



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101960765 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 26

(21) 申请号 200980106513. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 02. 26

H04L 1/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/040, 758 2008. 02. 29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/054105 2009. 02. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/107857 EN 2009. 09. 03

(71) 申请人 夏普株式会社

地址 日本国大阪府

(72) 发明人 郭华明

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 赵伟

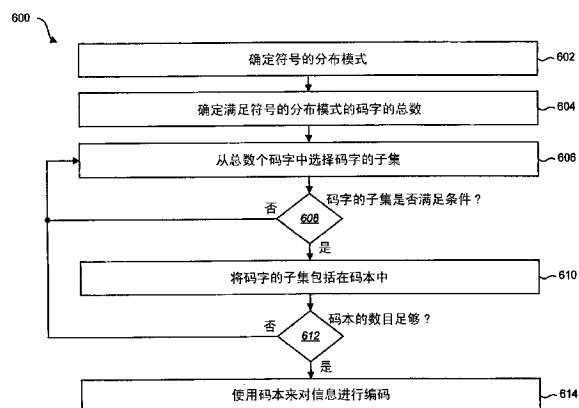
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的系统和方法

(57) 摘要

本发明描述了一种用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的方法。确定符号的分布模式。确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目。从第一数目的码字中选择码字的子集。如果码字的子集满足预定性能准则，则将码字的子集包括在码本中。



1. 一种用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的方法,包括:
确定符号的分布模式;
确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;
从第一数目的码字中选择码字的子集;以及
如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:计算码字的第二数目,其中,所述第二数目指示要包括在码本中的码字的量。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包括:基于码字的第一数目和码字的第二数目,计算码字的可能组合。
4. 根据权利要求3所述的方法,还包括:计算码字的可能组合中的每一个组合的性能度量。
5. 根据权利要求4所述的方法,还包括:确定码字的组合的性能度量是否优于码字的其他组合的性能度量。
6. 根据权利要求5所述的方法,还包括:如果组合的性能度量优于其他组合的性能度量,则包括与所述组合相关联的码字。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述性能准则包括:码字的子集中的码字之间的最小平均欧几里得距离。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述性能准则包括:码字的子集中的码字之间的最小平均汉明距离。
9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述性能准则包括:码字的子集中的码字之间的最小汉明距离的最大值。
10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述性能准则包括:码字的子集中的码字之间的最小欧几里得距离的最大值。
11. 根据权利要求1所述的方法,还包括:选择码本B的初始值以及选择码本B*的初始值,其中,B*是基于值B来选择的。
12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:确定码字集合,在所述码字集合中,码字与码本B*的总和距离小于其他码字集合与码本B*的总和距离。
13. 根据权利要求11所述的方法,还包括:产生新的独立值 B_{new} 。
14. 根据权利要求13所述的方法,还包括:计算第一性能准则 $P(B_{new})$ 和第二性能准则 $P(B_i)$ 。
15. 根据权利要求14所述的方法,还包括:如果满足性能准则,则设置 $B_{i+1} = B_{new}$ 。
16. 根据权利要求11所述的方法,还包括:设置终止码本产生的条件。
17. 一种通信设备,被配置为产生用于对嵌入信息进行编码的码本,所述通信设备包括:
确定单元,用于确定符号的分布模式并确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;
选择单元,用于从第一数目的码字中选择码字的子集;以及
分组单元,用于在码字的子集满足预定性能准则的情况下,将码字的子集包括在码本中。

18. 根据权利要求 17 所述的通信设备,其中,该设备是移动用户设备。
19. 根据权利要求 17 所述的通信设备,其中,该设备是基站。
20. 一种包括可执行指令的计算机可读介质,所述可执行指令用于:
确定符号的分布模式;
确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;
从第一数目的码字中选择码字的子集;以及
如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。

用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及无线通信和无线通信相关技术。更具体地,本发明涉及用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的系统和方法。

背景技术

[0002] 本申请与于 2007 年 6 月 26 日提交的、题为“Systems and Methods for Embedding a First Signal in the Coding of a Second Signal”的美国专利申请 No. 11/768,789 相关。

[0003] 无线通信系统典型地包括与多个用户设备(也可以称作用户装置、移动台、订户单元、接入终端等)进行无线通信的基站。基站通过射频(RF)通信信道向用户设备发送数据。术语“下行链路”和“前向链路”指的是从基站至用户设备的传输,而术语“上行链路”和“反向链路”指的是从用户设备至基站的传输。

[0004] 第 3 代合作伙伴计划(3GPP)是全世界的标准组织的协作。3GPP 的目标是:在国际电信联盟所定义的 IMT-2000(国际移动通信-2000)标准的范围内制定全球适用的第 3 代(3G)移动电话系统规范。3GPP 长期演进(“LTE”)委员会正在考虑正交频分复用(OFDM)以及 OFDM/OQAM(正交频分复用/偏移正交幅度调制),作为用于下行链路传输以及上行链路上的 OFDM 传输的方法。

[0005] 无线通信系统(例如,时分多址(TDMA)、OFDM、码分多址(CDMA)、频分多址(FDMA)等)通常计算用户设备的天线与基站的天线之间的信道脉冲响应的估计,以用于相干接收。信道估计可以涉及:发送与数据复用的已知参考信号。参考信号可以包括单个频率,并通过通信系统而被发送以用于监视、控制、均衡、连续性、同步等。

[0006] 无线通信系统可以包括均发送参考信号的一个或多个移动台以及一个或多个基站。此外,无线通信系统可以发送控制信号,例如信道质量指示符信号(CQI)、肯定确认信号(ACK)和否定确认信号(NACK)。可以对控制信号进行联合编码或单独编码。然而,如果对控制信号进行联合编码或单独编码,则性能可能下降和/或可接受差错率可能增大。由此,将一个控制信号嵌入对第二控制信号的编码中,可以实现优点。不存在适当产生码本以利用在对第二信号的编码中嵌入的第一控制信号对第二控制信号进行编码的码本产生方案。由此,通过提供用于产生可用于将一种类型的信息嵌入对另一种类型的信息的编码中的码本的系统和方法,可以实现优点。

发明内容

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的方法,所述方法包括以下步骤:确定符号的分布模式;确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;从第一数目的码字中选择码字的子集;以及如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。

[0008] 根据本发明的第二方面,提供了一种通信设备,被配置为产生用于对嵌入信息进

行编码的码本,并且所述通信设备包括:确定单元,用于确定符号的分布模式并确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;选择单元,用于从第一数目的码字中选择码字的子集;以及分组单元,用于在码字的子集满足预定性能准则的情况下,将码字的子集包括在码本中。

[0009] 根据本发明的第三方面,提供了一种通信设备,被配置为产生用于对嵌入信息进行编码的码本,并且所述通信设备包括:处理器;与所述处理器进行电子通信的存储器;存储在所述存储器中的指令,所述指令可以被执行用于:确定符号的分布模式;确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;从第一数目的码字中选择码字的子集;以及如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。

[0010] 根据本发明的第四方面,提供了一种包括可执行指令的计算机可读介质,所述可执行指令用于:确定符号的分布模式;确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;从第一数目的码字中选择码字的子集;以及如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。

[0011] 在考虑了结合附图进行的对本发明的以下详细描述时,将更容易理解本发明的以上和其他目的、特征和优势。

附图说明

[0012] 图 1 示意了可实施本系统和方法的示例无线通信系统;

[0013] 图 2 示意了可在发射机与接收机之间存在的通信信道;

[0014] 图 3 是正交相移键控(QPSK)调制的星座图的一个实施例;

[0015] 图 4 是用于将信息类型 A 的第一消息嵌入对信息类型 B 的第二消息的编码中的方法的示例;

[0016] 图 5 是示意了包括码本产生器在内的发射机的一个示例的框图;

[0017] 图 6 是示意了用于产生可用于信息的嵌入编码的码本的方法的一个示例的流程图;

[0018] 图 7 是示意了用于通过选择要包括在码本中的码字来产生码本的方法的一个示例的流程图;

[0019] 图 8 是示意了用于产生可用于嵌入编码的码本的方法的另一示例的流程图;

[0020] 图 9 是示意了用于产生码本的方法的另一示例的流程图;

[0021] 图 10 是根据所公开的设备的一个示例的基站的框图;以及

[0022] 图 11 示意了可在通信设备中利用的各种组件。

具体实施方式

[0023] 描述了一种用于产生用于对嵌入信息进行编码的码本的方法。确定符号的分布模式。确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目。从第一数目的码字中选择码字的子集。如果码字的子集满足预定性能准则,则将码字的子集包括在码本中。

[0024] 在一个示例中,计算码字的第二数目。第二数目可以指示要包括在码本中的码字的量。码字的可能组合可以基于码字的第一数目和码字的第二数目来计算。可以计算码字的可能组合中的每一个的性能度量。

[0025] 可以确定码字的组合的性能度量是否优于码字的其他组合的性能度量。如果组合的性能度量优于其他组合的性能度量,则可以包括与所述组合相关联的码字。

[0026] 性能准则可以包括码字的子集中的码字之间的最小平均欧几里得距离。性能准则可以包括码字的子集中的码字之间的最小平均汉明距离。性能准则还可以包括码字的子集中的码字之间的最小汉明距离的最大值。性能准则还可以包括码字的子集中的码字之间的最小欧几里得距离的最大值。

[0027] 在一个配置中,可以选择码本 B 的初始值,并可以选择码本 B^* 的初始值。 B^* 是可以基于值 B 来选择的。可以确定码字的集合。这些码字与码本 B^* 的总和距离可以小于码字的其他集合与码本 B^* 的总和距离。在一个示例中,可以产生新的独立值 B_{new} 。

[0028] 可以计算第一性能准则 $P(B_{\text{new}})$ 和第二性能准则 $P(B_i)$ 。在一个配置中,如果满足性能准则,则将 B_{i+1} 设置为等于 B_{new} 。还可以设置终止码本产生的条件。

[0029] 还描述了一种被配置为产生用于对嵌入信息进行编码的码本的通信设备。该通信设备包括处理器和与该处理器进行电子通信的存储器。在该存储器中存储了指令。该指令可被执行用于确定符号的分布模式并确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目。该指令还可被执行用于从第一数目的码字中选择码字的子集,并在码字的子集满足预定性能准则的情况下将码字的子集包括在码本中。

[0030] 还描述了一种包括可执行指令在内的计算机可读介质。该指令可被执行用于确定符号的分布模式并确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目。该指令还可被执行用于从第一数目的码字中选择码字的子集,并在码字的子集满足预定性能准则的情况下将码字的子集包括在码本中。

[0031] 本系统和方法描述了用于产生码本的算法,该码本可以用于将一种类型的信息嵌入对另一种类型的信息的编码中。在一个示例中,将第一信息类型的第一消息嵌入对第二信息类型的第二消息的编码中。例如,可以将第一消息嵌入用于对第二消息进行编码的码字中。

[0032] 如这里使用的,术语“信息类型”指的是可以被发送和 / 或接收的信号的类型。术语“消息”指的是每种信息类型的比特串。信息类型的示例可以包括信道质量指示符 (CQI)、肯定确认 / 否定确认 (ACK/NACK)、预编码矩阵指示符 (PMI) 等。本系统和方法也可以针对附加的信息类型而实现。

[0033] 针对多种信息类型中的每一种的期望质量可以不同。在一个示例中,期望质量是消息差错率和延迟的函数。不同信息类型的示例包括信道质量指示符 (CQI) 信息和肯定确认 / 否定确认 (ACK/NACK) 信息。

[0034] 典型地,以时分复用 (TDM) 方式对不同信息类型的每个消息进行单独编码和复用。遵照以上示例, CQI 信息的消息和 ACK/NACK 信息的消息可以置于序列的不同时隙中。该典型方法的优势在于在更大程度上控制 CQI 和 ACK/NACK 目标质量。然而,对这些消息进行单独编码可能使通信链路比包括 CQI 和 ACK/NACK 的联合编码的通信链路性能要差。

[0035] 对多种信息类型的消息进行联合编码涉及:将消息作为单个信息类型复用在一起。联合编码的优势在于性能的改进。然而,每种类型的消息可以具有相同的差错目标质量,这可能是不期望的。换言之,过分保护一种或多种信息类型的消息可能使信道资源的使用变得低效。相反,使用的信道资源可能不够,导致对一种或多种信息类型的消息的不充分

保护。

[0036] 将一种信息类型的消息嵌入对另一种信息类型的消息的编码中向信息类型中的每一个提供了不等的差错保护。在一个示例中,在蜂窝系统中的上行链路控制信令的设计中实现嵌入编码。本系统和方法提供了一种用于产生码本的算法,该码本用于将第一信息类型的消息嵌入对第二信息类型的消息的编码中。

[0037] 图 1 示意了可实施本系统和方法的示例无线通信系统 100。基站 102 与多个用户设备 104(也可以称作用户装置、移动台、订户单元、接入终端等)进行无线通信。图 1 示出了第一用户设备 104a、第二用户设备 104b 和第 N 用户设备 104n。基站 102 通过射频 (RF) 通信信道 106 向用户设备 104 发送数据。

[0038] 如这里使用的,术语“发射机”指的是发送信号的任何组件或设备。可以在向一个或多个用户设备 104 发送信号的基站 102 中实现发射机。备选地,可以在向一个或多个基站 102 发送信号的用户设备 104 中实现发射机。

[0039] 术语“接收机”指的是接收信号的任何组件或设备。可以在从一个或多个基站 102 接收信号的用户设备 104 中实现接收机。备选地,可以在从一个或多个用户设备 104 接收信号的基站 102 中实现接收机。

[0040] 通信系统 100 可以是正交频分复用 (OFDM) 系统。此外,系统 100 可以是码分多址 (CDMA) 系统、时分多址 (TDMA) 系统、频分多址 (FDMA) 系统、宽带码分多址 (W-CDMA) 系统等。

[0041] 图 2 示意了可在发射机 202 与接收机 216 之间存在的通信信道 206。如图所示,从发射机 202 至接收机 216 的通信可以通过第一通信信道 206a 进行。从接收机 216 至发射机 202 的通信可以通过第二通信信道 206b 进行。

[0042] 第一通信信道 206a 和第二通信信道 206b 可以是分离的通信信道 206。例如,在第一通信信道 206a 的发送频带与第二通信信道 206b 的发送频带之间可能没有重叠。第一通信信道 206a 也可以称作下行链路、前向链路等。第二通信信道 206b 可以称作上行链路、反向链路等。

[0043] 图 3 是正交相移键控 (QPSK) 调制的星座图 300 的一个实施例,可以利用本系统和方法来实现。QPSK 调制可以使用圆上等间隔分布的、星座图 300 上的四个点 302、304、306、308。利用四个点 302、304、306 和 308, QPSK 调制可以将消息的两个比特编码为符号。例如,消息可以包括比特“01”。这些比特可以被编码为符号“B”。以类似的方式,比特“00”可以被编码为符号“A”,比特“11”可以被编码为符号“C”,比特“10”可以被编码为符号“D”。

[0044] 图 4 是用于将信息类型 A 的第一消息 416 嵌入对信息类型 B 的第二消息 418 的编码中的方法 400 的示例。方法 400 可以在用户设备 104 上实现。第一消息 416 可以包括 k 个比特,第二消息 418 可以包括 b 个比特。

[0045] 在一个示例中,信息类型 A 的第一消息 416 可以是 ACK/NACK。如果第一消息 416 是 ACK/NACK,则 k 可以等于 2。由此,第一消息 416 可以是“00”、“01”、“10”或“11”。在一个配置中,信息类型 B 的第二消息 418 可以是 CQI。由此,第二消息 418 的比特数目 (b) 可以是 8。

[0046] 码本产生器 408 可以产生与信息类型 B 的消息相关联的码本 410。码本 410 可以是基于第一消息 416 的值来产生的。如这里使用的,术语“码字”指的是变为符号序列 (n 个

符号)的比特集合(m 个比特)。符号序列可以是根据具体规则来组装的,并可以被分配唯一含义。码字可以被表示为“ c_i ”。每个码字可以与 w 比特的一个信息串相对应,并可以用于对消息进行编码。术语“码本”可以指可具有查找表的形式码字集合。码本可以被表示为 B 。由此, $B = \{c_1, \dots, c_Q\}$,其中 $Q = 2^w$ 。

[0047] 在一个配置中,如果第一消息 416 是“00”,则可以产生具有第一码字集合的第一码本。如果第一消息 416 是“01”,则可以产生具有第二码字集合的第二码本,等等。码字 412 可以是 m 比特码字。在一个示例中,码字 412 可以是 20 比特码字。以下将进一步讨论与码本 410 的产生有关的细节。

[0048] 在一个示例中,编码后的第二消息 420(即,码字 412)可以由调制器 414 调制为变成 n 个调制后的符号 422,其中, n 取决于所使用的调制方案。在一个配置中,调制后的符号 422 是由 QPSK 调制方案产生的。符号 422 可以是图 3 中的符号 A 304、B 302、C 306 和 D 308 的组合。可以将调制后的符号 422 插入序列的时隙中,并将其发送至接收机。

[0049] 以下示例还示意了用于将第一消息 416(如 ACK/NACK)嵌入对第二消息 418(如 CQI)的编码中的方法 400。第一消息 416 可以具有值“00”(其中 $k = 2$)。第二消息 418 可以具有值“00000000”(其中 $w = 8$)。码本产生器 408 产生用于对第二消息 418 进行编码的码本 410。码本 410 可以基于第一消息 416 的值(如“00”)。所产生的码本 410 可以包括 2^w 个码字(如 $2^8 = 256$ 个码字)。2^w个码字之一被选择用以对第二消息 418 进行编码。编码后的第二消息 420(即,码字 412)由调制器 414 调制变为调制后的符号 422。

[0050] 由于该示例中的第一消息 416 的值是“00”,因此所产生的码本 410 可以包括产生符号 A 304 的码字,所述符号 A 304 多于调制后的其他符号。换言之,基于 QPSK 星座图 300,调制后的符号 422 可以包括比任何其他符号更多出现的 A 304 符号。为了进一步解释,码本 410 内的码字可以包括比组合“01”、“10”或“11”更多出现的组合“00”。当对码字进行了调制时,组合“00”可以由 A 304 符号表示。组合“01”、“10”和“11”可以分别由 B 302 符号、D 308 符号和 C 306 符号表示。表 1 示出了可用于在第一消息 416(如 ACK/NACK)具有值“00”时对第二消息 418(如 CQI)进行编码的码本 410 的示例。

[0051]

第二消息 (w 个比特)	码字 (m 个比特)	符号的分布
00000000	00000000000000011110	AAAAAABCD
.....		
11111111	10000000000001110000	DAAAAABCAA

[0052] 表 1:第一消息是“00”时的示例码本

[0053] 以类似的方式,当第一消息 416 是“01”、“11”或“10”时,可以产生具有不同码字的码本。这些码本可以根据第一消息的值,包括产生较多出现的调制后的 B 302 符号、C 306 符号或 D 308 符号的码字。表 2 示出了根据第一消息 416 的值调制后的符号 422 可如何分布的示例。

[0054]

第一消息 (k 个比特)	符号的分布
00	7A, 1B, 1C, 1D
01	1A, 7B, 1C, 1D
11	1A, 1B, 7C, 1D
10	1A, 1B, 1C, 7D

[0055] 表 2 :符号分布的示例

[0056] 图 5 是示意了包括码本产生器 508 在内的发射机 504 的一个示例的框图。码本产生器 508 可以用于产生包括码字在内的码本 510。码字可以用于对传达特定信息类型的消息进行编码。在一个配置中,来自所产生的码本 510 的码字可以用于对 CQI 消息进行编码。

[0057] 在一个示例中,信息类型 A 的第一消息 516 可以由码本产生器 508 接收。第一消息 516 可以是 ACK/NACK。此外,第一消息 516 可以包括 k 个比特,其中 k 可以等于 2。初始化模块 502 接收第一消息 516 并初始化码本 510 的产生。初始化模块 502 可以向比较器 506 提供要包括在码本 510 中的可能码字。可能码字分别与符号序列相关联。比较器 506 将码字的符号序列与性能准则 P(B) 512 进行比较。基于比较结果,可以将码字包括在码本 510 中。输出模块 514 可以输出包括其符号序列满足性能准则 512 的那些码字在内的、所产生的码本 510。

[0058] 作为备选配置,发射机 504 还可以包括:确定单元,确定符号的分布模式并确定与符号的分布模式相关联的码字的第一数目;选择单元,从第一数目的码字中选择码字的子集;以及分组单元,在码字的子集满足预定性能准则的情况下,将码字的子集包括在码本中。发射机还可以包括其他单元,例如计算单元,计算可能需要包括在码本中的码字的数目(稍后描述)。

[0059] 在一个示例中,硬判决解码的汉明距离和软判决解码的欧几里得距离提供了两种不同的性能准则 512。汉明距离可以是相等长度的两个码字之间对应符号不同的位置的数目。该汉明距离可以被表示为 h。在一个示例中, h_{ij} 可以表示第一码字 (c_i) 与第二码字 (c_j) 之间的汉明距离。欧几里得距离可以是相等长度的两个码字之间的距离。欧几里得距离可以被表示为 e。在一个配置中, e_{ij} 可以表示第一码字 (c_i) 与第二码字 (c_j) 之间的欧几里得距离。

[0060] 当选择要包括在码本 510 中的码字时,可以使用多个性能准则 P(B) 512。性能准则 P(B) 512 的第一示例可以包括:最小化码字之间的平均欧几里得距离。这可以被表示为:

$$[0061] \quad \arg \min_B \frac{1}{Q} \sum_i \sum_{j \neq i} e_{ij}, i, j \in \{1, \dots, Q\} \text{ 准则 1}$$

[0062] 性能准则 P(B) 512 的第二示例可以包括:最小化码字之间的平均汉明距离。第二示例可以被表示为:

$$[0063] \quad \arg \min_B \frac{1}{Q} \sum_i \sum_{j \neq i} h_{ij}, i, j \in \{1, \dots, Q\} \text{ 准则 2}$$

[0064] 性能准则 P(B) 512 的第三示例可以包括:最大化码字之间的最小欧几里得距离。

第三示例可以被表示为：

[0065] $\arg \max_B (\min e_{ij}), \forall i, j \in \{1, \dots, Q\}$ 准则 3

[0066] 此外,性能准则 P(B) 512 的第四示例可以包括:最大化码字之间的最小汉明距离。第四示例可以被表示为：

[0067] $\arg \max_B (\min h_{ij}), \forall i, j \in \{1, \dots, Q\}$ 准则 4

[0068] 图 6 是示意了用于产生可用于信息的嵌入编码的码本的方法 600 的一个示例的流程图。在一个配置中,方法 600 可以由用户设备 104 实现。可以确定 602 符号的分布模式。符号可以与如图 3 所述的 QPSK 调制方案相关联。可以基于信息类型 A 的第一消息 516 (如 ACK/NACK 消息) 来确定 602 分布模式。

[0069] 在一个示例中,确定 604 满足符号的分布模式的码字的总数。从总数个码字中选择 606 码字的子集,并对子集中的码字是否满足条件进行确定 608。在一个配置中,该条件是前述性能准则 P(B) 512 中的一个或多个。如果确定 608 码字的子集不满足条件,则方法 600 返回至选择 606 码字的不同子集。然而,如果子集中的码字满足条件,则将码字的子集包括 610 在码本中。

[0070] 在一个示例中,对码本是否包括足够数目的码字进行确定 612。如果码本不包括足够数目的码字,则可以选择 606 码字的不同子集。如果确定码本包括足够数目的码字,则可以使用码本对信息进行编码 614。具体地,如前所述,码本可以用于将一种类型的信息嵌入另一种类型的信息中。

[0071] 图 7 是示意了用于通过选择要包括在码本中的码字来产生码本的方法 700 的一个示例的流程图。在一个示例中,确定 702 符号的分布模式。例如,可以实现 QPSK 调制方案,并可以确定 702 分布模式“3A 1B0C 1D”。与第一消息 416 和第二消息 418 相关联的比特数可以分别是 $k = 1$ 和 $w = 4$ 。此外,符号数 (n) 可以是 $n = 5$ 。

[0072] 可以确定 704 满足符号的分布模式的所有码字。码字的总数可以被表示为 S。使用以上示例,可能满足分布“3A 1B 0C 1D”的码字的总数 (S) 可以是 $\binom{5}{3} \times \binom{2}{1} = 20$ 。此外,还确定 706 要包括在码本中的码字的所需数目。码字的所需数目可以通过计算 2^w 而确定。例如,由于在以上示例中 $w = 4$,因此可能需要将 20 个码字中的 $2^4 = 16$ 个码字包括在码本中。

[0073] 在一个配置中,计算码字的可能组合 708。可能组合可以基于码字的总数和码字的所需数目。例如,可能组合可以是 $\binom{20}{16} = 4845$ 。可以针对可能组合中的每一个计算 710 性能度量。在一个示例中,如果使用准则 1 (参考以上内容),性能度量可以被选择为与组合相关联的码字之间的平均欧几里得距离。

[0074] 可以选择 712 码字的可能组合。在一个示例中,可以对所选组合的性能度量是否优于其他组合的性能度量进行确定 714。如果所选组合的性能度量不是更优,则方法 700 可以返回至选择 712 码字的不同组合。然而,如果所选组合的性能度量优于其他组合的性能度量,则可以将与该组合相关联的码字包括 716 在码本中。

[0075] 图 8 是示意了用于产生可用于嵌入编码的码本的方法 800 的另一示例的流程图。

在一个示例中,可以选择 802 B 的初始值。值 B 可以表示码本。在一个示例中,B 的所选值可以是 $B_0 \in S$ (其中 S 表示可能满足符号的确定分布模式的码字的总数)。可以随机或确定性地选择 802B 的初始值。如果随机选择 802 B 的值,则可以实现 S 的均匀分布。

[0076] 在一个示例中,可以将计数器值 i 设置 804 为 0。可以产生 806 B 的新的独立值。例如,根据所选的概率分布,新值可以是 $B_{\text{new}} \in S$ 。在一个配置中,可以计算 808 $P(B_{\text{new}})$ 和 $P(B_i)$ 。可以对是否满足性能准则进行确定 810。例如,如果对于准则 1 和准则 2 (参考以上内容) $P(B_{\text{new}}) < P(B_i)$ (或者如果对于准则 3 和准则 4 $P(B_{\text{new}}) > P(B_i)$),则可以将 B_{i+1} 设置 814 为等于 B_{new} 。然而,如果不满足性能准则,则可以将 B_{i+1} 设置 812 为等于 B_i 。

[0077] 还可以对是否满足停止准则进行确定 816。停止准则可以指示停止执行选择码字以产生码本的算法的条件。停止准则可以包括阈值。阈值的示例可以是试验的数目 T 和两个试验的性能度量之间的差 (r)。停止准则还可以包括评估的最大数目 L。如果确定 816 已达到评估的最大数目 L,或者对于 B 的当前估计满足阈值 $r < P(B_{i+1}) - P(B_i)$,则方法 800 结束 820。然而,如果未满足停止准则,则可以将 i 设置 818 为 i+1,并且方法 800 返回至产生 806 新的独立值 B_{new} 。

[0078] 以下示例还示意了方法 800 的一个示例。在一个配置中, $k = 2, w = 8, n = 10$ 。可以利用 QPSK 调制,并且所需的符号分布可以是“7A 1B1C 1D”。满足该符号分布的码字的

总数可以是 $\binom{10}{7} \times \binom{3}{1} \times \binom{2}{1} = 720$ 。由于 $w = 8$,因此 720 个码字中的 2^8 个码字 (即,256 个

码字)可以变为码本。可以存在码字的总共 $\binom{720}{256}$ 个可能组合。评估的最大数目 L 可以是

50,000。在每次试验中,可以随机选择 256 个码字作为码本 B,并可以计算 $P(B)$ 。在 50,000 次试验之后,将上述方法 800 的所得码本确定为最终码本 B。

[0079] 图 9 是示意了用于产生码本的方法 900 的另一示例的流程图。方法 900 可以在根据图 8 所述的方法 800 产生的结果之上应用探试式优化。与方法 800 类似,可以定义阈值。两个可能的候选阈值包括试验 T 的数目和两个试验的性能度量之间的差值 (r)。可以选择 902 B^* 的初始值。在一个示例中,可以选择从方法 800 得到的 B,例如 $B^* \in S$ 。可以确定 904 产生与 B^* 的总和距离在特定值内的码字的集合。例如,确定 904 码字的集

合 $c_X, X = \{x_1, \dots, x_Y\}$,使得其与码本 B^* 的总和距离最小, $\sum_{x=x_1}^{x_Y} \sum_{j=1, j \neq x}^Q e_{xj} < \sum_{p=p_1}^{p_Y} \sum_{j=1, j \neq p}^Q e_{pj}, \forall x \in X,$

$\forall p \in P \subseteq B^* - X$ (或者如果使用汉明距离,则是 $\sum_{x=x_1}^{x_Y} \sum_{j=1, j \neq x}^Q h_{xj} < \sum_{p=p_1}^{p_Y} \sum_{j=1, j \neq p}^Q h_{pj}, \forall x \in X, \forall p \in B^* - X$)。

码字的集合 P 可以与 X 具有相同大小。可以将计数器值 i 设置 906 为 0,并可以计算 $P(B^*)$ 。此外,可以通过利用 c_i 替换 c_X 来产生值 B_{new} ,其中 c_i 可以是来自 $C = S - B^*$ 选择以得到新值 $B_{\text{new}} \in S$ 的码字的集合。在一个示例中, c_i 与 c_X 包括相同的码字数目。

[0080] 在一个配置中,可以计算 908 $P(B_{\text{new}})$ 和 $P(B_i)$ 。可以对是否满足性能准则进行确定 910。如果对于性能准则 1 和准则 2, $P(B_{\text{new}}) < P(B_i)$ (对于性能准则 3 和准则 4, $P(B_{\text{new}}) > P(B_i)$),则设置 914 $B_{i+1} = B_{\text{new}}$ 。然而,如果对于性能准则 1 和准则 2, $P(B_{\text{new}}) < P(B_i)$ (对于性能准则 3 和准则 4 不满足 $P(B_{\text{new}}) > P(B_i)$),则设置 912 $B_{i+1} = B_i$ 。

[0081] 可以对是否满足停止准则进行确定 916。例如,如果已达到评估的最大数目 L 或者

对于 B 的当前估计满足阈值 $r < P(B_{i+1}) - P(B_i)$, 则方法 900 可以结束 920。然而, 如果确定 916 不满足停止准则, 则可以将 i 设置 918 为 i+1。方法 900 可以返回至计算 908 $P(B_{\text{new}})$ 和 $P(B_i)$ 。

[0082] 以下示例还示意了方法 900 的一个示例。在一个配置中, $k = 2$, $w = 8$, $n = 10$ 。可以利用 QPSK 调制, 并且所需的符号分布可以是“7A 1B1C 1D”。满足该符号分布的码字的

总数可以是 $\binom{10}{7} \times \binom{3}{1} \times \binom{2}{1} = 720$ 。由于 $w = 8$, 因此 720 个码字中的 2^8 个码字 (即, 256 个

码字) 可以变为码本。可以存在码字的总共 $\binom{720}{256}$ 个可能组合。在该示例中, 方法 800 的结

果可以用作 B^* 。在一个示例中, Y 可以表示在用 c_i 替换 c_x 时改变的码字的数目。如果 $Y = 1$, 则可能需要搜索 464 次试验 (即, $720 - 256 = 464$)。在一个示例中, 可以将 L 选择为 464。

如果 $Y = 2$, 可能搜索 $\binom{464}{2} = 107416$ 次试验。因此, 如果 $Y \geq 2$, 则可以针对 L 定义较大的数, 以较早停止产生码本的算法。

[0083] 图 10 是根据所公开的设备的一个示例的基站 1008 的框图。一个或多个基站 1008 可以用于实现这里公开的各种系统和方法。基站 1008 可以是基站控制器、基站收发机等。基站 1008 包括收发机 1020, 收发机 1020 包括发射机 1010 和接收机 1012。收发机 1020 可以耦合至天线 1018。基站 1008 还包括数字信号处理器 (DSP) 1014、通用处理器 1002、存储器 1004 和通信接口 1006。基站 1008 的各种组件可以被包括在外壳 1022 内。

[0084] 处理器 1002 可以控制基站 1008 的操作。处理器 1002 也可以称作 CPU。可包括只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM) 的存储器 1004 向处理器 1002 提供指令和数据。存储器 1004 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器 (NVRAM)。

[0085] 图 11 示意了可在通信设备 1102 中利用的各种组件。通信设备 1102 可以包括任何类型的通信设备, 例如移动台、蜂窝电话、接入终端、用户装置等。通信设备 1102 包括对通信设备 1102 的操作进行控制处理器 1106。处理器 1106 也可以称作 CPU。可包括只读存储器 (ROM) 和随机存取存储器 (RAM) 的存储器 1108 向处理器 1106 提供指令和数据。存储器 1108 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器 (NVRAM)。

[0086] 通信设备 1102 还可以包括外壳 1122, 外壳 1122 包含发射机 1112 和接收机 1114 以允许数据的发送和接收。发射机 1112 和接收机 1114 可以被组合为收发机 1124。天线 1126 附着至外壳 1122 并电耦合至收发机 1124。还可以使用附加天线 (未示出)。

[0087] 通信设备 1102 还可以包括信号检测器 1110, 信号检测器 1110 用于检测和量化由收发机 1124 接收的信号的电平。信号检测器 1110 检测诸如总能量、导频能量、功率谱密度之类的信号以及其他信号。

[0088] 状态改变器 1116 基于当前状态以及由收发机 1124 接收到且由信号检测器 1110 检测到的附加信号, 控制通信设备 1102 的状态。通信设备 1102 可能能够操作于多个状态中的任一个。

[0089] 通信设备 1102 的各种组件被总线系统 1120 耦合在一起, 除了包括数据总线之外, 总线系统 1120 还可以包括电源总线、控制信号总线和状态信号总线。然而, 为了清楚起见, 图 11 将各种总线示意为总线系统 1120。通信设备 1102 还可以包括用于处理信号的数字信

号处理器 (DSP) 1118。图 11 所示的通信设备 1102 是功能框图而不是具体组件的列表。

[0090] 如这里使用的,术语“确定”涵盖了大量动作,因此,“确定”可以包括计算、估算、处理、推导、调查、查找(例如在表、数据库或另一数据结构中查找)、查实等等。此外,“确定”可以包括接收(例如接收信息)、访问(例如访问存储器中的数据)等等。此外,“确定”可以包括求解、选择、挑选、建立等等。

[0091] 除非另外明确指定,短语“基于”不表示“仅基于”。换言之,短语“基于”既描述了“仅基于”又描述了“至少基于”。

[0092] 这里描述的各种示意性逻辑块、模块和电路可以利用被设计为执行这里描述的功能的通用处理器、数字信号处理器 (DSP)、应用特定集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列信号 (FPGA) 或其他可编程逻辑器件、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件或者其任意组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但备选地,该处理器可以是任何传统的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合,例如,DSP 和微处理器的组合、多个微处理器、与 DSP 核相结合的一个或多个微处理器、或者任何其他这种配置。

[0093] 这里描述的方法或算法的步骤可以直接体现为硬件、由处理器执行的软件模块、或两者的组合。软件模块可以驻留于本领域公知的任何形式的存储介质中。可使用的存储介质的一些示例包括 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、可移除盘、CD-ROM 等等。软件模块可以包括单个指令或多个指令,并可以分布在多个不同代码段上、不同程序当中、以及多个存储介质上。示例存储介质可以耦合至处理器,使得该处理器可以从该存储介质读取信息并向该存储介质写入信息。备选地,该存储介质可以与处理器集成。

[0094] 这里公开的方法包括用于实现所描述方法的一个或多个步骤或者动作。在不脱离权利要求的范围的前提下,可以将方法步骤和/或动作互换。换言之,在不脱离权利要求的范围的前提下,可以修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用,除非为了所描述的方法的适当操作,需要步骤或动作以特定顺序进行。

[0095] 所描述的功能可以以硬件、软件、固件或其任意组合来实现。如果以软件实现,则可以将功能作为一个或多个指令存储在计算机可读介质上。计算机可读介质可以是可由计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限制,计算机可读介质可以包括 RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM 或其他光盘存储器、磁盘存储器或其他磁存储器件、或者可用于承载或存储以指令或数据结构的形式存在的期望程序代码且可由计算机访问的任何其他介质。如这里使用的,磁盘和光盘包括紧致盘 (CD)、激光盘、光盘、数字通用盘 (DVD)、软盘和 Blu-ray[®] 盘,其中,磁盘通常以磁的方式再现数据,而光盘利用激光以光的方式再现数据。

[0096] 还可以通过传输介质来传输软件或指令。例如,如果使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字订户线路 (DSL)、或者如红外线、无线电和微波之类的无线技术,从网站、服务器或其他远程源传输软件,则在传输介质的定义中包括同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL、或者如红外线、无线电和微波之类的无线技术。

[0097] 应当理解,权利要求不限于以上所示的精确配置和组件。在不脱离权利要求的范围的前提下,可以对这里描述的系统、方法和设备的布置、操作和细节进行各种修改、改变和变更。

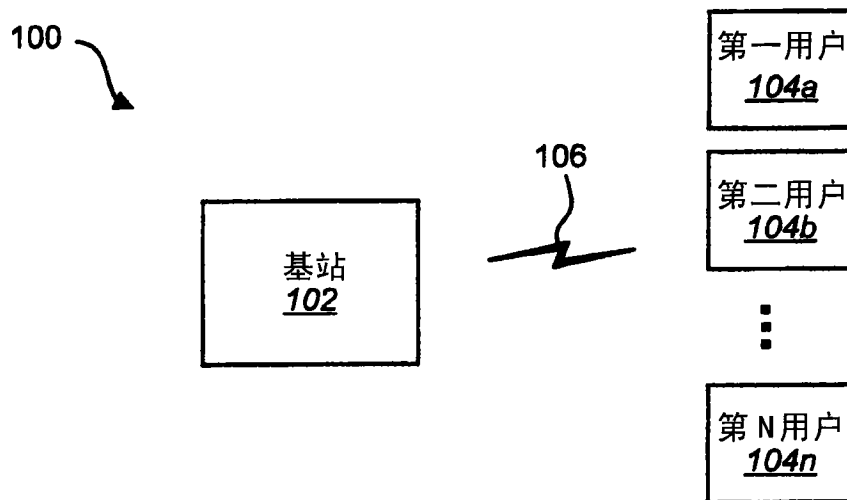


图 1

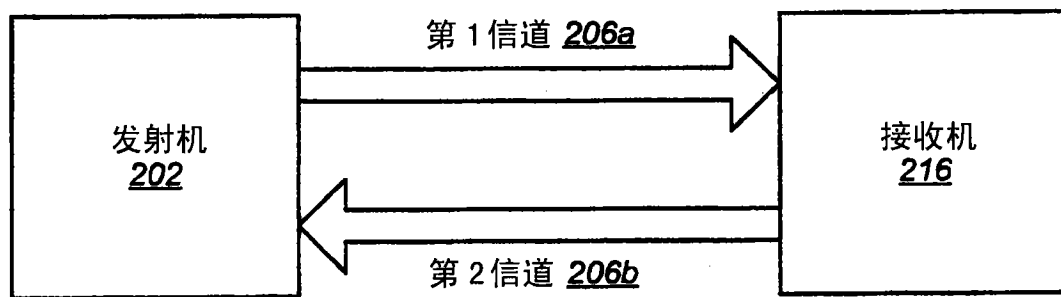


图 2

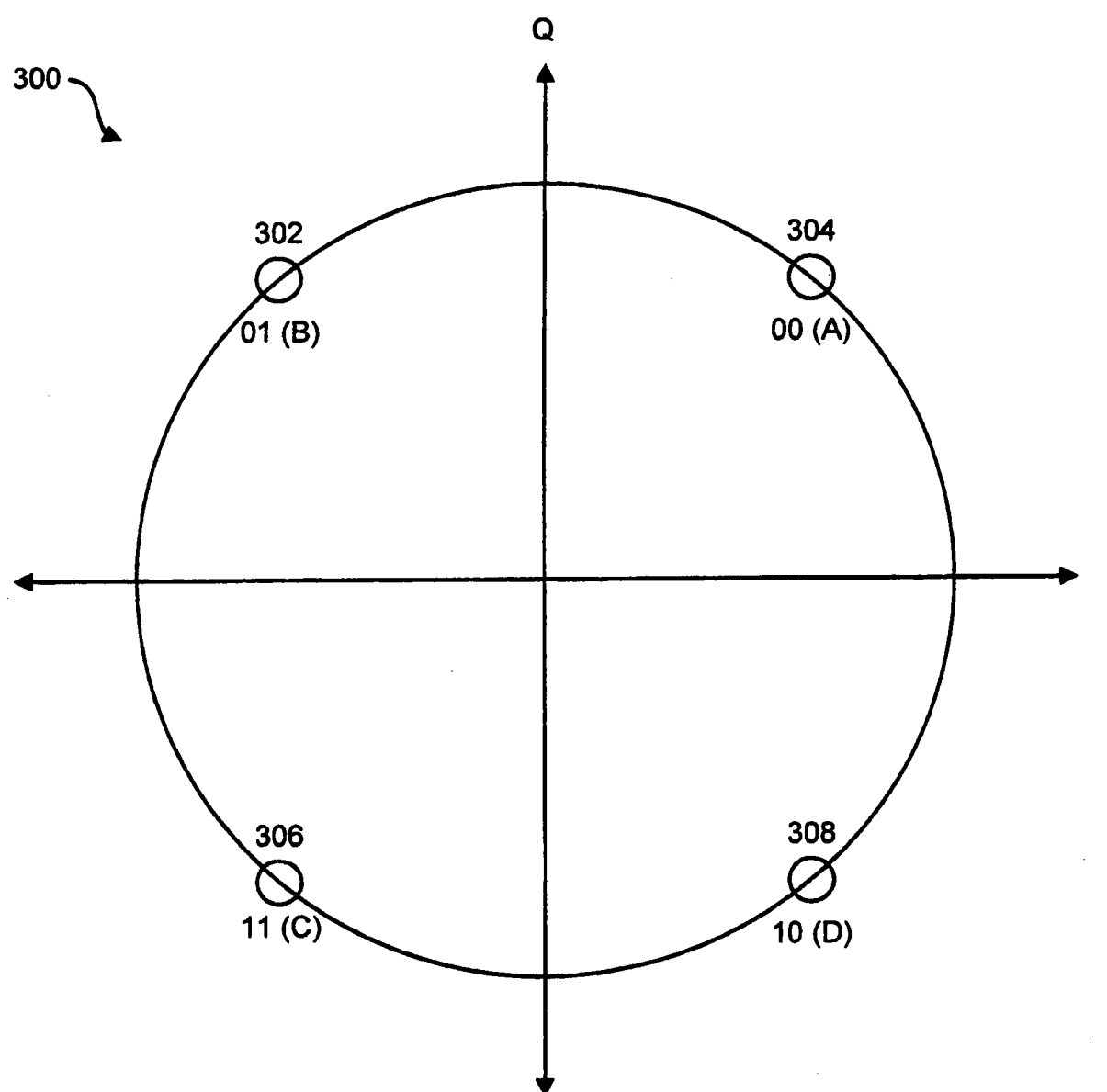


图 3

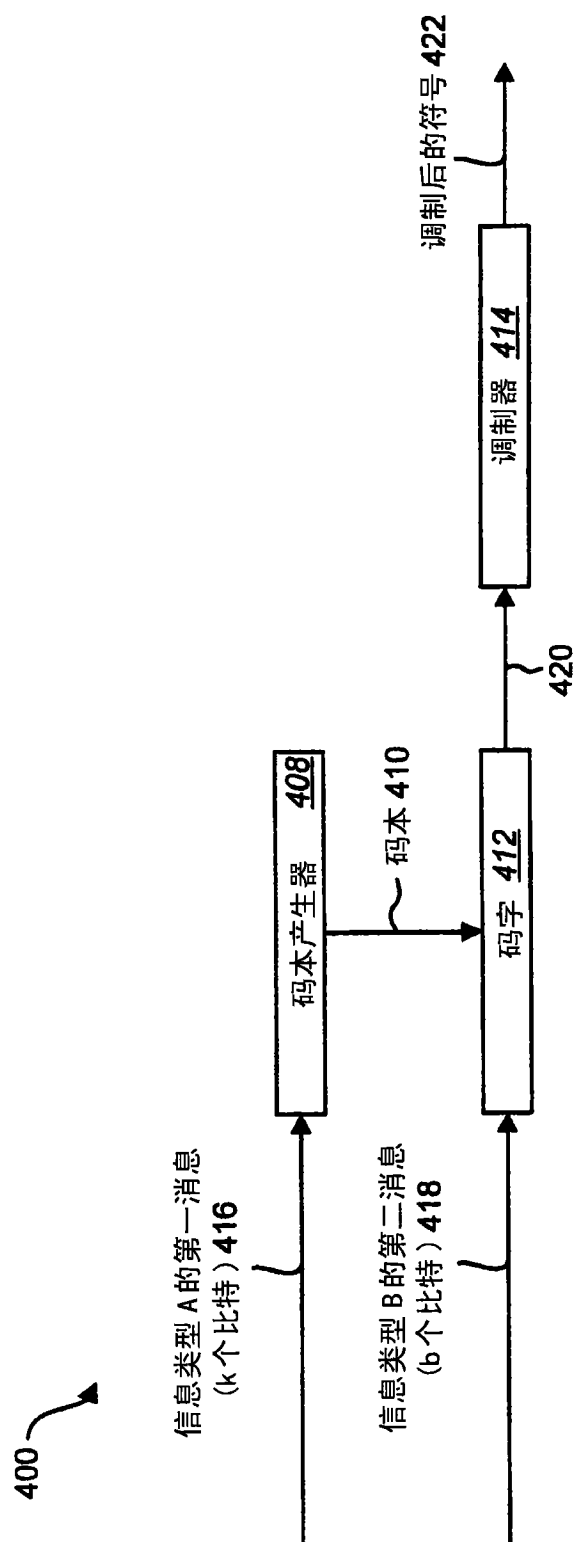


图 4

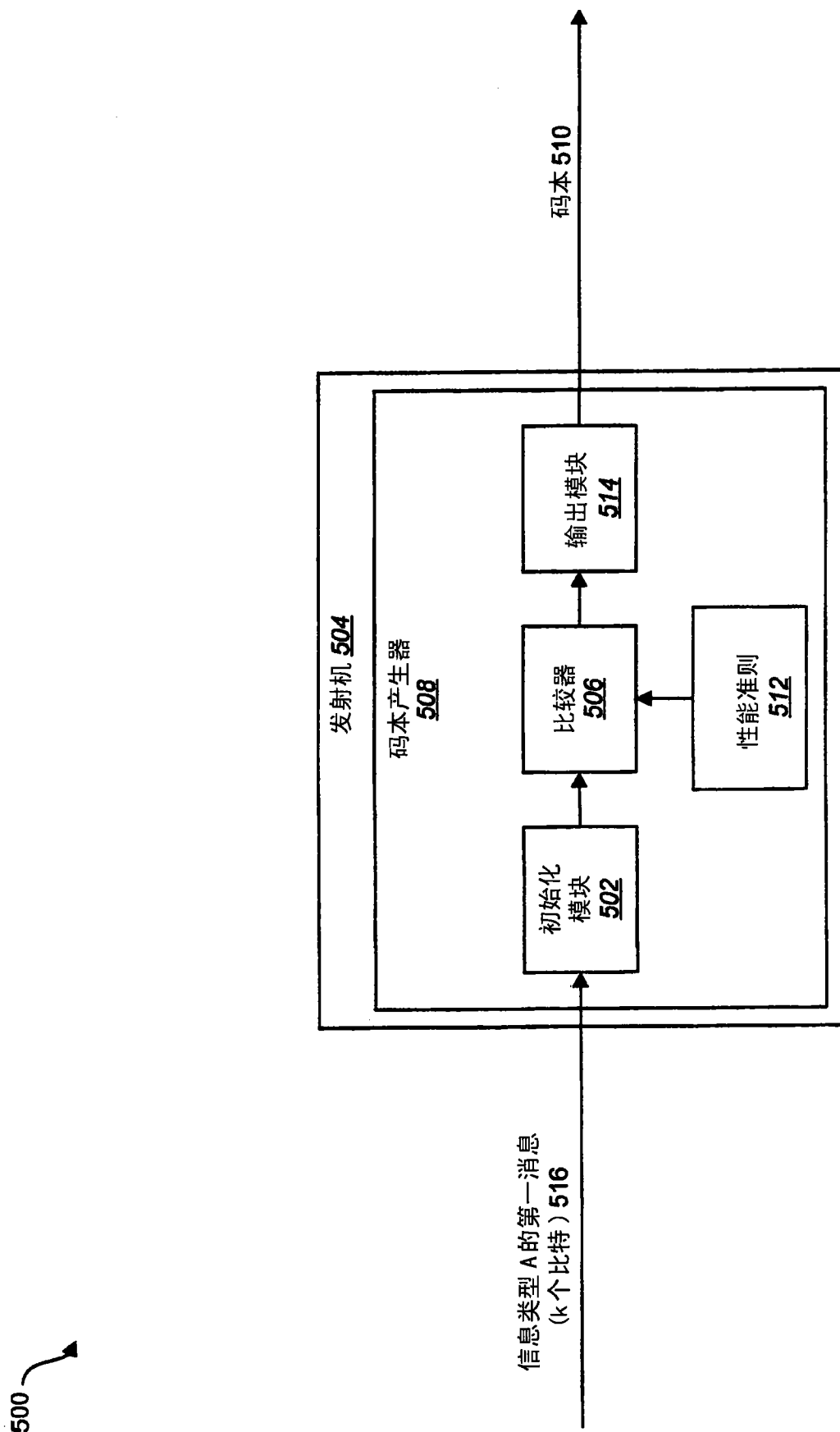


图 5

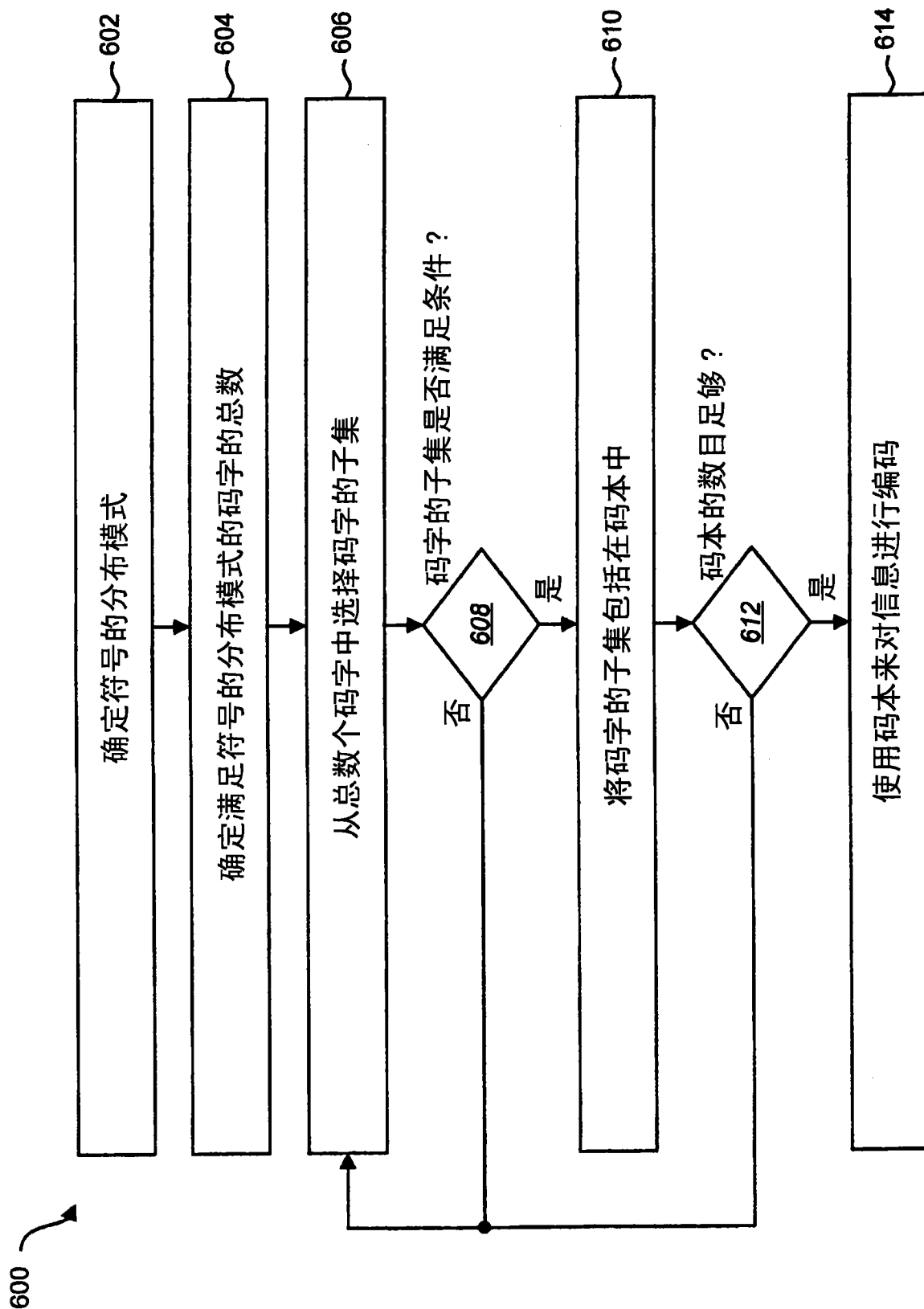


图 6

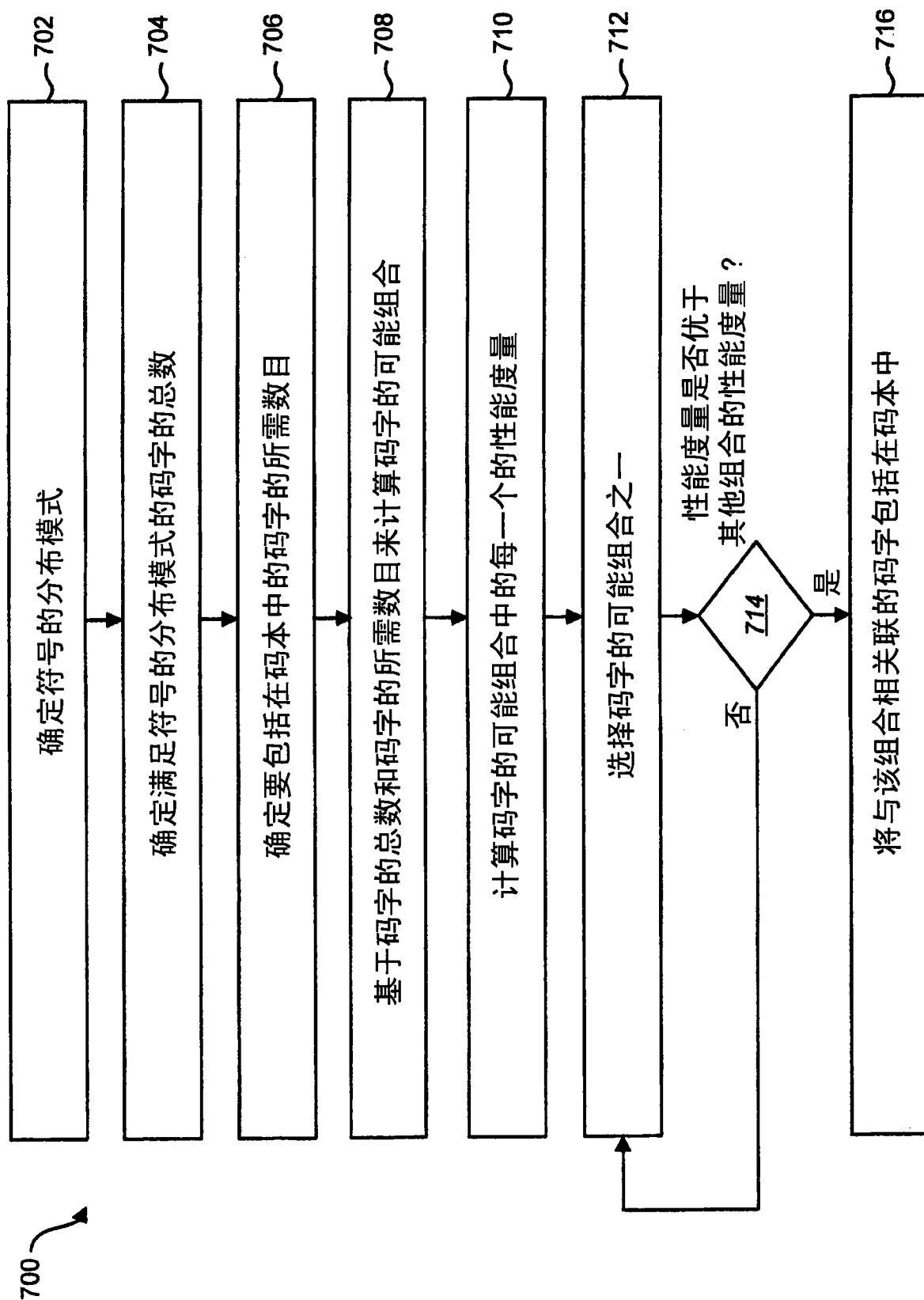


图 7

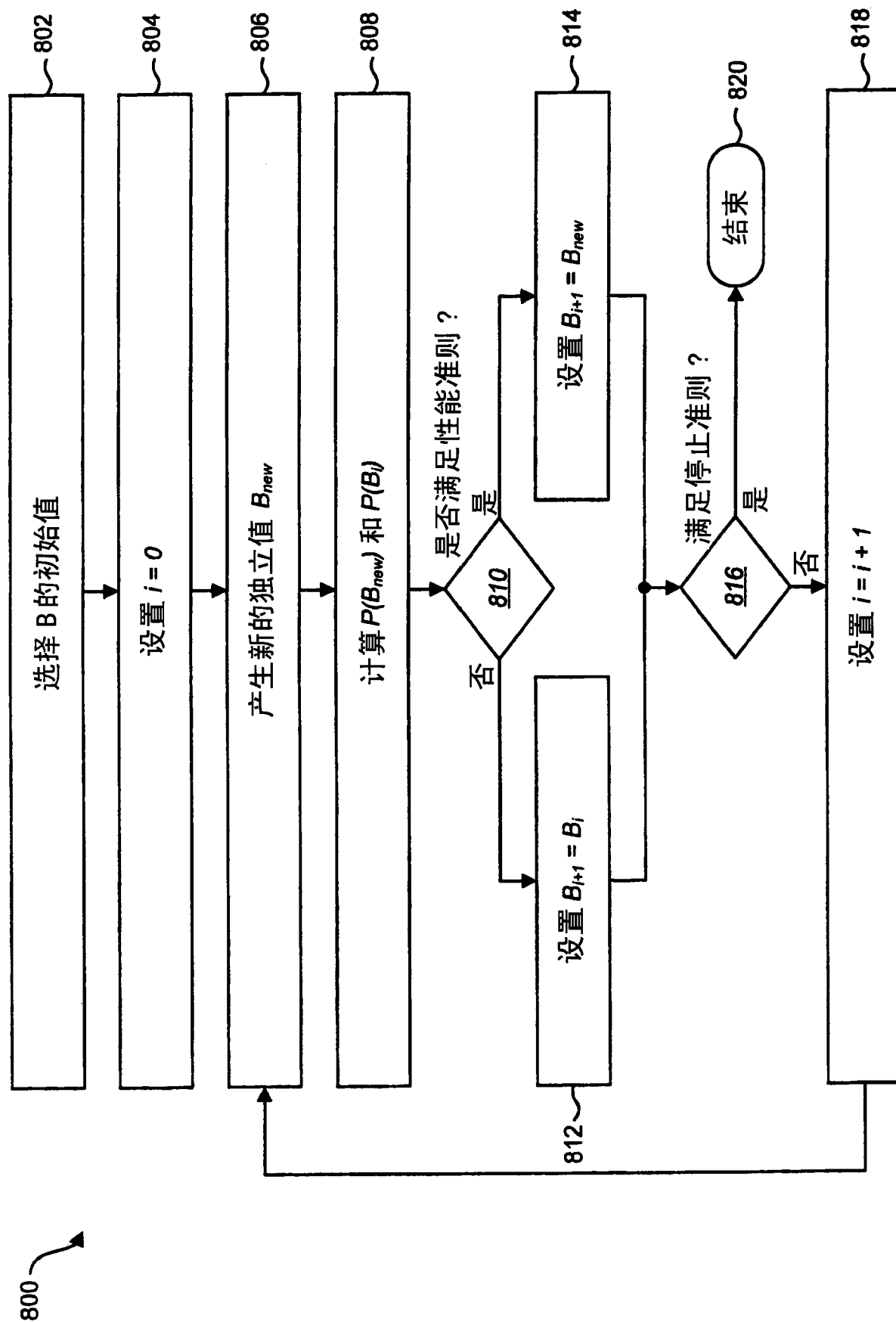


图 8

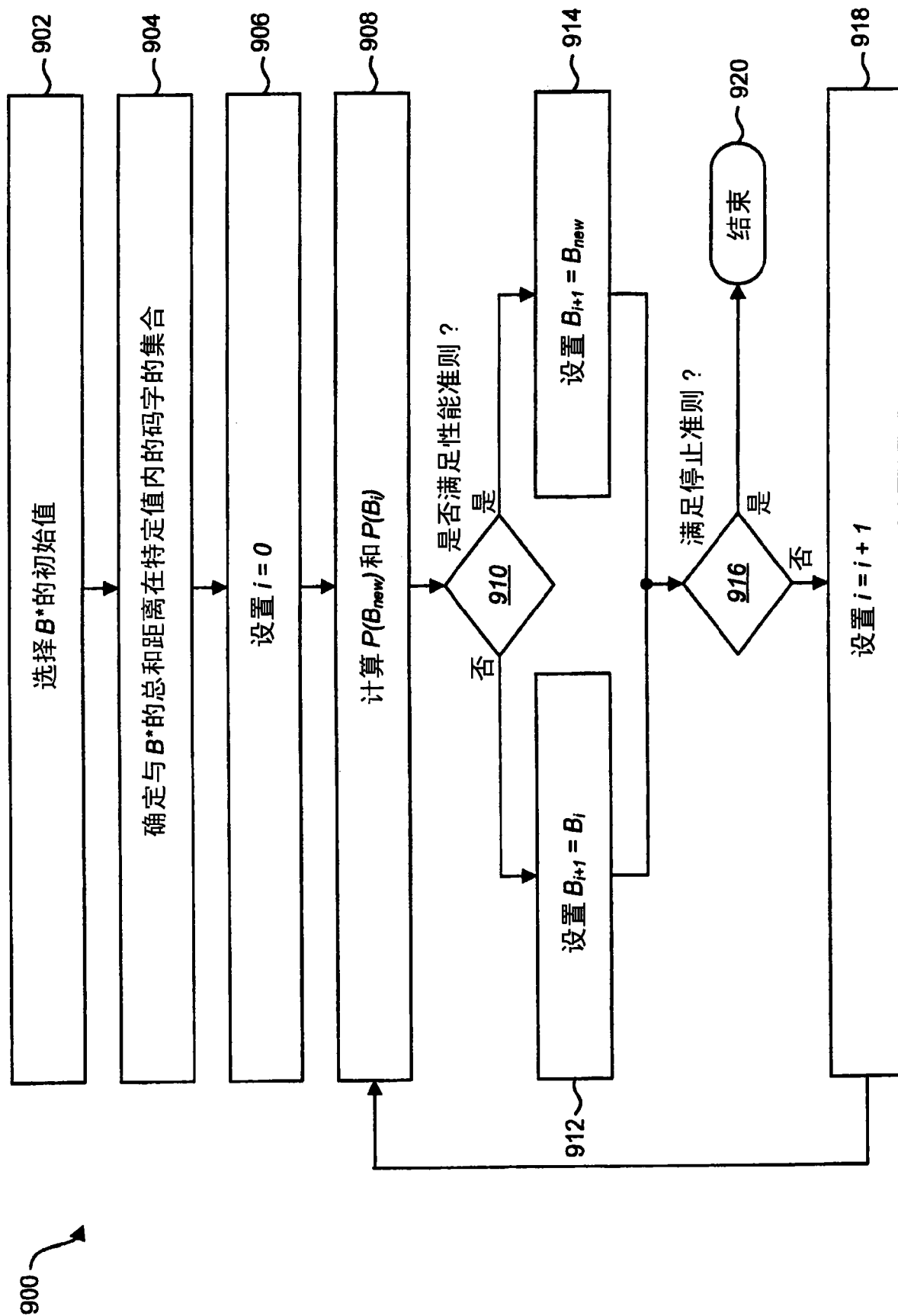


图 9

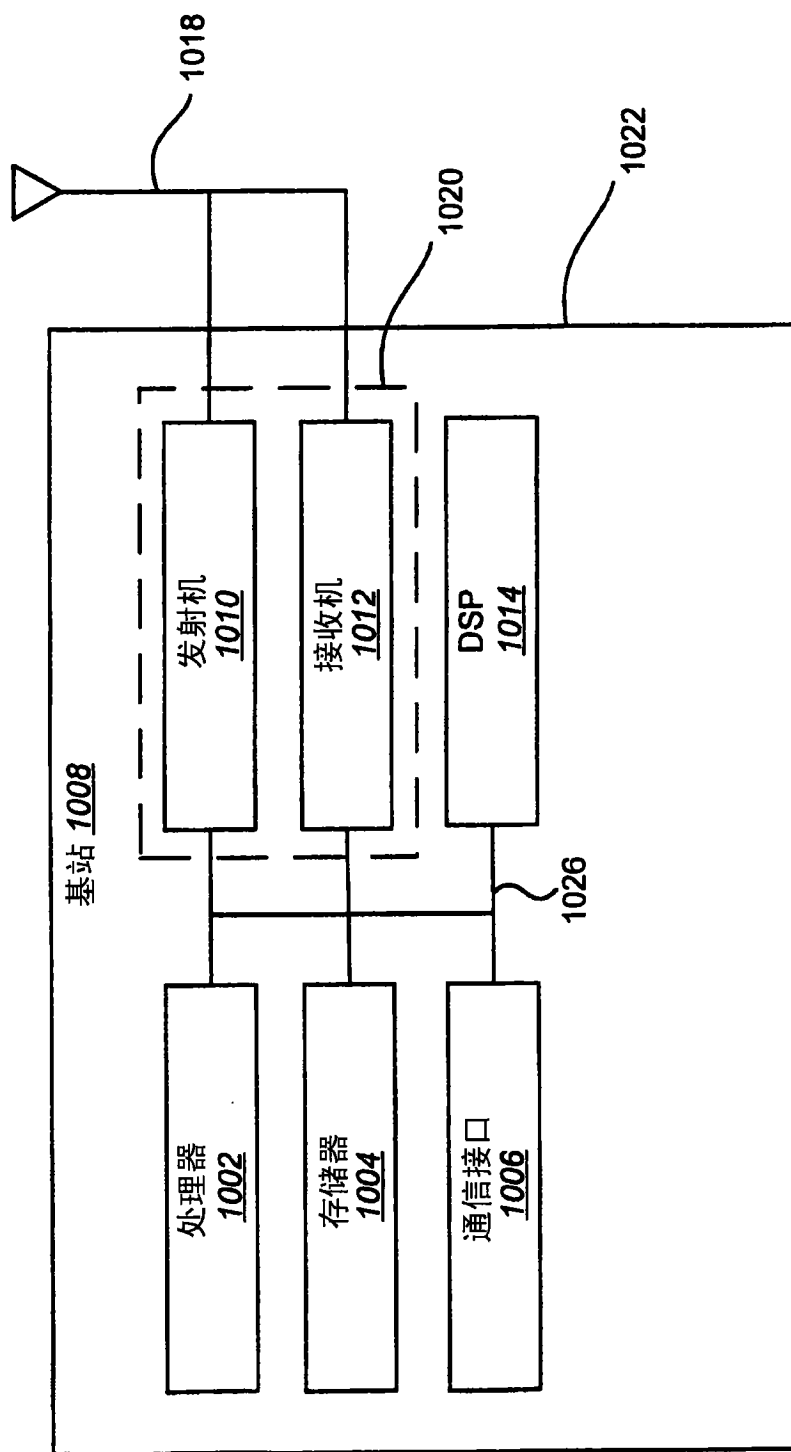


图 10

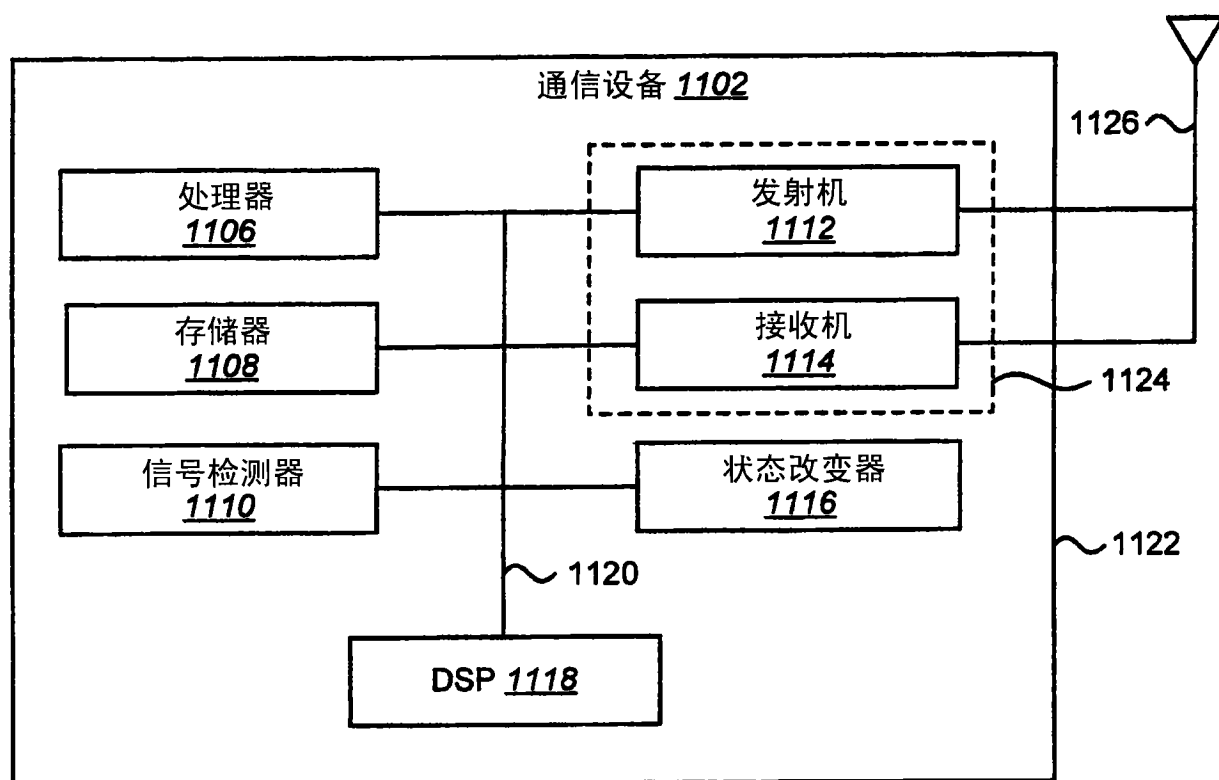


图 11