[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H04L 5/02
H04L 27/16

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94107747.0

[45]授权公告日 2002 年 2 月 6 日

[11]授权公告号 CN 1078991C

[22]申请日 1994.5.21 [24]颁证日 2002.2.6
[21]申请号 94107747.0
[30]优先权
[32]1993.5.21 [33]JP [31]119989/93
[73]专利权人 索尼公司
地址 日本东京
[72]发明人 新福吉秀 中川俊之
[56]参考文献

EP 0178813A2	1986. 4.23	H03M5/14
EP 0314512A2	1989. 5. 3	G11B20/14

审查员 汪 涛

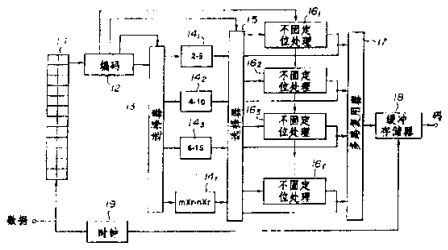
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 马铁良 张志醒

权利要求书 4 页 说明书 28 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 调制和解调设备

[57]摘要

本说明书公开了用于将具有基本数据长度等于 m 位的数字数据 变换成具有 n 位基本码字长度的可变长度码(d,k;m,n;r)的调制设 备。该设备包括用于根据 m 位作为单元,确定由移位寄存器 11 提供 的数据的约束长度 i 的编码器 12、选择器 13、多个变换表 14_i 和不 固定位处理电路 16_i。选择器 13 根据约束长度 i 选择一个变换表 14_i，并且将 mxi 位数据传送至被选的变换表 14_i，变换表接着将 mxi 位数 据变换成 nxi 位码字。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1．一种调制设备，用于将具有 m位基本数据长度的数字数据变换成具有n位基本码字长度的可变长度码(d,k;m,n;r)，该设备包括：

用于确定所述数字数据的约束长度i的装置；

存储装置，在该存储装置中存储变换表，用于将所述数字数据变换成所述可变长度码的码字，所述可变长度码具有跃变间的最小长度T_{min}为2.0T或更长，和具有相同连续符号的最小长度为4或更大的所述可变长度码的码字，T为所述数字数据的位长，并且在该存储装置中在可能给出的最大游程k 的所述码字之中的码字预置位置，预先设定作为不固定位；

调制装置，用于根据所述确定装置的确定结果，借助于所述变换表，将所述数字数据变换成所述可变长度码字；以及

不固定位处理装置，用于如果在由所述调制装置产生的码字中包含所述不固定位，根据下面相连的码字，确定所述不固定位。

2．如权利要求1所述的调制设备，其特征在于：

所述存储装置进一步在所述变换表中那些从其最低有效位朝高阶位侧具有最大数量与其相连的"0"的码字之中的码字预置位置，设定位作为所述不固定。

3．如权利要求1所述的调制设备，其特征在于：

所述约束长度确定装置判定所述变换表的数据部分，在变换表中有根据m位作为单元输入的数据用于确定约束长度。

4．如权利要求1所述的调制设备，其特征在于：

当d或更多"0"位与所述不固定位相连时，所述不固定位处理装置确定所述不固定位为"1"。

5．如权利要求2所述的调制设备，其特征在于：

所述不固定位存在于可变长度码字的最低有效位与第m位之间，并且如果该位被设定为"1"，所述不固定位就是给出跃变间最大长度Tmax的最小值的那个位。

6．如权利要求5所述的调制设备，其特征在于：

所述基本数据长度m为2，基本码字长度n为5；以及最大约束长度r为5或6。

7．如权利要求6所述的调制设备，其特征在于：

假设对于所述最大约束长度r等于6的情况，所述可变长度码中跃变间的所述最大长度Tmax为7.6T，T为所述数字数据的位长。

8．如权利要求6所述的调制设备，其特征在于：

假设对于所述最大约束长度以r等于5的情况，所述可变长度码中跃变间的所述最大长度Tmax为8.0T，T为所述数字数据的位长。

9．一种解调设备，用于将具有n 位基本码字长度的可变长度码(d，k；m，n；r)变换成具有基本数据长度等于m位的数字数据，该设备包括：

反向变换表存储装置，用于存储将所述可变长度码字反向变换成所述数字数据的反向变换表，所述可变长度码字包含下述码字，在该码字中跃变间的最小长度Tmin为2.0T或更长，最小游程d为4或更长，并且在可能给出最大游程k 等于∞的码字预置位置的位被设定作为不固定位，T为数字数据的位长；

不固定位检测装置，用于监测以n 位为基数的所述可变长度码字串，并且用于检测在所述串中是否存在可能具有所述不固定位的预置码型；

不固定位确定装置，用于根据通过所述不固定码型检测装置的检测结果，确定所述反向变换表的哪个码部分与具有所述不固定位的码字对应；

约束长度确定装置，用于监测所述可变长度码字串，以便确定所述可变长度码的约束长度；以及

解调装置，用于根据所述不固定码字确定装置和所述约束长度确定装置的判定结果，借助于所述反向变换表，将所述码字反向变换成所述数字数据，并且输出结果的数字数据串。

10．如权利要求 9 所述的解调设备，其特征在于：

所述反向变换表存储装置在所述反向变换表中码字之中的码字预置位置设定位，该码字从其最低有效位朝高阶位侧给出最大数量连续的"0"。

11．如权利要求 9 所述的解调设备，其特征在于：

所述不固定位的位置在可变长度码字的最低有效位与第m位之间。

12．如权利要求 11 所述的解调设备，其特征在于：

所述基本数据长度m为2，基本码字长度n为5，以及最约束长度r为5或6。

13．如权利要求 11 所述的解调设备，其特征在于：

假设对于所述最大约束长度r等于6的情况，所述可变长度码中跃变间的所述最大长度Tmax为7.6T，T为所述数字数据的位长。

14. 如权利要求11所述的解调设备，其特征在于：

假设对于所述最大约束长r等于5的情况，所述可变长度码中跃变间的所述最大长度Tmax为8.0T，T为所述数字数据的位长。

说　明　书

调制和解调设备

本发明涉及调制方法和解调设备，更具体地说，本发明涉及用于调制数据，以便适于传输或适于将数据记录在记录媒体上的调制方法，以及用于通过解调由调制产生的调制编码数据，再现该数据的解调设备。

当传输数据或将数据记录在例如磁光盘或光盘这样的媒体上时，要调制数据，以便适于传输或记录。 分组编码就是这类调制技术中的一种。分组编码的要点在于将数据串分组成单元(数据字)，每个单元包括mxi位，并且按照适当的编码规则，将数据字译码成码字，每个码字包括nxi位。如果i=1，分组编码成为固定长度码；如果i=1，并且i可以设为多个值(即如果i≥1，i的最大值为i_{max}=r)，分组编码成为可变长度码。通过分组编码产生的码称为可变长度码(d，k；m，n；r)，其中i称为约束长度，i_{max}等于最大约束长度r，d是相同连续符号的最小数量，即所谓0的最小游程，k 是相同连续符号的最大数量，即所谓0的最大游程。

当在例如光盘上记录可变长度码时，就将其调制成所谓不归零码(NRZ码)，并且根据NRZ调制的可变长度码记录，以下称为记录波形数据串。 记录波形数据串跃变间的最小长度和最大长度分别为Tmin和Tmax，从记录密度的方面来看，希望跃变间的最小长度Tmin是长的，即最小游程d是 ；而从时钟再生和抖动的方面来看，希望跃

变间的最大长度Tmax是短的，即最大游程K是小的。 已经提出了各种符合上述条件的调制方法。

在光盘上具有声频数据记录在其上的情况下，即所谓的小型盘(CD)，采用了所谓8至14调制(EFM)。 这种调制方法是可变长度码(2,10;8,17;1)，在该码中如果记录波形数据串的位(位长) 间的间隔是T，跃变间的最小长度Tmin就是(2+1)T或3T。与此相同，如果数据串的位间的间隔是T_1，跃变间的最小长度Tmin是[(8/17)×3] T_1或1.41T_1。在以下的说明中，位长T 的表示符后面紧跟着相应位长T_1的带括号的表示符。跃变间的最大长度Tmax(T_{1max})是11T(5.18T_1)而窗口边限Tw，这意味着容许的抖动，被表示为(mxn)XT，其值等于(8/17)T或0.47T。采用这种CD，可以考虑缩短在光盘上与跃变间最小长度Tmin(T_{1min})相对应的最小坑长。然而如果最小坑长变得过分短于激光束的光点直径，就难于检测这些坑，以致会产生误差。另一方面，通过缩短激光源的波长去缩小光点的直径，会对增大记录密度产生限制。

从上述的问题来看，现在已经研究出一种调制方法，采用该方法可以增大光盘上的最小坑长，即跃变间的最小长度Tmin(T_{1min})，而不会减少信息量。

例如表1中所示，已经提出了一种可变长度码(4,22;2,5;5)，在该码中为了与EFM相比增大记录密度，将跃变间的最小长度Tmin 增大到5T(2T_1)。这种调制方法在下面称为可变5调制(VFM) 。 采用VFM，与等于11T(5.18T_1)的EFM跃变间的最大长度Tmax(T_{1max})相比，其跃变间的最大长度Tmax(T_{1max})增大到23T(9.2T_1)。也就是说，从时钟再生和抖动方面来看VFM并不相当好，而且还使设备的设计

表 1a

数据字		码字
i=1	11	00000
	10	10000
	111111	00001 00001 00000
i=2	0111	01000 00000
	0110	00100 00000
	0101	00010 00000
	0100	00001 00000
i=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
i=4	00011011	01000 01000 01000 00000
	00011010	01000 01000 00100 00000
	00011001	01000 01000 00010 00000
	00011000	01000 01000 00001 00000
	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

表 1b

	数据字	码字
i=5	0000011111	01000 01000 01000 01000 00000
	0000011110	01000 01000 01000 00100 00000
	0000011101	01000 01000 01000 00010 00000
	0000011100	01000 01000 01000 00001 00000
	0000011011	01000 01000 00010 00001 00000
	0000011010	01000 01000 00100 00100 00000
	0000011001	01000 01000 00100 00010 00000
	0000011000	01000 01000 00100 00001 00000
	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
	0000001011	00100 00100 00010 00010 00000
	0000001010	00100 00100 00100 00100 00000
	0000001001	00100 00100 00100 00010 00000
	0000001000	00100 00100 00100 00001 00000
	0000000111	00100 00100 00010 00001 00000
	0000000110	00100 00100 00001 00001 00000
	0000000101	00100 00010 00010 00010 00000
	0000000100	00100 00010 00010 00001 00000
	0000000011	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 mod2to4d5
		ASYNC 23T 21T 6T
		BSYNC 21T 23T 6T

变得很困难。

换句话说，虽然为了增大记录密度必须增大跃变间的最小长度Tmin，但是为了确保设备的工作可靠性，也必须将跃变间的最大长度Tmax同时减小到尽可能小的值。也就是说，希望跃变间的最大长度与跃变间的最小长度之比率为比较小的值。具体地说，对于EFM比率Tmax/Tmin=11T/3T=3.67，而对于VFM同一比率为23T/5T=4.60。

总之，虽然必须增大调制产生的可变长度码跃变间的最小长度Tmin(T_{1min})，即最小游程d，以便对例如光盘那样的记录媒体增大记录密度，但是采用习用的调制方法，跃变间的最大长度Tmax(T_{1max})，即最大游程k也被不合需要地增大了。

从上述现有技术来看，本发明的主要目的是提供一种调制方法，采用该方法与EFM相比可以增大最小游程d，以便确保高密度记录，并且与VFM相比可以减小最大游程k；以及提供一种解调设备，采用该设备可以解调由上述调制产生可变长度码，以便再现数据。

根据本发明的第一调制方法，用于将具有4 或更大最小游程和m位基本数据长度的数据变换成具有n位基本码长度的可变长度码(d,k;m,n;r)，在该码中，有可能给出无限量(∞)最大游程k 的码字预置位置上的位，以及给出码字从最低有效位(LSB) 朝高价位侧最大量连续0的码字预置位置上的位被设定为不固定位。

根据本发明的第二调制方法，当d或更多位与不固定位相连时，在第一调制方法中限定的不固定位被设定为"1"。

根据本发明的解调设备反向地变换可变长度码(d,k;m,n;r)，该码具有等于4或更大的最小游程d和n位的基本码字长度，并且包括具有在预置位置不固定位的不固定码字，其值由与上述位相连的

0的数量确定，该设备包括检测具有不固定位的码字，用于根据由不固定码字检测装置检测的结果，确定可变码约束长度的装置，以及反向变换装置，用于根据来自约束长度判定装置的约束长度i，借助于nxi位可变长度码反向变换成mxi位数据的反向变换表，将可变长度码反向变换成数据。

采用本发明的第一调制方法，当将具有4或更大最小游程d和 m 位基本数据长度的数据变换成具有n 位基本码长度的可变长度码(d,k;m,n;r)，可能给出无限量(∞)最大游程k的码字预置位置的位，以及给出从其最低有效位朝高阶位侧最大量连续0的码字预置位置的位为不固定位，根据与其相连的0的数量固定其值。

采用根据本发明的第二调制方法，当d 或更多位与不固定位相连时，该不固定位被设定为"1"。

采用这种方法，可以将跃变间的最小长度Tmin从对于EFM 的3T增大到5T，从而改善了记录密度。此外，跃变间的最小长度Tmin 的分布可以集中在5T 左右。 另一方面， 可以将跃变间的最大长度Tmax，例如从对于VFM具有相同跃变间最小长度Tmin值时的23T减小到19T，因此从时钟再生和抖动方面简化了设备的设计。 另外可以将跃变间最大长度与跃变间最小长度的比率从对于VFM的4.6 减小到3.8。

采用根据本发明的解调设备，在该设备中将可变长度码(d,k;m,n;r)反向变换成具有m位基本数据长度的数据， 该可变长度码具有4或更大的最小游程和n位的基本码长度，并且包含具有不固定位的码字，其值由与该不固定位相连的0的数量确定，检测具有不同定位的码字，以及根据检测的结果确定可变长度码的约束长度i。 然

后根据约束长度i，借助于用于将nxi 位可变长度码反向变换成mxi位数据的反向变换表，将可变长度码反向变换成数据。采用这种方法，可以将包含可变长度码字的可变长度码解调成数据。 此外与VFM相比，用于将可变长度码反向变换成数据的反向变换表的规模，以及导致电路的规模都可以减小，从而降低了成本。

图1是方框电路图，示出了根据本发明的调制设备的电路配置。

图2是图表，示出了采用根据本发明的调制方法与采用习用的VFM方法相比跃变长度的分布。

图3是方框图，示出了根据本发明的解调设备的具体电路配置。

参见附图，下面将详细地说明根据本发明的调制方法和解调设备的优选实施例。在这些实施例中，本发明被用于将数据译码成可变长度码(d,k;m,n,r)的调制设备，和执行上述译码操作的反向操作的解调设备。图1和3 分别示出了用于调制设备和解调设备的电路配置。

参见图1，调制设备包括移位寄存器11，用于根据m 位作为单元移位数据，以及编码电路，用于根据m位作为单元鉴别由移位寄存器11提供的数据的约束长度i(i=1至r)，并且用于检测要被变换成包含不固定位码字数据，该码字以下称为不固定位码字数据。该设备还包括变换表14i，i为1至r，用于将具有不小于4最小游程d和m位基本数据长度的数据译码成具有n位基本码字长度的可变长度码(d,k;m,n;r)，以及选择器13，用于根据来自编码电路12的约束长度i，选择变换表14i中的一个，以便将mxi位数据提供给变换表14i。 该设备还包括不固定位处理电路16_i，用于设定来自变换表14_i给出无限量(∞)最大游程k的码字预置位置的位，以及来自变换表14_i具有从

最低有效位朝高阶位侧最大量连续0的码字预置位置的位，并且用于当d或更多位与不固定位相连时，将不固定位的值设定为1，以及还包括选择器15，用于根据来自编码电路12的检测结果，选择不固定位处理电路16_i中的一个，以便将不固定位提供给被选的一个不固定位处理电路16_i。该设备还包括多路复用器17，用于可交换地选择来自选择器15的码字或来自不固定位处理电路16_i的码字，以便输出被选的码字作为串行数据，以及缓冲存储器18，用于暂时地存储来自多路复用器17的可变长度码字，以预定的传送率输出存储的码字作为调制的码字。最后，该设备还包括时钟发生器19，用于向缓冲存储器18提供时钟。

现在假设可变长度码(d,k;m,n;r)为码(4,18;2,5;6)，具有不小于4的最小游程，0的最大游程k等于18位，基本数据长度m为2位，基本码字长度n的5位，最大约束长度为6位。然后如表2中所示，变换表14_1为用于将2×1位或2位，具有约束长度i等于1变换成具有长度为5×1位或5位的码字的变换表，以下称为2-5 变换表。 变换表14_2为用于将4位，具有约束长度i等于2变换成10位码字的变换表，以下称为4-10变换表。与此相似，变换表14_3至14_6分别为6-15变换表、8-20变换表、10-25变换表和12-30变换表。

在这些变换表中，变换表具有，如果不固定位被设定为0，码字的最大游程k变成等于∞的码字，例如变换表14_1(2-5变换表) 具有将数据"01"按二进制表示法变换成码字"00*00"的编码规则，在该码字中从最低有效位(LSB)直到第m位的位如果被设定为1，将给出跃变的最大长度Tmax的最小值，成为不固定位，其中根据与其相连的0的数量，将*固定为1或0。变换表14_2(4- 10 变换表) 具有数据

"1011"变换成码字"00000 00*00"的编码规则。 变换表中包含码字，在码字中从LSB朝高价位侧连续的0的数量成为最大，例如变换表14_4(8-20变换表) 具有将数据"00000100" 变换成码字"00000 00000 00100 00*00"的编码规则。这些变换表例如用ROM来实现，其中用数据作为地址预先存储码字的值。

表 2

	数据字	码字
i=1	11	10000
	10	01000
	01	00*00
i=2	0111	00010 00000
	0010	00001 00000
	1011	00000 00*00
i=3	000111	00010 00010 00000
	000110	00010 00001 00000
	000101	00001 00001 00000
	000100	00000 00010 00000
	000011	00000 00001 00000
i=4	00001011	00010 00010 00010 00000
	00001010	00010 00010 00001 00000
	00001001	00010 00001 00001 00000
	00001000	00001 00001 00001 00000
	00000111	00000 00010 00010 00000
	00000110	00000 00010 00001 00000
	00000101	00000 00001 00001 00000
	00000100	00000 00000 00100 00*00
i=5	0000001111	01000 00000 00000 00010 00000
	0000001110	01000 00000 00000 00001 00000
	0000001101	00100 00000 00000 00010 00000
	0000001100	00100 00000 00000 00001 00000
	0000001011	00010 00010 00010 00010 00000
	0000001010	00010 00010 00010 00001 00000
	0000001001	00010 00010 00001 00001 00000
	0000001000	00010 00001 00001 00001 00000
	0000000111	00001 00001 00001 00001 00000
	0000000110	00000 00010 00010 00010 00000
	0000000101	00000 00010 00010 00001 00000
	0000000100	00000 00010 00001 00001 00000
	0000000011	00000 00001 00001 00001 00000
	0000000010	00000 00000 00100 00010 00000
	0000000001	00000 00000 00100 00001 00000
i=6	000000000011	00010 00010 00010 00010 00010 00000
	000000000010	00010 00010 00010 00010 00001 00000
	000000000001	00010 00010 00010 00001 00001 00000
	000000000000	00010 00010 00001 00001 00001 00000

向移位寄存器11提供通过采用数据压缩操作，例如预测编码、离散余弦变换和霍夫曼编码等操作处理视频信号得到的数据。 移位寄存器11根据m位作为单元移位输入数据，并且将该数据输出到编码电路12。

编码电路12鉴别根据m位作为单元提供给它的输入数据的约束长度i。具体地说，编码电路12检查以2位基数提供给它的数据是否存在于表2中所示的2-5变换表的数据部分中。也就是说，当数据为"11"、"10"和"01"时，编码电路确定约束长度i为1，并且如果数据为"00"，就添加下2位，以便产生4位，即将输入数移位至下一排序。如果数据"10"和数据"11"以这种顺序彼此连续，就确定约束长度i为2，以便防止变换产生的可变长度码的最大游程成为无限的(∞)。

编码电路12检查提供给它的4位数据是否在存在于表2 所示的4-10变换表的数据部分中。也就是说，当数据为"0011"、"0010"和"1011"时，编码电路确定约束长度i为2，并且如果数据为"0001" 或"0000"，就将输入数据移位至下一排序。

采用相同的方法，编码电路12确定6-15变换表、8-20变换表或10-25变换表的数据部分，以2位基数从移位寄存器11提供的数据存在于数据部分之中，并且从而确定约束长度i=3至6。

编码电路12还检测数据"01"、"1011"和"00000100"，并且检测出这些数据作为其中变换产生的码字成为不固定码字的数据。

根据由编码电路12提供的约束长度i，接着选择器13 选择变换表14_i，并且mxi位数据送到那个被选的变换表14_i。

具体地说，当i=1时，选择器13选择变换表14_1，并且将2 位数据"11"、"10"和"01"送到那个被选的变换表14_1。

当i=2时，选择器13选择变换表14_2，并且将4位数据"0011"、"0010"和"1011"送到那个被选的变换表14_2。如果数据"10"和数据"11"的这种顺序连续，选择器就选择变换表14_2，并且将4 位数据"1011"送到变换表14_2。

采用相同的方法，如果约束长度i为3至6，选择器13就结合约束长度i的值选择变换表14_3至14_6，并且将6-12 位数据送到那个被选的变换表14_3至14_6。

如上所述，变换表14_1至14_6具有2-5、4-10、6-15、8-20、10-25和12-30变换表，并且利用通过选择器13提供的数据作为读出地址，读出码字部分的码字。

如果数据为"11"、"10"和"01"，结果就是变换表14_1分别输出码字"10000"、"01000"和不固定码字"00*00"。

如果数据为"0011"、"0010"和"1011"，变换表14_2分别输出码字"00010 0000"、"00001 00000" 和不固定码字"00000 00*00"。

如果数据为"000111"、"000110"……"000011"变换表14_3分别输出码字"00010 00010 00000"、"00010 00001 00000" ……"00000 00001 00000"。

如果数据为"00001011"、"00001010"……"00000100" 变换表14_4分别输出码字"00010 00010 00010 00000"、"00010 00010 00001 00000"……和不固定码字"00000 00000 00100 00*00"。

如果数据为"0000001111"、"0000001110"……"0000000001"，变换表14_5分别输出码字"01000 00000 00000 00010 00000"、

"01000 00000 00000 00001 00000" ……"00000 00000 00100 00001 00000"。

如果数据为"000000000011"、"000000000010" …… "000000000000",变换表14_6分别输出码字"00010 00010 00010 00010 00010 00000""00010 00010 00010 00010 00001 00000"……"00010 00010 00001 00001 00001 00000"。

也就是说,这些变换表14_1至14_6输出可变长度码字,并且将这些码字送到选择器15。根据由编码电路12 提供的不固定码字的检测结果,选择器15选择不固定位处理电路16_i,并且将不固定码字送到不固定位处理电路16_i,而将不是不固定码字的其他码字送到多路复用器17。

具体地说,当提供了包含不固定位"*"的不固定码字"00*00"时,根据不固定码字的检测结果,选择器15选择固定位处理电路16_i,并且将不固定码字"00*00"送到不固定位处理电路16_i。

例如当提供了不固定码字"00000 00*00"时,选择器15就选择不固定位处理电路16_2,并且将不固定码字"00000 00*00" 送到不固定位处理电路16_2。

例如当提供了不固定码字"0000 00000 00100 00*00"时,选择器15就选择不固定位处理电路16_4,并且将不固定码字"00000 00000 00100 00*00"送到不固定位处理电路16_4。

当不少于d个"0"位与不固定位连续相邻时,不固定位处理电路16_1就将不固定码字"00*00"的不固定位,即从LSB 作为第一位数的第三位设定为1。具体地说,如果不固定码字"00*00"后面跟着码字"10000",处理电路16_1就将不固定码字"00*00" 固定地设定为码字

"00000"。另一方面，如果码字"00010 00000" 后面跟着不固定码字"00*00"，不固定码字就被固定地设定为码字"00100"。

根据与不固定位相连"0"的数量，不固定位处理电路16_2也将不固定码字"00000 00*00"固定地设定为码字"00000 00100" 或码字"00000 00000"。

另外，根据与不固定位相连的"0" 的数量，不固定位处理电路16_4将不固定码字"00000 00000 00100 00*00"固定地设定为码字"00000 00000 00100 00100"或码字"00000 00000 00100 00000"。

多路复用器17多路传输来自选择器15 的码字和不固定位处理电路和16_1固定的码字，以便产生提供给缓冲存储器18的串行数据。

缓冲存储器18暂态地存储由多种复用器17提供给它的码字，并且按照与由时钟发生器19提供的时钟的定时关系，以预定的传送率输出存储的码字作为码字的输出。

也就是说，如果NRZI(不归零倒置)调制的可变长度码字，本说明书中记录波形数据串的位长为T，本实施例中可变长度码(4,18;2,5;6)跃变间的最小长度Tmin为(4+1)T或 5T 。 跃变间的最大长度Tmax为(18+1)T或19T，而给出容许抖动值的窗口边限由(m/n)×T表示，其值等于2/5T或0.4T。跃变间的最大长度与跃变间的最小长度的比率为3.8(Tmax/Tmin=19T/5T)，该比率结合现有技术已经进行了说明。

换句话说，采用本实施例的可变长度码(4,18;2,5;6)，相对于8至14调制(EFM)跃变间的最小长度Tmin，即可变长度码(2，10; 8，10;1)时Tmin为3T，可以将跃变间的最小长度Tmin增大至5T， 从而

改善了记录密度。此外例如表3和图2中所示，跃变间的最小长度的分布可以集中在5T左右。具体地说如图2 中所示，与可变5 调制(VFM)的情况下相比，即结合现有技术说明的可变长度码(4,22; 2,5;5)，5T和6T的出现率可以分别增加大约17%和14%，因此跃变间的平均长度，即位的总量除以跃变的次数，可以从对于VFM的8.21减小到7.82。

表 3

跃变间的长度	VFM	(4,18; 2,5; 6)	(4,19; 2,5; 5)
5T	423	505	495
6T	336	383	378
7T	292	312	314
8T	242	238	236
9T	147	152	154
10T	132	125	126
11T	102	106	107
12T	82	66	68
13T	61	63	63
14T	44	51	49
15T	23	32	32
16T	23	20	22
17T	21	17	15
18T	20	6	9
19T	12	2	2
20T	10		1
21T	4		
22T	2		
23T	0		
跃变的次数	1985	2078	2071
位的数量	16300	16255	16280
跃变间的平均长度	8.21	7.82	7.86

此外，对于具有相同跃变间最小长度值Tmin的VFM，其跃变间的最大长度Tmax为23T，与之相比采用本实施例的可变长度码(4，18；2，5；6)可将跃变间的最大长度减小到19T，因此从时钟再生和抖动的方面来看，简化了设备的设计。而且可以将跃变间的最大长度与最小长度之比率，相对于VFM该比率值为4.6的情况，减小至3.8。

从表1和2还可以看出，可以使可变长度码(4，18；2，5；6)的变换表14_1至14_6小于VFM的变换表。

应当指示，如果数据串的位长为T_1，根据位长T_1作为参考值，跃变间的最小长度T_{1min}和跃变间的最大长度T_{1max}分别为$2.0T_1$和$7.6T_1$。

根据本发明的调制方法并不局限于上述实施例。例如，可变长度码还可以是可变长度码(4，19；2，5；5)，其中包括在不固定码字中的那些不固定位，例如"00*00"、"00000　00* 00"、"00000 00000 00100 00*00"和"00000 00000 00010 000*0"，并且被编成2-5、4-10、6-15、8-20和10-25变换表。在这种情况下，跃变间的最小长度Tmin、跃变间的最大长度Tmax、窗口边限Tw 和跃变间最大长度与跃变间最小长度之比率分别等于5T($2.0T_1$)、20T($8.0T_1$)、0.4和4. 0，因此跃变间的最大长度Tmax 和比率可以小于VFM的最大长度和比率。

表4示出了变换表的另一个实例，可以用于根据本发明的调制方法。

表 4

	数据字	码字
i=1	11	10000
	10	01000
	01	00*00
i=2	0111	00010 00000
	0010	00001 00000
	1011	00000 00*00
i=3	000111	00010 00010 00000
	000110	00010 00001 00000
	000101	00001 00001 00000
	000100	00000 00010 00000
	000011	00000 00001 00000
i=4	00001011	00010 00010 00010 00000
	00001010	00010 00010 00001 00000
	00001001	00010 00001 00001 00000
	00001000	00001 00001 00001 00000
	00000111	00000 00010 00010 00000
	00000110	00000 00010 00001 00000
	00000101	00000 00001 00001 00000
	00000100	00000 00000 00100 00*00
	00000011	00000 00000 00001 000*0
i=5	0000001011	00010 00010 00010 00010 00000
	0000001010	00010 00010 00010 00001 00000
	0000001001	00010 00010 00001 00001 00000
	0000001000	00010 00001 00001 00001 00000
	0000000111	00001 00001 00001 00001 00000
	0000000110	00000 00010 00010 00010 00000
	0000000101	00000 00010 00001 00001 00000
	0000000100	00000 00010 00001 00001 00000
	0000000011	00000 00001 00001 00001 00000
	0000000010	00000 00000 00100 00010 00000
	0000000001	00000 00000 00100 00001 00000
	0000000000	00000 00000 00010 00001 00000

下面说明可用于根据本发明调制方法的变换表的其他实施例。

表5也示出了可变长度码(4,18;2,5;5)的变换表，该表举例说明通过采用大量不固定位*减小其规模。

表 5

	数据字	码字
i=1	11	10000
	10	01000
	01	00*00
i=2	0011	00010 00000
	0010	00001 00000
	1011	00000 00*00
i=3	000111	00010 00010 00000
	000110	00010 00001 00000
	000101	00001 00001 00000
	000100	00000 00010 00000
	000011	00000 00001 00000
i=4	00001011	00010 00010 00010 00000
	00001010	00010 00010 00001 00000
	00001001	00010 00001 00001 00000
	00001000	00001 00001 00001 00000
	00000111	00000 00010 00010 00000
	00000110	00000 00010 00001 00000
	00000101	00000 00001 00001 00000
	00000100	00000 00000 00100 0000*
i=5	0000001111	00010 00010 00010 00010 00000
	0000001110	00010 00010 00010 00001 00000
	0000001101	00010 00010 00001 00001 00000
	0000001100	00010 00001 00001 00001 00000
	0000001011	00001 00001 00001 00001 00000
	0000001010	00000 00010 00010 00010 00000
	0000001001	00000 00010 00010 00001 00000
	0000001000	00000 00010 00001 00001 00000
	0000000111	00000 00000 00100 00100 0000*
	0000000110	00000 00000 00100 00010 00000
	0000000101	10000 00000 00000 00010 00000
	0000000100	10000 00000 00000 00001 00000
	0000000011	01000 00000 00000 00010 00000
	0000000010	01000 00000 00000 00001 00000
	0000000001	00100 00000 00000 00010 00000
	0000000000	00100 00000 00000 00001 00000

表6示出了用于可变长度码 (4, 19; 2, 5; 6) 的变换表。虽然与表2和4中所示的那些变换表相比，其规模增大了，但是为了避免操作的复杂性减少了不固定位的数量，以便实现更有利的硬件结构。

表 6a

	数据字	码字
i=1	11	10000
	10	01000
	01	000*0
i=2	0011	00100 00000
	0010	00001 00000
	1011	00000 000*0
i=3	000111	00100 00100 00000
	000110	00100 00010 00000
	000101	00100 00001 00000
	000100	00001 00001 00000
	000011	00000 00001 00000
i=4	00001011	00100 00100 00100 00000
	00001010	00100 00100 00010 00000
	00001001	00100 00100 00001 00000
	00001000	00100 00010 00010 00000
	00000111	00100 00010 00001 00000
	00000110	00100 00001 00001 00000
	00000101	00001 00001 00001 00000
	00000100	00000 00001 00001 00000

表 6b

数据字	码字
i=5 0000001111	00100 00100 00100 00100 00000
0000001110	00100 00100 00100 00010 00000
0000001101	00100 00100 00100 00001 00000
0000001100	00100 00100 00010 00010 00000
0000001011	00100 00100 00010 00001 00000
0000001010	00100 00100 00001 00001 00000
0000001001	00100 00010 00010 00010 00000
0000001000	00100 00010 00010 00001 00000
0000000111	00100 00010 00001 00001 00000
0000000110	00100 00001 00001 00001 00000
0000000101	00001 00001 00001 00001 00000
0000000100	00000 00001 00001 00001 00000
i=6 000000001111	00100 00100 00100 00100 00100 00000
000000001110	00100 00100 00100 00100 00010 00000
000000001101	00100 00100 00100 00100 00001 00000
000000001100	00100 00100 00100 00010 00010 00000
000000001011	00100 00100 00100 00010 00001 00000
000000001010	00100 00100 00100 00001 00001 00000
000000001001	00100 00100 00010 00010 00010 00000
000000001000	00100 00100 00010 00010 00001 00000
000000000111	00100 00100 00010 00001 00001 00000
000000000110	00100 00100 00001 00001 00001 00000
000000000101	00100 00010 00010 00010 00010 00000
000000000100	00100 00010 00010 00010 00001 00000
000000000011	00100 00010 00010 00001 00001 00000
000000000010	00100 00010 00001 00001 00001 00000
000000000001	00100 00001 00001 00001 00001 00000
000000000000	00001 00001 00001 00001 00001 00000

表7示出了用于可变长度码 (4, 20; 2, 5; 5) 的变换表。虽然Tmax变得大于其他码的Tmax, 但是可以减小其规模。

表 7

	数据字	码字
i=1	11	10000
	10	01000
	01	0000*
i=2	0011	00100 00000
	0010	00010 00000
	1011	00000 0000*
i=3	000111	00100 00100 00000
	000110	00100 00010 00000
	000101	00100 00001 00000
	000100	00010 00010 00000
	000011	00010 00001 00000
i=4	00001011	00100 00100 00100 00000
	00001010	00100 00100 00010 00000
	00001001	00100 00100 00001 00000
	00001000	00100 00010 00010 00000
	00000111	00100 00010 00001 00000
	00000110	00100 00010 00010 00000
	00000101	00100 00010 00001 00000
	00000100	00010 00010 00010 00000
	00000011	00010 00010 00001 00000
	00000010	00010 00001 00001 00000
i=5	0000000111	00100 00100 00100 00100 00000
	0000000110	00100 00100 00100 00010 00000
	0000000101	00100 00100 00100 00001 00000
	0000000100	00100 00100 00010 00010 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

下面说明解调设备。

本解调设备包括不固定码字检测电路21，用于检测包含来自可变长度码 (d, k; m, n; r) 的不固定位的码字，该可变长度码最小游程d为4，以及基本码字长度为n位，由与预置位相连的'0'的数量确定的在预置位置的不固定位；还包括约束长度确定电路22a、22b，用于根据通过不固定码字检测电路21的检测结果，确定可变长度码的约束长度i。该设备还包括反向变换表$24a_i$、$24b_i$，用于将nxi位可变长度码反向变换成mxi位数据，其中i=1至r；以及选择器23a、23b，用于根据来自约束长度确定电路22a、22b的约束长度i，选择反向变换表$24a_i$、$24b_i$，并且将nxi位可变长度码字提供给被选的反向变换表$24a_i$、$24b_i$。该设备还包括多路复用器25a、25b，用于可交换地选择来自反向变换表$24a_i$、$24b_i$的数据，并且输出被选的数据作为串行数据；以及缓冲存储器26，用于暂态地存储来自多路复用器25a和25b的数据，并且输出存储的数据作为重放数据。最后，该设备还包括锁相环 (PLL) 27，用于根据可变长度码再生时钟，并且将时钟提供给缓冲存储器26。

假设可变长度码 ((d, k; m, n; r) 是可变长度码 (4, 19; 2, 5; 5,)，在该码中最小游程d为4位，最大游程k为19位，基本数据长度m为2位，基本码字长度n为5位，以及最大约束长度r为5，反向变换表24ai、24bi整体上是与表4中所示2-5变换表相对应的反向变换表，即每个表中都具有约束长度i等于1的反向变换表，适于将5位码字变换成2位数据，以下称为5-2变换表。在这些反向变换表中，反向变换表$24a_1$是用于可能成为不固定码字的那些码字的表，即在该码字中从MSB (最高有效位) 数5位是'00000'或'00100'；而反向变换表$24b_1$是

用于其他码字的表，即在该码字中从MSB数5位是"10000"或"01000"。

另一方面，反向变换表$24a_2$、$24b_2$整体上是与表4中所示4-10变换表相对应的反向变换表，即每个表中都具有约束长度i等于2的反向变换表，适于将10位码字变换成4位数据，以下称为10-4反向变换表。在这些反向变换表中，反向变换表$24a_2$是用于可能成为不固定码字的那些码字的表，即在该码字中从MSB数5位是"00000"、"00001"；而反向变换表$24b_2$是用于其他码字的表，即在该码字中从MSB数5位是"00010"、"00001"。

采用相同的方式，反向变换表$24a_3$、$24b_3$包括具有约束长度i等于3的15-6反向变换表，适于将15位码字变换成6位数据；反向变换表$24a_4$、$24b_4$包括具有约束长度i等于4的20-8反向变换表，适于将20位码字变换成8位数据；以及反向变换表$24a_5$、$24b_5$包括具有约束长度i等于5的25-10反向变换表，适于将25位码字变换成10位数据。

参见图3，不固定位检测电路21由不固定码型检测电路21a和不固定码字判定电路21b构成，不固定码型检测电路用于检测包含不固定位的5位码型，以下称为不固定码型，不固定码字判定电路用于根据来自不固定码型检测电路21a的检测结果，检测不固定码字，向这些电路提供与从记录媒体再现的，并且接着经过NRZI解调、纠错等处理的数据相对应的可变长度码字。

根据从前端5位一组作为检测的单元，不固定码型检测电路21a检测不固定码型。具体地说，有两种码型可能成为不固定码型，即码型"00000"和"00100"。检测电路21a检测这些码型"00000"和

"00100"，并且将检测结果送到不固定码字鉴别电路21b。

当不固定码字鉴别电路21b检测出码型"00100"时，就确定该码型将成为不固定码字"00*00"。当鉴别电路检测出码型"00000"时，就将该码型与下面5位码型组合，产生10位码型，并且检查该10位码型是否与码型"00000 10000"、"00000 01000"或"00000 00100"相对应。如果10位码型与码型"00000 10000"或"00000 01000"相对应，鉴别电路就确定前面的5位码型"00000"将成为不固定码字00*00"。如果10位码型与码型"00000 00100"相对应，鉴别电路就确定10位码型"00000 00100"将成为不固定码字"00000 00*00"。

采用相同的方式，鉴别电路21b检测例如"00000 00000 00100 00*00"或"00000 00000 00010 000*0"这样的不固定码字，每次添加5位，并且将不固定码字的检测结果送到约束长度判定电路22a、22b。

根据由不固定码字鉴别电路21b提供的不固定码字检测结果，约束长度鉴别电路22a和22b分别确定不固定码字的约束长度i和不是不固定码字的其他码字的约束长度i。

根据来自约束长度鉴别电路22a、22b的约束长度i，选择器23a、23b选择反向变换表$24a_i$、$24b_i$，并且将n x i位可变长度码字送到那个被选的反向变换表$24a_i$、$24b_i$。

具体地说，当例如i=1时，选择器23a选择反向变换表$24a_1$，并且将5位码字"00000"或"00100"送到那个被选的反向变换表$24a_1$；而选择器23b选择反向变换表$24b_1$，并且将5位码字"10000"或"01000"送到那个被选的反向变换表$24b_1$。

另一方面，当例如i=2时，选择器23a选择反向变换表$24a_2$，并且

将10位码字"00000 00000"或"00000 00100"送到那个被选的反向变换表$24a_2$；而选择器23b选择反向变换表$24b_2$，并且将10位码字"00010 00000"或"00001 00000"送到那个被选的反向变换表$24b_2$。

采用相同的方式，当约束长度j为3至5时，选择器23a、23b选择反向变换表$24a_3$至$24a_5$和$24b_3$至$24b_5$，并且将15至25位码字送到被选的反向变换表$24a_3$至$24a_5$和$24b_3$至$24b_5$。

反向交换表$24a_1$至$24a_5$和$24b_1$至$24b_5$，每个具有5-2、10-4、15-6、20-8和25-10反向交换表，利用来自选择器23a和23b的码字作为读出地址，读出表4中所示数据部分的数据。

结果就是对于码字"10000"、"01000"和"00*00"，反向交换表$24b_1$输出数据"11"和"10"，而反向交换表$24a_1$输出数据"01"。

对于码字"00010 00000"、"00001 00000"和"00000 00*00"，反向交换表$24b_2$输出数据"0011"和"0010"，而反向变换表$24a_2$输出数据"1011"。

对于码字"00010 00010 00000"、"00010 00001 00000"……"00000 00001 00000"，反向交换表$24b_3$输出数据"000111"、"000110"……"000011"。

对于码字"00010 00010 00010 00000"、"00010 00010 00001 00000"……"00000 00000 00010 00*00"，反向交换表$24b_4$输出数据"00001011"、"00001010"……"00000101"，而反向变换表$24a_4$输出数据"00000100"和"00000011"。

对于码字"00010 00010 00010 00010 00000"、"00010 00010 00010 00001 00000"……"00000 00000 00010

00001 、00000″，反向交换表24b$_5$输出数据″0000001101″、″0000001010″……″0000000000″。

也就是说，从5xi位可变长度码字反向变换得出的2xi位数据从上述反向变换表24a$_1$至24a$_5$和24b$_1$至24b$_5$输出，并且被送到多路复用器25a和25b。

多路复用器25a和25b多路传输由反向变换表24a$_1$至24a$_5$和24b$_1$至24b$_5$送来的数据，并且将该结果数据作为串行数据传送至缓冲存储器26。

另一方面，PLL27根据可变长度码字再生时钟，并且将再生的时钟传送到缓冲存储器26。

缓冲存储器26暂态地存储由多路复用器25a、25b提供给它的数据，并且按照与由PLL27提供给它的时钟的定时关系，以预定的传送率输出存储的数据作为重放数据。这些输出数据经过反向DCT（离散余弦变换）、预测译码等处理，以便再现视频信号。

采用本发明的解调设备，通过检测具有不固定位的码字，根据检测结果确定可变长度码的码字的约束长度j，以及借助于将nxi位可变长度码反向变换成mxi位数据的反向变换表，根据约束长度j将码字反向变换成数据，就可以将包含不固定码字的可变长度码解调成数据。采用本发明的解调设备，情况与调制设备相同，与VFM相比，反向变换表24a$_1$至24a$_5$和24b$_1$至24b$_5$以及从而使电路规模都可以减小。此外，因为与VFM相比，可以减小跃变间的最大长度Tmax，所以在可靠性方面可以改善PLL27。

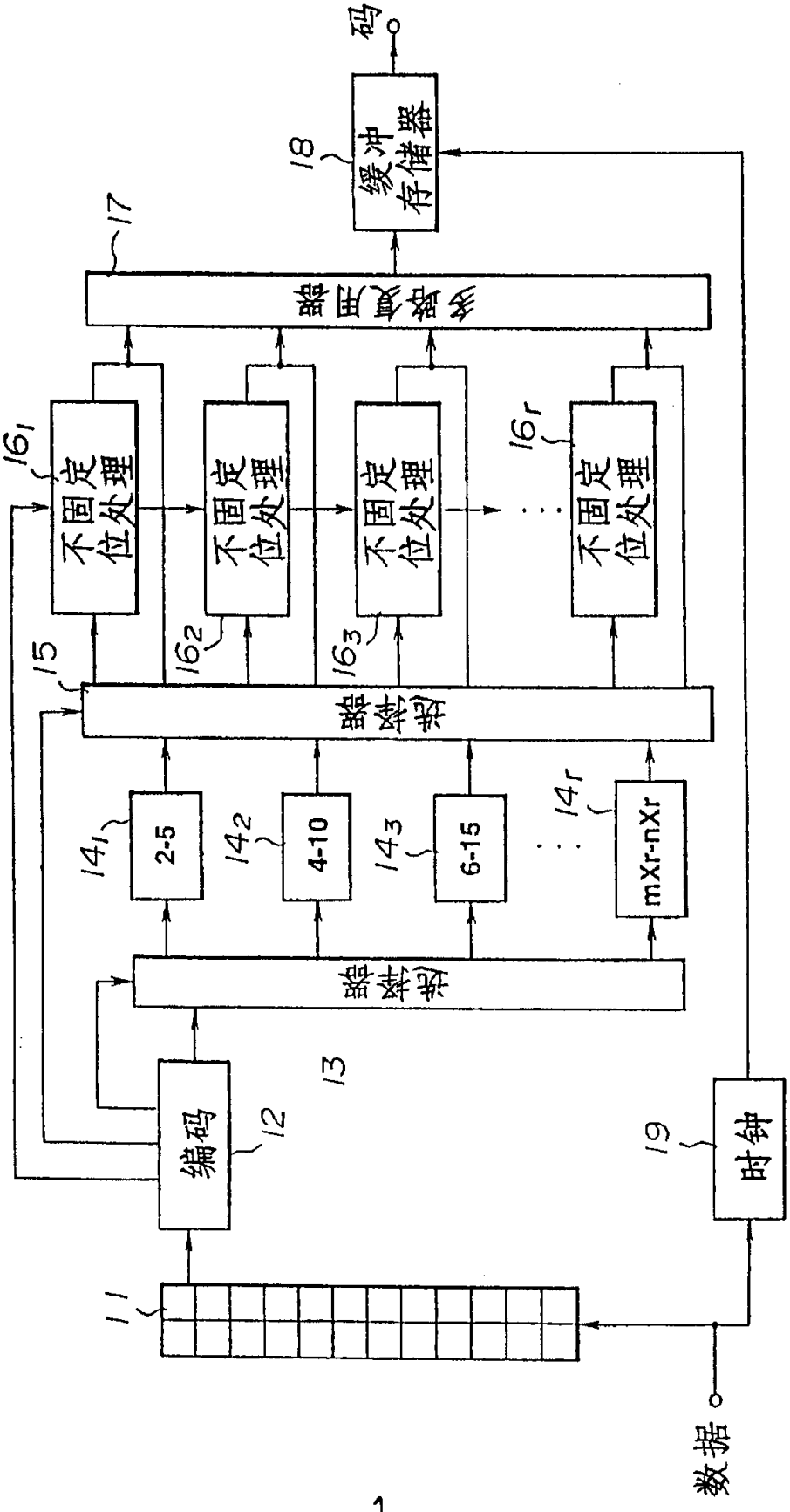

码
18
缓冲存储器
17
多路复用器
16r
不固定位处理
16₃
不固定位处理
16₂
不固定位处理
16₁
不固定位处理
15
选择器
14r
mXr-nXr
14₃
6-15
14₂
4-10
14₁
2-5
选择器
13
编码
12
19
时钟
11
数据

图 1

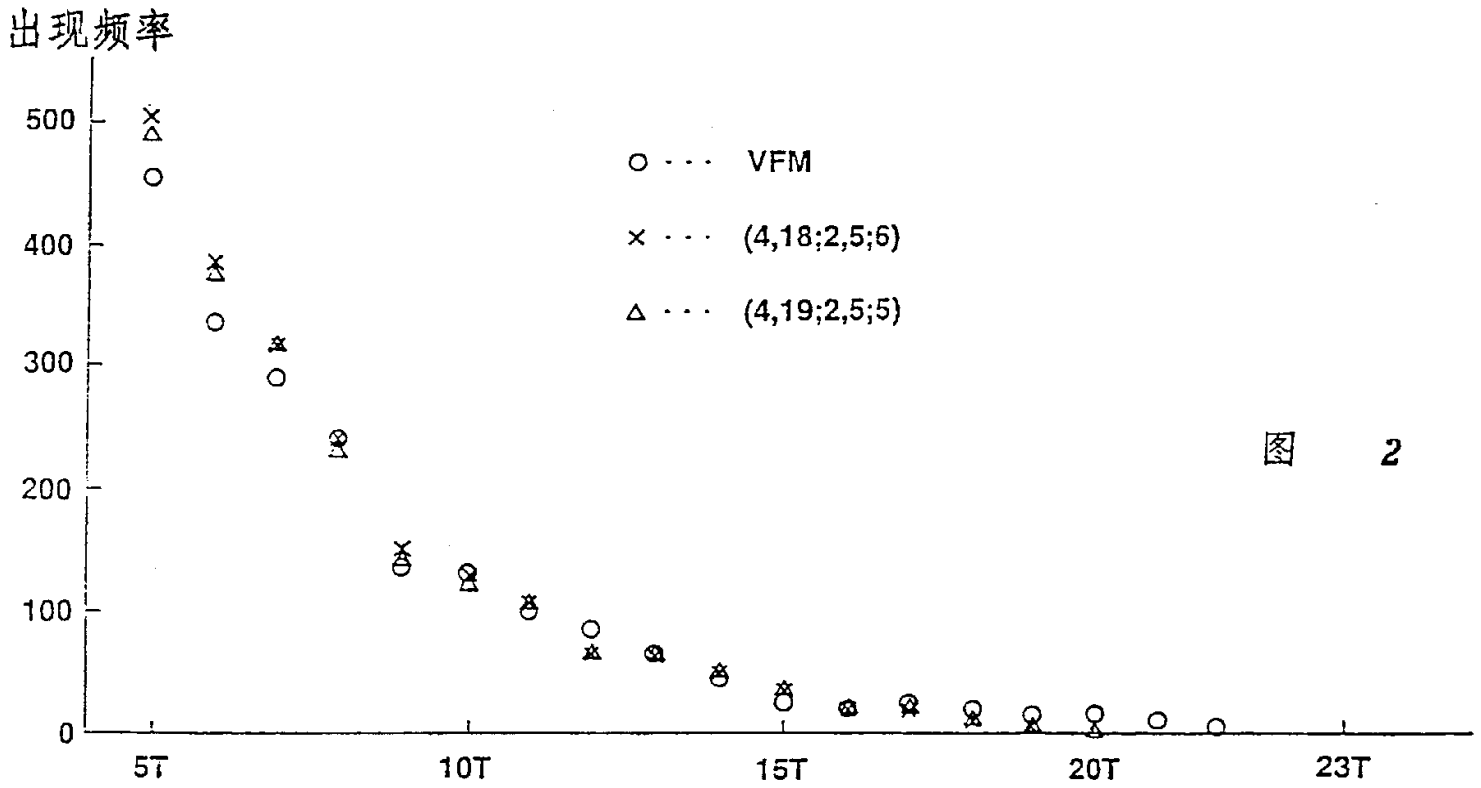


图 2

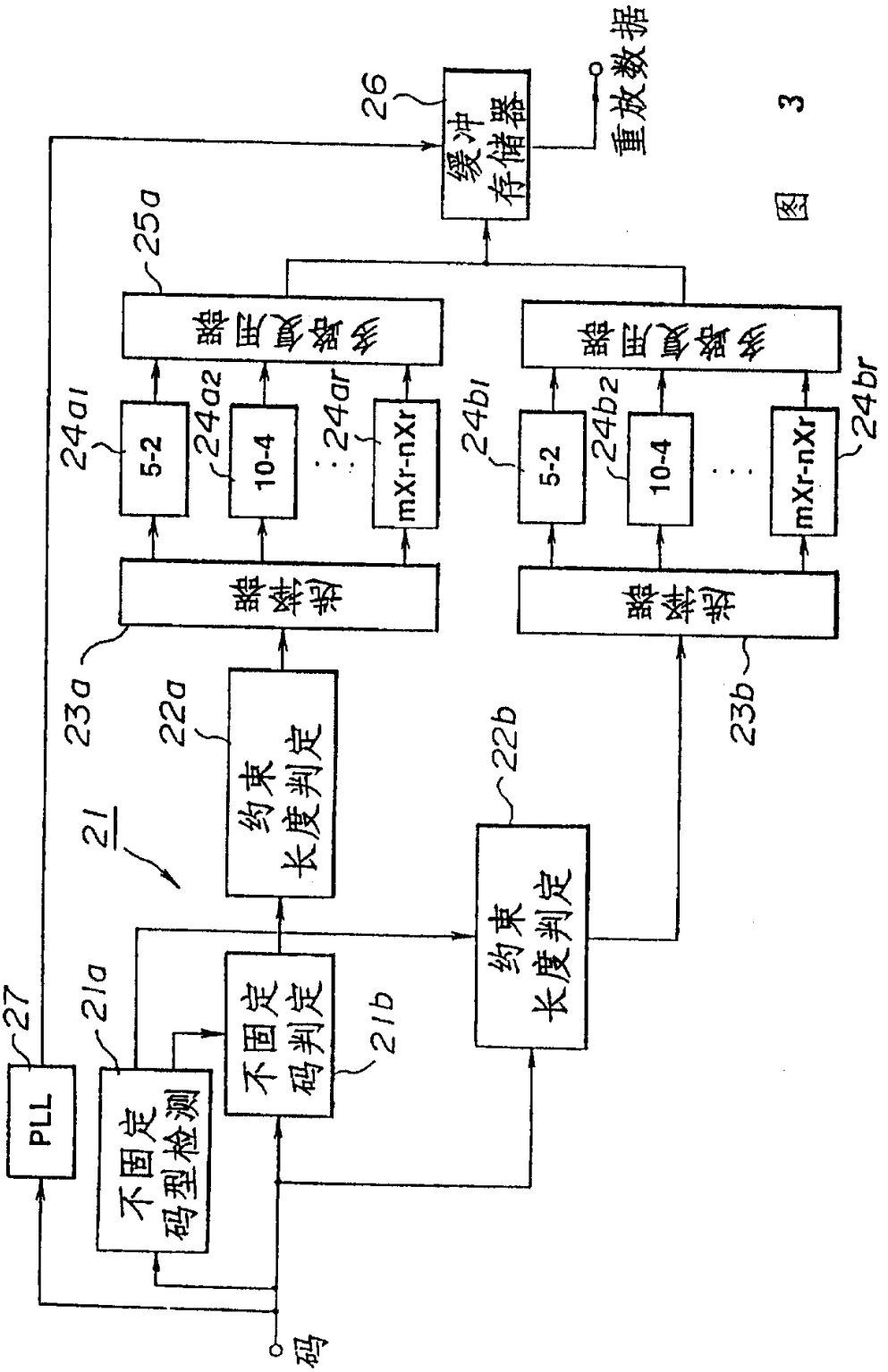

码
PLL
27
不固定码型检测
21a
不固定码判定
21b
21
约束长度判定
22a
约束长度判定
22b
选择器
23a
选择器
23b
5-2
10-4
mXr-nXr
24a1
24a2
24ar
5-2
10-4
mXr-nXr
24b1
24b2
24br
多路复用器
25a
多路复用器
缓冲存储器
26
重放数据

图 3