



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106797359 B

(45)授权公告日 2020.06.05

(21)申请号 201580054226.2

(73)专利权人 高通股份有限公司

(22)申请日 2015.09.25

地址 美国加利福尼亚

(65)同一申请的已公布的文献号

(72)发明人 X·f·王 厉隽怿 Z-Z·于

申请公布号 CN 106797359 A

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

(43)申请公布日 2017.05.31

代理人 张立达 王英

(30)优先权数据

(51)Int.Cl.

62/062,132 2014.10.09 US

H04L 27/20(2006.01)

14/572,730 2014.12.16 US

H04L 5/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2017.04.06

US 2011205994 A1,2011.08.25,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 5659578 A,1997.08.19,

PCT/US2015/052423 2015.09.25

CN 1790437 A,2006.06.21,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 101120567 A,2008.02.06,

W02016/057246 EN 2016.04.14

审查员 李亢亢

权利要求书4页 说明书11页 附图9页

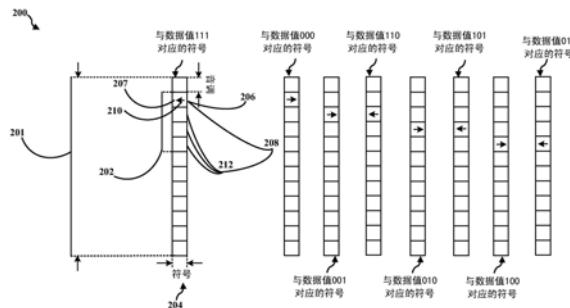
(54)发明名称

一种用于SC-FDMA的新调制方案：音调相移

键控

(57)摘要

一种由用户设备进行的无线通信方法包括确定符号中音调集合的分配以用于传送数据。该方法还包括确定使用m进制相移键控(MPSK)来将数据调制到所述音调集合的音调子集上。该方法还包括基于映射来将数据调制到所述音调子集上，其中，所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。



1. 一种由用户设备(UE)进行无线通信的方法,包括:  
确定符号中的音调集合的分配以用于传送数据;  
基于所述数据的比特的值从所述音调集合选择音调子集;  
确定使用m进制相移键控(MPSK)来将所述数据调制到所述音调集合的所选音调子集上;以及  
基于映射来将所述数据调制到所选音调子集上,其中,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,  
其中,所述音调集合包括D个音调,所述MPSK具有M个可能的信号相位,k比特数据被调制到所选音调子集上,并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间,其中,D、M和k是正整数。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所选音调子集包括一个音调,并且所述方法还包括:禁止将数据调制到所述音调集合中的所述一个音调之外的其它音调。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,k是使得D\*M大于或等于 $2^k$ 的最大整数。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,M大于或等于2。
6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述符号是单载波频分多址(SC-FDMA)符号。
7. 一种无线通信的方法,包括:  
接收来自用户设备(UE)的数据传输;  
检测符号中分配的音调集合中的具有最大能量的音调子集;以及  
解调所述音调子集中的每个音调,以基于第一星座点和映射确定数据,其中,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,  
其中,所述音调集合包括D个音调,所述解调包括使用具有M个可能的信号相位的M进制相移键控(MPSK)进行解调,k比特数据被调制到所述音调子集上,并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间,其中,D、M和k是正整数。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中,可能的子集包括 $D*(D-1)/2$ 个两音调子集,D大于2。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述数据的比特数目等于k,并且其中,k是不大于 $\log_2(D*(D-1)*M*M/2)$ 的最大整数。
11. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述解调每个音调包括:  
确定所述音调上的调制值;  
确定所确定的调制值和与允许的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离;  
基于最小的确定的欧几里德距离,确定所述第一星座点;以及  
基于所确定的第一星座点和所述映射,确定数据。
12. 一种用于无线通信的装置,包括:  
用于确定符号中的音调集合的分配以用于传送数据的单元;

用于基于所述数据的比特的值从所述音调集合选择音调子集的单元；

用于确定使用 $m$ 进制相移键控 (MPSK) 来将所述数据调制到所述音调集合的所选音调子集上的单元；以及

用于基于映射来将所述数据调制到所选音调子集上的单元，其中，所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对，

其中，所述音调集合包括D个音调，所述MPSK具有M个可能的信号相位，k比特数据被调制到所选音调子集上，并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和 $D \times M$ 个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间，其中，D、M和k是正整数。

13. 根据权利要求12所述的装置，其中，所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。

14. 根据权利要求12所述的装置，其中，所选音调子集包括一个音调，并且所述装置还包括：用于禁止将数据调制到所述音调集合中的所述一个音调之外的其它音调的单元。

15. 根据权利要求12所述的装置，其中，k是使得 $D \times M$ 大于或等于 $2^k$ 的最大整数。

16. 根据权利要求12所述的装置，其中，M大于或等于2。

17. 根据权利要求12所述的装置，其中，所述符号是单载波频分多址 (SC-FDMA) 符号。

18. 一种用于无线通信的装置，包括：

用于接收来自用户设备 (UE) 的数据传输的单元；

用于检测符号中分配的音调集合中的具有最大能量的音调子集的单元；以及

用于解调所述音调子集中的每个音调，以基于第一星座点和映射确定数据的单元，其中，所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对，

其中，所述音调集合包括D个音调，所述解调包括使用具有M个可能的信号相位的M进制相移键控 (MPSK) 进行解调，k比特数据被调制到所述音调子集上，并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和 $D \times M$ 个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间，其中，D、M和k是正整数。

19. 根据权利要求18所述的装置，其中，所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。

20. 根据权利要求18所述的装置，其中，可能的子集包括 $D \times (D-1)/2$ 个两音调子集，D大于2。

21. 根据权利要求20所述的装置，其中，所述数据的比特数目等于k，并且其中，k是不大于 $\log_2(D \times (D-1) \times M \times M/2)$ 的最大整数。

22. 根据权利要求18所述的装置，其中，所述用于解调每个音调的单元被配置为：

确定所述音调上的调制值；

确定所确定的调制值和与允许的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离；

基于最小的确定的欧几里德距离，确定所述第一星座点；并且

基于所确定的第一星座点和所述映射，确定数据。

23. 一种用户设备 (UE)，包括：

存储器；以及

至少一个处理器，其耦合至所述存储器并且被配置为：

确定符号中的音调集合的分配以用于传送数据；  
基于所述数据的比特的值从所述音调集合选择音调子集；  
确定使用m进制相移键控 (MPSK) 来将所述数据调制到所述音调集合的所选音调子集上；以及

基于映射来将所述数据调制到所选音调子集上，其中，所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对，

其中，所述音调集合包括D个音调，所述MPSK具有M个可能的信号相位，k比特数据被调制到所选音调子集上，并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间，其中，D、M和k是正整数。

24. 根据权利要求23所述的UE，其中，所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。

25. 根据权利要求23所述的UE，其中，所选音调子集包括一个音调，并且所述至少一个处理器还被配置为：禁止将数据调制到所述音调集合中的所述一个音调之外的其它音调。

26. 根据权利要求23所述的UE，其中，k是使得D\*M大于或等于 $2^k$ 的最大整数。

27. 根据权利要求23所述的UE，其中，M大于或等于2。

28. 根据权利要求23所述的UE，其中，所述符号是单载波频分多址 (SC-FDMA) 符号。

29. 一种用于无线通信的装置，所述装置包括：

存储器；以及

至少一个处理器，其耦合至所述存储器并且被配置为：

接收来自用户设备 (UE) 的数据传输；

检测符号中分配的音调集合中的具有最大能量的音调子集；以及

解调所述音调子集中的每个音调，以基于第一星座点和映射确定数据，其中，所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对，

其中，所述音调集合包括D个音调，所述解调包括使用具有M个可能的信号相位的M进制相移键控 (MPSK) 进行解调，k比特数据被调制到所述音调子集上，并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间，其中，D、M和k是正整数。

30. 根据权利要求29所述的装置，其中，所述映射将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。

31. 根据权利要求29所述的装置，其中，可能的子集包括 $D * (D - 1) / 2$ 个两音调子集，D大于2。

32. 根据权利要求31所述的装置，其中，所述数据的比特数目等于k，并且其中，k是不大于 $\log_2(D * (D - 1) * M * M / 2)$ 的最大整数。

33. 根据权利要求29所述的装置，其中，所述至少一个处理器被配置为通过以下步骤来解调每个音调：

确定所述音调上的调制值；

确定所确定的调制值和与允许的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离；

基于最小的确定的欧几里德距离，确定所述第一星座点；以及

基于所确定的第一星座点和所述映射，确定数据。

34. 一种计算机可读介质,其存储用于由用户设备(UE)进行无线通信的计算机可执行代码,包括用于以下操作的代码:

确定符号中的音调集合的分配以用于传送数据;

基于所述数据的比特的值从所述音调集合选择音调子集;

确定使用 $m$ 进制相移键控(MPSK)来将所述数据调制到所述音调集合的所选音调子集上;以及

基于映射来将所述数据调制到所选音调子集上,其中,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,

其中,所述音调集合包括D个音调,所述MPSK具有M个可能的信号相位,k比特数据被调制到所选音调子集上,并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间,其中,D,M和k是正整数。

35. 一种计算机可读介质,其存储用于无线通信的计算机可执行代码,包括用于以下操作的代码:

接收来自用户设备(UE)的数据传输;

检测符号中分配的音调集合中的具有最大能量的音调子集;以及

解调所述音调子集中的每个音调,以基于第一星座点和映射确定数据,其中,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,

其中,所述音调集合包括D个音调,所述解调包括使用具有M个可能的信号相位的M进制相移键控(MPSK)进行解调,k比特数据被调制到所述音调子集上,并且所述映射是在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间,其中,D,M和k是正整数。

## 一种用于SC-FDMA的新调制方案:音调相移键控

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有2014年10月9日提交的、名称为“TONE-PHASE-SHIFT KEYING:A NEW MODULATION SCHEME FOR SC-FDMA”的美国临时申请No.62/062,132以及2014年12月16日提交的、名称为“TONE-PHASE-SHIFT KEYING:A NEW MODULATION SCHEME FOR SC-FDMA”的美国专利申请No.14/572,730的权益,通过引用方式将其全部内容明确地并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开一般地涉及无线通信,并且更具体地涉及信号调制。

### 背景技术

[0004] 正交频分复用 (OFDM) 是具有各种优点的流行的信号调制方案。一种优点是OFDM易于支持灵活的多用户接入。OFDM和正交频分多址 (OFDMA) 被广泛地用于诸如无线局域网 (WLAN) 、长期演进 (LTE) 等的现代无线通信系统。

[0005] OFDM信号可以具有相对高的峰均功率比 (PAPR) 。高PAPR会导致需要高分辨率模数转换器 (ADC) 、高分辨率数模转换器 (DAC) 、以及具有高线性的功率放大器。通常,高线性功率放大器由于产生有效信号所需的功率量而具有较低的功率效率,以及较高的成本。尽管OFDM可以普遍地用于来自基站诸如演进节点B (eNB) 的下行链路传输,但是与OFDM相关的功率和成本缺陷可能使得OFDM不适合于需要减小功耗以维持长电池寿命的移动设备。

[0006] 为了减小的PAPR,可以使用单载波频分多址 (SC-FDMA) 。与SC-FDMA相关联的减小的PAPR使得能够相比OFDMA增加功率效率,从而使得SC-FDMA适合于来自移动装置/用户设备 (UE) 的传输,比如,根据LTE电信标准工作的UE的上行链路传输。然而,尽管SC-FDMA相比传统的OFDMA减小了PAPR,但是当分配比较大量的音调用于信号的上行链路传输时,SC-FDMA仍然具有比较高的PAPR。

[0007] 已经做出了很多努力以减小OFDM和SC-FDMA信号的信号PAPR而没有显著的功效。已经提出了各种方案,这些方案通常需要复杂的信号处理,损失带宽效率,和/或增加载波间干扰。一个例子是试图将恒包络调制,比如,最小频移键控 (MSK) 和高斯MSK (GMSK) ,应用到SC-FDMA。由于它们的非线性,在SC-FDMA中实现MSK和GMSK不是直截了当的,并且牵涉到 (entail) 显著的带宽扩展以及误差性能的损失。随着物联网 (IOT) 的出现,对于非常低功率的无线通信设备存在不断增长的需求,以支持延长的电池寿命。从而,这需要具有非常低 PAPR的调制方案。

### 发明内容

[0008] 在本公开的一个方面,提供了一种由UE进行的无线通信方法。UE确定符号中音调集合的分配以用于传送数据。UE确定使用m进制相移键控 (MPSK) 来将数据调制到所述音调集合的音调子集上。UE基于映射来将数据调制到所述音调子集上,所述映射将相互具有最大汉明 (Hamming) 距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德 (Euclidean) 距离的星座

点对。

[0009] 在本公开的一个方面,提供了一种无线通信方法。该方法可以由基站来执行。基站接收来自用户设备(UE)的数据传输。基站检测符号中分配的音调集合中的具有最大能量的音调子集。基站对音调子集中的每个音调进行解调以基于映射来确定数据,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。

## 附图说明

[0010] 图1是示出了演进节点B和用户设备的示例并且示出了与数据调制和传输相关的示例性方法的示意图。

[0011] 图2是示出了用于将数据调制到从符号中的分配音调集合中选择的音调的第一调制方案的示意图。

[0012] 图3是示出了用于将数据调制到从符号中的分配音调集合中选择的两音调子集中的两个音调的第二调制方案的示意图。

[0013] 图4是无线通信方法的流程图。

[0014] 图5是无线通信方法的流程图。

[0015] 图6是示出了示例性装置中不同模块/单元/部件之间的数据流的概念性数据流示意图。

[0016] 图7是示出了用于运用处理系统的装置的硬件实现方案的示例的示意图。

[0017] 图8是示出了示例性装置中不同模块/单元/部件之间的数据流的概念性数据流示意图。

[0018] 图9是示出了用于运用处理系统的装置的硬件实现方案的示例的示意图。

## 具体实施方式

[0019] 下面结合附图给出的具体描述旨在作为对各种配置的描述,而不旨在代表可以实践本文描述的概念的配置。具体描述为了提供对各种概念的透彻理解而包括了具体细节。然而,这些概念可以在没有这些具体细节的情况下实践,这对本领域技术人员而言是清楚的。在一些实例中,以方框图形式示出了已知的结构和部件以避免使这些概念不清楚。

[0020] 现在将参照各种装置和方法来呈现电信系统的若干方面。通过各种方框、模块、组件、电路、步骤、处理、算法等(统称为“要素”),来在下面的具体说明中描述以及在附图中示出这些装置和方法。这些要素可以使用电子硬件、计算机软件、或其任意组合来实现。这些要素是实现为硬件还是软件,取决于具体的应用以及施加在整个系统上的设计约束。

[0021] 通过举例方式,以包括一个或多个处理器的“处理系统”来实现要素、要素的任何部分、或要素的任意组合。处理器的例子包括微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门逻辑、分立硬件电路、以及配置为执行本公开通篇描述的各种功能的其它适当硬件。处理系统中的一个或多个处理器可以执行软件。软件可以广义地理解为指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行程序、执行的线程、过程、函数、等等,无论其被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言、还是其它名称。

[0022] 因此,在一个或多个示例性实施例中,所描述的功能可以在硬件、软件、固件、或其

任意组合中实现。如果实现在软件中,功能可以存储在计算机可读介质上,或者编码为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码。计算机可读介质包括计算机存储介质。存储介质可以是能够被计算机存取的任何可用的介质。通过举例方式而非限制性的,这种计算机可读介质可以包括随机访问存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、电可擦除可编程存储器 (EEPROM), 压缩盘ROM (CD-ROM) 或其它光盘存储装置、磁盘存储装置或其它磁性存储设备、或能够用于携带或存储指令或数据结构形式的所需程序代码并且能够由计算机存取的任何其它介质。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的范围内。

[0023] 图1是示出了基站102和UE 104的示例并且示出了与数据调制和传输相关的示例性方法的示意图100。参照图1,在无线通信方法中,诸如,WLAN、LTE等,可以为UE 104分配一个或多个资源单元,其被用于发送数据和/或控制信息,每个资源单元包括(时域中的)符号中的(频域中的)音调。作为示例,可以使用来自基站比如演进节点B (eNB) 的传输107来向UE 104分配资源单元。

[0024] 一旦UE 104确定111被分配了哪些资源单元(例如,在特定符号中被分配了哪些音调),UE 104可以选择112被分配资源单元中的一个或多个,并且可以确定将数据调制113到所选择的资源单元。UE 104选择112资源单元以及调制113数据的方式可以对应于商定的调制方案,其进一步对应于允许的数据值到允许的调制值的商定的映射。随后,UE 104可以发送信号106,该信号106包括在所分配的资源单元的一个或多个中包含的信息(例如,一个或多个调制值)。然后,基站102可以接收信号106,检测108哪个资源单元包括用于指示来自UE 104的数据的调制值,并且可以解调109资源单元以确定由UE 104发送的信号106的信息(例如,通过将解调的资源单元的所接收调制值与基站102已知映射的星座点集合中指示的最接近匹配的允许的调制值进行比较,并且然后通过基于该映射来确定哪个数据值对应于该最接近匹配的允许的调制值)。

[0025] 下面描述的配置提供了恒包络调制方案(例如,0dB PAPR),该方案可以用于SC-FDMA信号产生。通常,下面描述的调制方案的配置使用映射来将调制信号与数据值匹配(例如,星座点索引将各个数据值链接到不同的星座点,或者链接到多个音调的一个或多个音调中的一个或多个调制值)。企图使用所描述的调制方案来发送包含数据值的信号的设备(例如,企图发送信号106的UE 104)可能根据要发送的数据值的比特值,仅选择所分配音调的相对小的子集来发送m进制相移键控 (MPSK) 信号。从而,由于该调制方案使用音调和信号相位二者来表示数据值,所以该调制方案可以被称为音调相移键控 (TPSK)。此外,具有D个分配的音调和M个允许的信号相位的TPSK调制可以称为(D,M)-TPSK。

[0026] 图2是示出了第一调制方案的示意图200,该第一调制方案用于将像调制值210这样的数据调制到符号204中所分配的音调201的集合202中选择的子集206的所选择的音调207。在本配置中,UE 104确定111哪些音调208是所分配的集合202的一部分、使用哪种相移键控(例如,二进制相移键控 (BPSK) 调制、四相相移键控 (QPSK) 调制、8PSK、等)、以及使用什么比特到符号映射或数据值到星座点映射来将数据值映射到特定星座点。这里,分配了4个音调,并且使用了BPSK(例如,D等于4,且M等于2)。

[0027] 然后,UE 104选择112子集206用于每个目标数据值,子集206仅包括符号204中12个音调201中的4个音调的所分配集合202中的一个音调207。然后,UE 104可以根据确定的映射和要发送的数据来调制音调207。也就是说,由UE 104发送的数据值将决定UE 104将选

择112音调的那个子集206,以及UE将使用所确定的MPSK调制将哪个调制值210调制到子集206的所选择音调207上。此后,UE 104可以向基站102发送包含调制值210的信号106,以便传送数据。UE 104发送的符号204可以是与调制值210对应的数据向量的快速傅立叶逆变换(IFFT),其中,音调207项是符号204的所有音调201中的仅有的非零项。

[0028] 一旦从UE 104接收到信号106,基站102可以通过对接收的信号106进行解调109以确定相应的调制值210(例如,确定哪个信号相位被调制,以及被调制在哪个音调207上),并且通过确定114该映射的哪个星座点对应于所确定的调制值210,来确定110数据。

[0029] 当在集合202中分配了D个音调208,并且允许M个可能的信号相位(例如,对于BPSK来说M等于2,对于QPSK来说M等于4,对于8PSK来说M等于8)时,星座点对应于所选择的音调207上调制值210的信号相位,而所有其它的、未选择的音调212在其上具有零值。因此,星座点可以由具有值为 $\exp[j(2\pi/M+\phi)]$ 的单个非零项的、长度为d的向量来表示,其中,j=sqrt(-1)并且 $\phi$ 是UE 104和基站102已知的任何常量。

[0030] 此外,因为总共有M\*D个可能的星座点(例如,每个音调的M个可能的星座点乘以总共D个音调等于D\*M个可以发送的可能的信号),所以在特定映射中仅选择 $2^k$ 个允许的星座点或允许的调制值,其中,k是小于或等于 $\log_2(MD)$ 的最大整数。即,符号204中将要发送106的数据值的比特数是不大于 $\log_2(M*D)$ 的最大整数。因此,对于每个OFDM或SC-FDMA符号,将k比特的数据序列映射到 $2^k$ 个长度为d的向量中的一个,然后在所分配的音调集合202上发送该向量的项。

[0031] 此外,用于将每个可能的k比特数据序列映射到 $2^k$ 个星座点的商定的映射对UE 104和基站102二者可以都是已知的,以便能够使用所描述的配置进行通信。例如,可以以降低或最小化比特误差率(BER)为目标来确定映射方案,其中,将具有较大汉明距离(即,较大量数的不同比特)的比特序列对映射到具有较大欧几里德距离的星座点。

[0032] 例如,本配置在4个音调之一上使用BPSK,使得在星座图集中有8个可能的星座点(即,M\*D),从而能够在每个符号中发送3比特数据(即,0.75比特每音调每符号)。因为分配了四个音调其中仅单个音调是非零项,并且星座点可以由[s1,s2,s3,s4]来标记,其中,s1表示信号在音调1上的调制值,s2表示信号在音调2上的调制值,等等。此外,在本例中,调制值1对应于指向右边的长度为d的向量,而调制值-1对应于指向左边的长度为d的向量(例如,调制值210)。如在附图2中所示,数据值000和111被分别映射到[1,0,0,0]和[-1,0,0,0],数据值001和110被分别映射到[0,1,0,0]和[0,-1,0,0],数据值010和101被分别映射到[0,0,1,0]和[0,0,-1,0],以及数据值100和011被分别映射到[0,0,0,1]和[0,0,0,-1]。

[0033] 由于正好有4对比特序列在3个比特上不同(例如,4对数据或比特序列具有汉明距离3),本配置的映射将该数据对中的每一对映射到相互具有最大欧几里德距离的两个星座点。通过将具有最大汉明距离的数据值对与相应的具有最大欧几里德距离的星座点对进行匹配,减小了误差率,并且相比传统相移键控而言提高了带宽和功率效率。应当注意的是,当D个所选音调中的两个星座点x和y分别由[x(1),x(2),…,x(D)]和[y(1),y(2),…,y(D)]来表示时,那么它们之间的欧几里德距离由 $\sqrt{\{[x(1)-y(1)]^2+[x(2)-y(2)]^2+…+[x(D)-y(D)]^2\}}$ 来表示。相比来说,传统BPSK调制的两个星座点之间的欧几里德距离可以由 $d=2*\sqrt{E_b}$ 来表示,其中, $E_b$ 等于每比特能量,并且其中,BER为 $0.5\operatorname{erfc}[\sqrt{E_b/\text{No}}]$ 。

[0034] 为了实现改进的带宽和功率效率,可以选择D和M使得它们不是非常大。同样值得

注意的是,在高信号与噪声比(SNR)下,(D,M)-TPSK的比特误差率可以近似为 $\alpha * \text{erfc}[d / (2\sqrt{N_0})]$ , $\alpha$ 是常量,其取决于与D和M对应的值并取决于映射,其中, $N_0$ 是噪声方差,并且d是星座图的最小欧几里德距离。

[0035] 下面提供了几个具有良好带宽和功率效率的TPSK方案以及用于不同配置的映射方案附加实例。

[0036] (1,2)-TPSK:当D等于1(即,每个符号仅分配单个音调)并且M等于2(例如,BPSK)时,每个符号仅可以发送一个信息比特。这样的配置将类似于仅具有单个分配的音调的传统BPSK。

[0037] (2,2)-TPSK:当D和M各自等于2时,在UE用于发送数据的每个符号中可以携带2比特信息,或者每符号每音调1比特。四个星座点(例如,对于两个音调来说每个音调2个星座点)可以由[0,+1]、[0,-1]、[+1,0]、[-1,0]来表示,其中,[0,+1]指示在第一个音调(例如,未选择的音调)上发送相移键控0并且在第二个音调上发送相移键控+1。类似地,[-1,0]指示在第一个音调上发送相移键控-1,并且在第二个音调上发送键控0。这种配置具有与BPSK相同的带宽效率,具有最小欧几里德距离 $2*\sqrt{E_b}$ ,其中, $E_b$ 是每比特能量,并且具有与BPSK同样的功率效率(即,针对给定 $E_b$ 的相等的BER)和带宽效率。

[0038] (3,3)-TPSK:当D和M各自等于3时,每符号可以携带具有3比特序列的数据值(即, $\log_2(3*3)$ 向下取最近的整数为3,因此每数据值3比特,或每符号每音调1比特),其提供了与BPSK相同的带宽效率。然而,本方案具有使用不同音调的两个星座点之间的最小欧几里德距离等于 $\sqrt{6E_b}$ ,其大于BPSK的情况,并且因此在高SNR下提供了比BPSK更好的功率效率。因为在本方案中在使用相同音调的任意两个星座点之间存在增加的欧几里德距离 $3*\sqrt{E_b}$ ,所以可以将具有汉明距离3的两个数据值分别映射到相同音调上的两个星座点。相应地,分别对应于8个数据值000到111的8个星座点的可能的映射可以是[0,0,1]、[0,1,0]、[1,0,0]、[0,0, $\exp(j2\pi/3)$ ]、[0, $\exp(j2\pi/3)$ ,0]、[ $\exp(j2\pi/3)$ ,0,0]、[0, $\exp(j4\pi/3)$ ,0]、以及[0,0, $\exp(j4\pi/3)$ ]。作为另一个例子,对应于数据值000到111的8个星座点可以分别是[0,0,1],[0,0, $\exp(j2\pi/3)$ ],[0,0, $\exp(j4\pi/3)$ ],[0,1,0],[0, $\exp(j2\pi/3)$ ,0],[0, $\exp(j4\pi/3)$ ,0],[1,0,0],[ $\exp(j2\pi/3)$ ,0,0]。

[0039] (4,4)-TPSK:当D和M各自等于4时,该调制方案允许每符号携带4比特,这是与BPSK相同的带宽效率。有8对比特序列在4个比特上不同(例如,汉明距离为4),比如,比特序列对0000和1111。同样,存在具有最大欧几里德距离的8对星座点,比如,[1,0,0,0]和[-1,0,0,0]对,以及[j,0,0,0]和[-j,0,0,0]对。本方案中的映射可以将具有最大汉明距离的每个比特序列对映射到具有最大欧几里德距离的星座对。该方案的最小欧几里德距离是 $d=\sqrt{8E_b}$ ,相比传统BPSK而言在功率效率方面得到3dB增益。

[0040] (4,8)-TPSK:当D等于4且M等于8时,该调制方案允许每符号携带5比特,或者每符号每音调携带1.25比特。存在具有最大汉明距离4的16对比特序列,以及具有最大欧几里德距离2的16对星座点。映射方案可以将16个数据对中的每个数据对映射到16个星座点对中的一个星座点对。这种(4,8)-TPSK调制方案的最小欧几里德距离大约是 $\sqrt{2.93E_b}$ ,在高SNR下相比传统BPSK而言在功率效率方面近似导致1.35dB的损失。

[0041] (6,6)-TPSK:当D和M都等于6时,该调制方案允许每符号携带5比特,或者每符号每音调5/6比特。本方案的最小欧几里德距离是 $\sqrt{5E_b}$ ,其相比传统BPSK而言提供了

0.97dB的增益。

[0042] (8, 8)-TPSK: 当D和M都等于8时, 该调制方案允许每符号携带6比特或每符号每音调0.75比特。在本方案中, 最小欧几里德距离是 $\sqrt{3.5E_b}$ , 相比传统BPSK而言导致了0.58dB的损失。

[0043] 上面描述的TPSK调制方案还可以在其它配置中扩展到每符号一个以上的音调, 从而能够得到更好的带宽效率, 但是也会导致增加的PAPR。例如, 如下面将要参照附图3所描述的, 取代使单个音调包含非零项, 可以允许两个音调携带MPSK信号。在这种情况下, 将PAPR限制为3dB, 这仍然显著低于传统OFDMA和SC-OFDMA信号。

[0044] 图3示出了用于将数据调制到符号304中从分配的音调集合302中选择的两音调(two-tone)子集306的两个音调307a、307b的第二调制方案的示意图300。在本配置中, 类似第一配置, 对符号304的所分配的音调301的集合302中的音调进行分配, 选择音调307a、307b的子集306, 以及将数据调制到所选择的子集306。然而, 不像第一配置那样, 所选择的子集306包括两个音调307a、307b, 来替代仅一个音调(即, 音调207)。此外, 所选择的子集306(其可以是UE 104根据输入数据值的信息比特并且根据映射来选择112的)是多个可能的包含两个音调的子集(包括子集308)中的一个子集。

[0045] 在本配置中, 当分配了D个音调的集合302时, 并且当允许两个音调被用于每个符号304时, 存在 $D*(D-1)/2$ 个可能的两音调集合(例如, 每个子集308包括两个音调)。在每个两音调集合内, 可以有 $M*M$ 个不同的信号相位对(例如, 在QPSK中有16个不同的信号相位对)。因此, 可以携带的比特数目等于不大于 $\log_2[D*(D-1)*M*M/2]$ 的最大整数。此外, 当 $\log_2[D*(D-1)*M*M/2]$ 不是整数时, 能够为了减小的PAPR来选择特定的星座点子集。例如, 如果D等于4且M等于5, 那么6个两音调集合是可能的, 并且可以构建包括(150个可能的星座点中的)128允许的星座点的映射, 以便能够每符号时间携带7比特的数据序列。得到的方案相比标准的BPSK多提供了40%带宽效率。作为另一个例子, 当D等于8且M等于7时, 可以构建1024个星座点的星座集合, 以便每OFDM符号携带10比特。得到的调制方案相比BPSK提供了高出25%的带宽效率。

[0046] 如上面所描述的, 可以使用D个分配的音调的所有这样多个可能的两音调子集, 其等于 $D*(D-1)/2$ 。或者, 可以限制允许的两音调子集的数目, 使得规定的两音调子集的数目等于2的整数幂。例如, 如果所分配的集合302中的音调的数目由D来表示, 那么可以选择允许的两音调子集的数目为 $D_c$ , 其中,  $D_c$ 是小于所分配的集合302的音调的可能的不同两音调组合的数目的2的最大整数幂。例如, 如果所分配的集合中音调的数目是8(即, D等于8), 那么可以留出28个可能的两音调子集中的16个用于映射方案(即,  $D_c$ 等于16)。

[0047] 此外, 当仅仅选择两个音调用于每个符号304时, 最大PAPR近似为3dB。在接收机(例如, 图1中示出的基站102)处, 可以应用能量比较器来检测108所分配的音调集合302中具有最大能量的音调(例如, 音调307a和307b)。此后, 基站102可以在所选择的子集306的所选音调307a、307b上执行传统MPSK解调109, 以确定音调上的调制值。基站102的接收机处的音调选择误差概率(即, 选了未承载信号的、未选择的音调312)可以表示为 $\text{erfc}(\sqrt{E_s/(2N_o)})$ , 其中 $E_s$ 是每MPSK信号的能量, 并且其中,  $N_o$ 是噪声功率谱密度。

[0048] 参照图3示出的例子, 分配的集合302中的音调的数目是9(即, D等于9)。9个不同音调的可能的两音调组合的数目(即,  $D*(D-1)/2$ )等于 $9*(9-1)/2$ , 即等于36。为了易于说明,

在图3中仅示出了三个两音调子集308。在选择了子集306之后,可以使用MPSK(例如,QPSK)来根据映射将与调制值310对应的数据调制到选择的子集306。对于每个符号304,并且根据映射,选取两音调子集中一个来在所发送的信号106中发送两个所选的QPSK调制值(例如,音调307a中的信号相位j,和音调307b中的信号相位-j)。

[0049] 图4是由UE进行的无线通信方法的流程图400。该方法可以由UE(如图1中示出的UE 104)来执行。在402处,确定符号中音调集合分配以用于传送数据。符号可以是SC-FDMA符号。例如,参照图1-3,UE 104可以确定111SC-FDMA符号204、304中音调201、301的集合202、302的分配以用于传送数据210、310。

[0050] 在404处,做出使用m进制相移键控(MPSK)来将数据调制到音调集合的音调子集上的决定。在第一配置中,音调子集可以包括一个音调,音调集合包括D个音调,MPSK可以具有M个可能的信号相位,可以将k比特数据调制到音调子集上,并且M可以大于或等于2。在第二配置中,可能的子集可以包括 $D*(D-1)/2$ 个两音调子集,D可以大于2,数据的比特数目可以等于k,并且k可以是使得k不大于 $\log_2(D*(D-1)*M*M/2)$ 的最大整数。例如,参照图1和2,在第一配置中,UE 104确定使用BPSK来将数据210调制113到所分配的音调208的集合202的音调207的子集206上,音调的子集206包括一个音调207,所分配的音调208的集合202包括4个音调,MPSK具有2个可能的信号相位,并且将3比特数据调制到音调207的子集206上。作为另一个例子,并且参照图1和3,在第二配置中,UE 104确定使用QPSK来将数据310调制113到音调集合302的音调307a、307b的子集306上,可能的子集308包括 $D*(D-1)/2$ 个两音调子集,D等于9,数据的比特数目等于9,其是不大于 $\log_2(D*(D-1)*M*M/2)$ 的最大整数。

[0051] 在406处,可以基于映射将数据调制到音调子集上,该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。该映射可以将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。该映射可以在 $2^k$ 个可能的数据值和 $D*M$ 个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间,并且k可以是使得 $D*M$ 大于或等于 $2^k$ 的最大整数。例如,参照图1-3,UE 104可以基于映射将数据210、310调制113到音调201、301的子集206、306上,该映射将相互具有最大汉明距离的8个可能的数据值的对(在图2中)映射到相同音调上的相互具有最大欧几里德距离的4\*2个星座点的8个星座点的对。

[0052] 在408处,禁止将数据调制到音调集合中的一个音调之外的其它音调。例如,参照图1和2,UE 104可以禁止将数据调制到所分配的音调集合202的所述一个音调207之外的音调(例如,未选择的音调212)。

[0053] 图5是无线通信方法的流程图500。该方法可以由基站(如图1中示出的基站102)来执行。在502处,可以从UE接收数据传输。例如,参照图1,基站102可以从UE 104接收信号106。

[0054] 在504处,可以检测符号中所分配的音调集合中具有最大能量的音调的子集。该音调集合可以包括D个音调,MPSK可以具有M个可能的信号相位,并且可以将k比特数据调制到音调子集上。可能的子集可以包括 $D*(D-1)/2$ 个两音调子集,D可以大于2,数据的比特数目可以等于k,并且k可以是使得k不大于 $\log_2(D*(D-1)*M*M/2)$ 的最大整数。例如,参照图1-3,基站102可以检测108符号204、304中所分配的音调集合202、302中具有最大能量的音调207、307a、307b的子集206、306,音调集合202、302包括图2中的4个音调或者图3中的9个音调,MPSK在图2中具有2个可能的信号相位并且在图3中具有4个可能的信号相位,并且3比特

数据(图2)或9比特数据被调制到音调207、307a、307b的子集206、306上,图3中示出的配置包括36个两音调子集。

[0055] 在506处,可以解调音调子集中的每个音调,以基于映射来确定数据,该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。该映射可以将具有最大汉明距离的数据值对映射到具有被调制到相同音调的数据的星座点。该映射可以在 $2^k$ 个可能的数据值和D\*M个星座点中的 $2^k$ 个星座点之间。解调每个音调可以包括确定音调上的调制值,确定接收的调制值和与允许的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离,基于确定的最小的欧几里德距离来确定星座点,以及基于所确定的星座点和映射来确定数据。例如,参照图1-3,基站102可以对音调子集206、306中的每个音调207、307a、307b进行解调109,以基于映射来确定数据210、310,所述映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离并且具有调制到相同音调的数据的星座点对,并且解调109可以通过以下步骤来实现:确定音调207、307a、307b上的调制值210、310,确定接收的调制值和与允许的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离,基于确定的最小的欧几里德距离来确定星座点,以及基于所确定的星座点和映射来确定数据。

[0056] 图6是示出了示例性装置602中的不同模块/单元/组件之间的数据流的概念性数据流示意图600。装置602可以是UE。UE 602包括接收模块604,其被配置用于接收数据,该数据指示符号(例如,SC-FDMA符号)中的音调集合的分配。接收模块604还可以被配置用于接收指示规定的两音调子集的数据,和/或接收指示数据值到星座点映射的数据。UE可以从eNB 603、从另一UE 609、和/或从存储器接收数据。UE 609可以作为中继来操作。UE 602还包括分配确定模块605,其被配置用于与接收模块604进行通信,并且确定分配了符号中的哪个音调集合。UE 602还包括子集选择模块606,其被配置用于与分配确定模块605进行通信,并且选择所分配的音调集合的音调子集。音调子集可以包括一个或多个音调,并且可以由子集选择模块606基于映射来选择,该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,使得数据能够经由传输来传送。尽管未示出,但是子集选择模块606还可以具有输入,使得子集选择模块606可以接收数据输入比特。UE 602还包括数据调制模块607,其被配置用于与子集选择模块606进行通信,确定使用m进制相移键控(MPSK)来将数据调制到选择的音调子集上,以及将调制值调制到选择的子集中的音调上。数据调制模块607可以被配置用于使用MPSK(例如,BPSK、QPSK等等)来将调制值调制到音调集合中的所选择的子集。此外,数据调制模块607可以基于映射来选择调制值的信号相位,该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对,使得数据能够经由传输来传送。UE还包括传输模块608,其与数据调制模块607进行通信。传输模块608被配置用于发送调制数据。调制数据可以被节点(eNB 603)接收。数据调制模块607可以被配置用于禁止将数据调制到所分配的音调集合中的未选择的音调上。

[0057] 装置可以包括另外的模块,其执行图4的前述流程图中的算法的每个方框。因此,图4的前述流程图中的每个方框可以由模块来执行,并且装置可以包括这些模块中的一个或多个。模块可以是一个或多个硬件部件,其被具体的配置用于实现所述处理/算法,由配置用于执行所述处理/算法的处理器来实现,存储在用于由处理器实现的计算机可读介质内,或者其一些组合。

[0058] 图7是示出了运用处理系统714的UE 602' 的硬件实现示例的示意图700。处理系统714可以利用总线架构来实现，该总线架构一般的由总线724来表示。总线724可以包括任意数量的相互连接的总线和桥，其取决于处理系统714的具体应用和总的设计约束。总线724将包括一个或多个处理器和/或硬件模块的各种电路连接起来，其表示为处理器704、模块604、605、606、607、608、以及计算机可读介质/存储器706。总线724还可以将诸如定时源、外设、电压调节器、以及电源管理电路的各种其它电路连接起来，这些是本领域公知的，因此没有进一步描述。

[0059] 处理系统714可以耦合至收发机710。收发机710耦合至一个或多个天线720。收发机710提供用于通过传输介质与各种其它装置进行通信的单元。收发机710从一个或多个天线720接收信号，解析所接收信号中的信息，以及将解析的信息提供给处理系统714，具体为接收模块604。此外，收发机710接收来自处理系统714具体为传输模块608的信息，并且基于接收的信息产生将被应用到一个或多个天线720的信号。处理系统714包括耦合至计算机可读介质/存储器706的处理器704。处理器704负责通用处理，包括执行存储在计算机可读介质/存储器706上的软件。当被处理器704执行时，该软件使得处理系统714执行上文针对任意特定装置描述的各种功能。计算机可读介质/存储器706还可以用于存储处理器704在执行软件时操作的数据。处理系统还包括模块605、606、607中的至少一个。模块可以是运行在处理器704中的软件模块，驻留/存储在计算机可读介质/存储器706中的软件模块，耦合至处理器704的一个或多个硬件模块，或其一些组合。处理系统714可以是UE 602的组件，并且可以包括存储器和/或至少一个TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器。

[0060] 在一种配置中，用于无线通信的UE 602/602' 是包括用于确定符号中的音调集合的分配以用于传送数据的单元的UE。该UE还包括用于确定使用m进制相移键控 (MPSK) 来将数据调制到音调集合中的音调子集的单元。该UE还包括用于基于映射将数据调制到音调子集的单元，该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离星座点对。UE可以包括用于禁止将数据调制到音调集合中所述一个音调之外的其它音调的单元。前述单元可以是配置用于执行前述单元记载的功能的UE 602的前述模块和/或UE 602' 的处理系统714中的一个或多个。处理系统714可以包括TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器。因此，在一种配置中，前述单元可以是TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器，其被配置用于执行由前述单元记载的功能。

[0061] 图8是示出了示例性装置802中的不同模块/单元/组件之间的数据流的概念性数据流示意图800。装置可以是eNB。eNB 802包括接收模块804，其被配置用于接收数据传输，例如符号中的音调集合上的调制数据(例如，包括来自UE 104、602、602'、809的符号204、304中的音调207、307a、307b的集合206、306上的调制数据210、310的信号106)。eNB 802还包括音调检测模块805，其被配置用于与接收模块804进行通信，并且被配置用于检测符号中所分配的音调集合中具有最大能量的音调子集(例如，具有非零项的音调207或音调307a、307b)。eNB 802还包括音调解调模块806，其被配置用于与音调检测模块805通信，并且被配置用于对音调子集中的每个音调(例如，音调207、307a、307b)进行解调。eNB 802还包括数据确定模块807，其被配置用于与音调解调模块806进行通信，并且被配置用于基于映射来确定数据，该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对(例如，图2中的数据值111和000)映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。确定模块807可以通过以下步骤确定

数据：确定音调上的调制值，确定接收的调制值和与运行的星座点对应的允许的调制值中的每一个之间的欧几里德距离，基于确定的最小欧几里德距离来确定星座点，以及基于确定的星座点和映射来确定数据。eNB 802还包括传输模块808，其被配置用于与确定模块807通信。传输模块808可以被配置用于向UE 809传送指示符号中的音调集合分配的数据、指示规定的两音调子集的数据、和/或指示数据值到星座点的映射的数据。

[0062] 装置可以包括另外的模块，其执行图5的前述流程图中的算法的每个方框。因此，图5的前述流程图中的每个方框可以由模块来执行，并且装置可以包括这些模块中的一个或多个。模块可以是一个或多个硬件部件，其被具体的配置用于实现所述处理/算法，由配置用于执行所述处理/算法的处理器来实现，存储在用于由处理器实现的计算机可读介质内，或者其一些组合。

[0063] 图9是示出了运用处理系统914的eNB 802'的硬件实现示例的示意图900。处理系统914可以利用总线架构来实现，该总线架构一般的由总线924来表示。总线924可以包括任意数量的相互连接的总线和桥，其取决于处理系统914的具体应用和总的设计约束。总线924将包括一个或多个处理器和/或硬件模块的各种电路连接起来，其表示为处理器904、模块804、805、806、807、808、以及计算机可读介质/存储器906。总线924还可以将诸如定时源、外设、电压调节器、以及电源管理电路的各种其它电路连接起来，这些是本领域公知的，因此没有进一步描述。

[0064] 处理系统914可以耦合至收发机910。收发机910耦合至一个或多个天线920。收发机910提供用于通过传输介质与各种其它装置进行通信的单元。收发机910从一个或多个天线920接收信号，解析所接收信号中的信息，以及将解析的信息提供给处理系统914，具体为接收模块804。此外，收发机910接收来自处理系统914具体为传输模块808的信息，并且基于接收的信息产生将被应用到一个或多个天线920的信号。处理系统914包括耦合至计算机可读介质/存储器906的处理器904。处理器904负责通用处理，包括执行存储在计算机可读介质/存储器906上的软件。当被处理器904执行时，该软件使得处理系统914执行上文针对任意特定装置描述的各种功能。计算机可读介质/存储器906还可以用于存储处理器904在执行软件时操作的数据。处理系统还包括模块805、806、807中的至少一个。模块可以是运行在处理器904中的软件模块，驻留/存储在计算机可读介质/存储器906中的软件模块，耦合至处理器904的一个或多个硬件模块，或其一些组合。处理系统914可以是eNB 610的组件，并且可以包括存储器和/或TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器中的至少一个。

[0065] 在一种配置中，eNB 802/802'包括用于接收来自用户设备(UE)的数据传输的单元。eNB还包括用于检测符号中所分配的音调集合中具有最大能量的音调子集的单元。eNB还包括用于解调音调子集中的每个音调以基于映射来确定数据的单元，该映射将相互具有最大汉明距离的数据值对映射到相互具有最大欧几里德距离的星座点对。前述单元可以是配置用于执行前述单元记载的功能的eNB 802的前述模块和/或eNB 802'的处理系统914中的一个或多个。处理系统914可以包括TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器。因此，在一种配置中，前述单元可以是TX处理器、RX处理器、以及控制器/处理器，其被配置用于执行由前述单元记载的功能。

[0066] 可以理解，所公开的处理/流程图中的方框的具体顺序或层次是对示例性方法的说明。基于设计偏好，可以理解处理/流程图中的方框的具体顺序或层次可以重新安排。此

外,一些方框可以组合或省略。所附方法要求保护示例顺序的各种方框的现有要素,并且不意味着局限于呈现的具体顺序或层次。

[0067] 提供前面的说明是为了使本领域技术人员能够实施本文描述的各种方面。这些方面的各种修改对本领域技术人员而言是显而易见的,并且本文定义的一般性原则可以应用于其它方面。因此,权利要求不旨在局限于本文示出的方面,而是符合与权利要求语言一致的全面范围,其中以单数形式提及的要素并不旨在表示“一个且仅一个”除非具体说明,而是“一个或多个”。词语“示例性”在本文用于表示“作为例子、实例、或说明”。本文描述为“示例性”的任何方面不必被视为优选的或比其它方面有利的。除非明确说明,否则字眼“一些”是指一个或多个。诸如“A、B、或C中的至少一个”、“A、B、和C中的至少一个”以及“A、B、C、或其任意组合”的组合包括A、B和/或C的任意组合,并且可以包括多个A、多个B、或多个C。具体地,诸如“A、B、或C中的至少一个”、“A、B、和C中的至少一个”以及“A、B、C、或其任意组合”的组合可以是仅A、仅B、仅C、A和B、A和C、B和C、或A和B和C,其中任意这种组合可以包含A、B或C中的一个或多个成员。等同于本公开描述的各个方面的要素的对本领域技术人员已知的或即将出现的所有结构和功能被通过引用并入本文并且旨在由权利要求涵盖。此外,本文公开的任何内容都不旨在用于公众,无论这些公开是否明确记载在权利要求中。所有权利要求要素都不被视为功能模块,除非明确地使用短语“用于……的单元”来记载该要素。

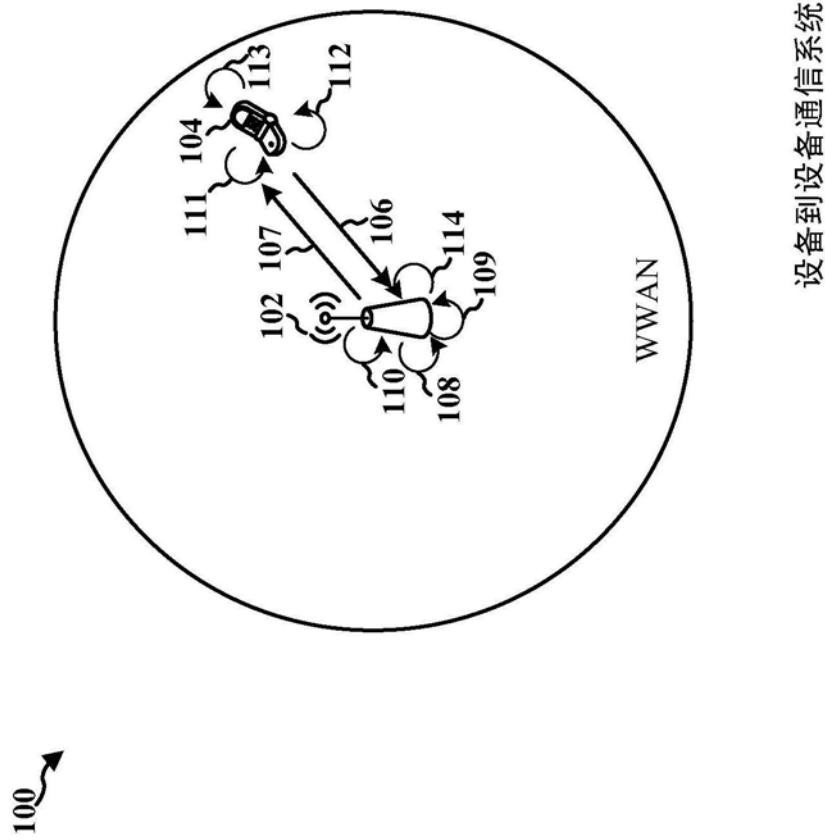


图1

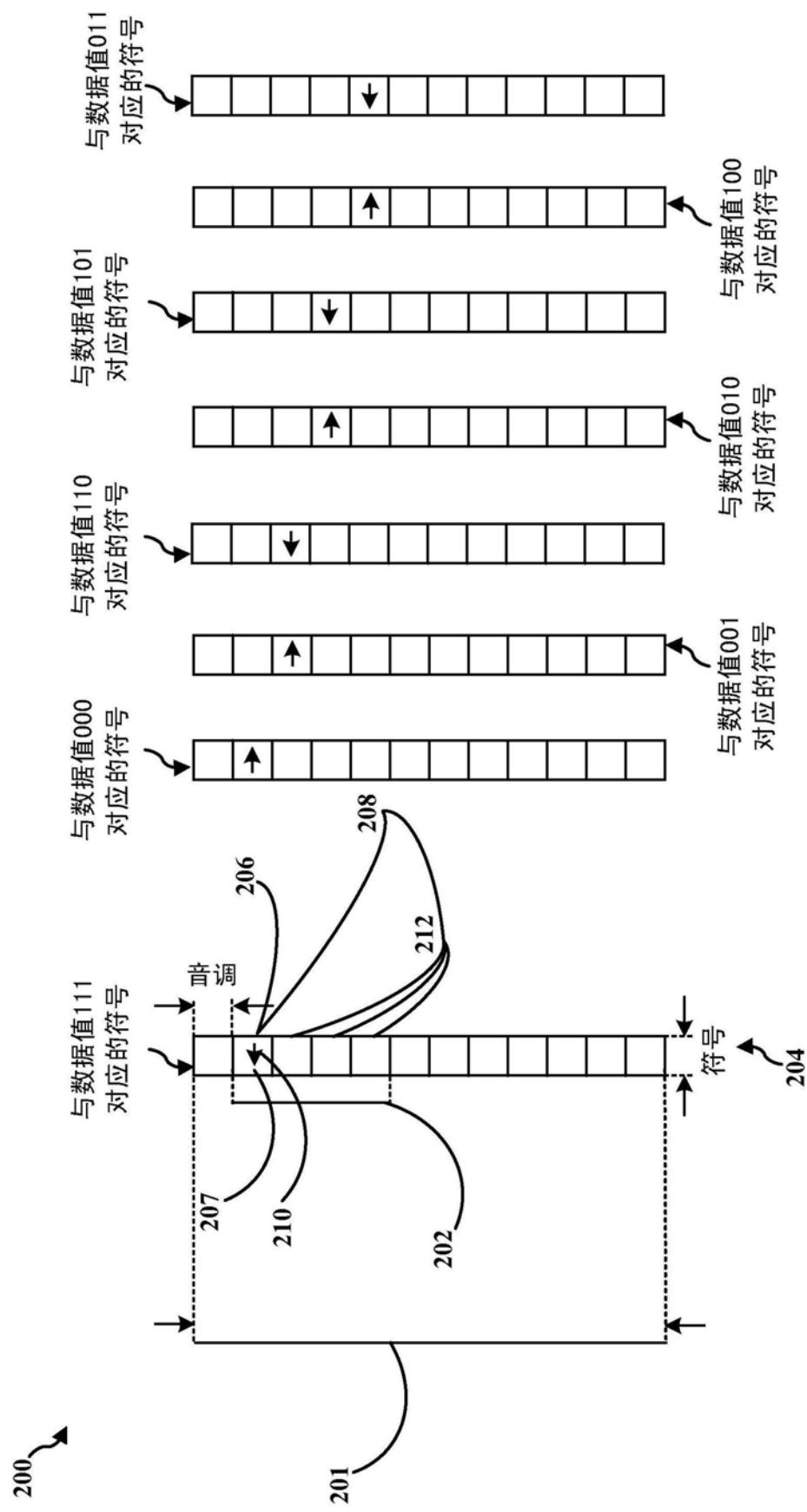


图2

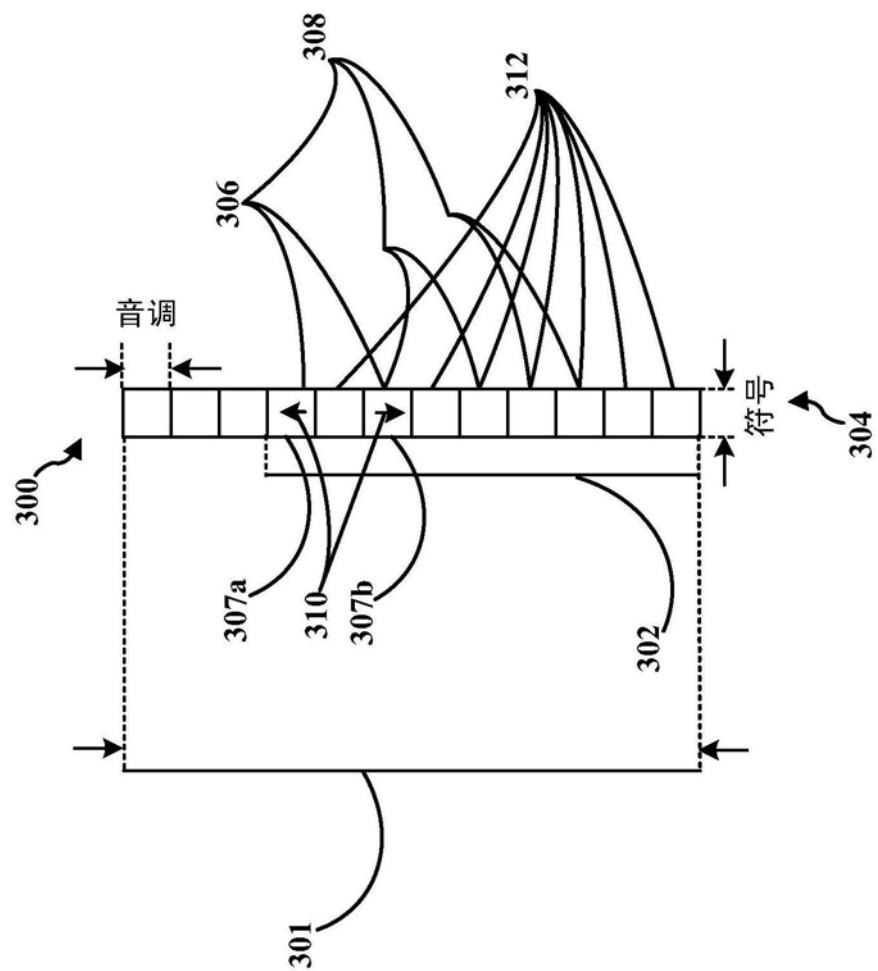


图3

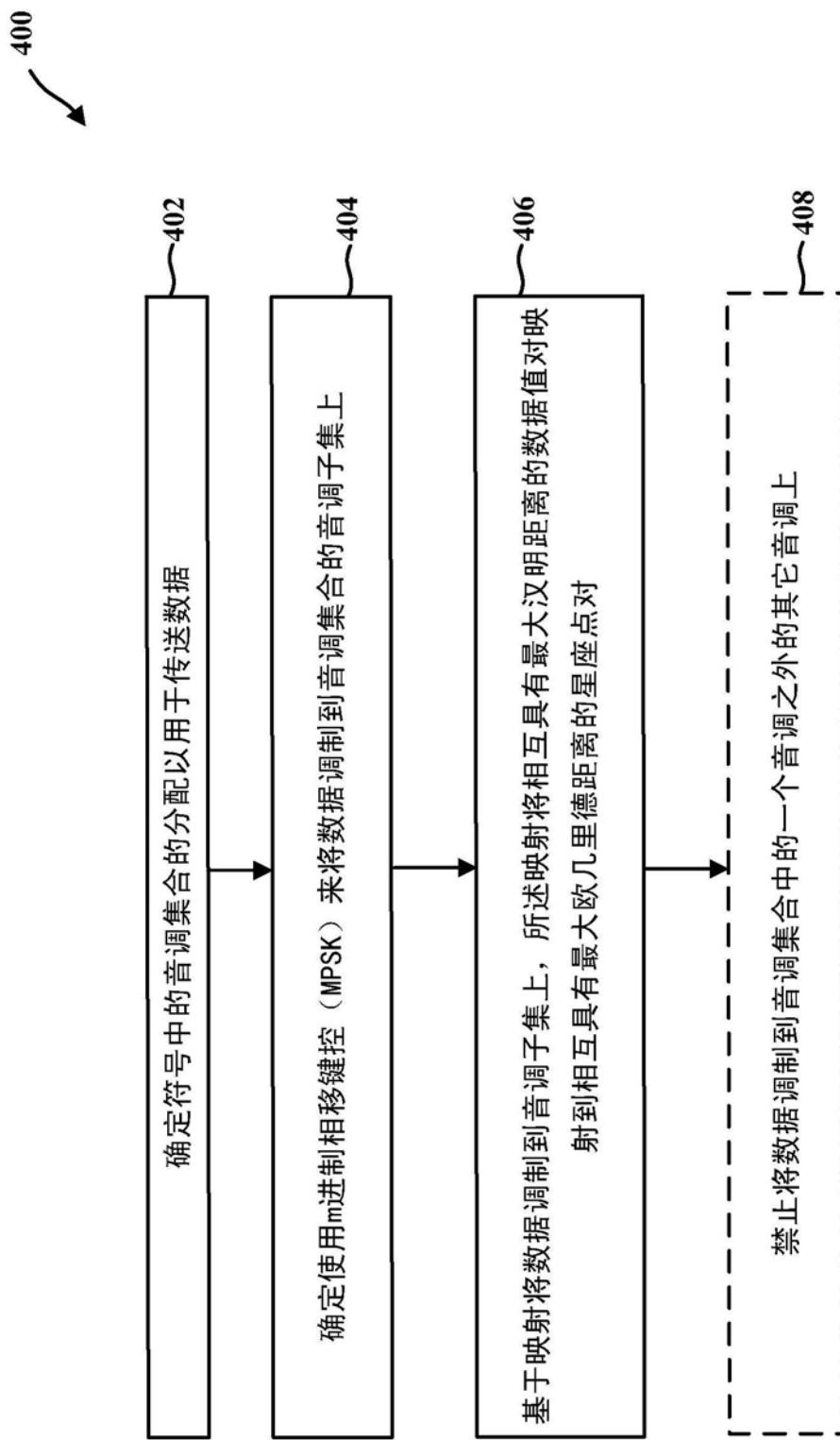


图4

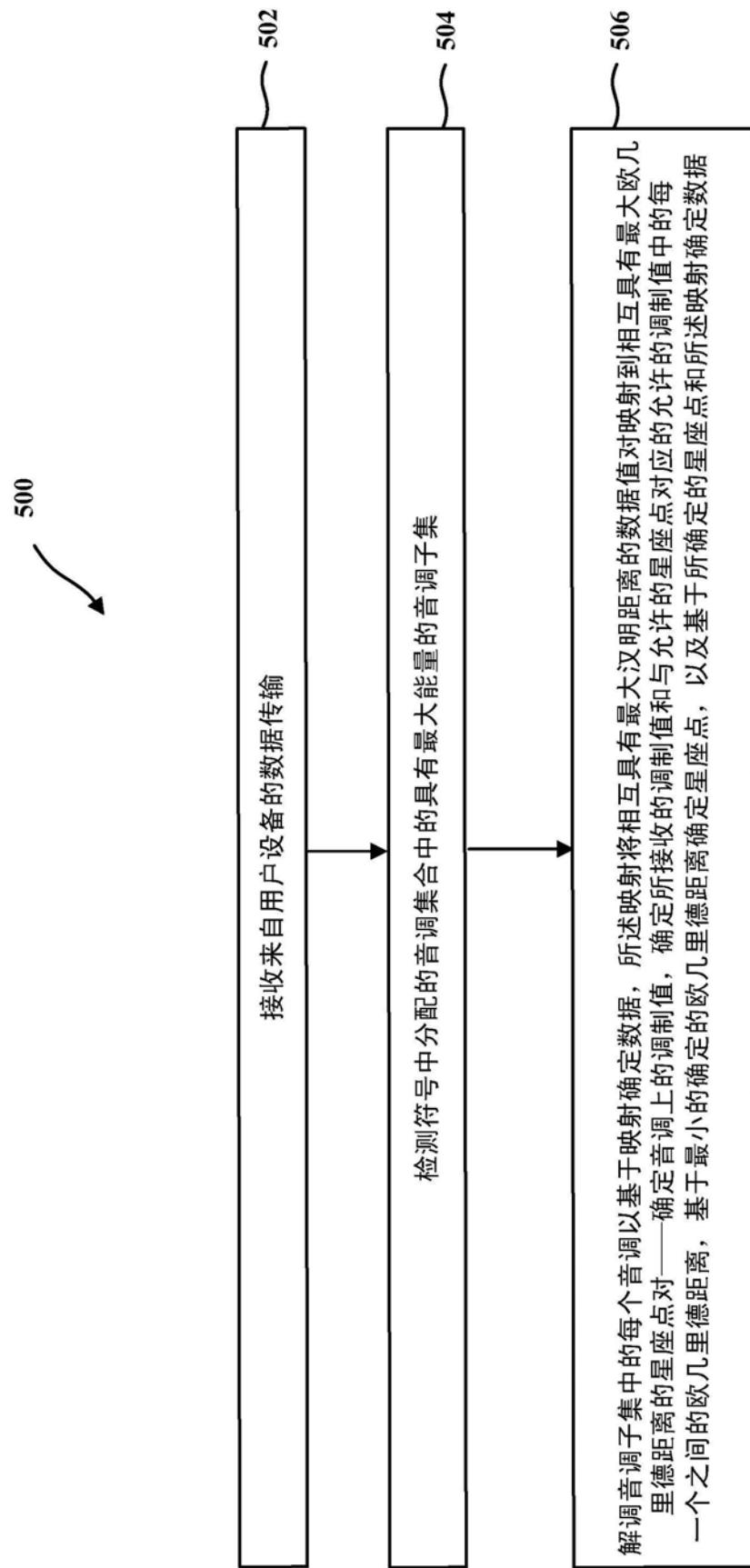


图5

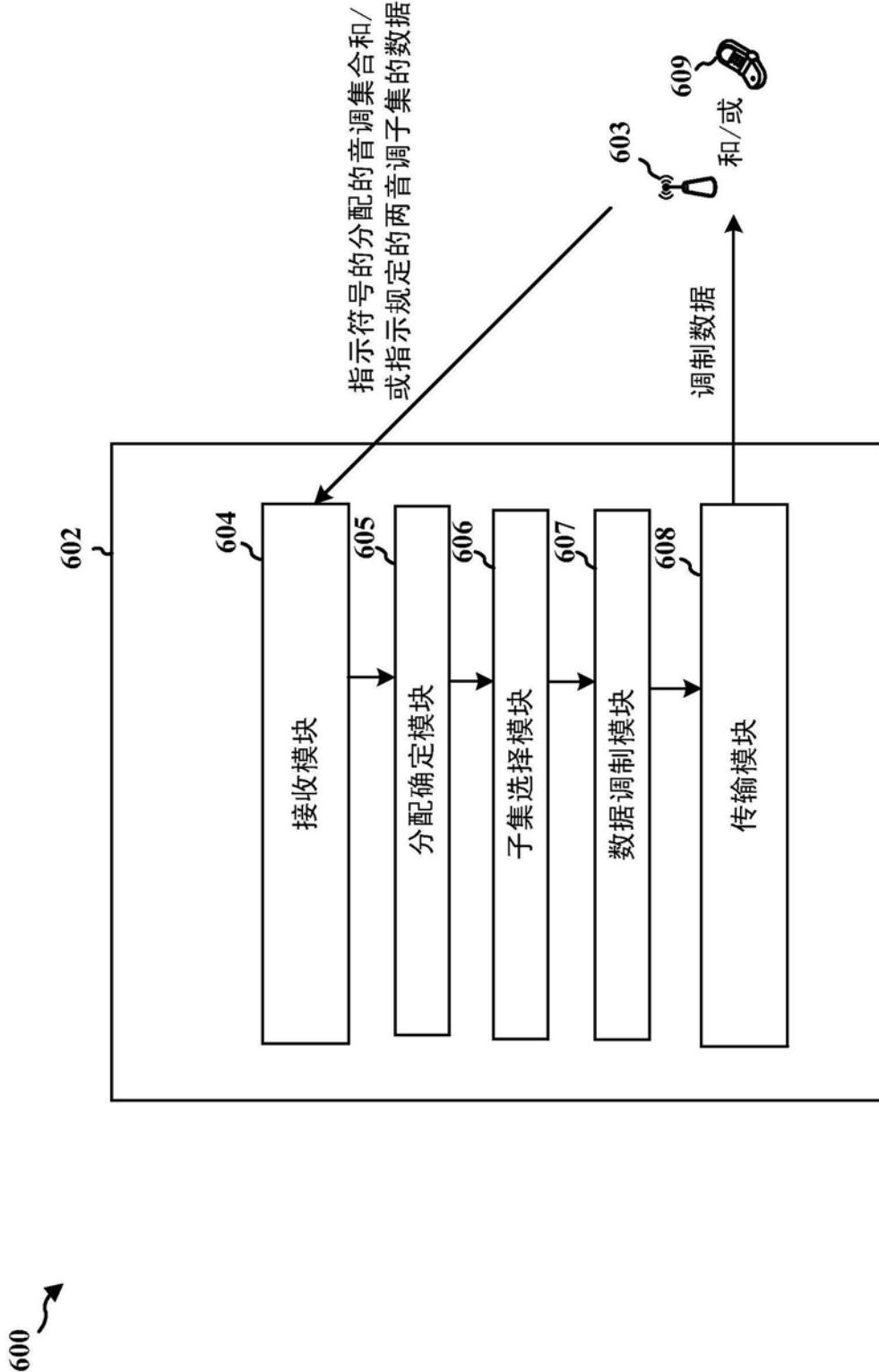


图6

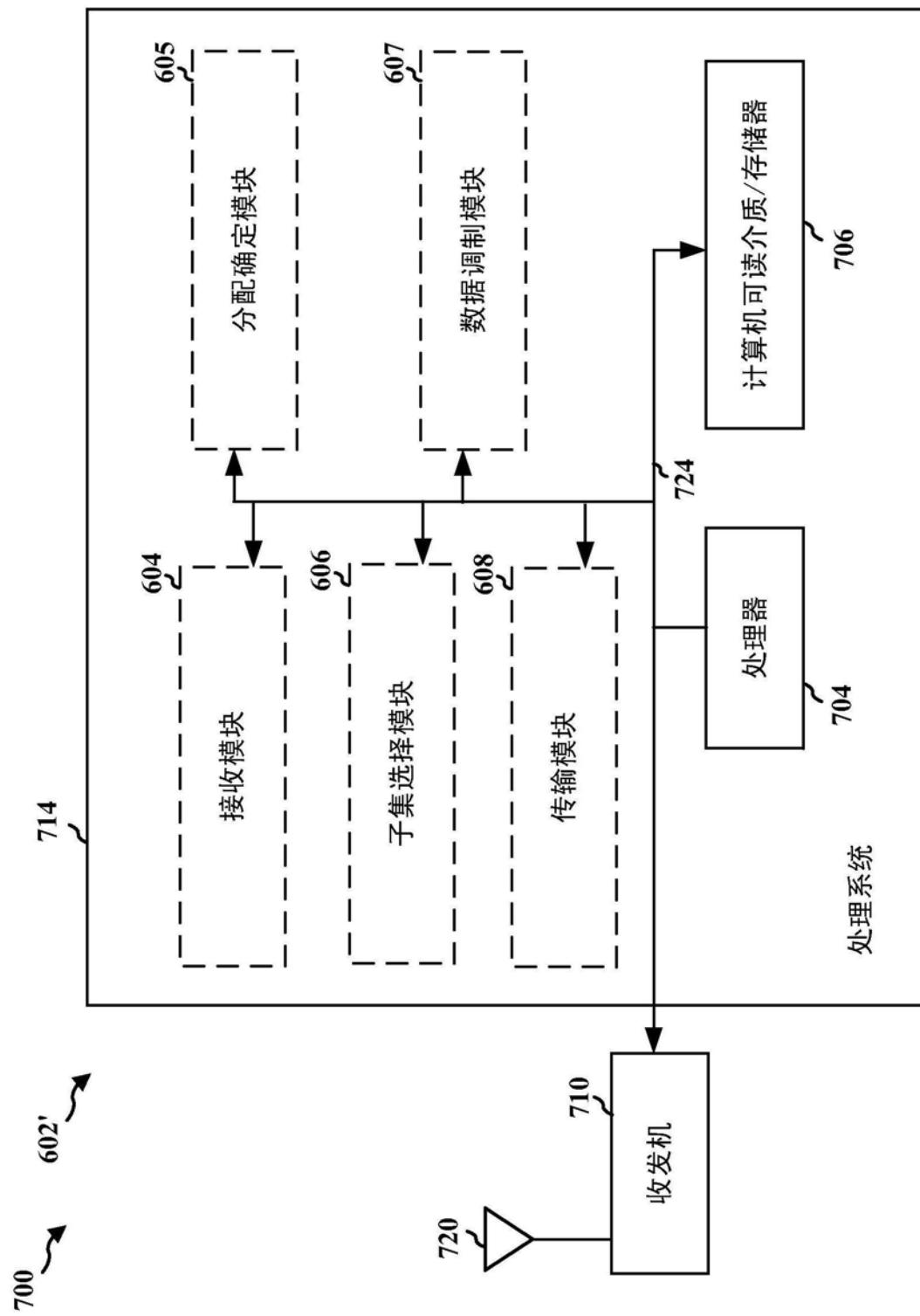


图7

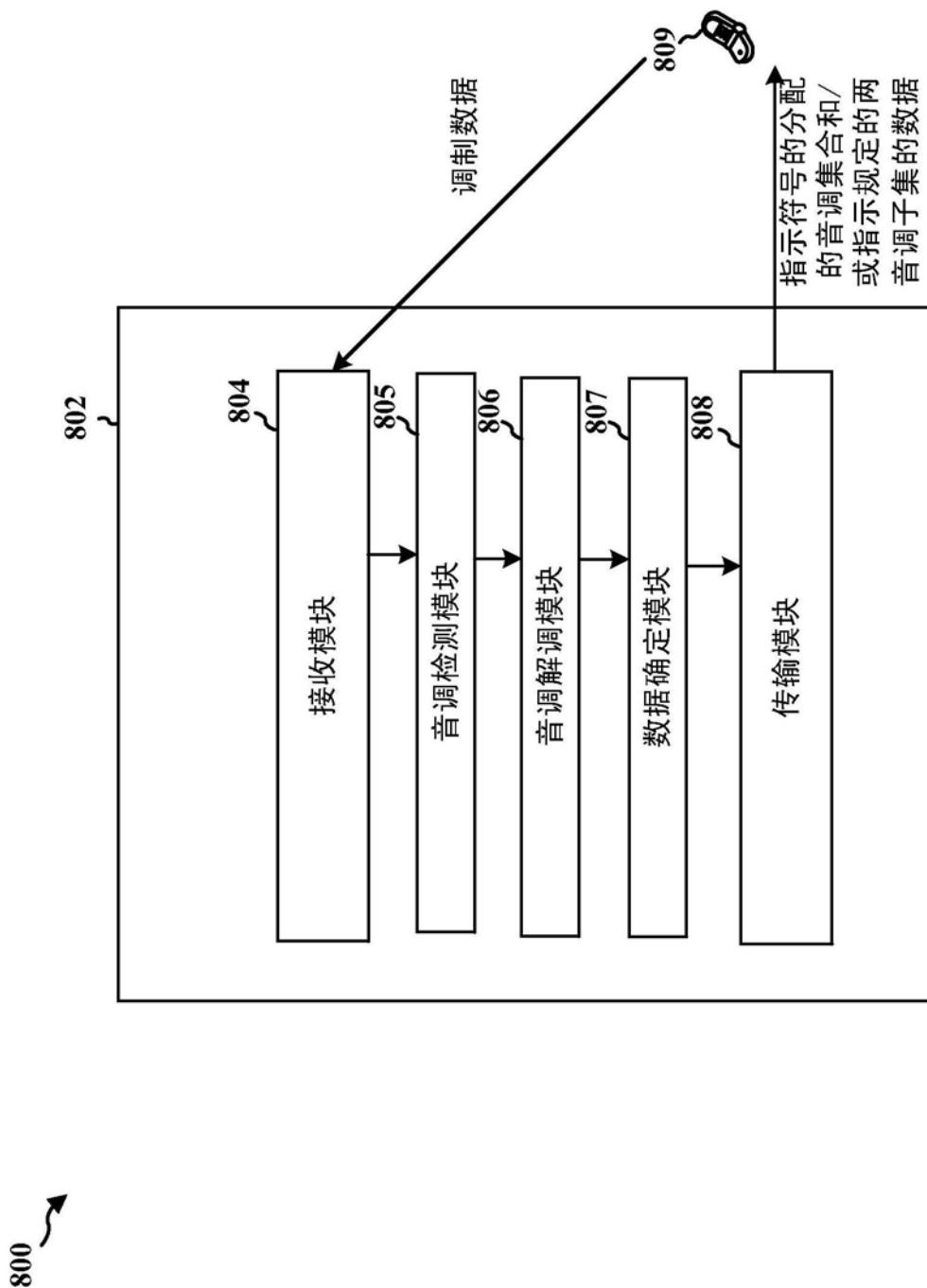


图8

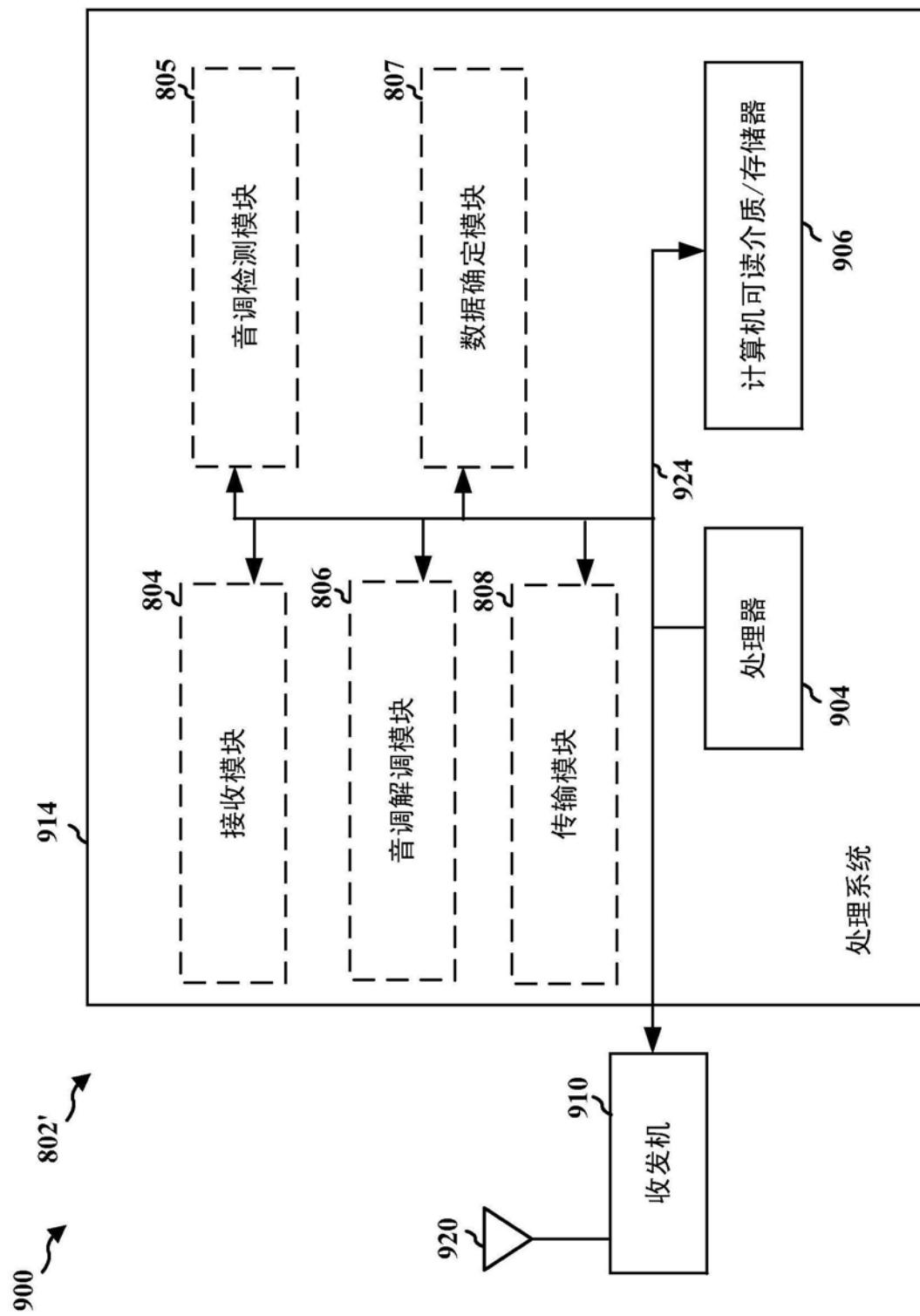


图9