节和偶数组的数据字节。由于每组由包含在C1码字中的仅一半的数据字节组成,因而可将一C1码字的奇数组数据字节与紧接的C1 码字的偶数组数据字节组合,由此形成打乱次序的字节。这种打乱的次序改善了ECC编码数据的突发差错的抗扰性。打乱次序的ECC 编码字节由存储器131提供给调制器140,其最好是执行8至16调制,如果需要的话,还可以使用8至14 (EFM) 调制。

存储控制器133提供给存储器131以必要的读和写地址,使得能够产生交错形式的C2奇偶校验字节,并且还可将顺序次序的数据字节重排成前述的打乱次序。

在ECC编码技术优选的实施例中使用长距离码,也叫做L格式。L格式产生按图18所示排列的C1码字,下面进一步加以描述。如果需要的话,ECC编码数据可显示出短距离码或S格式,如图19 所描绘的,描述如下。基于是否选择L格式或S格式,系统控制器110控制存

储控制器113,使得存储器131允许数据字节以L 格式或S 格式进行ECC编码。

调制器140用来将由存储器131所提供的8位字节变换成16位码元,每个码元均是游程长度受限码(RLL),正如将要描述的。将会意识到,通过产生的16位码元,是数字信息游程长度函数的累加数字和值(DSV),也就是连续的0数或连续的1数,其受限只允许按这种连续的0或1变化而产生的DC部分用以保持或限制为0。通过消去DC或所记录的数字信号较低频部分,则在重现数字信息时将会同样存在的错误会被减到最小。

调制器140由此产生一记录信号,可将其联接到剪辑装置150上,该装置可用于制作原始盘,由该盘可生产出一个或多个母盘,并且由该盘可以冲压复制以分发给最终用户。也就是说,该冲压的盘构成CD-ROM。

在一个实施例中,剪辑装置一电光调制器 151,它依靠所谓的Pockels效应(Pockels effect)来调制用于"剪辑"原始盘的光束。该原始盘可由靠模装置160使用以生产该原始盘的主盘。靠模装置160依靠常用技术,如显影和真空淀积,以生产出多个母盘。该母盘可用于冲压机注模复制,接着可将其包装和分发。图1中的方框171和172试图表示在制造该盘中的注模和包装装置。完成的盘描绘成盘100。

现将结合图2的方框图来描述用于重现记录于光盘100 上的信息的技术。这里,盘可通过投射光束的光拾取器212来光学地读取,如具有空间频率为 $1 = \lambda / 2na$ 的激光,该光束由盘反射并通过常规拾取检测器来检测。检测器将反射的光束变换成相反的电信号,将该

电信号由拾取器212提供给波形均衡器213,然后提供给锁相环时钟再生电路214和解调器215。以恢复的电信号的传送可用于同步锁相环路,以由其抽取时钟信号,用以将数据记录在盘上。将抽取的时钟信号联接到解调器215上,它可完成RLL解调,下面结合图31来对其更详细地加以描述。只要说如果数据按16位码元记录在盘100上时,解调器215可将每个16位码元解调成8位码元或字节就足够了。

由盘100再生的解调数据提供给环形缓冲器217,也可将由锁相环时钟再生电路214抽取的时钟信号提供给环形缓冲器,以容许解调数据的"时钟输入"。还可将解调的数据由解调器215提供给区段标题检测器221,其可用以检测,并可将区段标题与解调的数据分开。

环形缓冲器217可联接到纠错电路216上,它可用以纠正可能存在于存储在环形缓冲器中的数据。例如,当数据的长距离码记录时,其码如可由C1码字组成,每个码字由126码元组成,其包括表示数据(如C2数据)的116码元,表示C2奇偶性的12码元和表示C1奇偶性的8码元,纠错电路216首先使用C1奇偶校验码元来纠正可能存在于C1字中的错误。将经纠错的C1字再写入环形缓冲器217;然后纠错电路使用C2奇偶校验码元用以进一步纠错。那些经进一步纠错的数据码元被再写入环形缓冲器作为经纠错的数据。上述的再颁专利Re31,666用作纠错的例子可以进行参考。

在检测到区段标题中的错误情况下,纠错电路216使用C1奇偶校验码元来纠正区段标题,并将经纠错的区段标题再写入区段标题检测器221中。有益的是,不需要C2奇偶校验元用于区段标题的纠错。

如上所述,提供了四种纠错编码的输入数据元表现出一给定顺

序,而纠错编码码元为记录可以以不同顺序进行重新设置。在一种设置中,奇数和偶数码元是分开的,并且C1 码字的奇数码元以奇数组记录,同时C1码字的偶数码元以偶数组记录。另外,可将不同C1码字的奇数和偶数码元组合成一起用以记录。再有,可以使用其它顺序设置用以记录数据。在重放过程中,纠错电路216 和环形缓冲器217可协同操作用以将恢复的数据码元复原到其原有的给定顺序。换句话说,数据码元可被认为可以以打乱的次序来记录,纠错电路和环形缓冲器的结合操作可用以将C1 码字中码元的顺序重新设置成其适当的设置顺序。

可将存储在环形缓冲器217中的纠错数据联接到错误检测电路222上,该电路使用通过EDC加法器127(图1)加到记录数据上的 EDC 位来检测未改正的错误。在数据不能被校正的情况下,EDC 检测器222可提供一适当的指示,如在特定未改正的字节中的错误标志或在未改正的C1码字中的错误标志,并且可将经纠错的数据(其带有或不带有这种错误标志)按具体情况,联接到输出端224上。

另外,从光盘100恢复的TOC信息由纠错电路216纠错并由EDC检测器222检错之后耦合到TOC存储器223,用来控制数据重放运作并允许迅速存取到用户数据,存储器223中存储的TOC信息以及由区段标题检测器221从重放数据中分离出来的区段信息被耦合到系统控制器230。系统控制器响应于由用户接口231 送来的用户产生的指令来控制光盘驱动器225,以便存取所要求的轨迹以及那些轨迹中的区段,就这样来重放用户请求的用户数据。例如:TOC存储器223存储的TOC信息可以包括表示每条轨迹的起始位置的数据,系统控制器230响应于用户产生的存取特定轨迹的请求来控制盘驱动器

225以使被请求的轨迹定位并进行存取。存取轨迹中表示数据的特定识别信息可以被恢复并由区段标题检测器221送到系统控制器230,这样就实现对这种数据的快速存取。以下更详细地进一步描述TOC信息和区段信息,这些信息对于用上述的方法控制盘驱动器是有用的。

从下面对图10和图21的讨论可明白,用包含在同一个C1码字中的C1 奇偶校验码元作为区段标题可以对由光盘恢复的区段标题信息纠错。仅用C1 奇偶校验码元多半都能纠正区段标题中出现的任何错误。因为C1码字包含由不同的C1 码字中包括的数据码元产生的C2奇偶校验码元。所以不用等待纠正区段标题之前要被组装的全部C2奇偶校验码元就能快速检测区段信息。这样,包括在区段标题中作为区段地址的区段位置信息被检测出来,从而有助于地址的区段位置信息被检测出来,从而有助于快速存取到要求的区段。这一点要和普通的CD-ROM相比较,普通CD-ROM中区段标题信息插入在几个C1码字之中,这就要求区段标题数据前的所有的那些C1码字的恢复和纠错能被汇编整理。

图3是一幅示意图,表示光盘100的表面被分成为分离的区域的方式,这些区域称之为引入区、节目区和引出区,图3还标明了节目区和引出区的引入区段地址。在说明的实施例中包含在引入区中的区段呈现为负区段地址,以区段地址-1结束,该地址按16 进制表示为 $0 \times \text{FFFFFF}$ 。节目区中的第一区段地址表示为地址0。如图所示,节目区的长度或区间取决于其中所记录的数据量,因此节目区记录的最末区段的地址是可变的。所以可以清楚的是引出区段的第1区段地址是可变的,而且取决于节目区的长度。

图4中原理性地说明了图3所示的光盘构形的一个实施例,在此,由一条或多条TOC轨迹构成的TOC区设置在引入区中,TOC 信息记录在标识为-32到-1的区段中,这32条TOC信息的区段像单条TOC 轨迹一样占据引入区中的一个固定位置。图4中所示的节目区由N 条轨迹构成,其中N是可变的。节目区的第1条轨迹的区段地址是地址0;节目中包含的轨迹的总数取决于光盘上存储的信息量,而且每条轨迹中包含的区段数也是可变的,所以轨迹2、3、……N 的引入区段的区段地址也是变化的。当然,引出区在第N 条轨迹记录之后才开始。

在一个实施例中,记录在给定盘上的数据可以容许不同的应用,但是在各轨迹上记录的全部数据最好容许同一种应用。

图5表示的是另一种盘记录格式,其中TOC信息和图4 中所示的情况相同被记录在引入区,例如:从区段-32到区段-1,而TOC信息的复制信息记录在节目区中。在图5所示的例子中,TOC信息的复制信息被记录在至少一条轨迹上,该轨迹的引入区段例如是区段1024。如以下将描述的那样,由于TOC区的大小是固定的32个区段,所以复制的TOC区的最后区段是区段1055; 并且下一个用户数据轨迹的引入区段标识为区段1056。在节目区中提供TOC信息的复制信息的一个原因是某些计算机应用不容易识别具有负地址的区段中记录的数据(像记录在引入区中的区段-32到-1的TOC信息)。

图6中描绘了另外一种记录在光盘上的数据格式的实施例,其中TOC区以区段0到区段31的地址记录在节目区。在这里,节目区中TOC信息的记录不同于图5的节目区中TOC信息的记录,图6的记录方式不包括TOC信息的复制信息。然而,由于图6中是以正区段地址来

记录TOC信息，所以避免了由于计算机识别负区段地址的困难而造成的错误理解的可能性。

在图5和图6所示的TOC信息被记录在节目区中的实施例中，可以明白，TOC 区是和与采用光盘的计算机特别有关的数据文件隔开的。图7描绘了另外的记录在光盘上的数据格式，并说明TOC区被定位于区段32到区段63。在这个方案中，区段0到31 中记录的信息是为计算机文件储备的，这些信息对于使用光盘的计算机系统来说特别有用，因此，在图5,6和7的实施例中，其中TOC 信息被记录在节目区中，这样的TOC信息和文件系统数据是分离的，从而TOC 信息不影响可能记录在该光盘上的文件系统数据。这种文件系统数据可能占据几个区段或几十个区段；而且由于TOC 信息被记录在固定数量的区段中，占据固定的TOC区，因此就不存在TOC 信息干扰这种文件系统数据的问题。

如上所述，在优选实施例中，TOC信息被记录在32个区段中，虽然不是必须的，但每个区段最好由2048字节构成，记录在TOC区中的TOC信息的一个例子列于如下的表1中。

表 1 目录信息

| 字段名        | 字节            |
|------------|---------------|
| 盘信息        | 2048          |
| 轨迹信息(第1轨迹) | 32            |
| 轨迹信息(第2轨迹) | 32            |
| 轨迹信息(第3轨迹) | 32            |
| •          | •             |
| •          | •             |
| •          | •             |
| •          | •             |
| 轨迹信息(第N轨迹) | 32            |
| 储备         | $63488 - 32N$ |
| 合计         | 65536         |

从上表可知,

TOC信息包括供光盘信息用的一个区段,对此,表2作了更详细地前述,还包括到31个区段,这些区段中记录轨迹信息(见表3)。TOC区还包括一个储备区段,用来记录以后可能有用的信息。按照本发明的光盘的实际应用,用户信息可以记录在N条轨迹上,例如N=256。TOC区中记录的轨迹信息只与记录在相应轨迹中的数据有关,如将要结合表3所描述的那样。

表2表示构成记录在TOC区中的光盘信息的数据。

表 2 光盘信息

| 字段名              | 字节     |
|------------------|--------|
| HD-CD ID         | 8      |
| 光盘类型             | 1      |
| 为光盘尺寸储备          | 1      |
| 引出区段地址           | 3      |
| 为多节参数储备          | 20     |
| 为可写入参数储备         | 20     |
| 容量数              | 1      |
| 总容量数             | 1      |
| 目录号              | 16     |
| 为应用ID串储备         | 8      |
| 英语/ISO646盘标题     | 16     |
| 指定语言国家代码         | 3      |
| 用指定语言的光盘标题长度(=N) | 1      |
| 用固定语言的光盘标题       | N      |
| 第1轨迹数            | 1      |
| 轨迹总数             | 1      |
| 储备               | 1947-N |
| 合计               | 2048   |

这些标识光盘信息的字段更详细描述如下：

HD-CD ID: 该字段由8字节组成, 包含识别盘上记录的数据结构的一个字符串, 其中包括用来表示TOC信息的数据结构、表示轨迹信息的数据结构和区段的数据结构。例如: 如果字符串是"HD-CD001", 那么盘上记录的数据结构是图4所示的类型; 用来表示TOC信息的数据结构如表1所示; 用来表示轨迹信息的数据结构如表2和3所示; 区段的数据结构如用户数据轨迹表示如表4(将要描述)。不同的数据结构可以用字符串"HD-CD002", "HD-CD003", 等来标识。记录在这个字段中的特定的字符串由重放设备来检测, 该设备能根据感知到的数据结构严格地译出所重放的数据。

光盘类型: 该1字节数据标识光盘的类型, 如: 只读光盘、一次写入多次读出光盘(WORM) 或可抹除光盘(如称之为"小型"盘的可写入光盘)。

为光盘尺寸储备: 该一字节字段是用来标识光盘尺寸的, 例如: 120mm直径的光盘可以用数值"1"来标识; 直径80mm的盘可以用数值"2"标识, 等等。另外, 或可选择地, 该信息组也可以用来标识光盘的存储容量。

引出区段地址: 该3字节的字段标识引出区的第1区段的地址。

为多节和可写入参数的储备: 该两字段都是由20字节组成, 存储对可抹除光盘或WORM光盘特别有用信息, 在此不予详述。

容量数: 当为特殊应用而由几个盘构成一个数据集合时使用该1字节数据字段, 例如: 如果该数据集合包括2, 3, 4等张盘, 该信息组标识其中之一是当前盘。

总容量数: 该一字节字段标识包括当前盘在内的构成数据集合的盘的总数。

目录号: 该16字节字段标识该盘上所记录的信息或程序的类型, 这种标识构成"目录号", 现在被表示成标识不同物品的UPC/EAN/JAN码。

为应用ID串的储备: 该8 字节字段要用来标识该光盘媒体的特殊用户应用, 现在不用这个字段。

英语/ISO646光盘标题: 该16字节字段用英文按ISO646 标准存储光盘的标题, 虽然光盘的实际标题可以用其他语言, 但它的英译文或该标题的相应的英文标识被记录在该字段中。按照另外的实施例, 该字段可以包含较少或较多的字节, 以适应较短或较长的英文标题。

指定语言国家代码: 这3 字节字段用来标识光盘标题的实际语言。例如: 如果光盘标题的实际语言是日语, 该字段把"指定语言国家"记录为日本 如果标题是用法语, 该字段就把"指定语言国家"记录为法国。在该字段中记录的代码可以表现为与特定国家相对应的数值, 或者该字段也可以用ISO3166标准来规定。如果不要用该字段, 其中所记录的字符串可以是0×FFFFFF。

用指定语言的光盘标题长度: 该1字节字段标识的是在"用指定语言的光盘标题"字段(被描述的)中用指定语言表现光盘标题的字节数。如果不按英语以外的其他语言记录, 那么"用指定语言的光盘标题"字段留空, 并且该字段的值是0。

用指定语言的光盘标题: 该N 字节字段代表用指定语言的光盘标题。这就要求不同的语种不同的标准来表示光盘标题, 并且希望把这种指定语种标准被用作该字段中所记录的数据。由此而知, 构成该字段的字节数是变化的。

第1轨迹数:该1字节字段标识构成包含用户信息的第1 轨迹的轨迹数,例如:如果TOC信息被记录在单条轨迹上,而且该单条轨迹被标识为程序区中的轨迹0,那么构成"第1轨迹数"的轨迹数就是1。

轨迹总数:该1字节字段标识被记录的用户轨迹的总数,由此可知,如果这个字段包含单个字节,那么最大可以记录256条用户数据轨迹,即包含用户信息的轨迹。

现在结合表3来描述表1中所示的TOC数据的轨迹字段中记录的数据:

表 3      轨迹信息

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 轨迹号      | 1  |
| ECC类型    | 1  |
| 速度设定     | 1  |
| SA开始     | 3  |
| SA结束     | 3  |
| 起始点时间代码  | 4  |
| 播放时间     | 4  |
| 母盘日期及时间  | 7  |
| 应用ID串的储备 | 8  |
| 合计       | 32 |

现在更详细说明表3中的构成轨迹信息的每个字段所记录的信息。

轨迹号: 该1字节字段标识这个轨迹信息所代表的轨迹的号码。因为用1字节来标识轨迹号, 所以最大可记录256条用户数据轨迹, 当然, 单个轨迹号标识各轨迹, 而不用同一轨迹号标识该光盘上的两条轨迹。虽然连续的轨迹最好顺序编号, 显然, 如果必要的话每条轨迹可以安排一个随机码号并且该随机号码用"轨迹号" 字段来标识。

ECC类型: 该1字节字段标识纠错码, 该纠错码用来对该盘上记录的用户数据进行编码。例如: ECC类型即可以是称之为L格式的长距纠错码也可以是称之为S格式的短距纠错码, 后面要说明L格式和S格式之间的差别。

速度设定: 该1 字节字段标识从该光盘上恢复数据所执行的数据传送速率, 例如: 基准数据传送速率是1.4Mbps, 那么该"速度设定"可以呈现的代表值为 $1 \times$ 基准速率或 $2 \times$ 基准速率或 $4 \times$ 基准速率或 $6 \times$ 基准速率。图8是表格方式表示"速率设定"字段; 显然, 数据传送速率不必是基准速率的整数倍, 如用数值"FF"表示的那样。如图8所示, 这个字段中的字节值0代表不要求实时读出数据, 很明显, 与视频数据相反, 计算机数据不要求实时读出。因此, 如果用表3中的"轨迹号"信息组标识的轨迹内记录计算机数据的话, "速度设定"信息组的值就被设定为0。

起始和结束区段地址(SA): 这些3字节字段标识"轨迹号" 字段中标识的轨迹的起始区段的地址和该轨迹结束区段的地址。由于包括在轨迹中的区段数是变化的, 所以给定的轨迹的起始区段和结

束区段的地址都不固定。因此,在执行所要求的光盘的高速存取动作时这些字段是有用的。

起始点时间代码:该4字节字段标识由"轨迹号" 字段标识的轨迹中的起始区段的时间代码,由此可知,如果用户信息代表视频数据,那么这种视频数据可以用普通时间代码来记录,并且包含这种视频数据的轨迹的起始区段被记录在这个"起始点时间代码" 字段中。如果不用用户信息记录时间代码,可以把该字段留空或者可以提供一个像字符代码0那样的无数据。

播放时间:该4字节字段标识用"轨迹号" 字段标识的轨迹中所记录的节目信息的整个播放时间,例如: 如果这个轨迹中的用户信息是音频节目,对该轨迹的播放时间大约可以是10分钟; 如果用户信息构成压缩的视频数据,那么播放时间可以是2分钟或3分钟或者甚至到15分钟。

母盘日期和时间:这个7 字节的字段标识制造这种光盘的母盘的开发日期和时间,图9是列表表示的该字段。如果需要的话,该字段可以用字符代码0表示的无效数据来替代。

为应用ID串的储备:这个8 字节字段用来存储代表特殊应用的信息,对于这个特殊应用要使用由"轨迹号"标识的轨迹中记录的数据。这与表2中的"应用ID"字段稍有区别,因为表2信息组要标识针对整个盘的应用或使用的类型,而表3的"应用ID" 字段简要地标识那张盘上所特定的轨迹中记录的数据的类型或使用。

参照图10,来说明用户信息区段的数据结构的优选实施例。TOC信息也被记录在区段中,这样的TOC区段的结构是类似的。如下的表4就列出了图10中所示区段的字段。

表 4 区段结构

| 字段名    | 字节   |
|--------|------|
| 区段同步   | 4    |
| CRC    | 2    |
| 子码     | 5    |
| 群集中的位置 | 1    |
| 地址     | 3    |
| 模式     | 1    |
| 子区段标题  | 8    |
| 用户数据   | 2048 |
| EDC    | 4    |
| 储备     | 12   |
| 合计     | 2088 |

如图10所示,一个区段构成一个包含实施例中安排的24个字节的区段标题,其后是2048字节的用户数据、4字节检错码(EDC)和12字节的储备。多个区段最好构成一个"群集",例如:一个群集包括8个或16个区段,可以把它作为优选格式确定下来。

下面对构成图10所示的区段的不同信息组予以更详细的说明。

区段同步:该4字节字段由预定的位组合构成,该位组合容易检测而且是唯一的,同时它又有别于区段的任何其他字段中所包含的

数据组合。同步组合的精确检测可以通过检测从该区段重放的信息所产生的差错来确定。如果连续地检测出大量的差错,就一定要认为未精确地检测到同步组合。另外,用来把16 比特码元变换为8 比特字节(或者进一步泛指:把m比特码元变换为n比特字节)的解调器最好可以包括合适的非操作性变换表来把同步组合变换成字节。假定在解调器找不到相应于接收的m比特码元的n 比特码元时就会出现同步组合。

周期性冗余码(CRC):该2字节字段是从区段标题中包含的子码数据、群集位置数据、区段地址以及模式数据导出的,这种CRC 数据被用来纠正这些字段中出现的差错。

子码:该5字节字段下面来描述。

群集位置:该1字节字段标识的是该群集中特定次序,这个区段就按该次序定位。例如:如果该群集由8个区段形成,这个字段就把特定区段标识为该群集中的第1、第2、第3等区段。

地址:该3字节字段构成这个区段的唯一地址,由于地址用3 个字节表示,所以从理论上讲最大可以记录64K区段。图4-7表示不同用户数据轨迹的区段地址。

模式和子标题:这些字段通常被用于CD-ROM, 在此所表示的数据与通常用于这种CD-ROM的数据相同。

用户数据:在用户数据字段中记录2048字节的信息,例如:可以记录计算机数据、压缩的视频数据、音频数据等等。如果记录视频数据,则如标准ISO1381-1中所述的那样,可以用MPEG标准来压缩这些数据。

检错码:该4字节数据是用EDC加法器127(图1)叠加的循环码,

它用来检测区段中不能纠正的差错。

现在结合图11A-11E详细讨论子码字段，子码字段由两部分构成：1字节的地址和4字节的数据，地址部分的值用来识别记录在数据部分的数据类型。例如：如图11A所示，如果地址部分的值是0，则数据部分中未记录数据或0数据。

如果地址部分的值是1，如图11B所示，数据部分就提供如下1字节的信息：

轨迹号：这个数据标识记录包含这个子码的区段的轨迹的号码。

版权：这个字节呈现图12所示的结构，其中"1"代表禁止复制有关的用户数据，"0"表示允许复制有关的用户数据。版权字段的比特的位置表示禁止或允许的复制的用户数据的类型。如图12所示，被识别的用户数据有模拟视频数据、模拟音频数据、数字视频数据、数字音频数据等等。例如：如果这个区段中的用户数据是数字视频数据，并且禁止复制那个数字视频数据，那么版权字节出现为"00100000"。

应用ID：它表示在这个区段内记录的用户数据要特殊应用，典型的应用实例示于图13，如计算机文本、视频、视频/音频等。如果该区段未记录数据，应用ID字节可以被表示为0字符。

ECC类型：这个数据表示用户数据是否按照L格式或S 格式进行ECC编码，如图16所示。可以用这个ECC 类型字节的其他值表示ECC代的其他类型。

如图11C所示，如果子码地址值是2，那么该数据部分代表时间代码，也就是说，如果该区段中记录的用户数据是时间可变的，例如如果这种数据是视频数据，那么被记录在子码字段中的时间代码数

据代表时间数据,按该时间数据记录用户数据。这种时间代码的一个例子示于图14中。其中2个数字的BCD位用来表示时、分、秒和帧,用户数据按照这个时间被记录在这个区段中。

如图11D所示,如果地址部分的这个值是3,那么该子码字段的数据部分表示从该子码字段所记录的区段到刚好超前的压缩视频图像I所记录的第1区段的距离;以及从该区段到随后的压缩视频图像I所记录的第1区段的距离。本领域普通技术人员会理解当视频数据按照MPEG标准编码压缩时可以构成称之为I图像的帧内编码图像、称之为P图像的超前编码视频图像和称之为B图像的双向超前编码视频图像。其地址部分为3的子码字段的数据部分指示出该区段与下一个超前I图像及下一个随后I图像的开端之间的距离。

如图11E所示,如果地址部分的值是4,则数据部分包括1字节图像类型和2字节瞬时参考数据,图像类型指出记录在这个区段的视频图像是否是I、P或B图像(见图15),瞬时参考数据指示记录在这个区段的特定图像的在原始图像显示顺序中的位置。本领域的普通人员都知道,在重放运行期间这个瞬时参考数据是很有用的,因为当B图像最好显示时,按MPEG码顺序的压缩的B图像数据的位置很不同于该图像的实际位置。

本发明中优选的ECC格式是L格式,图17中原理性地表示出了被编码的"数据帧"。该ECC"帧"在此称之为C1码字,该码字在记录时由跟随有136个数据码元的同步组合构成。如下所述使用术语"码元"而不用"字节"是因为被记录的"码元"由16比特(称为通道比特)组成,而字节则仅由8比特构成。然而,可以知道在8比特转换为16比特之前,即C1码字调制之前,该C1码字仍然是由图17所示的结构

构成,其中将会理解所说明的码元实际上是字节。

现在简述产生C1码字结构的方法,称为C2码字的116 数据字节或码元提供到图1的由存储器131和ECC电路132构成的ECC编码器。C2保持部被加到C2码字上,最好是插入在两组58码元之间,而C1 保持部则加在总共128码元的末端。保持部仅仅是在以后要插入奇偶校验数据的数据流中留出位置。因此,初始C1码字可以被认为是这样构成的,即:一组58个数据码元之后是C2保持部,再后是一组58个数据码元,最好是C1保持部。然后,用例如2元加法产生C2奇偶校验码元,最好是一个初始C1字中的一个数据码元与下一个(或第2个)初始C1字中包括的数据元2元组合。如果需要的话,进一步与第3跟随初始C1字等相组合也是有效的,以便产生一个C2奇偶校验码元。第1初始C1字中的下一个数据码元与下一个跟随的初始C1字中的各数据码元相组合的类似的方法产生下一个C2奇偶校验码元。按照这种方式,通过用预定量的数据码元与同样预定数量的连续初始C1字组合来产生C2奇偶校验码元。也就是说,如果用2元组合2个数据字来产生C2奇偶校验码,那么第1初始C1 字的一个数据字就与下一个跟随的初始C1字的下一个码元位置上的一个数据码元相组合。如果组合3个数据码元产生C2奇偶校验码元,那么连续码元位置上的一个数据码元与3个连续的初始C1字节每一个相组合而产生C2奇偶校验码元。如果组合4个数据码元产生C2奇偶校验码元,那么连续的码元位置上的一个数据码元就要和4个连续的初始C1字的每一个相组合。

作为这种ECC编码的理想的一面,该被组合的数据码元在各自的初始的C1字中的占据连续的位置。这就是说, 如果在第一初始

C1字中的数据码元是第 $n$ 个数据码元，则第二初始C1字中的数据码元是第 $n+1$ 个数据码元，第三初始C1字中的数据码元是第 $n+2$ 个数据码元，等等。

当12个C2奇偶校验码元按刚才描述的方式产生时，这12个C2奇偶校验码元被插入到第一初始C1字的C2保持部分，于是构成一个初级C1字。然后，由普通的奇偶校验码元发生器产生8个C1奇偶校验码元，以响应包含在该初级C1字中的数据和奇偶校验码元。产生的C1奇偶校验码元被插入到C1保持部分中，于是构成C1码字。

在图17所示的C1码字中，C2奇偶校验码元被插入在两组数据符之间。可替换地，该C2奇偶校验码元可被设置在116个数据码元的末尾，即在C2字的末尾。预定数量的具有图17所示结构的C1码字构成了长距纠错编码数据。即预定数量的C1码字被用作具有图18所示结构的L格式ECC编码数据。正如该图所示，使用了128个C1码字，即 $i=0,1,\dots,127$ 。每个C1码字包括一个同步码(即图型)，其后跟有136个码元 $S_0, S_1, \dots, S_j \dots S_{135}$ ，这里 $j=0,1,\dots,135$ 。图18中所示的圆表示产生C2奇偶校验码元的方式。如上面已描述的，为C10码字产生C2奇偶校验码元，以响应包含在码字 $C1_0, C1_1, \dots, C1_r$ 中的数据码元(这里 $r$ 表示数据码元的号数)，并将其组合产生该奇偶校验码元。从图17和18中可以看到，码元 $S_0-S_{127}$ 构成数据和C2奇偶校验码元，而码元 $S_{128}-S_{135}$ 构成C1奇偶校验码元。可以理解，图17为12个C2奇偶校验码元被记录在一个C1码字中，所以能够校正多至12个数据码元。由于这12个数据码元包括在12个连续C1码字中，所以能够校正12个C1码字的突发差错，其可校正差错的数量为 $12 \times 136 = 1,632$ 个码元。

图19中简要地示出了S格式ECC编码的例子。在该S格式中, 12个C2奇偶校验码元被分成两组, 每6个C2奇偶校验码元一组, 一组6个C2校验码元被加到58个数据码元上, 而另一组6个C2奇偶校验码元被加到下一个58个数据码元上。这样, 不同于从包括在128个C1码字中的数据码元中产生C2奇偶校验码元, S格式中的C2奇偶校验码元从包含在具有图19中所示的示意表示的64个C1码字中的连续数据码元中产生。相反, 该L格式允许C2奇偶校验码元的使用, 以校正12个C1码字中的差错, S格式支持多至6个C1码字的奇偶校验校正。这里, S格式允许校正 $6 \times 136 = 816$ 个码元的突发差错。

当与在例如前面已建议类型的CD-ROM中使用的ECC格式相比时, 按照本发明的L格式或S格式的使用使得冗余度从现有技术CD-ROM的大约25%的降低到本发明的大约15%。

图21示出了一个由L格式或S格式中的ECC编码数据形成的区段, 其中该区段包括一个由24个码元构成的区段标题, 还包括18个C1码字, 每个C1码字具有图17中所示的结构。包括在该扇区中最后的C1码字包括四个差错检测码元元和12个留作以后使用的码元。该区段标题展示了图10中所示的结构。不过, 可能出现在该区段标题中的差错通常可仅通过使用为C1码字产生的C1奇偶校验码元进行校正。

作为本发明的一个方案, 包括在一个C1码字中被记录在轨迹中的码元序列不同于被提供用于记录的码元序列。即(并参考图1)提供给调制器140的码元序列不同于提供给开关124的码元序列。通过以(这里被称作)一种打乱的次序记录数据码元, 则减小了突发差错的可能性, 而这种突发差错会使数据在重放时达到不可解

释的程度。特别地，如果该数据表示视频信息，则数据码元以打乱的次序进行记录将提高能恢复精确视频图象的可能性，即使是在突发差错存在的情况下。图20是数据码元被打乱以便记录的方法的示意性表示。

假设数据码元以次序 $D_k$ 被记录在记录盘上，并且进一步假设每个C1码字由 $m$ 个码元构成，这些码元中的 $n$ 个构成一个C2码字（即116个数据码元和12个C2奇偶校验码元），而这些码元中的 $m-n$ 个构成C1奇偶校验码元。用于记录的 $i, j, k, m$ 和 $n$ 之间的关系如下：

$$K=m \times i+2 \times j-m \quad (j < m/2)$$

$$K=m \times i+2 \times j-(m-1) \quad (j \geq m/2)$$

如果数据码元在该盘上以记录的次序 $D_0, D_1, D_2 \dots$ 出现，则这些数据码元被分组成一个奇数组和跟在其后的一个偶数组。例如，假设136个码元，数据码元 $D_0-D_{67}$ 构成一奇数组的奇数编号数据码元，和数据码元 $D_{68}-D_{135}$ 构成一偶数组的偶数编号数据码元。将会明白，“奇数”和“偶数”指的是用于记录其中数据码元所呈现的原始次序。在上面的公式中， $i$ 是C1码字所呈现用于记录的连续次序， $j$ 是每个所提供用于记录的C1码字中 $m$ 个码元的连续次序，而 $k$ 是 $m$ 个码元被记录在盘上的次序。也就是说 $D_j \neq D_k$ 。

当具有以顺序 $D_0, D_n \dots D_{135}$ 的数据码元的C1码字从光盘上重放时，存贮在图2的环形缓冲器217的数据码元被重新排列成图20中所示的次序。图20的这种次序被算作排列次序，并且由连续交替的奇数和偶数数据码元所组成，该次序是与原始出现到图1的开关124用于记录的码元相同。可以理解，包含在记录的C1<sub>1</sub>码字中的数据码元实际上部分地属于C1<sub>0</sub>码字和C1<sub>1</sub>码字。就是说，如果记录

的 $C1_1$ 码字由码元 $D_0, D_1, \dots, D_{135}$ 构成, 则重放在 $C1_0$ 码字包括码元 $D_1, D_3, \dots, D_{133}, D_{135}$ , 和重放的 $C1_1$ 码字包括码元 $D_0, D_2, \dots, D_{132}, D_{134}$ 。从光盘上重放的码元 $D_k$ 在图2的环形缓冲器217中的连续存贮位置可由下式表示:

$$i = (k/m) - (K \bmod 2) + 1$$

$$j = (m/2) \times (K \bmod 2) + (K \bmod m) / 2$$

其中 $i$ 是自环形缓冲器读出的 $C1$ 码字的连续次序,  $j$ 是自环形缓冲器读出的每个 $C1$ 码字中 $m$ 个码元的次序的连续次序,  $K$ 是 $m$ 个码元以其记录在光盘上的打乱的次序。

虽然本发明最好以ECC编码的L格式记录数据, 但可以使用这里教导的ECC编码的S格式。L格式与S格式之间的鉴别可通过检测TOC数据的轨迹信息字段中的ECC字节, 例如表3中所示的ECC字节, 或通过检测包括在图11B中所示的子码字段中的ECC字节来进行, 其中该子码字段的ECC字节可以具有图16所示的结构。能够用于ECC格式鉴别的另一种技术是, 当使用L格式ECC编码时, 考虑使用一个字节的区段同步组合, 而当使用S格式ECC编码时, 考虑使用另一字节的区段同步组合。这样, 不仅检测了区段同步, 而且同时检测了ECC格式的类型。

而用于L格式与S格式ECC编码之间鉴别的另一种技术使用了紧跟在区段同步组合之后的一个附加的鉴别比特。

用于L和S ECC格式之间鉴别的再一种技术是建立在图2的ECC校正电路226满意工作的能力基础上。例如, 如果纠错假设ECC编码数据是以L格式, 并且不可能进行差错校正, 则很可能该数据实际是以S格式。相反, 如果纠错假设ECC编码数据是以S格式, 但不

可能进行差错校正，则很可能该数据已按L格式编码。这样，格式之间的鉴别取决于纠错的成功或失败。

无论是以L格式或是S格式的ECC编码数据都构成卷积码。一组C1码字可被认为是一个块，这种C1码字可以按图22中示意性示出的方式编码的块。这里，除了L格式ECC编码外，C1码字是如将要简要描述的编码块。假设在一初始C1字中的数据码元构成一个C2字(如上所述)。假设该C2字以 $C2_1, C2_2, C2_3$ , 等等的顺序展现。在图22中，由空心圆表示的码元是包括在 $C2_0$ 字中的数据码元，由充填了的圆表示的码元是包括在 $C2_{16}$ 字中的数据码元，由三角表示的码元是包括在 $C2_{17}$ 字中的数据码元，由方块表示的码元是包括在 $C2_{18}$ 字中的数据码元，而由X表示的码元是包括在 $C2_{19}$ 字中的数据码元。因为一个编码块由144个C1码字组成，而每个C1码字包括仅128个数据码元(包括C2奇偶码元)，由此得出， $C1_{17}$ 码字中的一个数据码元不能包括在所示的块中，而预料包括在下一个随后的块中。然而，块编码要求在码字 $C1_0$ - $C1_{143}$ 的一个块中的所有数据码元以该块的形式保持，因而， $C1_{17}$ 码字的最后数据码元被“折回”到该块，作为 $C1_0$ 码字的最后数据码元。类似地， $C1_{18}$ 字的最后两个数据码元预计将落入下一个随后的块中，但由于块编码，被标识为数据码元126和127的这两个码元被分别折回到 $C1_0$ 和 $C1_{17}$ 码字。一般地说，否则将包括在下一随后块中的一个C2字的那些数据码元被折回到所示块的开始，以便包括在一个144个C1码字的块中的每个C1码字包括来自该144个C1码字的128个的交错数据码元，如图所示。

每个块由8个区段组成，因此，一个块包括多于16K字节。纠

错可以在逐块的基础上执行。

图23是S格式ECC编码数据的块编码的示意性表示。如连同图22一起所讨论的，用于L格式ECC编码数据的块编码的相同原理适用于S格式ECC编码数据的块编码。然而，在这里，每个块由4个区段组成；结果，每个块包括8K多个字节。

现在将描述用于调制C1码字以便在光盘100上记录的调制技术（例如由图1的调制器140使用的调制技术）。

一种类型的调制是8至14调制(EFM)，这种调制在CD盘中被作为标准，这种EFM处理的一个例子在日本专利申请6-2655中进行了描述。在正常的EFM中，一个8比特字节被转换成一个14比特码元（这些码元的比特称作“信道”比特，因为它们被提供给记录信道），并且连续的码元被边缘比特分开。至此，使用了三个边缘比特，选择这3个比特以假设自连续码元累加的数字的值(DSV)被减小。EFM是一种游程长度受限(RLL)码，并且最好在EFM中允许的最短的游程长度包括两个连续的0，它们被分隔在1之间，而最长的游程长度被限制到10，其中10个连续的0可以出现在1之间。

如果使用两个边缘比特而不是3个，这种边缘比特的可能组合是：00,01,10和11。在EFM中，边缘比特状态11被禁止。因此，只有3种不同的边缘比特组合能够使用，以链接(或分隔)连续的码元：00,01和10。但是，取决于一个或其它由边缘比特链接的码元的比特流，这些可能状态的一个或多个可以被消除，因为，使用被消除的状态可能导致一种不需要的DSV。

图24是由边缘比特分开的“一串”数据码元的示意性表示。每个数据码元由14个信道比特组成，边缘比特由2个信道比特组成。

这样，边缘比特M1把数据码元D1和D2分开；边缘比特M2把数据码元D2和D3分开；边缘比特M3把数据码元D3和D4分开，等等，边缘比特M<sub>m</sub>把数据码元D<sub>m</sub>和D<sub>m+1</sub>分开。尽管如此，假设包括在一数据码元中的14个信道比特被提供在14个连续的比特单元中，并且进一步假设边缘比特包括在2个连续的比特单元中，图24中描述的在信道比特串中的连续数据转换被不少于2个数据比特单元和不多于10个数据比特单元所分开。

一串数据码元可包括奇偶校验码元。图27示出了一帧这样的码元，它由一个24比特单元的同步组合开始，后跟12个数据码元（如所示的由2个信道比特分开的14比特码元），后跟4个奇偶校验码元，再跟有12个数据码元以及由4个奇偶校验码元结束。同步组合如所示一个延续11比特单元的高信号电平，后跟一个延续11比特单元的低信号电平，再跟一个延续2比特单元的高信号电平。也可使用相反的这种组合。图27也描述了把连续数据码元分开的2比特边缘比特；和如上提及，在某些实例中，不能使用三个允许的边缘比特组合中的某一种。图28图解地示出了不能使用边缘比特组合00或01或10的情况。正如将要描述的，一个被称作禁止边缘比特信号M的信号标识不能被使用的边缘比特组合。例如，当M<sub>inh</sub> = 00时，边缘比特组合00不能使用。类似地，当M<sub>inh</sub> = 01时，边缘比特组合01不能使用。而当M<sub>inh</sub> = 10时，边缘比特组合10不能使用。

让我们假设边缘比特把数据码元D<sub>1</sub>和D<sub>2</sub>分开。并进一步假设在数据码元D<sub>2</sub>的前端连续0的数量用A表示，在数据码元D<sub>1</sub>的尾端0的数据是B。如果A+B等于或超过8个连续0 ( $A+B \geq 8$ )，则边缘比特组合00被禁止 ( $M_{inh}=00$ )

如果数据码元 $D_2$ 的最高有效位 $C1$ 是“1” ( $A=0$ )，或如果次最高有效位 $C2$ 是“1” ( $A=1$ )，或如果数据码元 $D1$ 的最低有效位 $C14$ 是“1”，则边缘比特组合01被禁止 ( $M_{inh}=01$ )。

如果数据码元 $D1$ 的最低有效位 $C14$ 是“1” ( $B=0$ )或如果次最低有效位 $C13$ 是“1” ( $B=1$ )，或如果数据码元 $D1$ 的最高有效位 $C1$ 是“1”，则边缘比特组合10被禁止 ( $M_{inh}=10$ )。

上述3种情况并不相互排除；从图28可以看出可能存在的情况，这些情况排除了边缘比特组合01和10(如果数据码元 $D2$ 的最高有效位 $C1$ 是“1”，或如果数据码元 $D1$ 的最低有效位 $C14$ 是“1”，则这两种边缘比特情况被排除)。禁止边缘比特组合的数量用 $NI$ 表示。如果 $NI=0$ ，所有3个边缘比特组合都可使用。如果 $NI=1$ ，这3个边缘比特组合中的一个被排除，而另两种可以使用。如果 $NI=2$ ，该边缘比特组合中的2个被排除，但第三个可允许使用。可以理解 $NI$ 决不会是3。

现在回到图25，它示出了一个流程图，表示选择一种边缘比特组合的方法，用于通过一个边缘比特发生器插入在两个数据码元之间。在步骤 $S1$ ，为每组边缘比特 $M_1, M_2 \dots M_m$ 确定被禁止的边缘比特组合，和同样地确定被禁止的边缘比特组合 $NI_1, NI_2 \dots, NI_m$ 的数值。可以理解，对于将要插在数据码元之间的每组边缘比特的 $M_{inh}$ 和 $NI$ ，可以根据图28中描述的情况确定。

然后，流程图进到询问 $S2$ ，它确定边缘比特组合 $M_1$ 的被禁止组合的数量是否为2。如果是，流程图进到步骤3，只有一个单独的边缘比特组合能被选择。例如，如果数据码元 $D2$ 的最高有效位是“1”，则 $NI_1=2$ 和 $M_{inh}=01, 10$ 。这样，步骤 $S3$ 仅允许边缘比特

组合00被选作边缘比特组合 $M_1$ 。

然而，如果对询问S2的回答为否，则2或3种不同的边缘比特组合能被选取。流程图进到步骤S4，在该步骤确定第 $n$ 个边缘比特组合( $n>2$ )的被禁止边缘比特组合 $M_{inh}$ 。但是，如果第二边缘比特组合的被禁止组合的数值是2，即如果 $NI_2=2$ ，则第 $n$ 个边缘比特组合按第 $m=1$ 个边缘比特组合构造。也就是说，如果 $NI_2=2$ ，对于剩下的边缘比特组合 $M_n$ 仅一个边缘比特组合能被选取。该流程图然后进到步骤S5，其中通过各自的未被禁止的边缘比特组合数据码元D2被链接到数据码元D3，数据码元D3被链接到数据码元D4...到数据码元D $_n$ 。

之后，在步骤S6，由于边缘比特组合直至 $M_n$ 已被选择，和由于数据码元直至D $_n$ 为已知，则计算累加DSV到D $_n$ 。为这个数据码元确定的DSV仅加到已从在前的数据码元累加的DSV上。然后，在步骤S7，边缘比特组合 $M_1$ 被选作特定的边缘比特组合，它使预计要累加到数据码元D $_n$ 的DSV最小化。

将会理解，步骤S4-S7取决于预计的DSV，和虽然所考虑的边缘比特组合是边缘比特 $M_1$ ，但是用于选择组合 $M_1$ 的合适边缘比特组合的技术是以前向数据码元D $_2$ , D $_3$ , ... D $_n$ 为基础。图29是根据“前向”数据码元累加预计DSV的方法的图形表示。为了简化，假设 $m=3$ ，数据码元D $_1$ , D $_2$ 和D $_3$ 已知，直到数据码元D $_1$ 的累加DSV已知，且边缘比特组合 $M_1$ 将被选取。图29A示出了14比特数据码元，其中“1”和“0”分别由数据信号中的转换和不转换表示。图29A中所示的数据码元与图29B和29C中所用的数据信号相同。图29A表示作为组合10的边缘比特组合 $M_1$ ；图29B表示作为组合01的边缘比特组

合 $M_1$ ；和图29C表示作为组合00的边缘比特组合 $M_1$ 。假设 $NI_1=0$ ，这意味着对于边缘比特组合 $M_1$ ，没有被禁止的边缘比特组合。进一步假设数据码元的最低有效位被表示为“CWLL”，且在每个数据码元 $D_1$ 、 $D_2$ 和 $D_3$ 中 $CWLL=0$ 。此外，根据数据 $D_3$ 的最高有效位，边缘比特组合01和10被禁止（见图28），并且 $NI_2=2$ 。最后，根据数据码元 $D_3$ 的串尾的比特流和在数据码元 $D_4$ 的前端的比特流，对于 $M_3$ 的边缘比特组合00被禁止（见图28），且 $NI_3=1$ 。

图29D示出了，如果 $M_1=0$ ，如果 $M_1=01$ 和如果 $M_1=00$ 所获得的直至数据码元 $D_3$ 的末端的累加DSV。具体地说，图29D的曲线a示出了与 $M_1=10$ 时的累加DSV；曲线b示出了当 $M_1=01$ 时的累加DSV；而曲线c示出了当 $M_1=00$ 时的累加DSV。可以看到，在数据码元 $D_3$ 的末尾，如果 $M_1=10$ ， $DSV=3$ ，如果 $M_1=01$ ， $DSV=1$ ；和如果 $M_1=00$ ， $DSV=-5$ 。于是，为了使累加SDV最小化，应该为边缘比特组合 $M_1$ 选择边缘比特组合01。但是，如果选择边缘比特组合01，则在数据码元 $D_3$ 末尾的所看到的累加DSV将是 $DSV=-5$ 。在另一方面，如果已为边缘比特组合 $M_1$ 选择了边缘比特组合00，则在数据码元 $D_3$ 末尾的累加DSV是 $DSV=1$ 。那么可以理解，如果对预计的DSV进行检查，为边缘比特组合 $M_1$ 选择的特定边缘比特组合不同于如果不对预计的DSV检查所选择的边缘比特组合。

图26是边缘比特选择装置的方框图，其中通过超前直至 $m$ 个数据码元（ $m=4$ ）为边缘比特组合 $M_1$ 确定边缘比特组合。于是，计算直至数据码元 $D_5$ 的末端的累加DSV。图26中的输入端10被提供有已被ECC编码的32个连续字节，这些字节被用于从作为ROM存储一个转换表11中读出14比特码元。连续的14比特码元被耦合到一个加法

器13, 它把一个伪帧同步信号加到该连续数据码元上, 伪帧同步信号 $S^1_{\text{f}}$  (“1XXXXXXXXXX10”)加在每个同步帧的引导部分。伪帧同步信号用于“保留”一个位置, 正如所要描述的, 在该位置将插入实际的帧组合。

连续数据码元被耦合到寄存器14-17, 用于存贮每个数据码元。于是, 寄存器17存贮数据码元 $D_1$ , 寄存器16存贮数据码元 $D_2$ , 寄存器15存贮数据码元 $D_3$ , 寄存器14存贮数据码元 $D_4$ , 并且加法器13这时将数据码元 $D_5$ 提供给寄存器14的输入端。数据码元 $D_4$ 和 $D_5$ 被耦合到鉴别器30, 鉴别器30检查这些数据码元, 以确定其中的任何比特组合是否与图28中所示的那些相对应。取决于被读出的比特组合, 鉴别器30产生禁止边缘比特信号 $M_{\text{inh}}$ , 它从边缘比特组合 $M_4$ 中消除某些边缘比特组合。由该鉴别器产生的禁止边缘比特信号包括3个比特, 并被标识为边缘比特禁止信号 $S_{\text{inh}4}$ 。在 $S_{\text{inh}4}$ 的第一比特位置中的“1”禁止边缘比特组合10,  $S_{\text{inh}4}$ 的第二比特位置中的“1”禁止边缘比特组合01, 而 $S_{\text{inh}4}$ 的第三比特位置禁止边缘比特组合00。作为一个例子, 如果仅边缘比特组合00是一个所允许的边缘比特组合, 则边缘比特禁止信号 $S_{\text{inh}4}$ 被表示为“110”。

寄存器17的输出被耦合到一个帧同步转换器18, 该转换器18将14比特伪帧同步信号 $S^1_{\text{f}}$ 转换成一个24比特帧同步信号 $S_{\text{f}}$ 。该24比特帧同步信号被耦合到并行/串行寄存器19。这些被连续提供给帧同步转换器18的数据码元 $D_1, D_2, \dots$ 并不被修改, 即是以它们的14比特结构被提供给并行/串行寄存器。寄存器19把施加给它的这些比特从并行方式转换成串行输出形式。此外, 在一个14比

特码元被从该寄存器串行读出以后，一个边缘比特发生器50 产生的2比特边缘组合从该寄存器串行读出。利用一个具有24.4314MHz 频率的通道比特时钟对并行/串行寄存器19定时，以便该寄存器19 的串行比特输出速度为24.4314Mbps。这些串行比特被NRZI调制器 20调制并被耦合到一个输出21用于记录。

已调NRZI串行比特也被反馈到DSV积分器40，积分器40对这种 串行比特的直流成份进行积分。于是，该DSV积分器累加数据码元 和边缘比特组合的DSV。

按照图25中所示的流程图，边缘比特发生器50 用于实现由图 29A-29D的波形所示的操作。那么，可以理解，该边缘比特发生器 50可以是一个数字信号处理器，一个算术逻辑单元或一个按照图 25的流程图编程的微处理器。这样，选择合适的边缘比特组合， 以便使作为m个后续数据码元结果获得的累加DSV最小化。

上面已描述了一种EFM技术，其中边缘比特组合被插入在各连 续的14比特数据码元之间。结果，每8比特字节被转换成一个14比 特数据码元加一个2比特边缘组合。下面将讨论一种8至16 调制器 的最佳实施例，该调制器排除了边缘比特组合的产生，使得累加 DSV最小化，和对游程长度受限(2,10)码加以限制。参考图30，提 供有多个“基本”转换表，例如四个转换是 $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ 和 $T_4$ 。每个 基本表由两个分开的表组成，用下标a和b标记，其中一个转换一 8比特字节成为具有正DSV的16比特码元，而另一个转换该同一8比 特字节成为一个有负DSV的16比特码元。

上述各表按如下分类：如果紧接着在前的16 比特码元的最后 比特为“1”结尾，或如果该16比特码元的最后两个比特以“1 ”

结尾，则取决于是否最好的该下一个所选16比特码元呈现正DSV(于是访问表 $T_{1a}$ )或负DSV(于是访问表 $T_{1b}$ )，从该表 $T_{1a}$ 或表 $T_{1b}$ 中选择该下一个16比特码元。

如果紧接着在前的16比特码元以两个、三个或四个连接的0结尾，下一个跟在后面的16比特码元或者从表 $T_2$ (即或者从表 $T_{2a}$ ，或者从表 $T_{2b}$ )或者从表 $T_3$ (即从表 $T_{3a}$ 或表 $T_{3b}$ )中选择。

如果紧接着在前的16比特码元以6、7或8个连续0结尾，则下一个跟在后面的16比特码元从表 $T_4$ 中选取。

紧接着帧同步组合产生的第一个16比特码元从表 $T_1$ 中选取。

从表 $T_2$ 和 $T_3$ 中产生的16比特码元在以下几个重要方面彼此不同：自表 $T_2$ 读出的所有16比特码元包括一个作为第一位的“0”和作为第13位的“0”。

从表 $T_3$ 中读取的有16比特码元包括一个作为第一或第13位的“1”或一个作为第一和第13位的“1”。

在由本发明使用的8至16转换器方案中，响应两个不同的8比特字节，产生完全相同的16比特码元是可能的。然而，当表示这些字节之一的16比特码元产生时，下一个后跟的16比特码元从表 $T_2$ 中产生；相反，当产生表示其它字节的16比特码元时，下一个后跟的16比特码元从表 $T_3$ 中产生。可以理解，通过确认产生下一个后跟的16比特码元的表，两个字节(尽管它们被转换成相同的16比特码元)之间的鉴别可容易地实现。

例如，假设一个具有值10的8比特字节和一个具有值20的8比特字节根据表 $T_2$ 被转换成相同的16比特码元0010000100100100。但是，当该16比特码元表示具有值10的字节时，下一个后跟的16

比特码元从表 $T_2$ 中产生,相反,当前述的16 比特码元表示具有值20的字节时,下一个后跟的16比特码元从表 $T_3$ 中产生。当对码元0010000100100100解调时,不能立即确定该码元是否代表具有值10的字节还是具有值20的字节。但是,当检查下一个后跟16 比特码元时,如果该下一个后跟码元来自表 $T_2$ ,则可以断定该在前码元0010000100100100代表字节10,如果该下一个后跟码元来自表 $T_3$ ,则断定该在前码元代表具有值20的字节。为了确定下一个后跟16比特码元是否来自表 $T_2$ 或 $T_3$ ,该鉴别器只需检查该下一个后跟码元的第一和第13比特,正如上所讨论的。

表 $T_a$ (例如, $T_{1a}$ )包括具有一在正方向增加的DSV的16 比特码元。相反地,存贮在表 $T_b$ 中的16 比特码元具有一在负方向增加的DSV。作为一个例子,如果一个8比特字节的值小于64,则该字节被转换成一个具有相对较大DSV的16比特码元。相反地,如果该8比特字节的值等于或大于64,则该字节被转换成一个具有小DSV的16比特码元。那些存贮在表 $T_a$ 中的16比特码元具有正DSV,而那些存贮在表 $T_b$ 中的16比特码元具有负DSV。这样,取决于选择那个表用于转换,一个输入字节被转换成一个有正或负DSV的16比特码元,并且取决于该被转换的输入字节的值,该DSV的值是大或小。

图30中的表 $T_{1a}$ ,  $T_{1b}$ ,  $\dots$ ,  $T_{4a}$ ,  $T_{4b}$ 可被构造成ROM 62-69。要被转换的输入从一输入端61共同提供给这些ROM中的每一个。基本表的一对表 $T_a$ 、 $T_b$ 被送到一个选择器开关,该选择器开关选择一个或另一个表,以便由此读出16比特码元,该16 比特码元与由此读出的输入字节相对应。正如所示,选择器开关71 有选择地把来自表 $T_{1a}$ 或表 $T_{1b}$ 的输出耦合到一输出开关75的输入端X1。类似地,

开关72有选择地把表 $T_{2a}$ 或表 $T_{2b}$ 耦合到开关75的输入端X2。开关73有选择地把表 $T_{3a}$ 或表 $T_{3b}$ 耦合到开关75的输入端X3。开关74有选择地把表 $T_{4a}$ 或表 $T_{4b}$ 耦合到开关75的输入端X4。在一个表选择器76的控制下, 输出开关15有选择地把其输入端X1-X4之一耦合到一个输出端78。在一DSV计算器77的控制下, 选择器开关71-74既可选择表 $T_a$ 也可选择表 $T_b$ 。如图所示, 最终提供到输出端78的16比特码元, 也耦合到表选择器和DSV计算器。

按照选择上述条件的表, 表选择器76读出从开关75提供给输出端78的16比特码元的结束比特, 以确定是否应该选择基本表 $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ 或 $T_4$ 。可以理解, 于是, 该表选择器控制开关75, 以选择从适当的基本表中读出的16比特码元。例如, 如果假设施加到输出端78的16比特码元以6, 7或8个连接0结尾, 则开关75由表选择器控制将其输入端X4连接到输出端, 以便下一个后跟16比特码元自基本表 $T_4$ 读出。DSV计算器77计算累加DSV, 该DSV响应施加到输出端78的每个16比特码元而被更新。如果该DSV在正方向增加, DSV计算器77控制选择器开关71-74连接来自各个表 $T_b$ 的输出。相反地, 如果计算累加DSV在负方向上增加, 则DSV计算器控制选择器开关71-74连接来自各个表 $T_a$ 的输出。因而, 可以预料, 如果在前16比特码元呈现一个大的负DSV, 则开关71-74被控制选择下一个具有正DSV的16比特码元; 由表选择器76确定从中读出下一16比特码元的特定表。这样, 该累加DSV被看作接近和在0附近摆动。

图31中说明3和图30的8至16位的调制器相匹配的解调器, 作为16至8位转换器的一个例子。这里使用表进行从16位码元到8字节的反向转换, 并把这种表标记为 $IT_1$ 、 $IT_2$ 、 $IT_3$ 和 $IT_4$ 。这些

表可以存储在ROM84、85、86和87中。期望从表读出的每个8位字节相当于两个16位码元，一个具有正DSV，另一个具有负DSV。此外，如果16位码元用作读出地址，则存储在表中的每个8位字节可以有两个读出地址。换句话说，每8位字节可被存储在两个单独的读出地址位置中。

16位码元送到输入端81，并且这一码元被暂时存储在寄存器82中，然后共同连接到转换表 $IT_1$   $IT_2$ 。此外，表选择器83与输入端81相连，并且连接到寄存器82的输出端，从而同时被供给当前接收到的16位码元和前一个16位码元。此外，表选择器83可被认为被提供当前收到的16位码元(从寄存器82输出)和紧跟着的下一16位码元。该表选择器连接于输出选择器开关88，输出选择器开关88把转换表 $IT_1$ 或 $IT_2$ 或 $IT_3$ 或 $IT_4$ 连接于输出端89。

现在说明表选择器83的操作方式。如上所述，接着帧同步图形产生的第一码元从图30中的转换表 $T_1$ 读出。这样，表选择器83检测帧同步组合，从而控制输出开关88，使表 $IT_1$ 和输出端89相连。

如上所述，如果16位码元可以代表两个不同8位字节中的一个或另一个，表选择器83则检测下一个从输入端81送来的16位码元是来自转换表 $T_2$ 或转换表 $T_3$ 。借助于检查这个下一16位码元的第一位和第十三位来作出这一决定。如果表选择器检查下一个16位码元来自表 $T_2$ ，则输出开关88就被进行适当的控制，从而选择把在寄存器82的输出端当前提供的16位码元转换为其相应的8位字节的反向转换表。当表选择器83检测到下一个16位码元已从图30中的转换表 $T_3$ 中读出时，则进行类似的操作。

本发明把8位字节转换成16位码元，而现有技术把8位字节转换成14位码元，并把三个边缘比特插入连续码元之间。因而，因为本发明在其比特流中仅使用16位，和现有技术中使用17位相比，本发明的调制技术有效地减少数据16/17或大约6%。

虽然本发明尤其适用于CD-ROM，其上可以记录计算机数据、视频数据、视频音频数据的组合，或计算机文件，但本发明还尤其适用于记录和复制数字视盘(DVD)，其上记录着视频数据和与其有关的音频数据。这种数据按照MPEG标准被压缩；当被压缩的视频数据在盘上记录时，包括在每个区段标题(图10)中的子码信息则包含具有值3或值4的子码地址，该地址带有结果子码字段，其形式如图11D或11E所示。如果子码地址值为3，则在区段中记录的用户数据与ISO 11172-2(MPEG1)或ISO 13818-2(MPEG2)标准一致。如图11D所示，被记录在子码字段内的数据代表含有这一子码的区段的地址和记录有前一I图象或下一I图象有前一区段之间的差。希望I图象(即帧内编码图象，如上所述)被记录在两个或更多个区段内。当然，每个区段包括标题。然而，记录在图11D所示的子码字段中的距离数据表示开头的或第一个区段的距离，其中记录有先一个I图象和下一个I图象。如果I图象部分地记录在一个区段并且部分地记录在另一个区段，则“另一”区段的区段标题包括0数据，从而表示图11D中的前一个I距离和下一个I距离。即表示前一I距离和下一个I距离是0。

如果子码地址值是4，则子码字段的形式如图11E所示，如上所述，图象类型数据指示以压缩形式记录在这一区段中的视频数据是否是I、P或B图象数据，并且暂时参考数据指示在图象序列中

的位置，在这位置中放置有这一特定的电视图象。首先记录I、P或B图象的区段分别叫做I、P或B区段，即使这种I、P或B图象数据被记录在这一区段的尾部，而其它图象数据被记录在其开头部分也是如此。

图32是一种压缩装置的方块图，该压缩装置用来对图1的输入端121提供MPEG压缩视频数据。作为模拟亮度(Y)和彩色差(R-Y和B-Y)信号提供的视频信息由模数转换器101数字化，并由视频压缩电路102根据MPEG压缩系统压缩。压缩系统可以符合MPEG-1标准(ISO 11172-2)或MPEG-2标准(ISO 13818-2)。压缩的视频数据被存储在缓冲存储器103中，从缓冲存储器103，压缩的视频数据被送入多路复用器107，以便和然后输入到输入端121(图1)的其它数据(马上就要说明)进行多路传送。和存储在缓冲存储器103中的压缩数据有关的信息被供到系统控制器110，这信息表示压缩视频数据是否相应于I、P或B图象，并且还表示这一压缩视频图象所处的显示图象的暂时顺序，以及代表视频数据接收时间或记录时间的的时间码。来自存储的、压缩的视频数据的信息以及供给系统控制器的信息被用来产生在区段标题中记录的子码信息。重新参见图1可见，这一信息从系统控制器110供给区段标题编码器129，以便插入用户数据的区段标题中。

音频信号，例如左通道和右通道模拟信号L和R由模数转换器104数字化，并在模拟数据压缩电路105中被压缩。这压缩电路可以按照自适应传输声学编码技术(称为ATRAC)进行操作，这种技术和MPEG-音频压缩标准或MPEG-2音频压缩标准一致。这一技术当前用于在由Sony公司研制的称为“小型盘”的记录介质中进行压

缩信息，效果不错。压缩的音频数据从压缩电路105供给音频缓冲存储器106，接着从存储器106被连接到多路复用器107，以便和压缩的视频数据进行多路传输。另外，压缩电路105可以被省略，并且数字化的音频数据可以被直接供给缓冲器106，例如可作为16位PCM编码的信号。存储在音频存储器中的选择的信息被连接于系统控制器，用来产生在区段标题中记录的子码信息。

和多路复用器107相连的还有在图32中示出的附加信息，作为子信息，其中包括用于数字接口数据(MIDI)的字符、计算机、图形和乐器的信息。

标题数据由字符发生器111产生，它可以是一般的结构的那种。标题数据作为填充数据和关键数据被识别，并被以可变的长度对标题数据编码的压缩电路112压缩。压缩的标题数据和多路复用器107相连，以便接着施加于图1所示的输入端121。

最好如同所希望的那样，多路复用107使压缩的视频、音频以及标题数据和子信息一块按照MPEG-1或MPEG-2标准进行多路传输。多路复用器的输出被连到图1中的输入端121，在那里多路传输的数据被ECC编码、调制或在盘100中进行记录。

图33是用来恢复记录在盘100上并已被图2所示的播放设备再现的视频、音频、标题和子信息数据的电路的方块图。对图33所示的数据恢复电路的输入端是图2的输出端224。这一端被连接到去多路传输器248，它对前述的多路传输的视频、音频和标题数据以及子信息进行去多路复用。如同所希望的那样，去多路复用器根据MPEG-1或MPEG-2标准工作，以便分离压缩的视频数据、音频数据、标题数据和子信息，压缩的视频数据被存储在缓冲存储器

249中，然后根据需要在扩展电路250中扩展，在后处理器256中进行处理，从而消除误差，并且由数模转换器251再转换回模拟形式。扩展电路250根据MPEG-1或MPEG-2标准进行工作，从而恢复原始的视频信息。

后处理器256也适用于把图示的标题信息迭加在恢复的视频数据上，如下所述，从而使恢复的标题数据合适地显示出来迭加在视频图象上。

被分离在音频数据从去多路复用器248供给音频缓冲器存储器252，然后在扩展电路253中进行扩展，并由数模转换器254转换回模拟形式。扩展电路253根据MPEG-1或MPEG-2或小型盘标准进行操作。如果记录在盘100上的音频数据还没有被压缩，扩展电路253就可以省略或被旁路。

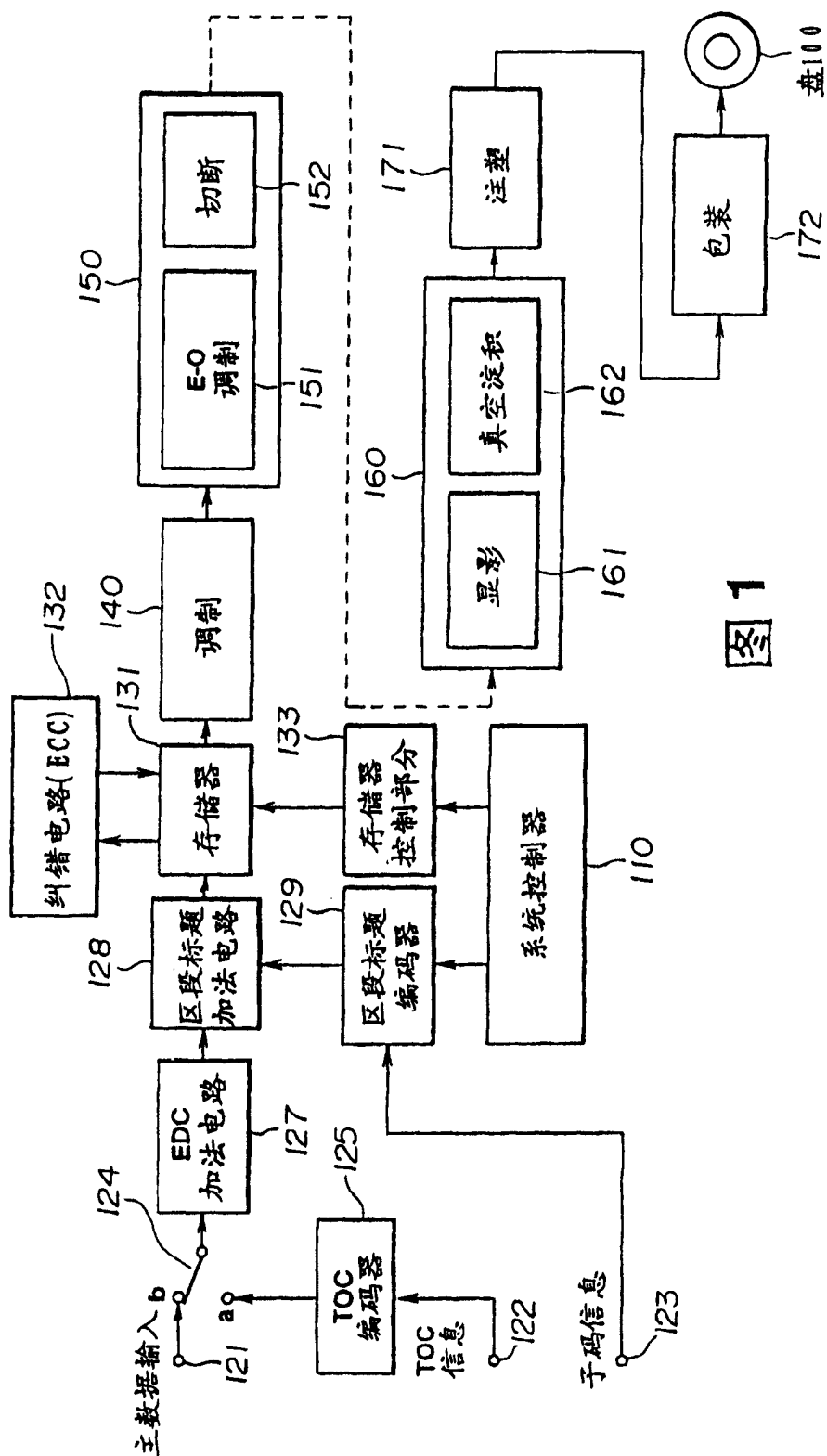
如图33所示，由去多路复用器248分离出的子信息作为直接输出信息提供，这和图32表示的情况一致，其中这种子信息在供到多路复用器107之前不被处理，因而没有说明去多路复用器248以后的处理。

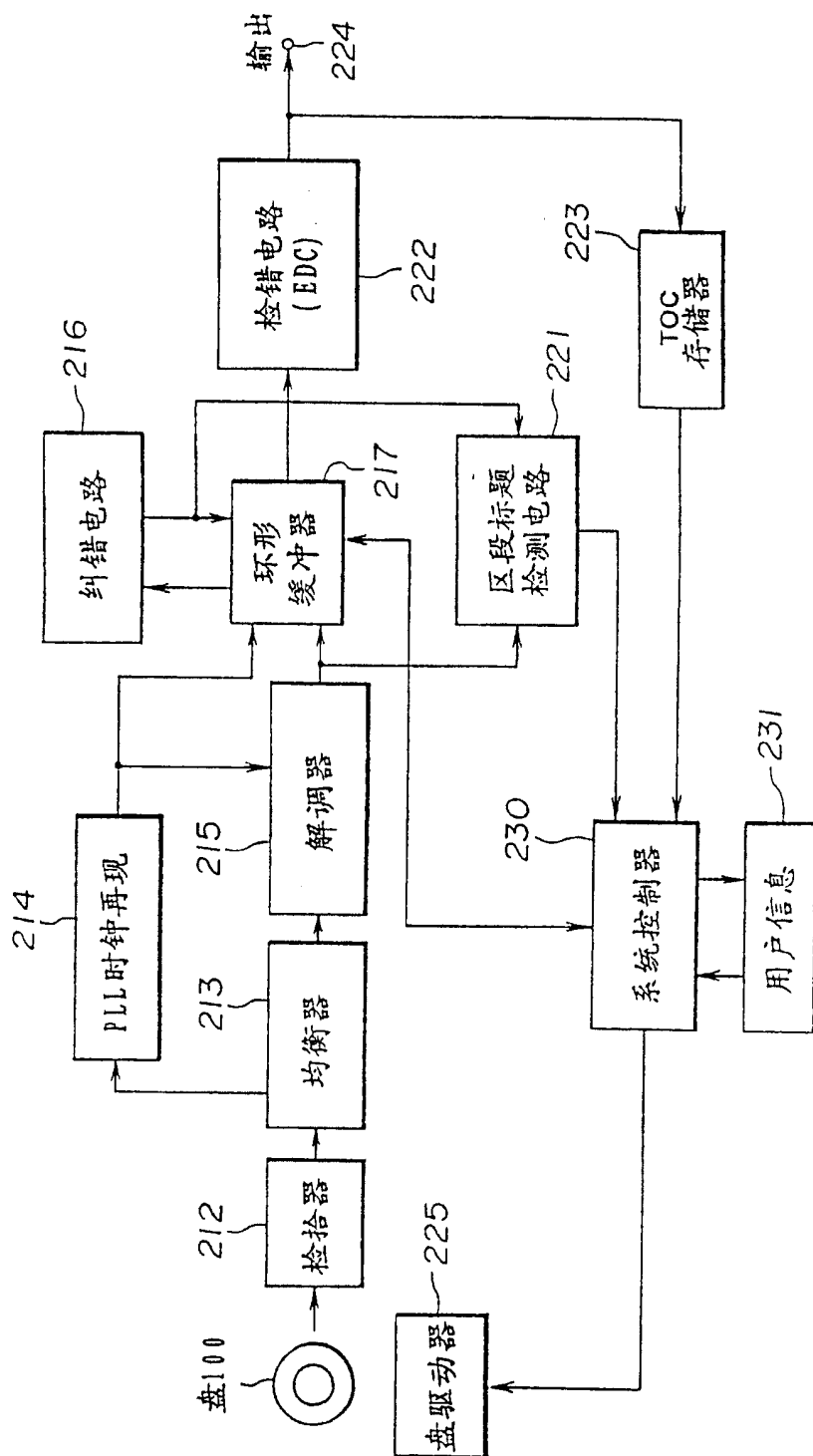
分离开的标题数据从去多路复用器输入到标题缓冲存储器233，然后由以和压缩电路112(图32)的操作相反的方式操作的标题解码器260对标题数据进行解码。这就是说，解码器260相反的可变长度译码操作。被译码的标题数据被送到后处理器256，以便迭加在已从光盘上播放的视频信息上。

去多路复用器248监视缓冲存储器249、250和253的容量，检测这些存储器相对空或满的时间。这一监视的目的在于确保其中不发生数据过流。

图33所示的系统控制器230和用户接口231和图2中的系统控制器230及用户接口231相同。

虽然本发明参照最佳实施例进行了说明，但是对本领域普通技术人员显然可以作出各种各种改变和改型而不脱离本发明的构思。所附的权利要求中包括了所有这些改变和改型以及已经披露的这些特征的所有等同物。





2  

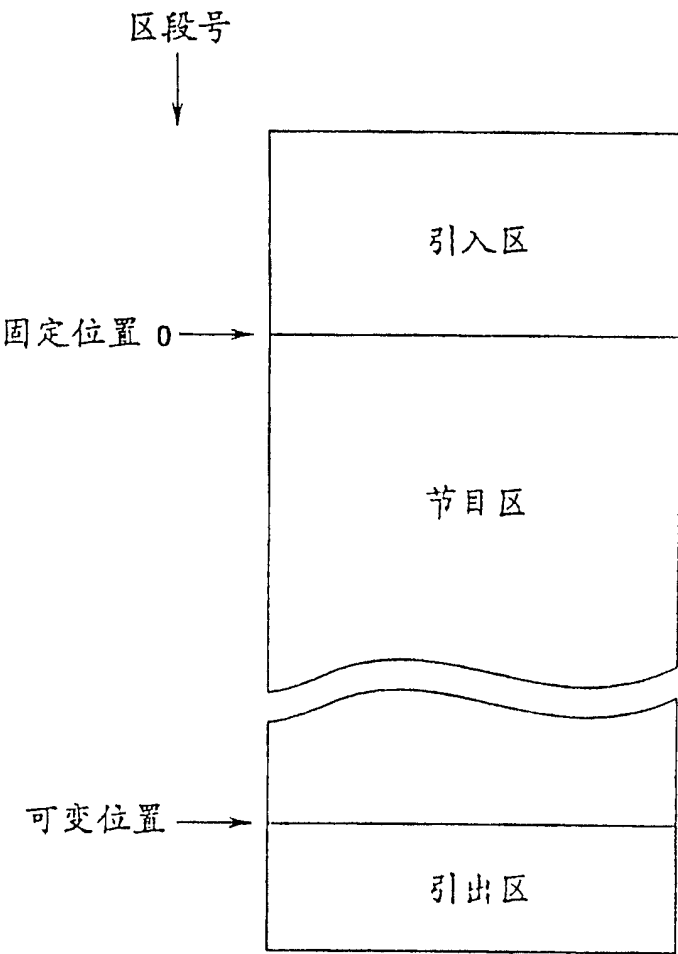



图 3

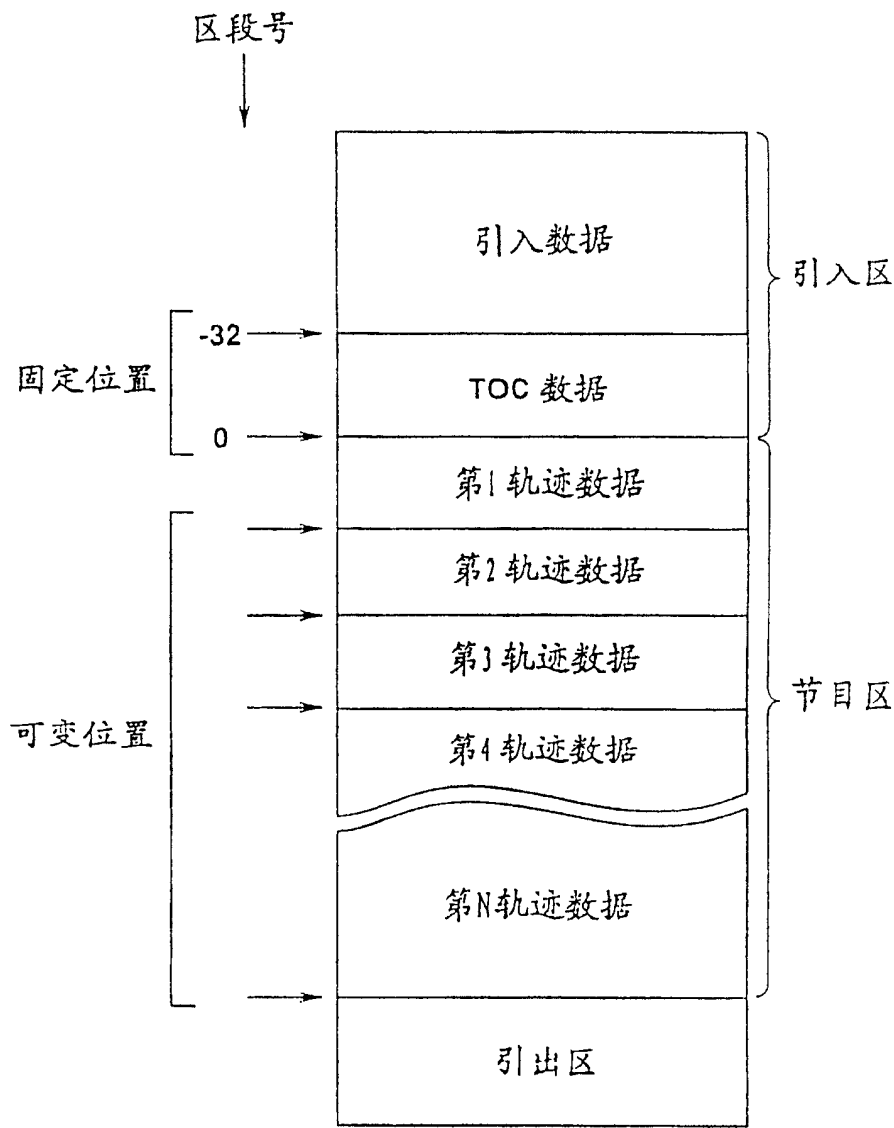


图 4

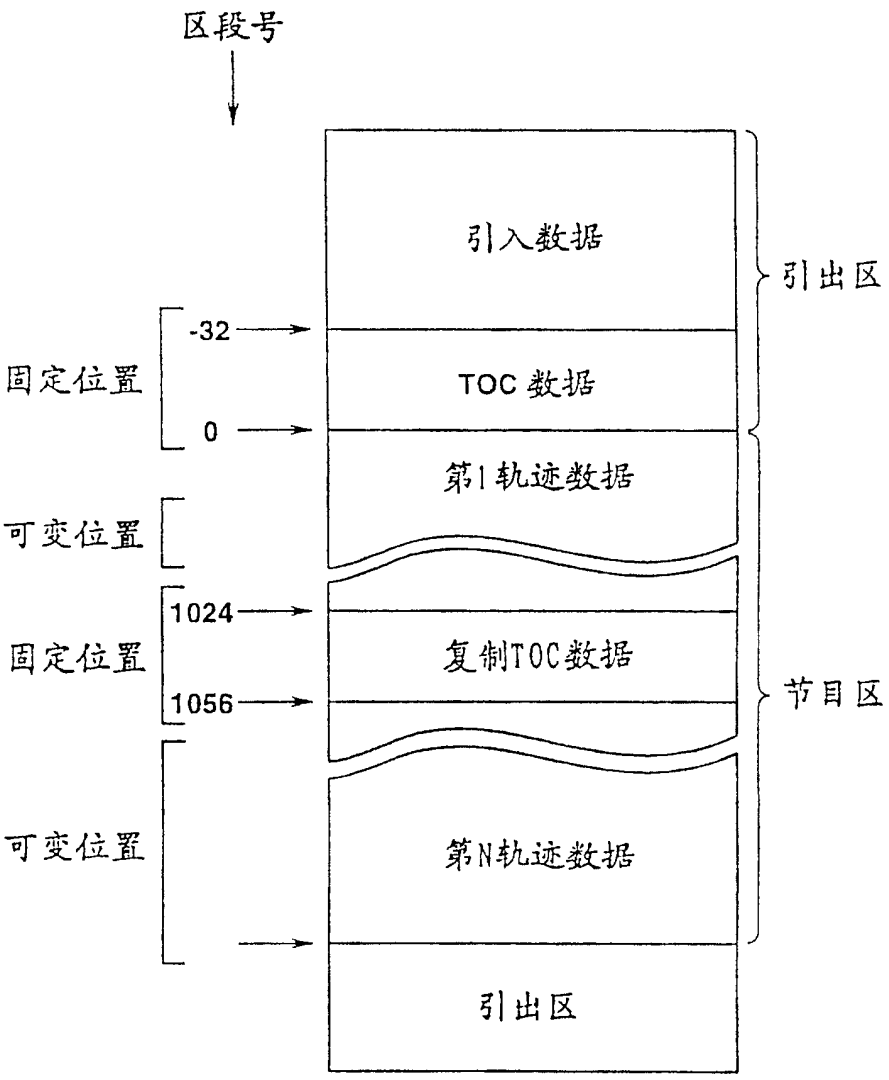


图 5

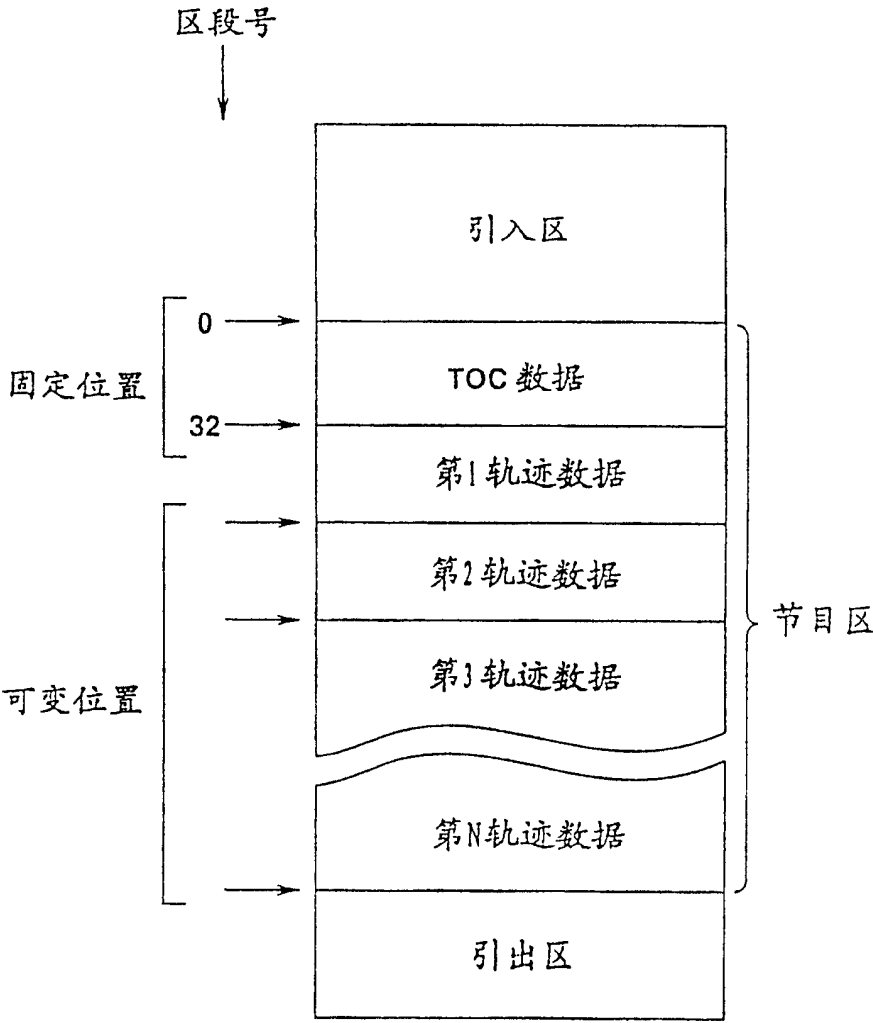


图 6

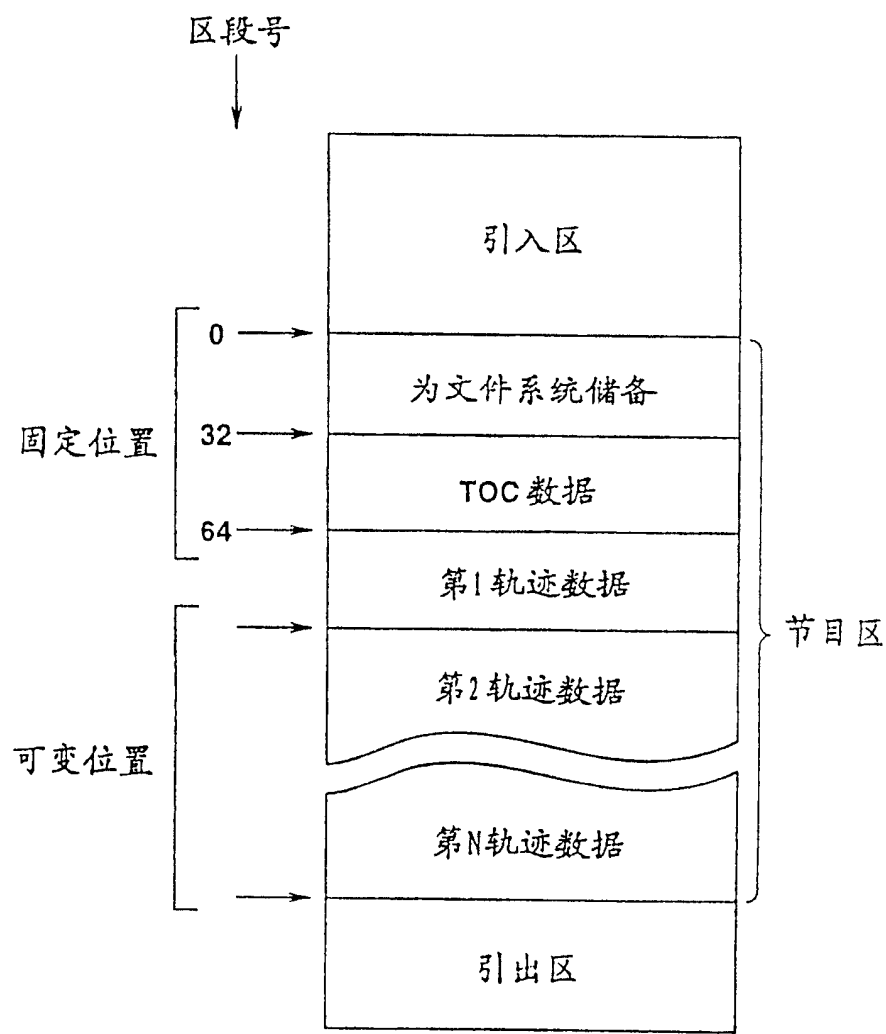


图 7

| 速度设定内容 |            |
|--------|------------|
| 0      | 无实时数据      |
| 1      | 固定速率 (×1)  |
| 2      | 固定速率 (×2)  |
| 3      | 固定速率 (×3)  |
| 4      | 储备         |
| 5      | 储备         |
| 6      | 固定速率 (×6)  |
| 7~FE   | 储备         |
| FF     | 可变速率 (~×6) |

图 8

| 日期和时间格式 |    |
|---------|----|
| 字段名     | 位  |
| 年(4位数)  | 16 |
| 月(2位数)  | 8  |
| 日(2位数)  | 8  |
| 时(2位数)  | 8  |
| 分(2位数)  | 8  |
| 秒(2位数)  | 8  |
| 合计      | 56 |

图 9

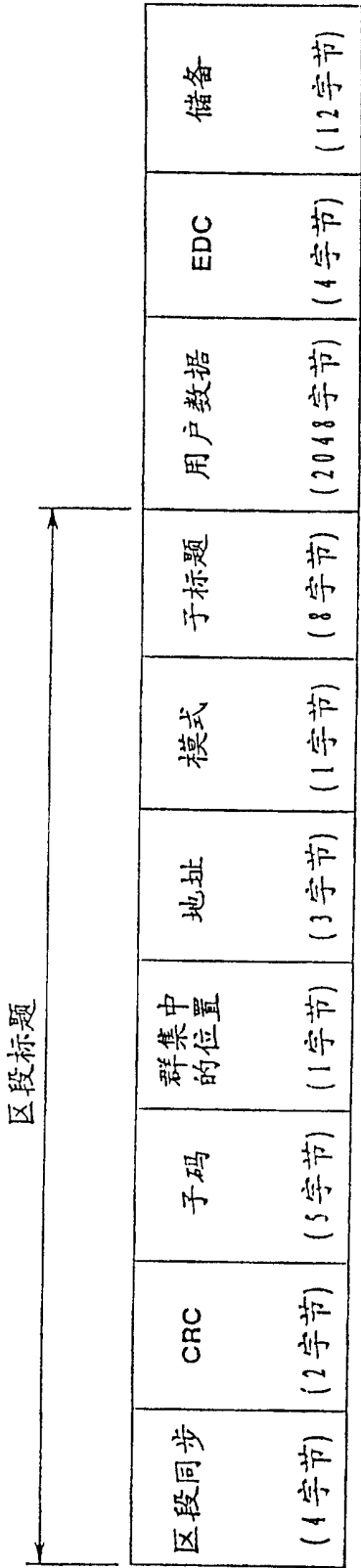


图 10

**(A)**

(子码地址=0)

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 子码地址(=0) | 1  |
| 无数据(=0)  | 4  |
| 合计       | 5  |

**(B)**

(子码地址=1)

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 子码地址(=1) | 1  |
| 轨迹号      | 1  |
| 版权字节     | 1  |
| 应用ID     | 1  |
| ECC类型    | 1  |
| 合计       | 5  |

**(C)**

(子码地址=2)

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 子码地址(=2) | 1  |
| 时间代码     | 4  |
| 合计       | 5  |

**(D)**

(子码地址=3)

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 子码地址(=3) | 1  |
| 超前I距离    | 2  |
| 下一个I距离   | 2  |
| 合计       | 5  |

**(E)**

(子码地址=4)

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 子码地址(=4) | 1  |
| 图象类型     | 1  |
| 瞬时参考数据   | 2  |
| 储备       | 1  |
| 合计       | 5  |

**图 11**

| 字段名      | 字节 |
|----------|----|
| 模拟视频输出   | 1  |
| 模拟音频输出   | 1  |
| 数字视频输出   | 1  |
| 数字音频输出   | 1  |
| 视频比特串输出  | 1  |
| 音频比特串输出  | 1  |
| 子标题比特串输出 | 1  |
| 多路比特串输出  | 1  |
| 合计       | 8  |

图 12

| 应用ID内容 |         |
|--------|---------|
| 0      | 无数据     |
| 1      | 计算机存储   |
| 2      | 视盘(DVD) |
| 3~FF   | 储备      |

图 13

时间代码格式

| 字段名    | 位  |
|--------|----|
| 时(2位数) | 8  |
| 分(2位数) | 8  |
| 秒(2位数) | 8  |
| 帧(2位数) | 8  |
| 合计     | 32 |

图 14

图象类型的内容

|      |      |
|------|------|
| 0    | I 图象 |
| 1    | P 图象 |
| 2    | B 图象 |
| 3~FF | 储备   |

图 15

ECC类型内容

|      |      |
|------|------|
| 0    | 长ECC |
| 1    | 短ECC |
| 2~FF | 储备   |

图 16

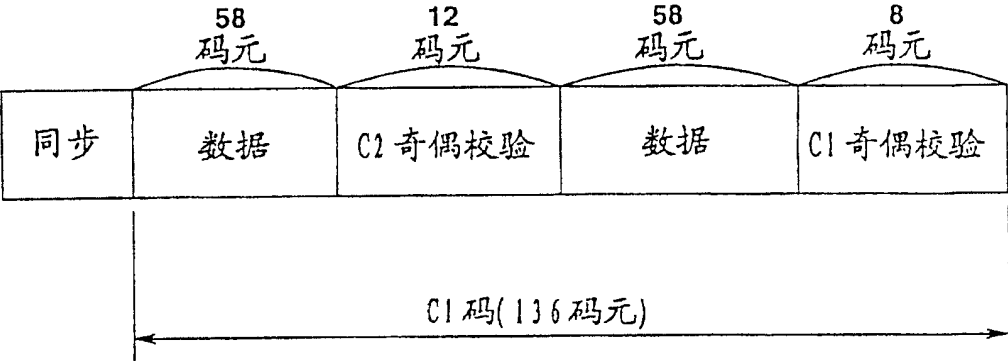


图 17

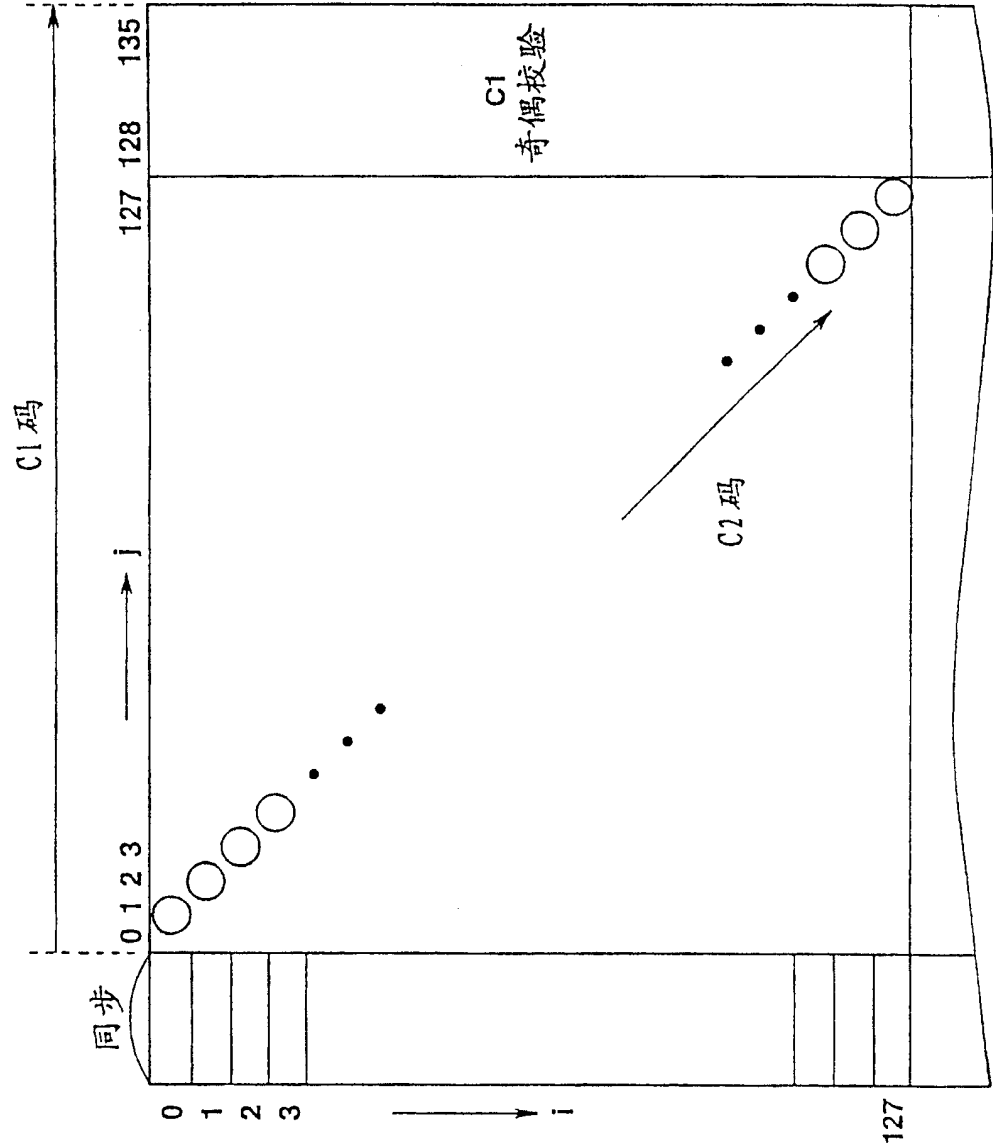


图 18

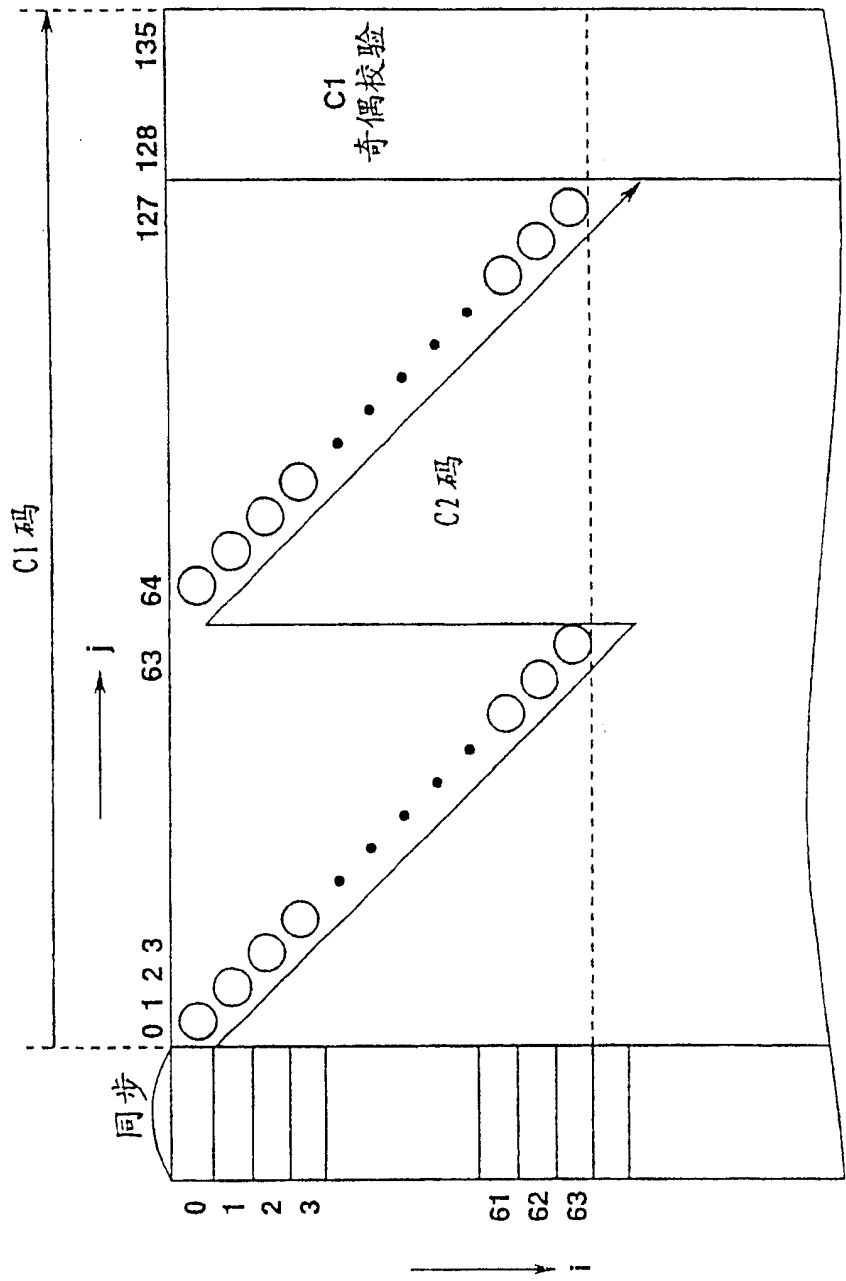


图 19

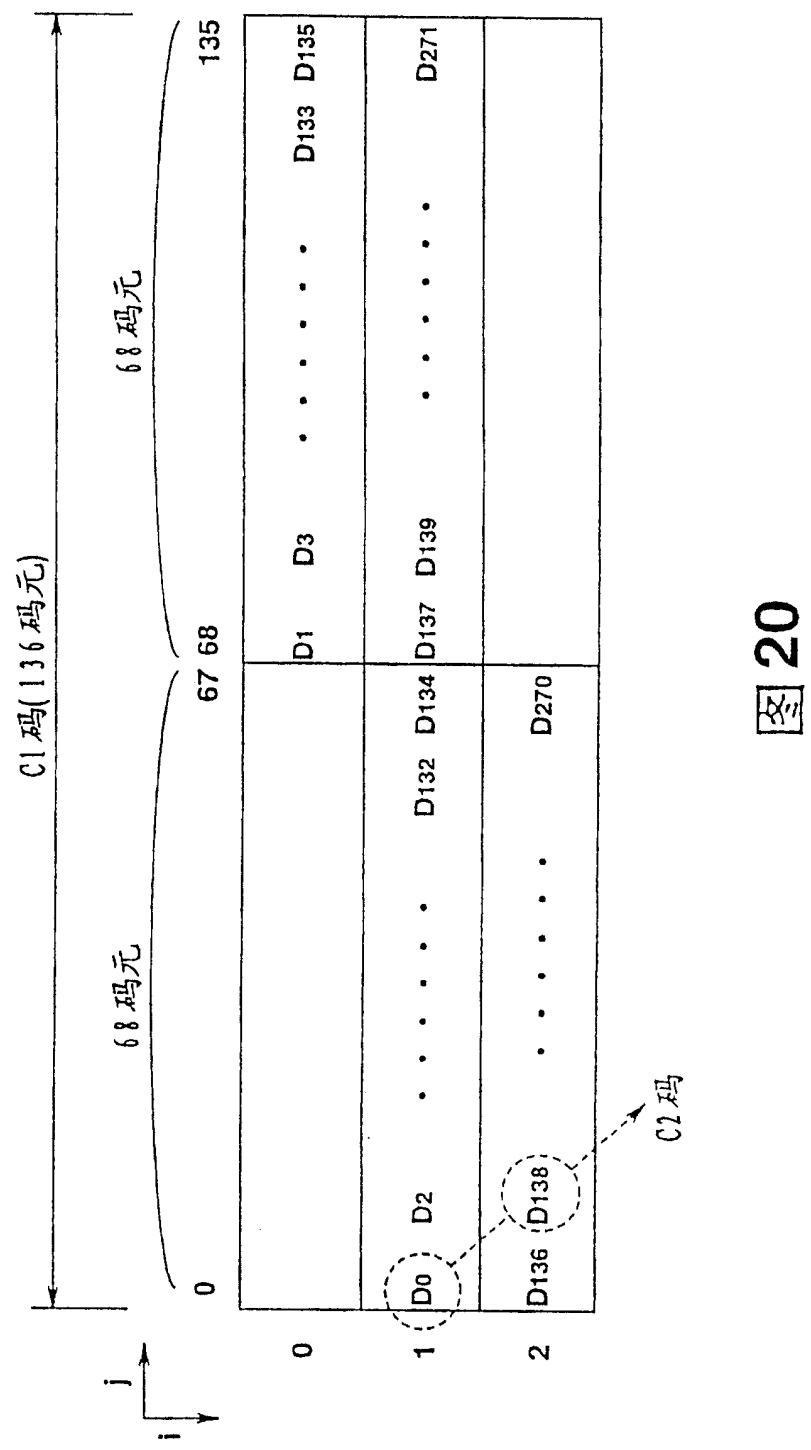


图 20

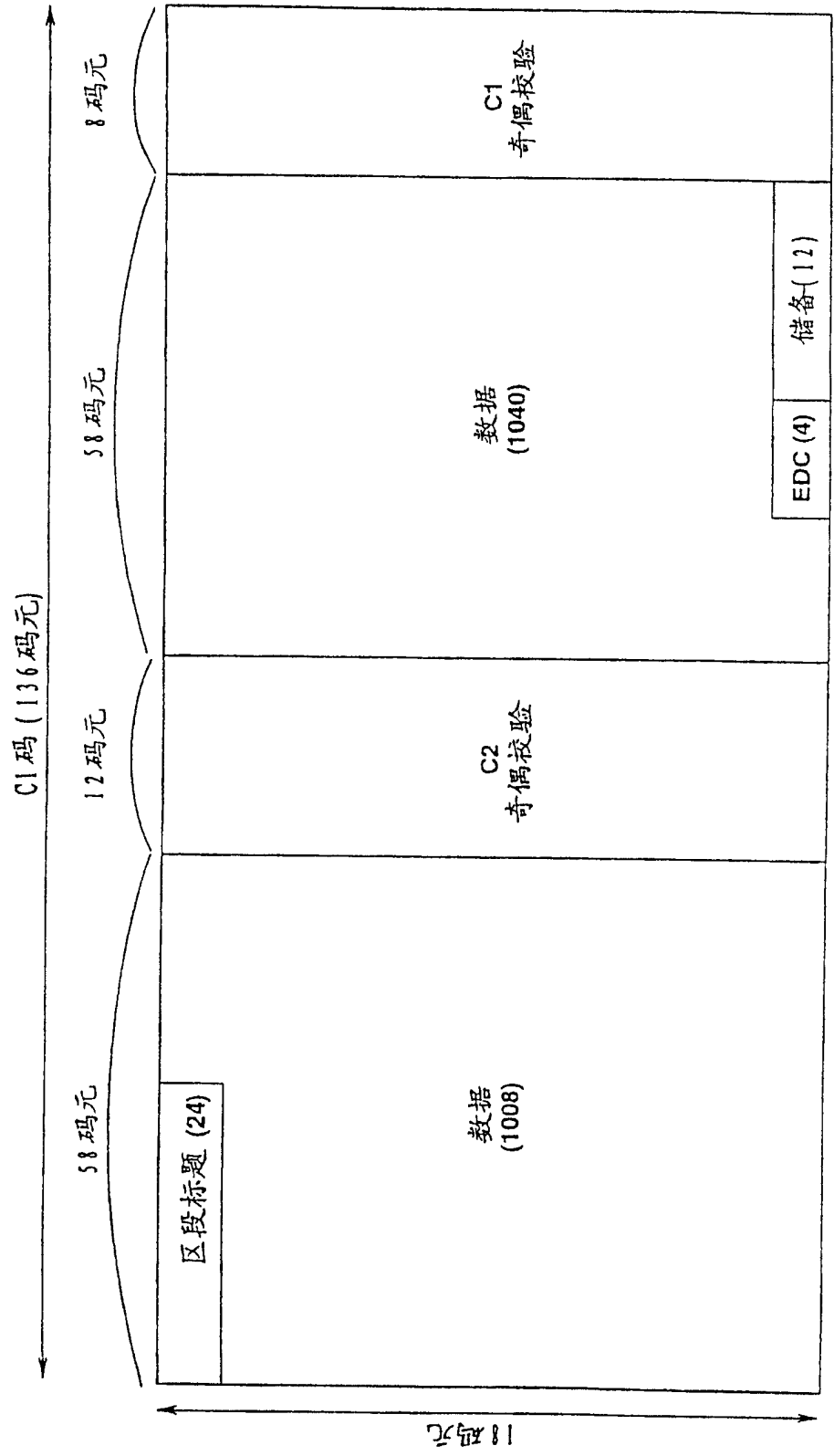


图 21

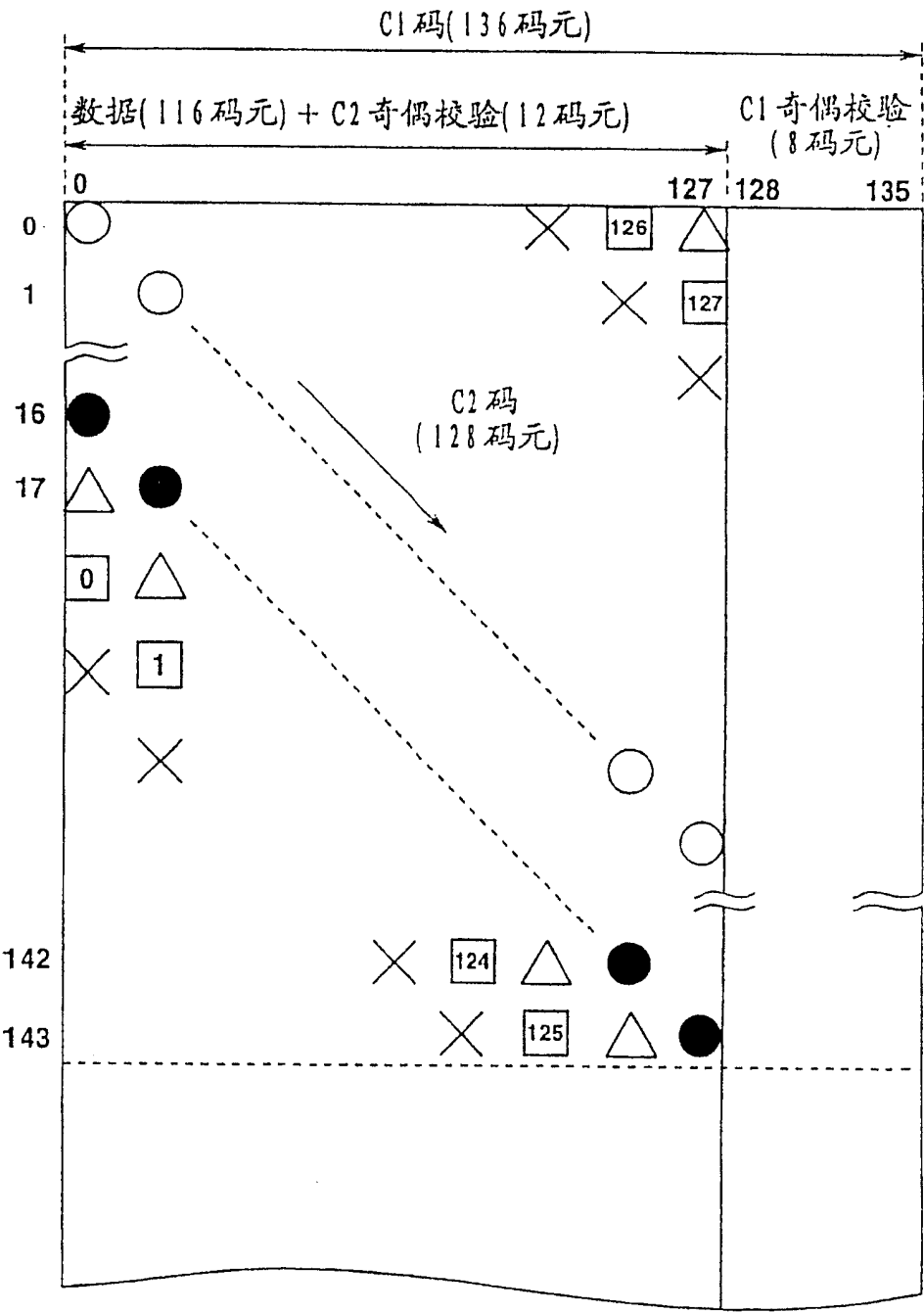


图 22

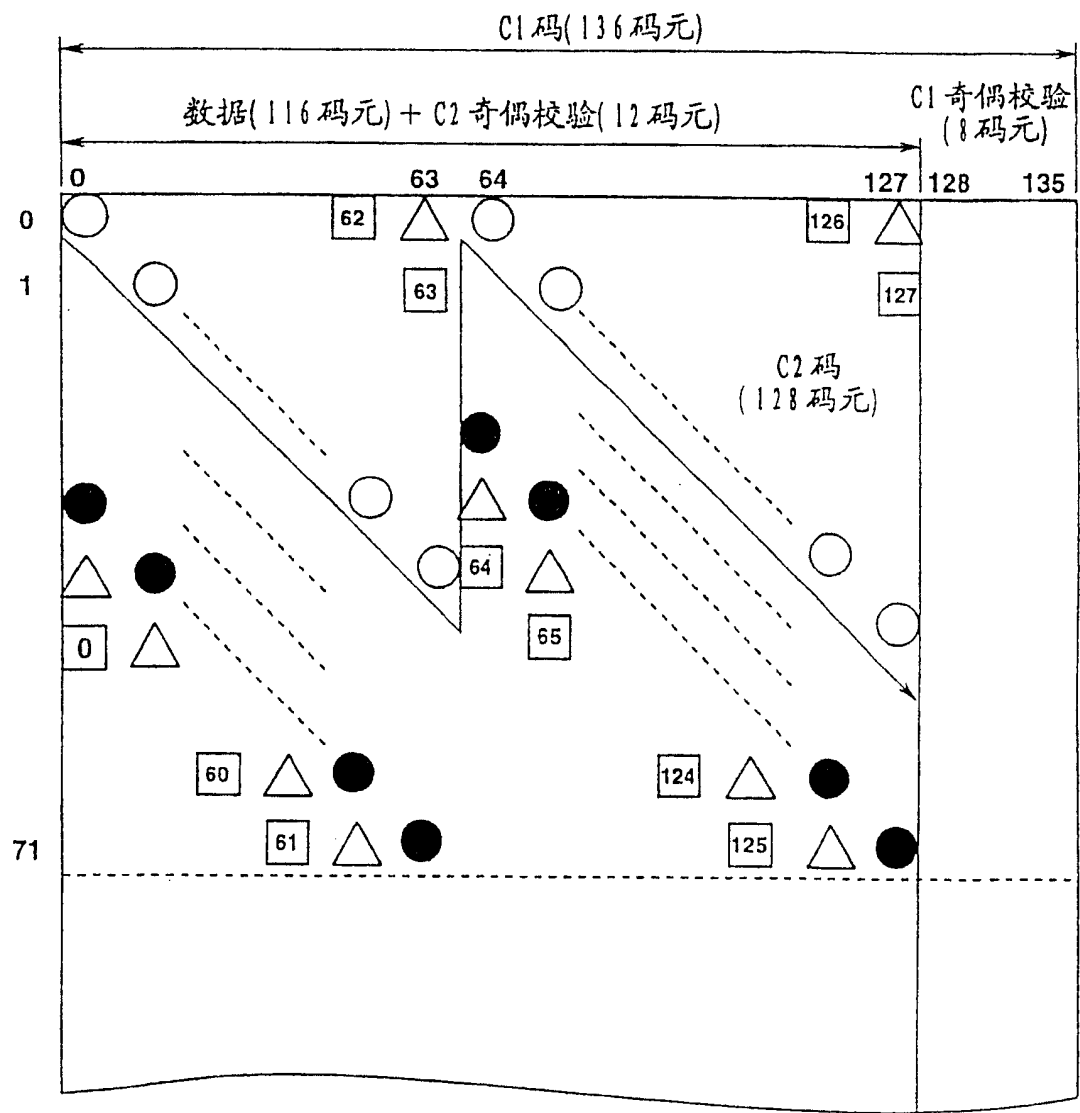


图 23

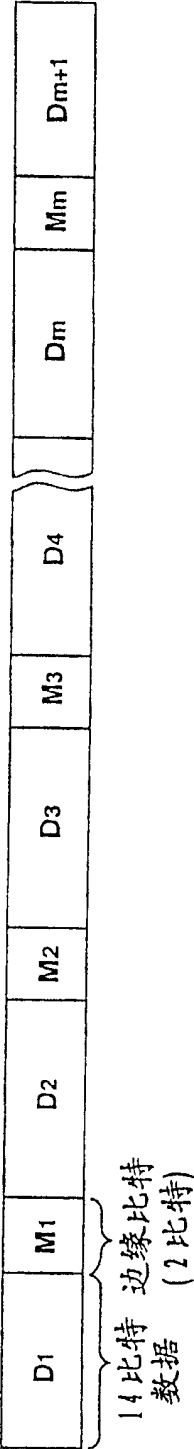


图 24

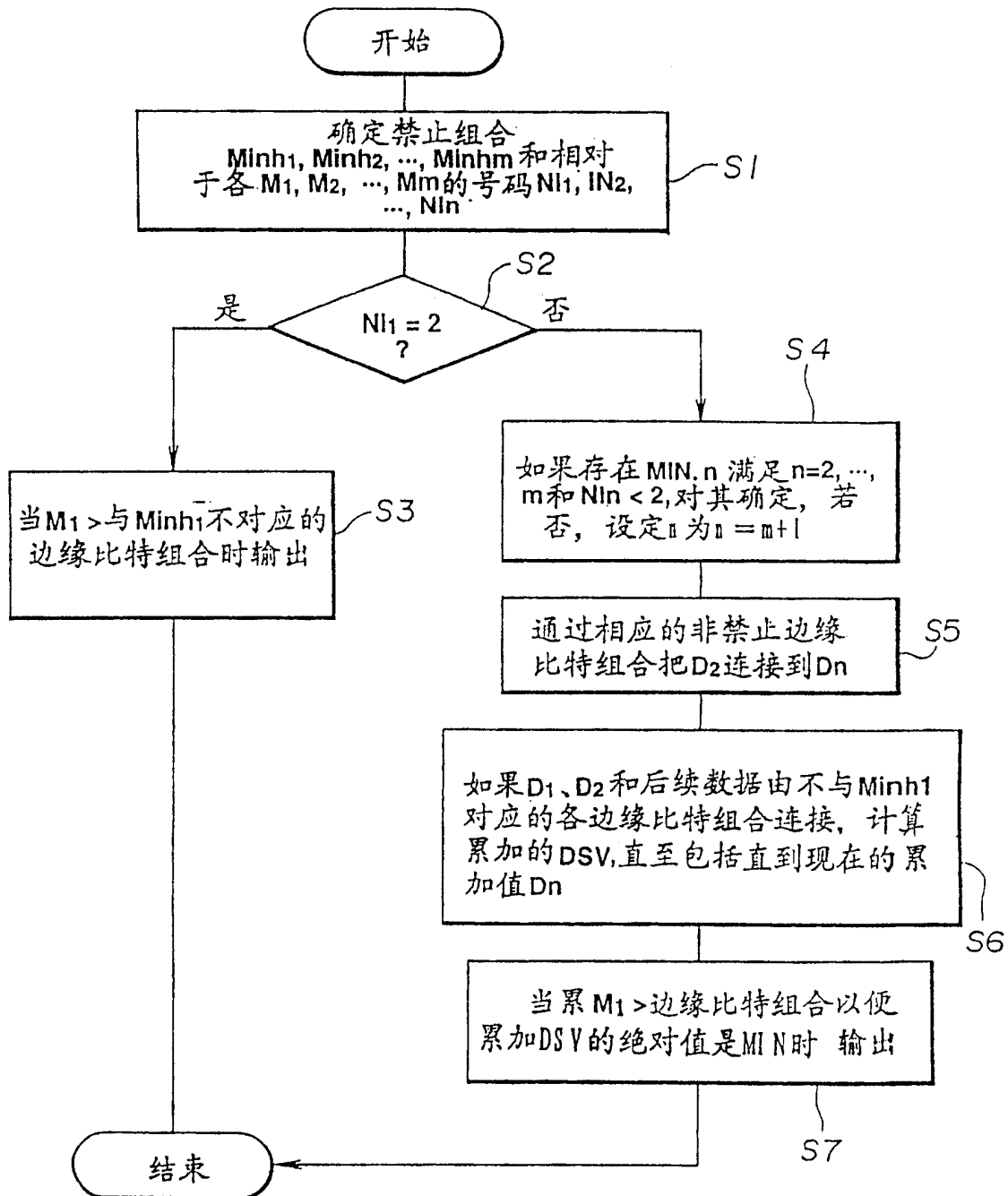


图 25

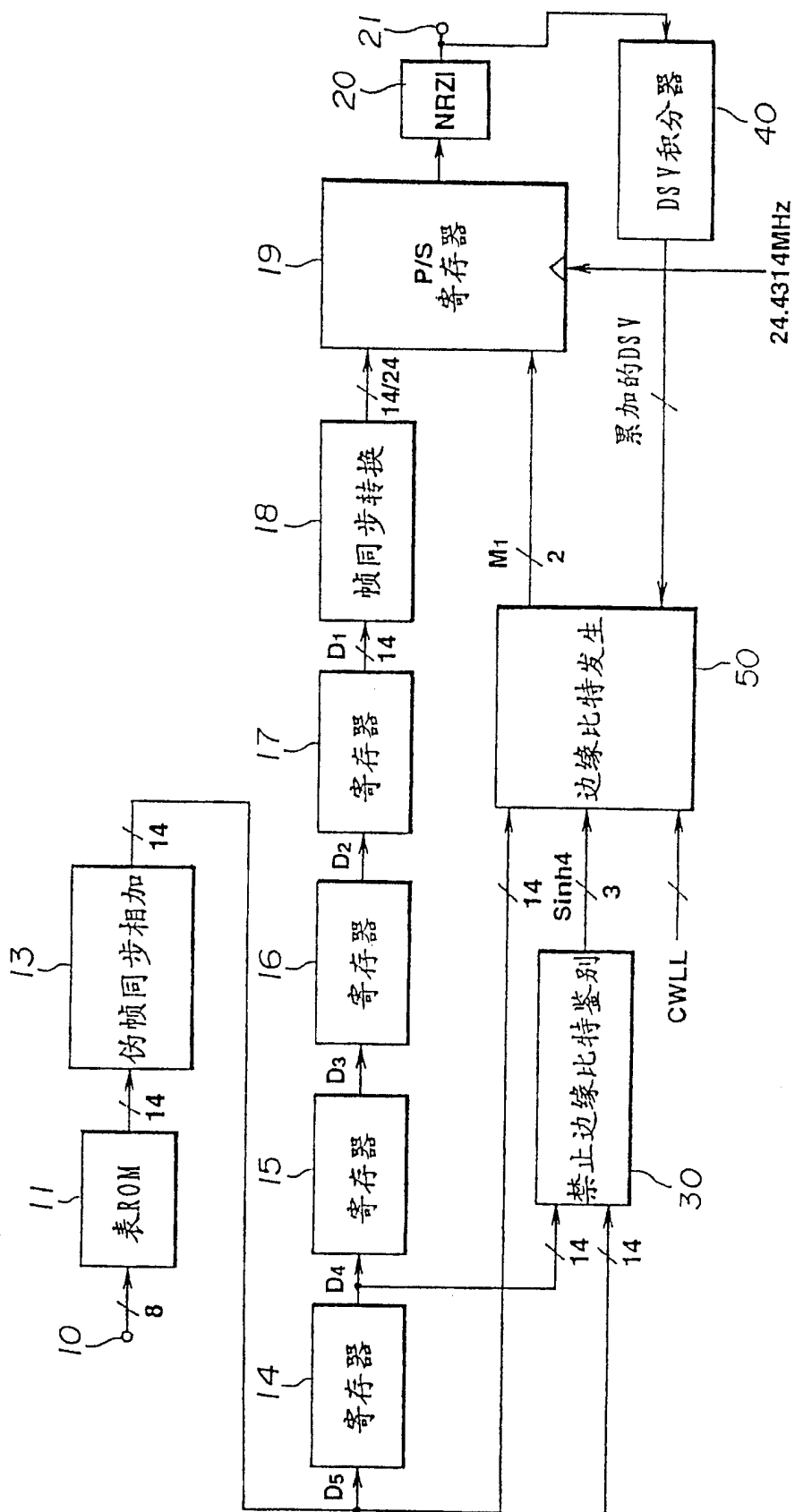


图 26

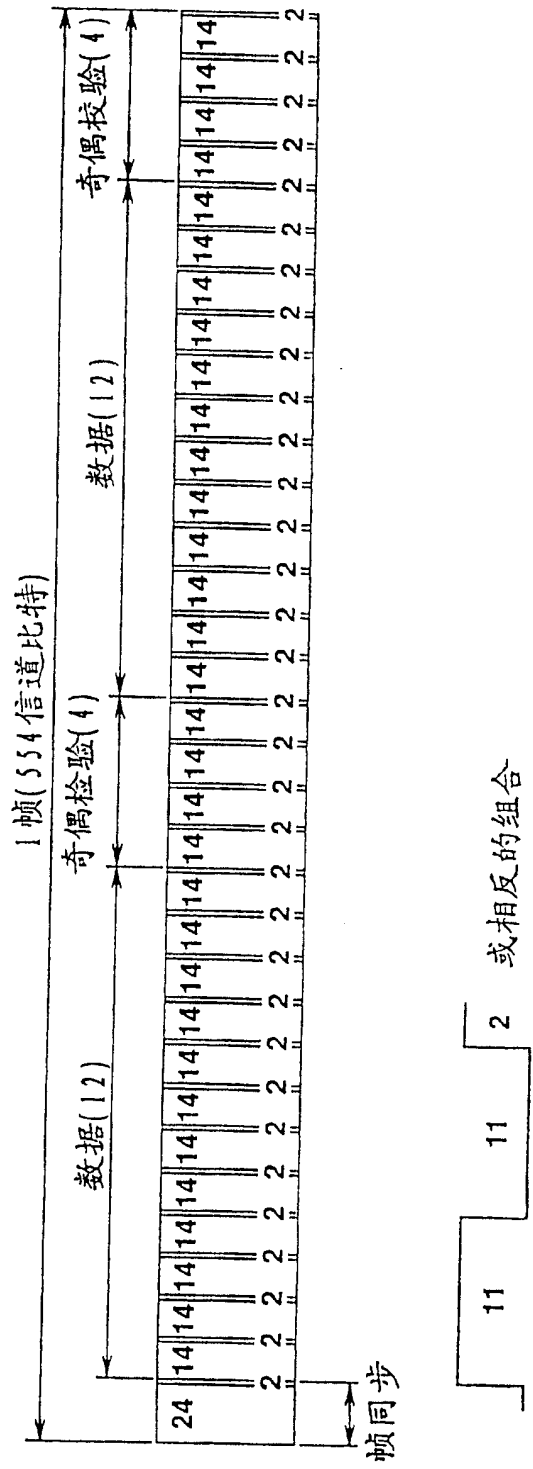
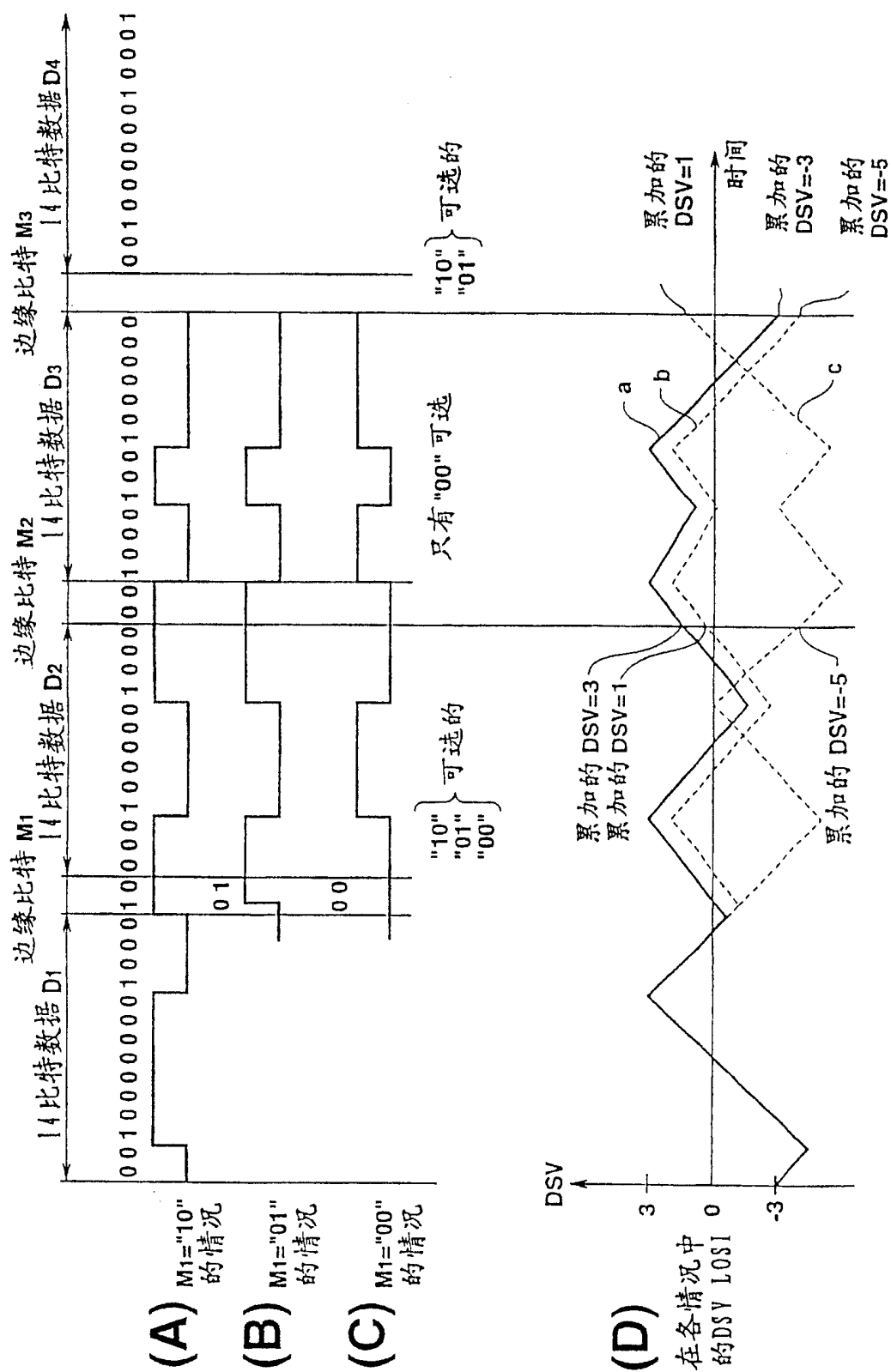


图 27

[illegible]

28



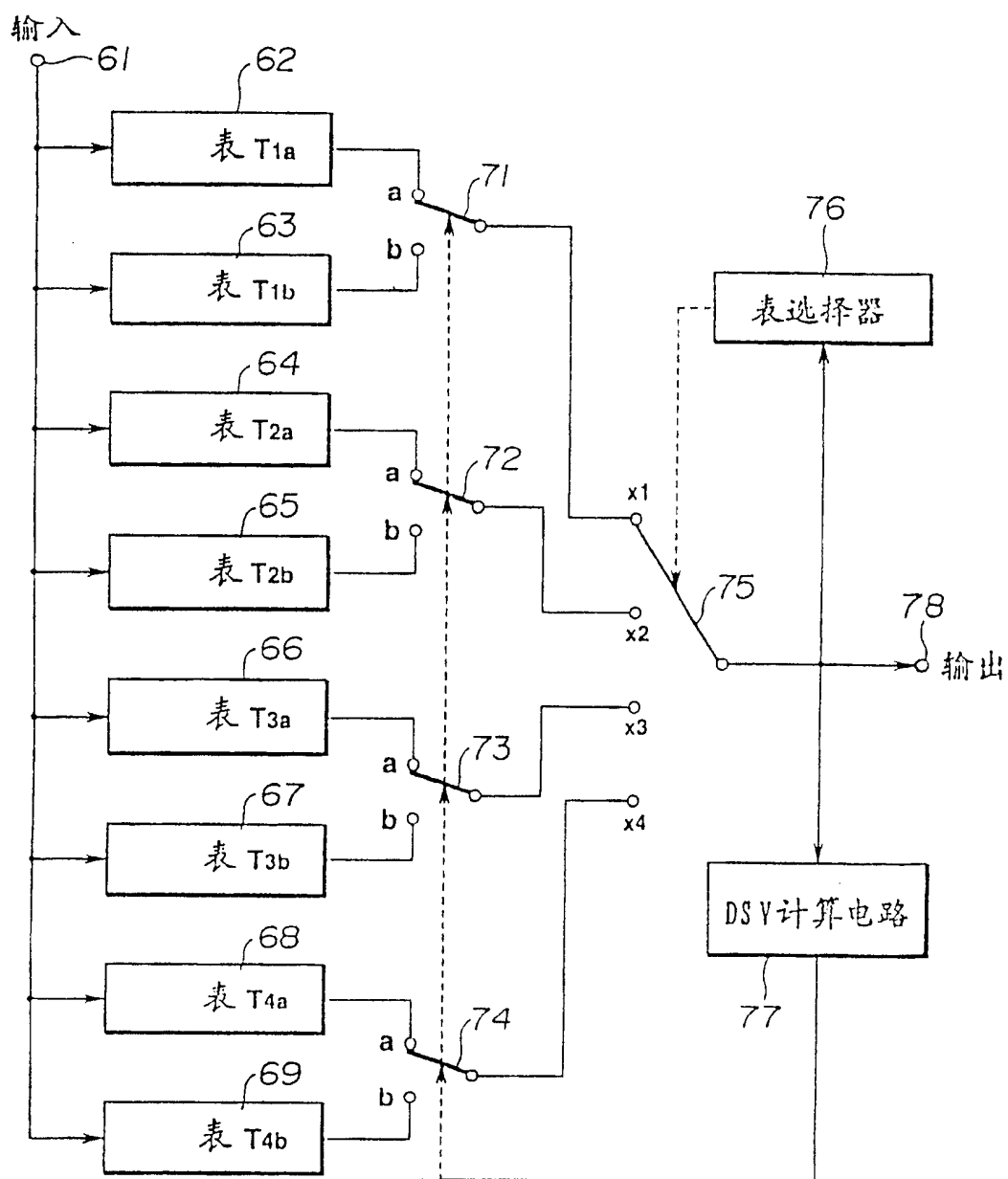


图 30

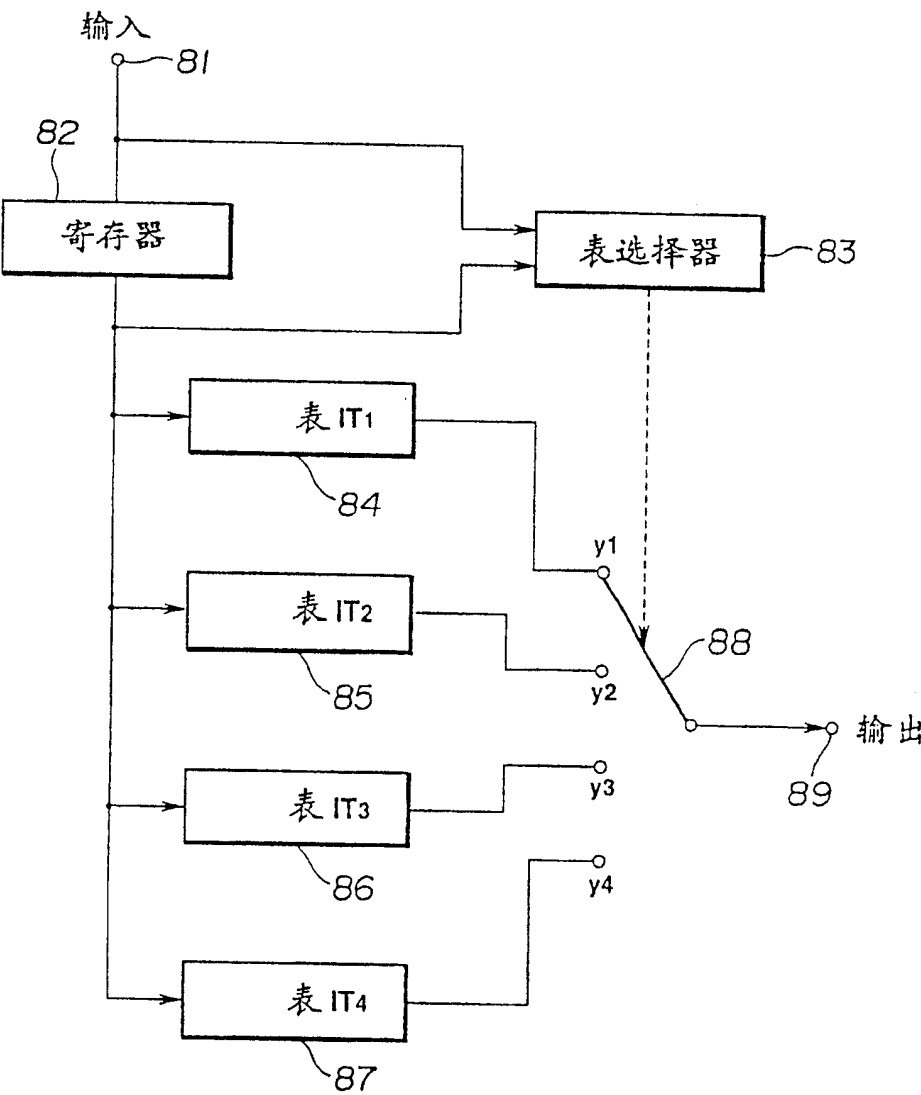


图 31

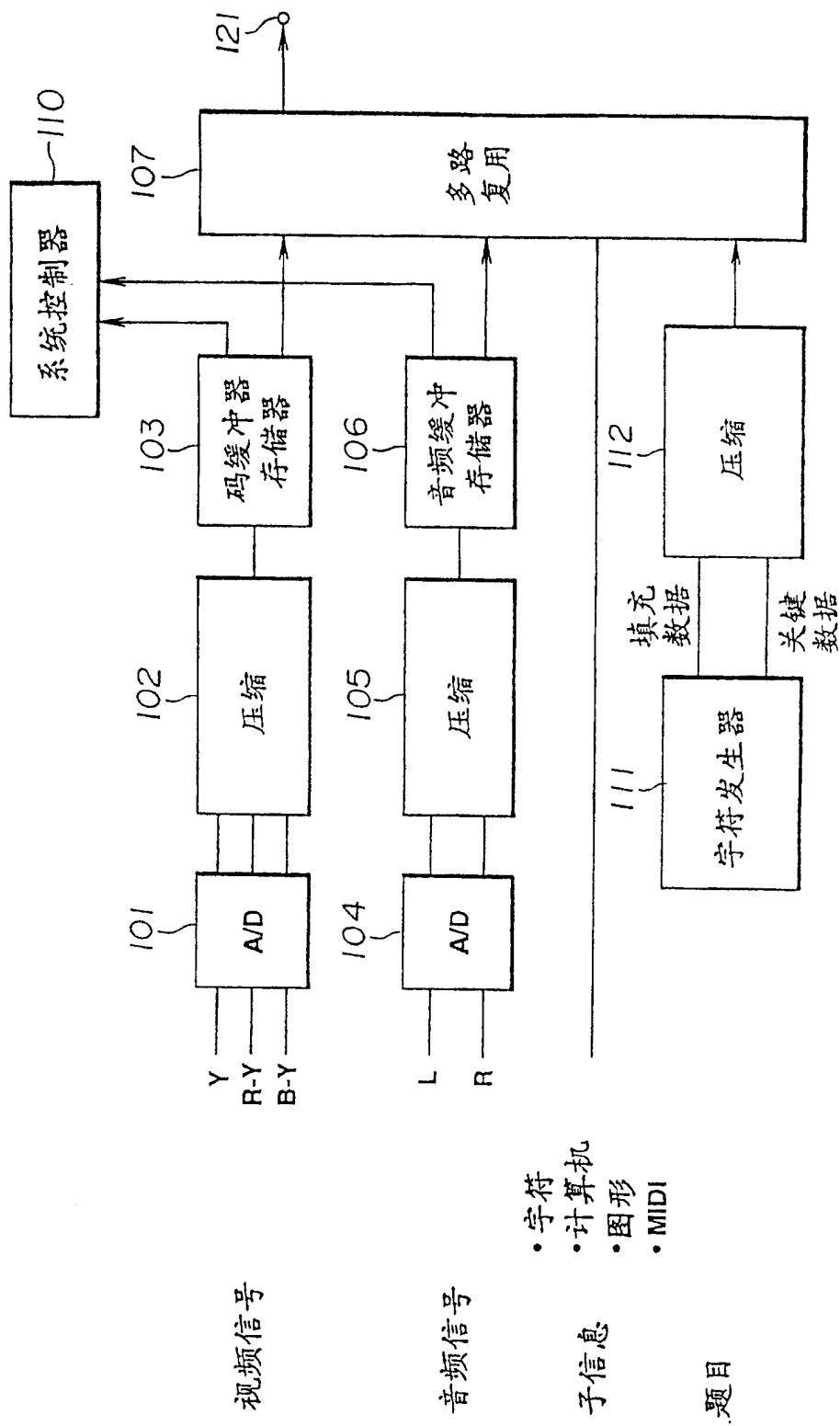


图 32

视频信号

音频信号

- 子信息
- 字符
  - 计算机
  - 图形
  - MIDI

题目

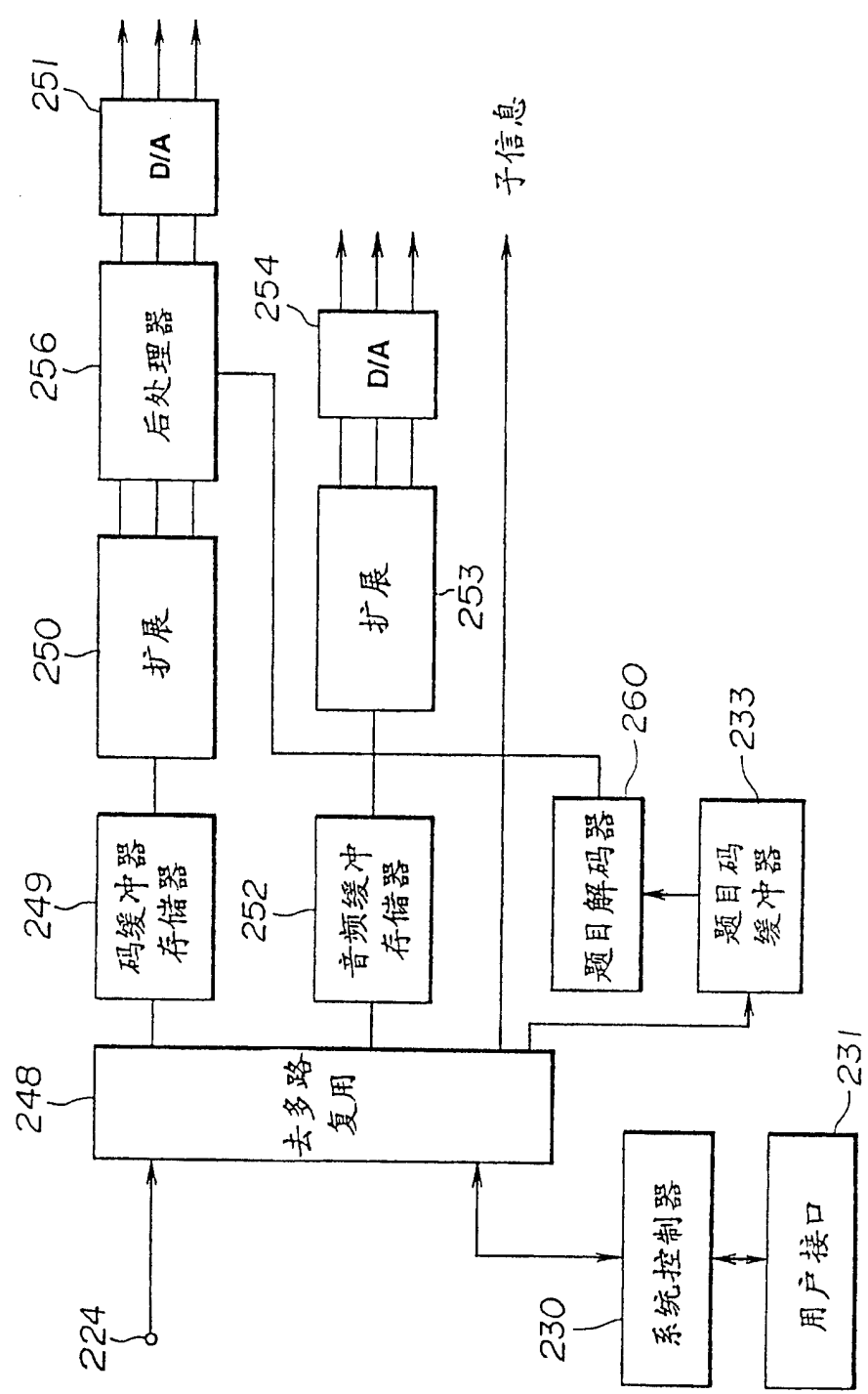


图 33