(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104871467 B
(45)授权公告日 2018.01.12

(21)申请号 201380067200.2
(22)申请日 2013.12.20
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104871467 A
(43)申请公布日 2015.08.26
(30)优先权数据
61/745,484 2012.12.21 US
14/132,648 2013.12.18 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.06.19
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/077164 2013.12.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/100701 EN 2014.06.26
(73)专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚
(72)发明人 M·戈特曼 R·格林伯格
Z·阿林娜
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 张立达 王英
(51)Int.Cl.
H04L 1/00(2006.01)
H04L 5/00(2006.01)
H04L 27/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2004202142 A1,2004.10.14,
CN 1317185 A,2001.10.10,
US 2004120304 A1,2004.06.24,
审查员 魏臻

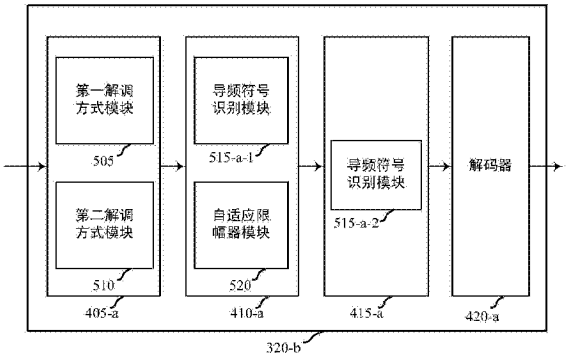
权利要求书4页 说明书16页 附图10页

(54)发明名称

用于相位和增益检测器的数据调制的导频

(57)摘要

本发明描述了用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的方法、系统和设备。接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。针对所述多个符号中的每一组符号，自适应地切换适用的解调方式。代替导频符号，使用第二组的数据调制的导频符号。与第一调制和编码方式相比，第二调制和编码方式是更可靠的调制和编码方式。



CN 104871467 B

1.一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的方法,包括:

接收包括发送的码字的多个符号,其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号,以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号,其中,所述第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号;

针对所述多个符号中的每一组符号,在适用的解调方式之间进行自适应地切换;

执行对所述多个符号的硬判决解码;

使用所述硬判决解码的结果,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位误差;以及

基于所生成的相位误差,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位校正。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述第二组的数据调制的导频符号,来确定载波相位误差。

3.根据权利要求1所述的方法,其中,与所述第一调制和编码方式相比,所述第二调制和编码方式是更可靠的调制和编码方式。

4.根据权利要求1所述的方法,其中,在所述解调方式之间自适应地切换包括:

针对每一个符号,确定所述符号是否在预期出现导频符号的时间出现。

5.根据权利要求4所述的方法,执行对所述多个符号的硬判决解码包括:

在确定所述符号不是在预期出现导频符号的时间出现时,使用针对所述第一调制和编码方式的第一查找表(LUT)或者第一非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码;以及

在确定所述符号是在预期出现导频符号的时间出现时,使用针对所述第二调制和编码方式的第二查找表或者第二非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码。

6.根据权利要求1所述的方法,还包括:

根据所生成的相位校正,对所述多个接收符号中的所述符号进行反旋转,以生成多个相位校正后的接收符号。

7.根据权利要求6所述的方法,还包括:

根据所述多个相位校正后的接收符号,生成多个先验对数似然比(LLR),其中所述多个先验LLR表示所述发送的码字中的多个比特。

8.根据权利要求7所述的方法,其中,生成所述多个先验LLR,包括:

针对每一个相位校正后的符号,确定所述相位校正后的符号是否在预期出现导频符号的时间出现。

9.根据权利要求8所述的方法,还包括:

在确定所述相位校正后的符号不是在预期出现导频符号的时间出现时,根据所述相位校正后的符号生成第一数量的先验LLR;以及

在确定所述相位校正后的符号是在预期出现导频符号的时间出现时,根据所述相位校正后的符号生成第二数量的先验LLR,其中所述第二数量的先验LLR少于所述第一数量的先验LLR。

10.根据权利要求7所述的方法,还包括:

将所述多个先验LLR馈送到解码器,以便对所述发送的码字进行解码;以及

在所述解码器的输出处,收集多个软后验LLR,其中所述软后验LLR表示所述发送的码字中的所述多个比特。

11.一种被配置为对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的接收设备，包括：

处理器；

与所述处理器电通信的存储器；以及

存储在所述存储器中的指令，所述指令可由所述处理器执行以用于：

接收包括发送的码字的多个符号，其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号，其中，所述第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号；

针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换；

执行对所述多个符号的硬判决解码；

使用所述硬判决解码的结果，来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位误差；以及

基于所生成的相位误差，来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位校正。

12.根据权利要求11所述的设备，其中，所述指令可由所述处理器执行以用于：

至少部分地基于所述第二组的数据调制的导频符号，来确定载波相位误差。

13.根据权利要求11所述的设备，其中，与所述第一调制和编码方式相比，所述第二调制和编码方式是更可靠的调制和编码方式。

14.根据权利要求11所述的设备，其中，用于在所述解调方式之间自适应地切换的所述指令可由所述处理器执行以用于：

针对每一个符号，确定所述符号是否在预期出现导频符号的时间出现。

15.根据权利要求14所述的设备，其中，用于执行对所述多个符号的硬判决解码的所述指令可由所述处理器执行以用于：

在确定所述符号不是在预期出现导频符号的时间出现时，使用针对所述第一调制和编码方式的第一查找表或者第一非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码；以及

在确定所述符号是在预期出现导频符号的时间出现时，使用针对所述第二调制和编码方式的第二查找表或者第二非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码。

16.根据权利要求11所述的设备，其中，所述指令可由所述处理器执行以用于：

根据所生成的针对所述符号的相位校正，对所述多个接收符号中的所述符号进行反旋转，以生成多个相位校正后的接收符号。

17.根据权利要求16所述的设备，其中，所述指令可由所述处理器执行以用于：

根据所述多个相位校正后的接收符号，生成多个先验对数似然比(LLR)，其中所述多个先验LLR表示所述发送的码字中的多个比特。

18.根据权利要求17所述的设备，其中，用于生成所述多个先验LLR的所述指令可由所述处理器执行以用于：

针对每一个相位校正后的符号，确定所述相位校正后的符号是否在预期出现导频符号的时间出现。

19.根据权利要求18所述的设备，其中，用于生成所述相位误差的所述指令可由所述处理器执行以用于：

在确定所述相位校正后的符号不是在预期出现导频符号的时间出现时，根据所述相位

校正后的符号生成第一数量的先验LLR;以及

在确定所述相位校正后的符号是在预期出现导频符号的时间出现时,根据所述相位校正后的符号生成第二数量的先验LLR,其中所述第二数量的先验LLR少于所述第一数量的先验LLR。

20.根据权利要求17所述的设备,其中,所述指令可由所述处理器执行以用于:

将所述多个先验LLR馈送到解码器,以便对所述发送的码字进行解码;以及

在所述解码器的输出处,收集多个软后验LLR,其中所述软后验LLR表示所述发送的码字中的所述多个比特。

21.一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的装置,包括:

用于接收包括发送的码字的多个符号的单元,其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号,以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号,其中,所述第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号;

用于针对所述多个符号中的每一组符号,在适用的解调方式之间进行自适应地切换的单元;

用于执行对所述多个符号的硬判决解码的单元;

用于使用所述硬判决解码的结果,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位误差的单元;以及

用于基于所生成的相位误差,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位校正的单元。

22.根据权利要求21所述的装置,还包括:

至少部分地基于所述第二组的数据调制的导频符号,来确定载波相位误差。

23.根据权利要求21所述的装置,其中,用于在所述解调方式之间自适应地切换的单元包括:

用于针对每一个符号,确定所述符号是否在预期出现导频符号的时间出现的单元。

24.根据权利要求23所述的装置,用于执行对所述多个符号的硬判决解码的单元还包括:

在确定所述符号不是在预期出现导频符号的时间出现时,用于使用针对所述第一调制和编码方式的第一查找表或者第一非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码的单元;以及

在确定所述符号是在预期出现导频符号的时间出现时,用于使用针对所述第二调制和编码方式的第二查找表或者第二非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码的单元。

25.一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的非临时性计算机可读介质,所述非临时性计算机可读介质存储有可由处理器执行以进行以下操作的指令:

接收包括发送的码字的多个符号,其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号,以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号,其中,所述第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号;

针对所述多个符号中的每一组符号,在适用的解调方式之间进行自适应地切换;

执行对所述多个符号的硬判决解码;

使用所述硬判决解码的结果,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位误

差;以及

基于所生成的相位误差,来生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位校正。

26.根据权利要求25所述的非临时性计算机可读介质,其中,所述指令可由所述处理器执行以用于:

至少部分地基于所述第二组的数据调制的导频符号,来确定载波相位误差。

27.根据权利要求25所述的非临时性计算机可读介质,其中,用于在所述解调方式之间自适应地切换的所述指令可由所述处理器执行以用于:

针对每一个符号,确定所述符号是否在预期出现导频符号的时间出现。

28.根据权利要求27所述的非临时性计算机可读介质,其中,用于执行对所述多个符号的硬判决解码的所述指令可由所述处理器执行以用于:

在确定所述符号不是在预期出现导频符号的时间出现时,使用针对所述第一调制和编码方式的第一查找表或者第一非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码;以及

在确定所述符号是在预期出现导频符号的时间出现时,使用针对所述第二调制和编码方式的第二查找表或者第二非LUT函数来执行对所述符号的硬判决解码。

用于相位和增益检测器的数据调制的导频

[0001] 交叉引用

[0002] 本专利申请要求享受Gotman等人于2013年12月18日提交的、标题为“Data-Modulated Pilots for Phase and Gain Detectors”的共同未决美国专利申请No.14/132,648;以及Gotman等人于2012年12月21日提交的、标题为“Data-Modulated Pilots for Phase and Gain Detectors”的共同未决美国临时专利申请No.61/745,484的优先权,这些申请中的每一份申请已经转让给本申请的受让人,故以引用方式明确地并入本文。

背景技术

[0003] 概括地说,下面描述涉及无线通信,而更具体地说,涉及相位检测和编码增益。为了提供诸如语音、视频、分组数据、消息传送、广播等等的各种类型的通信内容,广泛部署了无线通信系统。这些系统可以是能通过共享可用的系统资源(例如,时间、频率和功率),来支持与多个用户进行通信的多址系统。这类多址系统的例子包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统和正交频分多址(OFDMA)系统。

[0004] 通常,无线多址通信系统可以包括多个基站,每一个基站同时支持多个移动设备的通信。基站可以在下游链路和上游链路上,与移动设备进行通信。每一个基站都有覆盖范围,该覆盖范围可以称为小区的覆盖区域。发射机(例如,基站)和接收机(例如,移动设备)可以分别包括用于信号发送和信号接收的部件。例如,发射机和接收机中的每一个可以包括一个或多个振荡器。这些振荡器可能是彼此之间不同步的,并且可能有一些固有的缺陷。因此,在所接收的信号中可能引入相位噪声。该噪声可能使接收机很难正确地确定发送给该接收机的符号的相位。当前,通过对所接收的符号自身执行硬判决,来确定相位误差。但是,由于接收机处的噪声状况,这种硬判决可能通常是不正确的。为了改进硬判决,在数据符号流中插入已知的导频序列。但是,导频序列的使用,会减少可用于携带数据的符号的数量。因此,为了维持期望的数据吞吐量水平,要增加数据流的编码速率。

发明内容

[0005] 描述了用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的方法、系统和设备。接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号,以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号。通过利用携带数据的符号来替代导频符号,在发射机处,减轻了所述多个符号的编码速率的非期望的增加,并且不会牺牲期望的数据吞吐量。

[0006] 在接收机处,针对所述多个符号中的每一组符号,自适应地切换适用的解调方式。与第一调制和编码方式相比,第二调制和编码方式是更可靠的调制和编码方式。此外,可以针对所接收的多个符号中的每一个符号,生成先验LLR,而不用针对数据流中的导频符号生成LLR。这些另外的LLR可以提高解码器对发送的码字进行解码的性能。

[0007] 描述了一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的方法。可

以接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号可以包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。可以针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换。

[0008] 在一种配置中，第二组的数据调制的导频符号可以被用来代替导频符号。可以至少部分地基于第二组的数据调制的导频符号，来确定载波相位误差。与第一调制和编码方式相比，第二调制和编码方式可以是更可靠的调制和编码方式。

[0009] 在解调方式之间自适应地切换可以包括：针对每一个符号，确定该符号是否在预期出现导频符号的时间出现。在确定该符号不是在预期出现导频符号的时间出现时，使用针对第一调制和编码方式的第一查找表或者第一非LUT函数来执行对该符号的硬判决解码。在确定该符号是在预期出现导频符号的时间出现时，使用针对第二调制和编码方式的第二查找表或者第二非LUT函数来执行对该符号的硬判决解码。

[0010] 举一个例子，可以使用所述硬判决解码的结果，生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位误差。可以基于所生成的相位误差，生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的相位校正。

[0011] 可以根据针对这些符号所生成的相位校正，对所述多个接收符号中的符号进行反旋转。可以根据所述多个相位校正后的接收符号，生成多个先验对数似然比(LLR)。所述多个先验LLR可以表示所述发送的码字中的多个比特。生成所述多个先验LLR，可以包括：针对每一个相位校正后的符号，确定所述相位校正后的符号是否在预期出现导频符号的时间出现。在确定所述相位校正后的符号不是在预期出现导频符号的时间出现时，可以根据所述相位校正后的符号生成第一数量的先验LLR。在确定所述相位校正后的符号是在预期出现导频符号的时间出现时，可以根据所述相位校正后的符号生成第二数量的先验LLR。所述第二数量的先验LLR可以少于所述第一数量的先验LLR。

[0012] 在一个实施例中，可以将所述多个先验LLR馈送到解码器，以便对所述发送的码字进行解码。可以在解码器的输出处，收集多个软后验LLR。这些软后验LLR可以表示所述发送的码字中的所述多个比特。

[0013] 在一种配置中，所述多个接收的符号可以是无线通信信号的至少一部分的数字化表示。第一调制方式可以是1024正交幅度调制(QAM)。第二调制方式可可以是64QAM。

[0014] 此外，还描述了一种被配置为对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的接收设备。该设备可以包括处理器和与该处理器电通信的存储器。存储器中存储有指令。这些指令可由处理器执行以接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号可以包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。第二组的数据调制的导频符号可以被用来代替导频符号。此外，这些指令还可由处理器执行，以便针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换。

[0015] 此外，还描述了一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的装置。该装置可以包括：用于接收包括发送的码字的多个符号的单元。所述多个符号可以包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。第二组的数据调制的导频符号可以被用来代替导频符号。此外，该装置还可以包括：用于针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自

适应地切换的单元。

[0016] 此外，还描述了一种用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的计算机程序产品。所述计算机程序产品可以包括非临时性计算机可读介质，其中所述非临时性计算机可读介质存储有可由处理器执行以接收包括发送的码字的多个符号的指令。所述多个符号可以包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。第二组的数据调制的导频符号可以被用来代替导频符号。这些指令可以由所述处理器执行，以便针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换。

附图说明

[0017] 通过参照下面的附图，可以获得对于本发明的本质和优点的进一步理解。在附图中，类似的部件或特征具有相同的附图标记。此外，相同类型的各个部件可以通过在附图标记之后加上虚线以及用于区分相似部件的第二标记来进行区分。如果在说明书中仅使用了第一附图标记，则该描述可适用于具有相同的第一附图标记的任何一个类似部件，而不管第二附图标记。

[0018] 图1示出了一种无线通信系统的框图；

[0019] 图2示出了用于描绘本发明的各个实施例的发射机设备的框图；

[0020] 图3示出了用于描绘本发明的系统和方法的各个实施例的接收机设备的框图；

[0021] 图4是根据本发明的系统和方法，示出接收机模块的一个实施例的框图；

[0022] 图5是根据本发明的系统和方法，示出接收机模块的一个实施例的框图；

[0023] 图6是示出可以实现本发明的系统和方法的接收机模块的一个示例的框图；

[0024] 图7是包括基站和移动设备的系统的框图；

[0025] 图8是根据本发明的系统和方法，示出用于减轻无线通信信号的编码速率的非期望增加的方法的一个示例的流程图；

[0026] 图9是根据本发明的系统和方法，示出用于改进无线通信信号的符号的硬判决准确性的方法的一个示例的流程图；

[0027] 图10是根据本发明的系统和方法，示出用于改进码字的解码的方法的一个示例的流程图。

具体实施方式

[0028] 描述了用于对无线通信信号的编码速率的不希望的增加进行减轻的方法、系统和设备。举一个例子，接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号可以包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号。随着在接收机中对第一组和第二组的符号进行解调，针对所述多个符号中的每一组，自适应地使用不同的解调方式。举一个例子，代替数据流中的导频符号(例如，参考信号)，使用第二组的数据调制的导频符号。与第一调制和编码方式相比，第二调制和编码方式可以是更可靠的调制和编码方式。通过利用可用的符号来携带数据，而不是利用导频符号来代替这些数据符号，可以在不牺牲数据吞吐量的情况下，降低应用于数据流的编码速率。

[0029] 首先参见图1，该框图描绘了一种无线通信系统100的例子。系统100包括基站105(或小区)、通信设备115、基站控制器120和核心网130(基站控制器120可以集成到核心网130中)。系统100可以支持在多个载波上的操作(不同频率的波形信号)。多载波发射机可以同时地在多个载波上发送经调制的信号。例如，每一个经调制的信号可以是根据上面所描述的各种无线技术来调制的多载波信道。每一个调制的信号可以在不同的载波上发送，并且可以携带控制信息(例如，导频信号、控制信道等等)、开销信息、数据等等。系统100可以是能够高效地分配网络资源的多载波LTE网络。在一些情况下，系统100可以支持使用单载波的操作。系统100可以是能够使用时分复用(TDM)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、单载波FDMA(SC-FDMA)、码分多址(CDMA)信号或正交频分多址(OFDMA)进行操作的网络。

[0030] 基站105可以通过基站天线(没有示出)与设备115进行无线地通信。基站105可以通过多个载波，在基站控制器120的控制之下，与设备115进行通信。基站105站点中的每一个可以为各自的地理区域提供通信覆盖。在一些实施例中，基站105可以称为基站收发机、无线基站、接入点、无线收发机、基本服务集(BSS)、扩展服务集(ESS)、节点B、演进节点B(eNB)、家庭节点B、家庭演进节点B或某种其它适当的术语。这里，将每一个基站105的覆盖区域标识为110-a、110-b或110-c。可以将基站的覆盖区域划分为多个扇区，这些扇区仅仅构成该覆盖区域的一部分(例如，扇区112-b-1、112-b-2、112-b-3等等)。系统100可以包括不同类型的基站105(例如，宏基站、微基站和/或微微基站)。不同的技术可以存在重叠的覆盖区域。宏基站可以为相对较大的地理区域(例如，半径35km)提供通信覆盖。微微基站可以为相对较小的地理区域(例如，半径12km)提供覆盖，毫微微基站可以为相对更小的地理区域(例如，半径50m)提供通信覆盖。不同的技术可以存在重叠的覆盖区域。

[0031] 设备115可以分散于覆盖区域110之中。每一个设备115可以是静止的，也可以是移动的。在一种配置中，设备115能够通过链路125，与不同类型的基站(例如，但不限于宏基站、微微基站和毫微微基站)进行通信。设备115可以称为移动站、移动设备、接入终端(AT)、用户设备(UE)、用户站(SS)或用户单元。设备115可以包括蜂窝电话和无线通信设备，但还可以包括个人数字助理(PDA)、其它手持设备、上网本、笔记本计算机、平板计算机等等。

[0032] 举一个例子，网络控制器120可以耦合到基站的集合，并为这些基站105提供协调和控制。基站控制器120可以经由回程(例如，核心网130)与基站105进行通信。此外，基站105还可以直接地或间接地和/或通过无线或有线回程来相互通信。

[0033] 设备115的各个部件都可能在接收的信号中增加干扰(即，噪声)。例如，设备115中的频率振荡器可能会引入相位噪声。在设备115的调制解调器的接收路径中，可以使用数字锁相环(DPLL)以进行载波波形恢复。DPLL可以跟踪载波频率和相位，并估计要应用于多个接收的符号上的相位校正值。DPLL可以馈送有相位检测器(PD)所产生的相位误差。可以通过对多个接收符号的实际相位与多个理想参考符号的期望相位进行比较，来产生这些相位误差。在一些情况下，针对每一个符号来独立地计算这些相位误差。可以针对多个符号，将相位误差计算为一组。在数据辅助实现中(在该情况下，没有对发送的符号的先验知识)，对参考符号的最佳估计是对当前软符号进行的硬判决(作为最近的星座点)。

[0034] 由于调制解调器的该部分容易受到噪声状况(热噪声和相位噪声两者)的影响，因此PD可能产生相对高速率的错误硬判决(其造成PD的性能的下降)，进而可能导致DPLL的性能的下降。这可能导致设备115的调制解调器的整体性能的下降。举一个例子，一系列的错

误硬判决可能造成DPLL失去对载波的相位或频率的跟踪。在一个实施例中，可以在信号中插入导频符号，以减少产生不正确硬判决的可能性。在一种配置中，PD可以具有发送的符号的先验知识(其表示所接收的导频符号)。结果，当在信号中出现导频符号时，PD可以在计算相位误差时，将所接收的符号(即，导频符号)与相应的发送符号的正确推定进行比较。因此，信号中的导频模式越密集，则DPLL失去对载波相位或频率的跟踪的可能性可以降低。但是，使用较密集模式的导频符号可能会降低数据吞吐量，这是由于导频符号可能会占用信号中的数据符号分配。结果，为了维持一贯的数据吞吐量，可以增加信号的编码速率。在一个实施例中，本发明的系统和方法可以使用数据调制的导频符号来代替导频符号。这些符号可以减少DPLL所产生的硬判决错误的可能性，同时维持一定的数据吞吐量水平。

[0035] 图2是用于示出各个实施例的设备105-a的框图200。设备105-a可以图1中的基站105的例子。在一种配置中，讨论中的系统可以使用正交移相键控(QPSK)。但是，也可以使用各种各样的其它调制方案来实现本发明的系统和方法。

[0036] 基站105-a可以包括多个发射机部件，它们可以包括信息源处理模块205、编码器210和调制器215。基站105-a中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能中的一些或者全部。替代地，这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其它处理单元(或者内核)来执行。在其它实施例中，可以使用其它类型的集成电路(例如，结构化/平台ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)和其它半定制IC)，其中这些集成电路可以用本领域已知的任何方式进行编程。此外，每一个单元的功能也可以整体地或者部分地利用指令来实现，其中这些指令体现在存储器中，被格式化为由一个或多个通用或专用处理器来执行。基站105-a可以包括用于各种各样目的的一个或多个存储器单元。

[0037] 在一种配置中，信息源处理模块205可以对信息源进行处理。信息源处理模块205的输出可以称为信息序列。编码器210可以将从信息源输出的信息序列转换成编码序列。该编码序列可以称为码字。可以在对信息源进行编码之后，并在调制之前，发生编码器210所执行的转换处理。

[0038] 编码器210可以增加冗余信息以防止信息序列发生错误，其中这些错误可能在码字的传输期间发生。可以根据信息序列来计算该冗余比特流。结果，在原始信息序列和冗余比特流之间存在相关性。解码器可以使用该相关性来检测和纠正在信道环境中可能产生的错误。

[0039] 举一个例子，调制器215可以将来自编码器210的编码序列与载波信号进行组合以生成多个符号，其中这些符号包括适合于进行传输的码字。一般情况下，在符号流中插入导频。例如，编码器210可以了解导频符号的模式，并可以对码字的编码速率进行设置，以便与被分配用于携带数据的符号的数量相关。调制器215可以对表示码字的编码比特进行调制以产生数据符号，其中这些数据符号可以与导频符号进行交织以占用可用的符号。在另一个示例中，编码器210可以使用最大数量的符号，而不管符号分配。可以利用已知序列的导频符号，来打孔和替换数据符号。

[0040] 如上所述的插入导频的影响，可能导致码字的编码速率的增加，这是由于更少的符号可用于携带关于该码字的数据。在第一方法中，编码器210可以根据可用于数据的符号的数量，来设置编码速率。在第二方法中，利用导频来打孔和替换数据符号，有效地增加编

码速率。

[0041] 在一个实施例中，本发明的系统和方法可以通过使用携带数据的导频符号(即，数据调制的导频符号)，使由于导频的插入而造成的编码速率的增加量减到最小。数据调制的导频符号可以是在预期将出现导频符号的位置包含数据的符号。在一个示例中，可以针对不同的符号，使用不同的调制和编码方式(MCS)。在一个示例中，可以利用按照第二、更可靠的MCS来调制的数据符号来替换导频符号。可以通过下面方式来选择第二、更健壮的MCS：识别第一MCS的编码的误比特率(BER)灵敏信噪比(SNR)水平，和选择用于导频调制的第二MCS，使得在所识别的SNR水平处，未编码的符号差错率(SER)可以小于1％。在一个示例中，使用健壮的调制方案(例如，正交移相键控(QPSK))对数据调制的导频符号进行调制，而使用具有更高吞吐量的调制方案(例如，64比特正交幅度调制(QAM))对数据符号进行调制。虽然在该示例中使用QPSK和64比特QAM，但应当理解的是，根据本文所描述的各种系统和方法，可以使用其它的调制和/或编码方案。

[0042] 在一些情况下，调制器215可以根据适用的有关标准和/或设计参数，对来自编码器210的编码序列与载波信号进行组合，以呈现包括码字和适合于进行传输的符号。调制器215可以对表示码字的编码比特进行调制，以产生数据符号和/或数据调制的导频符号。可以使用两个或更多个不同的调制和编码方式，来进行该调制。例如，调制器215可以使用第一调制和编码方式，对分配给普通数据符号的数据进行编码和调制，而根据第二、更健壮的调制和编码方式，对分配给数据调制的导频符号的数据进行编码和调制。编码器210和/或调制器215可以了解导频符号的模式(例如，如某种标准所规定的或者根据设计实现所预先确定的)，并可以将根据第二调制和编码方式进行编码和调制的数据放置在根据已知的导频符号模式将预期具有普通导频符号的位置。

[0043] 可以通过天线220，在通信信道(例如，无线通信信道)上发送具有数据符号和数据调制的导频符号的数据流。该通信信道会面临某些不利影响，例如，可能改变该调制的信号的噪声。

[0044] 参见图3，该图示出了设备115-a的示例性框图300，其示出了本发明的系统和方法的各个实施例。设备115-a可以是图1中的通信设备115的例子。在一个实施例中，当前讨论的系统可以使用QPSK。但是，也可以使用各种各样的其它调制方案来实现本发明的系统和方法。

[0045] 设备115-a可以包括多个接收机部件，它们可以包括：射频(RF)下变频和滤波单元310、模数(A/D)单元315和接收机模块320。设备115-a中的这些单元可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能中的一些或者全部。替代地，这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其它处理单元(或者内核)来执行。在其它实施例中，可以使用其它类型的集成电路(例如，结构化/平台ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)和其它半定制IC)，其中这些集成电路可以用本领域已知的任何方式进行编程。此外，每一个单元的功能也可以整体地或者部分地利用指令来实现，其中这些指令体现在存储器中，被格式化为由一个或多个通用或专用处理器来执行。设备115-a可以包括用于各种各样目的的一个或多个存储器单元(没有示出)。

[0046] 在一个实施例中，可以经由天线305来接收射频信号。选择所期望的信号，并通过RF下变频和滤波单元310进行下变频和滤波。滤波单元310的输出是模拟基带(或者与原始

射频频率相比处于低得多的频率的通带)信号,其中,A/D单元315将该信号转换成数字信号。在接收机模块320处,对该数字信号进行接收和处理,以产生数据流。接收机模块320还可以根据本发明的系统和方法的实施例,对于具有数据调制的导频符号的信号执行自适应解调技术。

[0047] 可以将数据流转发到层2/层3/其它处理单元325以进行进一步处理。在一个实施例中,可以将接收机模块320的部件实现在单一PHY芯片中。在另一个实施例中,可以将RF下变频和滤波单元310、A/D单元315和接收机模块320的部件实现在具有RF和PHY功能的单一芯片中。接收机模块320可以包括:用于针对表示发送的码字的多个符号,在不同的解调方式之间进行自适应选择的部件。此外,接收机模块320还可以包括自适应限幅器(slicer)逻辑单元,以对数据调制的符号执行硬判决解码。此外,接收机模块320还可以包括:用于执行自适应对数似然比(LLR)生成技术,以针对多个接收的符号中所包括的数据符号和数据调制的导频符号,生成自适应数量的LLR的部件。

[0048] 图4是根据本发明的系统和方法,示出接收机模块320-a的一个实施例的框图。接收机模块320-a可以是图3中所示出的接收机模块320的例子。接收机模块320-a可以包括解调器405、DPLL 410、LLR生成模块415和解码器420。如先前所解释的,接收机模块320-a可以接收信号,其中该信号已经被A/D单元315转换成数字信号。

[0049] 接收机模块320-a中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现,其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能中的一些或者全部。替代地,这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其它处理单元(或者内核)来执行。在其它实施例中,可以使用其它类型的集成电路(例如,结构化/平台ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)和其它半定制IC),其中这些集成电路可以用本领域已知的任何方式进行编程。此外,每一个单元的功能也可以整体地或者部分地利用指令来实现,其中这些指令体现在存储器中,被格式化为由一个或多个通用或专用处理器来执行。

[0050] 在解调器405处,对数字信号进行接收和处理以产生数据流。解调器单元405可以以本领域已知的任何不同的组合方式,来执行符号同步、快速傅里叶变换(FFT)处理、频率偏移校正和估计、以及均衡器功能。解调器405可以基于发射机在符号上使用的MCS,在不同的解调方式之间进行自适应地切换。结果,解调器405可以在不同的解调方式之间切换,同时对表示单个发送码字的多个符号进行处理。下面将描述关于解调器405的进一步细节。

[0051] 可以将解调后的数据(例如,表示发送的码字的多个符号)输入给DPLL410。DPLL 410可以确定多个接收符号中的每一个符号的相位误差。可以通过将接收符号的角度与通过空中发送给设备115的符号的估计量进行比较,来确定相位误差。可以使用所计算的相位误差值来计算相位校正值。相位校正值可以对所述多个接收符号中的符号的相位误差进行校正。

[0052] 在一个示例中,DPLL 410可以计算当前块的接收符号中的每一个符号的相位误差。可以使用这些相位误差来生成相位校正值。可以应用这些相位校正值以校正相位误差。在一个实施例中,可以根据多个符号中的相应符号的相位校正的旋转值,通过对该符号进行反旋转,来针对每一个符号应用相位校正。可以通过应用符号的相位校正,来恢复载波的相位。下面将描述关于DPLL 410的进一步细节。

[0053] 在一个实施例中,可以从DPLL 410的输出中,收集表示单个发送码字的多个相位

校正后的符号。LLR生成模块415可以根据所述多个相位校正后的符号，来计算多个先验LLR。先验LLR可以表示发送码字中的比特。在一个实施例中，LLR生成模块415可以生成针对所述多个接收符号中所包括的数据符号和数据调制的导频符号的LLR。

[0054] 可以将所述多个先验LLR输入到解码器420中。解码器420可以尝试对通过空中发送给设备115的码字进行解码。可以在解码器420的第一输出中提供该解码后的码字。此外，解码器420可以生成和提供第二输出。第二输出可以包括用于表示发送码字中的比特的多个后验LLR(软LLR)。可以使用这些软LLR来生成多个符号，其中这些符号表示与该码字相对应的多个发送符号的估计值。在一个实施例中，在将符号转发给解码器420之前，解调器405和/或DPLL 410的其它部件可以对这些符号进行进一步处理，并且在一些实施例中，由于不需要对发送的数据进行编码，因此不需要解码器420。

[0055] 图5是根据本发明的系统和方法，示出接收机模块320-b的一个实施例的框图。接收机模块320-b可以是图3和/或图4中所示出的接收机模块320的例子。接收机模块320-b可以包括解调器405-a、DPLL 410-a、LLR生成模块415-a和解码器420-a。如先前所解释的，接收机模块320-b可以接收已经由A/D单元315转换成数字信号的信号。

[0056] 接收机模块320-b中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能里的一些或者全部。替代地，这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其它处理单元(或者内核)来执行。在其它实施例中，可以使用其它类型的集成电路(例如，结构化/平台ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)和其它半定制IC)，其中这些集成电路可以用本领域已知的任何方式进行编程。此外，每一个单元的功能也可以整体地或者部分地利用指令来实现，其中这些指令体现在存储器中，被格式化为由一个或多个通用或专用处理器来执行。

[0057] 在一种配置中，解调器405-a可以包括第一解调方式模块505和第二解调方式模块510。这些不同的解调方式可以自适应地应用于表示发送码字的多个接收符号。例如，可能在发射机中利用第一MCS对所述多个接收符号中的第一组的数据符号进行了调制。在发射机处，可能利用第二MCS对所述多个接收符号中的第二组的数据符号进行了调制。与第一MCS相比，第二MCS可以是更可靠的MCS。第二组的数据符号可以在导频符号的位置出现。因此，第二组的数据符号中的符号可以是数据调制的导频符号。在一些情况下，第二组的数据符号可以在数据符号的位置出现。因此，遍及所述多个接收符号(例如，在导频符号和/或数据符号的位置)，都可能出现第二组的数据符号。解调器405-a可以根据在发射机处对符号进行调制所使用的MCS，通过在不同的解调方式之间进行切换，来对所述多个接收符号进行解调。

[0058] 举一个例子，可以将解调器405-a的输出输入到DPLL 410-a。在一种配置中，DPLL 410-a可以对所述多个接收符号进行处理，以生成针对这些符号的相位误差和相位校正值。可以通过将接收符号的角度与参考信号进行比较，以确定所述多个接收符号中的每一个符号的相位误差，来执行该处理。参考信号可以包括对接收符号自身的硬判决解码结果。由于在接收机模块320-b处可能存在的噪声状况，因此DPLL 410-a所计算的数据符号的硬判决可能是不正确的。如先前所提及的，在数据符号之中插入导频符号，以减少错误硬判决的发生。然而，导频符号的使用可能造成符号的编码速率发生增加。数据调制的导频符号(其在导频符号的位置使用)可以提高硬判决的准确性，并同时减少对编码速率的增加以维持吞

吐量。

[0059] DPLL 410-a可以包括导频符号识别模块515-a-1和自适应限幅器模块520。导频符号识别模块515-a-1可以识别导频符号将预期在所述多个接收符号中的什么时间出现。如上所述，根据本发明的系统和方法，可以使用数据调制的导频符号来替代导频符号。

[0060] 自适应限幅器模块520可以将这些符号中的每一个符号量化到最近的理想星座点，星座点可以用作对相应的发送符号的估计值。自适应限幅器模块520的输出可以对表示符号的硬判决结果，如上所述。在一种配置中，自适应限幅器模块520可以基于发射机处针对每一个符号所使用的MCS而进行自适应。自适应限幅器模块520的自适应能力可以允许基于发射机处针对符号所使用的MCS，而使用不同的硬判决技术。例如，针对不是在预期出现导频符号的时间所出现的数据符号，自适应限幅器模块520可以使用第一硬判决技术。当导频符号识别模块515-a-1识别出在其期间预期导频符号的时间时，自适应限幅器模块520可以使用第二技术来对数据调制的导频符号执行硬判决。对接收符号的硬判决可以用于生成这些符号的相位误差和相位校正值。

[0061] 在一种配置中，DPLL 410-a的输出可以包括相位校正后的符号。可以对这些符号进行收集，并输入到LLR生成模块415-a中。LLR生成模块415-a还可以包括导频符号识别模块515-a-2，以识别导频符号预期将在所述多个相位校正后的符号之中的什么时间出现。LLR生成模块415-a可以生成针对所述多个接收符号中的每一个符号的先验LLR。通常，并不针对数据流中所插入的导频符号来计算LLR。根据本发明的系统和方法，利用数据调制的导频符号来替换导频符号。结果，可以针对所述多个接收符号中的每一个符号来计算LLR。LLR生成模块415-a可以针对数据符号，生成第一数量的LLR，并针对数据调制的导频符号，生成第二数量的LLR。举例而言，源自于数据符号的LLR可以包括10比特，而源自于数据调制的导频符号的LLR可以包括6比特。导频符号识别模块515-a-1可以指示何时出现数据调制的导频符号，以及可以生成第二数量的LLR(例如，6比特)。

[0062] 根据所述多个相位校正后的符号所生成的LLR，可以表示发送码字中的比特。可以将这些LLR馈送到解码器420-a中。解码器420-a可以使用这些LLR来尝试对发送的码字进行解码。

[0063] 图6是可以实现本发明的系统和方法的接收机模块320-c的一个示例的框图。在一个实施例中，接收机模块320-c可以是图3、4和/或图5中所示出的接收机模块320的例子。接收机模块320-c可以包括解调器405-b、DPLL410-b、LLR生成模块415-a和解码器420-b，如先前所描述的。此外，接收机模块320-c还可以包括硬判决模块635和调制器640。

[0064] 接收机模块320-c中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能里的一些或者全部。替代地，这些功能可以由一个或多个集成电路上的一个或多个其它处理单元(或者内核)来执行。在其它实施例中，可以使用其它类型的集成电路(例如，结构化/平台ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)和其它半定制IC)，其中这些集成电路可以用本领域已知的任何方式进行编程。此外，每一个单元的功能也可以整体地或者部分地利用指令来实现，其中这些指令体现在存储器中，被格式化为由一个或多个通用或专用处理器来执行。

[0065] 在一种配置中，解调器405-b可以对输入符号执行各种处理。例如，解调器405-b可以基于在发射机处对输入符号所使用的MCS，在不同的解调方式之间进行自适应地切换(例

如，通过选择不同的调制方式模块505-a、510-a)。此外，解调器405-b还可以包括均衡器605，以对于接收信号的符号执行均衡技术。均衡器605的输出(例如，均衡的符号)可以输入到DPLL410-b。尽管图6示出了将均衡器605的输出馈送到DPLL 410-b，但应当理解的是，也可以使用其它实施方式。例如，DPLL 410-b可以对未均衡的符号执行处理，可以将均衡器605放置在接收机模块320-c的部件链中的DPLL410-b之后。DPLL 410-b可以包括旋转器610、相位检测器615、滤波器620和压控振荡器(VCO)625。DPLL 410-b可以是基于输入信号和VCO 625的反馈信号之间的相位差的闭环频率控制系统。

[0066] 在一种配置中，DPLL 410-b可以对多个符号执行一次或多次迭代。每一次接收的多个符号可以表示发送给设备115的单个码字。这些符号可以是QPSK信号中的星座点，它们已经根据设备115中的相位噪声和一个或多个振荡器的频率偏移所造成的随机相位进行了旋转。举一个例子，旋转器610可以对这些符号进行反旋转。旋转器610可以根据DPLL 410-b所产生的相位校正，对这些符号进行反旋转。可以将这些相位校正从VCO 625反向馈送给旋转器610。可以将反旋转后的符号传送给相位检测器615。

[0067] 相位检测器(或相位比较器)615可以是混频器、模拟乘法器或者用于生成表示两个信号输入之间的相位差的电压信号的逻辑电路。例如，可以对输入采样执行硬判决。这些硬判决可以表示对相应的发送符号的估计。可以将输入符号的角度与基于这些输入符号自身的硬判决的对发送符号的估计进行比较，以确定输入符号的相位误差。在一种配置中，相位检测器615可以包括导频符号识别模块515-b-1，后者可以识别导频符号预期将在所述多个接收符号之中的什么时间出现。

[0068] 当预期不出现导频符号时，自适应限幅器模块520-a可以对数据符号执行硬判决技术。举一个例子，自适应限幅器模块520-a可以访问第一查找表(LUT)以确定每一个数据符号的最近理想星座点。第一查找表可以与在发射机处对数据符号所使用的第一MCS相关联。在预期不出现导频符号的一些情况下，自适应限幅器模块520-a可以使用第一限幅器非LUT功能来执行硬判决。例如，自适应限幅器模块520-a可以使用软符号向它们最近的星座符号的比特截断，或者使用针对每一个软符号选择最近的星座符号的任何其它比较器和/或判决逻辑。

[0069] 当导频符号识别模块515-b-1指示预期将出现导频符号时，自适应限幅器模块520-a可以自适应地切换到访问与第二MCS相关联的第二查找表，其中第二MCS是比第一MCS更可靠的MCS。针对在导频符号的位置中使用的数据调制的导频符号，可以访问第二查找表以确定其最近的理想星座点。在预期将出现导频符号的一些情况下，自适应限幅器模块520-a可以使用第二限幅器非LUT功能来执行硬判决。例如，自适应限幅器模块520-a可以使用软符号向它们最近的星座符号的比特截断，或者使用针对每一个软符号选择最近的星座符号的任何其它比较器和/或判决逻辑单元。由于在这些数据调制的导频符号上使用的MCS是更健壮的，因此与数据符号的硬判决相比，对这些符号的硬判决不太容易发生错误。

[0070] 举例而言，1024正交幅度调制(QAM)可以是发射机处用于数据符号的MCS，而64QAM可以用于数据调制的导频符号。尽管在该示例中使用1024QAM和64QAM，但应当理解的是，根据本文所描述的各种系统和方法，也可以使用其它MCS。

[0071] 与64QAM中的星座点之间的欧几里得距离相比，1024QAM中的星座点之间的欧几里得近似地短四倍。因此，针对给定的SNR，相位检测器615在1024QAM中产生错误硬判决的概

率可能比64QAM更大。举一个例子，不是发送已知序列的导频，而是可以发送64QAM数据符号。在接收机模块320-c的相位检测器615中，可以对该64QAM符号执行硬判决，其与针对1024QAM数据符号执行硬判决相比，不太容易发生错误。因此，DPLL 410-b所产生的相位误差和校正的准确性可以得到增加。

[0072] 如上所述，相位检测器615可以检测参考信号(例如，基于接收符号的硬判决而对发送符号的估计)和反馈信号(例如，从VCO 625接收的信号输入)之间的相位和频率差。相位检测器615可以基于反馈频率是滞后于参考频率还是领先于参考频率，生成“向上”或“向下”控制信号。这些“向上”或“向下”控制信号可以分别确定VCO 625是否需要按照更高或者更低的频率操作。

[0073] 滤波器620可以将这些控制信号转换成用于对VCO 625进行偏置的控制电压。基于该控制电压，VCO 625按照更高或者更低的频率进行振荡，其影响出自于VCO 625的反馈的相位和频率。如果相位检测器615产生向上信号，则VCO 625的频率可以增加。向下信号使VCO 625的频率减小。一旦参考信号和反馈信号具有相同的相位和频率，则VCO 625可以稳定。

[0074] 在一种配置中，除了使用数据调制的导频符号来生成准确的硬判决，以生成对发送符号的准确估计之外，还可以使用解码器420-b的输出来生成对发送符号的估计。在一个实施例中，可以使用DPLL 410-b的输出(其包括用于表示发送的码字的多个相位校正后的(反旋转的)符号)，来生成用于表示发送的码字中的比特的多个LLR。可以将这些多个LLR馈送到解码器420-b。可以针对数据符号和数据调制的导频符号二者生成LLR，如先前所描述的。解码器420-a可以实现前向纠错(FEC)方式，以校正在所生成的LLR中存在的错误。解码器420-b可以是卷积turbo码(CTC)解码器、低密度奇偶校验(LDPC)解码器等等。

[0075] 在一种配置中，由于解码器420-b的编码增益，解码器420-b可以产生具有低误比特率(BER)的硬解码比特的第一输出。这些解码后的比特可以对应于：在发射设备处进行调制的、用于生成通过空中向设备115发送的符号的比特。举一个例子，该解码器可以包括软LLR生成模块630。在解码器420-b的另外输出处，软LLR生成模块630可以生成多个软后验LLR，其模拟在发射机设备(例如，基站105)中进行调制的多个被发送比特。可以对这些软LLR进行硬解码和重新调制以生成多个符号，它们用于表示通过空中向设备115发送的多个符号。结果，解码器420-b的另外输出可以包括以类似顺序交织的符号，其基本类似于通过空中向设备115发送的符号。

[0076] 举一个例子，硬判决模块635可以对软LLR执行硬判决解码。调制器640可以对这些软LLR进行重新调制，以生成发送符号的假定。可以将这种假定作为参考符号，反向馈送到相位检测器615。在一种配置中，可以对硬解码的软LLR执行QAM技术，以生成对通过空中发送的符号的假定。

[0077] 使用解码器420-b的反馈，DPLL 410-c可以对所述多个接收符号运行第二迭代，以基于对相应的发送符号的估计来确定这些符号的相位误差。当在第二迭代期间，将所述多个接收符号馈送给相位检测器615时，检测器615可以通过将这些符号的角度与从解码器420-b的反馈环接收的参考符号的角度进行比较，来确定这些符号的相位误差。参考符号可以表示对通过空中向设备115发送的符号的估计。基于所生成的接收符号的相位误差，可以针对所述多个接收符号中的符号来生成相位校正值。在一个实施例中，当使用数据调制的

导频符号来代替导频符号时，DPLL 410-b可以对多个接收的符号运行单一迭代。

[0078] 图7是包括基站105-b和移动设备115-b的系统700的框图。该系统700可以是图1的系统100的例子。基站105-b可以装备有天线734-a到734-x，移动设备115-b可以装备有天线752-a到752-n。在基站105-b处，发射处理器720可以从数据源接收数据。

[0079] 发射处理器720可以对数据进行处理。发射处理器720还可以生成参考符号和特定于小区的参考信号。发射(TX)MIMO处理器730可以对数据符号、控制符号和/或参考符号(如果适用)进行空间处理(例如，预编码)，并向发射调制器/解调器732-a到732-x提供输出符号流。每一个基站调制器/解调器732可以处理各自的输出符号流，以获得输出采样流。每一个基站调制器/解调器732还可以进一步处理(例如，模拟转换、放大、滤波和上变频)输出采样流，以获得下行链路(DL)信号。举一个例子，来自基站调制器/解调器732-a到732-x的DL信号可以分别经由天线734-a到734-x进行发射。

[0080] 在移动设备115-b处，移动设备天线752-a到752-n可以从基站105-b接收DL信号，并分别将接收的信号提供给移动设备调制器/解调器754-a到754-n。每一个移动设备调制器/解调器754可以调节(例如，滤波、放大、下变频和数字化)各自接收的信号，以获得输入采样。每一个移动设备调制器/解调器754还可以进一步处理这些输入采样，以获得接收的符号。MIMO检测器756可以从所有移动设备调制器/解调器754-a到754-n获得接收的符号，对接收的符号执行MIMO检测(如果适用)，并提供经检测的符号。接收处理器758可以处理(例如，解调、解交织和解码)检测到的符号，向数据输出提供针对移动设备115-b的解码后数据，向处理器780或者存储器782提供经解码的控制信息。

[0081] 在上行链路(UL)上，在移动设备115-b处，发射处理器764可以接收并处理来自数据源的数据。此外，发射处理器764还可以生成针对参考信号的参考符号。来自发射处理器764的符号可以由发射MIMO处理器766进行预编码(如果适用)，由移动设备调制器/解调器754-a到754-n进行进一步处理(例如，针对SC-FDMA等等)，并根据从基站105-b接收的传输参数，发送给基站105-b。在基站105-b处，来自移动设备115-b的UL信号可以由天线734进行接收，由发射调制器/解调器732进行处理，由MIMO检测器736进行检测(如果适用)，由接收处理器进行进一步处理。接收处理器738可以向数据输出和处理器740提供解码后的数据。在一种配置中，接收处理器758可以包括解调器405-c、DPLL 410-c和LLR生成模块415-c，以实现本文所描述的系统和方法。解调器405-c、DPLL 410-c和LLR生成模块415-c可以是图4、5和/或6中所描述的解调器405-c、DPLL 410-c和LLR生成模块415-c的例子。移动设备115-b中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能里的一些或者全部。所描述的这些模块中的每一个模块可以是用于执行与系统700的操作有关的一个或多个功能的单元。类似地，基站105-b中的这些部件可以单独地或者统一地使用一个或多个专用集成电路(ASIC)来实现，其中这些ASIC适于在硬件中执行这些可应用功能里的一些或者全部。所描述的这些部件中的每一个部件可以是用于执行与系统700的操作有关的一个或多个功能的单元。

[0082] 图8是根据本发明的系统和方法，示出用于减轻无线通信信号的编码速率的非期望增加的方法800的一个示例的流程图。为了清楚起见，下面参照图1、3和/或图7的移动设备115来描述方法800。在一种实施方式中，图3、4、5和/或图6的接收机模块320可以执行一个或多个代码集，以控制移动设备115的功能单元来执行下面所描述的功能。

[0083] 在一种配置中，在方框805处，可以接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号可以包括利用第一MCS的第一组的数据符号，以及利用第二MCS的第二组的数据调制的导频符号。可以至少部分地基于第二组的数据调制的导频符号来确定载波相位误差。与第一MCS相比，第二MCS可以是更可靠的、健壮的MCS。第二组的数据符号可以被用来代替导频符号。在方框810处，可以针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换。

[0084] 因此，由于不使用导频符号来替代数据流中的数据符号(其中导频符号不携带数据)，所以方法800可以提供对编码速率的最小化。替代地，使用数据调制的导频符号来携带数据。因此，与使用导频符号来替代数据符号相比，编码速率可以较低。应当注意的是，方法800仅仅只是一种实现，可以对方法800的操作进行重新排列或者修改，使得其它实施方式是可能的。

[0085] 图9是根据本发明的系统和方法，示出用于改进无线通信信号的符号的硬判决准确性的方法900的一个示例的流程图。为了清楚起见，下面参照图1、3和/或图7的移动设备115来描述方法900。在一种实施方式中，图3、4、5和/或图6的接收机模块320可以执行一个或多个代码集，以控制移动设备115的功能单元来执行下面所描述的功能。

[0086] 在一种配置中，在方框905处，可以接收包括发送的码字的多个符号。所述多个符号可以包括利用第一MCS的第一组的数据符号，以及利用第二MCS的第二组的数据调制的导频符号。可以至少部分地基于第二组的数据调制的导频符号来确定载波相位误差。与第一MCS相比，第二MCS可以是更可靠的、健壮的MCS。第二组的数据符号可以被用来代替导频符号。在方框910处，可以针对每一个符号，判断该符号是否是在预期出现导频符号的时间出现。在判断框915处，如果符号不是在预期出现导频符号的时间出现，则可以在方框920处，访问用于第一MCS的第一查找表。在方框925处，可以使用第一查找表，对符号执行硬判决解码。在一些情况下，在方框920和925处，第一非LUT函数可以用于对该符号的硬判决解码。但是，如果确定该符号是在预期出现导频符号的时间出现，则在方框930处，访问用于第二MCS的第二查找表。在方框935处，使用第二查找表来执行该符号的硬判决解码。在一些情况下，在方框930和935处，第二非LUT函数可以用于对该符号的硬判决解码。

[0087] 在方框940处，可以使用硬判决解码的结果，来生成所述多个接收符号的相位误差。在方框945处，基于所生成的相位误差，生成针对所述多个接收符号的相位校正。

[0088] 因此，方法900可以通过使用数据调制的导频，来提供对符号的准确硬判决。应当注意的是，方法900仅仅只是一种实施方式，可以对方法900的操作进行重新排列或者修改，使得其它实施方式是可能的。

[0089] 图10是根据本发明的系统和方法，示出用于改进对码字的解码的方法1000的一个示例的流程图。为了清楚起见，下面参照图1、3和/或图7的移动设备115来描述方法1000。在一种实施方式中，图3、4、5和/或图6的接收机模块320可以执行一个或多个代码集，以控制移动设备115的功能单元来执行下面所描述的功能。

[0090] 在一种配置中，在方框1005处，将多个相位校正后的符号收集在一起。这些相位校正后的符号可以包括发送的码字。可以在DPLL 410的输出处，收集这些相位校正后的符号。

[0091] 在方框1010处，针对每一个相位校正后的符号，判断该符号是否是在预期出现导频符号的时间出现。在判断框1015处，如果确定该符号不是在预期出现导频的时间出现，则

在方框1020处，可以根据该符号，生成第一数量的先验LLR。但是，如果确定该符号是在预期出现导频符号的时间出现，则在方框1025处，可以根据该符号，生成第二数量的先验LLR。

[0092] 在方框1030处，可以将所述多个LLR馈送到解码器，以便对发送的码字进行解码。在方框1035处，可以在解码器的输出处，生成多个软后验LLR。这些软LLR可以表示发送的码字中的多个比特。在方框1040处，可以基于解码器的输出(例如，软LLR)，生成多个发送符号的估计。

[0093] 因此，方法1000可以通过针对多个接收的符号中的每一个符号，生成先验LLR，来改进对发送的码字的解码。应当注意的是，方法1000仅仅只是一种实施方式，可以对方法1000的操作进行重新排列或者修改，使得其它实施方式是可能的。

[0094] 本申请所描述的技术可以用于各种无线通信系统，比如CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA和其它系统。术语“系统”和“网络”经常可以交换使用。CDMA系统可以实现诸如CDMA 2000、通用陆地无线接入(UTRA)等等之类的无线技术。CDMA2000覆盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。IS-2000版本0和A通常称为CDMA 20001X、1X等等。IS-856(TIA-856)通常称为CDMA 20001xEV-DO、高速分组数据(HRPD)等等。UTRA包括宽带CDMA(WCDMA)和其它CDMA的变形。TDMA系统可以实现诸如全球移动通信系统(GSM)之类的无线技术。OFDMA可以实现诸如超移动宽带(UMB)、演进的UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM等等之类的无线技术。UTRA和E-UTRA是通用移动通信系统(UMTS)的一部分。3GPP长期演进(LTE)和改进的LTE(LTE-A)是UMTS的采用E-UTRA的版本。在来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文档中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A和GSM。在来自名为“第三代合作伙伴计划2”(3GPP2)的组织的文档中描述了CDMA2000和UMB。本文描述的技术可以用于上面所提及的系统和无线技术，以及其它系统和无线技术。但是，下面的描述仅仅为了举例的目的，而说明了LTE系统，在下面的大多描述中使用LTE术语，但这些技术也适用于LTE应用之外的应用。

[0095] 使用CDMA技术的无线接入技术的例子，包括CDMA 2000、通用陆地无线接入(UTRA)等等。CDMA2000覆盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。IS-2000版本0和A通常称为CDMA 20001X、1X等等。IS-856(TIA-856)通常称为CDMA 20001xEV-DO、高速分组数据(HRPD)等等。UTRA包括宽带CDMA(WCDMA)和其它CDMA的变形。TDMA系统的例子包括全球移动通信系统(GSM)的各种实现。使用FDMA和/或OFDMA的无线接入技术的例子，包括超移动宽带(UMB)、演进的UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM等等。UTRA和E-UTRA是通用移动通信系统(UMTS)的一部分。3GPP长期演进(LTE)和改进的LTE(LTE-A)是UMTS的采用E-UTRA的新版本。在来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文档中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A和GSM。在来自名为“第三代合作伙伴计划2”(3GPP2)的组织的文档中描述了CDMA2000和UMB。本文所描述的技术可以用于上面所提及的系统和无线技术以及其它系统和无线技术的设备。

[0096] 上面给出的描述提供了一些例子，这些例子并非用于限制权利要求书中所阐述的保护范围、适用性或者配置。在不脱离本发明的精神和保护范围基础上，可以对讨论的组成要素的功能和排列进行改变。各个实施例可以根据需要，省略、替代或者增加各种过程或组成部分。例如，可以按照与所描述的不同的顺序来执行描述的方法，可以对各个步骤进行增加、省略或者组合。此外，关于某些实施例所描述的特征可以组合到其它实施例中。

[0097] 上面结合附图阐述的具体实施方式描述了一些示例性实施例，但其并不表示仅可以实现这些实施例，也不表示仅这些实施例才落入权利要求书的保护范围之内。贯穿说明书使用的术语“示例性”一词意味着“用作例子、实例或说明”，但并不意味着比其它实施例“更优选”或“更具优势”。具体实施方式包括用于提供所描述技术的透彻理解的特定细节。但是，可以在不使用这些特定细节的情况下实现这些技术。在一些实例中，为了避免对所描述的实施例的概念造成模糊，以框图形式示出了公知的结构和部件。

[0098] 信息和信号可以使用多种不同的技术和方法中的任意一种来表示。例如，在贯穿上面的描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以用电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者其任意组合来表示。

[0099] 用于执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件部件或者其任意组合，可以用来实现或执行结合本文所公开内容描述的各种示例性的框和模块。通用处理器可以是微处理器，或者，该处理器也可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器也可以实现为计算设备的组合，例如，DSP和微处理器的组合、若干微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合，或者任何其它此种结构。

[0100] 本文所述功能可以用硬件、处理器执行的软件、固件或者其任意组合的方式来实现。当用处理器执行的软件实现时，可以将这些功能存储在计算机可读介质上，或者作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。其它示例和实现也落入本发明及其所附权利要求书的保护范围和精神之内。例如，由于软件的本质，上文所描述的功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬件连线或者其任意组合来实现。用于实现功能的特征可以物理地分布在多个位置，其包括分布成在不同的物理位置以实现功能的一部分。此外，如本文(其包括权利要求书)所使用的，如通过“中的至少一个”结束的列表项中所使用的“或”指示分离的列表，例如，列表“A、B或C中的至少一个”意味着：A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即，A和B和C)。

[0101] 计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或特殊用途计算机能够存取的任何可用介质。举例而言，但非做出限制，计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储器、磁盘存储器或其它磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码单元并能够由通用或特殊用途计算机、或者通用或特殊用途处理器进行存取的任何其它介质。此外，可以将任何连接适当地称作计算机可读介质。举例而言，如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或者诸如红外线、无线和微波之类的无线技术，从网站、服务器或其它远程源传输的，那么所述同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线和微波之类的无线技术包括在所述介质的定义中。如本文所使用的，磁盘和光盘包括压缩光盘(CD)、激光光盘、光盘、数字通用光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘，其中磁盘通常磁性地复制数据，而光盘则用激光来光学地复制数据。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的保护范围之内。

[0102] 为使本领域任何普通技术人员能够实现或者使用本公开内容，提供了对本公开内容的以上描述。对于本领域普通技术人员来说，对本发明进行各种修改是显而易见的，并且，本文定义的一般原理也可以在不脱离本发明的精神或保护范围的基础上适用于其它变

型。贯穿本发明使用的术语“示例”或者“示例性”指示例子或者实例，而不是隐含或者需要所陈述的示例具有任何更优选性。因此，本公开内容并不限于本申请所描述的例子和设计方案，而是符合与本文所公开的原理和新颖性特征相一致的最广范围。

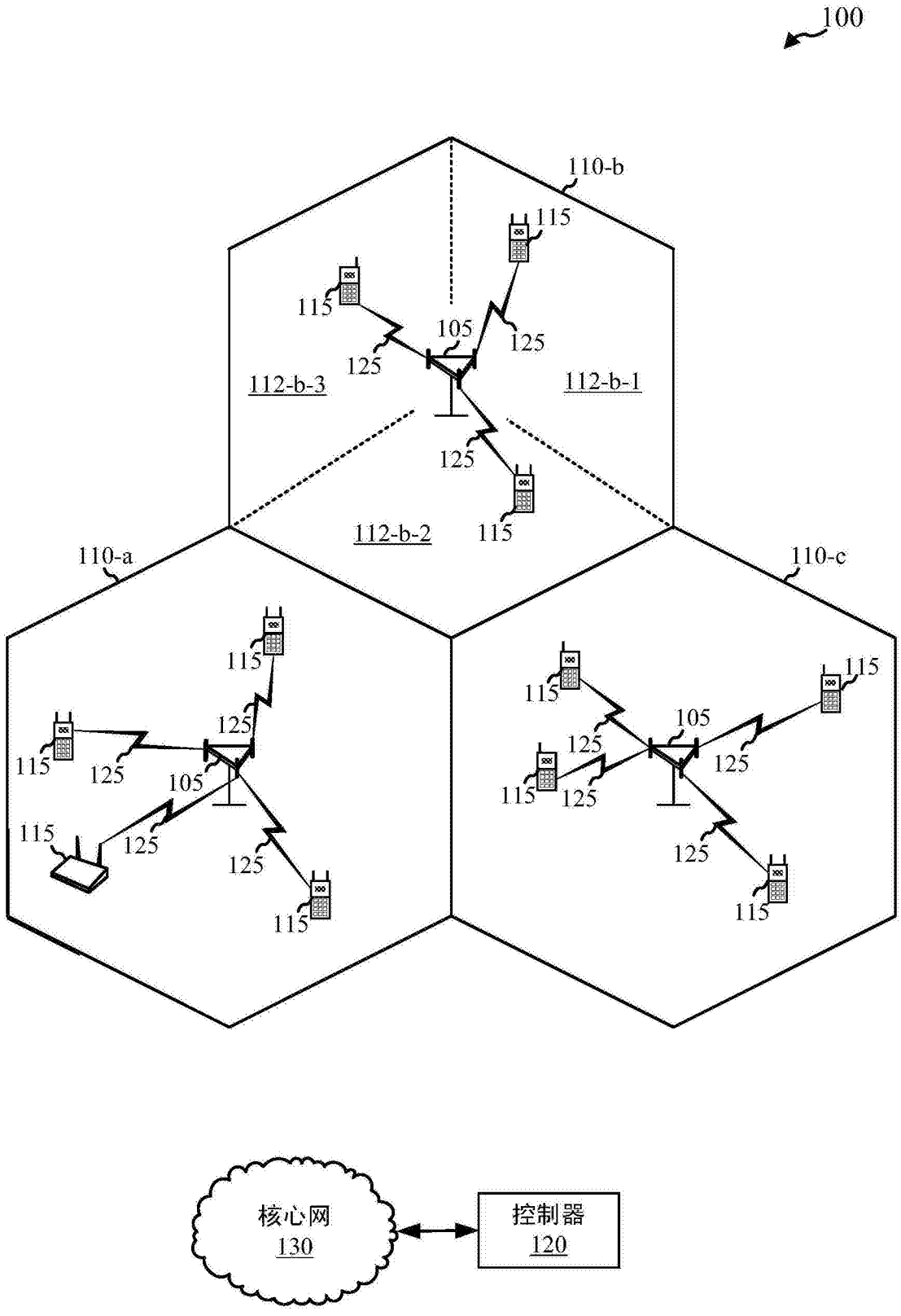

100
110-b
115
115
105
125
125
125
112-b-3
112-b-1
125
112-b-2
115
110-a
110-c
115
125
115
125
105
115
125
125
115
115
105
125
125
115
125
125
115
核心网
130
控制器
120

图1

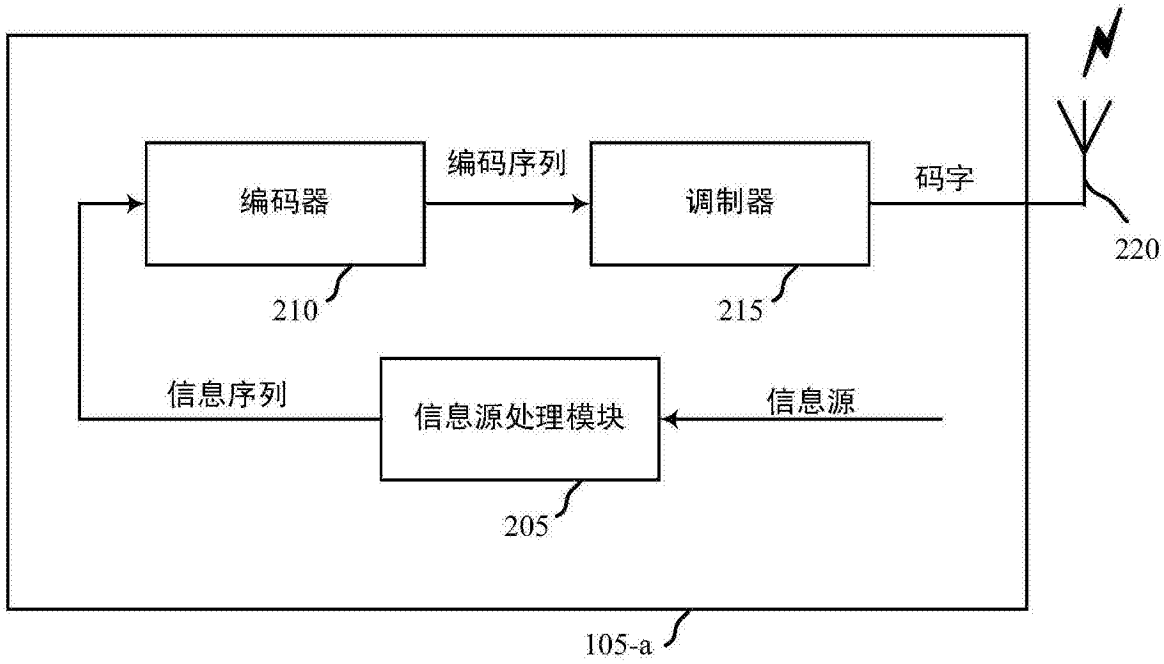


图2

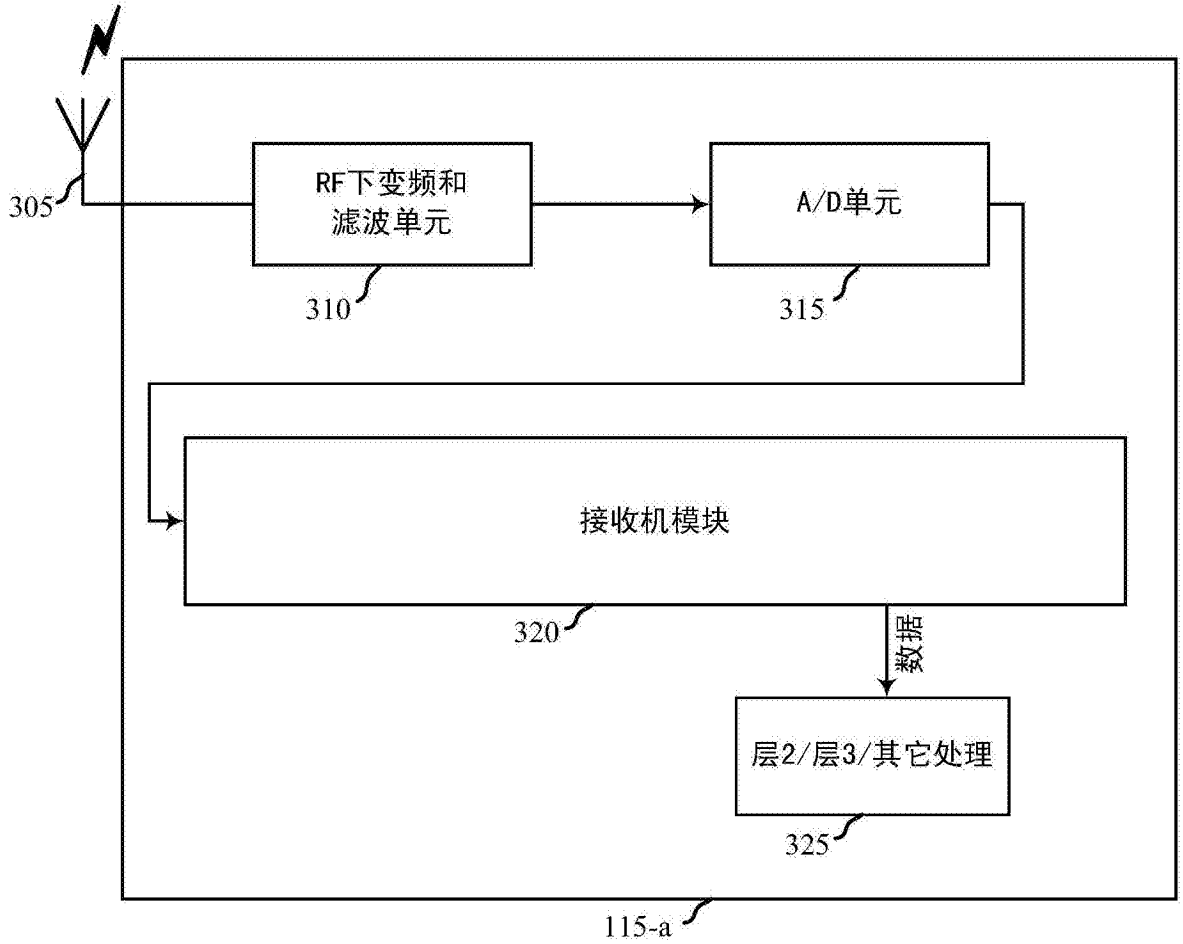

305
RF下变频和
滤波单元
310
A/D单元
315
接收机模块
320
数据
层2/层3/其它处理
325
115-a
300

图3

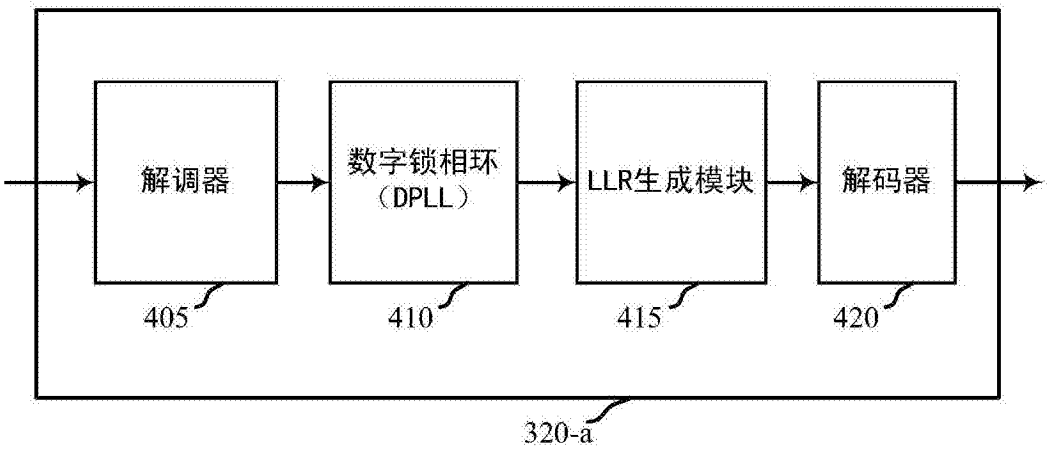


图4

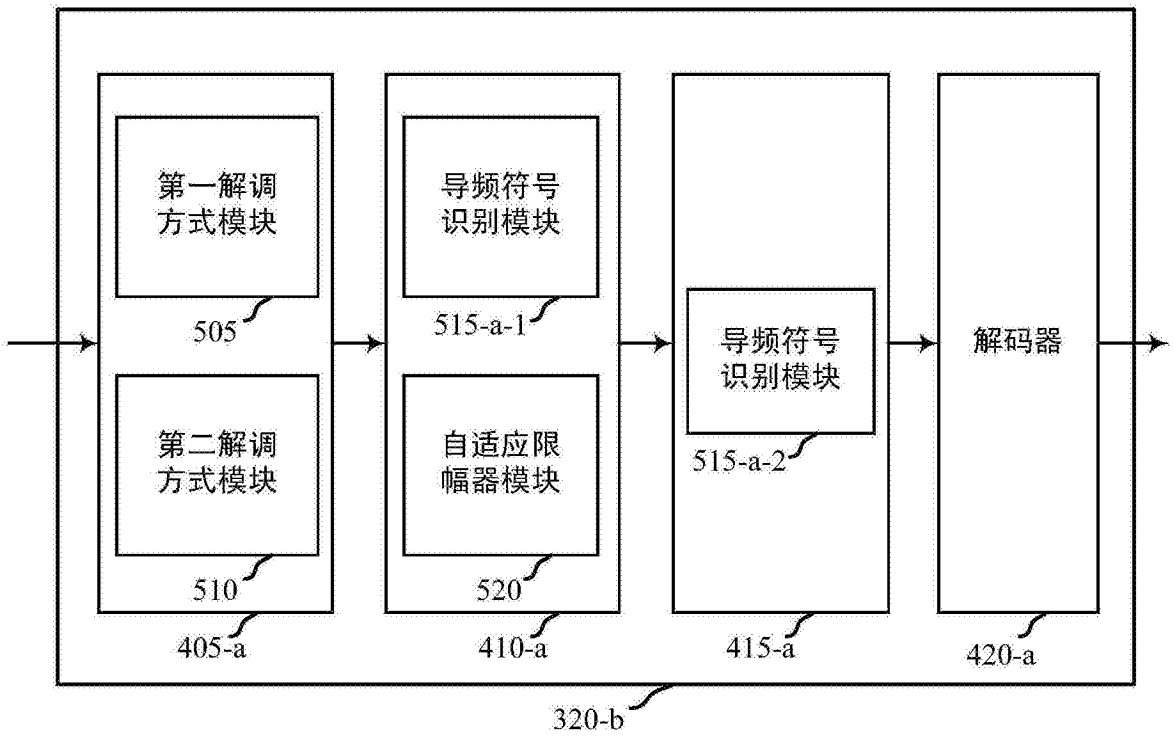

第一解调
方式模块
505
第二解调
方式模块
510
405-a
导频符号
识别模块
515-a-1
自适应限
幅器模块
520
410-a
导频符号
识别模块
515-a-2
415-a
解码器
420-a
320-b
500

图5

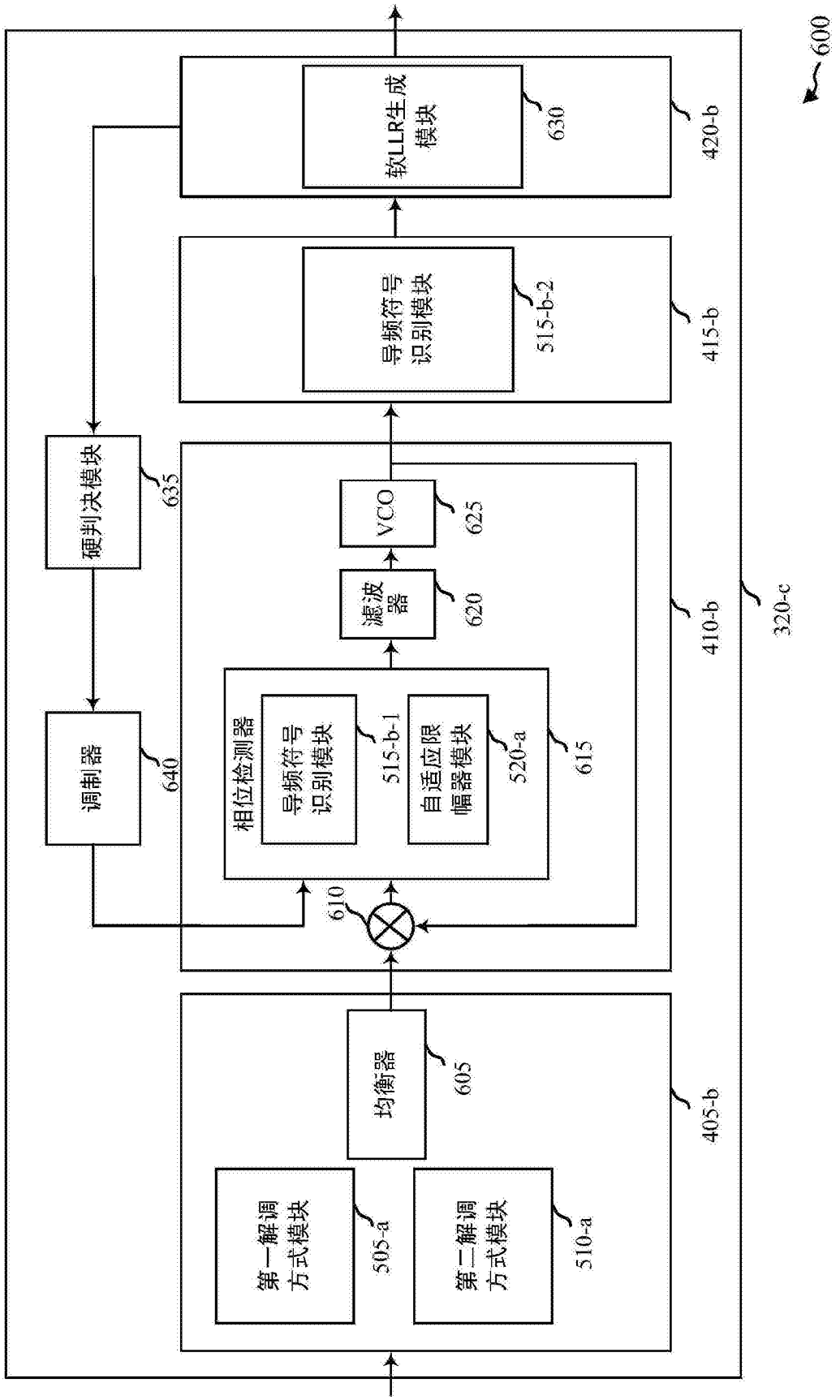

600
软LLR生成模块
630
420-b
导频符号识别模块
515-b-2
415-b
硬判决模块
635
VCO
625
滤波器
620
410-b
320-c
调制器
640
相位检测器
导频符号识别模块
515-b-1
自适应限幅器模块
520-a
615
610
均衡器
605
405-b
第一解调方式模块
505-a
第二解调方式模块
510-a

图6

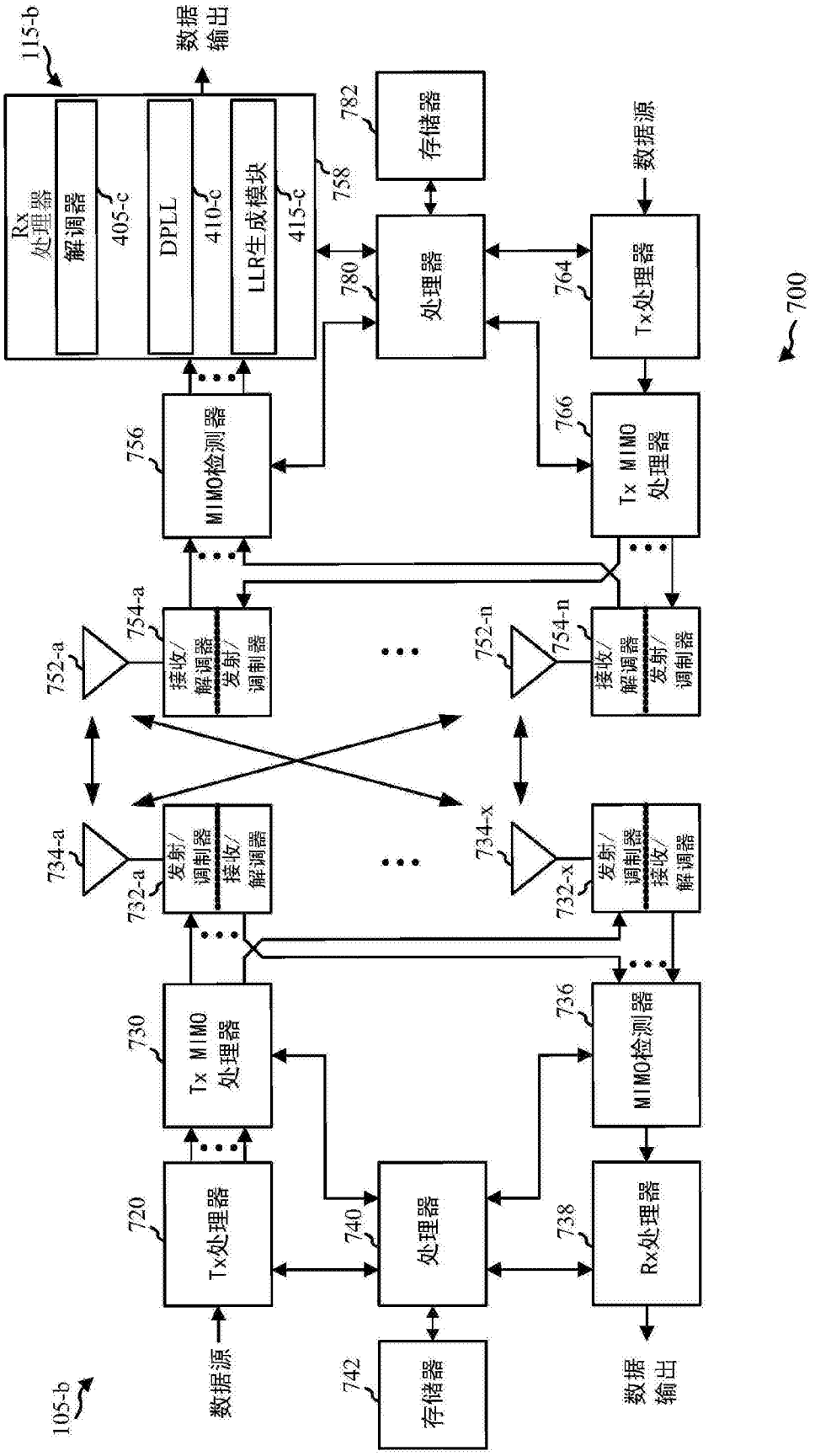

115-b
数据输出
Rx处理器
解调器
405-c
DPLL
410-c
LLR生成模块
415-c
758
782
存储器
数据源
780
处理器
764
Tx处理器
700
756
MIMO检测器
766
Tx MIMO处理器
754-a
752-a
接收/解调器
发射/调制器
752-n
754-n
734-a
732-a
发射/调制器
接收/解调器
734-x
732-x
730
Tx MIMO处理器
736
MIMO检测器
720
Tx处理器
740
处理器
738
Rx处理器
105-b
数据源
742
存储器
数据输出

图7

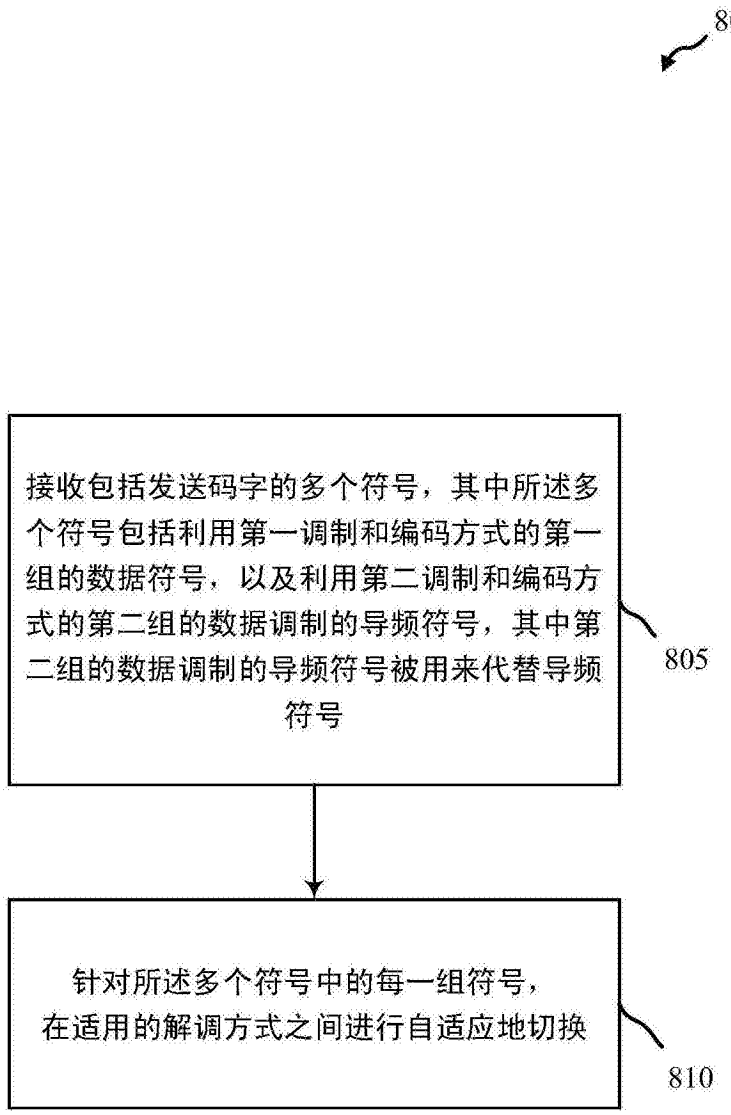

800
接收包括发送码字的多个符号，其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号，其中第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号
805
针对所述多个符号中的每一组符号，在适用的解调方式之间进行自适应地切换
810

图8

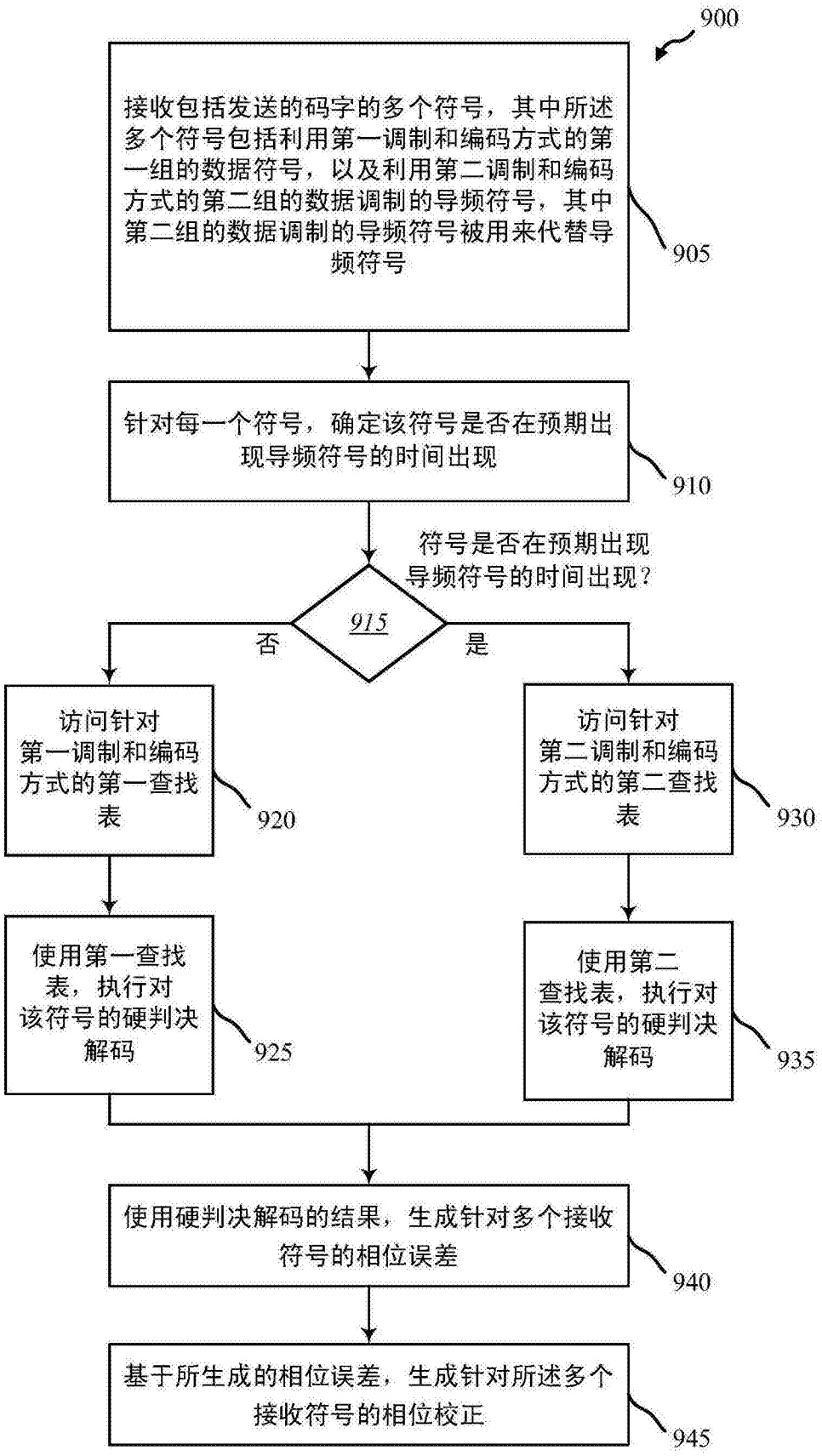

900
接收包括发送的码字的多个符号，其中所述多个符号包括利用第一调制和编码方式的第一组的数据符号，以及利用第二调制和编码方式的第二组的数据调制的导频符号，其中第二组的数据调制的导频符号被用来代替导频符号
905
针对每一个符号，确定该符号是否在预期出现导频符号的时间出现
910
符号是否在预期出现导频符号的时间出现？
915
否
是
访问针对第一调制和编码方式的第一查找表
920
访问针对第二调制和编码方式的第二查找表
930
使用第一查找表，执行对该符号的硬判决解码
925
使用第二查找表，执行对该符号的硬判决解码
935
使用硬判决解码的结果，生成针对多个接收符号的相位误差
940
基于所生成的相位误差，生成针对所述多个接收符号的相位校正
945

图9

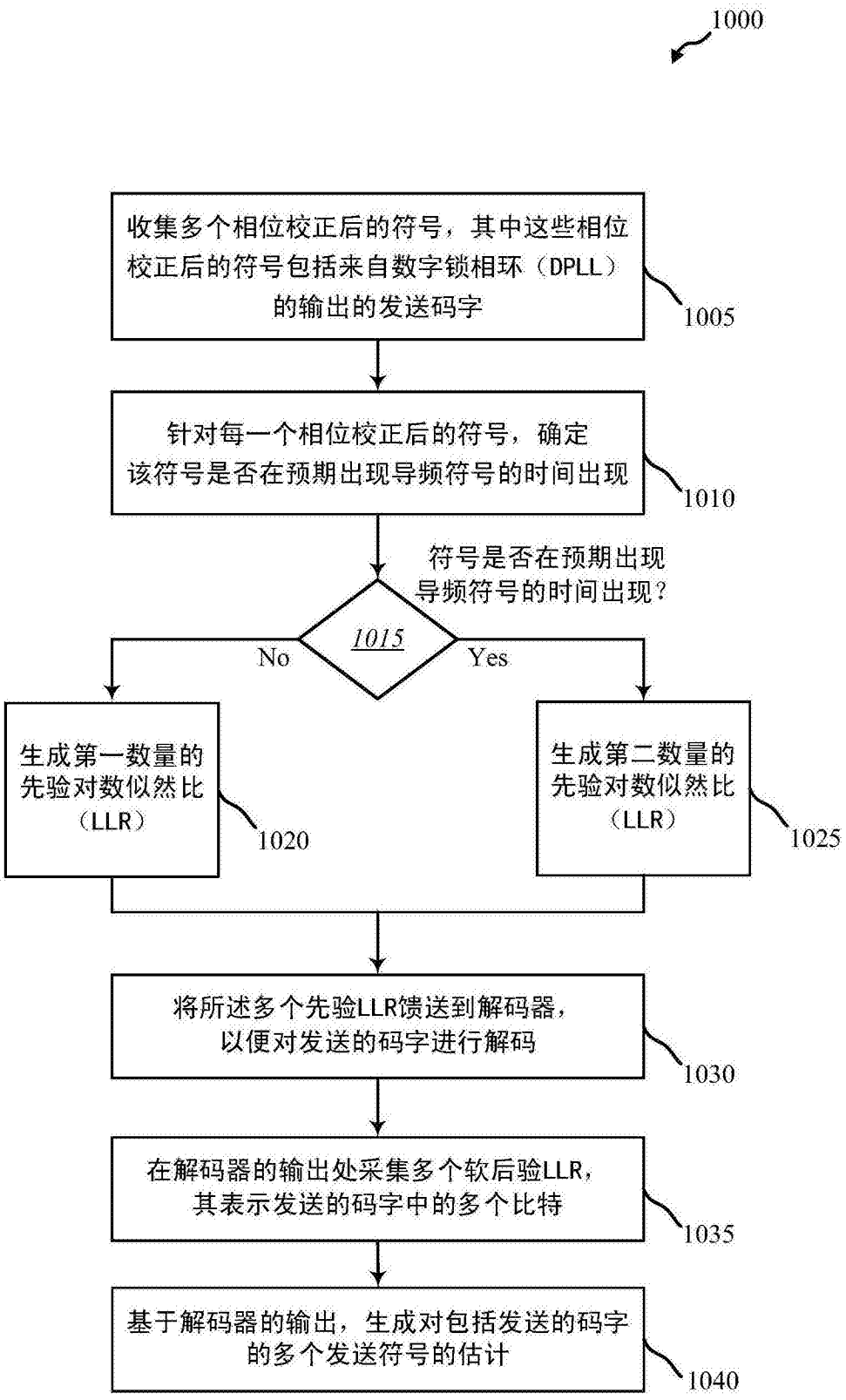

1000
收集多个相位校正后的符号，其中这些相位校正后的符号包括来自数字锁相环（DPLL）的输出的发送码字
1005
针对每一个相位校正后的符号，确定该符号是否在预期出现导频符号的时间出现
1010
符号是否在预期出现导频符号的时间出现？
1015
No
Yes
生成第一数量的先验对数似然比（LLR）
1020
生成第二数量的先验对数似然比（LLR）
1025
将所述多个先验LLR馈送到解码器，以便对发送的码字进行解码
1030
在解码器的输出处采集多个软后验LLR，其表示发送的码字中的多个比特
1035
基于解码器的输出，生成对包括发送的码字的多个发送符号的估计
1040

图10