

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03M 13/27

H04Q 7/20



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99117950.1

[43] 授权公告日 2003 年 5 月 7 日

[11] 授权公告号 CN 1108016C

[22] 申请日 1999.8.19 [21] 申请号 99117950.1

[30] 优先权

[32] 1998. 8. 19 [33] JP [31] 232579/1998

[71] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川

[72] 发明人 李继峰

审查员 熊 婷

[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

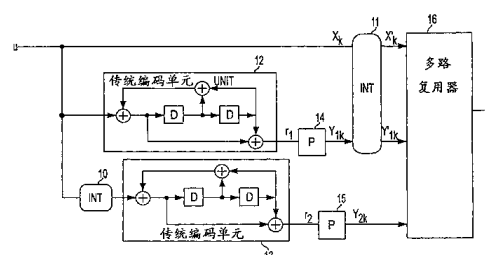
代理人 吴丽丽

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 10 页

[54] 发明名称 编码设备和方法

[57] 摘要

本发明是通过考虑衰落信道的特性，而提供一种编码器与交错器的一种优化组合。发送到一个多路复用器的信号 x_k 和 y_{1k} 被交错，并被输入到一个多路复用器。这使得能够消除在传统设备中在编码器与多路复用器之间的信道交错器。该编码设备包括第一和第二编码器、第一和第二交错器、以及对第一交错器的输出和第二编码器的输出进行多路复用的一个多路复用器。在此情况下，信道交错器的延迟被延长，以减小位错误率。



1.一种用于通信系统的编码设备，包括：

一个第一编码器，用于编码一个输入信号；

一个第一交错器，用于交错该输入信号和来自所述第一编码器的输出；

一个第二交错器，用于交错该输入信号；

一个第二编码器，用于对所述第二交错器的输出进行编码；以及

一个多路复用器，用于对所述第一交错器的输出信号和所述第二编码器的输出信号进行多路复用。

2.根据权利要求1的设备，其中所述第一和第二编码器进行一种涡轮编码处理

3.根据权利要求1的设备，进一步包括耦合在所述第一编码器的输出端与所述第一交错器的输入端之间的一个穿孔单元。

4.根据权利要求1的设备，进一步包括耦合在所述第二编码器的输出端与所述多路复用器之间的一个第二穿孔单元。

5.根据权利要求1的设备，其中：

所述第一交错器确定在输入至所述第一交错器的一个编码信号的末尾位上是否进行一种交错处理。

6.根据权利要求2的设备，其中提供了所述第二编码器与所述第二交错器的多个组合。

7.根据权利要求1的设备，进一步包括：

一个信道交错器，用于交错所述多路复用器的输出。

8.一种用于对移动通信系统的输入信号进行编码的方法，所述方法包括以下步骤：

(a) 编码该输入信号；

(b) 把该输入信号与在所述步骤(a)中编码的信号进行交错；

(c) 交错该输入信号；

(d) 对在所述步骤(c)中获得的信号进行编码；

(e) 把在所述步骤(b)中获得的信号和在所述步骤(d)中获得的另一信号进行多路复用。

9.根据权利要求8的方法,其中在所述步骤(a)和(d)中进行一种涡轮编码处理。

10.根据权利要求8的方法,其中在交错在所述步骤(b)中获得的信号之前,对在所述步骤(a)中获得的一种信号进行穿孔处理。

11.根据权利要求8的方法,其中对在步骤(d)中获得的一种信号进行穿孔处理。

12.根据权利要求8的方法,进一步包括以下步骤:

确定编码信号的一个末尾位是否将要被交错。

13.根据权利要求8的方法,进一步包括以下步骤:

对在所述步骤(e)中获得的多路复用信号进行交错。

编码设备和方法

技术领域

本发明涉及一种用于改善通信系统中的衰落信道（fading channel）中的发送特性的编码设备。

技术背景

为了实现多媒体通信的实际应用，已经进行了各种研究和开发。实际中，已经在移动终端通信系统中进行了开发而这种系统对于用于实际移动终端通信的、包括数据和图象等等的信息以及语音信息的发送，已经变得非常普遍。

在这种移动终端通信中，一种这样的系统是CDMA（码分多址联接）系统。然而，在这种移动终端通信中的一个关键问题，是移动终端不是固定的。因此，需要能够保证令人满意的通信系统。

例如，当移动终端被用在高层建筑之间时，从基站向移动终端发送的电波在被各种障碍物所反射之后被移动终端所接收。这种衰减被称为多径衰落（multi-path fading）。通过这种多径衰落，移动终端接收的电波的功率经常被改变。

当电波在差的电功率状态下被接收时，接收的数据的位错误率变得很高。当位错误以均匀分布的方式出现时，错误可以被方便地校正。然而，如果位错误以脉冲串的方式发生，则校正这种错误就更困难。

特别地，在下一代的移动终端通信系统中，高速和高质量的发送是必不可少的。为了保持这种质量，一种涡轮码被认为是有效错误校正码的一种可能的候选。采用这种涡轮码，通信系统的发送特性能够得到显著的改善。

图6显示了传统DS-CDMA系统的发送器的一个例子。当数据和/或语音信号被输入时，它被一个将在后面描述的涡轮编码器61所接

收，在该涡轮编码器61中采用了涡轮码。在涡轮编码器61中，数据信号和语音信号被编码成涡轮码，且这些信号被置于可校正状态。

编码信号随后被输入一个信道交错器62，而该信道交错器62被用来防止错误脉冲串通过衰落而产生发送特性的恶化。信道交错器62对输入信号的位阵列进行随机化，并输出其结果。

从信道交错器62输出的信号，与用于同步信号的引导信号63一起，被随后输入到一个多路复用单元64。多路复用单元64对来自信道交错器62的信号进行多路复用，并随后将多路复用的输出输入到一个调制器65（以进行图6中的QPSK调制）。受到QPSK调制器65的调制的信号被发送到一个扩展单元66，以受到扩展频谱调制处理，并随后通过一个天线67被发送。

图7显示了传统的涡轮编码器的一个例子。输入图7所示的编码器的数据信号 u 被分支。一个分支信号被发送到一个多路复用器73，且另一个被发送到一个卷积编码器70-1和一个交错器71。在卷积编码器70-1中，利用输入数据信号 u 的信号串，产生一个卷积码。在图7的配置中，一个输入信号 x_k 被一个加法器加到一个一位延迟值 x_{k-1} 和一个两位值 x_{k-2} 上。进一步地，该结果被重新加到该2位延迟值 x_{k-2} 上，并作为一种卷积码 y_{1k} 而被加到一个穿孔单元（puncturing unit）72上。

进一步地，被发送至交错器71的数据信号临时进入一个矩阵，并随后按照不同于它们被写入到该矩阵中的顺序的一个顺序被读取。因此，从交错器71输出的数据信号由不同于原来的数据信号 u 的一个位阵列表示。因此，在该数据信号的位序列被随机改变之后，该信号被输入到一个卷积编码器70-2。

在卷积编码器70-2中，进行着与在卷积编码器70-1中进行的处理类似的处理，且卷积码被产生出来。然而，从卷积编码器70-2输出的卷积码是通过对具有由交错器71随机化的位序列的数据信号进行编码而获得的。因此，它作为不同于从卷积编码器70-1输出的码的一种卷积码 y_{2k} ，而被输入穿孔单元72。

穿孔单元72 利用一种预定的形式， 切换来自卷积编码器70- 1 的码 y_{1k} 和来自卷积编码器70-2的码 y_{2k} 。切换的码随后被输入多路复用器73。一种典型的穿孔方法， 是交替地切换码 y_{1k} 和码 y_{2k} 。然而， 码的切换不一定是交替进行的。用户可适当地确定切换的模式。

信号 x_k 和来自穿孔单元72的信号被多路复用器73所多路复用， 且其结果随后作为一种编码信号而被输出。从多路复用器73输出的该编码信号被一个交错器62所交错。换言之， 编码信号被读入一个矩阵， 并随机地读出， 并随后被输出。图7 的交错器71 用于使来自卷积编码器70- 2 的码 y_{2k} 不同于来自卷积编码器70-1的码 y_{1k} 。交错器71 和卷积编码器70-2形成了一个编码器。进一步地， 交错器62用于防止在一种发送信号中出现脉冲串。

由于发送信号是借助对信号的位阵列进行随机化的交错器62而获得的， 发生在信号中的可能跨越多个位的错误脉冲串被扩展了。错误脉冲串可通过用于把错误扩展成散布的位错误的接收侧交错器74， 而得到扩展。这是所希望的， 因为多个散布的位错误比一个错误脉冲串更方便得到校正。结果， 由于错误脉冲串而引起的错误编码率得到了降低。

图8显示了基本的交错处理的一个例子。 一个交错器包括用于依次存储输入数据的多个存储器。如图8所示， 输入数据信号从开始位起被一位一位地依次写入。例如， 图8中的标号所表示的行方向。 在读取了预定长度的数据信号之后， 数据信号随后按照例如列方向被读出。因此， 数据信号的位被随机输出。列的读取并不总是从左边开始依次进行的。更好的方法， 是随机地选择和读取列， 从而进一步地随机化所要输出的数据信号。

为了随机化数据信号， 所希望的是读取和输出大量的数据信号。因此， 其输出顺序可被改变的信号的数目增大了。例如， 一组的数据信号可被读取和交错。在此情况下， 该组跟随有一个末尾位， 且该末尾位可以被交错也可以不被交错。当末尾位被交错时， 它可以与形成图8所示的矩阵的其他信号一起被类似地读出。除非末尾位被交错， 该信号被从末尾位的存储位置以外的位置被读出。在所有其他的数据

信号都被读出之后，末尾位才按照其被写入的顺序而被读出，并随后被加到输出信号的末尾。

交错器首先把数据信号存储在存储器中，并随后读取该数据信号。因此，所要读取的数据信号的数目越大，延迟就越长。结果，当交错处理由如图7所示的交错器71进行时，卷积编码器70-2的输出被延迟了交错器71的延迟量。因此，提供了移位寄存器等，以调节其他编码器的输出，或直接输出数据信号的时序。

由于所有信号都在图7的交错器62进行的交错处理中被延迟了，所以不需要设计用于调节与其他信号的时序关系的配置。然而，为了更有效地进行交错处理，更大量的数据信号得到了存储，从而造成了更大的延迟。

图9显示了一种传统解码器的一个例子。图9所示的解码器是串联的并用于依次解码。在这些解码器中被解码的信号由图7显示的编码器进行编码。这些解码器的操作可参见美国专利第5,446,747中的描述，该专利在此被引为参考文献。

图10显示了当采用衰落信道时接收电功率的图象。在移动终端通信等的情况下，错误脉冲串可由于衰落的影响而产生。在图10中，接收功率随时间的涨落很大。当接收功率高时，信号被正确地接收的可能性很大。当接收功率低时，出现大量的错误脉冲串的可能性很大。在最差的情况下，数据完全不能被接收。一般地，为了校正数据信号发送期间发生的位错误，进行了一种错误校正编码处理。然而，由于传统的错误校正解码器受到错误脉冲串的严重影响，经常采用一种交错器来随机化错误脉冲串。即，在错误校正编码器之后设置了图7所示的交错器62。上述的编码器被称为涡轮编码器，并能够利用众所周知的编码方法来校正错误。

在上述的传统技术中，独立地进行着涡轮编码处理和信道交错处理。因此，错误校正解码处理未得到有效处理。进一步地，由于在涡轮编码器中还设置了一个交错器，编码和交错处理所产生的延迟约为 $2N$ （在此情况下 N 指的是存储在交错器中的信号的长度）。换言之，在这种交错处理中，在把具有信号长度为 N 的信号写入存储器中的过程中产生了延迟 N 。

进一步地，当把信号长度为 N 的信号从存储器中读出时，产生了另一个延迟 N 。在此情况下，需要就给定的 $2N$ 延迟进一步地改善发送特性（位错误率、帧错误率）。这种可能对高标准的（数据等）服务来说是特别严重的。

发明内容

本发明的一个目的，是通过考虑衰落信道的特性，而提供一种编码器与交错器的一种优化组合。

根据本发明，这些和其他的目的得到了实现，其中本发明包括：一个第一编码单元，用于对输入信号进行编码；一个第一交错器单元，用于对输入信号和第一编码单元的输出生成交错；一个第二交错器单元，用于交错输入信号；一个第二编码单元，用于编码第二交错器单元的输出生成；以及，一个多路复用单元，用于对第一交错器单元的输出生成信号与第二编码单元的输出生成信号进行多路复用，并发送所获得的结果。

本发明提供一种用于对移动通信系统的输入信号进行编码的方法，所述方法包括以下步骤：

- (a) 编码该输入信号；
- (b) 把该输入信号与在所述步骤(a)中编码的信号进行交错；
- (c) 交错该输入信号；
- (d) 对在所述步骤(c)中获得的信号进行编码；
- (e) 把在所述步骤(b)中获得的信号和在所述步骤(d)中获得的另一信号进行多路复用。

如上所述的本发明消除了传统的编码器的输出端处的信道交错器，其中信号先在未受交错处理的情况下被多路复用并随后由一个信道交错器一起进行交错。根据本发明，在传统的设备中被多路复用的信号首先被交错、同另一编码信号一起被多路复用、并随后被发送。因此，通过减小传统的延迟时间而获得了所希望的发送特性。

图1显示了根据本发明的用于DS-CDMA的发送器；

图2显示了根据本实施例的涡轮编码器；

图3显示了根据本发明的涡轮解码器的一个实施例；

图4显示了一种模拟的结果；

图5显示了根据本发明的一种多维涡轮编码器；

图6显示了用于传统的DS-CDMA系统的发送器的一个例子；

图7显示了传统编码器的一个例子；

图8显示了交错的基本概念；

图9显示了传统的解码器的一个例子；且

图10显示了采用衰落信道的接收电功率的图象。

图1显示了根据本发明的用于DS-CDMA系统的发送器的一个实施例。根据本发明，一种涡轮编码器具有不同于传统的编码器的配置。本发明的涡轮编码器1消除了传统的解码器的输出端处所需的信道交错器。包括语音信号等的输入数据信号受到根据本实施例的涡轮编码器1的编码，并随后被直接发送到一个多路复用单元2。多路复用单元2对编码信号进行多路复用使之与一个引导信号3同步，并把多路复用的信号发送至一个QPSK调制器4。受到QPSK调制器4的QPSK调制的信号由一个扩展单元5进行频谱扩展调制，并随后通过一个天线6被发送。

在采用高斯信道的涡轮编码中，具有1/2的编码率（信息因数）的涡轮码的最大解码错误率，是以如下方式获得的。

$$P_b(e) \approx \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{[N/2]} 2k \binom{2k}{k} \frac{H^{(2+2Z_{\min})^k}}{(1-H^{Z_{\min}-2})^{2k}} \Big|_{H=e^{-R_c E_b/N_0}}$$

其中 $Z_{\min}$ 表示由权为2的一个信息序列产生的错误事件奇偶校验位， E_b/N_0 表示主信号的信号能量与干扰能量的比值，且 R_c 表示一个正的常数。

根据上述公式，错误率特性与交错器的长度 N （交错器中存储的信号长度）有关。 N 的值越大，被称为交错器增益的 $P_b(e)$ 就越小。较低的最大解码错误率或较小的交错器增益，意味着错误率的最差值变得较小，因而改善了发送特性。

根据本发明, 以下的涡轮编码器改善了移动终端通信系统的发送特性。

图2显示了根据本发明的涡轮编码器的一个实施例。 如所示, 输出 x_k 和 y_{1k} 得到交错。例如交错器10的长度是 $2N$ 且交错器11的长度是 $4N$ 。因此, 包括末尾位 (长度为 v) 的交错器11的长度是 $4N+v$ 。因此, 如果交错器11的读取和写入速度是交错器10的两倍, 则编码处理所产生的延迟大约为 $2N$ 。然而, 本发明不限于这种配置。

输入数据信号 u 被分支成被输入到交错器11、传统的编码单元12和交错器10的信号 x_k 。由传统编码单元12编码的信号 r_1 被输入到一个穿孔单元14。进一步地, 该信号输入达到一个信号长度 N , 且该信号随后被随机地读出和输入到一个卷积编码单元13中。在交错器10中, 当具有长度 N 的信号被写入存储器并随后被读出时, 产生了一个延迟 $2N$ 。被交错器10交错的信号被卷积编码单元13所编码, 并作为编码信号 r_2 而被输入到一个穿孔单元15。

穿孔单元14、15同步地进行启动和停止输出信号的操作。确定信号是否从穿孔单元14、15得到输出的方式, 可以是交替地输出信号的方式。然而, 本发明不限于这种方式。虽然应该选用对错误校正有效的一种方式。

从穿孔单元14发送的信号 y_{1k} 被输入到交错器11。进一步地, 从穿孔单元15发送的信号 y_{2k} 被输入到一个多路复用器16。由于信号 x_k 和 y_{1k} 被输入到交错器11, 需要读取信号长度为 N 的信号 x_k 和 y_{1k} , 以借助交错器10的信号长度交错各个信号。这些信号随后以一种混合的方式被随机地读出, 以获得信号 x'_k 和 y_{1k}' 。在此情况下, 发生了 $4N$ 的延迟。因此, 交错器11的读出和写入速度被加倍, 以把具有交错器10产生的 $2N$ 延迟的信号 y_{2k} 和交错器11产生的具有 $4N$ 延迟的信号 x'_k 和 y_{1k}' 同时输入多路复用器16。这是重要的, 因为它消除了对多路复用器的输出端的另一交错器的需要。因此, 由这样的交错所导致的延迟被消除了。多路复用器16随后多路复用信号 x'_k 、 y_{1k}' 和 y_{2k} , 并随后发送这些多路复用的信号。

交错器10、11能够依次地选择输入信号的末尾位是否被交错。如上所述，如果一组数据信号被临时读入一个交错器并随机地被再读出，则末尾位的读取方式可以与另一信号的方式相同。或者，末尾位可以在所有其他信号都已被读出之后被专门地读出，并随后被加到交错的信号的末尾。这可以由本领域的技术人员通过适当控制交错器10、11的存储器形成部分的读取地址，而方便地得以实现。

借助图2显示的配置，在多路复用器16之后没有设置信道交错器。然而，在其之后可以设置信道交错器。在此情况下，通过信道交错器而发生了一个延迟，但该延迟可被设定在系统的规定所要求的范围之内。因此，可同时实现本实施例的优点和采用信道交错器的优点。

图3显示了根据本发明的涡轮解码器的一个实施例。图3的解码器的配置基本上与图9所示的解码器的配置相同，只是在解码器之前设置了一个去交错器20。设置去交错器20，是为了对通过在编码侧进行交错而获得的信号 x_k' 和 y_{1k}' 进行去交错处理。解码器的操作实际上与图9所示的相同，只是该处理是通过去交错器20而进行的。实际的操作请参见所引用的参考专利公开。

如果本发明象传统技术那样采用了相同的延迟量，则系统的位错误率和帧错误率可得到减小。换言之，位错误率可通过增大所要交错的信号量而得到减小。然而，在此情况下，交错器造成了延迟。因此，如果被交错的信号数目越大，则产生的延迟越长。这意味着与相同数目的交错信号相对应的相同的延迟量。因此，根据本实施例，对于相同数目的交错信号，位速率可得到减小。

在根据本发明的DS-CDMA移动终端通信系统中，交错器的效果通过模拟而得到证实。表1显示了模拟的条件。

模拟条件

芯片速率	4.096Mcps
信息速率	32kbps
处理增益	32×4
帧长度	10ms
信道编码	二维涡轮码（7/5码）
重复解码	APP软输入/软输出解码器，重复8次
调制系统	QPSK（数据），QPSK（扩展）
解调系统	借助1Q多路复用引导的同步检测
传播模型	车载模型B（ $f_d T_{\text{slot}} = 0.05$ ）
发送功率控制误差	2.3dB
发散	4 分支 RAKE

图4显示了上述模拟的结果，如所示，根据本发明位错误率得到减小。根据本发明的位错误率在大的Eb/No值范围内都低于传统技术。

图5显示电流根据本发明的多维涡轮编码器的一个实施例。当两或多个部件的编码单元得到采用时，如图2所示的情况那样对输出 x_k 和 y_{1k} 进行交错处理。

输入图5所示的编码器的信号u被分支。一个信号x 被直接输入交错器32，且另一个被输入编码单元（部件编码单元）31-1和交错器31-1至31-n-1。由编码单元31-1编码的信号 y_1 被输入到一个交错器32，在与信号x混合之后被交错，并随后被输入到多路复用器33。

进一步地，被输入到交错器31-1至31-n-1的信号分别得到交错，并随后被输入到编码器31-2至31-n。输入至各自的编码器31-2至31-n的信号受到预定的处理、编码并随后被输入到多路复用器33。

根据本发明，信道交错器被从多路复用器33的输出端除去，且信号x和 y_1 在被交错之后被输入到多路复用器33并随后被发送，从而减小了位错误率。采用传统技术的配置，在被交错之后将要被编码的信号

的延迟是 $2N$ ，且信道交错器的延迟是 $2N$ 。因此，产生了一个总延迟 $4N$ 。相比之下，根据本发明和上述实施例的，由于信道交错器的延迟在多路复用器的输出端被消除了。因此，各个交错器10、11所允许的延迟可被增大至 $4N$ ，而这是所希望的。如果交错器能够包括若干个信号以进一步借助大量的交错器来改善发送特性，则本实施例或上述实施例可被配置成具有比传统技术大的交错器延迟的，从而减小了编码错误率。

根据本发明的编码器，能够在不增大延迟的情况下，改善系统的发送特性。

在此公布了本发明目前所能够设想的最佳实施例。然而，应该理解的是，在不脱离本发明的精神的前提下，可以作出各种改变和修正。

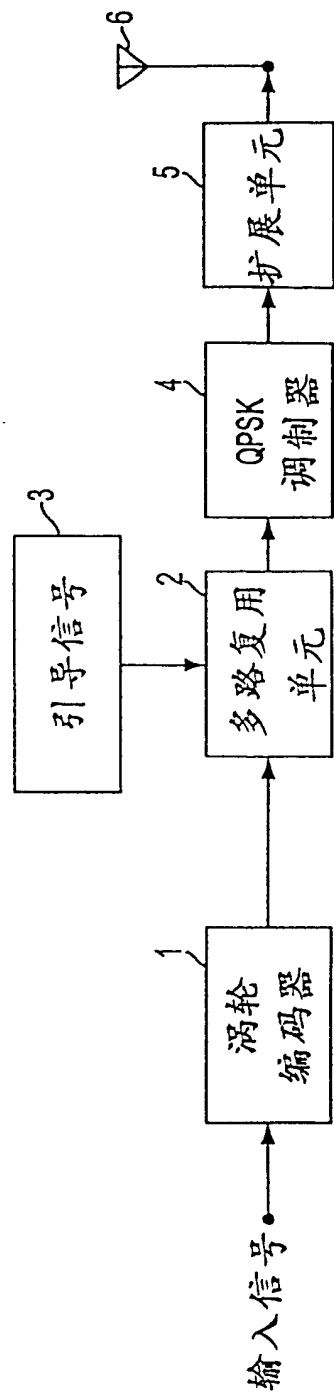


图1

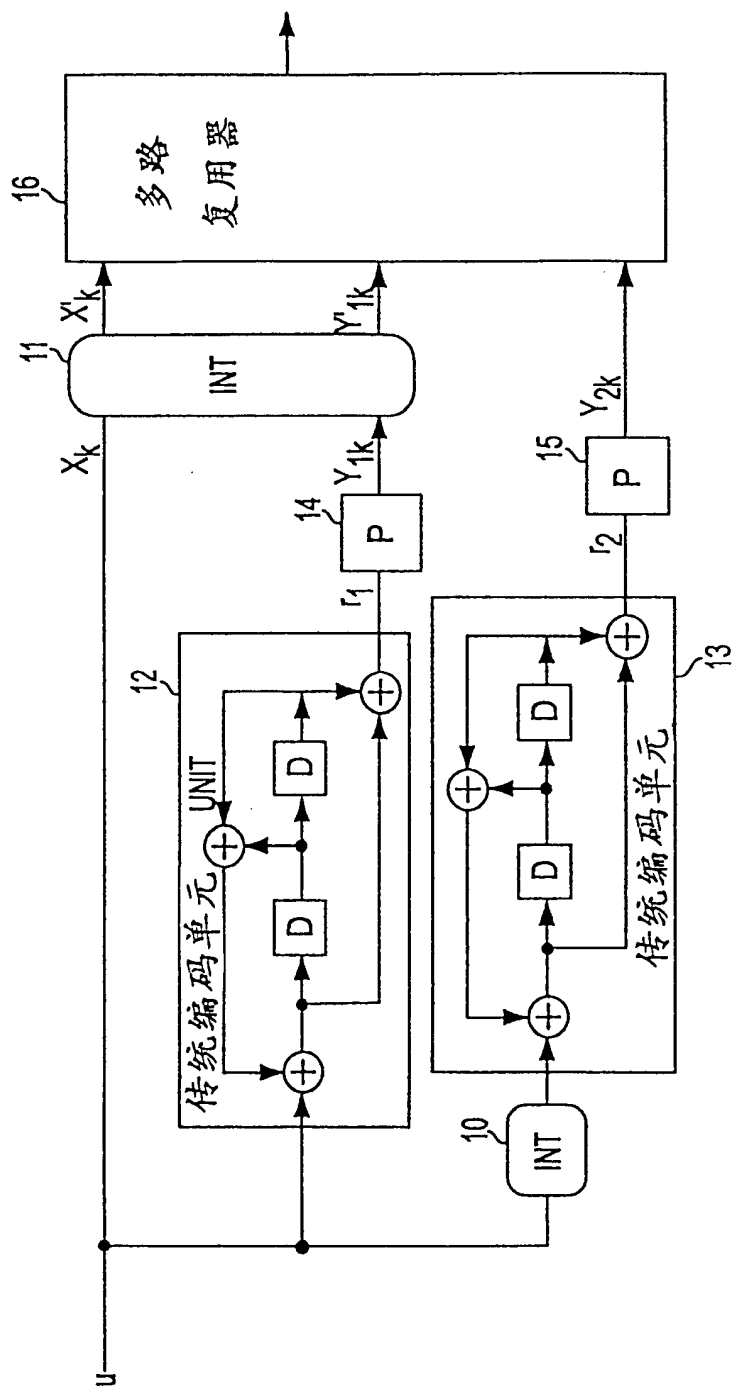


图2

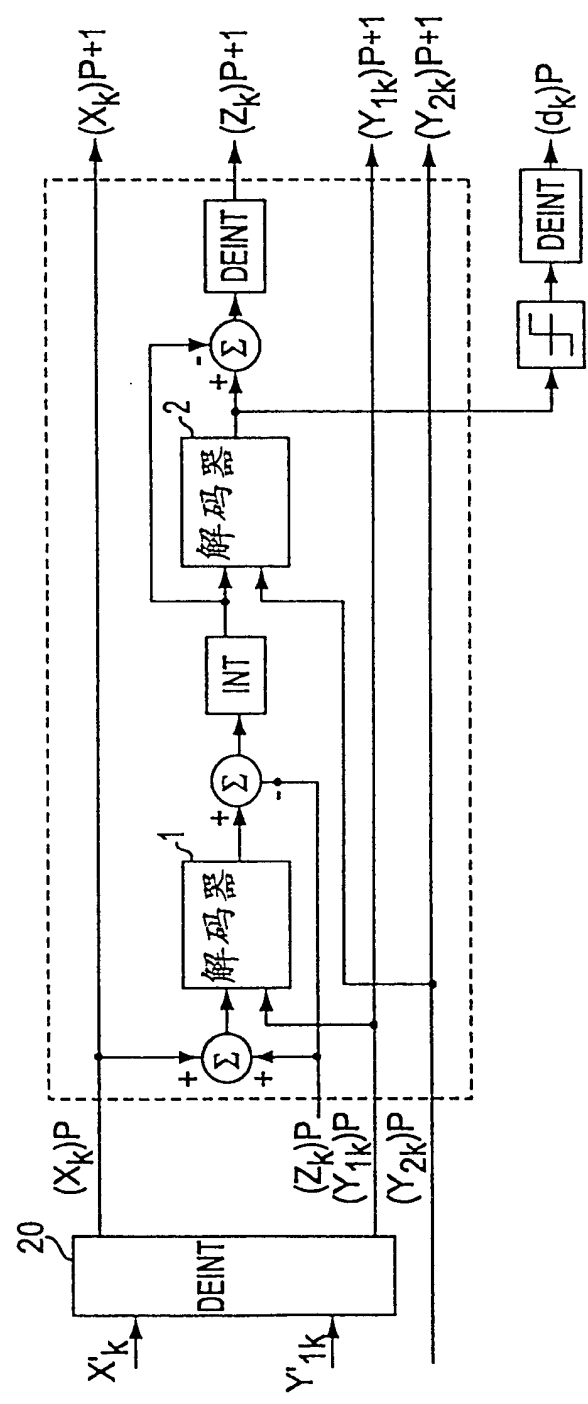


图3

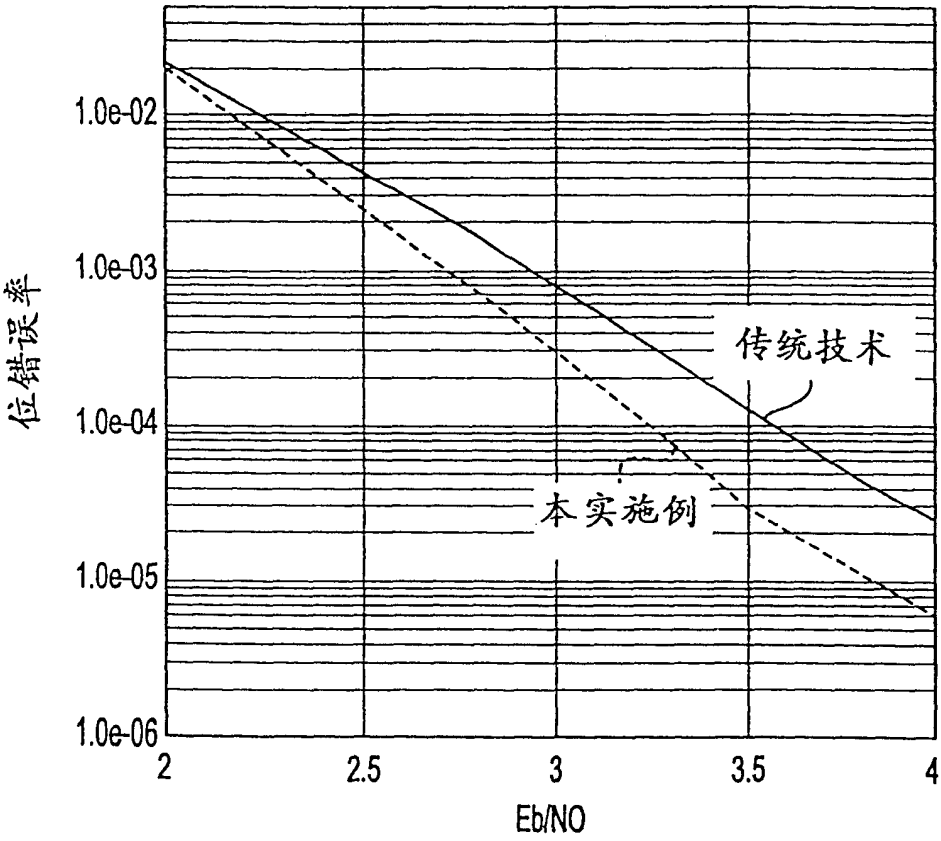


图 4

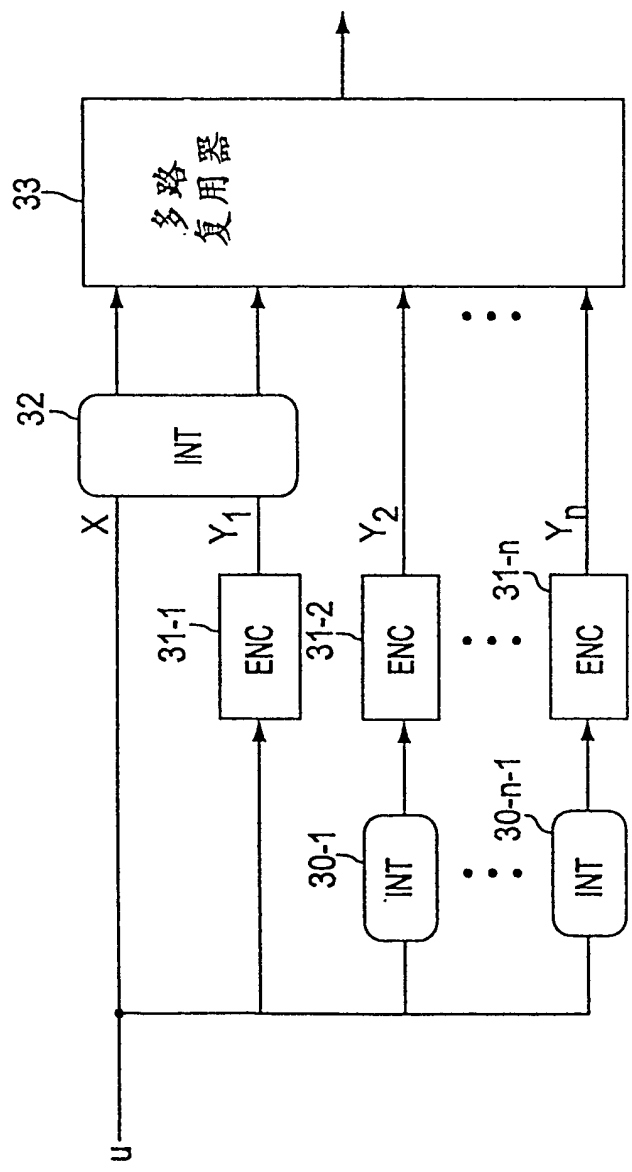


图5

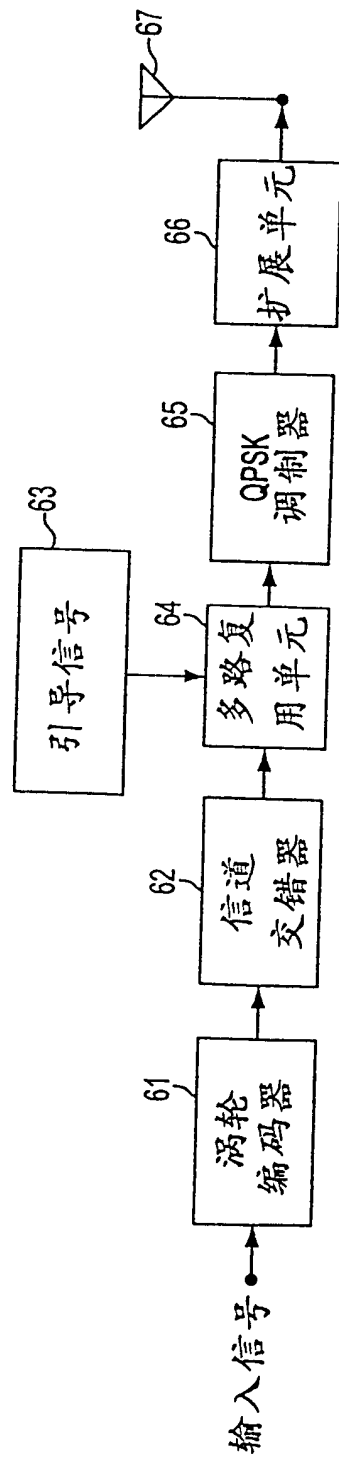


图6
(现有技术)

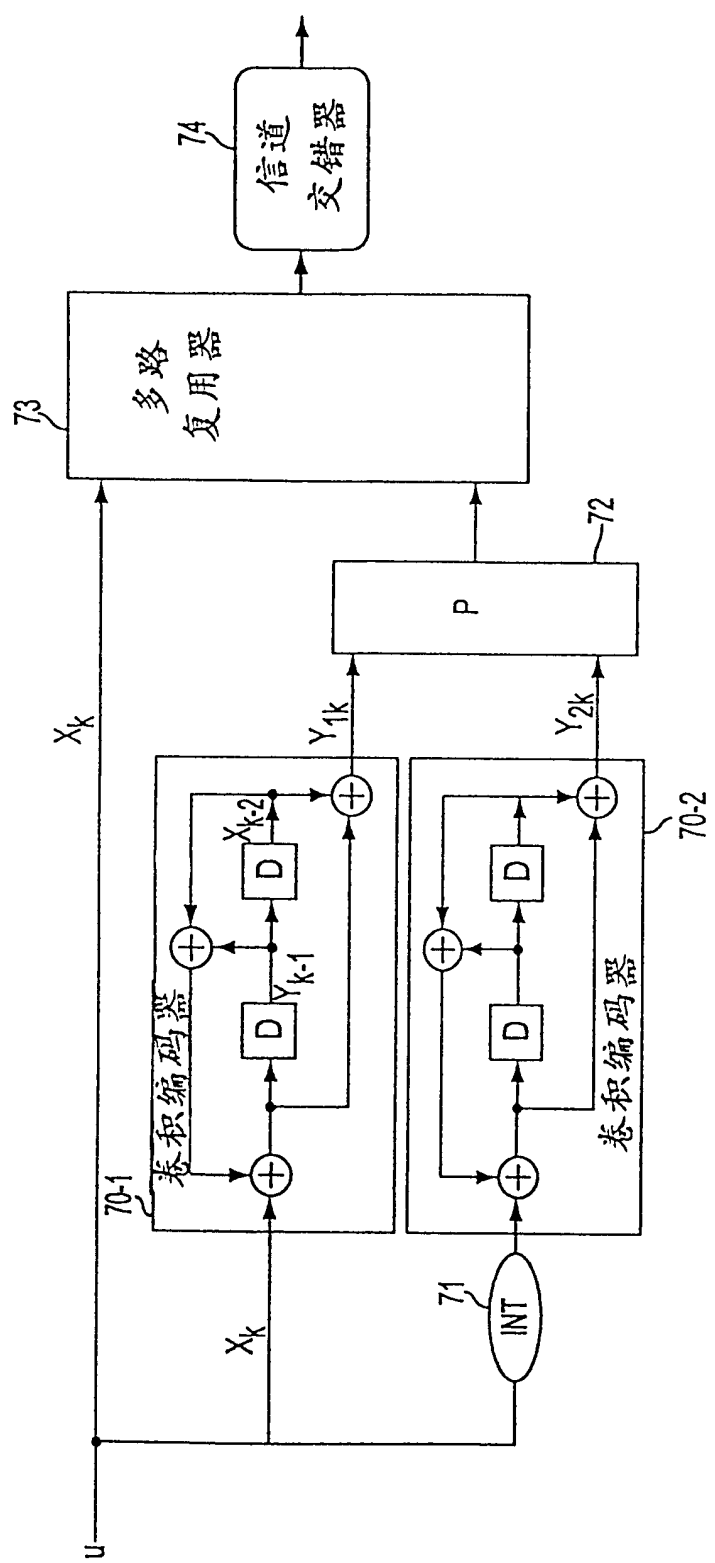


图7
(现有技术)

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21 ↓	22 ↓	23 ↓	24	25
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
			末尾位	

图8
(现有技术)

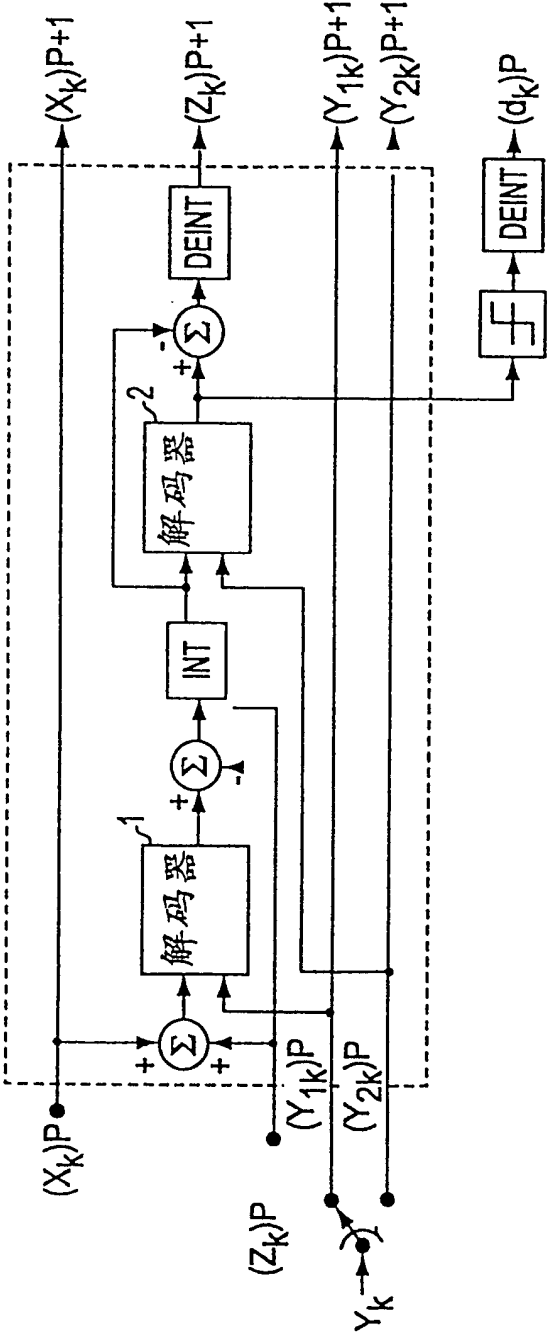


图9
(现有技术)

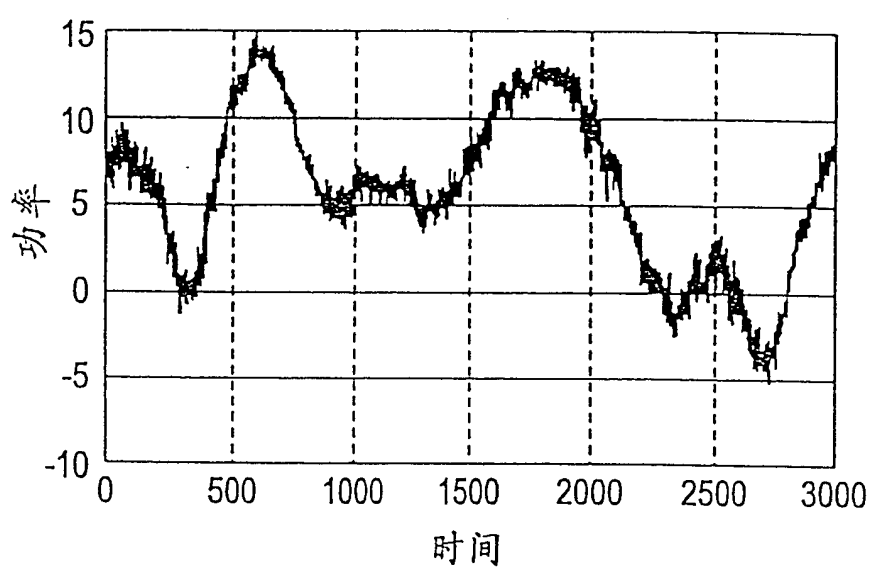


图10
(现有技术)