



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101577133 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 200910126177. 5

H03M 5/14 (2006. 01)

(22) 申请日 1995. 02. 01

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

94200387. 2 1994. 02. 15 EP

EP 0520251 A3, 1993. 04. 21,

EP 0511498 A3, 1993. 03. 03,

US 4731678 A, 1988. 03. 15,

(62) 分案原申请数据

95192574. 1 1995. 02. 01

审查员 张俊伟

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 K·A·肖汉默因明克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周红力 刘红

(51) Int. Cl.

G11B 20/14 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 22 页

(54) 发明名称

译码设备以及读出设备

(57) 摘要

一种用于转换信号的译码设备,包括用于转换此信号成为具有第一或第二逻辑值的比特的比特串的装置,该比特串包含对应于信息信号部分的 m-bit 信息字,并且该设备包括转换装置,用于转换码字序列到信息字序列,一个信息字被指派给一个要被转换的码字并取决这些码字,其特征在于,转换装置设置成转换所述也还取决于比特串中的比特的逻辑值的码字,其中所述比特串中的比特位于相邻码字中的预定位置处,用于区别由属于第二类型的组 (G2) 的码字代表的多个信息字中的相应信息字。一种读记录载体的读出设备,在记录载体上信息以信息图案形式被记录,该设备包括用于转换信息图案为相应的二进制读出信号的转换装置,该读出设备包含如权利要求 1 要求的译码设备,用于将记录在记录载体上的二进制读出信号转换为 m-bit 的信息字序列。

1. 一种用于转换信号 (7) 的译码设备, 所述信号包括连续的 16 比特信息信号部分 (160) 的序列, 每个信息信号部分代表 8 比特信息字, 在所述信号中每个信息信号部分 (160) 包括具有第一或第二逻辑值的 16 个比特元, 特征在于, 所述信息信号部分分布在至少第一类型组 (G11, G12) 和至少第二类型组 (G2) 上, 而属于第一类型组的每个信息信号部分唯一地代表信息字, 以及属于第二类型组的每个信息信号部分与随后的信息信号部分中预定位置上的 2 个比特元的逻辑值相结合代表唯一的信息字, 从而允许属于第二类型组的一个信息信号部分代表两个信息字, 所述两个信息字之中的各个信息字可利用所述逻辑值加以区别,

此设备包括用于将此信号转换为具有第一或第二逻辑值的比特的比特串的装置 (110), 此比特串包含对应于所述信息信号部分 (160) 的 8 比特信息字, 并且该设备包括转换装置 (113, 114, 115), 用于将码字序列转换为信息字序列, 一个信息字被指派给一个要被转换的码字并取决于所述码字, 其特征在于, 所述转换装置 (113, 114, 115) 被设置成也取决于在随后码字中位于 2 个预定位置上的比特串中的比特的逻辑值来转换所述码字, 用于区别由属于第二类型组 (G2) 的码字代表的 2 个信息字之中的各个信息字。

2. 如权利要求 1 所述的译码设备, 特征在于, 2 个预定比特位置是越过相关码字的结尾的第一和第十三比特位置。

3. 如权利要求 1 所述的译码设备, 特征在于, 在所述信号 (7) 包括具有不出现在连续的信息信号部分 (160) 的序列中、或不能由同步字的一部分与相邻码字相结合形成的比特元图案的同步信号部分 (161) 时, 以及在唯一的信息字通过第二组 (G2) 的每个信息信号部分与相邻同步信号部分 (161) 或相邻信息信号部分 (160) 相结合来确立时, 该设备包括检测装置 (116), 用于检测所述同步字。

4. 如权利要求 1 所述的译码设备, 其中在所述信号中所述至少第一类型组中的第一组 (G11) 由以具有第一逻辑值的 0 或 1 个比特结尾的码字形成, 其中第一逻辑值为“0”, 所述至少第一类型组中的第二组 (G12) 由以具有第一逻辑值的 6-9 个连续比特结尾的码字形成, 并且第二类型组 (G2) 由以具有第一逻辑值的 2-5 个比特结尾的码字形成。

5. 一种读出设备, 用于读记录载体 (151), 在所述记录载体上以信息图案来记录信息, 此设备包括用于转换信息图案为相应的二进制读出信号的装置 (150, 152), 该读出设备包括如权利要求 1 所述的译码设备 (153), 用于将记录在所述记录载体上的二进制读出信号转换为 8 比特信息字序列。

译码设备以及读出设备

[0001] 本申请为申请号为 95192574.1 的中国在先专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及转换 m -bit 比特信息字序列成为被调制信号的方法,这里 m 为一整数。在此方法中对每个接收到的信息字传递 n -bit 的码字,这里 n 是超过 m 的整数,并且传递的码字被转换成被调制信号,同时其中信息字序列是根据转换规则转换成码字序列,使得对应的被调制信号满足预定的标准。

[0003] 本发明还涉及制造记录载体的方法,在按照所述方法获得的记录载体上记录了信号。

[0004] 本发明还涉及用于执行如权利要求的方法的编码设备,该设备包括用于转换 m -bit 信息字为 n -bit 码字的 m - n 比特转换器,以及用于转换 n -bit 码字到被调制信号的装置。

[0005] 本发明还涉及记录设备,在其中使用了这种类型的编码设备。

[0006] 本发明还涉及信号。

[0007] 本发明还涉及记录载体,在该载体上记录此信号。

[0008] 本发明还涉及用于转换此信号成为 m -bit 信息字序列的译码设备,此设备包括转换装置,它用于将信号转换为具有第一或第二逻辑值的比特的比特串,此比特串包含对应于信息信号部分的 n -bit 码字,此设备还包括用于将码字序列转换成信息字序列、同时将与码字有关的信息字指派给每个将被转换的码字的装置。

[0009] 最后,本发明还涉及读出设备,在其中使用了这种类型的译码设备。

背景技术

[0010] 此种方法、此种设备、此种记录载体和此种信号由 K. A. SchouhamerImmink 发表在《数字记录器的编码技术 (Coding Techniques for Digital Recorders)》(ISBN 0-13-140047-9) 一书中。在所述篇名中,描述了例如被称作 EFM 的调制系统,它用于在所谓的小型盘 (Compact Discs) 上记录信息。此 EFM 调制的信号通过转换 8-bit 信息字序列为 14-bit 码字序列而得到,三个合并比特 (merging bits) 被插入码字中。码字这样被选择,处在“1”比特之间的“0”比特最少个数是 $d(2)$,最大个数是 $k(10)$ 。这个限制称作 dk -限制。通过模 2 求积 (integration) 操作,码字序列被转换成由具有高或低信号值的比特元 (bit cell) 形成的对应信号,在被调制信号中,“1”-比特代表从高到低信号值的改变或者相反。“0”-比特代表在两个比特元之间过渡时不出现信号值的改变。合并比特被这样选择,使得甚至在两个码字间的过渡区域中, dk -限制也能满足,而且在对应的信号中,所谓运行数字和 (running digital sum) 的值基本维持常数。在指定瞬间的运行数字和值被认为是具有高信号值的比特元数与具有低信号值的比特元数之差的平均值,是根据处在此瞬间之前的被调制信号计算出来的。基本上为常数的运行数字和值意味着信号的频谱未包含低频区域的频率成分。这种信号也称作无直流信号。当信号是从其上的记录道上记录有信号

的记录载体中被读出时,信号中没有低频分量是很有好处的,因为此时不受被记录的信号影响的连续的跟踪控制成为可能。信息记录对增加记录载体上的信息密度具有恒定的需要。

[0011] 对此问题可能的解决办法是降低被调制信号中每信息字的比特元数。然而,这时出现的问题是,作为降低每信息字的比特元数的结果,可表示信息字的唯一的比特组合个数将下降,由于这一点,对被调制信号可加以不太严格的限制,例如,关于被调制信号的低频含量的限制。

发明内容

[0012] 本发明的一个目的是提供一种用于降低每信息字的比特元数且又阻止(counteract)减少唯一比特组合个数的措施。

[0013] 按照本发明的第一方面,此目的可用开头段落中说明的方法得以达到,其特征在于,码字至少在第一类型的一组和第二类型的一组上分布,同时,属于第一类型组的每个码字的传递建立了由相关组所决定的第一类编码状态,属于第二类型组的每个码字的传递建立了由相关于所传递的码字的信息字所决定的第二类编码状态。并且,当码字之一被指派给接收到的信息字时,此码字从一码字集中选择,它取决于前一个码字传递时建立的编码状态,而属于第二类编码状态的码字集不包含任何共同码字,从而允许第二类型组的同一码字与多个信息字相关,这多个信息字中各个信息字通过检测随后的码字是其成员的相应集而是可区分的。

[0014] 按照本发明的第二方面,一种编码设备的特征在于,此设备包括:用于在转换器传递码字时建立编码状态的状态建立装置,此状态建立装置被安排成用于为每个属于第一类型组的被传递的码字建立第一类型编码状态,该第一类型的组的状态由相关的组确定,以及用于为每个属于第二类型组的被传递的码字建立第二类编码状态,该第二类型组的状态由与被传递的码字相关的信息字确定,还包括m比特到n比特转换器,它包含有选择码字的装置,用于从取决于编码状态的码字的选集(选择)中选择相应于信息字的码字,属于第二类编码状态的码字集不包含任何共同码字,从而允许第二类型组的同一码字与多个信息字相关,这多个信息字中各个信息字通过检测随后的码字是其成员的相应集而是可区分的。

[0015] 在按本发明的方法和编码设备中,同一码字与来自码字的反意(不相连)(disjunct)集(=没有共同码字的集)的码字的组合建立了各种不同的唯一的比特组合,以致多于一个的信息字能用同一码字与相继的码字的组合唯一地表示。第二类型组中的码字,就此而论,后面总跟随着一码字,对于这个下一码字所属的集,它总能够明确地建立。于是,总有可能利用来自每个不相连(反意)集中的码字来建立足够数量的唯一比特组合,从而代表全部的信息字。

[0016] 于是,这些措施给出了用具有每个码字的相当少的比特数的码字来建立大量唯一的比特组合的可能性。在码字被选择为分布在各集和各组以使得唯一的比特组合的数量超过不同的信息字的数量的情况下,有可能使用余下的比特组合去影响被调制信号的预定特性。

[0017] 另外也可能仅用与信息字相同数量的比特组合。此时余下的比特组合允许对码字作出特定的附加要求。

[0018] 然而, 对一个或多个集, 最好从相关集中分配一码字对给多个信息字中的每一个, 这样, 转换时, 根据指定的准则从这一对中选择任何一个可供使用的码字, 以便影响被调制信号的指定特性。一种实施此的方法的特征在于, 信息字序列根据转换规则被转换成码字序列, 从而使得相应的被调制信号呈现出在频谱的低频区基本上没有频率分量, 并且其中被调制信号为任何数量的连续比特元, 其具有相同的最小信号值 $d+1$ 和最大信号值 $k+1$ 。对至少一定数量的信息字中的每一个信息字, 码字集包含码字对, 而当信息字被转换时, 被调制信号的低频分量通过从码字对中进行码字选择而被避免。

[0019] 本实施例的优点在于, 尽管每信息字的比特元数减少, 出现在被调制信号中的低频分量能大大地避免。

[0020] 另一实施例的特征在于, 同步 (sync) 字被插入在码字序列中, 所述同步字显现不能在码字形成的比特串中出现的比特图案, 而使用了具有不同比特图案的同步字, 且所使用的同步字取决于编码状态, 在同步字已被插入之后, 为转换下一个信息字, 一预定的编码状态被建立, 同时, 以对应于其中属于第二类编码状态的码字集相互能区分的方式的一种方式、根据预定比特位置处的比特逻辑值, 这些同步字能相互区分。

[0021] 本实施例的优点在于, 当第二类型组的码字由同步字跟踪时, 信息字由码字和同步字形成的比特组合而建立, 这类似于第二类型组的码字由码字跟踪的情况。

[0022] 后面一个实施例还有这样的优点, 每当同步字已被传递后编码状态就被建立, 以使得从同步字过渡到下一码字时, 强加于比特串上的限制总能被满足。

[0023] 由根据本发明的编码设备所得到的信号的优点在于能以特别简单的方式被译码。

[0024] 实现此的译码设备的实施例的特征在于, 转换装置被安排用于也根据比特串中位于相对于码字的预定位置上的比特逻辑值而转换信息字。

附图说明

[0025] 参考附图 1 到 17, 本发明将被进一步说明。其中:

[0026] 图 1 显示一信息字序列、一对应的码字序列和一被调制信号;

[0027] 图 2 和 3 显示确立了信息字和码字之间的关系的表;

[0028] 图 4 显示了当信息字序列被转换为码字序列时的不同参数的值;

[0029] 图 5a 和 5b 显示了不同信号的频谱低频部分;

[0030] 图 6 和 8 显示了编码设备的各个不同的实施例;

[0031] 图 7 所示为图 6 的编码设备所使用的选择电路的实施例;

[0032] 图 9 所示为适合的同步字的可能的比特图案;

[0033] 图 10 显示了图 6 的编码设备为插入同步字的适应性改动;

[0034] 图 11 显示了一译码设备;

[0035] 图 12 显示了一记录载体;

[0036] 图 13 所示为图 12 的记录载体局部的高倍放大图;

[0037] 图 14 显示了记录设备;

[0038] 图 15 显示了读出设备;

[0039] 图 16 所示为部分被调制信号和它对应的码字, 以及

[0040] 图 17 给出码字在组和集上分布的图示表示。

具体实施方式

[0041] 图 1 显示了三个连贯的 m -bit 信息字,这里 8-bit 的信息字标记为 1,三个信息字 1 分别具有字值“24”,“121”和“34”。此三个信息字 1 的序列被转换成三个连贯的 n -bit 码字,这里 16-bit 的码字标记为 4。码字 4 形成具有逻辑“0”值比特和具有逻辑“1”值比特的比特串。信息字的转换是这样,在比特串中,位于二个具有逻辑“1”值之间的具有逻辑“0”值比特的最小数目为 d ,而最大数目是 k ,此处 d 等于 2 而 k 等于 10。这种比特串通常标记为带有 dk -限制的 RLL 串 (RLL = 运行长度限制 (Run Length Limited))。码字的各个比特进一步被标记为 $x_1, \dots, x_{16}$,这里 x_1 表示码字的第一比特 (从左算起) 而 x_{16} 表示码字的最后一比特。

[0042] 由码字 4 形成的比特串通过模 2 求积操作被转换为被调制信号 7。此被调制信号包括代表码字 4 的三个信息信号部分 8。这些信息信号部分包括比特元 11,它可能具有高信号值 H 或低信号值 L 。每信息信号部分的比特元数等于相关码字的比特数。具有逻辑“1”值的每个码字比特表示在被调制信号 7 中从具有高信号值的比特元向具有低信号值的比特元转变,或者相反。具有逻辑“0”值的每个码字比特表示在被调制信号 7 中比特元转变时没有信号值的改变。

[0043] 另外,被调制信号 7 的频谱要求基本上不包含低频分量。换句话说,被调制信号 7 是无直流 (DC) 的。

[0044] 根据本发明的用以获得被调制信号的方法的实施例将在下面给予详细说明。

[0045] 首先对于满足 dk -限制的码字有一定要求。图 17 说明性地显示出在线框 170 所包围的区域中满足所述 dk -限制的全部可能码字的集。码字被分为至少第一类型组和至少第二类型组。当码字从第一类型组之一被传递时,排它性地建立了取决于被传递码字所属的第一类型组的编码状态。当第二类型组的码字之一被传递时,建立了同时取决于第二类型组和由被传递码字代表的信息字的编码状态。在此说明的本实施例中第一类型的两组能被区分,即:包含以具有逻辑“0”值的 a 个比特结尾的码字的第一组 G_{11} ,这里的 a 是等于 0 或 1 的整数;还有以具有逻辑“0”的 b 个比特结尾的码字的第二组 G_{12} ,这里 b 是小于、等于 9 而大于、等于 6 的整数。

[0046] 图 17 中属于 G_{11} 组的码字被框在 171 中,属于 G_{12} 组的码字被框在 172 中。

[0047] 由第一类型第一组 G_{11} 建立的编码状态今后被标记为 S_1 ,由第一类型第二组 G_{12} 建立的编码状态今后被标记为 S_4 。在此被说明的实施例只知道第二类型的一个组。这个组包含以具有逻辑“0”值的 c 个比特结尾的码字,这里 c 是大于、等于 2 而小于、等于 5 的整数。这个组今后被标记为组 G_2 。图 17 中 G_2 组的码字被框在 173 中,在此所描述的例子中,两种编码状态即 S_2 和 S_3 可由码字和相关信息字的组合来建立。

[0048] 当信息字被转换为码字时,属于取决于编码状态的码字集的一个码字被分配给要被转换的信息字。属于编码状态 S_1, S_2, S_3 和 S_4 的码字集今后将分别标记为 V_1, V_2, V_3 和 V_4 。集 V_1, V_2, V_3 和 V_4 的码字被框在 174, 175, 176 和 177 中。在这些集中的码字被这样选择,从而,可由建立了编码状态的那一组中的一个码字、和由被该编码状态所建立的那个集中一个任意码字来构成的每个比特串将满足 dk -限制。在这样的情况,即:编码状态 S_4 由前面传递的码字的传递而被建立、以及此编码状态表示前面的码字是以具有逻辑“0”值为

大于或等于 6 而小于或等于 9 的比特串结尾的情况下,由编码状态 S4 确立的码字集 V4 仅允许包含以具有逻辑“0”值的最多为 1 比特开始的码字。为此,以更大量的具有逻辑“0”值的比特开始的码字,在前面传递的码字和要被传递的码字之间将有过渡的区域,在此区域中,连贯的具有逻辑“0”值的比特的数目将不总是小于、等于 10,并因此不满足 $dk-$ 限制。由于同样的原因,集 V1 只包含以具有逻辑“0”值的比特个数大于、等于 2 及小于、等于 9 而开始的码字。

[0049] 属于编码状态 S2 和 S3 的码字的集 V2 和集 V3 只包含以具有逻辑“0”值的比特个数大于、等于 0 及小于、等于 5 而开始的码字。满足此条件的码字分布在 V2 和 V3 两个集上,使得集 V2 和 V3 完全不包含任何共同码字。在下面,集 V2 和 V3 将被标记为反意集。码字在集 V2 和 V3 上的分布最好是这样,根据有限数量的 P 个比特的逻辑值,可以确定码字属于哪一个集。在上面所描述的例子中,比特组合 x_1, x_{13} 被用于此目的。集 V2 的码字根据比特组合 $x_1, x_{13} = 0, 0$ 而能被识别。然后集 V3 的码字则从组合 x_1, x_{13} 不等于 0, 0 而能被识别。传递时建立编码状态 S1 (组 G11) 的码字、传递时建立编码状态 S2 或 S3 (组 G2) 的码字、和传递时建立编码状态 S4 (组 G12) 的码字之间的区别被得出。集 V1 包括组 G11 的 138 个码字、组 G2 的 96 个码字、和组 G12 的 22 个码字。显然,集 V1 中的不同码字的个数小于不同的 8-bit 信息字的个数。

[0050] 由于组 G2 的码字总是跟随有集 V2 的码字或集 V3 的码字,此外,还由于根据跟随在 G2 组的码字后面的该码字有可能确定此码字属于哪个集,因而跟随有 V2 集码字的 G2 组的码字能从 G2 组的、但是由 V3 集的码字跟随的同样码字中明确地区分开。换言之,当码字被指定给信息字时, G2 组的每个码字可被使用两次。G2 组的每个码字与 V2 集的任意码字构成唯一的比特组合,它是不能从由同样码字和同样 V3 集的任意码字所构成的比特组合中分开的。这意味着: G11 组的 138 个唯一的比特组合 (码字) 可被用于 V1 集, G12 组的 22 个唯一的比特组合 (码字) 和 G2 组的 2×96 个唯一的比特组合 (G2 组的码字与随后的码字相结合),这总共得到 352 个有用的唯一的比特组合。以 V2 集, V3 集和 V4 集的码字形成的唯一的比特组合数目分别为 352, 351 和 415。

[0051] 图 17 以图解说明方式显示出属于 G2 组的码字 178。这意味着下一个码字属于 V2 集或 V3 集。码字 178 和下一个码字于是能够不含糊地确定两个不同的信息字。在图 17 中,由 V2 集的码字 (例如码字 179) 跟随的码字 178 所确定的信息字和由 V3 集码字 (例如码字 180) 跟随的码字 178 所确定的信息字不同。码字 179 属于 G11 组,其结果是不管下一个将被编码的信息字,码字 179 总是由 V1 集的码字相跟随,使得码字 179 能确定不多于一个单个的信息字。码字 180 也是如此。信息字的转换按如下进行:

[0052] 我们假定最后传递的码字是 G2 组的码字 178,下一个码字则是属于 V2 集或者 V3 集,取决于要被转换的信息字。假定该信息字确定了码字 179,这说明下一码字将属于 V1 集。V1 集的哪一个码字被使用,由要被转换的信息字确定。在本例中这是码字 181。码字 181 属于 G12 组,所以下一码字将属于 V4 集。这将是哪一个码字,则还将由要被转换的信息字确定。在本例中这是码字 182。码字 182 属于 G2 组,这说明,根据对应于码字 182 的信息字,下一个码字来自 V2 集或者 V3 集。使用 V2 集或者 V3 集的哪个码字取决于要被转换的信息字。在本例中,码字 182 是由码字 183 跟随。码字 183 也属于 G2 组,所以,根据对应于码字 183 的信息字,下一码字将来自 V2 集或者 V3 集,在此集中哪一个码字被使用还是决定

于将被转换的信息字。此时是码字 184。按上面所说明的方式,信息字的任何随机序列能被唯一地转换成码字序列。

[0053] 在前面已经解释了:可供使用的码字数目是靠将码字再分为第一和第二类型的组而得以扩展的,类型确定编码状态,这些编码状态本身建立一码字集,从中选择一码字用于下一信息字的转换。这样,在编码状态被第二类型组的码字所拟定的情况下,从中作出选择的码字集没有共同的码字则是必须的。结果,可以把一个码字集的同样码字分配给不同的信息字,只要适当地注意:跟随此同样码字的码字属于没有共同码字的不同集。对于本领域的技术人员来说,很显然,将所述的码字再分为集和组以便获得能分配给多于一个的信息字的码字的方法还能够应用于具有不同的任意个数比特的码字。各码字序列都不必满足具体的 dk - 限制。其它的限制是可能的,例如,正如在 EP-A-0, 319, 101 (PHN 12, 339) 中所描述的。

[0054] 如在此之前所说明的,更大量的可供使用的唯一的比特组合的出现是基于这一事实,即多于一个的唯一的比特组合可用第二类型组 (G2) 的码字来建立。通常,码字再分成组和集将被这样选择以使可供使用的唯一的比特组合的数量大于不同的信息字数目。唯一的比特组合的这种剩余额提供了对转换施加额外限制的可能性。

[0055] 一种可能性是仅利用与不同信息字一样多的可供使用的唯一的比特组合,在这种情况下,唯一的比特组合的剩余额允许对码字施加特定的附加限制。

[0056] 然而,对于一个或多个集最好把由来自相关集的二个码字形成的码字对指派给多个信息字中的每一个,然后,按照某些转换准则,从码字对中选择任何可供使用的码字,以便影响被调制信号的指定特性。

[0057] 一种很有吸引力的可能性是影响被调制信号中的低频分量。这种影响最好包括直流分量的最小化。这可通过确定在每个信息信号部分的末尾的数字和值以及当信息被转换时选择这种码字来实现,从而在每个信息部分末尾确定的数字和值将持续到某个参考值附近。这可通过向一些信息字分配能引起数字和值的不同改变的码字对而实施。优选地,每个码字对包含数字和值的改变对其具有相反符号的不多于两个的码字。在最后的信号部分末尾,对于给定的信号电平,一旦码字已被传递,则码字可被选择成使其数字和值最接近于参考值。

[0058] 另一种选择码字的可能性是这样选择码字,使对于在最后传递码字的末尾处的给定的信号电平,由相关码字造成的数字和值变化的符号将与码字传递前的数字和的值与参考值之间的差的符号相反。当从两个对数字和值具有相反影响的码字中作出选择是可能的时候,那么,对要被传递的码字的选择,就可根据在每个信息信号部分的末尾的信号值、以及与此末尾有关的数字和值和参考值之间的差值的符号而被简单地作出。

[0059] 图 2 对每个 V_1 , V_2 , V_3 和 V_4 集以图解的方式显示出分配给每个可能的信息字的码字。在此图中,第一列 (左边) 示出全部可能的信息字的字值。第二,四,六和八列示出分别分配给集 V_1 , V_2 , V_3 和 V_4 的信息字的码字。第三,五,七和九列分别以参考数字 1, 2, 3 和 4 示出由相关码字确定的编码状态 S_1 , S_2 , S_3 和 S_4 。在图 2 中不多于 256 个可供使用的码字被用于集 V_1 , V_2 , V_3 和 V_4 中的每一集。类似于图 2, 图 3 显示了在用于 88 个信息字的图 2 的表中没有显示的码字集,对这 88 个信息字都被分配了一对两个码字。表示在图 3 的码字今后被标记为替换的码字。码字是这样分配给信息字的,以使由替换的码字造成的

数字和值的改变与由图 2 的码字造成的数字和值的改变相反,图 2 的码字被分配给包括整个“0”到“87”的字值。

[0060] 需要指出,图 3 的全部集相等地包含许多码字。显然,对于一位普通的技术人员都知道这并非必要的。同样可能的是这些集不一样大。

[0061] 另外,可以看到,分配码字给信息字被选成这样,以使一方面,一个码字和下一个码字的 x1 与 x13 比特的组合,另一方面,信息字之间的关系是唯一的,因而译码可根据接收到的码字和下一码字的 x1 和 x13 比特被唯一地实现。对于码字的分配,这意味着如果一码字在不同的集中出现,那么这些相同的码字在不同集中代表同样的信息字。例如,具有字值“2”的信息字在图 2 所示的 V0 和 V2 集中由“0010000000100100”表示,而在 V2 和 V3 集中由“1000000000010010”代表。

[0062] 没有必要去注意:不同集的码字代表同样的信息字,这是没有必要的。然而,这确实说明,在译码以重构原始信息字时,译码状态需要被恢复。

[0063] 对于信息字序列到码字序列的转换,将参考图 4 作进一步地说明。

[0064] 列 IW 显示了从顶到底连续的 m-bit 信息字序列的字值。对于其字值被包括于列 IW 中的每个信息字,显示了多个数据。列 SW 表示当码字被传递(该码字是由于先前的信息字的转换而得到的)时所拟定的编码状态。这个码字此后被称为先前的码字。SW 列中的编码状态表示 V1, V2, V3 和 V4 码字集中的哪个集将被用于信息字的转换。列 LB 显示在信息信号末尾部分被调制信号的信号值,该部分对应于先前的信息字被转换时获得的码字。此信号值今后被称为运行信息信号值。在列 DSV 中显示了数字和值,它属于被调制信号的运行信号值,即运行被调制信号值(running modulated signal value)。

[0065] 列 CW 显示根据图 2 和 3 的列分配给列 IW 的信息字的码字。在一对码字对被分配给一信息字的情况下,该对的二个码字被示出,即对应于图 2 的表的该对的上面的码字,及对应于图 3 的表的该对的下面的码字。列 dDSV 显示了由码字造成的数字和值的改变,假定运行被调制信号值具有“H”值。

[0066] 列 DSVN 显示了对于相关码字的新数字和值,此时该值是对于相关码字被传递时的情况。列 LBN 通过逻辑“1”表示,属于码字的信息信号部分的开始和末尾部分处的信号值是不同的。逻辑“0”表示相关信息信号开始和末尾部分处的信号值是相同的。如果相关码字包含奇数个“1”比特,即对应于信息信号部分的奇数个信号电平改变,那么在信息信号部分的开始和末尾处的信号值是不同的。当码字中具有偶数个“1”比特时,在信息信号部分的开始和末尾处的信号值是同样的。在列 SWN 中,显示了在有关码字被传递的情况下将被建立的编码状态。

[0067] 此处,列 CS 由星号“*”表示对于相关信息字哪个码字实际被传递。

[0068] 示于列 IW 的码字序列的第一个(顶端)字具有字值为“2”。我们假定当信息字序列转换起始时编码状态(列 SW)是 S1,且被调制信号以信号电平 H 开始,以及数字和值 DSV 等于 0。在此情况下,对于上码字,相关的 DSVN 值等于 -6,而对于该对码字对的下码字,其 DSVN 值是 +10。当应用了这样的准则,即其 DSVN 值最接近可能的 0 参考值的码字被传递时,对于具有“2”的字值的信息字,该字对的两个码字的上码字被传递。这意味着对下一信息字(字值“8”)编码状态变成 S2。在对应于被传递的码字之信息信号部分的末尾处,信号值是 L,因而在下一信息部分的开始处,信号值是 L,如同在列 LB 中所显示的那样。对

于属于具有字值为“8”的信息字的码字对的上码字,其 dDSV 值等于 -6。这 -6 值适用于相关信息信号部分开始处的信号值是 H 的情况。既然在所示的情况下此信号值为 L,由该码字造成的数字和值的改变不等于 -6 而是 +6。这意味着 DSVN 变成等于 0。对于该码字对的下码字 DSVN 等于 -18。对于上码字,DSVN 的值是最接近于 0 值,因而是上码字被传递。接着,具有字值为“100”的信息字将被转换。不多于一个的码字被分配给此信息字,因而对此信息字根据 DSVN 的选择是不可能的。类似于上面所说的方式,具有字值“230”,“0”,“61”和“255”的信息字被转换。每次进行被分配给码字对的一信息字的转换时,该特定的码字是从码字对中被选取,使其 DSVN 最接近 0 值。按此方式,被调制信号的直流电压电平基本上维持恒定电平,并且被调制信号的频谱将不会显现任何低频分量。虽然码字集不是对每个信息字都可提供的,但平均来说,对于全部待转换信息字的 88/256,数字和值将仍然是可能起作用的。事实上这些看来足以使低频分量不出现在被调制信号中。在码字对中最好包括这种码字,它所造成的数字和值的改变为最大。一方面,其优点在于可使数字和值变到它的最大值。另一方面,这意味着对于不属于此码字对的码字所造成的数字和值的改变是相当小的,以及这种码字对数字和值的影响是相当小的。

[0069] 图 5a 以图解方式显示了藉实施按本发明方法所获得的被调制信号频谱的低频部分。在图 5b 中,画出了 EFM- 被调制信号频谱的相应的低频部分。从图 5a 和 5b 可以看到,这两个信号的频谱基本上是相同的。EFM- 被调制信号和藉实施根据本发明的方法所获得的被调制信号的 dk- 限制基本上也是相同的。在 EFM- 被调信号中每信息字的比特元数等于 17,而在根据本发明的被调制信号中它等于 16。这说明如果根据本发明的方法被实施,那么相对于 EFM- 被调信号可获得大约 7% 的信息密度的增加,而无须以增加低频成分为代价以及对 dk- 限制作让步。

[0070] 图 6 显示了按照本发明能实现上述方法的编码设备 140 的实施例。此编码设备安排用来转换 m-bit 信息字 1 成为 n-bit 码字 4,并且不同的编码状态数可由 s 个比特表示。编码设备包括转换器 60,用于把 (m+s+1) 二进制输入信号转换为 (n+s+t) 二进制输出信号。从转换器的输入端,m 个输入联到总线 62 以接收 m-bit 信息字。从转换器的输出端,n 个输出联到总线 62 以传递 n-bit 码字。另外,s 个输入联到 s-bit 的总线 63 以接收表示当前编码状态的状态字。状态字由缓冲存储器 64(例如取 s 个触发器的形式)来传递。缓冲存储器 64 有联到总线 58 的 s 个输入端以用于接收要被存储在缓冲存储器中的状态字。为了传递要被存储在缓存中的状态字,使用了被连接到总线 58 的转换器 60 的 s 个输出端。

[0071] 总线 62 被连接到并行-串行转换器 66 的并行输入端,该转换器将通过总线 62 接收到的码字 4 转换成串行的比特串,该比特串通过信号线 67 提供给调制器电路 68,它将此比特串转换为被调制信号 7,并通过信号线 70 被传递。调制器电路 68 可以是通常类型的,例如所谓的模 2 求积器。

[0072] 除了码字和状态字外,转换器向总线 75 求得每个收到的信息字和状态字信息的组合,它表示:

[0073] - 对于相关状态字,分配给相关信息字的是码字还是一对码字对;

[0074] - 对于每个这样分配的码字,由此码字造成的数字和值的 dDSV 改变,在对应于此码字的信息信号部分的开始处的高信号值下这种改变是应该出现的;

[0075] - 在码字中“1”比特的个数是奇数还是偶数。

[0076] 为了把信息传输到选择电路 76, 总线 75 连接到选择电路 76 的输入端。

[0077] 根据该信息, 选择电路 76 传递一选择信号, 用以指示: 馈送给总线 62 的码字与所呈现的信息字的转换, 是根据图 2 表中确立的关系、还是根据图 3 表中确立的关系而进行的。此选择信号通过信号线 77 加到转换器 60。

[0078] 转换器 60 可以包括一 ROM 存储器, 其中, 根据状态字和加到转换器输入端的信息字的组合所规定的地址, 存储了图 2 和图 3 的表中所示的码字。根据检测信号, 存储单元的地址以对应于图 2 所示的表的码字被选择, 或者用对应于图 3 所示的表的码字来选择存储单元地址。

[0079] 在图 6 所示实施例中, 状态字存储在存储器 60 中。此外, 也可能藉门电路从传递到总线 62 的码字中只得出状态字。

[0080] 转换器可不包括 ROM, 而是包括由门电路构成的组合逻辑电路。装置中执行的操作同步以通常的方式用同步时钟信号可以实现, 同步时钟信号可用通常的 (未示出) 时钟发生电路得到。图 7 显示了选择电路 76 的可能实施方案。形成总线 75 的信号线分成子总线 80 和子总线 81。通过子总线 80, 传送对于图 2 所示表中码字的 dDSV 的值, 该码字是根据接收的状态字和信息字的组合而被分配的。在图 3 所示的表包含对于有关的状态字和信息字的组合的码字的情况下, 通过子总线 81 传送对于该表中的码字的 dDSV 的值。子总线 80 连接到算术电路 82 的第一输入端, 算术电路 82 的第二输入端通过总线 85 接收存储在缓冲存储器 83 中的 DSV 值。还有, 算术电路的控制输入端通过信号线 84 接收控制信号, 该信号表示: 在对应于相关码字的信息信号部分的开始处, 信号值是具有高值 H 还是低值 L。信号线 84 上的信号是借助于例如触发器获得的。触发器的状态一直与码字被传递时的状态相适应, 这种适应性是根据信号所指示的被传递的码字中具有逻辑值“1”的比特数是奇数还是偶数而出现的。这个信号由转换器 60 传递, 并在构成总线 75 的信号线中的一条线上被提供。算术电路 82 是通常类型之一, 根据控制信号分别从或对 DSV 值 (通过总线 85 所接收的) 减去或加上 dDSV 值 (通过总线 80 所接收的)。

[0081] 选择电路 76 还包括算术电路 86, 它与算术电路 82 类似, 根据信号线 84 的控制信号, 把通过总线 81 接收的 dDSV 值加到通过总线 85 接收的 DSV 值上, 或者从 DSV 减去 dDSV。由算术电路 82 和 86 执行的运算结果, 分别通过总线 87 和 88 提供给判决电路 89 和多路转接电路 90。这些结果表示, 如果一码字对已经被分配给当前的状态字, 则新的数字和值改变 DSVN, 它将在码字对的两个不同的码字传递时被得到。判决电路 89 是通常的类型, 根据通过总线 87 和 88 接收的 DSVN 值, 它决定两个接收到的值中哪一个更接近参考值, 而且此电路 89 根据该结果送出一个决定信号到信号线 91。当从码字对的两个码字作出选择时, 此决定信号指示两个码字的哪一个将被传递。此决定信号通过与门 92 加到信号线 77 上。在没有码字对而仅有一个码字是可供使用的情况下, 信号线 77 上的信号指出, 按照图 2 所示的表传递的信息字是要被转换的。为实现这一点, 与门 92 的第二个输入提供有从总线 75 来的信号, 该信号指示: 对于呈现的状态字和信息字的组合, 可供使用的是单个码字还是一个码字对。

[0082] 信号线 77 也连接到多路转接电路 90 的控制输入端上。根据其控制输入端上的信号, 多路转接电路 90 传递从总线 87 和 88 接收的 DSVN 值到属于传递码字的输出端。多路转接电路 90 的输出端耦合到缓冲存储器 83。缓冲存储器的装载是以通常方式控制的, 以便

当选中的码字被传递时,由多路转接电路传递的 DSVN 值被存储到缓冲存储器 83 中。

[0083] 在所述的编码设备的实施例,一码字集对于呈现的信息字是可供使用的情况下,码字是从码字对中选择,当相关码字被传递时,此码字的数字和值最接近预定的参考值。另一种从码字对中选择码字的可能性,是选择这样的码字,即,由码字的传递造成的、其数字和值改变的符号,与在码字传递开始时的数字和值的符号相反。

[0084] 图 8 所示是按照本发明的编码设备的实施例,其中码字是根据所述的准则选取的。编码设备再次安排用于转换 m -bit 信息字 1 成为 n -bit 码字 4,而不同的编码状态数能够由 s 个比特表示。编码设备包括转换器 50,用于将 $(m+s+1)$ 二进制输入信号转换成 $(n+s)$ 二进制输出信号。从转换器输入端, m 个输入端被连接到用于接收 m -bit 的信息字的总线 51。从转换器输出端, n 个输出端被连接到用于传递 n -bit 码字的总线 52。还有, s 个输入端被连接到用于接收状态字的 s -bit 总线 53,状态字表示瞬间的编码状态。状态字依靠例如由 s 个触发器组成的缓冲存储器而被传递。缓冲存储器 54 具有 s 个输入连接到总线以接收准备装载到缓冲存储器的状态字。为传递准备装载到缓冲存储器的状态字,转换器 50 的 s 个输出端被使用。

[0085] 总线 52 连接到并 / 串转换器 56 的并行输入端,转换器 56 把通过总线 52 提供的码字转换成为要通过信号线 57 加到调制器电路 58 的比特串,调制器电路把此比特串转换成为将通过信号线 40 传递的被调制信号 7。调制器电路 58 可以是一种通常类型,例如模 2 求积器。被调制信号 7 被加到通常类型电路以得出被调制信号 7 的运行数字和值。电路 59 传递取决于所确定的数字和值的信号 S_{dsv} ,信号 S_{dsv} 指示:是码字根据图 2 中确定的关系将被转换、还是呈现的信息字根据图 3 中确定的关系被转换。除了在转换器 50 中仅有码字和相关状态字需要被存储外,转换器 50 可以与转换器 60 是类似类型。在图 8 的实施例中,通过总线 75 利用转换器供给决定电路 76 的信息是冗余的。

[0086] 为了使操作同步执行,设备包括通常类型的时钟产生电路 41,以产生时钟信号用于控制并 / 串转换器 58,以及用于控制缓冲存储器 54 的装载。

[0087] 优选地,被调制信号 7 包含同步信号部分,它具有不会在信息信号部分的随机序列中出现的信号图案。加法可通过插入同步字到 n -bit 的码字序列来实现。图 9 示出了二个 26-bit 的同步字 100 和 101,它们杰出地适合用于与图 2 和图 3 所示的码字的组合。这些同步字每个包含两个 10 比特的具有逻辑“0”值的序列由一个具有逻辑“1”值的比特隔开。对于这两个同步字 100 和 101,仅仅是码字第一个位置 (x_1) 处的比特的逻辑值不同。两个码字中的哪一个被插入,取决于紧接在被插入的同步字前的码字所确定的编码状态。在编码状态 S_1 被确定的情况下,以 3 个具有逻辑“0”值的比特开始的同步字 101 被插入。因为决定编码状态 S_1 的码字至多以具有逻辑“0”值的一个比特结尾,因此,当进行从码字到同步字的转变时,以 $d = 2$ 和 $k = 10$ 的 dk - 限制得以满足。

[0088] 在编码状态 S_4 被确立的情况下,同步字 100 被插入。因为建立编码状态 S_4 的码字以具有逻辑“0”值的最小 6 个比特和最大 9 个比特结尾,因此,在从码字到同步字转化时以 $d = 2$ 和 $k = 10$ 的 dk - 限制再次被满足。

[0089] 在编码状态 S_2 被确立的情况下,同步字 101 被插入。此同步字中比特组合 x_1, x_{13} 等于 0.0。在编码状态 s_3 被确定的情况下,同步字 100 被插入。在此同步字中比特组合 x_1, x_{13} 等于 1.0。在确立编码状态 S_2 的码字后面跟随的同步字中,该比特组合 x_1, x_{13} 总

是为 0.0,而对于跟随在确立状态 S3 的码字后面的同步字,该比特组合 x_1, x_{13} 总是为 1.0,因而相关的信息字根据该码字和下一个码字总是明确地被建立。

[0090] 同步字 100 和 101 都以具有逻辑“1”值的比特结尾,这表明跟随在两个同步字中任何一个字后面的码字要从 V1 集中被选出,以使在从同步字到下一码字的转变时以 $d = 2$ 和 $k = 10$ 的 dk - 限制总是能被满足。这意味着随着码字的每次传递,码字状态 S1 被确立。

[0091] 图 10 所示为示于图 6 的编码设备的修改,利用它,同步字可按上面所描述方式被插入。在图 10 中与图 6 的相同的部件以相同的参考字符表示。修改涉及具有分别用于存储两个同步字 100 和 101 的两个存储单元的存储器 103。存储器 103 包括寻址电路,用于根据通过总线 63 被加到存储器 103 的地址输入端的状态字对两个存储单元中的任何一个进行寻址。寻址存储单元中的同步字通过总线 104 被送到并 / 串转换器 105,转换器 105 的串行输出被送到电控交换单元 106 的第一输入端。信号线 67 连接到交换单元 106 的第二输入端。编码设备受通常类型的控制电路 107 的控制,它交替地使编码设备进入第一或者第二状态。在第一状态预定数目的信息字被转换为码字,这些码字通过交换单元 106 以串行方式被送到模 2 求积器 68。在从第一到第二状态转变时,信息字的转换被中断,而由状态字确定的同步字由存储器 103 传递,经并 / 串转换器 104 和交换单元被加到模 2 求积器 68 上。另外,在从第二到第一状态转变时,在控制电路 107 的控制下,缓冲存储器以相应于编码状态 S1 的状态字被装载,接着信息字到码字的转换重新开始,直到编码设备再一次被控制电路 107 带进第二状态。

[0092] 对于插入同步字,示于图 8 的编码设备以类似于图 10 所示的适应方式而能被适应。

[0093] 图 11 显示了根据本发明的译码设备 150 的实施例,它用于将藉上述方法之一获得的被调制信号重新转换为信息字序列。译码电路包括模 2 差分器 110,用以把被调制信号转换为比特串,其中具有逻辑“1”值的比特表示从具有信号值 L 的比特元到具有信号值 H 的比特元的转变或者相反,以及其中每个具有逻辑“0”值的比特元代表二个具有同样信号值的相继的比特元。这样得到的比特串被送到二个串联的移位寄存器上,每个的长度相应于一个 n -bit 码字的长度。移位寄存器 111 和 112 的内容经由并行输出端被提供到各自的总线 113 和 114。译码设备包括一个 $(n+p)$ 到 m - 比特转换器 115。呈现在移位寄存器 112 上的所有 n 个比特通过总线 114 加到转换器 115 的输入端。从呈现在移位寄存器 111 上的 n 比特中, p 个比特被加到转换器 115 上,此 p 比特与移位寄存器 114 上的 n 比特一起,唯一地确定一个信息字。转换器 115 可包括带有查找表的存储器,它包含对每个允许的比特组合的 m -bit 信息字,此比特组合由 n -bit 码字的 n 个比特和跟随此码字后的比特串部分的预定的 P 个比特构成。然而,转换器也可由门电路实现。

[0094] 由转换器 115 执行的转换可借助于同步电路 117 以通常方式被同步,使得完整码字在移位寄存器 112 中每装载一次,信息字就出现在转换器的输出端上,这个信息字对应于加到转换器 115 输入端上的比特组合。

[0095] 优选地,连接到总线 113 和 114 的同步字检测器 116 用于检测对应于同步字的比特图案,并被用于同步。

[0096] 图 16 以图解方式显示了可根据上述的本发明的方法而获得的一种信号。此信号包含 q 个连续的信息信号部分 160 的序列,这里 q 是一整数,此信号部分代表 q 个信息字。

在信息信号部分之间插入了同步信号部分,其中之一在图 16 中被标记为 161。多个信息信号被详细示出。每个信息信号部分 160 包含 n 个比特元,在本例中是 16,它具有第一(低)信号值 L 或第二(高)信号值 H 。由于由码字构成的并由被调制信号表示的比特串满足 $dk-$ 限制,因此具有相同信号值的连续比特元数至少等于 $d+1$ 而至多等于 $k+1$ 。由于对取决于数字和值的码字的选择,在信号的任意点,具有第一信号值的比特元数和具有第二信号值的比特元数之差的运行值,对于先于此点的信号部分基本是常数。对应于第一类型组的码字的每个信息信号部分唯一地确立了一个信息字。在图 16 中,例如这是对码字“0100000001000010”的信息信号部分 160c。此码字唯一地确立了具有字值“121”的信息字。每个表示第二类型组码字的信息信号部分,与相邻信号部分一起唯一地表示了一信息字。

[0097] 显示于图 16 的信息信号部分 160a 对应于码字“00010000000100100”。此码字可以确立具有字值“24”和具有字值“34”的两个信息字。哪个信息由此码字实际被确定则取决于该比特串的紧接跟随部分的第一和第十三比特位置处的逻辑值。如果这些位的逻辑值都等于 0,那么具有字值“24”的信息字被确立。如果这些比特不等于 0,则具有字值“34”的信息字被确立。在图 16 中由信息信号部分 160a 确立的码字后面,第一和第十三比特位置处的比特值都等于 0,所以具有字值“24”的信息字被确立。由信息信号部分 160b 确立的码字和由信息信号部分 160a 确立的码字相同。然而,由信息信号部分 160b 表示的码字后面紧接跟随其第一比特具有逻辑“1”值的同步字,因而具有字值“34”的信息字现被确立。

[0098] 图 12 用示例表示了按照本发明的记录载体 120。所示记录载体是一种光学可检测型的。记录载体也可以是另外的类型,例如,磁性可读型。记录载体包含排列在记录道 121 上的信息图案。图 13 中显示的是记录道 121 的部分 122 的高倍放大。示于图 13 的记录道部分 121 中的信息图案包括例如以光学可检测标记形式的第一区 123,和例如两个标记之间的中间地带的第二区 124。第一区和第二区沿记录道 125 方向交替排列。第一区 123 呈现第一可检测特性,第二区 124 呈现能与第一可检测特性区分出的第二特性。第一区 123 表示具有一种信号电平(例如低信号电平 L)的被调制二进制信号 7 的比特元 12。第二区 124 表示具有另一种信号电平(例如高信号电平 H)的比特元 11。记录载体 12 可以通过首先产生被调制信号、然后以信息图案提供给记录载体而获得。如果记录载体是光学可检测型,则记录载体可根据被调制的信号 7 而用本来已熟知的制作主盘和复制品技术来获得。

[0099] 图 14 显示用于记录信息的记录设备,其中使用了按照本发明的编码设备,例如,示于图 6 的编码设备 140。在记录设备中用于传递被调制信号的信号线被连接到用于写入头 142 的控制电路 141,可写型记录载体 143 沿写入头移动。写入头 142 是通常类型的,能够在记录载体 143 上引入具有可检测的变化的标记。控制电路 141 也可以是通常类型的,根据加到控制电路 141 上的被调制信号产生用于写入头的控制信号,使得写入头引入相应于被调制信号的标记图案。

[0100] 图 15 显示一读出设备,其中使用了按照本发明的译码设备,例如,示于图 11 的译码设备 153。读出设备包括通常类型的读出头,用于读出按照本发明的记录载体,此记录载体载有相应于被调制信号的信息图案。然后读出头 150 根据由读出头 150 读出的信息图案产生被调制的模拟读出信号。检测电路 152 以通常的方式把这个读出信号转换为被加到译码电路 153 的二进制信号。

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	
0	0010000000001001	0100000000100100	00100000000001001	0100000000100100	2
1	0010000000010010	0010000000010010	10000000000100100	10000000000100100	3
2	00100000000100100	00100000000100100	10000000000010010	10000000000010010	1
3	00100000001001000	0100010010000000	00100000001001000	0100010010000000	4
4	00100000010010000	00100000010010000	10000000001001000	10000000001001000	2
5	00100000010010000	00100000010010000	10000100100000000	10000100100000000	4
6	00100000001001000	00100000000100100	10001001000000000	10001001000000000	4
7	00100000001001000	01000000000100100	00100000001001000	01000000000100100	1
8	00100000010010000	00100000010010000	10010010000000000	10010010000000000	4
9	00100000010010000	00100000010010000	1000000000010001	1000000000010001	1
10	00100001001000000	00100001001000000	10000000000100010	10000000000100010	1
11	00100100100000000	00100100100000000	01000000010010000	01000000010010000	3
12	00000100000000001	00000100000000001	01000000010010000	01000000010010000	2
13	00001000000000010	00001000000000010	10000100100000001	10000100100000001	1
14	00010000000001001	01000000001001000	0001000000001001	01000000000100100	1
15	0001000000010010	0001000000010010	10001001000000001	10001001000000001	1
16	0010000000010001	0010000000010001	10010010000000001	10010010000000001	1
17	00100000000100010	00100000000100010	10000100010000000	10000100010000000	4
18	0010000000010001	01000000010010000	00100000001001001	01000000010010000	2
19	00100000010010001	00100000010010001	10001000010000000	10001000010000000	4
20	00100000010010001	00100000010010001	10010001000000000	10010001000000000	4
21	00100001001000001	00100001001000001	01000000001001001	01000000001001001	1
22	00100100100000001	00100100100000001	10000000000100001	10000000000100001	1
23	0001000000000100	0001000000000100	01000000010001000	01000000010001000	2
24	00010000000100100	00010000000100100	01000000010001000	01000000010001000	3
25	0001000000010000	01000000010010000	00010000000100100	01000000010010000	2
26	0001000000010000	0001000000010000	10000100010000001	10000100010000001	1
27	00010000000100000	00010000000100000	10000100100000010	10000100100000010	1
28	00100000000001000	01000000010010000	00100000000001000	01000000010010000	3
29	001000000001000100	001000000001000100	10001000010000001	10001000010000001	1
30	00100000000001000	01000000010010000	00100000010001000	01000000010010000	3

图 2A

	V_1	V_2	V_3	V_4	
31	0010000100010000	0010000100010000	1000100100000010	1000100100000010	1
32	0010001000100000	0010001000100000	1001000100000001	1001000100000001	1
33	0001000000000100	0001000000000100	1001001000000010	1001001000000010	1
34	0001000000100100	0001000000100100	1000010000100000	1000010000100000	2
35	0001000000100100	0100001001000000	0001000001001000	0100001001000000	3
36	0001000001001000	0001000001001000	1000010000100000	1000010000100000	3
37	0001000010010000	0001000100100000	1000100001000000	1000100001000000	4
38	0010000000010000	0100010010000001	0010000000010000	0100010010000001	3
39	0010000001000100	0010000001000100	1001000010000000	1001000010000000	4
40	0010000010001000	0100000000100010	0010000010001000	0100000000100010	3
41	0010000100010000	0010000100010000	0100000010001001	0100000010001001	1
42	0010001000100000	0010001000100000	1000000000100000	1000000000100000	2
43	0001001001000000	0001001001000000	1000100100001001	1000100100001001	1
44	0010010001000000	0010010001000000	0100000100001000	0100000100001000	3
45	0000001000000001	0100010001000000	1000001000000001	0100010001000000	1
46	0000010000000010	0000010000000010	1000010010001001	1000010010001001	1
47	0000100000001001	010000000010001	0000100000001001	010000000010001	1
48	0000100000010010	0000100000010010	0100000100001000	0100000100001000	2
49	0001000000010001	0001000000010001	1001001001001000	1001001001001000	2
50	0001000000100010	0001000000100010	1000000000100000	1000000000100000	3
51	0001000001001001	0100000010010001	0001000001001001	0100000010010001	1
52	0001000010010001	0001000010010001	1000010000100001	1000010000100001	1
53	0001000100100001	0001000100100001	1000010001000010	1000010001000010	1
54	0001001001000001	0001001001000001	1000010010010010	1000010010010010	1
55	0010000000100001	0010000000100001	1000100001000001	1000100001000001	1
56	0010000001000010	0010000001000010	1000100010000010	1000100010000010	1
57	0010000010001001	0100000100100001	0010000010001001	0100000100100001	1
58	0010000010010010	0010000010010010	1000100100010010	1000100100010010	1
59	0010000100010001	0010000100010001	1001000010000001	1001000010000001	1
60	0010000100100010	0010000100100010	1001000100000010	1001000100000010	1
61	0010001000100001	0010001000100001	10010010000010010	10010010000010010	1

图 2B

62	V1	00100010010000010	V2	00100010010000010	V3	10010010000001001	V4	10010010000001001		1
63	0010010001000001	0010010001000001	0010010001000001	0000100010000001	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000		2
64	0010010010000010	0010010010000010	0010010010000010	0000100000000100	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000		2
65	0000100000000100	0000100000000100	0000100000000100	0000100000000100	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000	10000100000010000		2
66	0000100000100100	0000100000100100	0000100000100100	01000010010000001	00001000001001000	00001000001001000	01000010010000001	01000010010000001		2
67	0000100001001000	0000100001001000	0000100001001000	00001000010010000	100001000100100100	100001000100100100	100001000100100100	100001000100100100		1
68	0000100010010000	0000100010010000	0000100010010000	00001000100100000	10010010000000100	10010010000000100	10010010000000100	10010010000000100		2
69	0000100100100000	0000100100100000	0000100100100000	01000000010000100	00010000000001000	00010000000001000	01000000010000100	01000000010000100		2
70	00010000000001000	00010000000001000	00010000000001000	00010000001000100	10010010000100100	10010010000100100	10010010000100100	10010010000100100		2
71	0001000001000100	0001000001000100	0001000001000100	01000001000100000	00010000010001000	00010000010001000	01000001000100000	01000001000100000		2
72	0001000010001000	0001000010001000	0001000010001000	00010000100010000	10000100000100000	10000100000100000	10000001000100000	10000001000100000		2
73	0001000100010000	0001000100010000	0001000100010000	00010001000100000	10000100000100000	10000100000100000	10000100000100000	10000100000100000		3
74	0001001000100000	0001001000100000	0001001000100000	00010010001000000	10000100100000100	10000100100000100	10000100100000100	10000100100000100		3
75	0010000000010000	0010000000010000	0010000000010000	00100000000100000	10001000000100000	10001000000100000	10001000000100000	10001000000100000		3
76	0010000010000100	0010000010000100	0010000010000100	00100000100001000	10001001000000100	10001001000000100	10001001000000100	10001001000000100		3
77	0010000100001000	0010000100001000	0010000100001000	01000010001000000	00100001000010000	00100001000010000	01000010001000000	01000010001000000		2
78	0010001000010000	0010001000010000	0010001000010000	00100010000100000	10001001000100100	10001001000100100	10001001000100100	10001001000100100		3
79	0010010000100000	0010010000100000	0010010000100000	00100100001000000	10010010000000100	10010010000000100	10010010000000100	10010010000000100		3
80	0000100000000100	0000100000000100	0000100000000100	00001000000001000	10010010000100100	10010010000100100	10010010000100100	10010010000100100		3
81	0000100000100100	0000100000100100	0000100000100100	00001000001001000	10001000001000000	10001000001000000	10001000001000000	10001000001000000		4
82	0000100001001000	0000100001001000	0000100001001000	00001000010010000	10001000001000100	10001000001000100	10001000001000100	10001000001000100		3
83	0000100010010000	0000100010010000	0000100010010000	00001000100100000	10000100000100000	10000100000100000	10000100000100000	10000100000100000		3
84	0000100100100000	0000100100100000	0000100100100000	01000001000100000	010000100000001000	010000100000001000	01000001000100000	01000001000100000		2
85	00010000000001000	00010000000001000	00010000000001000	00010000010001000	00010000000001000	00010000000001000	01000001000100000	01000001000100000		3
86	0001000001000100	0001000001000100	0001000001000100	00010000010001000	100001000000001000	100001000000001000	100001000000001000	100001000000001000		2
87	0001000010001000	0001000010001000	0001000010001000	01000001000100000	00010000010001000	00010000010001000	01000001000100000	01000001000100000		3
88	0001000100010000	0001000100010000	0001000100010000	00010001000100000	100001000000001000	100001000000001000	100001000000001000	100001000000001000		3
89	0001001000100000	0001001000100000	0001001000100000	00010010001000000	01000001000010001	01000001000010001	01000001000010001	01000001000010001		1
90	0010000000010000	0010000000010000	0010000000010000	00100000000100000	01000001001001001	01000001001001001	01000001001001001	01000001001001001		1
91	0010000010000100	0010000010000100	0010000010000100	00100000100001000	01000100100010001	01000100100010001	01000100100010001	01000100100010001		1
92	00100000100001000	00100000100000001	00100000100000001	01001001000000001	00100000100001000	00100000100001000	01001001000000001	01001001000000001		1

图 2C

93	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	
94	0010001000010000	0010001000010000	1000100010001001	1000100010001001	1
95	0010010000100000	0010010000100000	1001001001001001	1001001001001001	1
96	0000000100000001	0100010010000010	1000000100000001	0100010010000010	1
97	0000001000000010	0100100010000001	1000001000000010	0100100010000001	1
98	0000010000001001	0100000000100000	0000010000001001	0100000000100000	2
99	0000010000010010	0000010000010010	1000010010001000	1000010010001000	2
100	000010000010001	000010000010001	0100001000001000	0100001000001000	3
101	0000100000100010	0000100000100010	1000010000010001	1000010000010001	1
102	0000100001001001	0100010001000001	0000100001001001	0100010001000001	1
103	0000100100100001	0000100100100001	1000010000100010	1000010000100010	1
104	0001000000100001	0000100100100001	1000010010010001	1000010010010001	1
105	0001000001000010	0001000000100001	1000100000100001	1000100000100001	1
106	0001000010001001	0001000001000010	1000100001000010	1000100001000010	1
107	0001000010010010	0100010000100000	0001000010001001	0100010000100000	2
108	0001000010001001	0001000010010010	1000100010010010	1000100010010010	1
109	0001000010010010	0001000100010001	1000100100010001	1000100100010001	1
110	0001001000100001	0001000100100010	1000100100100010	1000100100100010	1
111	0001001000100010	0001001000100001	1001000001000001	1001000001000001	1
112	0010000001000001	0001001001000010	1001000010000010	1001000010000010	1
113	0010000001000010	0010000010000010	1001001000001000	1001001000001000	1
114	0010000010000100	0100010000100000	0010000100001001	0100010000100000	3
115	0010000010001010	0010000100010010	1001001000100010	1001001000100010	1
116	0010001000010001	0010001000010001	0100100100001001	0100100100001001	1
117	0010001000100010	0010001000100010	1001000100001001	1001000100001001	1
118	0010001001001001	0100000000100001	0010001001001001	0100000000100001	1
119	0010010000100001	0010010000100001	1000010001000100	1000010001000100	2
120	0010010001000010	0010010001000010	1000100000010000	1000100000010000	2
121	0010010010001001	0100000001000010	0010010010001001	0100000001000010	1
122	0010010010010010	0010010010010010	1000100010000100	1000100010000100	2
123	00000100000000100	00000100000000100	10010000000100000	10010000000100000	2

图 2D

124	0000010000100100	0000010000100100	0000010000100100	10010001000000100	10010001000000100	2
125	0000010001001000	0100000010010010	0000010001001000	0000010001001000	0100000010010010	1
126	0000010010010000	0000010010010000	0000010010010000	1001000100100100	1001000100100100	2
127	0000100000001000	0100000100010001	0000010000001000	0000100000001000	0100000100010001	1
128	0000100001000100	0000100001000100	0000100001000100	1001001001000100	1001001001000100	2
129	0000100010001000	0100000100100010	0100000100100010	0000100010001000	0100000100100010	1
130	0000100100010000	0000100100010000	0000100100010000	1000100100001000	1000100100001000	2
131	0001000000010000	0001000000010000	0001000000010000	1000010001000100	1000010001000100	3
132	0001000010000100	0001000010000100	0001000010000100	1000100000010000	1000100000010000	3
133	0001000100001000	0100001000100001	0100001000100001	0001000100001000	0100001000100001	1
134	0001001000010000	0001001000010000	0001001000010000	1000100010000100	1000100010000100	3
135	0010000000100000	0010000000100000	0010000000100000	1001000000100000	1001000000100000	3
136	0010000100000100	0010000100000100	0010000100000100	1001000100000100	1001000100000100	3
137	0010000100100100	0010000100100100	0010000100100100	1001000100100100	1001000100100100	3
138	0010001000001000	0100001001000010	0100001001000010	0010001000001000	0100001001000010	1
139	0010001001000100	0010001001000100	0010001001000100	1001001001000100	1001001001000100	3
140	0010010000010000	0010010000010000	0010010000010000	1000010001001001	1000010001001001	1
141	0010010010000100	0010010010000100	0010010010000100	1001001000001000	1001001000001000	2
142	0000010000000100	0000010000000100	0000010000000100	1000100100001000	1000100100001000	3
143	0000010000100100	0000010000100100	0000010000100100	1001001000001000	1001001000001000	3
144	0000010001001000	0100000010000100	0100000010000100	0000010001001000	0100000010000100	2
145	0000010010010000	0000010010010000	0000010010010000	1000000001000000	1000000001000000	4
146	0000100000001000	0100001000010000	0100001000010000	0000100000001000	0100001000010000	2
147	0000100001000100	0000100001000100	0000100001000100	1000010001001000	1000010001001000	2
148	0000100010001000	0100000010000100	0100000010000100	0000100010001000	0100000010000100	3
149	0000100100010000	0000100100010000	0000100100010000	0100001001001000	0100001001001000	3
150	0001000000010000	0001000000010000	0001000000010000	0100010010001000	0100010010001000	3
151	0001000010000100	0001000010000100	0001000010000100	1000000001000000	1000000001000000	4
152	00010001000001000	01000001000001000	01000001000001000	00010001000001000	01000001000001000	3
153	00010010000010000	00010010000010000	00010010000010000	010000010000001001	010000010000001001	1
154	00100000000100000	00100000000100000	00100000000100000	10001000100001000	10001000100001000	2

图 2E

	V_1	V_2	V_3	V_4
155	0010000100000100	3	0010000100000100	3
156	0010000100100100	3	0010000100100100	1
157	0010001000001000	3	0100100100000010	3
158	0010001001000100	3	0010001001000100	3
159	0010010000010000	3	0010010000010000	2
160	0010010010000100	3	01000010010001000	2
161	0000000010000001	1	10000000010000001	1
162	0000000100000010	1	10000001000000010	1
163	00000010000001001	1	10000010000001001	1
164	0000001000010010	1	1000001000010010	1
165	0000010000010001	1	01001001000001000	2
166	0000010000100010	1	10010001000001000	2
167	0000010001001001	1	0000010001001001	1
168	0000010010010001	1	10001000100001000	3
169	0000100000100001	1	1000010000010010	1
170	0000100001000010	1	1000100000010001	1
171	0000100010001001	1	0000100010001001	1
172	0000100010010010	1	10001000000100010	1
173	0000100100010001	1	1000100010010001	1
174	0000100100100010	1	10001001001000001	1
175	0001000001000001	1	10010000000100001	1
176	00010000010000010	1	10010000001000010	1
177	000100001000001001	1	00010001000001001	1
178	00010000100010010	1	10010000010010010	1
179	00010010000010001	1	10010001000010001	1
180	00010010000100010	1	1001000100100010	1
181	0001001001001001	1	0001001001001001	1
182	0010000010000001	1	10010010000100001	1
183	00100000100000010	1	10010010010000010	1
184	001000010000001001	1	001000010000001001	1
185	001000010000010010	1	10000100000000100	2

图 2F

	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	
186	0010010000010001	0010010000010001	1000010000100100	1000010000100100	2
187	0010010000100010	0010010000100010	1000010010010000	1000010010010000	2
188	0010010001001001	0100010010010010	0010010001001001	0100010010010010	1
189	0010010010010001	0010010010010001	1000100001000100	1000100001000100	2
190	000001000000100	0100000000100000	1000001000000100	0100000001000000	2
191	000001000100100	0100100100000100	1000001000100100	0100100100000100	2
192	000001001001000	0100100100100100	1000001001001000	0100100100100100	2
193	0000010000001000	0100010000010000	0000010000001000	0100010000010000	3
194	0000010001000100	0000010001000100	1000100100010000	1000100100010000	2
195	0000010010001000	0100000001000001	0000010010001000	0100000001000001	1
196	00001000000010000	00001000000010000	1001000000010000	1001000000010000	2
197	0000100010000100	0000100010000100	1001000010000100	1001000010000100	2
198	0000100100001000	0100000010000010	0000100100001000	0100000010000010	1
199	0001000000100000	0001000000100000	1001001000010000	1001001000010000	2
200	0001000100000100	0001000100000100	1000010000000100	1000010000000100	3
201	0001000100100100	0001000100100100	1000010000100100	1000010000100100	3
202	0001001000001000	0100000100010010	0001001000001000	0100000100010010	1
203	0001001001000100	0001001001000100	1000010010010000	1000010010010000	3
204	0010001000000100	0010001000000100	1000100001000100	1000100001000100	3
205	0010001000100100	0010001000100100	1000100100010000	1000100100010000	3
206	0010001001001000	0100001000010001	0010001001001000	0100001000010001	1
207	00100100000001000	0100001000100010	0010010000000100	0100001000100010	1
208	0010010001000100	0010010001000100	1001000000010000	1001000000010000	3
209	0010010010001000	0100010001000010	0010010010001000	0100010001000010	1
210	0000001000000100	0100100010000010	1000001000000100	0100100010000010	1
211	0000001000100100	0100000100000100	1000001000100100	0100000100000100	2
212	0000001001001000	0100000100100100	1000001001001000	0100000100100100	2
213	00000100000001000	0100100100010010	00000100000001000	0100100100010010	1
214	0000010001000100	0000010001000100	1001000010000100	1001000010000100	3
215	0000010010001000	0100001001000100	0000010010001000	0100001001000100	2
216	00001000000010000	00001000000010000	10010010000010000	10010010000010000	3

图 2 G

217	V ₁	V ₂	V ₃	V _L	
218	00001000100000100	00001000100000100	01001001000001000	01001001000001000	3
219	0000100100001000	01000001000000100	00001001000001000	01000001000000100	3
220	0001000000100000	0001000000100000	0100010001001001	0100010001001001	1
221	0001000100000100	0001000100000100	0100010000001000	0100010000001000	2
222	0001000100000100	0001000100010010	1000100000001000	1000100000001000	2
223	0001001000001000	0100000100100100	0001001000001000	0100000100100100	3
224	0001001001000100	0001001001000100	1000010001001000	1000010001001000	3
225	0010001000000100	0010001000000100	1001000100001000	1001000100001000	3
226	0010001000100100	0010001001000100	0100100010001001	0100100010001001	1
227	0010001000100100	0100001001000100	0010001001001000	0100001001000100	3
228	0010010000001000	0100100100000100	0010010000001000	0100100100000100	3
229	0010010010001000	0100000001000000	1000100000001000	0100000000100000	3
230	0010000010000000	0010000001000000	1000010000001001	1000010000001001	1
231	0000000010000001	0100100000100001	1000000001000001	0100100000100001	1
232	0000000010000010	0100010001000100	10000000010000010	0100010001000100	2
233	0000000100001001	0100100010000100	1000000100001001	0100100010000100	2
234	0000000100010010	0100000001000000	1000000100010010	0100000001000000	4
235	0000001000010001	0100010000100010	1000001000010001	0100010000100010	1
236	0000001000100010	0100010001001001	1000001000100010	0100010001001001	1
237	0000001001001001	0100100010010010	1000001001001001	0100100010010010	1
238	0000010000100001	0000010000100001	1001000010001001	10010000010001001	1
239	0000010001000010	0000010001000010	0100100010001000	0100100010001000	3
240	0000010010001001	0100100010000100	0000010010001001	0100100010000100	3
241	0000010010010010	0000010010010010	0100100010001000	0100100010001000	2
242	0000100001000001	0000100001000001	1000000100000000	1000000100000000	4
243	0000100010000010	0000100010000010	10000100000000010	10000100000000010	1
244	0000100100001001	01000000100000001	00001001000001001	01000000100000001	1
245	0000100100010010	00001001000010010	10001000000010010	10001000000010010	1
246	0001000010000001	0001000010000001	10010000000010001	10010000000010001	1
247	0001000100000010	00010001000000010	100100000000100010	100100000000100010	1

图 2H

248	0001001000001001	1	0100000100000010	1	0001001000001001	1	0100000100000010	1
249	0001001000010010	1	00010010000010010	1	00010010000010010	1	1001000010010001	1
250	0010000100000001	1	0010000100000001	1	0010000100000001	1	1001000100100001	1
251	0010001000000010	1	0010001000000010	1	0010001000000010	1	1001001001000001	1
252	0010010000001001	1	01000010000010010	1	01000010000010010	1	0100001000010010	1
253	0010010000010010	1	0010010000010010	1	0010010000010010	1	0100010000001001	1
254	0000000100000100	2	0100010000010001	1	10000001000000100	2	01000100000010001	1
255	0000000100100100	2	01001000001000010	1	10000000100100100	2	010010000010000010	1

图 2 I

	V ₁	V ₂	V ₃	V _L	
0	0001001000000000	0001001000000000	10010000001001000	10010000001001000	2
1	0000100100000000	0000100100000000	10010000001001000	10010000001001000	3
2	0000010010000000	0000010010000000	10010000000001001	10010000000001001	1
3	0000001001000000	01001000000000010	10000001001000000	01001000000000010	1
4	0000000100100000	01000100000000001	10000000100100000	01000100000000001	1
5	0000000010010000	01000010000000000	10000000010010000	01000010000000000	4
6	0000000001001000	01001001001000000	10000000001001000	01001001001000000	2
7	0000000000100000	01000001000000000	10000000000100000	01000001000000000	4
8	0000000000010000	01001000100100000	10000000000010000	01001000100100000	3
9	0000000000001000	01001000000000010	10000000000001000	01001000000000010	2
10	0010001000000000	00100010000000000	10010010010000000	10010010010000000	4
11	0001000100000000	00010001000000000	01001000001001000	01001000001001000	3
12	0000100010000000	00001000100000000	10010001001000000	10010001001000000	3
13	0000010001000000	00000100010000000	10010000010010000	10010000010010000	3
14	0000001000100000	01001000000000010	10000001000100000	01001000000000010	2
15	0000000100010000	01000100000000000	10000000010001000	01000100000000000	1
16	0000000010001000	01000010000000001	10000000001000100	01000010000000001	1
17	0000000001000100	01000100000000000	10000000000100000	01000100000000000	3
18	0000001000100000	01001000000100100	10000001000100000	01001000000100100	3
19	0000000100010000	01001001001000000	10000000010001000	01001001001000000	3
20	0000000010001000	01001000000100100	10000000000001000	01001000000100100	2
21	0000000001000100	01001000000001000	10000000000000000	01001000000000000	1
22	0010010000000000	00100100000000001	10010000000100100	10010000000100100	3
23	0001001000000000	00010010000000000	10010000000000000	10010000000000000	3
24	0000100100000000	00001001000000001	10010001001000000	10010001001000000	2
25	0000010010000000	00000100100000001	10010000010010000	10010000010010000	2
26	0000001001000000	01000100000000010	10000001001000000	01000100000000010	3
27	0000000100100000	01000100000001000	10000000010010000	01000100000001000	1
28	0000000010010000	01001001000001000	10000000000010000	01001001000001000	2
29	0000000001001000	01001001001000001	10000000000001000	01001001001000001	1
30	00100000100000000	00100000100000000	10010000000001000	10010000000001000	2

图 3 A.

31	0001000010000000	0001000010000000	0001000010000000	10010000000000100	2
32	0000100001000000	0000100001000000	0000100001000000	01001000000001001	1
33	0000010000100000	0000010000100000	0000010000100000	10010000000010010	1
34	0000001000010000	01001000010010001	1000001000010000	01001000010010001	1
35	0000000100001000	0100100000010001	1000000100001000	0100100000010001	1
36	0000000010000100	0100000010000000	1000000010000000	0100000010000000	4
37	0000010000100000	0000010000100000	0000010000100000	10001000000000010	1
38	0000001000010000	0100010000100100	1000001000010000	0100010000100100	3
39	0000000100001000	0100010010010000	1000000100001000	0100010010010000	2
40	0000000010000100	0100001000000010	1000000010000010	0100001000000010	1
41	0010010000000010	0010010000000010	0010010000000010	10000100000000001	1
42	0010001000000001	0010001000000001	0010001000000001	10000010000000000	4
43	0001001000000010	0001001000000010	0001001000000010	01001000001001000	2
44	0001000100000001	0001000100000001	0001000100000001	10010000001001001	1
45	0000100100000010	0000100100000010	0000100100000010	10010000010001000	3
46	0000100010000001	0000100010000001	0000100010000001	10010000000001000	3
47	0000010010000010	0000010010000010	0000010010000010	10001000000001001	1
48	0000010001000001	0000010001000001	0000010001000001	10001000000001000	3
49	0000001001000010	0100000100000001	0100000100000001	0100000100000001	1
50	0000001000100001	0100100001000100	0100100001000100	0100100001000100	3
51	0000000100100010	0100010010010000	0100010010010000	0100010010010000	3
52	00000000100010001	0100010000100100	0100010000100100	0100010000100100	2
53	0000000010010010	0100010000000100	0100010000000100	0100010000000100	2
54	0000000010001001	0100100000100010	0100100000100010	0100100000100010	1
55	0000000001000010	0100100100010000	0100100100010000	0100100100010000	3
56	0010000010000000	0010000010000000	0010000010000000	01001000000001000	3
57	0001000001000000	0001000001000000	0001000001000000	10010000010001000	2
58	0010010010010000	0010010010010000	0010010010010000	10010000000001000	2
59	0010010001001000	01001000001000100	01001000001000100	01001000001000100	2
60	0010010000100100	00100100000100100	00100100000100100	01001000000001000	2
61	0010010000000100	0010010000000100	0010010000000100	01000100001001000	2

图 3 B

62	V ₁	0001001001001000	3	V ₂	0100100100010001	1	V ₃	0001001001001000	3	V _L	0100100100010001	1
63	0001001000100100	3	0001001000100100	3	0100010001001000	3	0100010001001000	3	0100010001001000	3	0100010001001000	3
64	0001001000000100	3	0001001000000100	3	0001001000000100	3	1001001000100000	3	1001001000100000	3	1001001000100000	3
65	0000100100100100	3	0000100100100100	3	0000100100100100	3	1001000100010000	3	1001000100010000	3	1001000100010000	3
66	0000100100000100	3	0000100100000100	3	0000100100000100	3	1001000001000100	3	1001000001000100	3	1001000001000100	3
67	0000100000100000	3	0000100000100000	3	0000100000100000	3	1000100100100000	3	1000100100100000	3	1000100100100000	3
68	0000010010000100	3	0000010010000100	3	0000010010000100	3	1000100010010000	3	1000100010010000	3	1000100010010000	3
69	0000010000010000	3	0000010000010000	3	0000010000010000	3	1000100000100100	3	1000100000100100	3	1000100000100100	3
70	0000001001000100	3	0100100000010000	2	0100100000010000	2	1000001001000100	3	0100100000010000	2	0100100000010000	2
71	0000001000001000	3	0100100000010000	3	0100100000010000	3	1000001000000100	3	0100100000010000	3	0100100000010000	3
72	0000000100100100	3	0100010001000100	3	0100010001000100	3	1000000100100100	3	0100010001000100	3	0100010001000100	3
73	0000000100000100	3	0100001000100100	3	0100001000100100	3	1000000100000100	3	0100001000100100	3	0100001000100100	3
74	0010010010010000	2	0010010010010000	2	0010010010010000	2	1000100000000100	3	1000100000000100	3	1000100000000100	3
75	0010010001001000	2	0100001000000100	3	0100001000000100	3	0010010001001000	2	0100001000000100	3	0100001000000100	3
76	0010010000100100	2	0010010000100100	2	0010010000100100	2	1000100001001000	2	1000100001001000	2	1000100001001000	2
77	0010010000000100	2	0010010000000100	2	0010010000000100	2	1001001000100000	2	1001001000100000	2	1001001000100000	2
78	0001001001001000	2	0100100100100010	1	0100100100100010	1	0001001001001000	2	0100100100100010	1	0100100100100010	1
79	0001001000100100	2	0001001000100100	2	0001001000100100	2	1001000100010000	2	1001000100010000	2	1001000100010000	2
80	0001001000000100	2	0001001000000100	2	0001001000000100	2	1001000001000100	2	1001000001000100	2	1001000001000100	2
81	0000100100100100	2	0000100100100100	2	0000100100100100	2	1000100100100000	2	1000100100100000	2	1000100100100000	2
82	0000100100000100	2	0000100100000100	2	0000100100000100	2	1000100010010000	2	1000100010010000	2	1000100010010000	2
83	0000100000100000	2	0000100000100000	2	0000100000100000	2	1000100000100100	2	1000100000100100	2	1000100000100100	2
84	0000010010000100	2	0000010010000100	2	0000010010000100	2	1000100000000100	2	1000100000000100	2	1000100000000100	2
85	0000010000010000	2	0000010000010000	2	0000010000010000	2	0100100001001001	1	0100100001001001	1	0100100001001001	1
86	0000001001000100	2	0100001000100100	2	0100001000100100	2	1000001001000100	2	1000001001000100	2	0100001000100100	2
87	0000000100000100	2	01000001000000100	2	01000001000000100	2	1000000100000100	2	1000000100000100	2	01000001000000100	2

图 3 C

1W	SW	LB	DSV	CW										CS	ASDP	DSVH	LBN	SWH
"2"	S1	H	0	00100000000100010001000000	000001001000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	-6 +10	-6 +10	1 0	S2 S4
"8"	S2	L	-6	00100000000100010001000000	010001000010001000100000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	001000000000000000000000	*	-6 +12	-0 -18	1 0	S3 S3
"100"	S3	H	0	100000100000000001000001	000001000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	-2	-2	0	S1
"230"	S1	H	-2	001000000000000001000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	+2	0	0	S4
"0"	S4	H	0	010000000000000001000100	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	-8 +4	-8 +4	1 0	S2 S2
"61"	S2	H	+4	00100001000001000001000001	000001000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	-2 +3	+2 +7	0 1	S1 S2
"255"	S1	H	+2	00000000000001000001000100	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	000000000000000000000000	*	+4	+6	1	S1

图 4

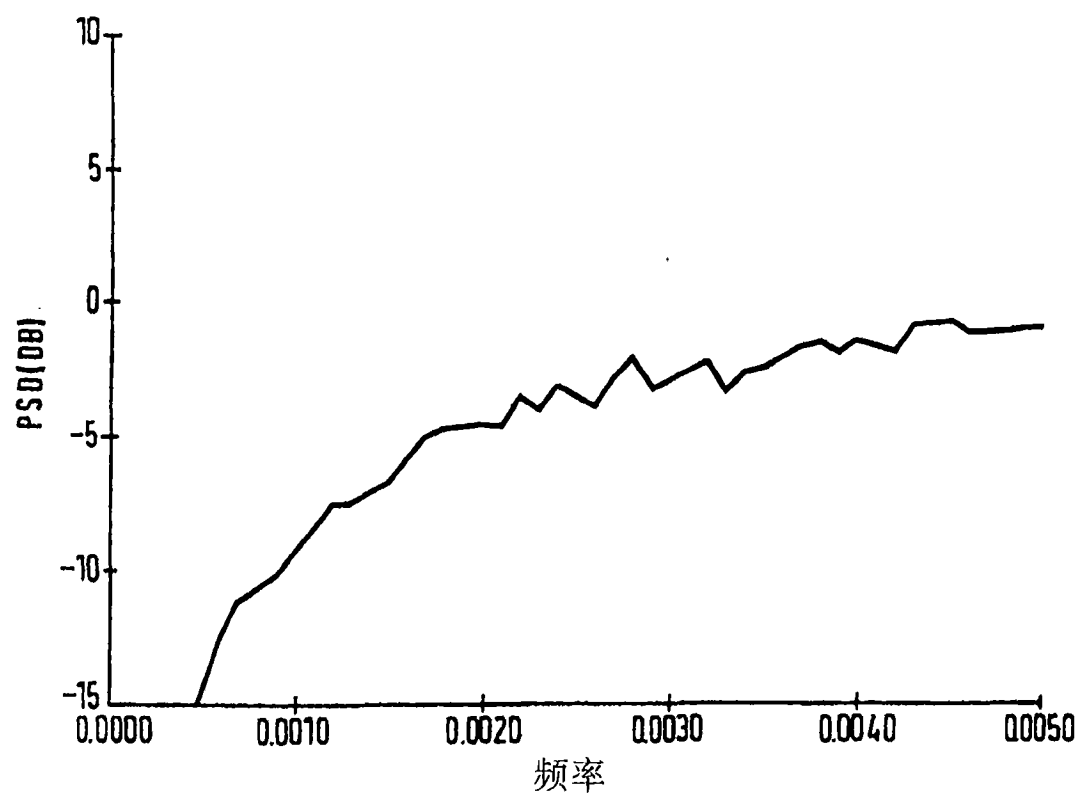


图 5a

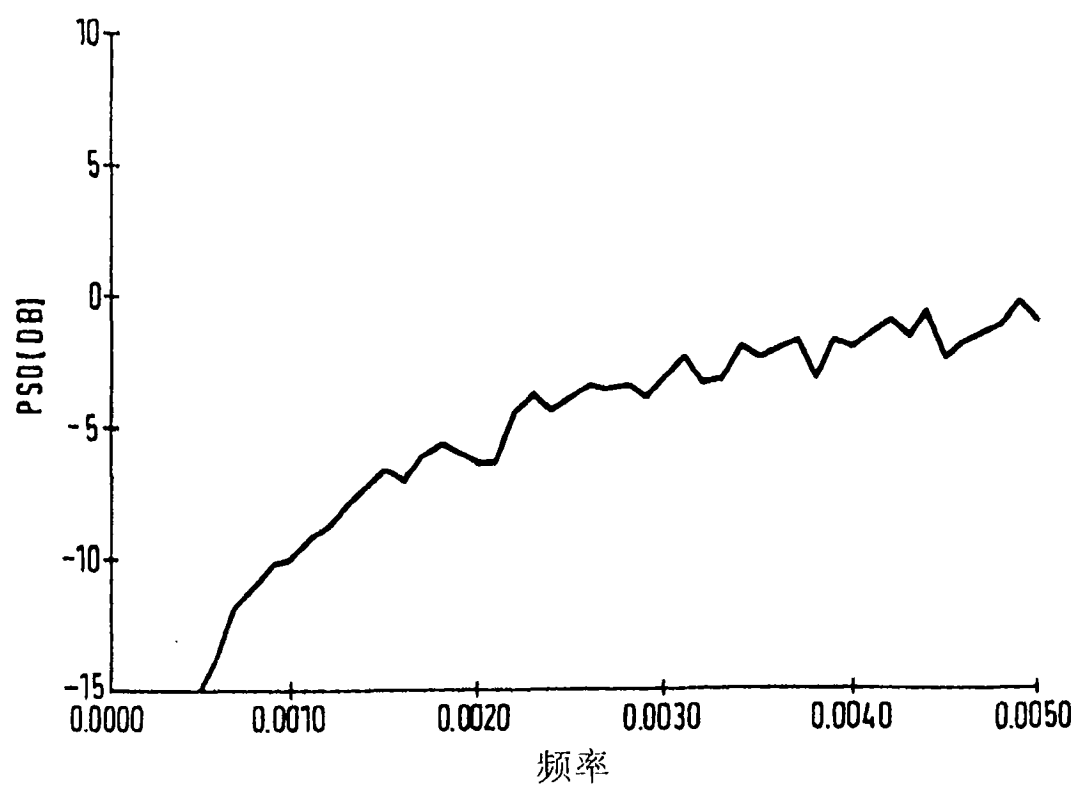


图 5b

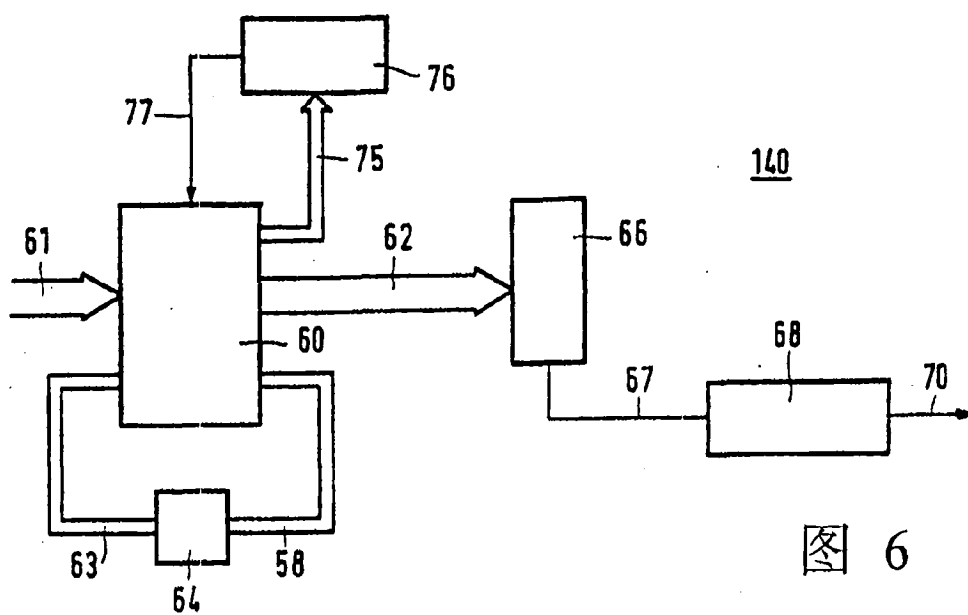


图 6

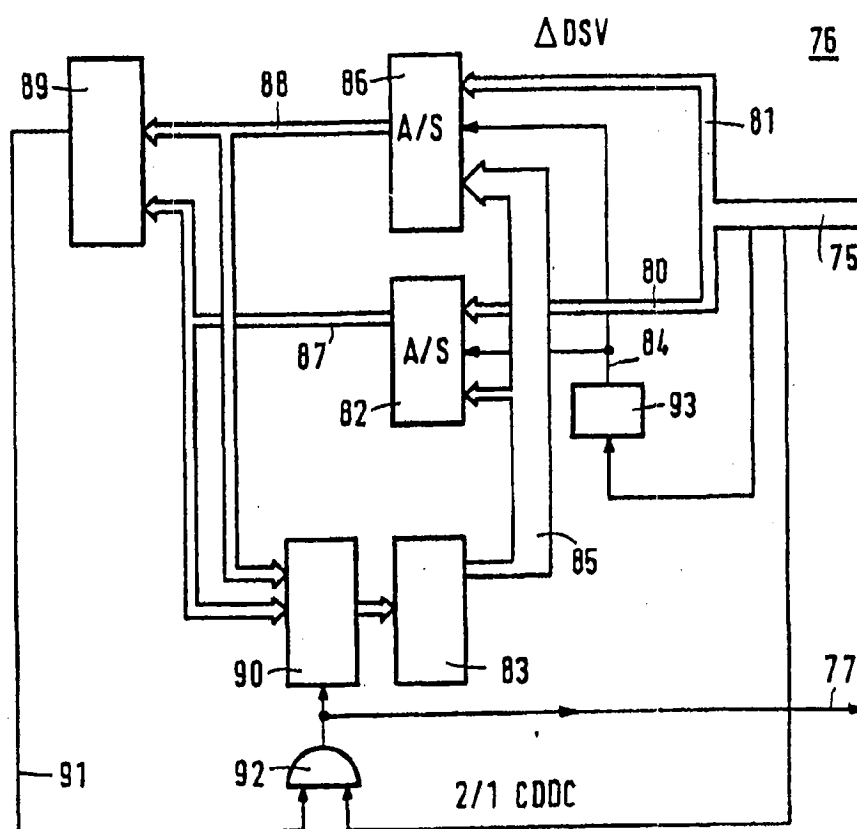


图 7

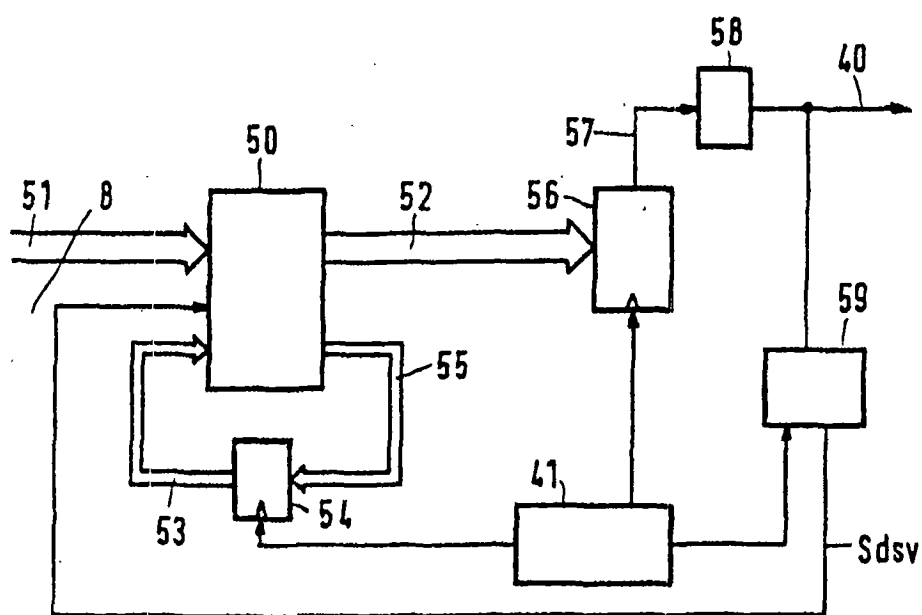


图 8

X1 X13 X25
 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ~100
 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 ~101

图 9

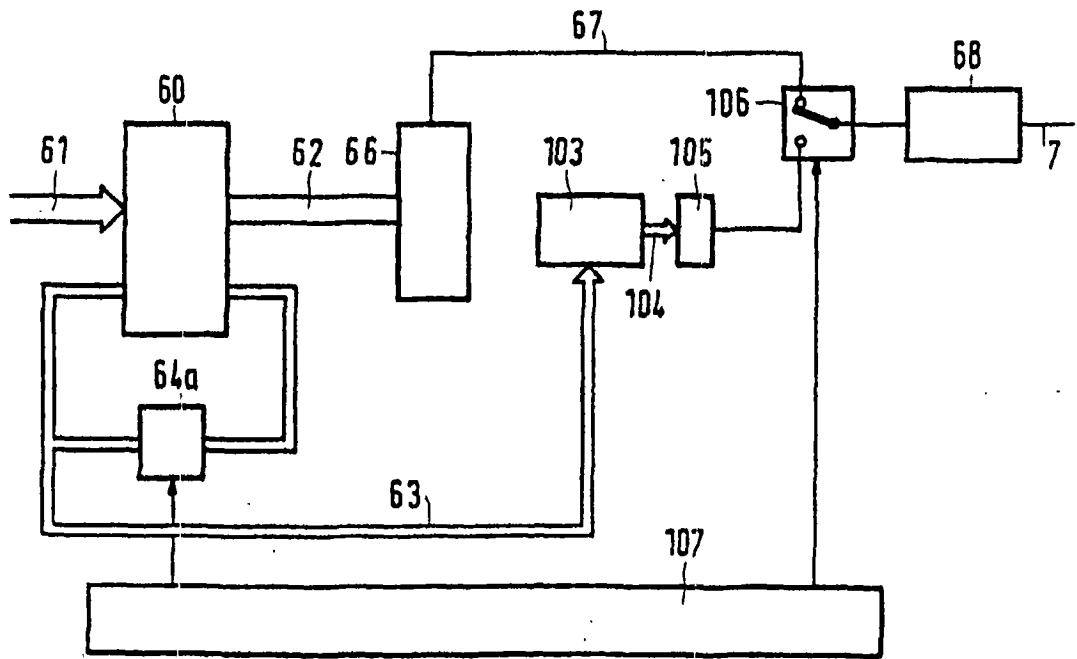
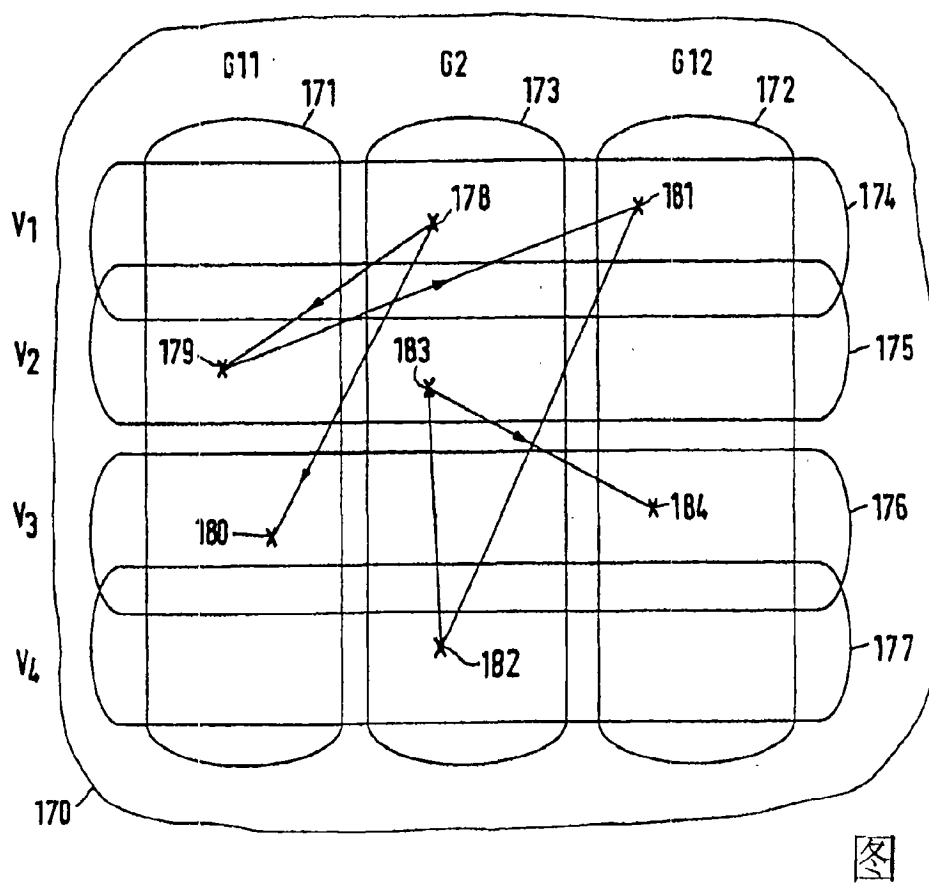
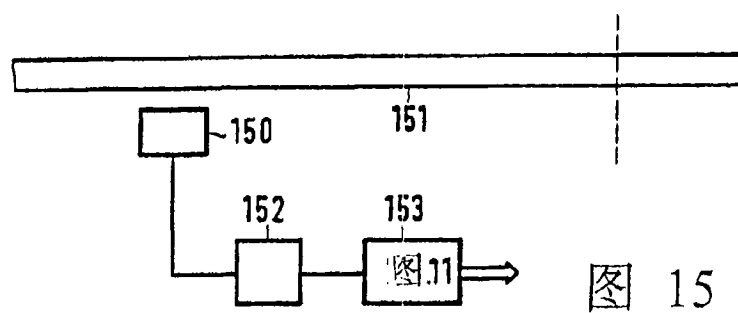
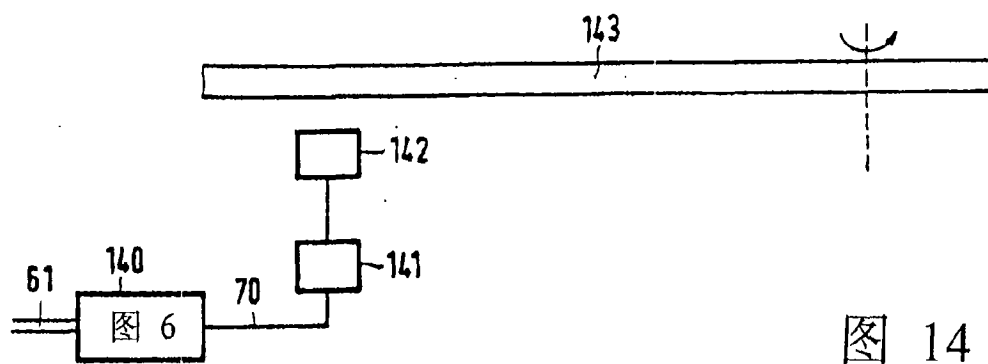


图 10



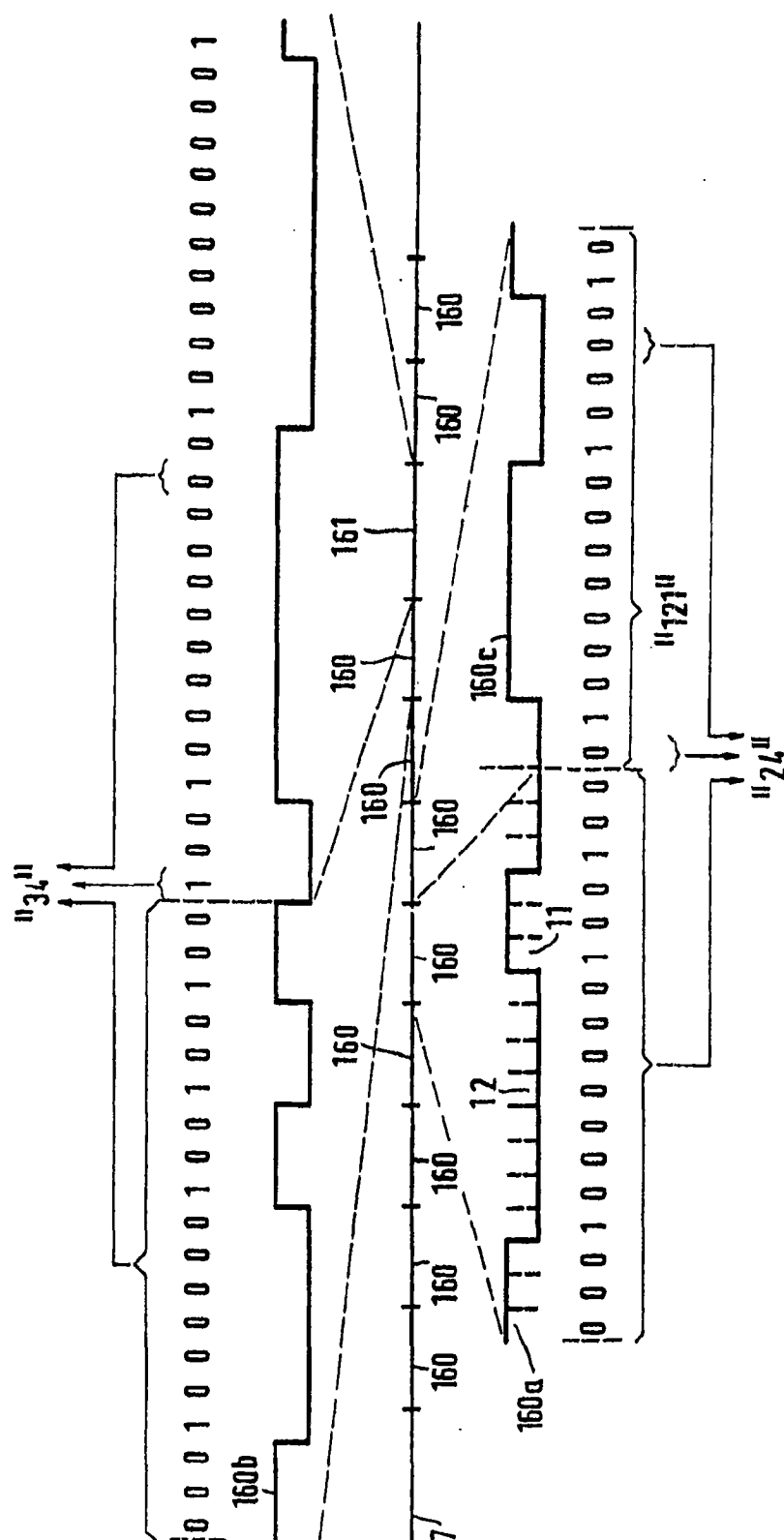


图 16