(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112789815 A

(43)申请公布日 2021.05.11

(21)申请号 201880098038.3

(22)申请日 2018.09.28

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.03.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/108462 2018.09.28

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/034336 EN 2020.02.20

(71)申请人 中兴通讯股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦

(72)发明人 黄琛

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司 11332
代理人 潘登

(51)Int.Cl.
H04L 1/00(2006.01)
H04L 5/00(2006.01)

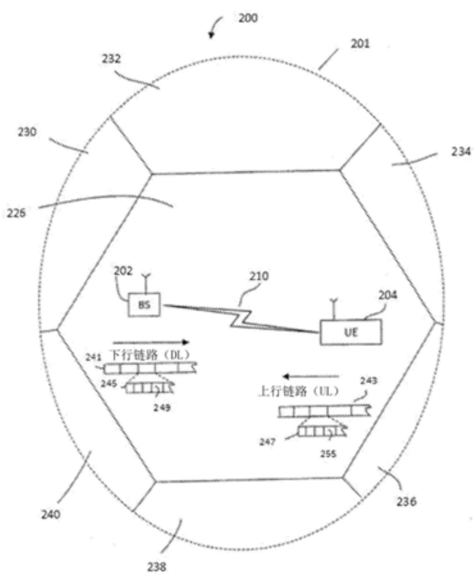
权利要求书3页 说明书19页 附图5页

(54)发明名称

用于比特级信号处理的系统和方法

(57)摘要

本公开一般涉及无线通信，并且更具体地，涉及用于比特级处理以产生经加扰的数据比特序列的系统和方法，该经加扰的数据比特序列在调制之后可以产生与通过符号扩展产生的符号序列相匹配的符号序列。在一个实施例中，一种由通信设备执行的方法包括：编码用户数据以产生第一数据比特序列；基于第一加扰比特序列和第一数据比特序列生成结果比特序列；以及基于利用结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。



CN 112789815 A

1.一种由通信设备执行的方法,包括:

编码用户数据以产生第一数据比特序列;

基于第一加扰比特序列和所述第一数据比特序列生成结果比特序列;以及

基于利用所述结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括:

对所述第一加扰比特序列的两个相邻最高有效比特执行异或(XOR)运算,以产生加扰比特值;

对所述第一数据比特序列的每两个相邻比特执行XOR运算,以产生第二数据比特序列;以及

对所述加扰比特值和所述第二数据比特序列执行与运算,以产生所述结果比特序列。

3.根据权利要求2所述的方法,还包括:

对所述结果比特序列与所述第一加扰比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算,以产生经更新的加扰比特序列,以及

利用所述经更新的加扰比特序列加扰所述第一数据比特序列,以产生所述经加扰的数据比特序列。

4.根据权利要求2所述的方法,还包括:

对所述结果比特序列与所述第一数据比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算,以产生经更新的数据比特序列,以及

利用所述第一加扰比特序列加扰所述经更新的数据比特序列,以产生所述经加扰的数据比特序列。

5.根据权利要求2所述的方法,还包括:

通过多次复制初始数据比特序列来产生所述第一数据比特序列,以实现与符号扩展值相关联的长度。

6.根据权利要求2所述的方法,其中所述第一数据比特序列是与单个符号相关联的。

7.根据权利要求2所述的方法,还包括:

将所述经加扰的数据比特序列调制成多个符号。

8.根据权利要求2所述的方法,还包括:

使用正交相移键控(QPSK)调制所述经加扰的数据比特序列。

9.根据权利要求2所述的方法,还包括:

使用关于两个轴对称的正交幅度调制(QAM)复值调制星座来调制所述经加扰的数据比特序列。

10.根据权利要求9所述的方法,其中所述QAM复值调制星座是与以下中的至少一个相关联的:16QAM、64QAM、256QAM和1024QAM。

11.一种由通信节点执行的方法,包括:

编码用户数据以产生第一数据比特序列;

基于第一加扰比特序列和所述第一数据比特序列生成结果比特序列;以及

基于利用所述结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

12.根据权利要求11所述的方法,还包括:

对所述第一加扰比特序列的两个相邻最高有效比特执行异或(XOR)运算,以产生加扰

比特值；

对所述第一数据比特序列的每两个相邻比特执行XOR运算，以产生第二数据比特序列；以及

对所述加扰比特值和所述第二数据比特序列执行与运算，以产生所述结果比特序列。

13.根据权利要求12所述的方法，还包括：

对所述结果比特序列与所述第一加扰比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算，以产生经更新的加扰比特序列，以及

利用所述经更新的加扰比特序列加扰所述第一数据比特序列，以产生所述经加扰的数据比特序列。

14.根据权利要求12所述的方法，还包括：

对所述结果比特序列与所述第一数据比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算，以产生经更新的数据比特序列，以及

利用所述第一加扰比特序列加扰所述经更新的数据比特序列，以产生所述经加扰的数据比特序列。

15.根据权利要求12所述的方法，还包括：

通过多次复制初始数据比特序列来产生所述第一数据比特序列，以实现与符号扩展值相关联的长度。

16.根据权利要求12所述的方法，其中所述第一数据比特序列是与单个符号相关联的。

17.根据权利要求12所述的方法，还包括：

将所述经加扰的数据比特序列调制成多个符号。

18.根据权利要求12所述的方法，还包括：

使用正交相移键控(QPSK)调制所述经加扰的数据比特序列。

19.根据权利要求12所述的方法，还包括：

使用关于两个轴对称的正交幅度调制(QAM)复值调制星座来调制所述经加扰的数据比特序列。

20.一种非暂时性计算机可读介质，其上存储有用于执行根据权利要求1至19中所述的方法中的任何一个的计算机可执行指令。

21.一种通信设备，包括：

至少一个处理器，被配置为：

编码用户数据以产生第一数据比特序列，

基于第一加扰比特序列和所述第一数据比特序列生成结果比特序列；以及

至少一个发射器，被配置为：

基于利用所述结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

22.根据权利要求21所述的通信设备，其中所述至少一个处理器还被配置成：

对所述第一加扰比特序列的两个相邻最高有效比特执行异或(XOR)运算，以产生加扰比特值；

对所述第一数据比特序列的每两个相邻比特执行XOR运算，以产生第二数据比特序列；以及

对所述加扰比特值和所述第二数据比特序列执行与运算，以产生所述结果比特序列。

23.根据权利要求22所述的通信设备,其中所述至少一个处理器还被配置成:

对所述结果比特序列与所述第一加扰比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算,以产生经更新的加扰比特序列,以及

利用所述经更新的加扰比特序列加扰所述第一数据比特序列,以产生所述经加扰的数据比特序列。

24.根据权利要求22所述的通信设备,其中所述至少一个处理器还被配置成:

对所述结果比特序列与所述第一数据比特序列的相对应的每两个相邻比特执行所述XOR运算,以产生经更新的数据比特序列,以及

利用所述第一加扰比特序列加扰所述经更新的数据比特序列,以产生所述经加扰的数据比特序列。

25.根据权利要求22所述的通信设备,其中所述至少一个处理器还被配置成:

通过多次复制初始数据比特序列来产生所述第一数据比特序列,以实现与符号扩展值相关联的长度。

26.根据权利要求22所述的通信设备,其中所述第一数据比特序列是与单个符号相关联的。

27.一种通信节点,包括:

至少一个处理器,被配置为:

编码用户数据以产生第一数据比特序列,

基于第一加扰比特序列和所述第一数据比特序列生成结果比特序列;以及

至少一个发射器,被配置为:

基于利用所述结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

28.根据权利要求27所述的通信节点,其中所述至少一个处理器还被配置成:

对所述第一加扰比特序列的两个相邻最高有效比特执行异或(XOR)运算,以产生加扰比特值;

对所述第一数据比特序列的每两个相邻比特执行XOR运算,以产生第二数据比特序列;以及

对所述加扰比特值和所述第二数据比特序列执行与运算,以产生所述结果比特序列。

29.根据权利要求28所述的通信节点,其中所述至少一个处理器还被配置成将所述经加扰的数据比特序列调制成多个符号。

30.根据权利要求28所述的通信节点,其中所述至少一个处理器还被配置为使用正交相移键控(QPSK)来调制所述经加扰的数据比特序列。

用于比特级信号处理的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开一般涉及无线通信，并且更具体地，涉及用于比特级处理以产生经加扰的数据比特序列的系统和方法，该经加扰的数据比特序列在调制之后可以产生与通过符号扩展产生的符号序列相匹配的符号序列。

背景技术

[0002] 随着数字数据应用和服务的数量持续激增，对网络资源和运营商的需求和挑战将继续增加。能够递送未来服务将需要的各种网络性能特性是服务提供商目前面临的主要技术挑战之一。

[0003] 码分多址(code division multiple access，CDMA)系统中使用了符号级扩展，其中使用长扩展序列来随机化用户间和小区间干扰。来自不同用户的上行链路信号可以使用用户特定的扰码来扩展，并且在共享的时间或频率资源中彼此叠加。虽然用户干扰可能由非正交传输引入，但是对于符号级扩展，利用更大的扩展因子可以更好地保证特定的服务质量。然而，典型地，扩展因子越长，数据速率越低，并且因此，诸如长期演进(long term evolution，LTE)或第五代(5G NR)无线系统的标准下的宽带服务适合性更低。

[0004] 图1A是示出发射器侧处理的框图100。框图100引用任意用户(例如，第i个用户)的用户数据层。在框102，发射器侧处理可以从由信道编码器处理(例如，通过编码处理)的用户数据开始。在框104，用户数据可以随后通过速率匹配来处理。在框106，用户数据可以随后通过比特交织来处理。在框108，用户数据可以随后通过比特加扰来处理。在框110，用户数据可以随后由调制器处理。在框112，用户数据可以随后在传输之前通过资源映射来处理。

[0005] 图1B是示出发射器侧非正交多址(non-orthogonal multiple access，NOMA)处理的框图150。框图150引用任意用户(例如，第i个用户)的用户层数据。在框152，发射器侧处理可以从由信道编码器处理的用户数据开始。在框154，用户数据可以随后通过速率匹配或重复来处理。在框156，用户数据可以随后由用户设备(user equipment，UE)特定的比特交织或加扰来处理。在框158，用户数据可以随后由UE特定的调制器处理。在框110，用户数据可以随后由UE特定的符号扩展来处理。在框112，用户数据可以随后在传输之前通过资源映射来处理。

[0006] 这种类型的基于NOMA的发射器侧处理可以涉及利用UE特定的比特级加扰或交织、UE特定的调制或UE特定的符号级扩展进行信道编码。这反映在框156、158、160中。基于比特级处理的NOMA方案可能具有较小的规范影响。例如，交织和加扰处理可能已经包含在发射器的当前规范中。因此，在NOMA方案下传输方面的改变通常会涉及加扰。而且，加扰比特序列的设计可以旨在减少用户间干扰。结合基于传输的处理，可以利用包括软干扰消除的软输入软输出(soft-input-soft-output，SISO)迭代解码过程来进一步减少接收器处的用户间干扰，以便进行多用户检测。

[0007] 基于符号级扩展的NOMA方案可能不改变比特级下的处理。此外，上面引用的UE特

定的扩展序列主要用于UE区分和干扰减少。解扩和信道均衡(考虑多用户干扰的情况下)可以通过从联合码域和空间域进行最小均方误差(minimum mean square error,MMSE)均衡同时实现。例如,单用户解码器可以用于在接收器侧进行比特级处理。而且,在接收器侧上实施符号级扩展可能不需要根本性改变。

[0008] 对于基于符号级扩展的NOMA方案,不同UE之间的扩展序列的互相关特性对于整体系统性能会是重要的。扩展序列的设计目标可以是满足序列之间的互相关的韦尔奇界平等(welch-bound equality,WBE)标准。通过满足WBE标准,在NOMA用户之间的相等信噪比(signal noise ratio,SNR)分布的假设下,可以降低每个用户的均方误差(mean squared error,MSE)。换句话说,互相关会与扩展长度和序列池的大小有关。例如,较小的总互相关可以利用较长的扩展长度来实现。而且,当使用更大的序列池来以给定的扩展因子容纳更多的UE时,可以实现更高的互相关。

[0009] 某些系统可能具有相对较低的每UE频谱效率,并且使用比其他系统相对更短的扩展长度。在给定较短的扩展长度的情况下,与伪噪声(pseudo-noise,PN)序列相比,复值序列可以提供更大的序列池大小。例如,具有从{-1,1,-j,j}中选取的元素中的每一个的长度为L的序列可能具有4^L个不同序列,而PN序列(从{-1,1}中选取的元素)可能仅具有2^L个不同序列。

[0010] 因此,可以引入符号级扩展或符号扩展来复用更多数量的用户,并实现比基于正交资源的传输更高的总频谱效率。基于扩展的方案通常在符号级下进行操作,其中较低的用户间干扰可以通过使用较低的互相关序列(诸如welch界平等(WBE)序列),或者使用较低的密度扩展码(诸如稀疏码)来实现。连续干扰消除最小均方误差标准(MMSE-SIC)接收器可以用于在联合码域和空间域中在符号级下实现多个用户之间的某些水平的干扰抑制。然而,当前的标准可能不支持用于某些数据传输的符号级扩展。因此,需要通过其他技术来实现符号扩展将会提供的特定级别的服务。

发明内容

[0011] 本文公开的示例性实施例涉及解决与现有技术中呈现的问题中的一个或多个相关的问题,以及提供当结合附图参考以下详细描述时将变得显而易见的附加特征。根据各种实施例,本文公开了示例性系统、方法、设备和计算机程序产品。然而,应当理解的是,这些实施例是通过示例而非限制的方式呈现的,并且对于阅读了本公开的本领域普通技术人员来说显而易见的是,在保持在本发明的范围内的同时,可以对所公开的实施例进行各种修改。

[0012] 在一个实施例中,一种由通信设备执行的方法包括:编码用户数据以产生第一数据比特序列;基于第一加扰比特序列和第一数据比特序列生成结果比特序列;以及基于利用结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

[0013] 在另外的实施例中,一种由通信节点执行的方法包括:编码用户数据以产生第一数据比特序列;基于第一加扰比特序列和第一数据比特序列生成结果比特序列;以及基于利用结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列传送信号。

[0014] 在另外的实施例中,一种通信设备包括:至少一个处理器,该至少一个处理器被配置为:编码用户数据以产生第一数据比特序列,并基于第一加扰比特序列和第一数据比特

序列生成结果比特序列;以及至少一个发射器,该至少一个发射器被配置为:基于用结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列来传送信号。

[0015] 在另外的实施例中,一种通信节点包括:至少一个处理器,该至少一个处理器被配置为:编码用户数据以产生第一数据比特序列,并基于第一加扰比特序列和第一数据比特序列生成结果比特序列;以及至少一个发射器,该至少一个发射器被配置为:基于用结果比特序列加扰的经加扰的数据比特序列来传送信号。

附图说明

[0016] 下面参照附图详细描述本发明的各种示例性实施例。附图仅仅是为了说明的目的而提供的,并且仅仅描绘了本发明的示例性实施例,以便于读者理解本发明。因此,附图不应被认为是对本发明的宽度、范围或适用性的限制。应当注意的是,为了清楚和易于说明,这些附图不一定按比例绘制。

[0017] 图1A是示出发射器侧处理的框图。

[0018] 图1B是示出发射器侧非正交多址(NOMA)处理的框图。

[0019] 图2示出了根据本公开的实施例的其中可以实施本文公开的技术的示例性无线通信网络。

[0020] 图3示出了根据一些实施例的包括基站(BS)和用户设备(UE)的示例性系统的框图。

[0021] 图4是示出根据各种实施例的用于符号级扩展的信号处理的框图。

[0022] 图5是示出根据各种实施例的用于产生与图4的用于资源映射的符号序列相同的用于资源映射的符号序列的比特级信号处理的框图。

[0023] 图7是根据一些实施例的在经更新的加扰比特序列处理中使用的16状态正交幅度调制(16QAM)星座的比特到符号映射的图示。

[0024] 图8是根据一些实施例的在经更新的加扰比特序列处理中使用的64状态正交幅度调制(64QAM)星座的比特到符号映射的图示。

具体实施方式

[0025] 下面参考附图描述本发明的各种示例性实施例,以使本领域普通技术人员能够制作和使用本发明。如对于本领域普通技术人员来说显而易见的那样,在阅读本公开之后,在不脱离本发明的范围的情况下,可以对本文描述的示例进行各种改变或修改。因此,本发明不限于本文描述和示出的示例性实施例和应用。附加地,本文公开的方法中的步骤的特定顺序或层级仅仅是示例性的方法。基于设计偏好,在保持在本发明的范围内的同时,所公开的方法或过程的步骤的特定顺序或层级可以被重新安排。因此,本领域普通技术人员将理解,本文公开的方法和技术以样本顺序呈现各种步骤或动作,并且本发明不限于所呈现的特定顺序或层级,除非另有明确说明。

[0026] 下面的讨论可以涉及与上面关于常规通信系统提及的功能实体或过程类似的功能实体或过程。然而,如本领域普通技术人员将理解的那样,这种常规的功能实体或过程不执行下面描述的功能,并且因此,将需要被修改或具体配置为执行下面描述的操作中的一个或多个。附加地,本领域技术人员在阅读本公开之后将能够将功能实体配置成执行本文

描述的操作。

[0027] 下面的讨论可以涉及功能实体，诸如BS、UE、核心网、小区等等(呈物理或虚拟形式)，这些功能实体类似于上面关于常规通信系统提及的那些。然而，如本领域普通技术人员将理解的那样，这种常规的功能实体不执行下面描述的功能，并且因此，将需要被修改或具体配置为执行下面描述的操作中的一个或多个。附加地，本领域技术人员在阅读本公开之后将能够将功能实体配置成执行本文描述的操作。本文关于特定操作或功能使用的术语“被配置”是指被物理构造、编程和/或排列来执行指特定的操作或功能的系统、设备、组件、电路、结构、机器等。

[0028] 图2示出了根据本公开的实施例的其中可以实施本文公开的技术的示例性无线通信网络200。示例性通信网络200可以覆盖地理区域201，并且包括能够经由通信链路210(例如，无线通信信道)彼此通信的基站(BS)202和用户设备(UE)204(例如，UE 204)，以及概念小区226、230、232、234、236、238和240的集群。在图2中，BS 202和UE 204包含在小区226的地理边界内。其他小区230、232、234、236、238和240中的每一个可以包括在其分配的带宽下操作的至少一个基站(BS)，以向其预期用户提供足够的无线覆盖。例如，BS 202可以在分配的信道传输带宽下操作，以向UE 204提供足够的覆盖。BS 202和UE 204可以分别通过用于BS/UE通信的下行链路无线帧241和用于BS/UE通信的上行链路无线帧243进行通信。每个无线帧245/247还可以划分成子帧249/251，该子帧可以包括数据符号253/255。因此，对小区的引用可以是对具有相关联的蜂窝覆盖区或区域的BS的简要引用。

[0029] 在本公开中，基站(BS)202和用户设备(UE)204在此被描述为通常可以实践在本文公开的方法的“通信节点”的非限制性示例。根据本发明的各种实施例，这种通信节点能够进行无线和/或有线通信。这些通信节点中的每一个在一种情形下可以是发射器，在另一情形下可以是接收器。例如，BS 202可以诸如在下行链路(DL)期间向UE 204进行传送，这将在下面进一步讨论。因此，BS 202可以是发射器，并且UE 204可以是接收器。然而，在另一情形下(诸如在上行链路(UL)期间，这下面将进一步描述)，UE 204可以是发射器，并且BS 202可以是接收器。因此，BS 202和UE 204两者可以是接收器或发射器。在某些实施例中，通信设备可以指UE，而通信节点可以指BS以区别于UE。另外，术语“下行链路(DL)”和“上行链路(UL)”可以是描述相对于系统内BS和/或UE的取向的信息流的相对方向的相对术语。

[0030] 图3示出了示例性系统300的框图，该系统包括基站(BS)302和用户设备(UE)304，用于在彼此之间传送和接收无线通信信号，例如OFDM/OFDMA信号。系统300可以包括被配置为支持本文不需要详细描述的已知的或常规操作特征的组件和元件。在一个示例性实施例中，系统300可以用于在诸如图2的无线通信环境200的无线通信环境中传输和接收数据符号，如上所述。

[0031] BS 302包括BS收发器模块310、BS天线312、BS处理器模块314、BS存储器模块316和网络通信模块318，每个模块根据需要通过数据通信总线320相互耦合和互连。在某些实施例中，数据通信总线320可以被实施为无线总线，BS 302的模块或其他部分可以从该无线总线彼此进行无线通信。

[0032] UE 304包括UE收发器模块330、UE天线332、UE存储器模块334和UE处理器模块336，每个模块通过数据通信总线340彼此耦合和互连。BS 302通过通信信道(例如，链路)350与UE 304通信，该通信信道可以是任何无线信道或本领域已知的适合于本文描述的数据的传

输的其他介质。

[0033] 如本领域普通技术人员所理解的那样，系统300还可以包括除图2中示出的模块之外的任何数量的模块。本领域技术人员将理解，结合本文公开的实施例描述的各种说明性块、模块、电路和处理逻辑可以以硬件、计算机可读软件、固件或其任何实际组合来实现。为了清楚地示出硬件、固件和软件的可互换性和兼容性，各种说明性的组件、块、模块、电路和步骤通常根据它们的功能来描述。这种功能是实施为硬件、固件还是软件取决于特定的应用和施加在整个系统上的设计约束。熟悉本文描述的构思的人可以以适合于每个特定应用的方式实施这样的功能，但是这样的实施决定不应该被解释为限制本发明的范围。

[0034] 根据一些实施例，UE收发器330可以包括各自耦合到天线332的RF发射器和接收器电路系统。双工开关(未示出)可以以时间双工方式将发射器或接收器交替地耦合到上行链路天线。类似地，根据一些实施例，BS收发器310可以包括各自耦合到天线312的RF发射器和接收器电路。双工开关以时间双工方式将发射器或接收器交替地耦合到天线312。两个收发器310和330的操作在时间上协调为使得在发射器耦合到天线312的同时，接收器耦合到天线332以对无线传输链路350上的传输进行接收。优选地，实现紧密时间同步，其中在双工方向的改变之间只有最小的保护时间。

[0035] UE收发器330和基站收发器310被配置为经由无线数据通信链路350进行通信，并且与能够支持特定无线通信协议和调制方案的适当配置的RF天线装置312/332协作。在一些示例性实施例中，UE收发器308和基站收发器310被配置为支持诸如长期演进(LET)和新兴5G和新无线(New Radio，NR)标准等行业标准。然而，应当理解的是，本发明在应用上不一定局限于特定的标准和相关联的协议。相反，UE收发器330和基站收发器310可以被配置为支持替代的或附加的无线数据通信协议，包括未来的标准或其变体。

[0036] 根据各种实施例，BS 302可以是例如下一代nodeB(gNodeB或gNB)、服务gBS、目标gBS、传输接收点(transmission reception point，TRP)、演进节点B(eNB)、服务eNB、目标eNB、毫微微站或微微站。在一些实施例中，UE 304可以体现为各种类型的用户设备，诸如移动电话、智能电话、个人数字助理(personal digital assistant，PDA)、平板电脑、膝上型计算机、可穿戴计算设备等。处理器模块314和336可以利用被设计成执行本文描述的功能的通用处理器、内容可寻址存储器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列、任何合适的可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任意组合来实施或实现。以这样的方式，处理器可以被实现为微处理器、控制器、微控制器、状态机等。处理器也可以实施为计算设备的组合，例如数字信号处理器和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与数字信号处理器核结合、或者任何其他这样的配置。

[0037] 另外，结合本文公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接以硬件、固件、分别由处理器模块314和336执行的软件模块或以其任何实际组合实现。存储器模块316和334可以实现为RAM存储器、闪存、ROM只读存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM或本领域已知的任何其他形式的存储介质。在这点上，存储器模块316和334可以分别耦合到处理器模块314和336，使得处理器模块314和336可以分别从存储器模块316和334读取信息和向其写入信息。存储器模块316和334也可以集成到它们各自的处理器模块314和336中。在一些实施例中，存储器模块316和334可以各自包括高速缓冲存储器，用于在分别要由处理器模块314和336执行的指令的执行期间存储临时变量或其他中间

信息。存储器模块316和334还可以各自包括非易失性存储器或非暂时性存储器，用于存储将分别由处理器模块314和336执行的指令(例如，计算机可读指令)。

[0038] 网络通信模块318通常代表BS 302的实现基站收发器310和被配置为与BS 302通信的其他网络组件和通信节点之间的双向通信的硬件、软件、固件、处理逻辑和/或其他组件。例如，网络通信模块318可以被配置为支持互联网或WiMAX业务。在典型的部署中，但不限于此，网络通信模块318提供802.3以太网接口，使得基站收发器310可以与常规基于以太网的计算机网络通信。以这样的方式，网络通信模块318可以包括用于连接到计算机网络的物理接口(例如，移动交换中心(Mobile Switching Center，MSC))。

[0039] 图4是示出根据各种实施例的用于符号级扩展的信号处理的框图400。在框402，数据比特可以由信道编码来处理，以产生编码的二进制数据比特序列$\vec{c}$。在框404，由框402输出的编码的二进制数据比特序列$\vec{c}$可以通过调制器调制为符号序列$M(\vec{c})$(例如，通过正交相移键控(modulation via quadrature phase shift keying，QPSK)进行调制，或任何类型的正交幅度调制(quadrature amplitude modulation，M-QAM))。在框406，由框404输出的符号序列$M(\vec{c})$可以以UE特定的方式利用长度为L的扩展序列$\{s_1, s_2, \cdots, s_L\}$进行扩展。在框408，由框406输出的扩展的经调制的符号序列可以被映射到资源元素以便进行传输。

[0040] 图5是示出根据各种实施例的用于产生与图4的用于资源映射的符号序列相同的用于资源映射的符号序列的比特级信号处理的框图500。在框502，数据比特可以由信道编码器处理，以产生编码的二进制数据比特序列$\vec{c}$。在框504，编码的二进制数据比特序列$\vec{c}$可以经历比特级重复(例如，复制)，以实现与长度为L的扩展序列$\{s_1, s_2, \cdots, s_L\}$相同的长度。换句话说，在框504，编码的二进制数据比特序列$\vec{c}$可以经历比特级重复“L”次，该次数等于上面引用的长度为L的扩展序列$\{s_1, s_2, \cdots, s_L\}$的长度值“L”。在框506，在比特级重复之后，框504的输出可以通过加扰比特序列而经历有意加扰(例如，作为经更新的加扰比特序列处理或经更新的数据比特序列处理的一部分，这将在下面进一步讨论)。在框508，框506的经加扰的输出可以经历调制成为符号序列。在框510，框508的经调制的输出(例如，经调制的经加扰的数据比特序列)可以被映射到资源元素以便进行传输。

[0041] 在某些实施例中，框图500可以实现以下关系：

[0042] 对于每个$l=1, \cdots, L$，$M(\vec{c}) \cdot s_l = M(\vec{c}_l)$。其中$M(\vec{c})$是经调制的编码的二进制数据比特序列，$s_l$是加扰比特序列，$M(\vec{c}_l)$是经调制的经加扰的数据比特序列，$l$是索引值，以及L是期望的扩展序列的长度。而且，利用从{1，-1，j，-j}中选取的复值元素进行的符号级扩展可以表示旋转了角度{0，pi，pi/2，-pi/2}的调制星座。因此，被符号扩展的经调制的编码的二进制数据比特序列(表示为$M_l(\vec{c})$)和$M(\vec{c})$之间的关系可以表示如下：

[0043]
$$\begin{cases} M_l(\vec{c}) = M(\vec{c}), & if\, s_l = 1; \\ M_l(\vec{c}) = M(\vec{c}) * e^{-\pi j}, & if\, s_l = -1; \\ M_l(\vec{c}) = M(\vec{c}) * e^{\frac{\pi}{2} j}, & if\, s_l = j; \\ M_l(\vec{c}) = M(\vec{c}) * e^{-\frac{\pi}{2} j}, & if\, s_l = -j; \end{cases}$$

[0044] 如上所述，数据比特序列可以被加扰以产生经加扰的数据比特序列，该经加扰的数据比特序列然后被调制以产生符号序列。这个符号序列可以等同于通过使得相同的数据比特序列被直接调制和符号扩展而产生的另一符号序列。

[0045] 用于在没有符号级扩展的情况下产生这种符号序列的技术可以被称为经更新的加扰比特序列处理或经更新的数据比特序列处理。经更新的加扰比特序列处理可以包括利用加扰比特序列和数据比特序列生成经更新的加扰比特序列。然后，经更新的加扰比特序列被用于加扰数据比特序列。经更新的数据比特序列处理可以包括利用加扰比特序列和数据比特序列生成经更新的数据比特序列。然后，利用加扰比特序列对经更新的数据比特序列进行加扰。

[0046] 对于经更新的加扰比特序列处理和经更新的数据比特序列处理两者，用户数据可以被编码以产生第一数据比特序列(例如，原始数据比特序列)。然后，可以对第一加扰比特序列(例如，原始加扰比特序列)的两个相邻最高有效比特执行异或(XOR)运算，以产生加扰比特值。然后，可以对第一数据比特序列的每两个相邻比特执行XOR运算，以产生第二数据比特序列。然后，可以对加扰比特值和第二数据比特序列执行“与(AND)”运算，以产生结果比特序列。这个结果比特序列可以用来产生上面提到的经加扰的数据比特序列。

[0047] 然而，对于经更新的加扰比特序列处理，可以对结果比特序列与第一加扰比特序列的对应的每两个相邻比特执行XOR运算，以产生经更新的加扰比特序列。然后，第一数据比特序列可以利用经更新的加扰比特序列来加扰，以产生经加扰的数据比特序列。

[0048] 然而，对于经更新的数据比特序列处理，可以对结果比特序列与第一数据比特序列的对应的每两个相邻比特执行XOR运算，以产生经更新的数据比特序列。然后，可以利用第一加扰比特序列对经更新的数据比特序列进行加扰，以产生上面提到的经加扰的数据比特序列。

[0049] 换句话说，在经更新的加扰比特序列处理的一个实施例中，用于每个符号的加扰比特序列(例如，第一加扰比特序列)的前两个加扰比特可以进行异或，以得到加扰-异或-比特-1(例如，加扰比特值)。然后，用于每个符号的数据比特序列(例如，第一数据比特序列)的每两个比特进行异或，以得到数据-异或-比特-k(例如，第二数据比特序列)。然后，加扰-异或-比特-1和数据-异或-比特-k进行与(AND)，从而得到结果-比特-k(例如，结果比特序列)。然后，将结果-比特-k与用于相同符号的加扰比特序列的相对应的两个比特进行异或，以生成经更新的加扰比特序列。然后，经更新的加扰比特序列被用于以常规方式加扰数据比特序列。

[0050] 例如，假设$\{b_0, b_1, b_2, b_3, ...b_{2K-2}, b_{2K-1}\}$是第一数据比特序列。而且，假设$\{a_0, a_1, a_2, a_3, ...a_{2K-2}, a_{2K-1}\}$是第一加扰比特序列。加扰-异或-比特-1(例如，加扰比特值)Xs_1通过$Xs_1 = a_0 \oplus a_1$计算。而且，数据-异或-比特-k(例如，第二数据比特序列)Xd_k通过$Xd_k = b_{2k-2} \oplus b_{2k-1}$，$k = 1,2,..K$计算。结果-比特-k(例如，结果比特序列)$R_k$通过$R_k = Xs_1 \times Xd_k$计算。另外，经更新的加扰比特序列通过$\overline{a}_{2k-2} = a_{2k-2} \oplus R_k, \overline{a}_{2k-1} = a_{2k-1} \oplus R_k$产生或更新。然后，第一数据比特序列被经更新的加扰比特序列加扰，以得到经加扰的数据比特序列：$\{\widetilde{b}_0, \widetilde{b}_1, ...\widetilde{b}_{2K-2}, \widetilde{b}_{2K-1}\} = \{b_0, b_1, ...b_{2K-2}, b_{2K-1}\} \oplus \{\overline{a}_0, \overline{a}_1, ...\overline{a}_{2K-2}, \overline{a}_{2K-1}\}$。

[0051] 在经更新的数据比特序列处理的一个实施例中，用于每个符号的加扰比特序列(例如，第一加扰比特序列)的前两个加扰比特进行异或，以得到加扰-异或-比特-1(例如，加扰比特值)。然后，每个符号的数据比特序列(例如，第一数据比特序列)的每两个比特进行异或，以得到数据-异或-比特-k(例如，第二数据比特序列)。然后，加扰-异或-比特-1和数据-异或-比特-k进行与(AND)，从而得到结果-比特-k(例如，结果比特序列)。然后，将结果-比特-k与相同符号的数据比特序列的相对应的两个比特进行异或，以生成经更新的数据比特序列。然后，利用加扰比特序列以常规方式对经更新的数据比特序列进行加扰。

[0052] 例如，假设$\{b_0,b_1,b_2,b_3,...b_{2K-2},b_{2K-1}\}$是第一数据比特序列。而且，假设$\{a_0,a_1,a_2,a_3,...a_{2K-2},a_{2K-1}\}$是第一比特加扰比特序列。加扰-异或-比特-1(例如，加扰比特值)Xs_1通过$Xs_1=a_0\oplus a_1$计算。数据-异或-比特-k(例如，第二数据比特序列)Xd_k通过$Xd_k=b_{2k-2}\oplus b_{2k-1}$， $k=1,2,..K$计算。结果-比特-k(例如，结果比特序列)R_k通过$R_k=Xs_1\times Xd_k$计算。另外，经更新的数据比特序列通过$\bar{b}_{2k-2}=b_{2k-2}\oplus R_k,\bar{b}_{2k-1}=b_{2k-1}\oplus R_k$产生或更新。然后，利用加扰比特序列以常规方式对经更新的数据比特序列进行加扰，以得到经加扰的数据比特序列：$\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,...\tilde{b}_{2K-2},\tilde{b}_{2K-1}\}=\{\bar{b}_0,\bar{b}_1,...\bar{b}_{2K-2},\bar{b}_{2K-1}\}\oplus\{a_0,a_1,...a_{2K-2},a_{2K-1}\}$。

[0053] 以下附图描述了多个经更新的加扰比特序列处理实施例。图6是根据一些实施例的在经更新的加扰比特序列处理中使用的比特到符号映射星座的图示。QPSK星座600表示将每两个连续的编码的二进制比特$\vec{c}=\{b_0,b_1\}$映射到一个符号，并将其用以下等式表示：

[0054] $M(\vec{c})=\frac{1}{\sqrt{2}}[(1-2b_0)+j(1-2b_1)]$。

[0055] 在以上等式中，b_{2l}表示复值调制符号的实部的符号，并且b_{2l+1}表示复值调制符号的虚部(例如，“imag”)的符号。如图所示，QPSK星座600可以是关于两个轴对称的。

[0056] 对应于扩展值{1}、{-1}、{j}、{-j}的用于QPSK的加扰比特序列可以是{0,0}、{1,1}、{1,0}和{0,1}。因此，如果$s_1=1$，那么原始(例如，第一)加扰比特序列可以是{0,0}。因此，加扰-异或-比特可以是0，并且结果-比特-1可以是0，并且经更新的加扰比特序列可以是{0,0}，而与数据比特序列无关。这可以表达如下：

[0057]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\})&=M(\{b_0,b_1\}\oplus\{0,0\})=M(\{b_0,b_1\})\\&=\frac{1}{\sqrt{2}}[(1-2b_0)+j(1-2b_1)]=M(\{b_0,b_1\})*1\end{aligned}$$

[0058] 在某些实施例中，如果$s_1=-1$，那么原始(例如，第一)加扰比特序列是{1,1}。因此，加扰-异或-比特为0，结果-比特-1为0，经更新的加扰比特序列为{1,1}，而与数据比特序列无关。这可以表达如下：

[0059]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\})&=M(\{b_0,b_1\}\oplus\{1,1\})=M(\{1-b_0,1-b_1\})\\&=\frac{1}{\sqrt{2}}[(1-2(1-b_0))+j(1-2(1-b_1))]=M(\{b_0,b_1\})*-1\end{aligned}$$

[0060] 在某些实施例中，如果$s_1=j$，那么原始(例如，第一)加扰比特序列是{1,0}，因此加扰-异或-比特是1。而且，如果$\{b_0,b_1\}=\{0,0\}$，则数据-异或-比特-1为0，并且结果-比特-

1为0。因此，经更新的加扰比特序列为{1,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{1,0}，其可以被调制为与通过{0,0}调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0061]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{1,0\}) = M(\{0,0\}\oplus\{1,0\})\\ &= M(\{1,0\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1+j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[1+j]*j\\ &= M(\{0,0\})*j = M(\{b_0,b_1\})*j\end{aligned}$$

[0062] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{0,1\}$，那么数据-异或-比特-1为1，并且结果-比特-1为1。因此，经更新的加扰比特序列为{0,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{0,0}，其可以被调制为与通过{0,1}调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0063]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{0,1\}\oplus\{0,1\})\\ &= M(\{0,0\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[1+j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[1-j]*j\\ &= M(\{0,1\})*j = M(\{b_0,b_1\})*j\end{aligned}$$

[0064] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{1,0\}$，那么数据-异或-比特-1为1，并且结果-比特-1为1。因此，经更新的加扰比特序列为{0,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{1,1}，其可以被调制为与通过{1,0}调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0065]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{1,0\}\oplus\{0,1\})\\ &= M(\{1,1\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1-j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1+j]*j\\ &= M(\{1,0\})*j = M(\{b_0,b_1\})*j\end{aligned}$$

[0066] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{1,1\}$，那么数据-异或-比特-1为0，并且结果-比特-1为0。因此，经更新的加扰比特序列为{1,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{0,1}，其可以被调制为与通过{1,1}调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0067]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{1,1\}\oplus\{0,1\})\\ &= M(\{1,1\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1-j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1+j]*j\\ &= M(\{1,0\})*j = M(\{b_0,b_1\})*j\end{aligned}$$

[0068] 在某些实施例中，如果$s_1=-j$，那么原始加扰比特序列是{0,1}，并且加扰-异或-比特是1。而且，如果$\{b_0,b_1\}=\{0,0\}$，则数据-异或-比特-1为0，并且结果-比特-1为0。因此，经更新的加扰比特序列为{0,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{0,1}，其可以被调制为与通过{0,0}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0069]
$$\begin{aligned}M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{0,0\}\oplus\{0,1\})\\ &= M(\{0,1\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[1-j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[1+j]*(-j)\\ &= M(\{0,0\})*(-j) = M(\{b_0,b_1\})*(-j)\end{aligned}$$

[0070] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{0,1\}$，那么数据-异或-比特-1为1，并且结果-比特-1为1。因

此，经更新的加扰比特序列为{1,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{1,1}，其可以被调制为与通过{0,1}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0071]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{0,1\}\oplus\{1,0\}) \\ &= M(\{1,1\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1-j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[1-j]*(-j) \\ &= M(\{0,1\})*(-j) = M(\{b_0,b_1\})*(-j) \end{aligned}$$

[0072] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{1,0\}$，那么数据-异或-比特-1为1，并且结果-比特-1为1。因此，经更新的加扰比特序列为{1,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{0,0}，其可以被调制为与通过{1,0}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0073]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1\}) = M(\{1,0\}\oplus\{1,0\}) \\ &= M(\{0,0\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[1+j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1+j]*(-j) \\ &= M(\{1,0\})*(-j) = M(\{b_0,b_1\})*(-j) \end{aligned}$$

[0074] 然而，如果$\{b_0,b_1\}=\{1,1\}$，那么数据-异或-比特-1为0，并且结果-比特-1为0。因此，经更新的加扰比特序列为{0,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列为{1,0}，其可以被调制为与通过{1,1}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0075]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1\}\oplus\{0,1\}) = M(\{1,1\}\oplus\{0,1\}) \\ &= M(\{1,0\}) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1+j] = \frac{1}{\sqrt{2}}[-1-j]*(-j) \\ &= M(\{1,1\})*(-j) \end{aligned}$$

[0076] 图7是根据一些实施例的在经更新的加扰比特序列处理中使用的16状态正交幅度调制(16QAM)星座的比特到符号映射的图示。16QAM星座700表示将每四个连续的编码的二进制比特$\vec{c}=\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$映射到一个符号，如用以下等式表示：

[0077] $$M(\vec{c})=\frac{1}{\sqrt{10}}\{(1-2b_0)[2-(1-2b_2)]+j(1-2b_1)[2-(1-2b_3)]\}。$$

[0078] 在上式中，b_0表示复值调制符号的实部的符号，b_1表示虚部的符号，b_2用于区分实部的内环或外环，并且b_3用于区分复值调制符号的虚部的内环或外环。因此，对应于16QAM扩展值{1}、{-1}、{j}、{-j}的加扰比特序列是{0,0,0,0}、{1,1,0,0}、{1,0,0,0}和{0,1,0,0}。

[0079] 在某些实施例中，如果$s_1=1$，那么原始加扰比特序列是{0,0,0,0}。因此，加扰-异或-比特为0，并且结果-比特-1为0，并且经更新的加扰比特序列为{0,0,0,0}，而与数据比特序列无关。这可以表达如下：

[0080]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{0,0,0,0\}) \\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\})*1 \end{aligned}$$

[0081] 在某些实施例中，如果$s_1=-1$，那么原始加扰比特序列是{1,1,0,0}。因此，加扰-异或-比特为0，并且结果-比特-1为0，并且经更新的加扰比特序列为{1,1,0,0}，与数据比特序列无关。这可以表达如下：

[0082]
$$\begin{aligned}M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{1,1,0,0\})\\ &= \frac{1}{\sqrt{2}}\{(1-2(1-b_0))[2-(1-2b_2)]+j(1-2(1-b_1))[2-(1-2b_3)]\}\\ &= -\frac{1}{\sqrt{2}}\{(1-2b_0)[2-(1-2b_2)]+j(1-2b_1)[2-(1-2b_3)]\}\\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\})*-1\end{aligned}$$

[0083] 在某些实施例中，s_1＝j，具有以下关系：

[0084]
$$\begin{aligned}M(\vec{c})*s_l &= \frac{1}{\sqrt{10}}\{j(1-2b_0)[2-(1-2b_2)]-(1-2b_1)[2-(1-2b_3)]\}\\ &= \frac{1}{\sqrt{10}}\{\big(1-2(1-b_1)\big)[2-(1-2b_3)]\\ &\quad + j(1-2b_0)[2-(1-2b_2)]\} = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2\})\end{aligned}$$

[0085] 然后，在另外的实施例中，原始加扰比特序列$\{a_0,a_1,a_2,a_3\}$是{1,0,0,0}。因此，加扰-异或-比特为1。此外，当b_0＝b_1，b_2＝b_3(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$＝{0,0,0,0}或{0,0,1,1}或d，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2两者为0，并且结果-比特-1和结果-比特-2两者为0。因此，经更新的加扰比特序列是{1,0,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是$\{1-b_0,b_1,b_2,b_3\}$，其可以被调制成与通过$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0086]
$$\begin{aligned}M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{1,0,0,0\})\\ &= M(\{1-b_0,b_0,b_2,b_3\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*j\end{aligned}$$

[0087] 但当b_0＝1-b_1，b_2＝b_3(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$＝{1,0,0,0}或{1,0,1,1}或{0,1,0,0}或{0,1,1,1})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2分别为1和0，并且结果-比特-1和结果-比特-2分别为1和0。因此，经更新的加扰比特序列是{0,1,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是$\{1-b_0,b_1,b_2,b_3\}$，其可以被调制成与通过$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0088]
$$\begin{aligned}M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{1,0,0,0\})\\ &= M(\{1-b_0,b_0,b_2,b_3\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*j\end{aligned}$$

[0089] 然而，当b_0＝b_1，b_2＝1-b_3(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$＝{0,0,0,1}或{0,0,1,0}或{1,1,0,1}或{1,1,1,0})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2分别为0和1，并且结果-比特-1和结果-比特-2分别为0和1。因此，经更新的加扰比特序列是{1,0,1,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列是$\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3\}$，其可以被调制成与通过$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0090]
$$\begin{aligned}M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{1,0,1,1\})\\ &= M(\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*j\end{aligned}$$

[0091] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝1-b_3(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3\}$＝{0,1,0,1}或{0,1,1,0}或{1,0,0,1}或{1,0,1,0})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2两者为1，并且结果-比特-

1和结果-比特-2分别为1。因此，经更新的加扰比特序列是{0,1,1,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列是{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3}，其可以被调制成与通过{b_0,b_1,b_2,b_3}调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0092]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{0,1,1,1\})$$
$$= M(\{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*j$$

[0093] 在某些实施例中，s_l=-j，具有以下关系：

[0094]
$$M(\vec{c})*s_l = \frac{1}{\sqrt{10}}\{-j(1-2b_0)[2-(1-2b_2)]+(1-2b_1)[2-(1-2b_3)]\}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{10}}\{(1-2b_1)[2-(1-2b_3)] + j\big(1-2(1-b_0)\big)[2-(1-2b_2)]\} = M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2\})$$

[0095] 然后，在另外的实施例中，原始加扰比特序列{a_0,a_1,a_2,a_3}是{0,1,0,0}，因此加扰-异或-比特是1。此外，如果b_0=b_1,b_2=b_3(例如，{b_0,b_1,b_2,b_3}={0,0,0,0}或{0,0,1,1}或{1,1,0,0}或{1,1,1,1})，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2两者为0，并且结果-比特-1和结果-比特-2两者为0。因此，经更新的加扰比特序列是{0,1,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是{b_0,1-b_1,b_2,b_3}，其可以被调制成与通过{b_0,b_1,b_2,b_3}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0096]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{0,1,0,0\})$$
$$= M(\{b_0,1-b_0,b_2,b_3\}) = M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*(-j)$$

[0097] 但当b_0=1-b_1,b_2=b_3(例如，{b_0,b_1,b_2,b_3}={0,1,0,0}或{0,1,1,1}或{1,0,0,0}或{1,0,1,1})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2分别为1和0，并且结果-比特-1和结果-比特-2分别为1和0。因此，经更新的加扰比特序列是{1,0,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是{1-b_0,b_1,b_2,b_3}，其可以被调制成与通过{b_0,b_1,b_2,b_3}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0098]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{1,0,0,0\})$$
$$= M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3\}) = M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*(-j)$$

[0099] 然而，当b_0=b_1,b_2=1-b_3(例如，{b_0,b_1,b_2,b_3}={0,0,0,1}或{0,0,1,0}或{1,1,0,1}或{1,1,1,0})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2分别为0和1，并且结果-比特-1和结果-比特-2分别为0和1。因此，经更新的加扰比特序列是{0,1,1,1}，并且这个符号的经加扰的比特序列是{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3}，其可以被调制成与通过{b_0,b_1,b_2,b_3}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下：

[0100]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{0,1,1,1\})$$
$$= M(\{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3\}) = M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*(-j)$$

[0101] 但是，当b_0=1-b_1,b_2=1-b_3(例如，{b_0,b_1,b_2,b_3}={0,1,0,1}或{0,1,1,0}或{1,0,0,1}或{1,0,1,0})时，则数据-异或-比特-1和数据-异或-比特-2两者为1，并且结果-比特-1和结果-比特-2两者为1。因此，经更新的加扰比特序列是{1,0,1,1}，并且这个符号的经加

扰的比特序列是{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3},其可以被调制成与通过{b_0,b_1,b_2,b_3}调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表达如下:

[0102]
$$M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3\}) = M(\{b_0,b_0,b_2,b_2\}\oplus\{1,0,1,1\}) \\ = M(\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3\}) = M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3\}*(-j)$$

[0103] 图8是根据一些实施例的在经更新的加扰比特序列处理中使用的64状态正交幅度调制(64QAM)星座的比特到符号映射的图示。64QAM星座800表示将每六个连续的编码的二进制比特$\vec{c}=\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$映射到一个符号,如用以下等式表示:

[0104]
$$M(\vec{c})=\frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2b_0)[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]]+j(1-2b_1)[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]\}。$$

[0105] 在上述等式中,b_0表示复值调制符号的实部的符号,b_1表示虚部的符号,b_2和b_4用于区分实部(例如,星座上的列)的不同系数,b_3和b_5用于区分复值调制符号的虚部(例如,星座上的行)的不同系数。例如,对应于64QAM的、具有扩展值{1}、{-1}、{j}、{-j}的加扰比特序列为{0,0,0,0,0,0}、{1,1,0,0,0,0}、{1,0,0,0,0,0}和{0,1,0,0,0,0}。

[0106] 在某些实施例中,当s_1=1时,那么原始加扰比特序列为{0,0,0,0,0,0},因此加扰-异或-比特为0,结果-比特-1、结果-比特-2和结果-比特-3全部为0,并且经更新的加扰比特序列为{0,0,0,0,0,0},而与数据比特序列无关。这可以表达如下:

[0107]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\}) \\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{0,0,0,0,0,0\}) \\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\})*1 \end{aligned}$$

[0108] 在某些实施例中,s_1=-1,具有以下关系:

[0109]
$$\begin{aligned} M(\vec{c})*s_l &= -\frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2b_0)[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]] \\ &\quad -j(1-2b_1)[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]\} \\ &= \frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2(1-b_0))[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]] \\ &\quad +j(1-2(1-b_1))[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]\} \\ &= M(\{1-b_0,1-b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}) \end{aligned}$$

[0110] 然后,在另外的实施例中,原始加扰比特序列是{1,1,0,0,0,0},因此加扰-异或-比特是0,并且结果-比特-1、结果-比特-2和结果-比特-3全部是0,并且经更新的加扰比特序列是{1,1,0,0,0,0},而与数据比特序列无关。这可以表示为:

[0111]
$$\begin{aligned} M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\}) &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\}) \\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{1,1,0,0,0,0\}) \\ &= M(\{1-b_0,1-b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}) \\ &= M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\})*(-1) \end{aligned}$$

[0112] 在某些实施例中，s_1＝j，具有以下关系：

$$M(\vec{c}) * s_l = j\frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2b_0)[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]] - (1-2b_1)[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]\}$$

[0113]
$$= \frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2(1-b_1))[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]] + j(1-2b_0)[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]]\}$$
$$= M(\{1-b_1, b_0, b_3, b_2, b_5, b_4\})$$

[0114] 然后，在另外的实施例中，原始加扰比特序列$\{a_0,a_1,a_2,a_3,a_4,a_5\}$是{1,0,0,0,0,0}，因此加扰-异或-比特是1。而且，当$b_0=b_1,b_2=b_3,b_4=b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$＝{0,0,0,0,0,0}或{0,0,0,0,1,1}或{0,0,1,1,0,0}或{0,0,1,1,1,1}或{1,1,0,0,0,0}或{1,1,0,0,1,1}或{1,1,1,1,0,0}或{1,1,1,1,1,1})时，那么数据-异或-比特-1、数据-异或-比特-2和数据-异或-比特-3全部是0，并且结果-比特-1、结果-比特-2和结果-比特-3全部是0。因此，经更新的加扰比特序列是{1,0,0,0,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是$\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$，其可以被调制成与通过$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$调制并乘以j的符号等效的符号。这可以表示为：

[0115]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3,\widetilde{b}_4,\widetilde{b}_5\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3,\overline{a}_4,\overline{a}_5\})$$
$$= M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,0,0,0,0\})$$
$$= M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j$$

[0116] 但是，当$b_0=b_1,b_2=b_3,b_4=1-b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$＝{0,0,0,0,0,1}或{0,0,0,0,1,0}或{0,0,1,1,0,1}或{0,0,1,1,1,0}或{1,1,0,0,0,1}或{1,1,0,0,1,0}或{1,1,1,1,0,1}或{1,1,1,1,1,0})时，那么经更新的加扰比特序列为{1,0,0,0,1,1}。这可以表示为：

[0117]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3,\widetilde{b}_4,\widetilde{b}_5\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3,\overline{a}_4,\overline{a}_5\})$$
$$= M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,0,0,1,1\})$$
$$= M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j$$

[0118] 但是，当$b_0=b_1,b_2=1-b_3,b_4=b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$＝{0,0,0,1,0,0}或{0,0,0,1,1,1}或{0,0,1,0,0,0}或{0,0,1,0,1,1}或{1,1,0,1,0,0}或{1,1,0,1,1,1}或{1,1,1,0,0,0}或{1,1,1,0,1,1}时)，那么经更新的加扰比特序列为{1,0,1,1,0,0}。这可以表示为：

[0119]
$$M(\{\widetilde{b}_0,\widetilde{b}_1,\widetilde{b}_2,\widetilde{b}_3,\widetilde{b}_4,\widetilde{b}_5\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\overline{a}_0,\overline{a}_1,\overline{a}_2,\overline{a}_3,\overline{a}_4,\overline{a}_5\})$$
$$= M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,1,1,0,0\})$$
$$= M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\}) = M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\}) = M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j$$

[0120] 但是，当$b_0=b_1,b_2=1-b_3,b_4=1-b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$＝{0,0,0,1,0,1}或{0,0,0,1,1,0}或{0,0,1,0,0,1}或{0,0,1,0,1,0}或{1,1,0,1,0,1}或{1,1,0,1,1,0}或{1,1,1,0,0,1}或{1,1,1,0,1,0})时，那么经更新的加扰比特序列为{1,0,1,1,1,1}。这可

以表示为：

[0121]
$$\begin{aligned}&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,1,1,1,1\})\\&=M(\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j\end{aligned}$$

[0122] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝b_3，b_4＝b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，0，0，0}或{0，1，0，0，1，1}或{0，1，1，1，0，0}或{0，1，1，1，1，1}或{1，0，0，0，0，0}或{1，0，0，0，1，1}或{1，0，1，1，0，0}或{1，0，1，1，1，1})时，那么经更新的加扰比特序列为{0，1，0，0，0，0}。这可以表示为：

[0123]
$$\begin{aligned}&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,0,0,0,0\})\\&=M(\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\})=M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j\end{aligned}$$

[0124] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝b_3，b_4＝1-b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，0，0，1}或{0，1，0，0，1，0}或{0，1，1，1，0，1}或{0，1，1，1，1，0}或{1，0，0，0，0，1}或{1，0，0，0，1，0}或{1，0，1，1，0，1}或{1，0，1，1，1，0})时，那么经更新的加扰比特序列为{0，1，0，0，1，1}。这可以表示为：

[0125]
$$\begin{aligned}&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,0,0,1,1\})\\&=M(\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j\end{aligned}$$

[0126] 然而，当b_0＝1-b_1，b_2＝1-b_3，b_4＝b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，1，0，0}或{0，1，0，1，1，1}或{0，1，1，0，0，0}或{0，1，1，0，1，1}或{1，0，0，1，0，0}或{1，0，0，1，1，1}或{1，0，1，0，0，0}或{1，0，1，0，1，1})时，那么经更新的加扰比特序列为{0，1，1，1，0，0}。这可以表示为：

[0127]
$$\begin{aligned}&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,1,1,0,0\})\\&=M(\{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3,b_4,b_5\})=M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j\end{aligned}$$

[0128] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝1-b_3，b_4＝1-b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，1，0，1}或{0，1，0，1，1，0}或{0，1，1，0，0，1}或{0，1，1，0，1，0}或{1，0，0，1，0，1}或{1，0，0，1，1，0}或{1，0，1，0，0，1}或{1，0，1，0，1，0})时，那么经更新的加扰比特序列为{0，1，1，1，1，1}。这可以表示为：

[0129]
$$\begin{aligned}&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,1,1,1,1\})\\&=M(\{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{1-b_1,b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*j\end{aligned}$$

[0130] 在某些实施例中，s_1＝-j，具有以下关系：

[0131]

$$M(\vec{c})*s_l=-j\frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2b_0)[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]]$$
$$+(1-2b_1)[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]\}$$
$$=\frac{1}{\sqrt{42}}\{(1-2b_1)[4-(1-2b_3)[2-(1-2b_5)]]$$
$$+j(1-2(1-b_0))[4-(1-2b_2)[2-(1-2b_4)]]\}$$
$$=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})$$

[0132] 然后，在另外的实施例中，原始加扰比特序列$\{a_0,a_1,a_2,a_3,a_4,a_5\}$是{0,1,0,0,0,0}，因此加扰-异或-位是1。而且，当$b_0=b_1$，$b_2=b_3$，$b_4=b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}=\{0,0,0,0,0,0\}$或{0,0,0,0,1,1}或{0,0,1,1,0,0}或{0,0,1,1,1,1}或{1,1,0,0,0,0}或{1,1,0,0,1,1}或{1,1,1,1,0,0}或{1,1,1,1,1,1})时，那么数据-异或-比特-1、数据-异或-比特-2和数据-异或-比特-3全部是0，并且结果-比特-1、结果-比特-2和结果-比特-3全部是0。因此，经更新的加扰比特序列是{0,1,0,0,0,0}，并且这个符号的经加扰的比特序列是$\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$，其可以被调制成与通过$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}$调制并乘以-j的符号等效的符号。这可以表示为：

[0133]

$$M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})$$
$$=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,0,0,0,0\})$$
$$=M(\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)$$

[0134] 但是，当$b_0=b_1$，$b_2=b_3$，$b_4=1-b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}=\{0,0,0,0,0,1\}$或{0,0,0,0,1,0}或{0,0,1,1,0,1}或{0,0,1,1,1,0}或{1,1,0,0,0,1}或{1,1,0,0,1,0}或{1,1,1,1,0,1}或{1,1,1,1,1,0})时，那么经更新的加扰比特序列为{0,1,0,0,1,1}。这可以表示为：

[0135]

$$M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})$$
$$=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,0,0,1,1\})$$
$$=M(\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)$$

[0136] 但是，当$b_0=b_1$，$b_2=1-b_3$，$b_4=b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}=\{0,0,0,1,0,0\}$或{0,0,0,1,1,1}或{0,0,1,0,0,0}或{0,0,1,0,1,1}或{1,1,0,1,0,0}或{1,1,0,1,1,1}或{1,1,1,0,0,0}或{1,1,1,0,1,1})时，那么经更新的加扰比特序列为{0,1,1,1,0,0}。这可以表示为：

[0137]

$$M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})$$
$$=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,1,1,0,0\})$$
$$=M(\{b_0,1-b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)$$

[0138] 但是，当$b_0=b_1$，$b_2=1-b_3$，$b_4=1-b_5$(例如，$\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}=\{0,0,0,1,0,1\}$或{0,0,0,1,1,0}或{0,0,1,0,0,1}或{0,0,1,0,1,0}或{1,1,0,1,0,1}或{1,1,0,1,1,0}或{1,1,1,0,0,1}或{1,1,1,0,1,0})时，那么经更新的加扰比特序列为{0,1,1,1,1,1}。这可以表示为：

[0139]
$$
\begin{aligned}
&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\
&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{0,1,1,1,1,1\})\\
&=M(\{b_0,1-b_1,1-b_2,1-b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})\\
&=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)
\end{aligned}
$$

[0140] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝b_3，b_4＝b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，0，0，0}或{0，1，0，0，1，1}或{0，1，1，1，0，0}或{0，1，1，1，1，1}或{1，0，0，0，0，0}或{1，0，0，0，1，1}或{1，0，1，1，0，0}或{1，0，1，1，1，1})时，那么经更新的加扰比特序列为{1，0，0，0，0，0}。这可以表示为：

[0141]
$$
\begin{aligned}
&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\
&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,0,0,0,0\})\\
&=M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)
\end{aligned}
$$

[0142] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝b_3，b_4＝1-b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，0，0，1}或{0，1，0，0，1，0}或{0，1，1，1，0，1}或{0，1，1，1，1，0}或{1，0，0，0，0，1}或{1，0，0，0，1，0}或{1，0，1，1，0，1}或{1，0，1，1，1，0})时，那么经更新的加扰比特序列为{1，0，0，0，1，1}。这可以表示为：

[0143]
$$
\begin{aligned}
&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\
&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,0,0,1,1\})\\
&=M(\{1-b_0,b_1,b_2,b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)
\end{aligned}
$$

[0144] 然而，当b_0＝1-b_1，b_2＝1-b_3，b_4＝b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，1，0，0}或{0，1，0，1，1，1}或{0，1，1，0，0，0}或{0，1，1，0，1，1}或{1，0，0，1，0，0}或{1，0，0，1，1，1}或{1，0，1，0，0，0}或{1，0，1，0，1，1})时，那么经更新的加扰比特序列为{1，0，1，1，0，0}。这可以表示为：

[0145]
$$
\begin{aligned}
&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\
&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,1,1,0,0\})\\
&=M(\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3,b_4,b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)
\end{aligned}
$$

[0146] 但是，当b_0＝1-b_1，b_2＝1-b_3，b_4＝1-b_5(例如，{b_0，b_1，b_2，b_3，b_4，b_5}＝{0，1，0，1，0，1}或{0，1，0，1，1，0}或{0，1，1，0，0，1}或{0，1，1，0，1，0}或{1，0，0，1，0，1}或{1，0，0，1，1，0}或{1，0，1，0，0，1}或{1，0，1，0，1，0})时，那么经更新的加扰比特序列为{1，0，1，1，1，1}。这可以表示为：

[0147]
$$
\begin{aligned}
&M(\{\tilde{b}_0,\tilde{b}_1,\tilde{b}_2,\tilde{b}_3,\tilde{b}_4,\tilde{b}_5\})=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}\oplus\{\bar{a}_0,\bar{a}_1,\bar{a}_2,\bar{a}_3,\bar{a}_4,\bar{a}_5\})\\
&=M(\{b_0,b_0,b_2,b_2,b_4,b_5\}\oplus\{1,0,1,1,1,1\})\\
&=M(\{1-b_0,b_1,1-b_2,1-b_3,1-b_4,1-b_5\})=M(\{b_1,1-b_0,b_3,b_2,b_5,b_4\})\\
&=M(\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5\}*(-j)
\end{aligned}
$$

[0148] 尽管上面讨论了经更新的加扰比特序列处理或经更新的数据比特序列处理的某些实施方式，但是在各种实施例中，经更新的加扰比特序列处理或经更新的数据比特序列处理可以根据不同应用的需要以多种附加方式中的任何一种来实施。例如，经更新的加扰比特序列处理可以参考256状态QAM(256QAM)，其中每六个连续的编码的二进制比特

$\vec{c}=\{b_0,b_1,b_2,b_3,b_4,b_5,b_6,b_7\}$被映射到一个符号，如用以下等式表示：

[0149]
$$M(\vec{c})=\frac{1}{\sqrt{170}}\Big\{(1-2b_0)\Big[8-(1-2b_2)\big[4-(1-2b_4)[2-(1-2b_6)]\big]\Big]+j(1-2b_1)\Big[8-(1-2b_3)\big[4-(1-2b_5)[2-(1-2b_7)]\big]\Big]\Big\}。$$

[0150] 同样，在某些实施例中，对应于256QAM的、对符号复用值{1}、{-1}、{j}、{-j}的加扰比特序列是{0,0,0,0,0,0,0}，{1,1,0,0,0,0,0,0}，{1,0,0,0,0,0,0,0}和{0,1,0,0,0,0,0,0}。如上所述，经更新的加扰比特序列处理的另外的实施方式可以加扰数据比特序列以产生经加扰的数据比特序列，该经加扰的数据比特序列然后被调制以产生符号序列。这个符号序列可以等同于通过使得相同的数据比特序列被直接调制和符号扩展而不在{1}、{-1}、{j}、{-j}的域内进行符号级加扰而产生的另一符号序列。

[0151] 尽管上文已经描述了本发明的各种实施例，但是应当理解的是，它们仅仅是作为示例而不是作为限制来呈现的。同样地，各种图可以描绘示例架构或配置，提供这些图以使得本领域普通技术人员能够理解本发明的示例性特征和功能。然而，这些人将理解的是，本发明不限于所示的示例架构或配置，而是可以使用各种替代性架构和配置来实施。附加地，如本领域普通技术人员所理解的那样，一个实施例的一个或多个特征可以与本文描述的另一实施例的一个或多个特征相结合。因此，本公开的广度和范围不应受到上述示例性实施例中的任何一个的限制。

[0152] 还应当理解的是，本文使用诸如“第一”、“第二”等指定对元件或实施例的任何引用通常不限制这些元件的数量或顺序。相反，这些指定在本文中可以用作区分两个或多个元素或元素的实例的便利手段。因此，对第一元素和第二元素的引用并不意味着只能使用两个元素，或者第一元素必须以某种方式在第二元素之前。

[0153] 附加地，本领域普通技术人员将理解的是，可以使用各种不同的技术和工艺中的任何一种来表示信息和信号。例如，数据、指令、命令、信息、信号、比特和符号(例如，它们可以在上面的描述中被引用)可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者它们的任意组合来表示。

[0154] 本领域普通技术人员将进一步理解的是，结合本文所公开的各方面描述的各种说明性逻辑块、模块、处理器、装置、电路、方法和功能中的任何一个可以通过电子硬件(例如，数字实施方式、模拟实施方式或两者的组合)、固件、结合指令的各种形式的程序或设计代码(为方便起见，其在本文中可以称为“软件”或“软件模块”)或这些技术的任何组合来实施。为了清楚地示出硬件、固件和软件的这种可互换性，上文已经在它们的功能方面整体描述了各种说明性的组件、块、模块、电路和步骤。这种功能性被实施为硬件、固件还是软件或者这些技术的组合，取决于特定的应用和施加在整个系统上的设计约束。本领域技术人员可以针对每个特定应用以各种方式实施所描述的功能性，但是这种实施方式决策不会导致脱离本公开的范围。

[0155] 另外，本领域普通技术人员将理解，本文描述的各种说明性逻辑块、模块、设备、组件和电路可以在集成电路(IC)内实施或由集成电路执行，该集成电路可以包括通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件或它们的任意组合。逻辑块、模块和电路可以进一步包括天线和/或收发器，以与

网络内或设备内的各种组件通信。通用处理器可以是微处理器，但在替代性方案中，处理器可以是任何常规处理器、控制器或状态机。处理器也可以被实施为计算设备的组合，例如，DSP和微处理器的组合、多个微处理器的组合、一个或多个微处理器与数字信号处理器核的组合、或者任何其他合适的配置来执行本文描述的功能。

[0156] 如果以软件实施，功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上。因此，本文公开的方法或算法的步骤可以被实施为存储在计算机可读介质上的软件。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质两者，该通信介质包括能够被使能为将计算机程序或代码从一个地方传送到另一地方的任何介质。存储介质可以是计算机可以访问的任何可用介质。作为示例而非限制，这种计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁存储设备，或者可以用于存储呈指令或数据结构形式的期望程序代码并且可以由计算机访问的任何其他介质。

[0157] 在本文件中，如本文使用的术语“模块”是指软件、固件、硬件以及用于执行本文描述的相关联的功能的这些元件的任意组合。附加地，为了讨论的目的，各种模块被描述为离散模块；然而，如对于本领域普通技术人员来说将是显而易见的，根据本发明的实施例，两个或更多模块可以被组合以形成执行相关联的功能的单个模块。

[0158] 附加地，本文档中描述的一个或多个功能可以通过存储在“计算机程序产品”、“计算机可读介质”等中的计算机程序代码来执行，本文中使用“计算机程序产品”、“计算机可读介质”等通常指诸如存储器存储设备或存储单元的介质。这些以及其他形式的计算机可读介质可以涉及存储一个或多个指令，以便由处理器使用以使处理器执行指定的操作。这些指令，通常被称为“计算机程序代码”(其可以以计算机程序或其他分组的形式分组)，当被执行时使得计算系统能够执行期望的操作。

[0159] 附加地，在本发明的实施例中，可以采用存储器或其他存储装置以及通信组件。应当理解的是，为了清楚起见，以上描述已经参考不同的功能单元和处理器描述了本发明的实施例。然而，显而易见的是，在不脱离本发明的情况下，可以使用不同功能单元、处理逻辑元件或域之间的任何合适的功能分布。例如，被示出为由分离的处理逻辑元件或控制器执行的功能可以由相同的处理逻辑元件或控制器执行。因此，对特定功能单元的引用仅仅是对用于提供所描述的功能性的合适手段的引用，而不是指示严格的逻辑或物理结构或组织。

[0160] 对本公开中描述的实施方式的各种修改对于本领域技术人员来说将是显而易见的，并且在不脱离本公开的范围的情况下，本文限定的一般性原理可以应用于其他实施方式。因此，本公开不旨在限于本文所示的实施方式，而是符合与本文公开的新颖特征和原理一致的最宽范围，如以上权利要求中所阐述那样。

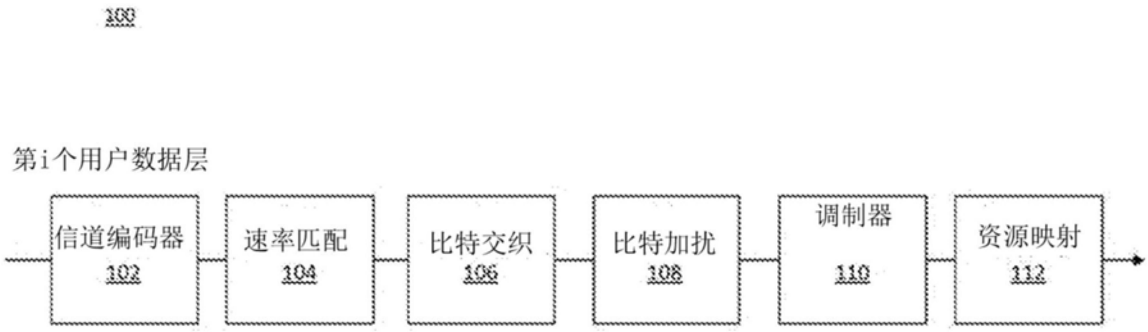

100
第i个用户数据层
信道编码器
102
速率匹配
104
比特交织
106
比特加扰
108
调制器
110
资源映射
112

图1A

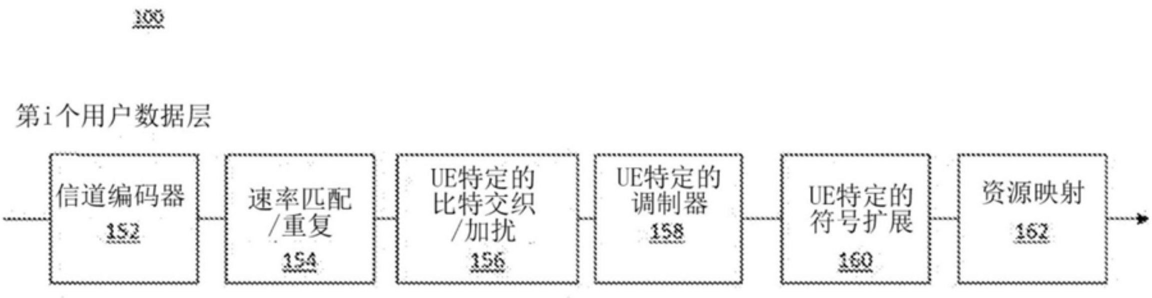

100
第i个用户数据层
信道编码器
152
速率匹配
/重复
154
UE特定的
比特交织
/加扰
156
UE特定的
调制器
158
UE特定的
符号扩展
160
资源映射
162

图1B

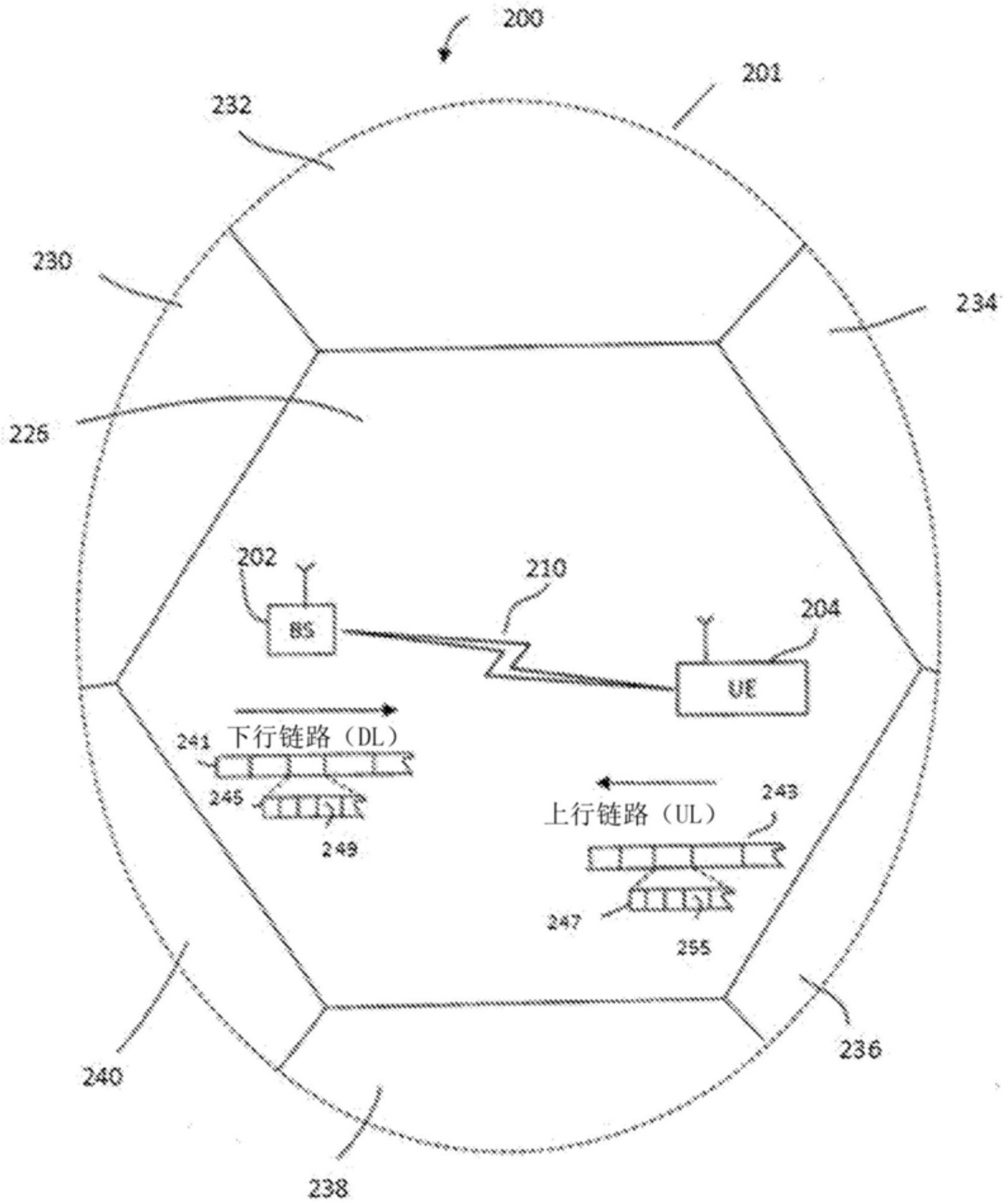

200
201
232
230
234
226
202
210
BS
204
UE
下行链路（DL）
241
245
249
243
上行链路（UL）
247
255
240
236
238

图2

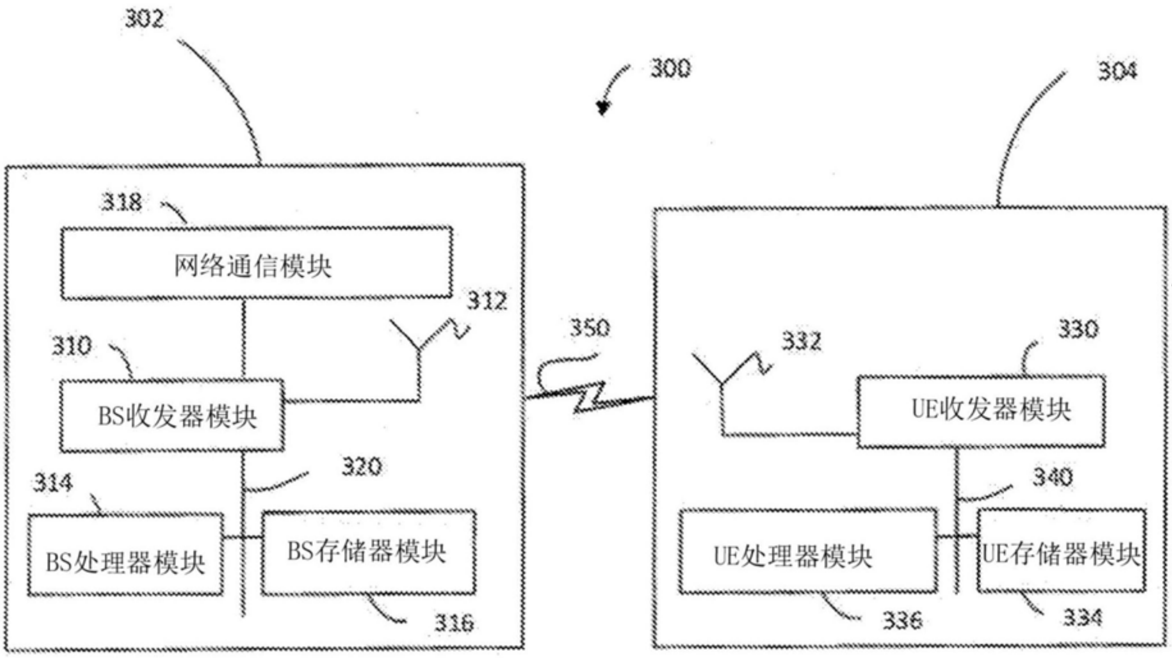

302
300
304
318
网络通信模块
312
350
332
330
310
BS收发器模块
UE收发器模块
320
340
314
BS处理器模块
BS存储器模块
UE处理器模块
UE存储器模块
316
336
334

图3

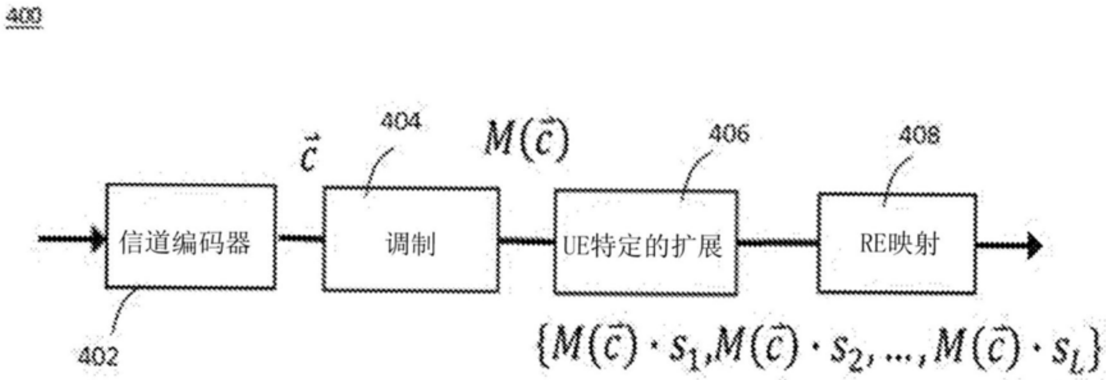

400
$\vec{c}$
404
$M(\vec{c})$
406
408
信道编码器
调制
UE特定的扩展
RE映射
402
$\{M(\vec{c})\cdot s_1, M(\vec{c})\cdot s_2, \ldots, M(\vec{c})\cdot s_L\}$

图4

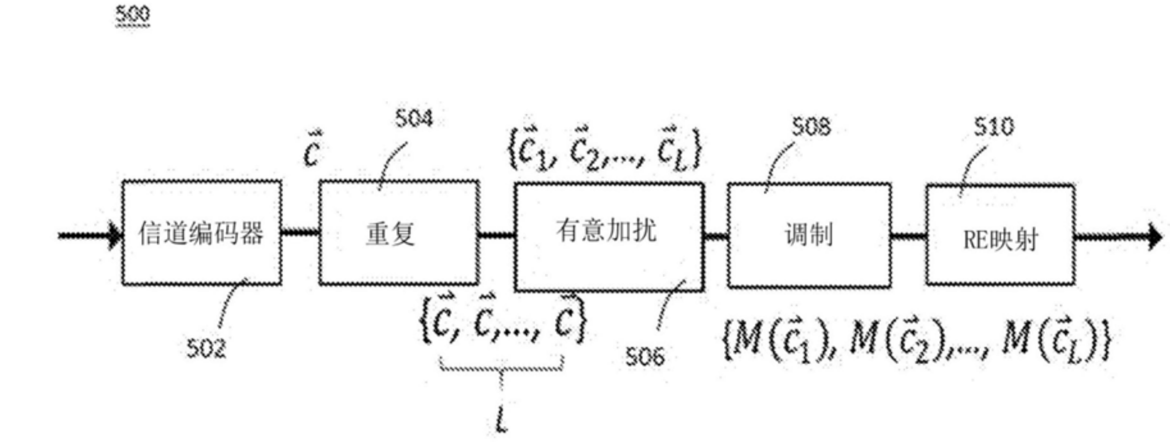

500
504
$\vec{c}$
$\{\vec{c}_1, \vec{c}_2, \ldots, \vec{c}_L\}$
508
510
信道编码器
重复
有意加扰
调制
RE映射
$\{\vec{c}, \vec{c}, \ldots, \vec{c}\}$
502
506
$\{M(\vec{c}_1), M(\vec{c}_2), \ldots, M(\vec{c}_L)\}$
L

图5

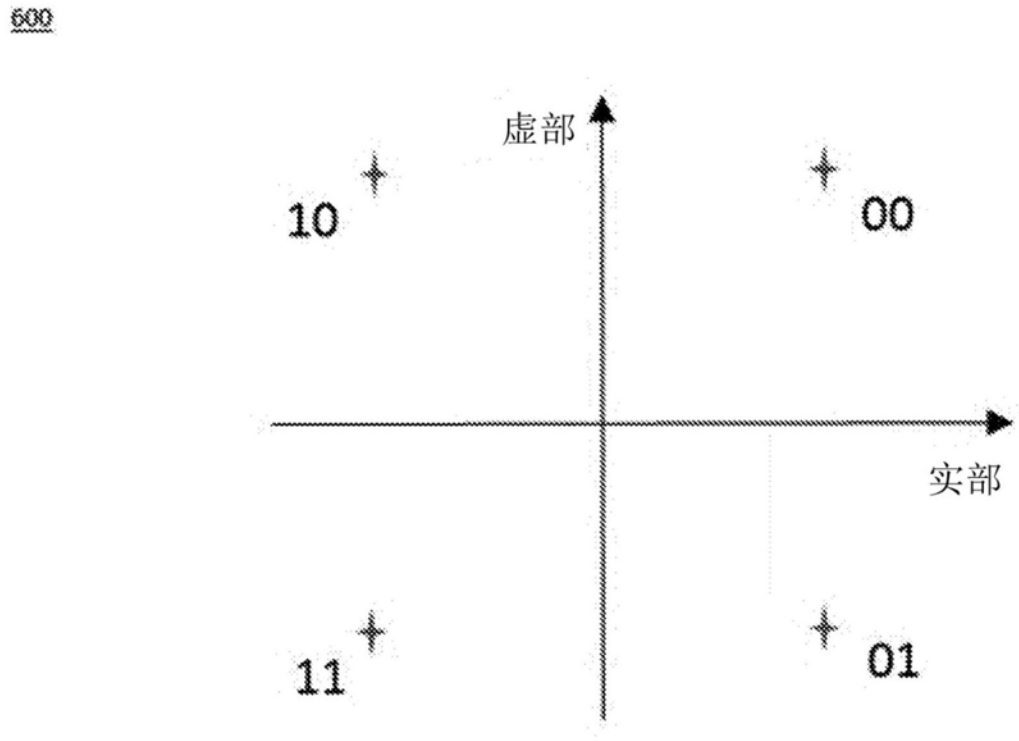

600
虚部
10
00
实部
11
01

图6

700

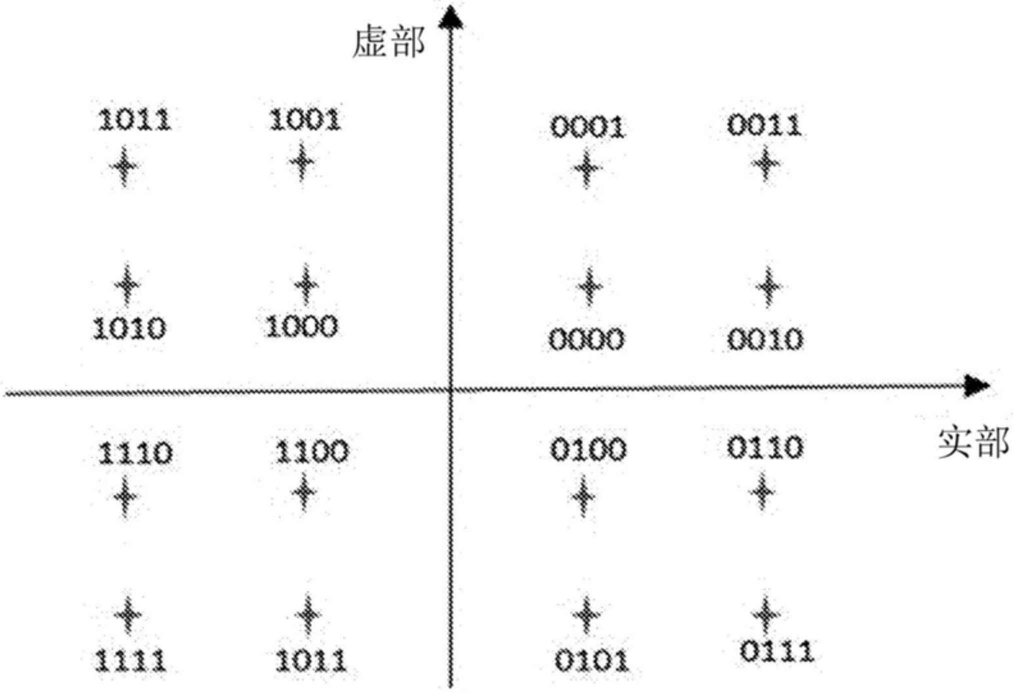

虚部
1011
1001
0001
0011
1010
1000
0000
0010
实部
1110
1100
0100
0110
1111
1011
0101
0111

图7

800

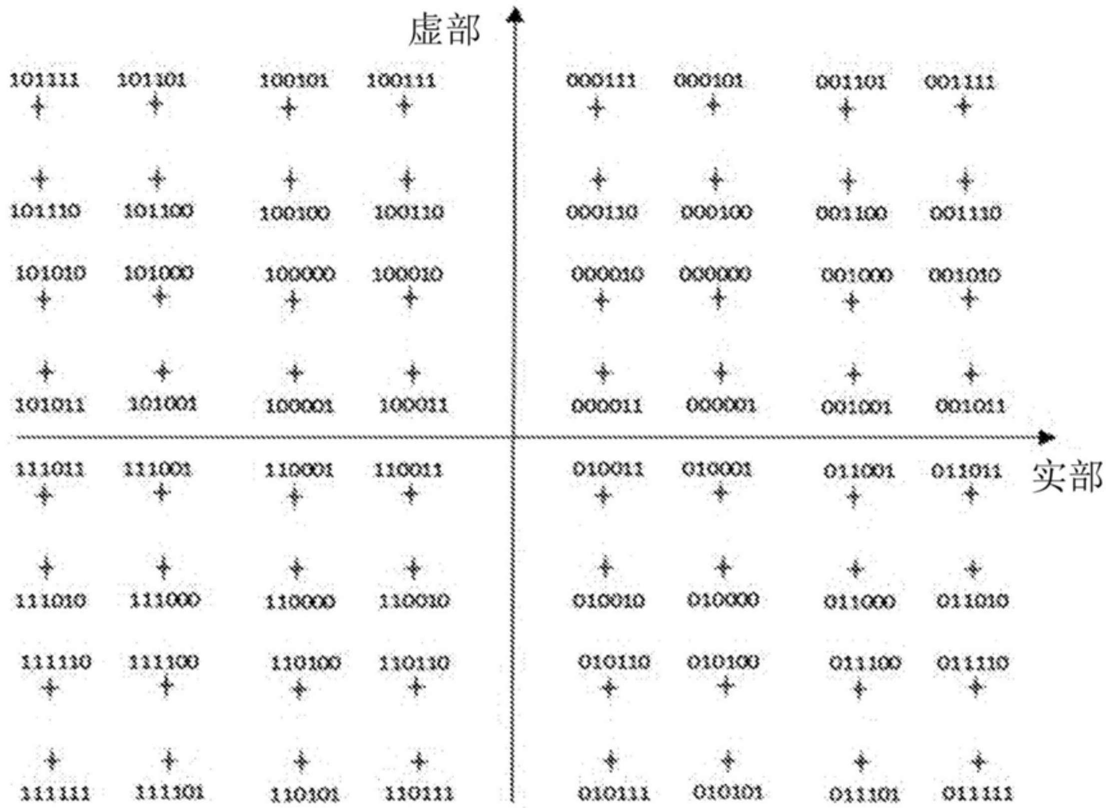

虚部
101111
101101
100101
100111
000111
000101
001101
001111
101110
101100
100100
100110
000110
000100
001100
001110
101010
101000
100000
100010
000010
000000
001000
001010
101011
101001
100001
100011
000011
000001
001001
001011
实部
111011
111001
110001
110011
010011
010001
011001
011011
111010
111000
110000
110010
010010
010000
011000
011010
111110
111100
110100
110110
010110
010100
011100
011110
111111
111101
110101
110111
010111
010101
011101
011111

图8