

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480042374.4

[51] Int. Cl.

H03M 5/14 (2006.01)

G11B 20/14 (2006.01)

H04L 25/49 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 11 月 21 日

[11] 公开号 CN 101076945A

[22] 申请日 2004.6.10

[21] 申请号 200480042374.4

[30] 优先权

[32] 2004.3.12 [33] US [31] 10/799,054

[86] 国际申请 PCT/US2004/018619 2004.6.10

[87] 国际公布 WO2005/096506 英 2005.10.13

[85] 进入国家阶段日期 2006.9.11

[71] 申请人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 阿尔伯特·X·维德梅尔

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 康健峰

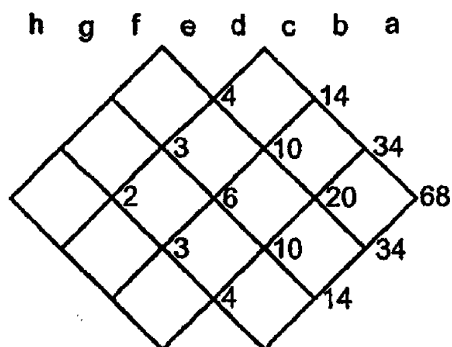
权利要求书 5 页 说明书 18 页 附图 10 页

[54] 发明名称

具有本地奇偶校验的直流平衡 6B/8B 传输代
码

[57] 摘要

本发明提供了一种将六位数据和四个控制矢量打包成八位格式的传输代码。从包括一个或多个六位源矢量的输入数据流产生直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码。根据八个二进制数字编码矢量集合创建给定编码矢量。给定编码矢量具有八个二进制数字,并且给定编码矢量对应于给定六位源矢量。八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的。输出给定编码矢量。



1. 一种从包括一个或多个六位源矢量的输入数据流产生直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码的方法, 该方法包括以下步骤:

根据八个二进制数字编码矢量集合, 为该一个或多个六位源矢量的给定六位源矢量创建具有八个二进制数字的给定编码矢量, 其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的; 以及
输出给定编码矢量。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中将六位源矢量划分成用于八个二进制数字编码矢量集合的多个六位源矢量集合。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其中该多个集合中的一个包括所有平衡的六位源矢量。

4. 如权利要求 3 所述的方法, 其中创建步骤还包括以下步骤:

选择一随后是零或者零随后是一的位序列; 以及

根据八个二进制数字编码矢量集合, 将所选位序列添加到六位源矢量, 以创建给定编码矢量。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其中该多个六位源矢量集合中的第二集合包括具有负不平衡性的十个矢量的第三集合、以及具有正不平衡性的十个矢量的第四集合, 第四集合中的每个矢量正好是第三集合中的对应矢量的补码。

6. 如权利要求 2 所述的方法, 其中该多个集合中的一个包括除了具有四个一的后置游程的六位源矢量之外的所有具有正二的不平衡性的六位源矢量。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其中创建步骤还包括以下步骤: 根据八个二进制数字编码矢量集合, 将具有零和零值的两位序列添加到六位源矢量, 以创建给定编码矢量。

8. 如权利要求 2 所述的方法, 其中该多个集合中的一个包括除了具有四个零的后置游程的源矢量之外的所有具有负二的不平衡性的六位源矢量。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其中创建步骤还包括以下步骤: 根据八个二进制数字编码矢量集合, 将具有一和一值的两位序列添加到六位源矢量, 以创建给定编码矢量。

10. 如权利要求 2 所述的方法, 其中:

该多个集合中的第一集合包括所有平衡的六位源矢量;

创建步骤还包括以下步骤:

选择一随后是零或者零随后是一的两位序列; 和

根据八个二进制数字编码矢量集合, 将所选两位序列添加到来自第一集合的六位源矢量, 以创建给定编码矢量; 以及

该多个六位源矢量集合中的第二集合包括具有四或六的不平衡性的十四个六位源矢量、具有二的不平衡性和四的后置游程的两个六位源矢量、以及四个控制矢量。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中创建步骤还包括以下步骤: 根据八个二进制数字编码矢量集合, 将包括所选两位序列的值的补码的另一两位序列添加到来自第二集合的六位源矢量, 以创建给定编码矢量。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其中创建步骤还包括以下步骤: 以生成平衡、没有三的前置或后置游程的 16 个唯一六位矢量的方式, 对来自第二集合的 16 个六位源矢量的一到三位取补。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其中 16 个六位源矢量包括八对六位源矢量, 每对包括具有正不平衡性的六位源矢量、以及具有负不平衡性的对应取补六位源矢量, 并且其中对一到三位取补的步骤包括对任何六位源矢量对中的相同位位置取补。

14. 如权利要求 12 所述的方法, 其中使用第一集合创建的八位编码矢量包括编码数据矢量, 使用第二集合创建的八位编码矢量包括编码数据和控制矢量, 并且其中执行添加作为补码的两位的步骤, 以便当与四个预定平衡六位源矢量中的任一个一起激活控制输入时, 生成四个编码控制矢量中的一个。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其中编码控制矢量中的至少一个具有三的后置游程。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其中具有三的后置游程的编码控制矢量之后是具有三的前置游程的编码数据矢量, 其值匹配控制字符中三的后置游程的值, 以生成两个编码矢量同步停顿序列。

17. 一种编码器, 用于从包括一个或多个六位源矢量的输入数据流产生直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码, 该编码器被适配成:

根据八个二进制数字编码矢量集合, 为该一个或多个六位源矢量的给定六位源矢量创建具有八个二进制数字的给定编码矢量, 其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的; 以及

输出给定编码矢量。

18. 一种半导体, 包括至少一个编码器, 其用于从包括一个或多个六位源矢量的输入数据流产生直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码, 该至少一个编码器被适配成:

根据八个二进制数字编码矢量集合, 为该一个或多个六位源矢量的给定六位源矢量创建具有八个二进制数字的给定编码矢量, 其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的; 以及

输出给定编码矢量。

19. 一种从包括一个或多个八位编码矢量的输入数据流解码直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码的方法, 该方法包括以下步骤:

根据八个二进制数字编码矢量集合, 为该一个或多个八位编码矢量中的给定八位编码矢量创建具有六个二进制数字的给定未编码矢量, 其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的; 以及

输出给定未编码矢量。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其中每个八位编码矢量具有两个编码二进制数字和六个未编码二进制数字, 六个未编码二进制数字对应于多个六位源矢量中的六位源矢量, 并且其中将该多个六位源矢量划分成用于八个二进制数字编码矢量集合的多个六位源矢量集合, 其中每个八位编码矢量对应于六位源矢量中的一个。

21. 如权利要求 20 所述的方法, 其中:

该多个集合中的第一个包括所有平衡的六位源矢量;

该集合中的第二个包括除了具有四个一的后置游程的六位源矢量之外的所有具有正二的不平衡性的六位源矢量；

该集合中的第三个包括除了具有四个零的后置游程的源矢量之外的所有具有负二的不平衡性的六位源矢量；以及

该集合中的第四个包括具有四或六的不平衡性的十四个六位源矢量、具有二的不平衡性和四的后置游程的两个六位源矢量、以及四个控制矢量。

22. 如步骤 21 所述的方法，其中创建步骤还包括以下步骤：不改变与第一、第二和第三集合相对应的所有八位编码矢量的六个未编码二进制数字。

23. 如权利要求 21 所述的方法，其中第一集合具有 10 或 01 的编码二进制数字，第二集合具有两个零的编码二进制数字，第三集合具有 11 的编码二进制数字，并且第四集合具有与第一集合相对应的编码二进制数字的反相型式的编码二进制数字。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其中当给定八位编码矢量对应于第四集合时，创建步骤还包括以下步骤：

当给定编码矢量的六个未编码二进制数字包括 16 个唯一六位未编码矢量中的一个时，根据八个二进制数字编码矢量集合，对六个未编码二进制数字的一到三位取补；

当给定编码矢量的六个未编码二进制数字包括四个唯一控制矢量中的一个时，声明控制信号；以及

对于与第四集合相对应的其它编码矢量，丢弃编码矢量的两个编码二进制数字。

25. 如权利要求 19 所述的方法，还包括以下步骤：如果给定八位编码矢量是平衡的并且在给定八位编码矢量的前端具有不大于三的游程或者在给定八位编码矢量的后端具有不大于三的游程，则表明给定八位编码矢量有效。

26. 如权利要求 21 所述的方法，还包括以下步骤：当在创建步骤中创建控制矢量时，激活控制信号。

27. 如权利要求 19 所述的方法，其中创建步骤还包括以下步骤：

通过使用给定八位编码矢量的两个二进制数字，确定给定八位编码矢量的特定二进制数字是否需要变化，

其中八个二进制数字编码矢量集合被设计成使得两个二进制数字的四个可能组合中的仅一个表示八位编码矢量的二进制数字需要变化。

28. 一种解码器，用于从包括一个或多个八位编码矢量的输入数据流解码直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码，该解码器被适配成：

根据八个二进制数字编码矢量集合，为该一个或多个八位编码矢量中的给定八位编码矢量创建具有六个二进制数字的给定未编码矢量，其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的；以及

输出给定未编码矢量。

29. 一种半导体，包括至少一个解码器，其用于从包括一个或多个八位编码矢量的输入数据流解码直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码，该至少一个解码器被适配成：

根据八个二进制数字编码矢量集合，为该一个或多个八位编码矢量中的给定八位编码矢量创建具有六个二进制数字的给定未编码矢量，其中八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量是平衡的；以及

输出给定未编码矢量。

具有本地奇偶校验的直流平衡 6B/8B 传输代码

技术领域

本发明涉及通信系统，特别涉及通信系统中的传输代码。

背景技术

传输代码的目的是变换串行数据流的频谱，从而可以容易地恢复时钟，并且交流(AC)耦合是可能的。典型地，直流(DC)平衡代码可用于提供 AC 耦合。通常还与信号波形整形相结合地使用传输代码，以使信号频谱更密切地适应于特定信道要求。

为了提供频谱修改，传输代码将数据矢量转换成编码矢量。典型的传输代码还提供为诸如以下功能设置的、数据矢量之外的特殊“控制”字符：字符同步、帧定界符、以及可能用于中止、重置、空闲、诊断或其它功能。在编码期间，根据传输代码的编码规则将输入数据或控制矢量转换成编码矢量。在解码期间，根据传输代码的解码规则将输入编码矢量转换回到数据或控制矢量。

为了确定哪个编码矢量或编码矢量的哪个位具有错误，通常将传输代码与诸如奇偶校验或纠错码的其它技术相结合。

虽然传输代码是有益的，但是仍然存在对改进的传输代码的需要。

发明内容

本发明提供了一种具有本地奇偶校验的直流(DC)平衡 6B/8B 传输代码。

在示例性实施例中，从包括一个或多个六位源矢量的输入数据流产生 DC 平衡 6B/8B 传输代码。根据八个二进制数字编码矢量集合创建给定编码矢量。给定编码矢量具有八个二进制数字，并且给定编码矢量对应于给定六位源矢量。八个二进制数字编码矢量集合中的每个编码矢量

是平衡的。输出给定编码矢量。

通过参考下面详细描述和附图，将获得本发明的更完整理解、以及本发明的其它特征和优点。

附图说明

图 1 是本发明的 64 个源矢量的格子图，其中忽略了用来创建控制矢量的控制输入的值；

图 2 是 68 个编码矢量的格子图，其包括四个控制矢量；

图 3 到 6 示出了图 2 的编码矢量被划分后的编码矢量集合；

图 7 是示出用于在编码期间没有改变任何六个源位的 48 个编码矢量的示例性编码分配的表；

图 8 是示出用于在编码期间改变一个、两个、或三个源位的 20 个编码矢量的示例性编码分配的表；

图 9 是示出用于本发明的 6B/8B 传输代码的示例性编码分配的表；

图 10A 到 10H 分别示出了用于将未编码矢量的六个位编码成具有八个位 a 到 h 的编码矢量的表；

图 11A 是 6B/8B 编码器的框图；

图 11B 是图 11A 的 6B/8B 编码器的示例性电路图；

图 12A 到 12G 分别示出了用于将八位编码矢量解码成具有位 A 到 F 和控制位 K 的未编码矢量的表；

图 13A 是 6B/8B 解码器的框图；以及

图 13B 是图 13A 的 6B/8B 解码器的示例性电路图。

具体实施方式

本发明提供了用于使用 6B/8B 传输代码进行编码和解码的方法和设备。如下面更详细描述的那样，本发明的 6B/8B 传输代码提供 68 个平衡编码矢量，而没有四的前置或后置游程(with no leading or trailing runs of four)。在 8 位矢量内不具有相等数目的错误一和错误零的任何错误模式生成无效矢量。因此，可以认为 6B/8B 传输代码具有本地奇偶

校验，这是因为单个位错误或奇数个位错误是通过该代码检测的错误的子集。能够检测具有任何单个位错误或奇数个位错误的矢量通常是通过将奇偶校验位添加到矢量而执行的功能。换种方式来说，在诸如下述 6B/8B 传输代码的具有本地奇偶校验的编码中，每个六位未编码矢量具有与其相对应的唯一编码的八位编码矢量。编码矢量被设计成如果在编码矢量中存在失衡错误模式，则将有效编码矢量转换成无效编码矢量。在本公开内容中，将可互换使用术语“编码(coded)”和“编码(encoded)”。

此外，由于可以确定编码矢量中的特定错误，因而可以使用其它相对简单的技术来确定编码矢量中的哪个或哪些位具有错误。作为示例，可以使用在编码矢量块上计算的奇偶校验矢量来纠错。在此将其公开内容引作参考的以下专利文献中示出了使用奇偶校验矢量来纠错的示例：A. X. Widmer 的美国专利 No. 5,740,186，发明名称为“Apparatus and Method for Error Correction Based on Transmission Code Violations and Parity”(1998)；以及 A. X. Widmer 的美国专利申请序列号 10/323,502，在 2002 年 12 月 19 日提交，发明名称为“Error Correction with Low Latency for Bus Structures”。

为了便于参考起见，将本公开内容分成以下章节：介绍、6B/8B 传输代码的概述、源矢量和编码矢量、编码 8B 矢量的生成、6B/8B 编码器的电路实现、解码 6B 矢量的生成、有效性检查、包括有效性检查的 6B/8B 解码器的电路实现、以及实现概要。

A. 介绍

自从数字时代开始以来，一般惯例是将奇偶校验位附加到诸如字节的位组，以便可以识别并且可能通过另一组奇偶校验位来纠正具有单个错误的字节。对于可靠的串行传输，通常添加冗余来控制串行位流的游程(run)长度和带宽特性。游程长度是一行中的一或零的数目，并且三的“前置游程”是未编码或编码矢量的开始三位中的三个一或三个零。虽然传输代码通常可以检测编码矢量串中的多种错误，但是它们通常不能总是指向准确的错误位置，或者识别具体的出错矢量。相反，典型地需要

额外的冗余来如此做。该方案的示例是上面已将其公开内容引作参考的美国专利 No. 5,740,186 和美国专利申请序列号 10/323,502。

如果如在此将其公开内容引作参考的下面专利文献中所执行的那样，通过单个解决方案来解决奇偶校验和传输方面，则可以提高总体编码效率：A. X. Widmer 的美国专利 No. 5,699,062，发明名称为“Transmission Code having Local Parity”(1997)。对于传输代码在宽计算机总线中的新应用，诸如在美国专利 No. 5,699,062 中描述的、与八位字节格式的兼容性具有较小的重要性。可以通过诸如 1B/2B、3B/4B、或 5B/6B 的兼容传输代码来容易地处理一些剩余位。在总线宽度 n 是 6 和 8 的倍数如 $n \times 24$ 的其它情形下，仅仅是编码电路以及可能地传输通道的数目变化。

新的解决方案是这里提出的 6B/8B 代码。6B/8B 传输代码采用适于极高操作速率的、非常简单的电路来实现。短电路延迟与低延迟要求相兼容。另外，对于基于任何上面参考文献的解决方案，串行传输速率和并行电气接口时钟的比率优选地是二的幂比三或五的倍数。简单电路还有助于包含关键区域内的功率消耗。

虽然该新的 6B/8B 传输代码主要是针对具有统计上独立的单个错误的应用，例如良好设计的光链路，但是对于没有前向纠错的应用，其中本地奇偶校验特征具有辅助作用，该代码也能具有优点。对于统计上独立的单个错误，容易地确定具有奇数个错误的每个编码矢量，并且可以重新传送它。

另外，6B/8B 代码在若干可选方案之中提供另一设计点。作为示例，可以在九条 8B/10B 编码线上传输具有 72 条数据线的电气总线。如果电气线路的距离和波特率是主动的(aggressive)，则可能需要判定反馈均衡器，其具有生成多个错误的趋势。为了克服该问题，添加五条线路，其传送纠错海明码。在以十倍总线速率操作的 14 条高速线路上传输单个具有海明纠错的 72 位字则需要 $14 \times 10 = 140$ 位。在以八倍总线速率操作的 $12 + 5 = 17$ 条高速线路上使用 6B/8B 代码仅仅需要 $17 \times 8 = 136$ 位，考虑到 6B/8B 代码的较大开销，这是惊人的。由于较广的纠错实

体，该节省起因于较小的纠错开销。可以使用较大数目的串行线路来将串行传输速率降低到总线速率的八倍而非十倍。可选地，假定在两种情况下用每个总线速率时钟周期分派整个 72 位字，则可以将总线速率和吞吐量增加 25%。作为比较，可以使用更复杂的 7B/8B 代码来获得类似的性能，其可以在以八倍总线速率操作的仅仅 16 条线路上传送具有海明纠错的 77 位字。作为另一示例，公知的 5B/6B 代码可以以仅仅六倍总线速率的串行速率在 20 条线路上处理具有海明纠错的 75 位字。

B. 6B/8B 传输代码的概述

在示例性实施例中，编码设备的输入包括七条线路加上时钟。如果没有声明(assert)第七线路即控制线，则六条不受限的线路代表 64 个数据矢量，作为输入数据流的一部分。如果与四个指定的数据矢量中的一个一起声明控制线，则生成编码控制矢量，其可识别为不同于数据。由于每个编码矢量具有零的不平衡性(disparity)，因此 6B/8B 传输代码是 DC 平衡的。不平衡性是所定义的位块中的一和零位的数目之差，在本例中，所定义的位块是编码 8 位矢量。术语“平衡”是指编码矢量的零不平衡性。

在 6B/8B 传输代码中，存在总共 68 个编码矢量，并且编码矢量全部是平衡的。因此，编码域内的任何单个位错误或任何奇数个位错误都将生成可立即识别为如此的无效矢量。

为了进行编码和解码，将 64 个源矢量分类成四个集合：

1. 20 个源矢量的第一集合包括所有平衡的 6B 矢量。
2. 除了(例如，不包括)具有四个一的后置游程的矢量之外，14 个源矢量的第二集合包括所有具有正二的不平衡性的 6B 矢量。
3. 除了(例如，不包括)具有四个零的后置游程的矢量之外，14 个源矢量的第三集合包括所有具有负二的不平衡性的 6B 矢量。
4. 20 个源矢量的第四集合包括 14 个具有四或六的不平衡性的矢量、两个具有二的不平衡性和四的后置游程的矢量、以及四个控制矢量。

在编码处理中，如下更详细描述的那样，所有四个集合获得二位前

缀。可选地，还可以作为后缀或在其它指定位置添加这二位。然而，前缀由于下面说明的理由而是有益的实现。对于编码和解码，前三个集合的源位保持不变。只有集合四的 16 个数据矢量需要改变一个、两个或三个位的位置，以生成平衡的编码矢量。如下选择前缀：

1. 第一集合采取具有互补(complementary)位值的二位前缀，即，可选实现中的 10 或 01。
2. 第二集合采取具有 00 值的前缀。
3. 第三集合采取具有 11 值的前缀。
4. 第四集合采取二位前缀，其是第一集合的前缀的补码(complement)，即，可选实现中的 01 或 10 值。

表示法

用大写字母 A、B、C、D、E 和 F 标识源矢量的六位。附加的控制输入带有标记 K。用相应的小写字母 a、b、c、d、e 和 f 标识编码矢量的八位；用字母 g 和 h 标识两个额外位。在下面参考图 11A、11B、13A 和 13B 描述的电路图中，因为某些设计工具不区分小写和大写字母，所以编码输入和输出‘a’到‘h’以大写字母 C 为前缀。所有矢量都被分配这样的名称，其以分别用于数据或控制矢量的字母 D 或 K 开始，随后是用于源矢量的两数位八进制数、或用于编码矢量的三数位八进制数。八进制数代表在右边具有低阶位(即，位 A 或 a)的二进制位模式。用于编码矢量的高阶八进制数位表示位 g 和 h 的值，其识别编码矢量所属的类。

本公开内容假定首先传送高阶位 h。6B/8B 传输代码不对次序敏感，但是因为位 g 和 h 用来对编码矢量进行分类，所以可以想到，在编码矢量的前端的位 g 和 h 的位置可用于轻微地减小接收器的迟延或改善定时容限。注意，传输次序的颠倒将影响下面定义的同步矢量对。

在本文献的方程式中使用的信号名称不反映任何逻辑级别；相反，这些信号名称要被解释为抽象逻辑表述。然而，在电路图中，信号名称可以具有字母 P 或 N 的前缀，以分别表示函数在较高或较低级别是否为真。P 和 N 前缀通常分别不用于以 P 和 N 开始的网络名称(net

name)。以‘n’或‘m’开始的网络号码(net number)在较低级别为真,并且如果在较高级别为真,则采取 P 前缀。在逻辑方程式中,符号 $\cdot$ 、 $+$ 和 $\oplus$ 分别代表布尔与、或和异或函数。撇号(')代表逻辑非。

C. 源矢量和编码矢量

图 1 是 64 个源矢量的格子图,其中忽略了 K 输入的值。图 2 是 68 个编码矢量的格子图,其包括四个不同于数据的控制矢量。这些图中的数目表示以这些数目左边的节点结束的矢量的数目。

低频特性

从图 2 的格子可以清楚,代码是 DC 平衡的,其具有六的最大数字和变化。与格子的零不平衡性级别和极限轮廓(extreme contour)之间的区域相关的规格化 DC 偏移为 1.75。作为参考点,对于如在此将其公开内容引作参考的下面专利文献中描述的光纤通道 8B/10B 代码,偏移值是 1.9: Franaszek 和 Widmer 的美国专利 No. 4,486,739,发明名称为“Byte Oriented DC Balanced (0, 4) 8B/10B Partitioned Block Transmission Code”(1984)。根据用于相等眼闭合度(equal eye closure)的低通滤波器参数,高通滤波器的低频截止点可以位于与 8B/10B 代码一样低或者比其更低。

同步特性

在示例性实施例中,最大游程长度是跨越 8B 边界而居中的六。在本示例性实施例中,没有连续的六的游程。另外,六的游程是奇异的,即,它不能以参照 8B 边界的任何其它对齐出现,并且可以用作停顿(comma)。

为了在控制字符的上下文中生成六个零的停顿,以三个零的后置游程定义控制字符之一(例如, K170)。该字符之后可以是来自图 5 中具有三个零的前置游程的集合的四个数据字符(例如, D027、D033、D035 或 D036)中的任一个。从另一控制字符(K107)生成等价、可选的六个一的停顿,其中另一控制字符(K107)具有三个一的后置游程,随后是来自图 6 中具有三个一的前置游程的集合的四个数据字符(D341、D342、D344、D350)中的任一个。这允许通过矢量对通知和检查矢量对齐和帧

的开始和结束。

组合停顿和控制特性的可选矢量对可以通过首先放置具有三的后置游程的数据矢量然后放置具有三的前置游程的控制矢量来定义。这将要求一些编码表的改变，并且仅仅为了完整性而在此提及。

在正常数据业务中，也将存在具有相同对齐的六个一或零的序列，其也可以用于对齐或对齐检查。

另一个导致对齐的可能性是在编码矢量的随机序列中检查六波特间隔的运行不平衡性，并且步测(stepping)对齐，直至边界处的值呈现稳定值，该值因而可以假定为零，并且在没有错误的情况下应当保持不变。

6B/8B 编码表

如在上面的 6B/8B 传输代码的概述章节中所述，图 2 的六十八个编码 8 位(8B)矢量分成四个集合，其中每个具有编码矢量，如图 3、4、5 和 6 的格子图所示。图 3、5 和 6 中的实线代表除了两位前缀之外在编码域内保持不变的源矢量中的 48 个。图 4 的格子图代表四个控制矢量和剩余的 16 个数据矢量。

图 3、5 和 6 中对于编码无需变化的 48 个编码 8 位矢量列在图 7 的表中。图 4 中的 20 个矢量列在图 8 的表中。该表左边的十个源矢量具有负不平衡性。在右边具有正不平衡性的十个源矢量正好是左边的源矢量的补码。这些矢量中的 16 个对于编码需要如下的变化：

1. 具有全一或零以及六的不平衡性的两个矢量通过对三位取补(complement)而平衡。

2. 具有四的不平衡性的 12 个矢量通过对两位取补来编码。

3. 具有二的不平衡性和四的后置游程长度的两个数据矢量通过对一位取补而平衡。

以粗体类型并且以加下划线的方式打印作为各个源位的补码的编码位。注意分别在图 8 的表的左边与右边之间以及在矢量 D10、D20 和 D40 的‘abc’位与矢量 D04、D02 和 D01 的‘fed’位之间的、16 个数据矢量的集合的取补位的模式中的对称性。对于每对互补矢量，对于编码而

取补的位位置是相同的。该特性简化了编码和解码方程式。完整的6B/8B 编码分配在图 9 的表中示出。

D. 编码 8B 矢量的生成

为了导出编码方程式，参考图 8 和/或 9 的表。一般地，编码位保持未编码位的值($a=A$, $b=B$ 等)，但是当且仅当(iff)相应的方程式为真时，对特定源位取补($a=A'$, $b=B'$ 等)。在编码标记(label)和方程式中，冗余地包括一些位值，以允许更多的用于若干位编码的电路共用。冗余位值在其上面具有一条线(上划线)，并且冗余矢量名称以星号起始。

编码位 a

‘a’列对于 D00、D04、D10、D20、D40、D37、D57、D67、D73 和 D77 具有粗体条目。各个未编码位 FEDCBA 列在图 10A 所示的表中，A 位加有上划线，并且以粗体类型标记了源位中的公共模式，以通过简单的表达式对这些矢量进行逻辑分类。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘a’的编码方程式：

$$a = A \cdot (\overline{A} \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \oplus D + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \oplus F + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F)' + \overline{A}' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \oplus D + \overline{A}' \cdot B' \cdot C' \cdot D' \cdot E \oplus F + \overline{A}' \cdot B' \cdot C' \cdot D' \cdot E' \cdot F'$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$\begin{aligned} n1 &= \overline{A}' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \oplus D + \overline{A}' \cdot B' \cdot C' \cdot D' \cdot E \oplus F + \overline{A}' \cdot B' \cdot C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \\ n2 &= A \cdot (n3)' \\ n3 &= \overline{A} \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \oplus D + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \oplus F + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \end{aligned}$$

编码位 b

‘b’列对于 D20、D40、D37 和 D57 具有粗体条目。各个未编码位 FEDCBA 列在图 10B 所示的表中，B 位加有上划线，并且标记了公共模式。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘b’的编码方程式：

$$b = B \cdot (A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot E \oplus F)' + A' \cdot \overline{B}' \cdot C' \cdot D' \cdot E \oplus F$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n11 = B \cdot (A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot E \oplus F)'$$

编码位 c

‘c’列对于 D60 和 D17 具有粗体条目。各个未编码位 FEDCBA 列在图 10C 所示的表中，并且 C 位加有上划线。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘c’的编码方程式：

$$c = C \cdot (A \cdot B \cdot D \cdot E' \cdot F')' + A' \cdot B' \cdot D' \cdot E \cdot F$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n21 = C \cdot (A \cdot B \cdot D \cdot E' \cdot F')'$$

编码位 d

‘d’列对于 D00 和 D77 具有粗体条目。各个未编码位 FEDCBA 列在图 10D 所示的表中，并且 D 位加有上划线。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘d’的编码方程式：

$$d = D \cdot (A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E \cdot F)' + A' \cdot B' \cdot C' \cdot \overline{D}' \cdot E' \cdot F'$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n31 = D \cdot (A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E \cdot F)'$$

编码位 e

‘e’列对于 D00、D01、D02、D75、D76 和 D77 具有粗体条目。图 10E 所示的表列出了各个未编码位 FEDCBA，E 位加有上划线，并且以粗体条目标记了公共模式。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘e’的编码方程式：

$$e = E \cdot (C \cdot D \cdot \overline{E} \cdot F \cdot A \oplus B + A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} \cdot F)' + \\ C' \cdot D' \cdot \overline{E}' \cdot F' \cdot A \oplus B + A' \cdot B' \cdot C' \cdot D' \cdot \overline{E}' \cdot F'$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n41 = E \cdot (n42)'$$

$$n42 = C \cdot D \cdot \overline{E} \cdot F \cdot A \oplus B + A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} \cdot F$$

编码位 f

‘f’列对于 D01、D02、D04、D10、D67、D73、D75 和 D76 具有粗体条目。各个未编码位 FEDCBA 列在图 10F 所示的表中。为了对其进行编码而必须取补的 F 位加有上划线，并且以粗体条目标记了公共模式。

可以如下编写用于位‘f’的编码方程式：

$$f = F \cdot (C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \oplus B + A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \oplus D)' + \\ C' \cdot D' \cdot E' \cdot \bar{F}' \cdot A \oplus B + A' \cdot B' \cdot E' \cdot \bar{F}' \cdot C \oplus D$$

在图 11B 所示的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n51 = F \cdot (n52)'$$

$$n52 = C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \oplus B + A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \oplus D$$

编码位 g

位‘g’的值对于图 4 和图 6 的 34 个矢量是一。这些矢量列举在图 7 所示的表和图 8 所示的表的右列中。注意，图 7 的表的所有编码矢量的源矢量相同于相应编码矢量的后置六个位，并且未被显式列出。

根据共用位模式对位‘g’的值对于其是一的 34 个源矢量进行排序，并且将它们再次列在图 10G 的表中。所有 22 个具有四个或更多个零的源矢量是该集合的一部分。为了导出逻辑编码方程式，将这 22 个矢量分组成三个重叠集合。用星号标记冗余矢量。该表的左上边的七个源矢量的集合的特征在于三个后置零以及前置三个位位置中至少一个具有零值的位，其以逻辑表达式 $A' \cdot B' \cdot C' \cdot (D' + E' + F')$ 描述。该表的右上边的六个源矢量的集合(不计冗余矢量*D00)的特征在于三个前置零以及后置三个位位置中至少一个具有零值的位，其以逻辑表达式 $(A' + B' + C') \cdot D' \cdot E' \cdot F'$ 描述。左下边的九个矢量的集合(不计冗余矢量)的特征在于前置三个位置中的至少两个零以及后置三个位置中的至少两个零，其以逻辑表达式 $(A' \cdot B' + A' \cdot C' + B' \cdot C') \cdot (D' \cdot E' + D' \cdot F' + E' \cdot F')$ 描述。

在图 10G 的右边的、具有四个一的后置游程的四个矢量以逻辑表达式 $A \cdot B \cdot C \cdot D$ 标识。图 10G 内具有四个前置一的两个矢量以逻辑表达式 $C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot A \oplus B$ 标识，并且具有两个前置一和两个后置一的两个矢量以逻辑表达式 $A \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \oplus D$ 标识。

最后，以一的 K 值标识的所有四个控制矢量具有一的 g 值。

因此，可以如下表达用于 g 位编码的逻辑方程式：

$$g = A' \cdot B' \cdot C' \cdot (D' + E' + F') + (A' + B' + C') \cdot D' \cdot E' \cdot F' + A \cdot B \cdot C$$

• D +

$$C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot A \oplus B + A \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \oplus D +$$

$$(A' \cdot B' + A' \cdot C' + B' \cdot C') \cdot (D' \cdot E' + D' \cdot F' + E' \cdot F') +$$

K

在图 11B 所示的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n61 = n64 \cdot n65$$

$$n62 = n66 + A \cdot B \cdot C \cdot D +$$

$$A \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \oplus D$$

$$n63 = n67 + n68 + K$$

$$n64 = A' \cdot B' + A' \cdot C' + B' \cdot C'$$

$$n65 = D' \cdot E' + D' \cdot F' + E' \cdot F'$$

$$n66 = C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot A \oplus B$$

$$n67 = A' \cdot B' \cdot C' \cdot (D' + E' + F')$$

$$n68 = (A' + B' + C') \cdot D' \cdot E' \cdot F'$$

编码位 h

位‘h’的值对于图 4 和图 5 的所有 34 个矢量是零。这些矢量列举在图 7 所示的表和图 8 所示的表的中间列中。注意，图 7 的表的所有编码矢量的源矢量相同于相应编码矢量的后置六个位，并且未被显式列出。

对位‘h’的值对于其是零的 34 个源矢量进行排序，并且将它们再次列在图 10H 所示的表中。所有 22 个具有四个或更多个一的源矢量是该集合的一部分。为了导出逻辑编码方程式，将这 22 个矢量分组成三个重叠集合。用星号标记冗余矢量。左上边的七个源矢量的集合的特征在于三个后置一以及前置三个位位置中至少一个具有一值的位，其以逻辑表达式 $A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$ 描述。右上边的六个源矢量的集合(不计冗余矢量 *D77)的特征在于三个前置一以及后置三个位位置中至少一个具有一值的位，其以逻辑表达式 $(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$ 描述。左下边的九个矢量的集合(不计冗余矢量)的特征在于后置三个位置中的至少两个一以及前置三个位置中的至少两个一，其以逻辑表达式 $(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot (D \cdot E + D \cdot F + E \cdot F)$ 描述。

在右边具有四个零的后置游程的四个矢量以逻辑表达式 $A' \cdot B' \cdot C' \cdot D'$ 标识。具有四个前置零的两个矢量以逻辑表达式 $C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \cdot A \oplus B$ 标识。具有两个前置和两个后置零的两个矢量以逻辑表达式 $A' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \oplus D$ 标识。

最后，由一的 K 值标识的所有四个控制矢量具有零的 h 值。因此，可以如下表达用于 h 位编码的逻辑方程式：

h

=

$$\{A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F) + (A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F + (A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot (D \cdot E + D \cdot F + E \cdot F) +$$

$$A' \cdot B' \cdot C' \cdot D' + C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \cdot A \oplus B + A' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \oplus D + K\}'$$

在图 11B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$\begin{aligned} n71 &= n74 \cdot n75 & n72 &= n78 + A' \cdot B' \cdot C' \cdot D' + \\ &A' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \oplus D \\ n73 &= n76 + n77 + K & n74 &= A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C \\ n75 &= D \cdot E + D \cdot F + E \cdot F & n76 &= A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F) \\ n77 &= (A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F & n78 &= C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \cdot A \oplus B \end{aligned}$$

E. 6B/8B 编码器的电路实现

图 11A 是示出输入和输出的编码器电路 1100 的符号。在图 11A 和 11B 的示例中，输入数据位(例如，PA 到 PF)以及输入数据位的反相型式(例如，NA 到 NF)输入到编码器电路 1100，不过编码器电路也可以执行反相。

图 11B 是编码器电路 1100 的逻辑图。编码器电路 1100 随同控制信号 PK 一起获得输入数据位(例如，PA 到 PF)和输入数据位的反相型式(例如，NA 到 NF)，并且输出编码矢量 PCa、NCb、NCc、NCd、PCe、PCf、PCg、NCh，其中编码位 NCb、NCc、NCd 和 NCh 将典型地是反相的，以便用于编码器本身或者优选地用于诸如锁存器的某后继电路，以实现较低的延迟惩罚。本领域的技术人员可以使用图 10A 到 10H 的表或者相关联的逻辑方程式来确定图 11B 所示的逻辑。

编码器的可选实现

由于图 8 的表的左边和右边之间的对称性，位 a 到 f 的所有编码方程式具有可以通过广泛使用异或函数来利用的互补特性。这里提供了用于位 a 到 f 的变换编码方程式：

$$\begin{aligned} a &= A \oplus \{ \bar{A} \oplus B' \cdot (B \oplus E' \cdot E \oplus F' \cdot C \oplus D + B \oplus C' \cdot C \oplus D' \cdot E \oplus F \\ &\quad + B \oplus C' \cdot C \oplus D' \cdot D \oplus E' \cdot E \oplus F') \} \\ b &= B \oplus (A \oplus \bar{B}' \cdot \bar{B} \oplus C' \cdot C \oplus D' \cdot E \oplus F) \\ c &= C \oplus (A \oplus B' \cdot B \oplus D' \cdot D \oplus E \cdot E \oplus F') \\ d &= D \oplus (A \oplus B' \cdot B \oplus C' \cdot C \oplus \bar{D}' \cdot \bar{D} \oplus E' \cdot E \oplus F') \\ e &= E \oplus \{ (C \oplus D' \cdot D \oplus \bar{E}' \cdot \bar{E} \oplus F') \cdot (A \oplus B + A \oplus B' \cdot B \oplus C') \} \\ f &= F \oplus \{ (E \oplus \bar{F}') \cdot (C \oplus D' \cdot D \oplus E' \cdot A \oplus B + A \oplus B' \cdot B \oplus E' \cdot C \\ &\quad \oplus D) \} \end{aligned}$$

按照硅面积，基于这些可选方程式的实现可能是有利的。为了支持对特定技术和应用的选择，还应当考虑电路延迟和与功率消耗相关的总电路容量。

F. 解码 6B 矢量的生成

对于所有具有值 hg 01 的编码矢量‘hgfedcba’，解码位 FEDCBA 等于编码位‘fedcba’，并且 K 位的值为零。如果 hg=01，则可以如下所示从图 8 或 9 所示的表中导出解码方程式。

解码位 A

图 8 所示的表的‘a’列对于 D131、D145、D151、D123、D143、D146、D132、D126、D154 和 D134 具有粗体条目。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12A 所示的表中，a 位加有上划线以表示冗余，并且公共模式被标记为粗体类型，以通过简单的表达式来对这些矢量进行逻辑分类。

对于矢量 D131 和 D146，将加有上划线的位‘a’冗余地添加到解码方程式，从而可以与 D 位和 E 位解码共用这些表达式。对于矢量 D145、D151、D132 和 D126，冗余地添加加有上划线的位‘a’，从而可以与 F 位解码共用这些表达式。对于矢量 D123、D143、D154 和 D134，冗余地添加加有上划线的位‘a’，从而可以与 B 位解码共用这些表达式。使用这些标识符，可以如下编写用于位‘A’的解码方程式：

$$A = a \cdot (\bar{a} \cdot b' \cdot c' \cdot d \cdot e \cdot f' \cdot g \cdot h' + \bar{a} \cdot b' \cdot e' \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d + \bar{a} \cdot b \cdot c' \cdot d' \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f) + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d' \cdot e' \cdot f \cdot g \cdot h' + \bar{a} \cdot b' \cdot e \cdot f' \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d + \bar{a} \cdot b' \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f$$

在图 13B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n1 = a \cdot n3'$$

$$n2 = \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d' \cdot e' \cdot f \cdot g \cdot h' + \bar{a} \cdot b' \cdot e \cdot f' \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d + \bar{a} \cdot b' \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f$$

$$n3 = \bar{a} \cdot b' \cdot c' \cdot d \cdot e \cdot f' \cdot g \cdot h' + \bar{a} \cdot b' \cdot e' \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d + \bar{a} \cdot b \cdot c' \cdot d' \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f$$

解码位 B

图 8 所示的表的‘b’列对于 D123、D143、D154 和 D134 具有粗体条目。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12B 所示的表中，b 位加有上划线，

并且以粗体类型标记公共模式。将加有上划线的位‘b’冗余地添加到解码方程式，从而可以与 A 位解码共用这些表达式。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘B’的解码方程式：

$$B = b \cdot (a \cdot \bar{b} \cdot c' \cdot d' \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f)' + a' \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f$$

在图 13B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n11 = b \cdot (a \cdot \bar{b} \cdot c' \cdot d' \cdot g \cdot h' \cdot e \oplus f)'$$

解码位 C

图 8 的表的‘c’列对于 D164 和 D113 具有粗体条目。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12C 所示的表中。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘C’的解码方程式：

$$C = c \cdot (a' \cdot b' \cdot d' \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h)' + a \cdot b \cdot d \cdot e' \cdot f' \cdot g \cdot h'$$

在图 13B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n21 = c \cdot (a' \cdot b' \cdot d' \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h)'$$

解码位 D

图 8 的表的‘d’列对于 D131 和 D146 具有粗体条目。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12D 的表中。将下面方程式中加有上划线的位‘d’冗余地添加到解码方程式，从而可以与 A 位和 E 位解码共用这些表达式。

使用这些标识符，可以如下编写用于位‘D’的解码方程式：

$$D = d \cdot (a \cdot b' \cdot c' \cdot \bar{d} \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h)' + a' \cdot b \cdot c \cdot \bar{d}' \cdot e' \cdot f \cdot g \cdot h'$$

在图 13B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$n31 = d \cdot (a \cdot b' \cdot c' \cdot \bar{d} \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h)'$$

解码位 E

图 8 所示的表的‘e’列对于 D131、D161、D162、D146、D116 和 D115 具有粗体条目。图 12E 所示的表列出各个编码位‘hgfedcba’，e 位加有上划线，并且以粗体类型标记公共模式。

对于矢量 D131 和 D146，将下面方程式中加有上划线的位‘e’冗余地添加到解码方程式，从而可以与 A 位和 D 位解码共用这些表达式。对于矢量 D161、D162、D116 和 D115，冗余地添加加有上划线的位‘e’，从而可以与 F 位解码共用这些表达式。使用这些标识符，可以如下编写

用于位‘e’的编码方程式:

$$E = e \cdot (a \cdot b' \cdot c' \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h' + c' \cdot d' \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b)' + \\ a' \cdot b \cdot c \cdot d' \cdot \bar{e}' \cdot f \cdot g \cdot h' + c \cdot d \cdot \bar{e}' \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b$$

在图 13B 的电路图中, 使用下面的网络名称:

$$n41 = e \cdot n43'$$

$$n42 = a' \cdot b \cdot c \cdot d' \cdot \bar{e}' \cdot f \cdot g \cdot h' + c \cdot d \cdot \bar{e}' \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b$$

$$n43 = (a \cdot b' \cdot c' \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h' + c' \cdot d' \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b)'$$

解码位 F

图 8 中的表的‘f’列对于 D161、D162、D145、D151、D116、D115、D132 和 D126 具有粗体条目。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12F 的表中。对于编码而必须取补的 f 位加有上划线。

对于矢量 D161、D162、D116 和 D115, 将下面方程式中加有上划线的位‘f’冗余地添加到解码方程式, 从而可以与 E 位解码共用这些表达式。对于矢量 D145、D151、D132 和 D126, 冗余地添加加有上划线的位‘f’, 从而可以与 A 位解码共用这些表达式。可以如下编写用于位‘F’的解码方程式:

$$F = f \cdot (c' \cdot d' \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b + a \cdot b' \cdot e' \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d)' \\ + c \cdot d \cdot e' \cdot \bar{f}' \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b + a' \cdot b \cdot e \cdot \bar{f}' \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d$$

在图 13B 的电路图中, 使用下面的网络名称:

$$n51 = f \cdot n52'$$

$$n52 = c' \cdot d' \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h' \cdot a \oplus b + a \cdot b' \cdot e' \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h' \cdot c \oplus d$$

解码位 K

图 8 和 9 的表的‘K’列对于四个编码矢量 K107、K125、K170 和 K152 具有一的值。各个编码位‘hgfedcba’列在图 12G 的表中。

可以如下编写用于位‘K’的解码方程式:

$$K = a \cdot c \cdot d' \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot b \oplus e + a' \cdot c' \cdot d \cdot f \cdot g \cdot h' \cdot b \oplus e$$

在图 13B 的电路图中, 使用下面的网络名称:

$$n60 = c' \cdot d \cdot g \cdot h' \cdot b \oplus e$$

G. 有效性检查

不适合图 2 的格子或者未列在图 9 的表中的任何接收矢量是无效

的。由于总共 256 个八位矢量当中的仅仅 68 个矢量是有效的，因此存在总共 188 个无效矢量。验证矢量属于有效矢量集合的电路比标记(flag)无效矢量的电路更不复杂。通过使用通过以数目 4、6 和 4 标记的中央节点的三组重叠互补电路，可以从图 2 的表的格子直接导出有效性检查。

$$\begin{aligned} \text{VALID} = & (a \oplus b \cdot c \oplus d + b \oplus c \cdot a \oplus d) \cdot (e \oplus f \cdot g \oplus h + f \oplus g \cdot e \oplus h) \\ & + (c \cdot d \cdot a \oplus b + a \cdot b \cdot c \oplus d) \cdot (g' \cdot h' \cdot e \oplus f + e' \cdot f' \cdot g \oplus h) \\ & + (c' \cdot d' \cdot a \oplus b + a' \cdot b' \cdot c \oplus d) \cdot (g \cdot h \cdot e \oplus f + e \cdot f \cdot g \oplus h) \end{aligned}$$

在图 13B 的电路图中，使用下面的网络名称：

$$\begin{aligned} n61 &= a \oplus b \cdot c \oplus d + b \oplus c \cdot a \oplus d & n62 &= e \oplus f \cdot g \oplus h + f \oplus g \cdot e \oplus h \\ n63 &= c \cdot d \cdot a \oplus b + a \cdot b \cdot c \oplus d & n64 &= g' \cdot h' \cdot e \oplus f + e' \cdot f' \cdot g \oplus h \\ n65 &= c' \cdot d' \cdot a \oplus b + a' \cdot b' \cdot c \oplus d & n66 &= g \cdot h \cdot e \oplus f + e \cdot f \cdot g \oplus h \\ n67 &= n61 \cdot n62 & n68 &= n63 \cdot n64 \\ n69 &= n65 \cdot n66 \end{aligned}$$

H. 8B/6B 解码器的电路实现

图 13A 是示出输入和输出的解码器电路 1300 的符号。图 13B 是解码器电路 1300 的逻辑图。解码器电路 1300 接收编码矢量(例如，PCa 到 PCh)以及编码矢量的反相型式(例如，NCa 到 NCh)，并且产生输出解码矢量 PA、NB、NC、ND、PE 和 PF。另外，还产生控制信号 PK。典型地，NB、NC 和 ND 将在某后继电路例如锁存器中反相。解码器电路 1300 还产生 NVAL 信号，其在较低级别表示所接收的编码矢量有效。较高级别表示无效矢量。

本领域的技术人员可以使用图 12A 到 12G 的表或者相关联的逻辑方程式来确定图 13B 所示的逻辑。

解码器的可选实现

如同编码一样，用于位 A 到 F、位 K 以及有效性检查的所有解码方程式具有可以通过广泛使用异或函数而利用的互补特性。这里提出了用

于位 **a** 到 **f**、位 **K** 和 **VALID** 的变换编码方程式:

$$A = a \oplus \{(e \oplus f \cdot g \cdot h') \cdot (\bar{a} \oplus b \cdot b \oplus c' \cdot c \oplus d \cdot d \oplus e' + \bar{a} \oplus b \cdot b \oplus e' \cdot c \oplus d + \bar{a} \oplus b' \cdot b \oplus c \cdot c \oplus d')\}$$

$$B = b \oplus (a \oplus \bar{b}' \cdot \bar{b} \oplus c \cdot c \oplus d' \cdot e \oplus f \cdot g \cdot h')$$

$$C = c \oplus (a \oplus b' \cdot b \oplus d' \cdot d \oplus e \cdot e \oplus f' \cdot g \cdot h')$$

$$D = d \oplus (a \oplus b \cdot b \oplus c' \cdot c \oplus \bar{d} \cdot \bar{d} \oplus e' \cdot e \oplus f \cdot g \cdot h')$$

$$E = e \oplus \{(a \oplus b \cdot g \cdot h') \cdot (b \oplus c' \cdot c \oplus d \cdot d \oplus \bar{e}' \cdot \bar{e} \oplus f + c \oplus d' \cdot d \oplus \bar{e} \cdot \bar{e} \oplus f')\}$$

$$F = f \oplus \{(a \oplus b \cdot g \cdot h') \cdot (c \oplus d' \cdot d \oplus e \cdot e \oplus \bar{f}' + b \oplus e' \cdot c \oplus d \cdot e \oplus \bar{f})\}$$

$$K = \{(b \oplus e \cdot g \cdot h') \cdot (a \oplus c' \cdot c \oplus d \cdot d \oplus f')\}$$

$$\begin{aligned} \text{VALID} = & (a \oplus b \cdot c \oplus d + b \oplus c \cdot a \oplus d) \cdot (e \oplus f \cdot g \oplus h + f \oplus g \cdot e \oplus h) \\ & + (a \oplus b \cdot c \oplus d' + a \oplus b' \cdot c \oplus d) \cdot (e \oplus f \cdot g \oplus h' + e \oplus f' \cdot g \oplus h) \cdot \\ & (c \oplus g \cdot d \oplus h \\ & + a \oplus e \cdot b \oplus f) \end{aligned}$$

合并了用于 **VALID** 的原始方程式的第二和第三行。如同可选编码电路一样，相同的注解适用于可选解码电路。

I. 实现概要

用于 6B/8B-P 代码的编码电路可以由 69 个标准基本逻辑元件(例如，2×INV、8×NAND3、20×NAND2、26×NOR3、10×NOR2、3×XNOR2)构建。假定互补输入，在任何逻辑路径中存在不多于五个元件。类似地，包括有效性检查的解码电路需要不多于 78 个元件(2×INV、3×NAND3、19×NAND2、10×NOR4、7×NOR3、28×NOR2、9×XNOR2)，并且在任何逻辑路径中需要不多于五个元件。可以用较小的硅面积实现广泛使用异或函数的可选实现。

应当理解，这里示出和描述的实施例和变体仅仅用来说明本发明的原理，并且在不脱离本发明的范围和精神的情况下，本领域的技术人员可以实现各种修改。例如，用来创建平衡编码矢量的位可以放置在编码矢量内的任何地方，并且可以逆反定义未编码或编码矢量的位。

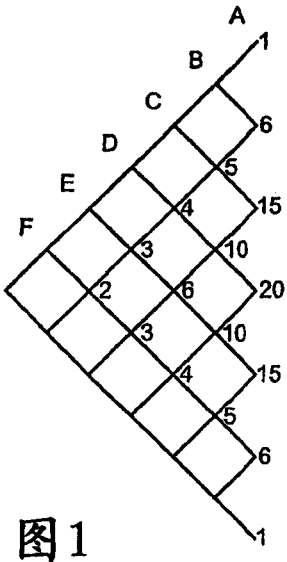


图1

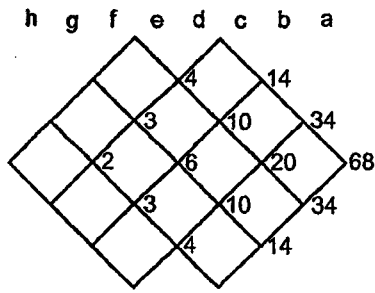


图2

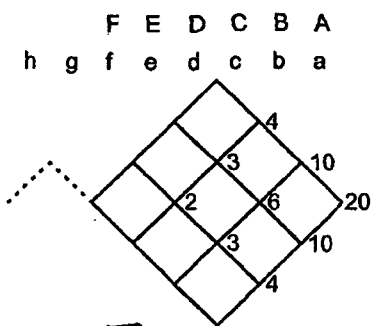


图3

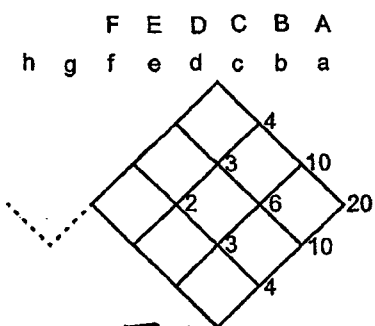


图4

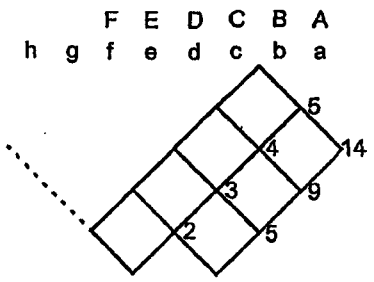


图5

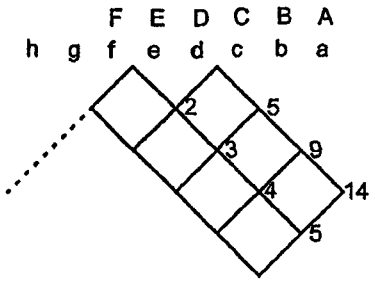


图6

没有变化的48个编码矢量

图3		图5		图6	
名称	hgfedcba	名称	hgfedcba	名称	hgfedcba
D207	10000111	D027	00010111	D303	11000011
D213	10001011	D033	00011011	D305	11000101
D215	10001101	D035	00011101	D306	11000110
D216	10001110	D036	00011110	D311	11001001
D223	10010011	D047	00100111	D312	11001010
D225	10010101	D053	00101011	D314	11001100
D226	10010110	D055	00101101	D321	11010001
D231	10011001	D056	00101110	D322	11010010
D232	10011010	D063	00110011	D324	11010100
D234	10011100	D065	00110101	D330	11011000
D243	10100011	D066	00110110	D341	11100001
D245	10100101	D071	00111001	D342	11100010
D246	10100110	D072	00111010	D344	11100100
D251	10101001	D074	00111100	D350	11101000
D252	10101010				
D254	10101100				
D261	10110001				
D262	10110010				
D264	10110100				
D270	10111000				

图7

图4中具有单独位变化的20个编码矢量

名称	K FEDCBA	名称	hgfedcba	名称	K FEDCBA	名称	hgfedcba
D00	0 000000	D131	010 <u>1</u> 100 <u>1</u>	D77	0 111111	D146	011 <u>0</u> <u>0</u> 11 <u>0</u>
D01	0 000001	D161	01 <u>1</u> 10001	D76	0 111110	D116	01 <u>0</u> <u>0</u> 1110
D02	0 000010	D162	01 <u>1</u> 10010	D75	0 111101	D115	01 <u>0</u> <u>0</u> 1101
D04	0 000100	D145	01 <u>1</u> 0010 <u>1</u>	D73	0 111011	D132	01 <u>0</u> 1101 <u>0</u>
D10	0 001000	D151	01 <u>1</u> 0100 <u>1</u>	D67	0 110111	D126	01 <u>0</u> 1011 <u>0</u>
D20	0 010000	D123	010100 <u>1</u> <u>1</u>	D57	0 101111	D154	011011 <u>0</u> <u>0</u>
D40	0 100000	D143	011000 <u>1</u> <u>1</u>	D37	0 011111	D134	010111 <u>0</u> <u>0</u>
D60	0 110000	D164	01110100	D17	0 001111	D113	01001 <u>0</u> 11
K07	1 000111	K107	01000111	K70	1 111000	K170	01111000
K25	1 010101	K125	01010101	K52	1 101010	K152	01101010

图8

6B/8B代码

名称	K FEDCBA	名称	hgfedcba	名称	K FEDCBA	名称	hgfedcba
D00	0 000000	D131	010 <u>11</u> 00 <u>1</u>	D42	0 100010	D342	11100010
D01	0 000001	D161	01 <u>11</u> 0001	D43	0 100011	D243	10100011
D02	0 000010	D162	01 <u>11</u> 0010	D44	0 100100	D344	11100100
D03	0 000011	D303	11000011	D45	0 100101	D245	10100101
D04	0 000100	D145	01 <u>1</u> 0010 <u>1</u>	D46	0 100110	D246	10100110
D05	0 000101	D305	11000101	D47	0 100111	D047	00100111
D06	0 000110	D306	11000110	D50	0 101000	D350	11101000
D07	0 000111	D207	10000111	D51	0 101001	D251	10101001
D10	0 001000	D151	01 <u>1</u> 0100 <u>1</u>	D52	0 101010	D252	10101010
D11	0 001001	D311	11001001	D53	0 101011	D053	00101011
D12	0 001010	D312	11001010	D54	0 101100	D254	10101100
D13	0 001011	D213	10001011	D55	0 101101	D055	00101101
D14	0 001100	D314	11001100	D56	0 101110	D056	00101110
D15	0 001101	D215	10001101	D57	0 101111	D154	011011 <u>0</u> 0
D16	0 001110	D216	10001110	D60	0 110000	D164	01110 <u>1</u> 00
D17	0 001111	D113	01001 <u>0</u> 11	D61	0 110001	D261	10110001
D20	0 010000	D123	010100 <u>11</u>	D62	0 110010	D262	10110010
D21	0 010001	D321	11010001	D63	0 110011	D063	00110011
D22	0 010010	D322	11010010	D64	0 110100	D264	10110100
D23	0 010011	D223	10010011	D65	0 110101	D065	00110101
D24	0 010100	D324	11010100	D66	0 110110	D066	00110110
D25	0 010101	D225	10010101	D67	0 110111	D126	01 <u>0</u> 1011 <u>0</u>
D26	0 010110	D226	10010110	D70	0 111000	D270	10111000
D27	0 010111	D027	00010111	D71	0 111001	D071	00111001
D30	0 011000	D330	11011000	D72	0 111010	D072	00111010
D31	0 011001	D231	10011001	D73	0 111011	D132	01 <u>0</u> 1101 <u>0</u>
D32	0 011010	D232	10011010	D74	0 111100	D074	00111100
D33	0 011011	D033	00011011	D75	0 111101	D115	01 <u>0</u> <u>0</u> 1101
D34	0 011100	D234	10011100	D76	0 111110	D116	01 <u>0</u> <u>0</u> 1110
D35	0 011101	D035	00011101	D77	0 111111	D146	011 <u>0</u> <u>0</u> 11 <u>0</u>
D36	0 011110	D036	00011110	K07	1 000111	K107	01000111
D37	0 011111	D134	010111 <u>00</u>	K25	1 010101	K125	01010101
D40	0 100000	D143	011000 <u>11</u>	K52	1 101010	K152	01101010
D41	0 100001	D341	11100001	K70	1 111000	K170	01111000

图 9

a位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	a	名称	K FEDCBA	编码标记	a
D00	x 000000	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F}$	1	D77	x 111111	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D04	x 000100	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot C \neq D$	1	D73	x 111011	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot C \neq D$	0
D10	x 001000	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot C \neq D$	1	D67	x 110111	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot C \neq D$	0
D20	x 010000	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	1	D57	x 101111	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	0
D40	x 100000	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	1	D37	x 011111	$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	0

图 10A

b位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	b	名称	K FEDCBA	编码标记	b
D20	x 010000	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	1	D57	x 101111	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	0
D40	x 100000	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	1	D37	x 011111	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E \neq F$	0

图 10B

c位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	c	名称	K FEDCBA	编码标记	c
D60	x 110000	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot F$	1	D17	x 001111	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot F$	0

图 10C

d位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	d	名称	K FEDCBA	编码标记	d
D00	x 000000	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F}$	1	D77	x 111111	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0

图 10D

e位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	e	名称	K FEDCBA	编码标记	e
D00	x 000000	$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F}$	1	D77	x 111111	$A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D01	x 000001	$C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot A \neq B$	1	D76	x 111110	$C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot A \neq B$	0
D02	x 000010	$C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot A \neq B$	1	D75	x 111101	$C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} \cdot \overline{F} \cdot A \neq B$	0

图 10E

f位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	f	名称	K FEDCBA	编码标记	f
D01	x 000001	$C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \neq B$	1	D76	x 111110	$C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \neq B$	0
D02	x 000010	$C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \neq B$	1	D75	x 111101	$C \cdot D \cdot E \cdot \bar{F} \cdot A \neq B$	0
D04	x 000100	$A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \neq D$	1	D73	x 111011	$A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \neq D$	0
D10	x 001000	$A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \neq D$	1	D67	x 110111	$A \cdot B \cdot E \cdot \bar{F} \cdot C \neq D$	0

图 10F

g位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	g	名称	K FEDCBA	编码标记	g
D00	x 000000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	*D00	x 000000	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D10	x 001000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D01	x 000001	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D20	x 010000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D02	x 000010	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D30	x 011000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D03	x 000011	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D40	x 100000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D04	x 000100	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D50	x 101000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D05	x 000101	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D60	x 110000	$A \cdot B \cdot C \cdot (D + E + F)$	1	D06	x 000110	$(A + B + C) \cdot D \cdot E \cdot F$	1
D11	x 001001	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	1	D17	x 001111	$A \cdot B \cdot C \cdot D$	1
D12	x 001010	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	1	D37	x 011111	$A \cdot B \cdot C \cdot D$	1
D14	x 001100	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	1	D57	x 101111	$A \cdot B \cdot C \cdot D$	1
D21	x 010001	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	1	D77	x 111111	$A \cdot B \cdot C \cdot D$	1
D22	x 010010	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	1	D75	x 111101	$C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot A \neq B$	1
D24	x 010100	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	1	D76	x 111110	$C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot A \neq B$	1
D41	x 100001	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	1	D67	x 110111	$A \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \neq D$	1
D42	x 100010	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	1	D73	x 111011	$A \cdot B \cdot E \cdot F \cdot C \neq D$	1
D44	x 100100	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	1	K07	1 000111	K	1
*D00	x 000000		1	K25	1 010101	K	1
*D01	x 000001		1	K52	1 101010	K	1
*D02	x 000010		1	K70	1 111000	K	1
*D04	x 000100		1				
*D10	x 001000		1				
*D20	x 010000		1				
*D40	x 100000		1				

图 10G

h位编码

名称	K FEDCBA	编码标记	h	名称	K FEDCBA	编码标记	h
D17	x 001111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D71	x 111001	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D27	x 010111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D72	x 111010	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D37	x 011111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D73	x 111011	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D47	x 100111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D74	x 111100	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D57	x 101111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D75	x 111101	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D67	x 110111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	D76	x 111110	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D77	x 111111	$A \cdot B \cdot C \cdot (D+E+F)$	0	*D77	x 111111	$(A+B+C) \cdot D \cdot E \cdot F$	0
D33	x 011011	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	0	D00	x 000000	$A' \cdot B' \cdot C' \cdot D'$	0
D35	x 011101	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	0	D20	x 010000	$A' \cdot B' \cdot C' \cdot D'$	0
D36	x 011110	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot E$	0	D40	x 100000	$A' \cdot B' \cdot C' \cdot D'$	0
D53	x 101011	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	0	D60	x 110000	$A' \cdot B' \cdot C' \cdot D'$	0
D55	x 101101	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	0	D01	x 000001	$C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \cdot A \neq B$	0
D56	x 101110	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot D \cdot F$	0	D02	x 000010	$C' \cdot D' \cdot E' \cdot F' \cdot A \neq B$	0
D63	x 110011	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	0	D04	x 000100	$A' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \neq D$	0
D65	x 110101	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	0	D10	x 001000	$A' \cdot B' \cdot E' \cdot F' \cdot C \neq D$	0
D66	x 110110	$(A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C) \cdot E \cdot F$	0	K07	1 000111	K	0
*D37	x 011111		0	K25	1 010101	K	0
*D57	x 101111		0	K52	1 101010	K	0
*D67	x 110111			K70	1 111000	K	0
*D73	x 111011						
*D75	x 111101						
*D76	x 111110						
*D77	x 111111						

图 10H

A位解码

名称	hgfedcba	编码标记	AK	名称	hgfedcba	编码标记	AK
D131	01011001	$\overline{a} \cdot b' \cdot c' \cdot d' \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h'$	00	D146	01100110	$\overline{a'} \cdot b \cdot c \cdot d' \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h'$	10
D145	01100101	$\overline{a} \cdot b' \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h' \cdot c \neq d$	00	D132	01011010	$\overline{a'} \cdot b \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h' \cdot c \neq d$	10
D151	01101001	$\overline{a} \cdot b' \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h' \cdot c \neq d$	00	D126	01010110	$\overline{a'} \cdot b \cdot e' \cdot f' \cdot g' \cdot h' \cdot c \neq d$	10
D123	01010011	$\overline{a} \cdot b \cdot c' \cdot d' \cdot g' \cdot h' \cdot e \neq f$	00	D154	01101100	$\overline{a'} \cdot b' \cdot c \cdot d \cdot g' \cdot h' \cdot e \neq f$	10
D143	01100011	$\overline{a} \cdot b \cdot c' \cdot d' \cdot g' \cdot h' \cdot e \neq f$	00	D134	01011100	$\overline{a'} \cdot b' \cdot c \cdot d \cdot g' \cdot h' \cdot e \neq f$	10

图 12A

B位解码

名称	hgfedcba	编码标记	BK	名称	hgfedcba	编码标记	BK
D123	010100 $\bar{1}$ 1	$a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h \cdot e \neq f$	00	D154	011011 $\bar{0}$ 0	$a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h \cdot e \neq f$	10
D143	011000 $\bar{1}$ 1	$a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h \cdot e \neq f$	00	D134	010111 $\bar{0}$ 0	$a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot d \cdot g \cdot h \cdot e \neq f$	10

图 12B

C位解码

名称	hgfedcba	编码标记	CK	名称	hgfedcba	编码标记	CK
D164	011101 $\bar{0}$ 0	$a \cdot b \cdot d \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h$	00	D113	01001 $\bar{0}$ 11	$a \cdot b \cdot d \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h$	10

图 12C

D位解码

名称	hgfedcba	编码标记	DK	名称	hgfedcba	编码标记	DK
D131	01011 $\bar{0}$ 01	$a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h$	00	D146	01100 $\bar{1}$ 10	$a \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} \cdot e \cdot f \cdot g \cdot h$	10

图 12D

E位解码

名称	hgfedcba	编码标记	EK	名称	hgfedcba	编码标记	EK
D131	0101 $\bar{1}$ 001	$a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h$	00	D146	011 $\bar{0}$ 0110	$a \cdot b \cdot c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h$	10
D161	011 $\bar{1}$ 0001	$c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	00	D116	0100 $\bar{1}$ 110	$c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	10
D162	011 $\bar{1}$ 0010	$c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	00	D115	0100 $\bar{1}$ 101	$c \cdot d \cdot \bar{e} \cdot f \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	10

图 12E

F解码

名称	hgfedcba	编码标记	FK	名称	hgfedcba	编码标记	FK
D161	01 $\bar{1}$ 10001	$c \cdot d \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	00	D116	01 $\bar{0}$ 01110	$c \cdot d \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	10
D162	01 $\bar{1}$ 10010	$c \cdot d \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	00	D115	01 $\bar{0}$ 01101	$c \cdot d \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot a \neq b$	10
D145	01 $\bar{1}$ 00101	$a \cdot b \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot c \neq d$	00	D132	01 $\bar{0}$ 11010	$a \cdot b \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot c \neq d$	10
D151	01 $\bar{1}$ 01001	$a \cdot b \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot c \neq d$	00	D126	01 $\bar{0}$ 10110	$a \cdot b \cdot e \cdot \bar{f} \cdot g \cdot h \cdot c \neq d$	10

图 12F

K解码

名称	hgfedcba	编码标记	K	名称	hgfedcba	编码标记	K
K107	01000111	$a \cdot c \cdot d \cdot f \cdot g \cdot h \cdot b \neq e$	1	K170	01111000	$a \cdot c \cdot d \cdot f \cdot g \cdot h \cdot b \neq e$	1
K125	01010101	$a \cdot c \cdot d \cdot f \cdot g \cdot h \cdot b \neq e$	1	K152	01101010	$a \cdot c \cdot d \cdot f \cdot g \cdot h \cdot b \neq e$	1

图 12G

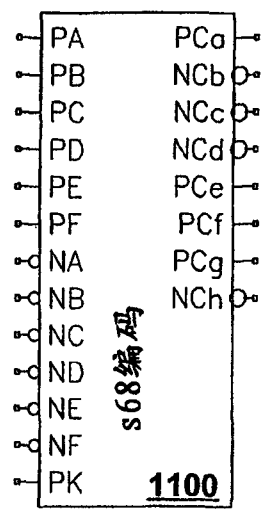


图 11A

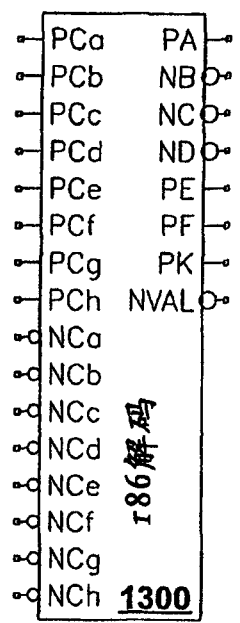


图 13A

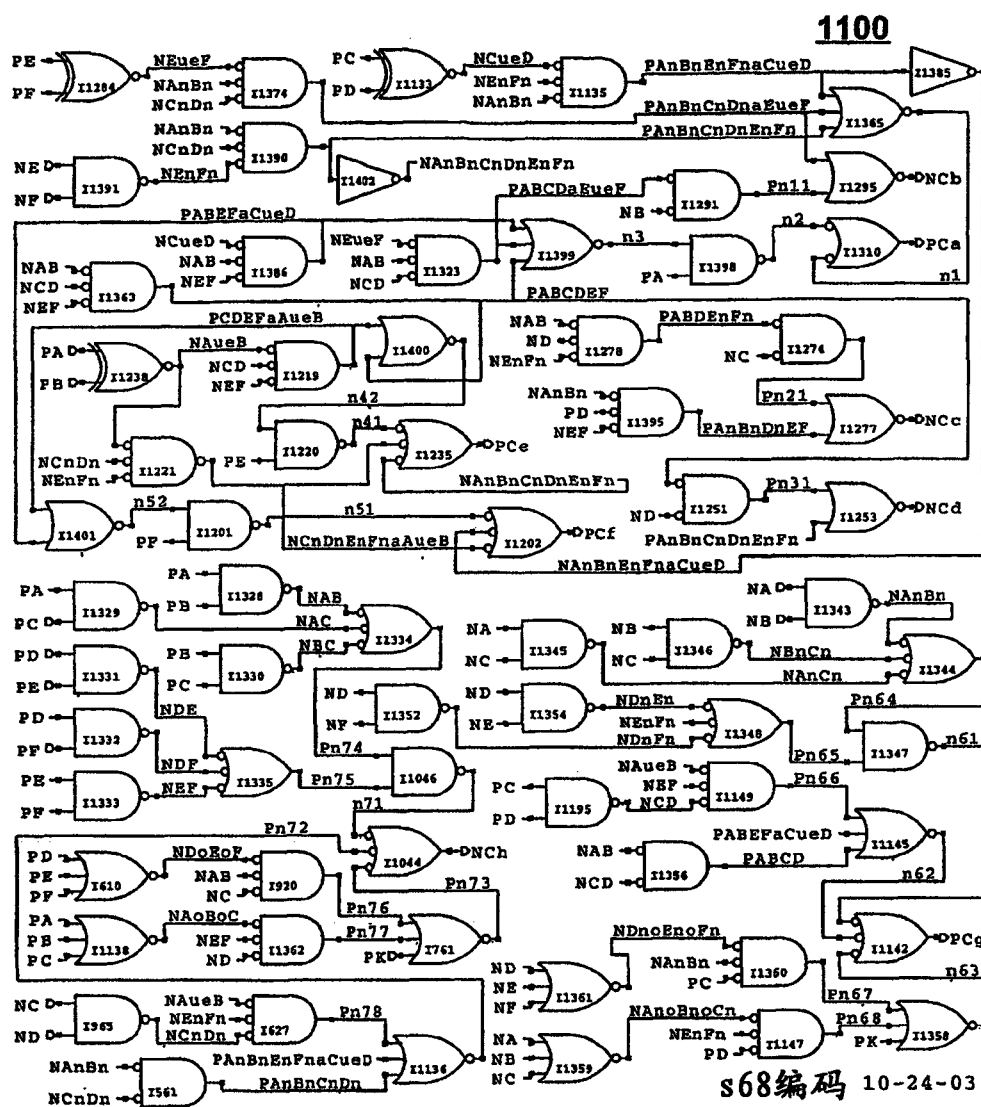


图 11B

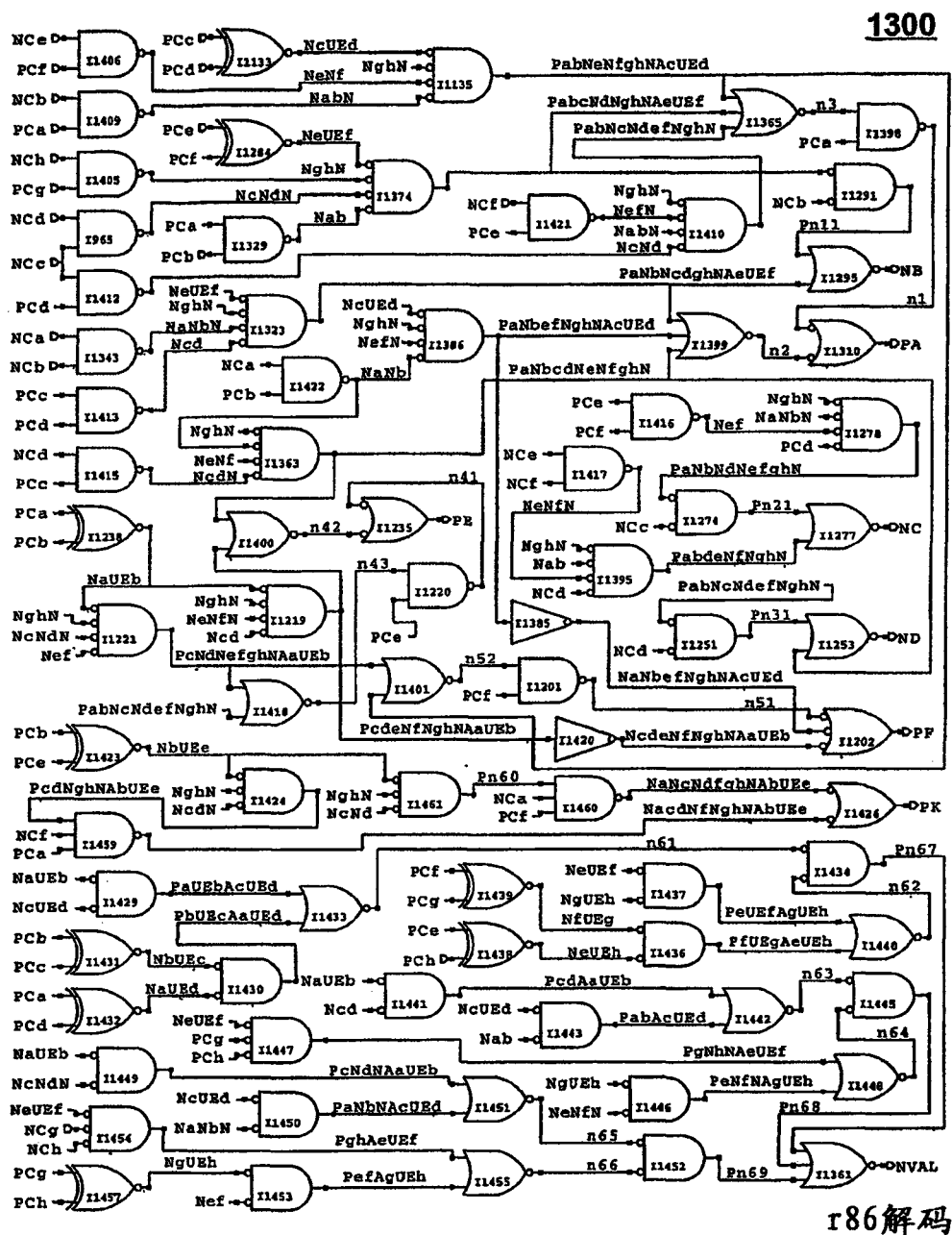


图 13B