

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93107320.0

[45] 授权公告日 2001 年 1 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1061159C

[22] 申请日 1993.5.25 [24] 颁证日 2000.10.14

[21] 申请号 93107320.0

[30] 优先权

[32] 1992.5.25 [33] JP [31] 157558/1992

[73] 专利权人 索尼公司

地址 日本东京

[72] 发明人 新福吉秀 茶木康行

井野浩幸 中川俊之

[56] 参考文献

EP 0370422 1990.5.30 G11B20/10

20/14

审查员 郭 雯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

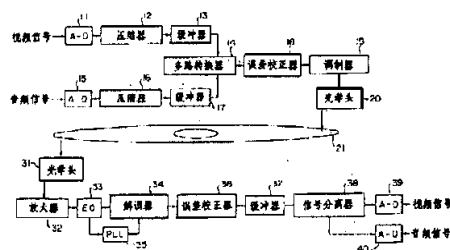
代理人 马铁良 程天正

权利要求书 1 页 说明书 19 页 附图页数 8 页

[54] 发明名称 调制方法

[57] 摘要

将数字数据调制为变长码(d,k;m,n;r)以在光盘上记录和再现信息的方法。连续的同符号的最小个数的最小运行长度d的最佳范围由以下步骤来确定;第一步根据d=0时的位误差率和s/N之间的关系确定为获得所需的误差率所需的最小s/N;第二步,由获得的所需最小s/N通过计算数字值d的变化引起的s/N衰减获得数字值d的变化和s/N的变化之间的关系;第三步根据数字值d和s/N之间的关系确定与依赖于传输特性的s/N有关的值d的范围。



权 利 要 求 书

1.将数字数据调制为变长码($d, k; m, n; r$)以便将信号记录在记录介质上和从该记录介质再现同一信息的方法, 其中表示连续的同符号的最小个数(最小运行长度)的数字值 d 的最佳范围由以下步骤确定:

第一步, 根据位误差率和信噪比(S/N)之间的关系确定为获得所需的误差率的最小 S/N ;

第二步, 计算数字值 d 的变化和 S/N 之间关系; 以及

第三步, 根据数字值 d 和 S/N 之间的关系确定与在记录和再现电路中可实现的 S/N 有关的值 d 的范围;

其中在所述第一步中的位误差率和 S/N 之间的关系是当所述数字值 d 为 0 时获得的关系;

在所述第二步中的数字值 d 的变化和 S/N 之间的关系是在所述第一步获得的所需最小 S/N 的基础上通过计算由于数字值 d 的变化引起的 S/N 衰减来获得的。

2.根据权利要求 1 的调制方法, 其中所述 S/N 衰减按如下计算:

$$S/N \text{ 衰减} = 20\log_{10}(2/(d+2)), \text{ 其中 } d=0, 1, 2, 3, \dots$$

3.根据权利要求 1 的调制方法, 其中在所述第一步中的所需误差率的范围约从 10^{-8} 到 10^{-10} , 为获得这样的误差率所需的最小 S/N 的范围约从 21 到 22db.

4.根据权利要求 1 的调制方法, 其中在所述变长码中的数字值 d 的范围从 3 到 7; 最小反向间隔 $T_{\min}$ 的范围从 1.7 到 2.5; 检测窗口宽度 T_w 的范围从 0.32 到 0.45.

说明书

调制方法

本发明涉及适用于在记录介质上对数据进行数字记录的调制方法，特别涉及适用于确定在变长码 $(d, k; m, n, r)$ 中的最小运行长度 d （连续的同符号的最小个数）的最佳范围的调制方法。

例如，在磁记录系统中，一般来说，其信号频率特性是不同的，在信号的高频段出现特性的恶化，这样的恶化源于例如与磁头间隙，磁头和记录介质之间的间距，记录介质的厚度有关的各种损耗以及由旋转变压器引起的低频损耗。此外，来自相邻磁道的串音噪声，来自记录介质的噪声或过写入噪声产生随机误差，为了不管这样的损耗和噪声的任何一种而得到记录和再现数据的精确操作，最好在将数字数据记录在介质上之前以适合于记录系统的方法对它进行调制。由此大量的信息能够被稳定地记录。为了满足以上的要求，一般来说，通常根据预定的规则对数据进行信道编码。

这样的信道编码包括分组码，分组码根据恰当的编码规则，将数据串构成每个包含 $m \times i$ 比特的数据块并将数据字转换为 $n \times i$ 信道比特记录代码。当 i 等于1时，记录码是定长码；而当 i 和最大约束长度 r 都大于1时，记录代码成为变长码。这一分组码也被称为 $(d, k; m, n; r)$ 码， d 表示连续的同符号（例如0）的最小个数； K 表示连续的同符号（0）的最大个数； m 表示基本数据字的长度， n 表示基本代码字的长度。

例如在 C D (Compact discs 小型密集光盘) 中采用了 8-14 调制 (E F M) 系统。在 d 为 2 的 E F M 编码中, 最小反向间隔 $T_{\min}$ 为 1.41, 检测窗口宽度 T_w 为 0.4。

减少盘上的凹陷的长度能够增大 C D 的记录密度, 但是, 如果凹陷长度被过分的减少以致于小于检测激光束的直径, 就会出现对凹陷进行正确的检测的困难。因此, 在凹陷长度被减少的情况中, 检测激光束的波长需要缩短。如在表 1 中所列, 红色激光束的波长是 780 nm, 绿色激光束的波长是 532 nm。如果使用蓝色激光束其波长就短到 420 nm。与红色激光的基准表面密度相比, 使用绿色激光或蓝色激光获得的表面密度可增大 2.15 倍或 3 倍。

表 1

	红色激光	绿色激光	蓝色激光
波 长	780nm	532nm	420nm
表面密度	1.0倍	2.15倍	3.0倍
NA: 0.4→0.6	2.0倍	4.3倍	6.0倍

此外, 如果用于聚焦激光束的物镜的数值孔径 N A 从通常的值为 0.4 增大到 0.6 作为例子, 与红, 绿或蓝激光的 N A 值为 0.4 时表面密度相比, 这时的表面密度能够分别增大 2.0、4.3 或 6.0 倍。

但是, 为了以 10 M b p s 的密度在直径 (12 c m) 等于 C D 的磁盘上记录视频信息 (移动图象), 由于通常的 C D 的线性密度约

为 1.5 Mbps，因此必须将密度增大 6 倍以上。由表 1 显然可见即使使用绿色激光也难于获得这样高的密度。

鉴于上述情况完成了本发明，发明目的在于提出能够获得较高的记录密度的改进的调制方法。

本发明提出了将数字数据调制为变长码 ($d, k; m, n, r$) 以便将信息记录在光盘上和从光盘再现同样的信息的方法。在这一方法中，相应于连续的同符号的最小个数的最小运行长度的最佳范围由包括以下步骤的过程来确定：第一步，根据位误差率和 $d = 0$ 时的 S/N （信噪比）之间的关系确定为获得所需的误差率所需要的最小 S/N ；第二步，在第一步获得的所需最小 S/N 的基础上通过计算由于数字值 d 的变化引起的 S/N 衰减来获得数值 d 的变化和 S/N 之间的关系；第三步根据数字值 d 和 S/N 之间的关系确定与依赖于光学系统和光盘的传输特性的 S/N 有关的值 d 的范围。

第一步的所需误差率约为 10^{-8} 到 10^{-10} ，为获得这样的误差率所需的最小 S/N 范围约为 21 到 22 db，依赖于光学系统和光盘的传输特性的 S/N 为 32 ± 3 db。

由于数字值 d 变化引起的 S/N 衰减计算如下：

$$S/N \text{ 衰减} = 20 \log_{10} (2 / (d+2))$$

其中 $d = 0, 1, 2, 3, \dots$

本发明的上述和其它特点和优点根据参看说明性的附图给出的如下描述将会一清二楚。

图 1 是说明应用了本发明的调制方法的光盘设备的典型构造的方框图；

图 2 用图表表示了误差率和 S/N 之间的关系；

图 3 是说明最小运行长度 d (连续的同符号的最小个数) 和脉冲响应之间的关系的说明性图示 ;

图 4 用图表表示了 S/N 和最小运行长度 d 之间的关系 ;

图 5 是用于确定最小运行长度的最佳范围的程序的流程图 ;

图 6 是被用于图 1 的设备中的典型的调制器的方框图 ;

图 7 是说明图 5 的操作的信号的定时图 ;

图 8 是被用于图 1 的设备中的典型的解调器的方框图 ;

图 1 是说明输入了由本发明的调制方法产生的代码的光盘设备的典型构造的方框图。如图所示, 一视频信号被输入到进行模-数转换的 A-D 转换器 11, 被转换的信号被输入到压缩器 12 以便被压缩。压缩器 12 的输出通过缓冲器 13 被传送给多路转换器 14。与此类似一音频信号被输入到进行模-数转换的 A-D 转换器 15, 然后被转换的信号被输入到压缩器 16 以便被压缩。压缩器 16 的输出通过缓冲器 13 被传送给多路转换器 14。缓冲器 13 和 17 的输出在多路转换器 14 中的相互合并, 然后多路转换器 14 的输出被传送给误差校正器 18。误差校正器 18 将误差校正代码和误差检测代码加到输入数据中去, 它的输出被传送给调制器 19。在调制器 19 中, 从误差校正器 18 接收的数据根据以下将要描述的预定的转换格式被以数字的公式调制。被调制的信号被输出给光学头 20, 光学头 20 然后根据调制器 19 的输出产生激光束, 信号被记录在光盘 21 上。

光学头 31 将激光束照射到光盘 21 并根据反射光再现记录在光盘 21 上的信号。从光学头 31 输出的被再现信号通过放大器 32 被传送给均衡器 (EQ) 33 以便被均衡为预定的频率特性。均衡器 33 的输出被传送给解调器 34, 同时也被传送给 PLL 电路 35 以便提

取与被包含在输入信号中的时钟分量的时钟信号并将该时钟信号传送给解调器 3 4。解调器 3 4 的输出被传送给误差校正器 3 6，该误差校正器 3 6 然后校正从解调器 3 4 接收的数据中的误差并通过缓冲器 3 7 将被校正的数据传送给信号分离器 3 8，在信号分离器 3 8 中，从缓冲器 3 7 的输出数据分离视频数据和音频数据，然后将它们分别传送给 A-D 转换器 3 9 和 4 0。

以下将描述，上述设备的运行。视频信号在 A-D 转换器 1 1 中被模-数转换之后，信号在压缩器 1 2 中被压缩。同样地，经过在 A-D 转换器 1 5 中的模-数转换处理的音频信号在压缩器 1 6 中被压缩。缓冲器 1 3 和 1 7 分别控制视频信号的定时和音频信号的定时并将它们的输出传送给多路转换器 1 4，在多路转换器 1 4 中，通过缓冲器 1 3 和 1 7 接收的视频信号和音频信号被互相合并，然后被传送给误差校正器 1 8。接着在误差校正器 1 8 中，将误差检测和校正代码加到从多路转换器 1 4 接收的输入数据中去，由此获得的复合信号被传送给调制器 1 9，它根据预定转换格式将输入的数字数据转换为记录代码。记录代码被传送给光学头 2 0 以便被用于激光束的调制。相应于记录代码被调制的激光束然后被照射在光学盘 2 1 上以便由此形成相应于记录代码的比特。

光学头 3 1 再现记录在光盘 2 1 上的代码并将被再现的输出传送给放大器 3 2，在放大器 3 2 中，光学头 3 1 的输出被放大，然后被传送给均衡器 3 3，均衡器 3 3 然后对输入的被再现信号进行均衡并将其传送给解调器 3 4。与此同时，PLL 电路 3 5 从均衡器 3 3 的输出提取时钟分量并将时钟信号传送给解调器 3 4。然后在解调器 3 4 中，由均衡器 3 3 使传送来的记录代码在由 PLL 电路 3 5 获得的时

钟信号的基础上被解调为先前的数字数据。被解调的输出然后被传送给误差校正器 36，误差被校正。此后，误差校正器 36 的输出通过缓冲器 37 被传送给信号分离器 38 以便分离为视频数据和音频数据。视频数据被传送给 A-D 转换器 39 进行模数转换，而音频数据被传送给 A-D 转换器 40 进行同样的转换。分别从 A-D 转换器 39 和 40 输出的视频信号和音频信号被传送给未表示出来的监视器。

此后，将对被用于调制器 19 的调制方法进行描述。

图 2 用图表表示了数字数据被以 $d = 0$ 连非调制在内的预定的方法调制和被解调的情况下的位误差率和 $S(P-p)/N(rms)$ 之间的关系。如果 $d = 0$ ，这一关系不管对任何的调制方法都是不变的。在图 2 的图形中， S/N 和误差率分别为横坐标和纵坐标。由该图显然可见误差率随着 S/N 的增大而减少，误差率的变化随着 S/N 的增大而加剧在误差率一般需要被保持低于 10^{-6} 的图 1 的记录/再现系统中，需要将最大误差率抑制在 10^{-8} 到 10^{-10} 的范围内。为了获得这样的所需误差率，由图 2 可见 S/N 应为约 21 db 到 22 db。

在图 1 所示的光记录中的传输特性基本线性地下降到在由每个记录区间和再现区间中的光源确定的空间频率。轴上的截止频率 (NA/λ)。图 3 表示这样的特性和模型。当最小运行长度 d 由 0 变化到 1, 2, 3 ... 等时，就获得了如图 3 所示的冲击响应，在图 3 中，随着数字值 d 的增大而获得较大的冲击。更准确地说，图 3 说明介于符号“1”和“1”之间的符号“0”的个数随着数值 d 的增大而增大 ($d+2$) 个信道时钟脉冲 T 被插在冲击响应中。

在表示冲击响应的图 3 中，横坐标和纵坐标分离表示时间和响应

输出。

在图 3 中, (d, k) 码所需的 S/N 以 $d=0$ 作为基准 ($0, d\text{ b}$) 来表示, 就是说, 随着数字值 d 的增大 S/N 变化为 $d=0$ 的比值的 $2/(d+2)$ 倍。这一关系与记录密度被增大调制代码的 $T_{\min}$ 倍的情况有关。

相对于数字值 d , S/N 衰减 $L(d\text{ b})$ 被表示为

$$L = 20 \lg_{10} (2/(d+2))$$

假定上述 22 dB 的 S/N 是在 $d=0$ (在非调制期间) 时获得的。那么 S/N 在调制期间随着值 d 的变化而变化如图 4 所示。由该图显然可见 S/N 随着 d 值的增大而指数上升, 对应于衰减需要较大的 S/N 。例如, 当 $d=2$ 时, 与 $d=0$ 时的比值相比 S/N 需增大 6 dB , 否则不能得到与 $d=0$ 时相同的误差率。

假定由图 1 的光学系统 (光学头 20 和 31) 和光盘 21 确定的传输特性的 S/N 为 $32\text{ dB} \pm 3\text{ dB}$ 。那么, 由图 4 显然可知, 保证 $32 \pm 3\text{ dB}$ 的 S/N 的数字值在 2.5 到 7 的范围内。更准确地说, 将最小运行长度设定为大于 3 和小于 7 的值就能满足要求。

上述过程用图 5 的流程图来表示。

在流程图中, 由本发明的调制方法确定最小运行长度 d (连续的同符号的最小个数) 的最佳范围的程序在步骤 51 中被启动。

在步骤 52 用预定的方法来计算 S/N 和在调制之后的被解调数字数据中的位误差率之间的关系以便满足 $d=0$ 的条件, 这一关系如图 2 所示。在步骤 53 计算用于获得所需误差率的 S/N 。例如, 在最大误差率需要在 10^{-8} 到 10^{-10} 范围之内的光学系统中, 由图 2 显然可见, 这样的误差率可通过将 S/N 设定约为 21 到 22 dB 来获得。

然后在步骤 5 4 中, 计算数字值 d 的变化和 S/N 的变化之间的关系。更准确地说, 求出当值 d 从 0 变为 1, 2, 3 …… 等时引起的相对于 $d = 0$ 时的 S/N 的 S/N 衰减。在步骤 5 3 获得的 S/N (例如 22 db) 的基础上再计算值 d 和 S/N 之间的关系 (图 4)。然后在步骤 5 5 中根据步骤 5 4 获得的值 d 和 S/N 之间的关系确定值 d 的最佳范围。更准确地说, 确定为了保证依赖于系统和数据记录介质 (例如光学头和光盘) 的传输特性的 S/N (32 ± 3 db) 所需的值 d 的范围。

在 $3 \leq d \leq 7$ 的条件下实际产生的代码中, 最小反向间隔 $T_{\min}$ ($= (m/n) \times (d+1) T$) 和检测窗口宽度 $T_w (= (m/n) \times T)$ 的合适范围如下:

$$1.7 < T_{\min} < 2.5$$

$$0.32 < T_w < 0.45$$

表 2 表示对于数字值 d 变化为 3, 4, 5 和 6 而获得的间隔 $T_{\min}$ 和宽度 T_w 。如果值 d 的范围在 3 到 6 之间, 记录密度可望增大 30% 到 75% 或更多。例如, 当 $d = 4$ 时有可能获得表 3 所示的记录密度。

表 2

	T_w	$T_{\min}$	m/n
$d=3$	0.44	1.78	4/9
$d=4$	0.40	2.0	2/5
$d=5$	0.36	2.18	4/11
$d=6$	0.33	2.33	2/6

表 3

	红激光	绿激光	蓝激光
波长	780nm	532nm	420nm
表面密度	1.0倍	3.0倍	4.2倍
NA:0.4→0.6	2.8倍	6.0倍	8.4倍

与在这里被选作基准时的波长为 789 nm 的红激光相比, 使用波长为 532 nm 的绿激光表面密度被增大 3.0 倍, 使用波长为 420 nm 的蓝激光表面密度被增大 4.2 倍。当数值孔径 NA 由 0.4 变为 0.6 时, 使用红激光表面密度被增大 2.8 倍, 绿激光 6.0 倍, 蓝激光 8.4 倍。这样, 即使使用绿激光, 也可以以 10 Mbps 的密度将视频信息 (移动图象) 记录在直径约为 12 cm 的光盘上并从该盘再现同一信息。

以下描述 $d = 4$ 的典型的变长码。

在这一实施例中, 基本数据长度为 2 比特的数据字被转换为基本代码长度为 5 比特的代码字。表 4 表示用于这种转换的六种基本代码。通过组合这样的六种基本代码可将数字数据转换为变长代码字。

表 4

1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	0
4	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0

表 5 与表示利用这样的基本代码的获得的有效代码的个数，如表 5 所示，所需代码字的个数 N 随着约束长度 r 从 1 顺序增大为 2, 3, 4, 5 而从 4 变为 8, 16, 28, 32, 实际采用的代码字的个数 M 从 2 变为 4, 8, 20, 34。因此，差 $D (= N - M)$ 从 2 变为 4, 8, 8, -2。这样一来，通过利用约束长度 r 不大 5 的代码字就能没有任何剩余或不足地将原始数据恰当地转换为代码字。

表 5

基本代码	r	N	M	D
(2,5)	1	4	2	2
(2,5)	2	8	4	4
(2,5)	3	16	8	8
(2,5)	4	28	20	8
(2,5)	5	32	34	-2

表 6 和 7 是利用表 4 的基本代码将数字数据转换为代码字的特定实例。如表 6 和 7 所示，2 比特基本数据长度的数字数据被转换为 5 比特基本代码长度的代码字。例如，数据“1 1”被转换为代码“0 0 0 0 0”数据“1 0”为代码“1 0 0 0 0”。同样地，4，6，8 和 10 比特长的数据被分别转换为具有 10，15，20 和 25 比特代码长的代码字。

表 6-1

	数据	代码
r=1	11	00000
	10	10000
	111111 =	00001 00001 00000
r=2	0111	01000 00000
	0110	00100 00000
	0101	00010 00000
	0100	00001 00000
r=3	001111	01000 01000 00000
	001110	01000 00100 00000
	001101	01000 00010 00000
	001100	01000 00001 00000
	001011	00010 00001 00000
	001010	00100 00100 00000
	001001	00100 00010 00000
	001000	00100 00001 00000
	000111	00010 00010 00000
	00011011	01000 01000 01000 00000
	00011010	01000 01000 00100 00000
	00011001	01000 01000 00010 00000
	00011000	01000 01000 00001 00000
r=4	00010111	01000 00010 00001 00000
	00010110	01000 00100 00100 00000
	00010101	01000 00100 00010 00000
	00010100	01000 00100 00001 00000
	00010011	01000 00010 00010 00000
	00010010	00100 00100 00100 00000
	00010001	00100 00100 00010 00000
	00010000	00100 00100 00001 00000
	00001111	00010 00001 00001 00000
	00001110	00100 00001 00001 00000
	00001101	00100 00010 00010 00000
	00001100	00100 00010 00001 00000
	00001011	01000 00001 00001 00000
	00001010	00001 00001 00001 00000
	00001001	00010 00010 00010 00000
	00001000	00010 00010 00001 00000
	0000011111	01000 01000 01000 01000 00000
	0000011110	01000 01000 01000 00100 00000
	0000011101	01000 01000 01000 00010 00000
	0000011100	01000 01000 01000 00001 00000
r=5	0000011011	01000 01000 00010 00001 00000
	0000011010	01000 01000 00100 00100 00000
	0000011001	01000 01000 00100 00010 00000
	0000011000	01000 01000 00100 00001 00000

表 6-2

r=5	0000010111	01000	01000	00010	00010	00000
	0000010110	01000	00100	00100	00100	00000
	0000010101	01000	00100	00100	00010	00000
	0000010100	01000	00100	00100	00001	00000
	0000010011	01000	00010	00001	00001	00000
	0000010010	01000	00100	00001	00001	00000
	0000010001	01000	00100	00010	00010	00000
	0000010000	01000	00100	00010	00001	00000
	0000001111	01000	01000	00001	00001	00000
	0000001110	01000	00001	00001	00001	00000
	0000001101	01000	00010	00010	00010	00000
	0000001100	01000	00010	00010	00001	00000
	0000000111	00100	00100	00010	00010	00000
	0000000110	00100	00100	00100	00100	00000
	0000000101	00100	00100	00100	00010	00000
	0000000100	00100	00100	00100	00001	00000
	0000000011	00100	00100	00010	00001	00000
	0000000010	00100	00100	00001	00001	00000
	0000000001	00100	00010	00010	00010	00000
	0000000000	00100	00010	00010	00001	00000
	0000000001	00100	00001	00001	00001	00000
	0000000010	00010	00010	00001	00001	00000
	0000000001	00010	00010	00010	00010	00000
	0000000000	00010	00010	00010	00001	00000
		00010	00001	00001	00001	00000
		00001	00001	00001	00001	00000

SYNC for wsd2to4d5

ASync	23T 21T 6T
BSync	21T 23T 6T

当数字数据是如表 6 所示的“1 1”时其相应的代码字是“0 0 0 0 0”，这样，在没有规定特定的规则的情况下，当连续的 1 作为数字数据的符号时，在代码字中就出现连续的符号 0。在这一情况中，代码字成为 $(4, \infty, 2, 5; 5)$ 由于约束长度 r 的变化而得到的代码字的个数 N 的变化如表 7 所示。但是，如果符号 0 无穹连续就会难于检测自身时钟信号。因此，在这一实施例中，当数字数据的符号 1 连续为 6 比特时，代码被转换为“0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0”。

表 7

基本代码	V	N	M	D
(2,5)	1	4	2	2
(2,5)	2	8	4	4
(2,5)	3	16	10	6
(2,5)	4	24	20	4
(2,5)	5	16	35	-19

表 8 示出了表 6 所示代码字的 4 Z 码的最小反向间隔 $T_{\min} (= (m/n)(d+1)T)$ ，最大反向间隔 $T_{\max} (= (m/n)(k+1)T)$ ，数据检测窗口宽度 $T_w (= (m/n)T)$ $T_{\min}$ 和 T_w 乘积和 $T_{\max}$ 与 $T_{\min}$ 的比值 T 为数字数据之间的间隔。此外，表 8 还原出了 3 Z 码 ($d = 3$) 和 EFM 码的上述值。由这些值的比较显然可见，这一实施例的最小反向间隔 $T_{\min}$ 是 $2.0T$ ，大于 3 Z 和 EFM 码的同

样值。

表 8

码	$T_{\min}$	$T_{\max}$	T_w	$T_{\min} \times T_w$	$T_{\max} / T_{\min}$
EFM	1.41T	5.18T	0.47T	0.663	3.7
3Z	1.78T	7.11T	0.44T	0.78	4
4Z	2.0T	9.2T	0.4T	0.8	4.6

图 6 说明被用于图 1 的设备中的调制器 19 的典型构造的方框图。数字数据在数据时钟脉冲的同步下被顺序地输入移位寄存器 61。在这一实施例中，10 位数字数据被存贮在移位寄存器 61 中，移位寄存器 61 输出的数据传送给编码器 62，在此判断为约束长度 r 。来自移位寄存器 61 的数字数据通过编码器 62 传送给选择器 63。

这样设计选择器 63 使得通过编码器 62 从移位寄存器 61 接收的数字数据根据与约束长度 r 有关的从编码器 62 获得的判断为结果被传送给 ROM 64-1 至 64-6 中的一个。在 ROM 64-1 中存有 2 比特数据（表 6 所示）转换为 5 比特代码的表。类似地在 ROM 64-2 至 64-5 中存有 4，6，8 和 10 比特数字数据分别转换为 10，15，20 和 25 比特代码长度的代码字的表。在 ROM 64-6 中存有当输入数字数据的符号是连续 6 位的 1 时所用的转换表。

多路转换器 65 组合 ROM-64-1 至 64-6 的各输出并将其输出给缓冲器 66。由缓冲器 66 读出的数据被传送给格式器 67，时钟发生器 68 产生与数据时钟信号同步的信道时钟信号并将输出信

号传送给缓冲器 6 6。

以下将描述上述调制器 1 9 的运行。编码器 6 2 判断存贮在移位寄存器 6 1 中的 1 0 比特数据的约束长度 r ，根据这样的判断结果控制选择器 6 3，由此输入数字数据被传送给 ROM 6 4 - 1 至 6 4 - 6 中的一个。在判断的结果显示约束长度 r 为 1 时，2 比特数据被传送给 ROM 6 4 - 1。这一数据是“11”或“10”。数字数据“11”根据存贮在 ROM 6 4 - 1 中的表被转换为代码“00000”而数字数据“10”被转换为代码“10000”。

例如，当输入数字数据是“0111”，约束长度 r 被判断为 2 时，数据被传送给 ROM 6 4 - 2。然后根据存储在 ROM 6 4 - 2 中的表将数据转换为代码“0100000000”。

此后，表 6 和 7 所示的数字数据根据类似于上述的步骤被分别转换为相应的代码。

图 7 表示这种转换的一个例子。假定输入数字数据是十六进制的 $18D_2$ （图 7（a）），那么其二进制数据（图 7（b））是“0001100011010010”。编码器 6 2 如下所述的判断输入二进制数据的约束长度 r 相应于前 2 比特“00”的数据在表 6 中不存在。因此判断连后续 2 比特数据在内的 4 比特数据“0001”是否在表 6 中。然而，这一数据也不在表 6 中。

接着再判断连另外 2 比特数据在内的 6 比特数据“000110”是否在表 6 中。由于这一数据也不在表 6 中，再给这一数据加上 2 比特数据。这样得到的 8 比特数据“00011000”在表 6 中，约束长度 $r = 4$ ，因此长度就被判断为 $r = 4$ 。选择器 6 3 然后将数据“00011000”传送给 ROM 6 4 - 4。这一数据根据存贮在

ROM 64-4 中的表被转换为代码字“01000010000000100000”
(图 7(c))。

由于接下来的 2 比特数据“11”被判断为表 6 所示的约束长度 $r = 1$ 的数据，所以它被传送给 ROM 64-1 并被转换为代码字“00000”(图 7(c))。

接着的 2 比特数据“01”不在表 6 中，所以给它加上下一个 2 比特数据。这样得到的数据“0100”被检测为表 6 中的约束长度 $r = 2$ 的数据，然后被传送给 ROM 64-2。随后它被转换为代码字“0000100000”(图 7(c))。

由于接下来的数据“10”被检测为约束长度 $r = 1$ 的数据，所以它被传送给 ROM 64-1 并被转换为代码字“1000”(图 7(c))。

经过 ROM 64-1 至 64-6 这样转换的代码字被传送给多路转换器 65，并且被相互组合以便形成连续比特的代码字。如上所述，这一代码字的分界符位于前 20 比特处，紧接着的 5 比特处，随后的 10 比特处，以及再后来的 5 比特处(图 7(d))。

由多路转换器 65 组合的复合代码字在信道时钟信号(图 7(f))的同步下被传送给缓冲器 66 并被贮存在缓冲器 66 中。然后读出代码字并将其传送给格式器 67，在格式器 67 中将一同步信号加给由缓冲器 66 送来的代码字以便形成与预定格式一致的代码。这样得到的代码然后被输出给光学头 20，由此产生一记录信号(图 7(e))，其电平根据符号 1 的每次产生而翻转，这样的信号被记录在光盘 21 上。

图 8 是表示被用于图 1 的设备中的解调器 34 的典型构造的方框

图。从光盘 2 1 再现的代码字被传送给选择器 8 2。转换长度检测器 8 1 检测代码字的转换长度，以便控制选择器 8 2。选择器 8 2 根据转换长度检测器 8 1 的输出将输入代码字传送给构成 ROM 8 3 的 ROM 8 3-1 至 ROM 8 3-6 中的一个。与表 6 和 7 的内容相反的内容被存贮在 ROM 8 3-1 至 8 3-6 中。更准确地说，存贮用于译码表 6 和 7 所示的代码字的转换表以便再获得原始数字数据。

多路转换器 8 4 组合从 ROM 8 3-1 至 8 3-6 读出的数据并将复合数据传送给缓冲器 8 5。从缓冲器 8 5 读出的数据然后被传送给去格式器 8 6，去格式的数据从去格式器 8 6 被传送给误差校正器 8 6。

基准时钟发生器 8 7 产生与输入代码字同步的基准时钟信号并将时钟信号传送给缓冲器 8 5 和同步检测器 8 8。同步检测器 8 8 根据由基准时钟发生器 8 7 传送给它的基准时钟信号检测代码字的同步信号位置。被检测的信号被传送给 ROM 8 3。

以下描述解调器 3 4 的运行。转换长度检测器 8 1 检测输入代码字的转换长度并根据这一检测的结果控制选择器 8 2，由此基本代码长度变为 5 比特的代码字被传送给 ROM 8 3-1，而基本代码长度为 10 比特的代码字被传送给 ROM 8 3-2。同样地，各基本代码长度为 15 比特，20 比特和 25 比特的代码字分别被传送给 ROM 8 3-3 至 8 3-5。当输入代码字具有如“000010000100000”的 15 比特长度时，它被传送给 ROM 8 3-6。

输入给 ROM 8 3-1 至 8 3-6 的代码字根据存贮在 ROM 8 3-1 至 ROM 8 3-6 中的表被分别译码以便成为原始数据。通过 ROM 8 3-1 至 8 3-6 译码的数字数据被多路转换器 8 4 相互

组合，复合信号被写入缓冲器 8 5。从缓冲器 8 5 读出的数据然后被传送给去格式器 8 6 并且在进行分离同步信号等的处理后被传送给误差校正器 3 6。

显然，本发明适用于包括磁光盘、光盘、磁盘和磁带在内的各种记录介质。

说明书附图

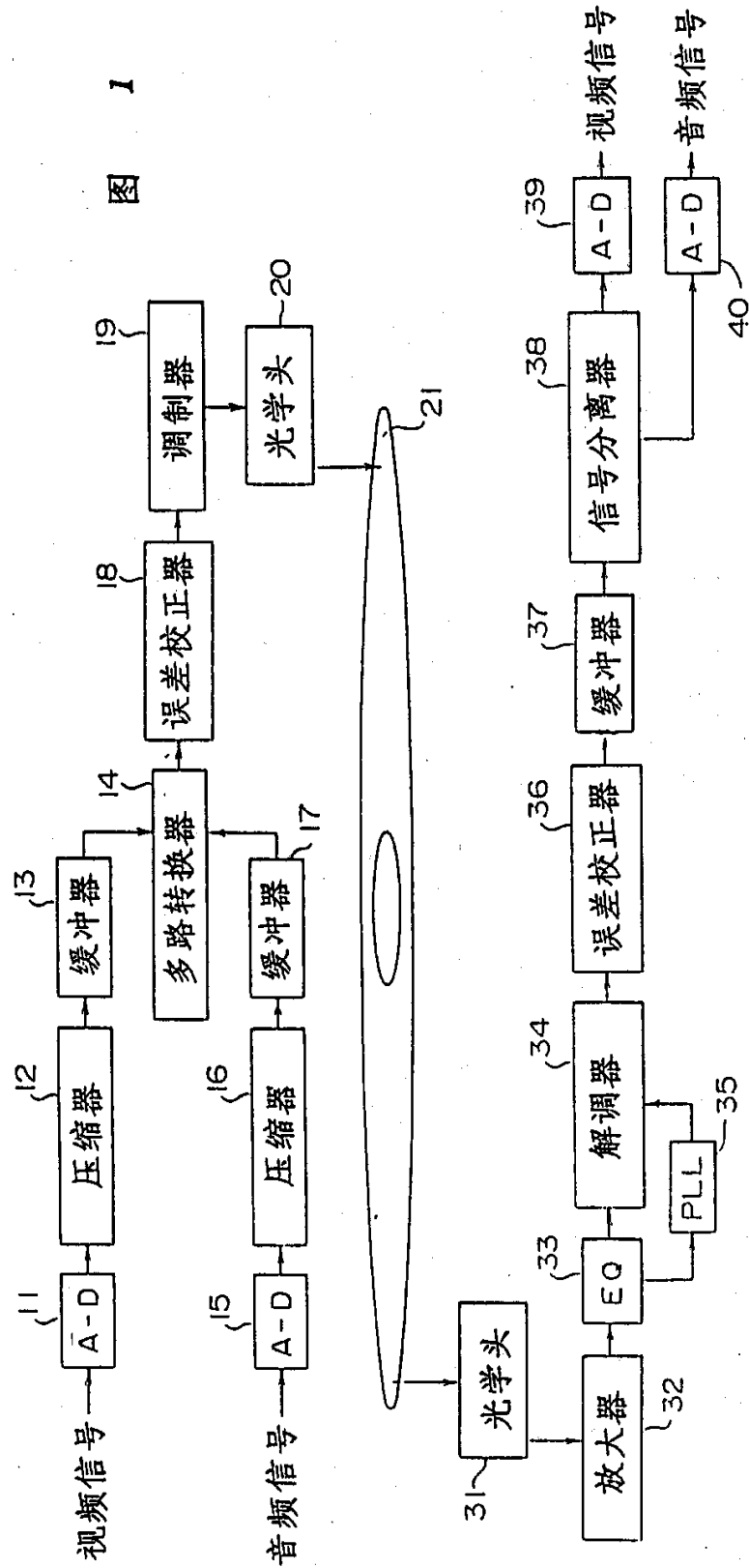


图 2

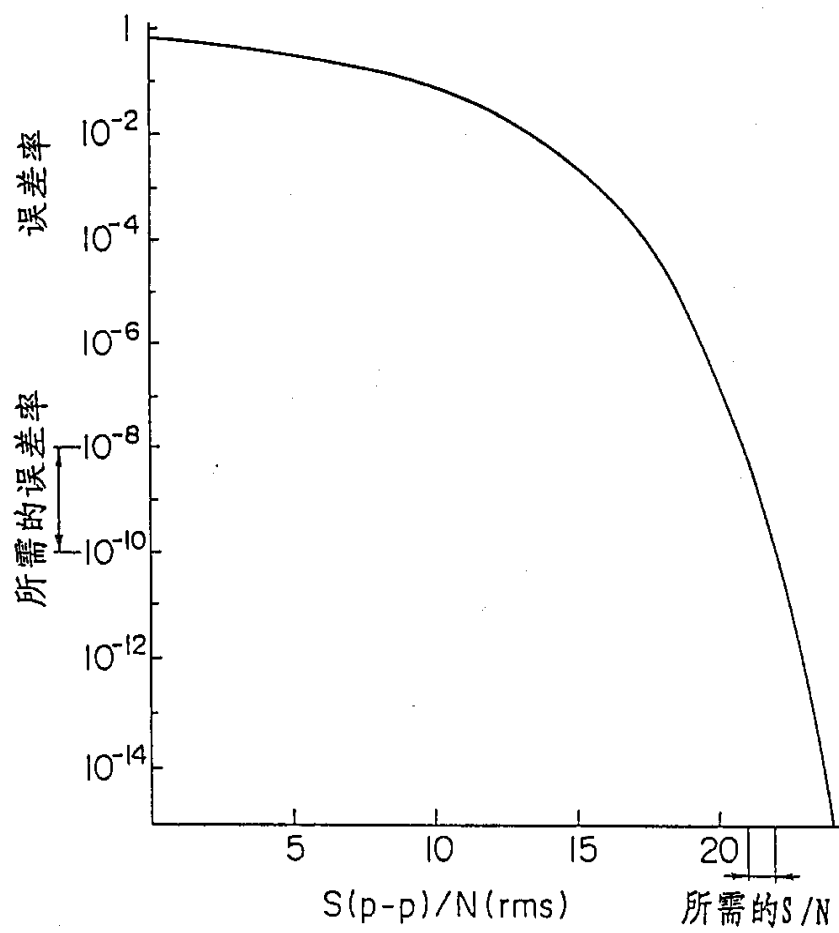
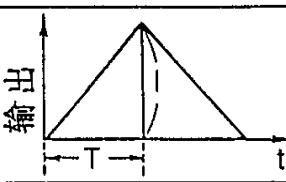
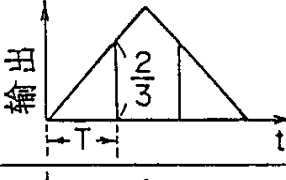
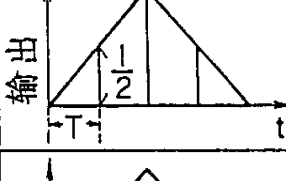
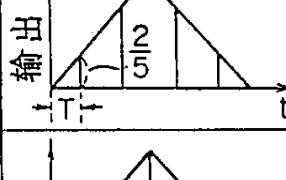
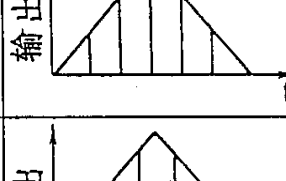
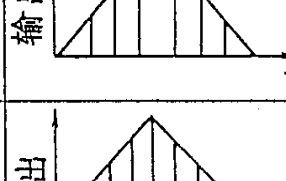
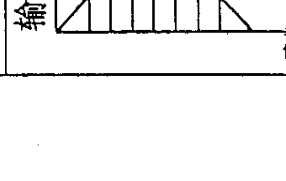


图 3

d	冲击响应	$2/(d+2)$	S/N
0		1.0	0.0 (dB)
1		$2/3$	-3.52
2		$1/2$	-6.02
3		$2/5$	-7.96
4		$1/3$	-9.54
5		$2/7$	-10.9
6		$1/4$	-12.0

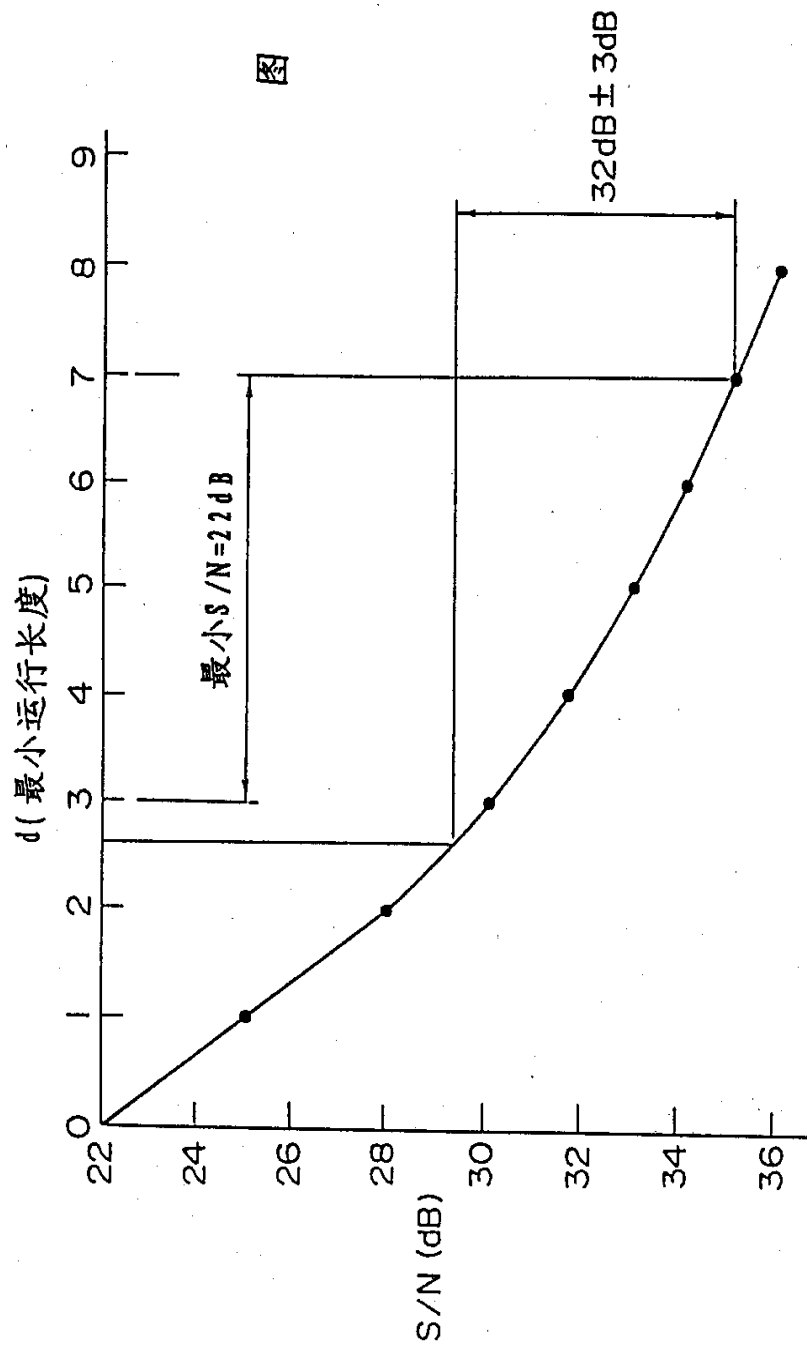
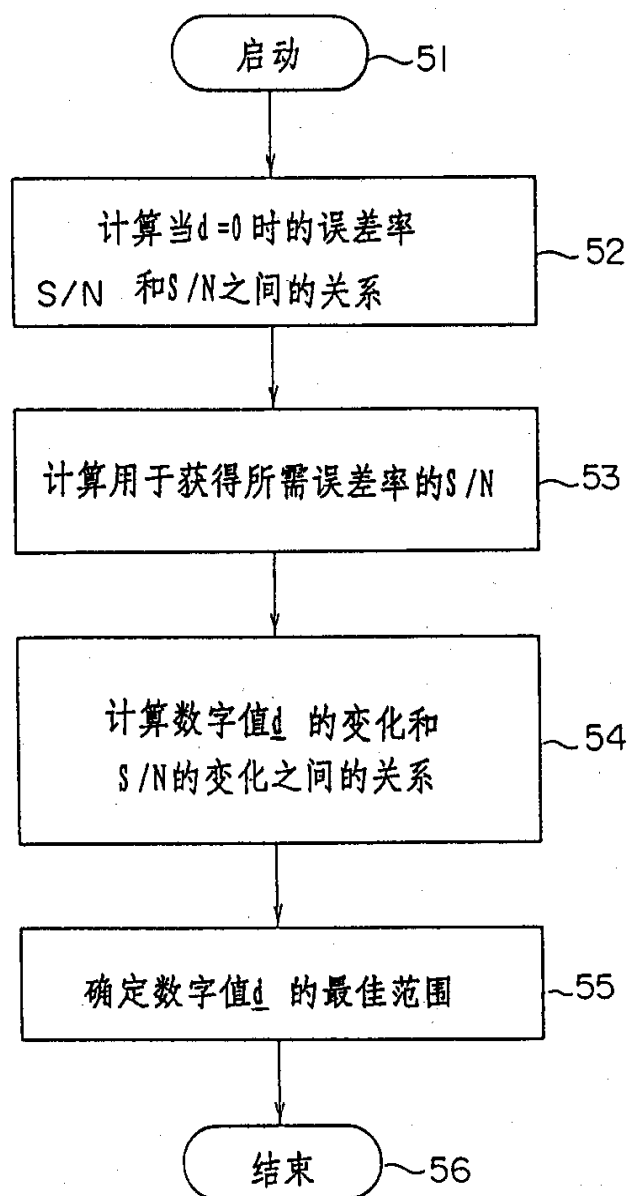


图 4

图 5



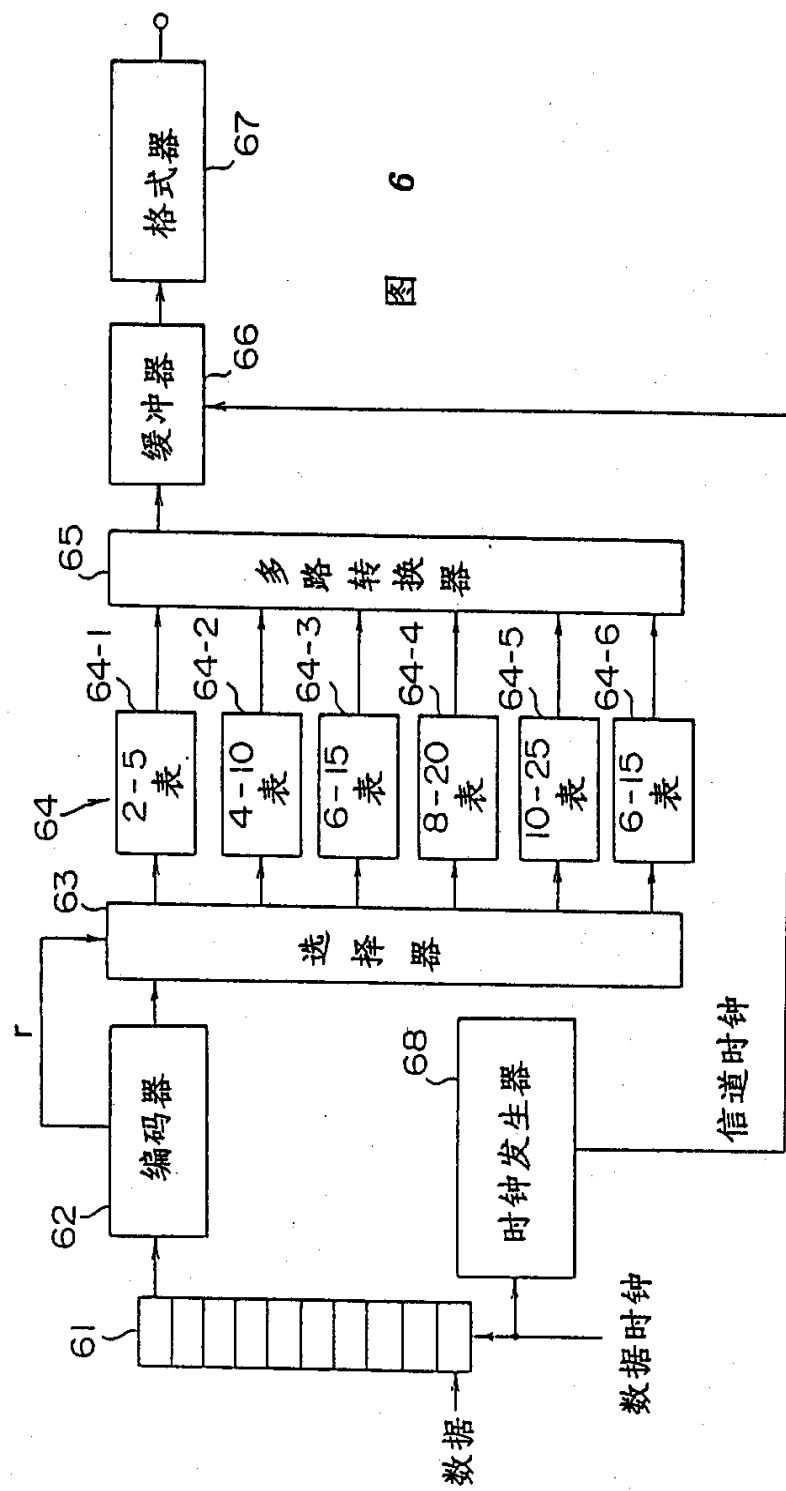


图 6

图 7(a)

十六进制 1 8 D 2

图 7(b)

数据(二进制)

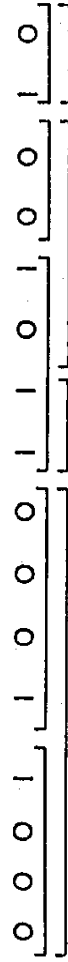


图 7(c)

代码字

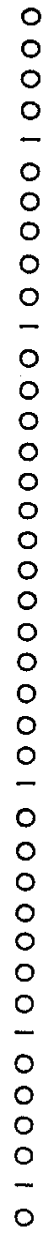


图 7(d)

分界符



图 7(e)

记录信号



图 7(f)

频道时钟



图 8

