



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101018112 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 200710005839. 4

CN 1250562 A, 2000. 04. 12, 全文.

(22) 申请日 2002. 11. 15

WO 01/47124 A2, 2001. 06. 28, 全文.

(30) 优先权数据

01127244. 0 2001. 11. 16 EP

US 5751741 A, 1998. 05. 12, 说明书第 2 栏第 60 行至说明书第 9 栏第 28 行、附图 1 — 7.

CN 1212589 A, 1999. 03. 31, 说明书第 4 页第 4 段至第 6 页第 4 段、附图 1 — 5.

(62) 分案原申请数据

02826825. 3 2002. 11. 15

审查员 王曼莉

(73) 专利权人 松下电器(美国)知识产权公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 亚历山大·戈利奇克埃德勒冯埃尔

布沃特

艾科·塞德尔 克里斯琴·温格特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 郭定辉 黄小临

(51) Int. Cl.

H04L 1/18(2006. 01)

H03M 13/00(2006. 01)

H04L 27/34(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2000-174691 A, 2000. 06. 23, 全文.

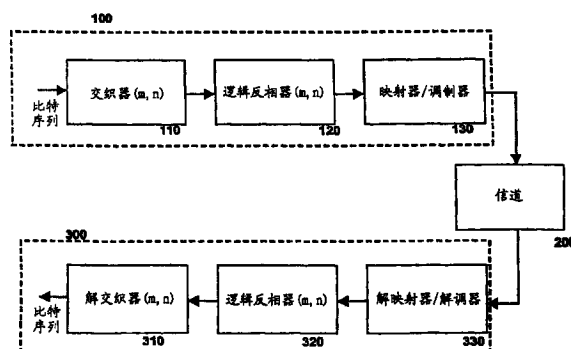
权利要求书1页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

传送设备、传送方法和接收设备、接收方法

(57) 摘要

一种使用 HARQ 过程传送数据的传送设备, 包括传送部分, 其使用多个组合中的一个组合来发送数据, 每个组合包括多个冗余版本中的一个冗余版本和多个格局版本中的一个格局版本, 将多个格局版本中的至少一个格局版本分配给多于一个冗余版本。



1. 一种使用 HARQ 过程来传送数据的传送设备,包括:

传送部分,其使用多个组合中的一个组合来发送比特序列,每个组合包括多个冗余版本中的一个冗余版本、以及多个格局版本中的一个格局版本,

其中,通过从编码器生成的系统比特和奇偶比特的组合,来定义所述冗余版本,

其中,通过比特序列中的比特位置、以及比特的逻辑值中的至少一个,来定义所述格局版本,并且,

其中,将多个格局版本中的至少一个格局版本分配给多于一个冗余版本。

2. 一种使用 HARQ 过程来传送数据的传送方法,包括以下步骤:

使用多个组合中的一个组合来发送比特序列,每个组合包括多个冗余版本中的一个冗余版本、以及多个格局版本中的一个格局版本,

其中,通过从编码器生成的系统比特和奇偶比特的组合,来定义所述冗余版本,

其中,通过比特序列中的比特位置、以及比特的逻辑值中的至少一个,来定义所述格局版本,并且,

其中,将多个格局版本中的至少一个格局版本分配给多于一个冗余版本。

传送设备、传送方法和接收设备、接收方法

[0001] 本申请是申请日为 2002 年 11 月 15 日、申请号为 02826825.3、发明名称为“分组数据传输的混合式自动重复请求方法”的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种通信系统中自动重复请求 (ARQ) 重传方法。此外,本发明涉及相应的接收机和发射机。

背景技术

[0003] 具有不可靠和时变信道条件的通信系统中的公知技术根据自动重复请求 (ARQ) 方案和称之为混合式 ARQ (HARQ) 的前向纠错 (FEC) 技术进行纠错。如果利用通常使用的循环冗余检验 (CRC) 检测差错,则通信系统的接收机请求发射机发送附加信息 (数据分组重传),以提高正确解码错误分组的可能性。

[0004] 在传送之前将利用 FEC 编码分组。根据重传内容和方式,将多个比特与在前传送的信息组合, S.Kallel 的具有码组合的类型 II 混合式 ARQ 方案的分析 (Analysis of a type II hybrid ARQ scheme with code combining) (IEEE Transactions on Communication Vol. 38, No. 8, August 1990) 和 S. Bakhtiyar 的存储器 ARQ 方案的通过量性能 (Throughput performance of memory ARQ schemes) (IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 48, No. 3, May 1999) 定义了三种不同类型的 ARQ 方案:

[0005] 类型 I: 丢弃错误接收的分组, 和分别重传和解码相同分组的新拷贝。它不组合前后接收的分组的版本。

[0006] 类型 II: 不丢弃错误的分组, 而是将其与后续解码的附加重传组合。重传分组有时具有较高的编码率 (编码增益), 并且在接收机将其与来自在前传送的被存储的软信息组合。

[0007] 类型 III: 与类型 II 相同, 具有每个重传分组立即自我解码的限制。这意味着, 已传送的分组是可解码的, 不需要与在前分组组合。如果以几乎没有信息是可重用的方式损坏某些分组, 这是有用的。如果所有传送携带已标识数据, 则可将其视为具有单一冗余版本的称之为 HARQ 类型 III 的特定情况。

[0008] HARQ 类型 II 和类型 III 方案相对于类型 I 显然更智能化, 并且显示了性能增益, 因为它们提供了重用来自在前接收的错误分组的信息的能力。目前基本上存在重用在前传送分组的冗余的三种方案。

[0009] ● 软组合

[0010] ● 码组合

[0011] ● 软组合和码组合得组合

[0012] 软组合

[0013] 利用软组合, 重传分组携带与在前接收信息相同的信息。在此情况下, 以逐符号或者逐比特为基础组合多个接收的分组, 例如 D. Chase 公开了这样的码组合: “组合任意

数量的噪声分组的最大似然解码方案 (Amaximum-likelihood decoding approach for combining an arbitrary number of noisy packets, IEEE Trans. Commun., Vol. COM-33, pp. 385-393, May1985) 或者 B. A. Harvey 和 S. Wicker 的“基于维特比解码器的分组组合系统 (PacketCombining Systems based on the Viterbi Decoder, IEEE Transaction onCommunication, Vol. 42, No. 2/3/4, April1994)。

[0014] 在利用符号级组合的情况下,重传分组必须携带同在前已发送错误分组相同的调制符号。在此情况下,以调制符号级组合多个已接收分组。公知技术是多个已接收符号的最大比组合 (MRC),也称之为平均分集组合 (ADC),其中在 N 个传送之后缓存匹配符号的总和 / 平均值。

[0015] 在利用比特级组合的情况下,已重传的分组必须携带同在前已发送错误分组相同的比特。这里,以解调后的比特级组合多个已接收分组。如相同分组的在前传送中那样,这些比特可以按相同方式被映射到调制符号上,或者不同地映射这些比特。在映射与在前传送中映射相同的情况下,还可以应用符号级组合。公用组合技术是已计算的对数似然比 (LLR) 地加法,尤其是如果使用了已知的用于 FEC 的所谓 turbo 码,例如所谓的 turbo 码源于 C. Berrou, A. Glavieux 和 P. Thitimashima 的“近香农限制纠错编码和解码 (NearShannon Limit Error-Correcting Coding and Decoding :Turbo-Codes, Proc. ICC' 93, Geneva, Switzerland, pp. 1064-1070, May1993)”; S. Le Goff, A. Glavieux, C. Berrou 的“Turbo 码和高频谱效率调制 (Turbo-Codes and HighSpectral Efficiency Modulation, IEEE SUPERCOMM/ICC' 94, Vol. 2, pp. 645-649, 1994)”;以及 A. Burr 的“无线通信的调制和编码 (Modulation and Coding forWireless Communications, Pearson Education, Prentice Hall, ISBN0-201-39857-5, 2001)”。在 N 次传送之后,缓冲匹配比特的 LLR 的总和。

[0016] 码组合

[0017] 码组合级联已接收的分组,以便生成新码字 (随着传送数量增加,降低码速率)。因此,解码器必须知道每个重传瞬间如何组合传送,以便执行正确的解码 (码速率取决于重传)。码组合提供了较之软组合更高的灵活性,因为可以改变重传分组的长度,以适应信道状况。然而,较之软组合,这需要更多的待发送的信令数据。

[0018] 软组合与码组合的组合

[0019] 在被重传的分组携带与在前被传送的符号 / 比特相同的某些符号 / 比特和不同于在前传送符号 / 比特的某些码符号 / 比特的情况下,使用如名为“软组合”节中公开的软组合来组合相同的码符号 / 比特,同时将使用码组合来组合剩余码符号 / 比特。这里,信令需求将类似于码组合。

[0020] M. P. Schmitt 的利用 TCM 和分组组合的混合式 ARQ 方案 (ElectronicsLetters Vol. 34, No. 18, September1998) 已经指出,通过重新安排重传的符号格局 (constellation) 可以增强格码调制 (TCM) 的 HARQ 性能。这里,性能增益是最大化重传的映射符号之间欧几里得距离的结果,因为重传是根据符号执行的。考虑到高级调制方案 (具有携带两个以上比特的符号),利用软组合的组合方法具有一个主要缺点:软组合符号内的比特可靠性在整个重传都将为定比,即,在接收进一步重传后,来自在前已接收传送的不可靠的比特,将仍然不可靠,与之类似,在收到进一步传送之后,来自在前已接收传送的更可靠的比特,将仍然更可靠。通常, HARQ 方案不考虑比特可靠性的变化。这些变化明显降低了解码器性能。

所述变化主要是两个原因地结果。

[0021] 首先,变比特可靠性是从二维信号格局(signal constellation)映射的约束演化而来的,其中,在所有符号很可能被平均发送的假定下,每个符号携带两个以上比特的调制方案不可能具有所有比特的相同平均可靠性。所以,术语“平均可靠性”是指信号格局的全部所有符号的特定比特的可靠性。

[0022] 利用根据显示格雷编码信号格局的图 1 与给定的比特映射顺序 $i_1q_1i_2q_2$ 的 16QAM 调制方案的信号格局,映射到符号上的比特在分组的第一传输中其平均可靠性彼此明显不同。更具体地说,比特 i_1 和 q_1 具有高平均可靠性,因为这些比特被映射到信号格局图的半空间,所以它们的可靠性与比特发送 1 还是 0 的事实无关。

[0023] 相反,比特 i_2 和 q_2 具有低平均可靠性,因为它们的可靠性取决于它们发送 1 还是 0 的事实。例如,对于比特 i_2 ,1 被映射到外列,而 0 被映射到内列。同样,对于比特 q_2 ,1 被映射到外行,而 0 被映射到内行。

[0024] 对于第二和每个进一步重传,比特可靠性将以彼此的定比保持,该比特可靠性由第一传输中利用的信号格局定义,即,在任何数量的重传之后,比特 i_1 和 q_1 将总是具有比特 i_2 和 q_2 更高的平均可靠性。

[0025] 第二,利用部分软组合,假设在首次传送之后,所有被传送比特将具有相同的可靠性。甚至在整个重传引入了比特可靠性的变化的情况下,因为将会降低重传(以及软组合)的这些比特的可靠性,但是不重传的这些比特的可靠性保持不变。此外,在首次传送时未传送并随后在重传中传送的比特加重了此效果。

[0026] 在共同待审的 PCT/EP01/01982 中,建议了一种增强解码器性能的方法,在分组的每个已接收传送之后,该方法具有等于或者接近等于平均比特可靠性的相当大的益处。因此,通过使平均比特可靠性达到平均数的方式,使比特可靠性适应整个重传。这是通过选择用于传输的预定第一和至少第二信号格局实现的,这样所有传输的相应比特的组合平均比特可靠性几乎相等。即,首次传送中高可靠性的比特通过使它们在第二次传送中变成不可靠的方式来映射,反之亦然。

[0027] 因此,信号格局重新安排导致已变化的比特映射,其中格局点的移动导致从重传到重传地改变调制符号之间的欧几里得距离。所以,可以按预期方式的和达到平均数的方式操纵平均比特可靠性,以便在接收机增加 FEC 解码器的性能。

[0028] 在以上建议的解决方案中,由于 HARQ TYPE II/III 单一冗余版本方案的概念,实现了格局重新安排的效益。

发明内容

[0029] 本发明的目的是提供一种传送设备、传送方法和接收设备、接收方法,可有效地避免因比特可靠性造成的解码器性能的降低。

[0030] 上述目的通过独立权利要求所述的传送设备、传送方法和接收设备、接收方法来实现。

[0031] 本发明基于传统方案不考虑再排序比特的每个传送的特定内容(比特组)的辨识。因此,为了得到性能增益,再排序必须依赖每个被传送的冗余版本的内容。因此,本发明可以被视为在考虑了被传送冗余版本内容的条件下,提供使用多冗余版本的 ARQ 类型 II/

III 方案。这导致解码器性能的明显增益。

[0032] 为了更好地理解本发明,下面将参考附图说明优选实施例。

附图说明

[0033] 图 1 是显示具有格雷编码比特符号的 16QAM 调制的示范性格局;

[0034] 图 2a 和 2b 显示了具有格雷编码比特符号的 16QAM 调制方案的信号格局的 2 个实例;

[0035] 图 3 是从速率 1/3FEC 编码器生成的比特序列;

[0036] 图 4 是从图 3 所示序列生成的具有比特可靠性指示的用于速率 1/2 传送系统的选用序列;

[0037] 图 5 是用于第二次传送的比特序列,其中比特向右位移 2;

[0038] 图 6 是第二次传送的比特序列,其中使用不同映射器转换比特位置;

[0039] 图 7 是首次传送冗余版本 1 的比特序列和第一对映射器 / 交织器的比特序列;

[0040] 图 8 是具有与首次传送相同的映射器 / 交织器的用于冗余版本 2 的第二次传送的比特序列;

[0041] 图 9 是具有与首次传送不同的映射器 / 交织器的冗余版本的第二次传送的比特序列;

[0042] 图 10 是来自冗余版本和映射器 / 交织器的可能组合的合成比特序列;

[0043] 图 11 是实现本发明方法的通信系统的第一实施例;

[0044] 图 12 是实现本发明方法的通信系统的第二实施例;

[0045] 图 13 是显示若干传统策略与本发明方法的策略对比的性能的示意图。

具体实施方式

[0046] 在以下说明中,将描述作为比特可靠性度量的对数似然率比 (LLR) 的概念。首先将显示单传输的已映射符号内的比特 LLR 的直接计算。然后把 LLR 计算扩展到多传输情况。

[0047] 单传输

[0048] 在具有加性白高斯噪声 (AWGN) 的信道和等可能符号上的传送而已经发射符号 s_n 的约束条件下,第 i 比特 b_n^i 的平均 LLR 产生下式:

$$[0049] \quad LLR_{b_n^i|r_n}(r_n) = \log \left[\sum_{(m|b_m^i=b_n^i)} e^{-\frac{E_s}{N_0} d_{n,m}^2} \right] - \log \left[\sum_{(m|b_m^i=b_n^i)} e^{-\frac{E_s}{N_0} D_{n,m}^2} \right] \quad (1)$$

[0050] 其中, $r_n = s_n$ 是指在已经发射符号 s_n 的约束条件下平均已接收符号, $d_{n,m}^2$ 是指已接收符号 r_n 与符号 s_m 之间的欧几里得距离的平方, E_s/N_0 是指观测的信噪比。

[0051] 从公式 (1) 中可以得到,LLR 依赖于信噪比 E_s/N_0 和信号格局点之间的欧几里得距离 $d_{n,m}$ 。

[0052] 多传输

[0053] 现在考虑多传输,在独立 AWGN 信道上已经发射符号 $s_n^{(j)}$ 约束和等可能符号条件下,第 j 比特 b_n^j 的第 k 次传输后的平均 LLR 产生下式:

$$[0054] \quad LLR_{b_n^y | \bigcap_{j=1}^k r_n^{(j)}}(r_n^{(1)}, r_n^{(2)}, \dots, r_n^{(k)}) = \log \left[\sum_{(m | b'_m = b'_n)} e^{-\sum_{j=1}^k \left(\frac{E_s}{N_0} \right)^{(j)} (d_{n,m}^{(j)})^2} \right] - \log \left[\sum_{m | b'_m = b'_n} e^{-\sum_{j=1}^k \left(\frac{E_s}{N_0} \right)^{(j)} (d_{n,m}^{(j)})^2} \right] \quad (2)$$

[0055] 其中, j 是指第 j 次传输 (第 (j-1) 次重传)。与单传输情况类似, 平均 LLR 依赖于信噪比 E_s/N_0 和每个传输时间的欧几里得距离。

[0056] 本领域普通技术人员清楚, 可以通过对上述具体公式的简单计算得到 LLR 的近似值。

[0057] 在下文中, 通常将认为 16-QAM 的情况导致 2 个高可靠比特和 2 个低可靠比特, 其中对于低可靠比特, 可靠性取决于发射 1 和 0 (参见图 1)。因此, 整体上存在 2 级平均可靠性, 其中第二等级可进一步细分。

[0058] 等级 1 (高可靠性, 2 个比特): 对 1(0) 的比特映射被分成 i 比特的正 (负) 实数半空间和 q 比特的虚数半空间。这里不存在 1 被映射到正半空间还是负半空间的差别。

[0059] 等级 2 (低可靠性, 2 个比特): 1(0) 被映射到用于 i 比特的内 (外) 列或者被映射到用于 q 比特的内 (外) 行。由于存在依赖于对内 (外) 列和行的映射的 LLR 的差别, 因此等级 2 被进一步分类成:

[0060] 等级 2a: i_n 到内列和 q_n 到内行的分别映射。

[0061] 等级 2b: 等级 2a 的倒置映射: i_n 到外列和 q_n 到外行的分别映射。

[0062] 为了确保所有比特的整个传输的最佳平均处理, 可靠性等级必须修改。

[0063] 必须考虑在初始传输前开放比特映射顺序, 但必须通过重传保留, 例如, 用于初始传输的比特映射: $i_1 q_1 i_2 q_2 \Rightarrow$ 比特映射所有重传: $i_1 q_1 i_2 q_2$ 。

[0064] 图 2 显示了可能格局的某些实例。表 1 给出了根据图 2 得到的比特可靠性。

[0065] 表 1

[0066]

格局	比特 i_1	比特 q_1	比特 i_2	比特 q_2
1	高可靠性 (等级 1)	高可靠性 (等级 1)	低可靠性 (等级 2b)	低可靠性 (等级 2b)
2	低可靠性 (等级 2a)	低可靠性 (等级 2a)	高可靠性 (等级 1)	高可靠性 (等级 1)
3	低可靠性 (等级 2b)	低可靠性 (等级 2b)	高可靠性 (等级 1)	高可靠性 (等级 1)
4	高可靠性 (等级 1)	高可靠性 (等级 1)	低可靠性 (等级 2a)	低可靠性 (等级 2a)

[0067] 在下文中, 假定 m 代表重传号参数, $m = 0$ 代表 ARQ 环境中的分组的首次传送。此外, 假设 b 代表在映射实体中形成符号的比特的数量。通常, b 可以是任何整数, 其中通信系统最经常使用的值是 2 的整数幂。

[0068] 不失一般性, 可以进一步假定被用作对交织处理输入的比特数 n 可被 b 整除, 即 n 是 b 的整数倍。本领域普通技术人员将会明白, 如果不是该情况, 那么在上述条件满足之前, 可以用假比特容易地增补输入比特的序列。

[0069] 在下文中, 将考虑具有 FEC 速率 $1/2$ (S_n : 系统比特, P_n : 奇偶比特) 的简单格雷映射 16-QAM 传输方案的一个实例, 其中 FEC 速率 $1/2$ 是通过穿孔 (puncture) 从速率 $1/3$ 的系统编码器生成的 (参见图 3)。可以为首次传送 (TX) 选择如图 4 所示的比特的序列和排

序。图 4 显示了具有比特可靠性指示的图 3 中已生成序列。

[0070] 具有单冗余版本的简单常用 HARQ 类型 III 方案将在被请求的重传中发射相同的序列（具有相同映射 M_1 或相同交织 I_1 ）。通常不交织首次传送，然而也可以把不交织视为具有一个带相等输入和输出流的交织器。这在组合所有已接收（和已请求）传送后导致比特可靠性的大变化。例如， S_1 和 P_1 将是高可靠的（已传送的高可靠性的 n 倍），而 S_2 和 P_4 将是不可靠的（已传送的低可靠性的 n 倍）。如上所述，这将降低接收机的解码性能等级。

[0071] 通过转换需要重传的可靠性，可以增加该基本方案的性能，以达到所有已传送比特的可靠性平均值。这可以通过大量的不同特定实施来实现，图 5 和图 6 示出了 2 中可能的解决方案。通过交织不同于首次传送中比特或者通过使用调制符号的不同映射规则，可以实施该技术。在下面的说明中，这将被表示为第二映射器 M_2 和第二交织器 I_2 。

[0072] 图 5 显示了用于第二次传送的比特序列，其中为了平均比特可靠性，使用用于传送的不同交织器将比特向右位移 2 位。

[0073] 图 6 显示了用户第二次传送的比特序列，其中为了平均比特可靠性，使用用于传送的不同映射器转换比特位置。

[0074] 在正好使用 2 个不同映射器 (M_n) 或交织器 (I_n) 的情况下，所有连续传送被映射或者被交织，这样使用映射器 / 交织器的次数不大于 2，例如：

[0075] 表 2

[0076]

TX	策略 1	策略 2
1	I_1/M_1	I_1/M_1
2	I_2/M_2	I_2/M_2
3	I_1/M_1	I_2/M_2
4	I_2/M_2	I_1/M_1
5	I_1/M_1	I_1/M_1
6	I_2/M_2	I_2/M_2
7	I_1/M_1	I_2/M_2
...	...	...

[0077] 应当注意：对于 16-QAM，4 个不同映射器的应用提供了更好的性能，正好使用 2 个映射器提供了次最佳方案。选择 2 个映射器使实例简单。

[0078] 从上表可以得到，策略 1 和策略 2 相等或者相似，因此如果选择映射器 M_1/I_1 或者 M_2/I_2 用于第三 TX（传送），则不造成差别。然而，对于第四 TX，必须注意选择关于第三 TX 的互补映射器 / 交织器。

[0079] 具有多个冗余版本的简单已有技术的 HARQ 类型 III 方案应当重新传送第二 TX 中的系统比特加上附加奇偶比特，所述附加奇偶比特不在第一 TX 中发送。为了简单起见，实例被选择为每次传送的比特数量保持恒定并且只有 2 个传送可以携带所有已编码比特（系统比特和奇偶比特）。为了保证自解码重传，重传所有系统比特。然而，本领域普通技术人员将会明白非自解码重传也可以用来实现本发明。

[0080] 图 7 显示了如 RV_1 和 M_1^1/I_1^1 的第一 TX 的比特序列。

[0081] 对于具有冗余版本的传统方案——不考虑比特可靠性，即具有单一映射器 / 交织器（如用于图 8 中第二次传送 RV_2 和 M_1^2/M_1^2 的序列的比特序列所示）——出现与采用单一冗余版本的方案类似的问题。来自第一 TX 的低可靠性系统比特在第二次传送中将是低

可靠性比特。

[0082] 利用两个映射器 / 交织器 (参见图 9), 将可以对系统比特进行平均。然而, 在两次传送之后, 仅仅可以针对到目前为此已传送两次的比特进行可靠性的平均。在第三次 TX 时, 免于选择冗余版本来传送 RV_1 和 RV_2 (两个概率的性能应该很相似)。

[0083] 上述具有 2 个冗余版本 (RV_1 和 RV_2) 的实例基本上提供冗余版本和映射器 / 交织器的 4 种组合 (参见表 3 和图 10) :

[0084] 表 3

[0085]

可能的组合
RV_1 和 I_1^1/M_1^1
RV_1 和 I_2^1/M_1^1
RV_2 和 I_1^2/M_1^2
RV_2 和 I_2^2/M_2^2

[0086] 在下文中, 第一 TX 中传送的比特的设置将被贴上 RV_1 (冗余版本 1) 的标签, 第二 TX 中传送的比特的设置将被贴上 RV_2 的标签。此外, 映射器 / 交织器通过上标被链接到冗余版本。在所示的实例中, 交织器模式 (pattern) 以及用于 I_n^1/M_n^1 和 I_n^2/M_n^2 ($n = 1, 2$) 的映射是相等的, 这是特殊情况, 因为系统比特和奇偶比特的位置在两个冗余版本中彼此对准。

[0087] 根据本发明, 映射器 / 交织器必须根据已选择的冗余版本来选择, 以便达到系统比特和奇偶比特的可靠性平均值。这与单冗余版本情况相反, 因此第三次传送可以选择任何映射器 / 交织器。

[0088] 在下文中, 建议采用根据已传送的冗余版本选择映射器 / 交织器以便达到所有比特可靠性平均值策略。

[0089] 第一 TX

[0090] 假设为第一 TX 选择组合 RV_1 和 I_2^1/M_1^1 ——也可以为首次传送选择任何其它组合 (假设考虑了单传送的等于 / 类似性能)。

[0091] 第二 TX

[0092] 在第二 TX 时, 应当传送剩余的冗余版本 (在此情况下是 RV_2), 其中在第一 TX 中已经传送的所有比特 (在此情况下是所有系统比特) 的可靠性必须被平均, 即此时低可靠系统比特必须变成高可靠比特。这可以通过传送具有 I_2^2/M_2^2 的 RV_2 来实现。

[0093] 第三 TX

[0094] 对于第三 TX, 传送的冗余版本没有限制, 然而冗余版本必须与映射器 / 交织器组合, 但是不必为该冗余版本选择映射器 / 交织器, 即, 策略 1 中的 RV_1 和 I_2^1/M_1^1 和策略 2 中的 RV_2 和 I_1^2/M_1^2 。这保证了当前比特组中传送的奇偶比特的求平均。

[0095] 第四 TX

[0096] 对于第四 TX, 必须选择剩余的组合。这保证了剩余的奇偶比特组的求平均, 并且确保传送迄今曾经传送过的奇偶比特组。

[0097] 第五和进一步 TX

[0098] 在第四 TX 之后, 结束求平均处理。因此存在冗余版本和映射器 / 交织器组合的自由选择。对于随后的 TX, 必须考虑应用于第一至第四传送的规则。

[0099] 表 4

[0100]

TX	策略 1	策略 2
1	RV_1 和 I_1^1/M_1^1	RV_1 和 I_1^1/M_1^1
2	RV_2 和 I_2^2/M_2^2	RV_2 和 I_2^2/M_2^2
3	RV_1 和 I_2^1/M_2^1	RV_2 和 I_2^2/M_2^2
4	RV_2 和 I_1^2/M_1^2	RV_1 和 I_1^1/M_2^1
5	...	...

[0101] 在所提供的实例中,两个冗余版本 RV_1 和 RV_2 (认为相同的映射器 / 交织器) 的系统比特的位置是相同的 (参见图 10)。这是不一般的情况 (特别是对于不同编码速率), 显然是一种改进。所示的实例打算显示一般的过程, 它可以容易地扩展到下面所述的更一般的情况。

[0102] 所建议的方法不限于 2 个冗余版本, 而是可以扩展到任何数量的冗余版本, 这些版本被选择来连续传送以及在如按照具有 N 个冗余版本的普通 HARQ 类型 II/III 方案的 N 个传送之后进行重复。

[0103] 在 m 代表实际映射器 / 交织器版本 ($m = 1 \dots M$) 的假设之下, 每个冗余版本的映射器 / 交织器的数量可以为任何整数 M (至多得到 $N \cdot M$ 个不同映射器 / 交织器, 其中 N 是冗余版本的总数, M 是每个冗余版本的映射器 / 交织器的数量), 其中不需要指定映射规则或者交织器模式来执行可靠性的完全平均。根据表 4 中的实例, 表 5 中显示了一般方法, 其中 (如上所述) 所有 I_m^n/M_m^n 可以有不同的映射规则或者交织器模式。

[0104] 表 5

[0105]

TX	组合
1	RV_1 和 I_1^1/M_1^1
2	RV_2 和 I_1^2/M_1^2
3	RV_3 和 I_1^3/M_1^3
...	...
N	RV_N 和 I_1^N/M_1^N
N+1	RV_1 和 I_1^1/M_1^1
..	...
2N	RV_N 和 I_2^N/M_2^N
	...
$N(M-1)+1$	RV_1 和 I_M^1/M_M^1
...	...
NM	RV_N 和 I_M^N/M_M^N
...	...

[0106] 如实例所示, 映射器 / 交织器 I_m^n/M_m^n 可以是用于所有冗余版本 n 的映射器 / 交织器, 即映射器 / 交织器与 $n : I_M/M_M$ (总共 M 个不同映射器 / 交织器) 无关。可以选择映射规则或者交织器模式, 使系统比特和奇偶比特的平均处理尽可能地好。任何一对映射器 / 交织器 I_m^n/M_m^n 、 I_k^j/M_k^j 可以有相同的映射规则或者交织器模式。

[0107] 最好是, 可以根据调制方案造成的比特可靠性等级的数量选择映射器 / 交织器的数量 M 。作为选择, 可以根据调制方案造成的比特可靠性等级数量的两倍选择映射器 / 交织器的数量。

[0108] 图 11 显示了利用本发明方法的通信系统的第一示范性实施例。

[0109] 在发射机 100 中, 从前向纠错 (FEC) 编码器 (未示出) 获得比特序列, 然后将其输

入到交织器 110 和逻辑比特反相器 120。交织器 110 和逻辑比特反相器 120 每一个是冗余版本和 / 或映射器 / 交织器版本 m 的函数 (function), 并修改输入比特序列。接着, 把比特序列输入到作为映射实体的映射器 / 调制器 130。映射器通常使用图 2 所示的一个信号格局, 并且把比特映射在通过通信信道 200 发射的符号上。通信信道通常是经历不可靠和时变信道条件的无线通信信道。

[0110] 映射器、交织器和反相器使用的模式被存储在发射机和接收机上, 或者被存储在发射机上并将其通过信号告知接收机。

[0111] 在接收机 300 中, 复合符号首先被输入到解映射器 / 解调器 330, 它将已接收符号解调成对应的比特域序列 (例如, LLR 的序列)。然后将该序列输入到逻辑倒置器 320, 再输入到解交织器 310, 而解交织器 310 输出已获得的比特域序列。

[0112] 交织器和解交织器根据交织 / 解交织的公知技术, 通过应用输入比特或符号序列的已确定的伪随机或随机置换进行操作, 即改变序列内的比特或符号的位置。在上述的实施例中, 交织器 (和解交织器) 是符号内比特交织器 (解交织器), 用于改变在映射器 / 解映射器中形成一个符号的比特的位置。

[0113] 逻辑比特倒置器根据倒置比特的逻辑值的公知技术进行操作, 即把逻辑低转换到逻辑高值以及把逻辑高转换到逻辑低值。在利用对数似然比工作的接收机的实际实现中, 该倒置操作等同于对数似然比的记号倒置。

[0114] 如果通过差错检测器 (未示出) 发出的自动重复请求开始重传, 导致从发射机 100 发射另一个数据分组, 则在解映射器 / 解调器 330 中将在前接收的错误数据分组与重传的数据分组进行组合。由于解交织器和逻辑比特反相器修改了比特序列, 因此可以达到平均比特可靠性的平均值, 从而增加了接收机的性能。

[0115] 作为一个可选方案, 在图 12 所示的第二实施例中, 在发送比特序列给映射器之前用于交织 / 解交织比特序列的模式保持恒定, 即不作为冗余版本 n 的函数变化。而是, 改变映射比特到符号上的规则, 使其适应仅仅根据冗余版本 n 把比特序列输入到映射器以及仅改变比特到符号的映射规则。

[0116] 在附图没有明确地显示出来的进一步变形中, 可以使用上面两种描述方法的组合, 例如, 根据冗余版本 n 和映射器 / 交织器版本 m 的映射器 / 交织器和反相器。

[0117] 图 13 显示了测量 16-QAM 调制方案的帧差错率的仿真结果, 该测量利用了两个传统的 HARQ 方法和本发明方法可能实施的码速率 1/2。关于该实例, 下表 5 中的策略 2 已经与两个传统策略进行了比较。依据图 13 可以得知, 本发明的方法优于传统方法。

[0118] 表 5

[0119]

方案传送	传统 1 (对所有传送使用 相同的映射)	传统 2 (在映射间交替, 不考虑 冗余版本)	策略 2 (根据表 3)
1. TX	RV_1 和映射 1 (M_1)	RV_1 和 M^1	RV_1 和 M^1
2. TX	RV_2 和 M^1	RV_2 和 M^2	RV_2 和 M^2
3. TX	RV_1 和 M^1	RV_1 和 M^1	RV_1 和 M^2
4. TX	RV_2 和 M^1	RV_2 和 M^2	RV_2 和 M^1

[0120] 表中列出了用于仿真方法的已用的冗余版本 (RV_n) 和映射 (M^n), 其中映射 $M_1^1 = M_2^2 = M^1$ 和 $M_1^2 = M_2^2 = M^2$ 与表 4 相一致 (即, 相同的映射用于两个冗余版本)。 M^1 对应于图 2

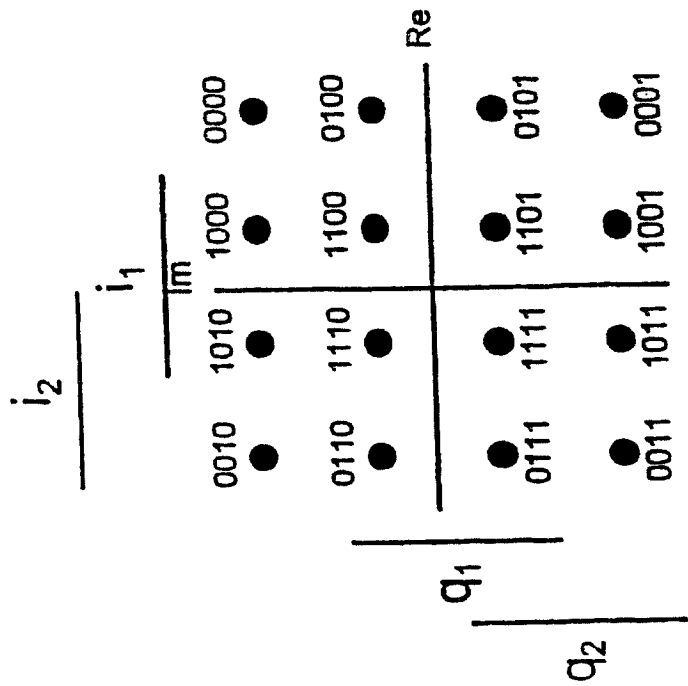
的格局 1, 而 M^2 对应于图 2 的格局 2。

[0121] 尽管上述方法是利用格雷编码信号和 QAM 调制方案描述的, 但是本领域普通技术人员将会明白, 也可以公平地使用其它合适的编码和调制方案 (例如 PSK 调制) 来获得本发明的效益。

		i_1			
		i_2		i_2	
q_2		1011	1001	0001	0011
		●	●	●	●
		1010	1000	0000	0010
		●	●	●	●
q_1		1110	1100	0100	0110
		●	●	●	●
		1111	1101	0101	0111
		●	●	●	●

图 1

格局 2



格局 1

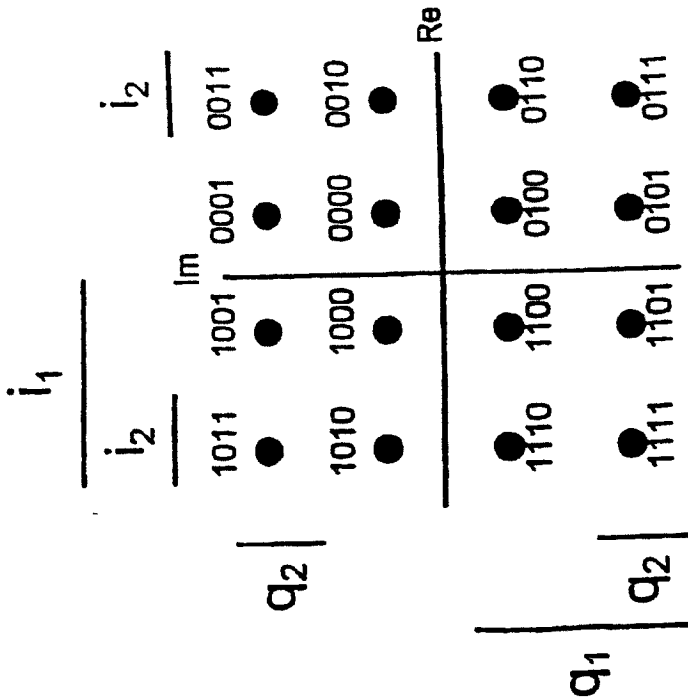
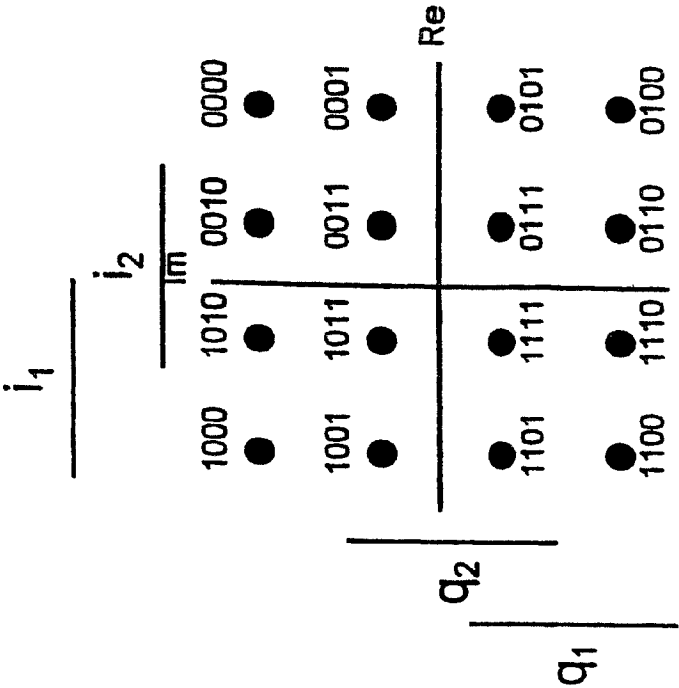


图 2a

格局 4



格局 3

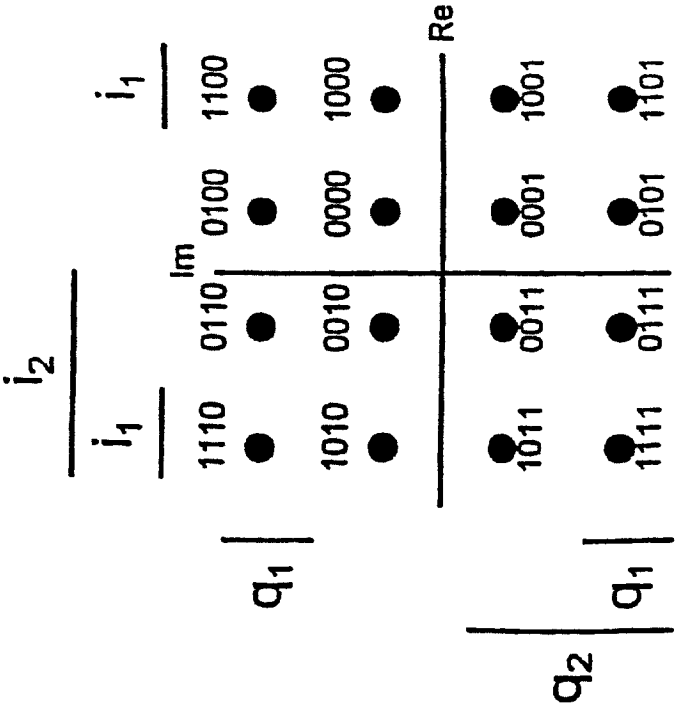


图 2b

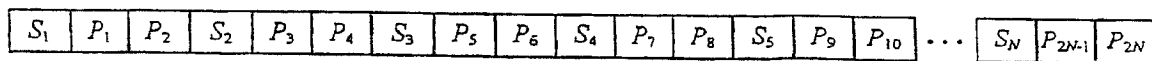
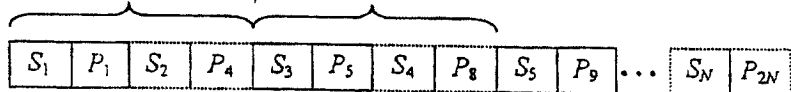


图 3

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号



高可靠性

低可靠性

图 4

第一16-QAM 符号 第二16-QAM符号

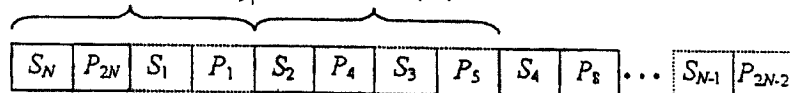


图 5

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号

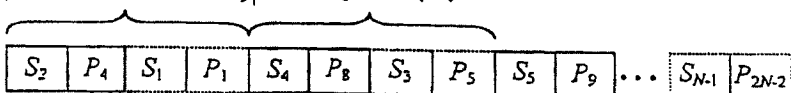


图 6

$RV_1 \& M_1^1/I_1^1$

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号

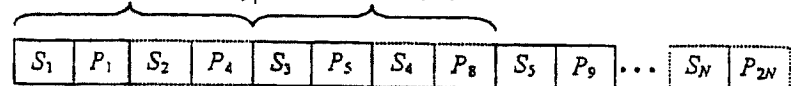


图 7

$RV_2 \& M_1^2/I_1^2$

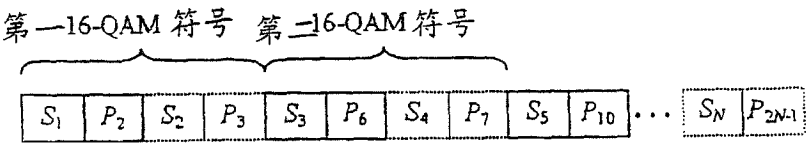


图 8

$RV_2 \& M_2^2/I_2^2$

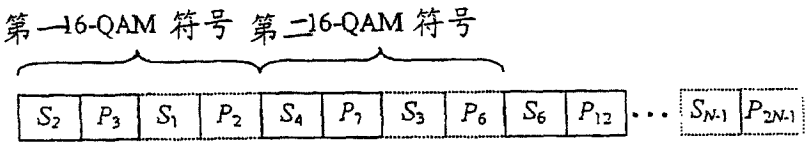
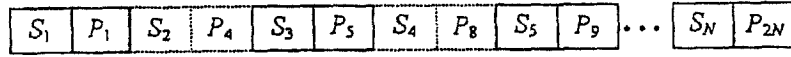


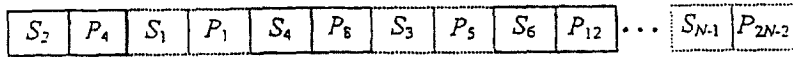
图 9

$RV_1 \& M_1^1/I_1^1$

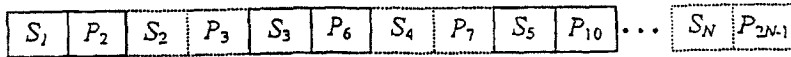
第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号


 $RV_1 \& I_2^1/M_2^1$

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号


 $RV_2 \& I_1^2/M_1^2$

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号


 $RV_2 \& I_2^2/M_2^2$

第一16-QAM 符号 第二16-QAM 符号

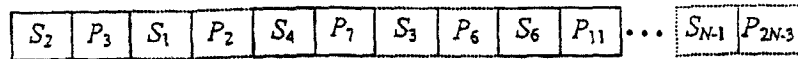


图 10

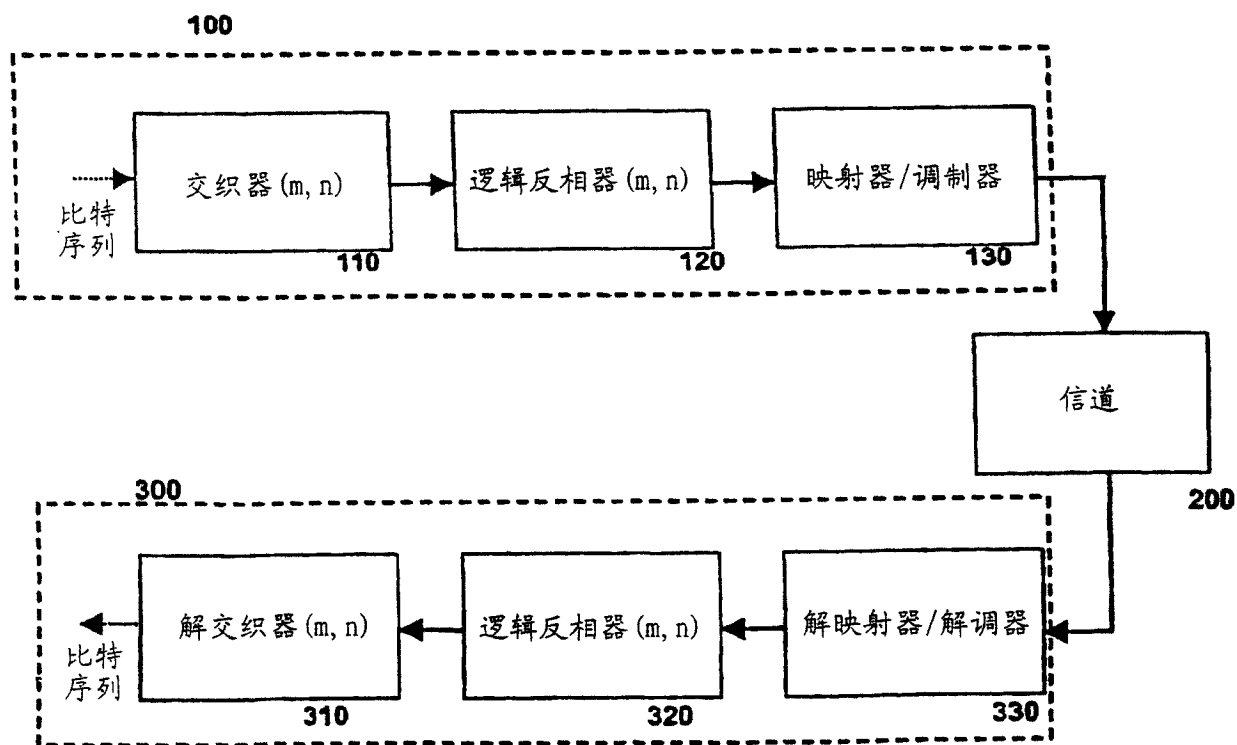


图 11

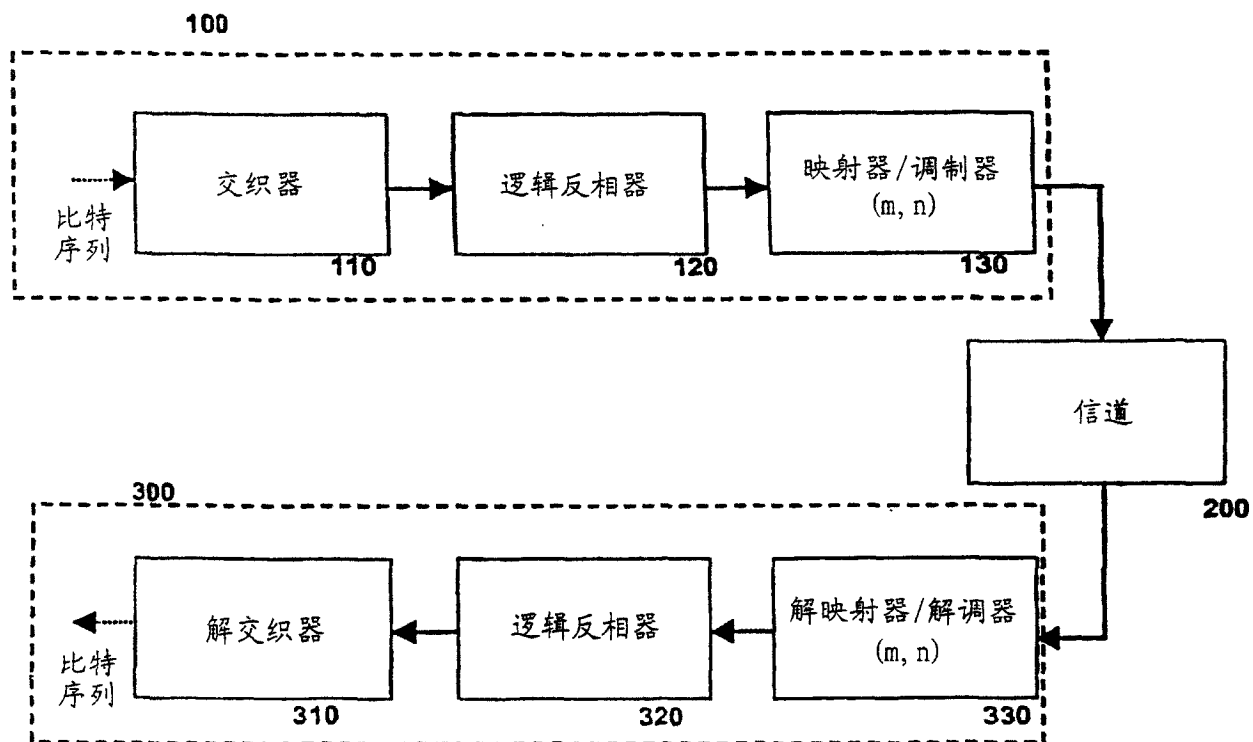


图 12

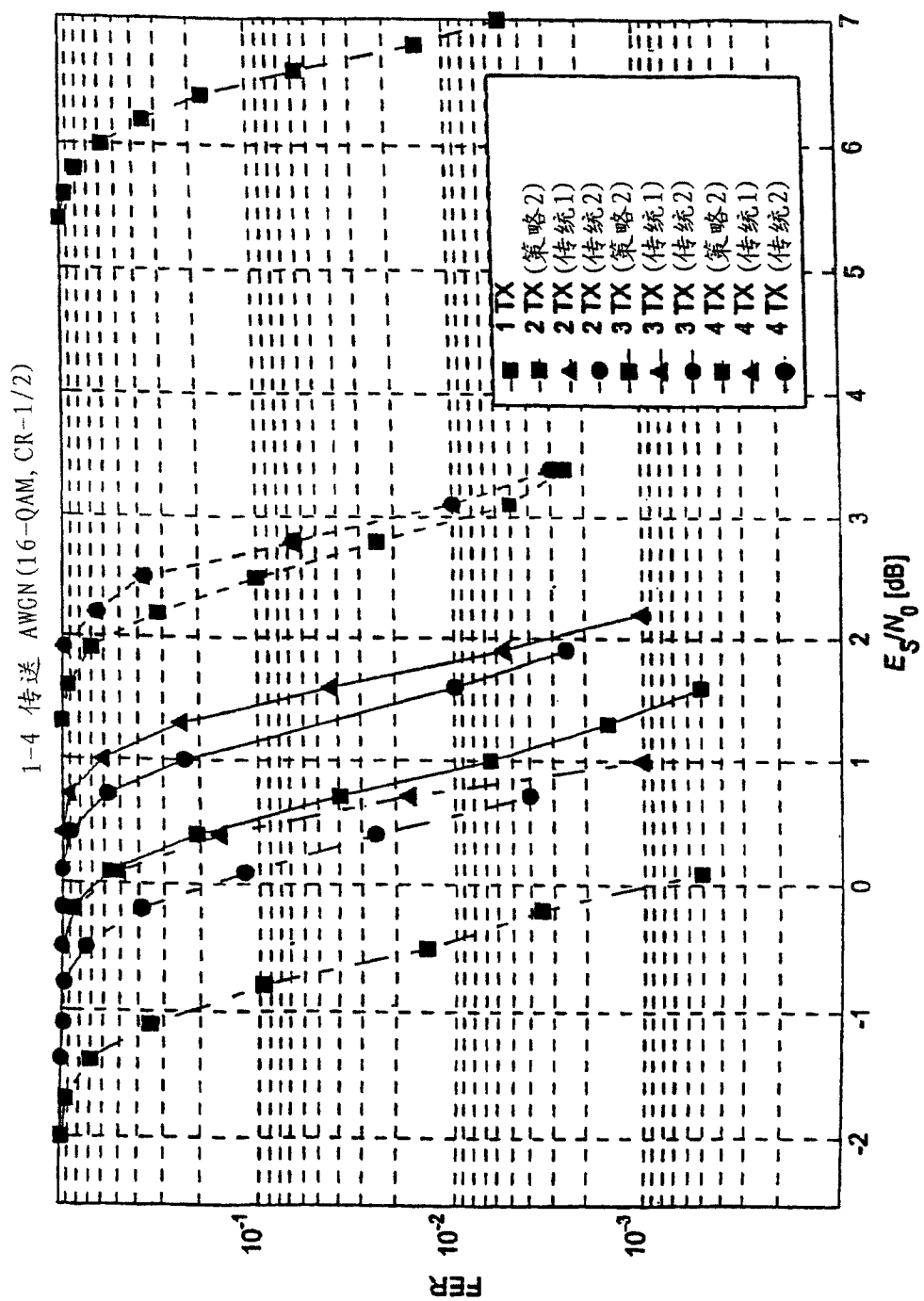


图 13