



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105684324 B

(45)授权公告日 2019.03.01

(21)申请号 201480058761.0

富兰岷克·伯根

(22)申请日 2014.11.03

(51)Int.Cl.

(65)同一申请的已公布的文献号

H04B 7/212(2006.01)

申请公布号 CN 105684324 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2016.06.15

CN 102769868 A,2012.11.07,

(30)优先权数据

US 2007254656 A1,2007.11.01,

61/898,973 2013.11.01 US

US 2011182280 A1,2011.07.28,

14/530,322 2014.10.31 US

CN 102780993 A,2012.11.14,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102165840 A,2011.08.24,

2016.04.25

US 2011280200 A1,2011.11.17,

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 103108405 A,2013.05.15,

PCT/US2014/063726 2014.11.03

CN 103108389 A,2013.05.15,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/066632 EN 2015.05.07

CN 103379617 A,2013.10.30,

(73)专利权人 华为技术有限公司

US 2010195479 A1,2010.08.05,

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

Huawei Technologies Sweden AB.Primary Synchronization Signal in E-UTRA.《2008 IEEE 10TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPREAD SPECTRUM TECHNIQUES AND APPLICATIONS》.2008,426-430页.

(72)发明人 菲利普·萨特瑞 夏亮 李强

审查员 薛文婷

布兰尼斯拉夫·波波维奇

权利要求书3页 说明书10页 附图4页

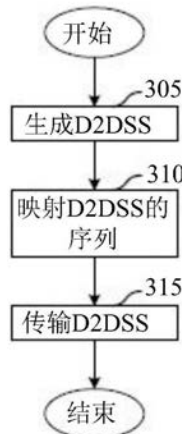
(54)发明名称

用于传输同步信号的系统和方法

(57)摘要

一种用于设备到设备(D2D)通信的方法包括:同步源生成与演进型基站(eNodeB)发送的主同步信号(PSS)和设备到设备通信设备发送的现有上行(uUL)信号不同的主设备到设备同步信号,以及所述同步源以单载波频分多址(SC-FDMA)波形传输所述主设备到设备同步信号。

300



1. 一种用于设备到设备D2D通信的方法,其特征在于,所述方法包括:

同步源生成主D2D同步信号,所述主D2D同步信号不同于演进型基站eNodeB发送的主同步信号PSS和D2D通信设备发送的现有上行UL信号;以及

所述同步源以单载波频分多址SC-FDMA波形发送所述主D2D同步信号;

生成所述主D2D同步信号包括:

根据第一序列生成同步序列,其中所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述PSS的第二序列的第二根索引;以及

映射所述同步序列到子载波上以产生所述主D2D同步信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一序列包括第一打孔Zadoff-Chu ZC序列,以及所述第二序列包括第二打孔ZC序列。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述第一打孔ZC序列和所述第二打孔ZC序列相同。

4. 根据权利要求1-3任一所述的方法,其特征在于,映射所述主D2D同步信号包括映射所述同步序列到所述子载波,使得所述主D2D同步信号呈中心对称。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,对于所述主D2D同步信号的N个采样,所述中心对称根据 $s[k] = -s[N-k]$ ,  $k=1, \dots, N-1$ , 其中N为整数。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述同步信号根据下式生成

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s$$

以及所述同步序列被映射到 $H[\ ]$ 的最多N个傅里叶系数,其中 $T_s$ 是采样周期,  $\Delta f$ 是子载波间距,  $u$ 是所述第一根索引,  $N=1/T_s \Delta f$ ,  $\delta=1/2$ , 且所述同步序列表示为

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi u n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j\frac{\pi u (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases},$$

以及所述同步序列根据下式映射:

$$H_u[k] = d_u(n), n=0, \dots, 61,$$

$$k=n-31.$$

7. 根据权利要求1-3和5-6任一所述的方法,其特征在于,所述第一序列和所述第二序列的长度不同。

8. 根据权利要求1-3和5-6任一所述的方法,其特征在于,所述第一根索引根据所述同步源的标识符选择。

9. 根据权利要求1-3和5-6任一所述的方法,其特征在于,所述第一根索引根据所述同步源的类型选择。

10. 根据权利要求1-3和5-6任一所述的方法,其特征在于,所述主D2D同步信号在不进行离散傅里叶变换DFT预编码的情况下发送。

11. 根据权利要求1-3和5-6任一所述的方法,其特征在于,还包括根据具有第一长度值

的第四序列生成辅D2D同步信号,所述第一长度值不同于用于生成由所述eNodeB发送的辅同步信号的第五序列的第二长度值。

12. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述现有UL信号的第三序列的第三根索引。

13. 一种操作设备到设备D2D通信设备的方法,其特征在于,所述方法包括:

所述设备到设备D2D通信设备接收多个物理资源块PRB,所述多个物理资源块包括主D2D同步信号,所述主D2D同步信号不同于演进型基站eNodeB发送的主同步信号PSS和D2D通信设备发送的现有上行UL信号,其中所述主D2D同步信号根据第一序列生成,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述PSS的第二序列的第二根索引,且所述主D2D同步信号以单载波频分多址SC-FDMA波形发送;

所述D2D通信设备检测所述多个PRB中的所述主D2D同步信号;以及

所述D2D通信设备根据所述主D2D同步信号进行同步。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述主D2D同步信号呈中心对称。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,其特征在于,所述第一序列包括第一打孔Zadoff-Chu ZC序列,以及所述第二序列包括第二打孔ZC序列。

16. 根据权利要求13或14所述的方法,其特征在于,所述多个PRB还包括根据具有第一长度值的第四序列生成的辅D2D同步信号,所述第一长度值不同于用于生成由所述eNodeB发送的辅同步信号的第五序列的第二长度值。

17. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述现有UL信号的第三序列的第三根索引。

18. 一种同步源,其特征在于,包括:

处理器,用于生成主设备到设备D2D同步信号,所述主D2D同步信号不同于演进型基站eNodeB发送的主同步信号PSS和D2D通信设备发送的现有上行UL信号;以及

可操作地耦合至所述处理器的发射器,所述发射器用于以单载波频分多址SC-FDMA波形发送所述主D2D同步信号;

所述处理器用于:根据第一序列生成同步序列,其中所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述PSS的第二序列的第二根索引;以及映射所述同步序列到子载波上以产生所述主D2D同步信号。

19. 根据权利要求18所述的同步源,其特征在于,所述同步序列可表示为

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi n(n+1)}{63}} & n = 0,1,\dots,30 \\ e^{-j\frac{\pi n(n+1)(n+2)}{63}} & n = 31,32,\dots,61 \end{cases},$$

其中u是所述第一根索引。

20. 根据权利要求18所述的同步源,其特征在于,所述第一序列包括第一打孔Zadoff-Chu ZC序列,以及所述第二序列包括第二打孔ZC序列。

21. 根据权利要求20所述的同步源,其特征在于,所述第一打孔ZC序列和所述第二打孔ZC序列相同。

22. 根据权利要求18-21任一所述的同步源,其特征在于,所述处理器用于映射所述同

步序列到所述子载波,使得所述主D2D同步信号呈中心对称。

23. 根据权利要求18所述的同步源,其特征在于,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述现有UL信号的第三序列的第三根索引。

24. 一种设备到设备D2D通信设备,其特征在于,包括:

可操作地耦合至处理器的接收器,所述接收器用于接收多个物理资源块PRB,所述多个物理资源块包括主D2D同步信号,所述主D2D同步信号不同于演进型基站eNodeB发送的主同步信号PSS和D2D通信设备发送的现有上行UL信号,其中所述主D2D同步信号根据第一序列生成,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述PSS的第二序列的第二根索引,且所述主D2D同步信号以单载波频分多址SC-FDMA波形发送;

处理器,用于检测所述多个PRB中的所述主D2D同步信号;以及根据所述主D2D同步信号进行同步。

25. 根据权利要求24所述的D2D通信设备,其特征在于,所述主D2D同步信号呈中心对称。

26. 根据权利要求24或者25所述的D2D通信设备,其特征在于,所述第一序列包括第一打孔Zadoff-Chu ZC序列,以及所述第二序列包括第二打孔ZC序列。

27. 根据权利要求24所述的D2D通信设备,其特征在于,所述第一序列的第一根索引不同于用于生成所述现有UL信号的第三序列的第三根索引。

## 用于传输同步信号的系统和方法

[0001] 相关申请案交叉申请

[0002] 本发明要求2013年11月1日递交的发明名称为“用于传输同步信号的系统和方法(System and Method for Transmitting a Synchronization Signal)”的第61/898,973号美国临时专利申请案以及2014年10月31日递交的发明名称为“用于传输同步信号的系统和方法(System and Method for Transmitting a Synchronization Signal)”的第14/530,322号美国非临时专利申请案的在先申请优先权,这两个在先申请的内容以引入的方式并入本文本中。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及无线通讯,且在特定实施例中,涉及一种用于传输同步信号的系统和方法。

### 背景技术

[0004] 设备到设备(Device-to-Device,D2D)技术正由于能够提供新服务、提高系统吞吐量以及提供更好的用户体验而备受关注。已确定了多种针对D2D的潜在用例。

[0005] 为确保成功的D2D通信,同步是至关重要的:D2D发送和接收用户设备(user equipment,UE)应从同步源获取相同的时间和/或频率同步。这些源需要定期发送至少一个D2D同步信号(D2D synchronization signal,D2DSS)以确保D2D UE获得时间和/或频率同步。同步源可以是基站、演进型基站(evolved NodeB,eNodeB)(例如传统第三代合作伙伴计划(Third Generation Partnership Project,3GPP)长期演进(Long Term Evolution,LTE)网络)或正从eNodeB中继转发下行(downlink,DL)同步信道的D2D UE。

### 发明内容

[0006] 本发明的示例实施例提供了一种用于传输同步信号的系统和方法。

[0007] 根据本发明的示例实施例,提供了一种用于设备到设备通信的方法。所述方法包括:同步源生成与演进型基站(Evolved NodeB,eNodeB)发送的主同步信号(primary synchronization signal,PSS)和设备到设备通信设备发送的现有上行(uplink,UL)信号不同的主设备到设备同步信号,以及所述同步源以单载波频分多址(single carrier frequency division multiple access,SC-FDMA)波形传输所述主设备到设备同步信号。

[0008] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种操作设备到设备通信设备的方法。所述方法包括:所述设备到设备通信设备接收多个物理资源块(physical resource block,PRB),所述多个物理资源块包括与演进型基站(Evolved NodeB,eNodeB)发送的主同步信号(primary synchronization signal,PSS)和设备到设备通信设备发送的现有上行(uplink,UL)信号不同的主设备到设备同步信号,其中所述主设备到设备同步信号以单载波频分多址(single carrier frequency division multiple access,SC-FDMA)波形传输。所述方法还包括:所述设备到设备通信设备检测所述多个PRB中的所述主设备到设备同

步信号,以及所述设备到设备通信设备根据所述主设备到设备同步信号进行同步。

[0009] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种同步源。所述同步源包括处理器,以及可操作地耦合至所述处理器的发射器。所述处理器生成与演进型基站 (Evolved NodeB, eNodeB) 发送的主同步信号 (primary synchronization signal, PSS) 和设备到设备通信设备发送的现有上行 (uplink, UL) 信号不同的主设备到设备同步信号。所述发射器以单载波频分多址 (single carrier frequency division multiple access, SC-FDMA) 波形传输所述主设备到设备同步信号。

[0010] 根据本发明的另一示例实施例,提供了一种用于设备到设备通信的方法。所述方法包括同步源根据下式生成主设备到设备同步信号

$$[0011] \quad s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

[0012] 所述主设备到设备同步序列被映射到H[ ]的最多N个傅里叶系数,其中 $T_s$ 是采样周期,  $\Delta f$ 是子载波间距,u是第一根索引,N是整数值,且 $\delta=1/2$ 。所述方法还包括所述同步源以单载波频分多址 (single carrier frequency division multiple access, SC-FDMA) 波形传输所述主设备到设备同步信号。实施例的一个优势是,中心对称信号的使用简化了解码复杂性。

## 附图说明

[0013] 为了更完整地理解本发明及其优点,现在参考下文结合附图进行的描述,其中:

[0014] 图1示出了根据本文所描述的示例实施例的示例通信系统;

[0015] 图2示出了根据本文所描述的示例实施例的示例子帧;

[0016] 图3示出了根据本文所描述的示例实施例的发生在D2D UE中的示例操作的流程图;

[0017] 图4示出了根据本文所描述的示例实施例的当D2D UE生成D2DSS时发生在该D2D UE中的示例操作的流程图;

[0018] 图5示出了根据本文所描述的示例实施例的当D2D UE根据具有不同根索引的ZC序列生成D2DSS时发生在该D2D UE中的示例操作的流程图;

[0019] 图6示出了根据本文所描述的示例实施例的可用于实施例如本文所描述的设备和方法的示例计算平台;

[0020] 图7示出了根据本文所描述的示例实施例的发生在使用D2DSS进行同步的D2D通信设备中的示例操作的流程图;以及

[0021] 图8示出了根据本文所描述的示例实施例的示例通信设备。

## 具体实施方式

[0022] 以下详细论述当前实例实施例的操作和其结构。然而,应了解,本发明提供许多可应用的创造性概念,这些创造性概念可在各种具体上下文中体现。所论述的具体实施例仅仅说明本发明的具体结构以及用于操作本发明的具体方式,而不应限制本发明的范围。

[0023] 本发明将参照具体上下文中的示例实施例进行描述,即使用同步信号来促进D2D通信的通信系统。该发明可应用于符合标准的通信系统,例如那些符合第三代合作伙伴

(Third Generation Partnership Project, 3GPP)、IEEE 802.11等技术标准的通信系统,以及不符合标准的使用同步信号来促进D2D通信的通信系统。

[0024] 图1示出了示例通信系统100。通信系统100支持D2D通信,因此可称为D2D系统。图1中突出了D2D系统中的D2D同步。如图1所示,D2DUE1 105、D2DUE2 110和D2DUE3 115基于由eNodeB 120发送的主同步信号(primary synchronization signal, PSS)和辅同步信号(secondary synchronization signal, SSS)等传统LTE DL同步信道,或eNodeB 120发送的其它同步信号获得时间和/或频率同步。同时,D2DUE3 115和D2DUE5 125还分别担任D2DUE4 130和D2DUE6 135的同步源(即D2D同步源)的角色。eNodeB通常还可称为NodeB、控制器、基站、接入点、基站等等。类似地,UE通常还可称为移动台、手机、终端、用户、台站、订户等等。虽然理解通信系统可采用能够与多个UE通信的多个eNodeB,但是为了简单起见,仅示出了一个eNodeB和多个UE。

[0025] 发现是一种包括发现邻近UE的能力的D2D技术。发现可为eNodeB辅助发现或开放发现。通过eNodeB辅助发现,第一UE用于传输信号(例如,探测参考信号(sounding reference signal, SRS)),第二UE被要求监听并将信号质量上报给eNodeB。eNodeB可基于该上报的信号质量决定是否可为这两个UE启用ProSe。通过开放发现,任何UE均可发送信标信号等信号以将其存在通知给其它UE。应注意,该过程可能涉及空闲态UE。

[0026] 鉴于开放发现可能涉及空闲态UE,其通常使用非常有限的可用信息执行。具体而言,UE通常必须依赖由eNodeB广播的信息。在一些情形下,唤醒这些UE并向它们传输无线资源控制(radio resource control, RRC)信令可能过于昂贵。此外,空闲UE的位置是近似的,并且通信系统不知道UE正驻留的确切小区。

[0027] 对于D2D通信,通常还认为D2D发生在带宽的上行(uplink, UL)部分上,因为干扰对UL上的蜂窝UE的危害较小。在UL上,传输D2D UE会干扰eNodeB。因此,只要D2D UE与eNodeB的距离适当,D2D UE造成的干扰影响不大。相反,在DL上,D2D干扰影响邻近UE,并且它们接收同步信道和PDCCH的能力可能受影响,而且可导致比D2D UE在UL上传输时更大的影响。

[0028] 鉴于D2D通信在UL上进行,有理由认为D2D发现同样发生在UL上。对于开放发现,为发现预留了给定数量的子帧(例如1%)。在这些子帧期间,通常全然没有蜂窝通信。只有UE发现信号被发送。图2示出了示例子帧200。一些子帧200用作发现子帧(示为交叉阴影框),而其它的则用作蜂窝子帧(示为无阴影框)。

[0029] 根据示例实施例,提供了示例D2D同步信号。D2DSS的设计原则可包括以下项中的一项或多项:

[0030] -例如具有传统PSS的(例如基于ZC序列的),良好的自相关和互相关特性;

[0031] -不同于传统PSS以避免使D2D UE和刚启动的蜂窝UE产生混淆。

[0032] -关于与上行信号,例如上行解调参考信号(uplink demodulation reference signal, DMRS),重叠的良好互相关特性,因为D2D信号将在UL频谱/子帧中传输;

[0033] -D2D操作参数的可能指示,从而允许D2D UE迅速获取D2D配置信息;以及

[0034] -基于D2DSS的精细时间和/或频率同步的可能支持,而在LTE系统中,PSS和/或SSS只能支持粗时间和/或频率同步。

[0035] 另外,因为传统UE应该不能检测D2DSS,所以可确保向后兼容,这将防止传统UE错误地认为D2D UE (D2DSS的源)是eNodeB。应注意,可组合本文中所描述的示例实施例。

[0036] 此外,D2DSS的检测通常包含接收器中匹配的滤波的一些形式,例如,确定接收到的信号与D2DSS之间的相关性。由于这涉及执行大量的复值乘法,所以设计D2DSS使其展现可用于降低检测复杂性的信号属性是一个目标。

[0037] 图3示出了发生在D2D UE中的示例操作300的流程图。操作300可表示发生在D2D UE中的操作。

[0038] 操作300可开始于D2D UE生成D2DSS(方框305)。D2D UE可为D2DSS生成序列(例如PD2DSS和/或SD2DSS)。D2DSS的示例实施例的细节在下文提供。D2D UE可映射D2DSS的序列,从而产生映射的D2DSS(方框310)。例如,D2D UE可将D2DSS的序列映射到子载波,使得D2DSS呈中心对称。D2D UE可发送映射的D2DSS(方框315)。如前所论述,映射的D2DSS可在UL资源或子帧中发送。

[0039] 根据示例实施例,D2DSS基于ZC序列,该ZC序列的长度不同于在通信系统中使用的其它ZC序列的长度。同步源发送D2DSS,一组D2DUE(组成D2D组)基于该D2DSS获得时间和/或频率同步。D2DSS可包括至少一个主D2DSS(PD2DSS),其中该PD2DSS从第一ZC序列生成,第一ZC序列的长度不同于第二ZC序列的长度,第二ZC序列用于生成由eNodeB发送的传统LTE PSS(用于生成传统LTE PSS的ZC序列是长度63序列,其核心元素被打孔以产生长度62序列),以及用于生成由UE发送的现有UL参考信号(包括DMRS和SRS)的任意可能的ZC序列。

[0040] 在第一示例中,同步源,eNodeB或D2DUE,发送D2DSS,一组D2DUE(组成D2D组)基于该D2DSS获得时间和/或频率同步。D2DSS应包括至少一个主D2DSS(PD2DSS),其中该PD2DSS从第一ZC序列生成,第一ZC序列的长度不同于用于生成传统LTE PSS的第二ZC序列的长度。使用不同长度ZC序列确保不会将D2DUE错误地检测为eNodeB。换言之,PD2DSS将不会被误认为PSS。此外,ZC序列长度不同于用于生成由UE发送的现有UL参考信号(包括DMRS和SRS)的ZC序列的任意可能长度。

[0041] 此外,第一ZC序列的长度应为质数或第二最小正约数大于3的数字。

[0042] 图4示出了当D2DUE生成D2DSS时发生在该D2DUE中的示例操作400的流程图。操作400可表示当D2DUE生成D2DSS时发生在该D2DUE中操作。

[0043] 操作400可开始于D2DUE选择第一ZC序列,该第一ZC序列的长度不同于用于生成传统LTE PSS的第二ZC序列的长度(方框405)。此外,第一ZC序列的长度也不同于用于生成由D2DUE发送的UL参考信号(包括DMRS和SRS)等现有信号的其它ZC序列的长度。另外,第一ZC序列的长度可为质数或第二最小正约数大于2的数字。D2DUE可使用第一ZC序列生成D2DSS(方框410)。

[0044] 如本文所描述,操作400着重于D2DUE生成D2DSS。然而,通信系统中的不同实体也许可能为D2DUE生成D2DSS并将D2DSS提供给D2DUE。操作400可由通信系统中的任意实体执行。因此,D2DUE执行操作400的论述不应解释为限制为示例实施例的范围或精神。

[0045] 基于论述,假定同步源在频域中的6个物理资源块(physical resource block, PRB)(72个子载波,如传统LTE PSS一样)内传输PD2DSS,可推导出用于D2DSS(例如PD2DSS)的ZC序列的长度。ZC序列的长度可基于以下原则确定:

[0046] -质数或第二最小正约数大于3的数字;

[0047] -非63(用于传统LTE PSS的ZC序列的长度);以及

[0048] -非71、31或47,其中71、31、47是用于UL DMRS的ZC序列的可能长度。



[0049] 如果所有原则都符合,那么第一ZC序列的长度可能为61、65或67。应注意,67是不大于72且满足上述原则的最大值,而61是不大于64且满足上述原则的最大值,65是第二最小正约数为5且满足上述原则的值。在典型的接收器中,采样率可仅采用特定值,例如2的幂次方。作为说明性示例,如果序列长度达到64,那么可利用具有64个样本的接收器窗口,类似地,如果序列长度大于64但小于128,可利用具有128个样本的接收器窗口。接收器窗口长度与检测PD2DSS所需的复值乘法数量有关。将61和67比作可能的长度值,如果第一ZC序列的长度是61,则每个PD2DSS仅需要64个复杂样本,这导致了较低的复杂性。如果第一ZC序列的长度是67,则每个PD2DSS需要128个复杂样本,这导致了较高的复杂性。另一方面,如果第一ZC序列的长度是67,则可实现较低的互相关。因此,如果该长度极大地提升性能,那么也应该考虑该长度。

[0050] 具有奇数长度(例如, $N=61$ )的ZC序列可定义如

$$[0051] \quad x_u(m) = e^{-j \frac{\pi m(m+1)}{N}}, \quad 0 \leq m \leq N-1$$

[0052] 其中 $u$ 是根索引, $0 < u \leq N-1$ 。

[0053] PD2DSS的候选根索引应被选择来实现与传统PSS尽可能低的互相关。即,候选索引应在{4,7,9,11,13,15,16,17,18,19,23,29,32,38,42,43,44,45,46,48,50,52,54,57}内选择。

[0054] 同步源可包括至少一个D2DSS,其中D2DSS还应包括辅D2DSS(SD2DSS),SD2DSS由第一 $m$ 序列生成,SD2DSS的长度应不同于由eNodeB发送的传统SSS的长度和/或不同于第一ZC序列的长度。这确保了更好地同步,并使传输节点发送附加信息,例如帧索引或当其在覆盖范围之外时的等价物。此外,SD2DSS的序列长度和带宽应等于或大于PD2DSS的序列长度和带宽。

[0055] 第一ZC序列的根索引可根据以下项的至少一个决定:

[0056] -SD2DSS的带宽;以及

[0057] -第一ZC序列和/或第一 $m$ 序列的根索引根据以下方面的至少一个决定,

[0058] -D2D工作带宽;

[0059] -同步源的标识,例如,如果源是D2DUE时则为UE-ID;

[0060] -同步源的类型,包括eNodeB或D2DUE;

[0061] -同步源的优先级;

[0062] -D2DUE组的标识;

[0063] -D2DUE组的类型;以及

[0064] -D2DUE组的优先级。

[0065] (所有上述候选中的)PD2DSS的ZC序列的根索引还可传达与对应SD2DSS的位置和/或带宽有关的信息,以及该D2D组的D2D工作带宽,其中候选带宽包括1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz或20MHz(6RB、15RB、25RB、50RB、75RB或100RB,其中RB是LTE系统中定义的资源块)。下文的表1示出了使用这种指示的一个示例。

[0066] 表1:PD2DSS的根索引和SD2DSS的对应带宽

[0067]

带宽	根索引
----	-----

6RB	19
15RB	23
25RB	29
50RB	32
75RB	38
100RB	42

[0068] 在这种情况下,SD2DSS的长度和带宽可分别不同于PD2DSS的长度和带宽。应注意,SD2DSS的较大带宽(大于PD2DSS的带宽)可帮助D2D组内的D2DUE实现精细的时间和/或频率同步,这不同于LTE通信系统中的PSS和/或SSS的设计目标。

[0069] 根据示例实施例,D2DSS基于ZC序列,该ZC序列具有不同的根索引。总而言之,由单序列生成的但具有不同根索引的两个序列将是不同的序列。另一个方案可能从假定同步源在频域中的6个PRB(72个子载波,如传统LTE PSS一样)内传输PD2DSS获得。PD2DSS的第一ZC序列可基于以下原则决定:

[0070] -质数或第二最小正约数大于3的数字;

[0071] -长度应为71,其中71是用于6个PRB传输的UL DMRS的可能长度;

[0072] -根索引应不同于用于6个PRB传输的UL DMRS使用的根索引;

[0073] -如果所有原则都符合,那么第一ZC序列的长度可能为71。第一ZC序列的候选根索引应从集合{0,1,8,15,24,31,40,47,56,63}内选择。

[0074] 图5示出了当D2DUE根据具有不同根索引的ZC序列生成D2DSS时发生在该D2DUE中的示例操作500的流程图。图500可表示当D2DUE根据具有不同根索引的ZC序列生成D2DSS时发生在该D2DUE中的操作。

[0075] 操作500可开始于D2DUE选择第一ZC序列,该第一ZC序列的根索引不同于用于生成传统LTE PSS的第二ZC序列的根索引(方框505)。此外,第一ZC序列的根索引也不同于用于生成由D2DUE传输的UL参考信号(包括DMRS和SRS)等现有信号的其它ZC序列的根索引。此外,第一ZC序列的长度可为用于生成UL DMRS的序列的长度。D2DUE可使用第一ZC序列生成D2DSS(方框510)。

[0076] 如本文所描述,操作500着重于D2DUE生成D2DSS。然而,通信系统中的不同实体也许可能为D2DUE生成D2DSS并将D2DSS提供给D2DUE。操作500可由通信系统中的任意实体执行。因此,D2DUE执行操作500的论述不应解释为对示例实施例范围或精神的限制。

[0077] 此外,D2DSS还可包括辅D2DSS(SD2DSS),其中SD2DSS由m序列生成,SD2DSS的长度和所占带宽不同于由eNodeB发送的传统SSS的长度和所占带宽。

[0078] (所有上述候选中的)PD2DSS的ZC序列的根索引还可传达对应SD2DSS的位置和/或带宽的信息,以及该D2D组的D2D工作带宽,其中候选带宽包括1.4MHz、3MHz、5MHz、10MHz、15MHz或20MHz(6RB、15RB、25RB、50RB、75RB、100RB,其中RB是LTE系统中定义的资源块)。下文的表2示出了使用这种指示的一个示例。

[0079] 表2:PD2DSS的根索引和SD2DSS的对应带宽

[0080]

带宽	根索引
6RB	15

15RB	24
25RB	31
50RB	40
75RB	47
100RB	56

[0081] 在这种情况下,SD2DSS的长度和带宽可分别不同于PD2DSS的长度和带宽。应注意,SD2DSS的较大带宽(大于PD2DSS的带宽)可帮助D2D组内的D2DUE实现精细的时间和/或频率同步,这不同于LTE通信系统中的PSS和/或SSS的设计目标。

[0082] 关于PD2DSS信号映射,PD2DSS可从一组频域(傅里叶)系数的转换得到。作为非限制性示例,假设离散时域基带信号获取为:

$$[0083] \quad s_u[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_u[n] W_N^{-kn}, k = 0, 1, \dots, N-1$$

[0084] 以及

$$[0085] \quad W_N = \exp\left(-\frac{j2\pi}{N}\right), j = \sqrt{-1}$$

[0086] 对于傅里叶频率系数集合 $H_u[l], l=0, 1, \dots, N-1$ 。

[0087] 如果序列 $x_u(l), 0 \leq l \leq L-1$ , 其中 $L \leq N$ , 映射到傅里叶频率系数集合, 使得 $H_u[l] = H_u[N-l], l=1, \dots, N-1$ , 则可表明信号成为中心对称, 例如,  $|s_u[k]| = |s_u[N-k]|, k=1, \dots, N-1$ 。也就是说, 傅里叶系数应映射为在DC子载波周围对称。PSS从对称序列, 即打孔长度-63的ZC序列获取, 这样的结果是根据 $s_u[k] = s_u[N-k], k=1, \dots, N-1$ 的中心对称。中心对称性质是有利的, 因为其可在接收器中利用以在执行所接收信号和PD2DSS的相关性时减少复值乘法的数量。例如, 当确定相关值时, 可在执行与D2DSS的复制样本相乘之前将对称样本添加到接收器中, 从而将复值乘法的数量降低约50%。而且, 可表明如果存在组成复共轭对的两个序列, 即 $x_u(l) = x_v^*(l), 0 \leq l \leq L-1$ , 并且如果信号是中心对称的, 则其遵循 $s_u[k] = s_v^*[k], k=1, \dots, N-1$ 。该属性还可在接收器中利用以在并行检测这些信号时减少复值乘法的数量。

[0088] 作为说明性示例, 对应的连续基带OFDM信号(不包括循环前缀)由下式(利用离散傅里叶变换的周期性 $H_u[l] = H_u[N+1-l], l=0, 1, \dots, N-1$ )生成:

$$[0089] \quad s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi k \Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s$$

[0090] 其中 $T_s$ 是采样周期,  $\Delta f$ 是子载波间距, 且 $N=1/T_s \Delta f$ 。同样,  $N$ 是OFDM信号的子载波的数量。出于简单表述, 可假设 $N$ 是偶数, 表示可推广为奇数 $N$ 。在现有技术LTE通信系统中,  $\Delta f=15\text{kHz}, N=2048$ 。在许多实际OFDM通信系统中, 不调制DC子载波, 即 $H_u[0]=0$ 且总和的范围和索引可适当变化。

[0091] 根据示例实施例, PD2DSS被映射到傅里叶系数, 使得 $H_u[l] = H_u[N-1-l], l=1, \dots, N-$

1,以便获取中心对称信号。

[0092] 在另一说明性示例中,对应的连续基带OFDM信号(不包括循环前缀)由下式(利用离散傅里叶变换的周期性 $H_u[1]=H_u[N+1]$ , $l=0,1,\dots,N-1$ )生成:

$$[0093] \quad s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s$$

[0094] 其中 $T_s$ 是采样周期, $\Delta f$ 是子载波间距, $N=1/T_s \Delta f$ 且 $-1 < \delta < 1$ 。根据示例实施例,当 $\delta \neq 0$ 时设计该信号波形的同步信号。这个信号生成形式已经在 $\delta=1/2$ 的LTE通信系统的UL中使用,其中可调制DC子载波,且这被称为SC-FDMA信号波形。可引入偏移 $\delta$ 以最小化DC子载波调制在接收器中产生的失真影响。应注意,比如在 $\delta=1/2$ 且傅里叶系数在DC子载波周围对称时( $k=0$ ),获取中心对称信号 $s_u[k] = -s_u[N-k]$ , $k=1,\dots,N-1$ 。这可使用 $L$ 为偶数的对称序列获取。上述波形可在 $t=n \cdot T_s$ 的情况下采样,从而为对称映射到DC周围的傅里叶系数的序列获得中心对称。中心对称性不同于负号下PSS的中心对称。然而,该中心对称的形式仍保持接收器复杂性降低。还意识到,同步序列的映射不同于PSS的映射,这是因为可调制一组连续子载波,然而对于PSS,DC子载波不被调制。示例实施例的一个优势在于,在同时使用基于单载波频分多址(single carrier frequency division multiple access, SC-FDMA)信号的现有发射器和接收器机制时,UE中对于PD2DSS的接收器复杂性可降低。

[0095] 根据示例实施例,生成时域对称PD2DSS SC-FDMA信号。

[0096] 在示例实施例中,序列 $d(n)$ , $0 \leq n < L-1$ ,其中 $L$ 为偶数值且 $d(n) = d(L-1-n)$ ,被连续映射到傅里叶系数集合, $H_u[1]$ , $l=0,1,\dots,N-1$ ,这样,对于一组整数值 $k$ (例如 $k = -\frac{N}{2}, \dots, \frac{N}{2} - 1$ ), $s_u(t)$ 的傅里叶频谱在频率 $(k+\delta) \Delta f$ 上变得对称,其中 $\delta \neq 0$ 。例如,在 $\delta=1/2$ 的频率 $\delta \Delta f$ 上,对应的傅里叶系数 $H_u[0]$ 应等于频率 $-\delta \Delta f$ 上的傅里叶系数 $H_u[-1]$ ;在频率 $\frac{3}{2} \Delta f$ 上,对应的傅里叶系数 $H_u[1]$ 应当等于频率 $-\frac{3}{2} \Delta f$ 上的傅里叶系数 $H_u[-2]$ ,等等。

[0097] 在示例实施例中,序列 $d(n)$ 用于PD2DSS并根据下式从频域Zadoff-Chu序列中生成:

$$[0098] \quad d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi n(n+1)}{63}} & n = 0,1,\dots,30 \\ e^{-j\frac{\pi(n+1)(n+2)}{63}} & n = 31,32,\dots,61 \end{cases}$$

[0099] 长度62序列 $d_u(n)$ 可根据下式映射:

$$[0100] \quad H_u[k] = d(n), n=0,\dots,61$$

$$[0101] \quad k=n-31$$

[0102] 序列 $d(n)$ 是长度62的打孔ZC序列,其从长度63的ZC序列中获取。

[0103] 根据示例实施例,发现序列和PSS在同一位置使用,但具有不同的长度和/或根索引以避免传统UE与UE而非eNodeB同步。示例实施例提供了用于PSS的位置映射。示例实施例与现有LTE同步设计一起使用以简化设计硬件、标准化工作等等。示例实施例还允许传统UE仍然在使用D2DUE的网络上运作。

[0104] 图6示出了处理系统600的方框图,该处理系统可用于实施本文所公开的设备和方法。特定设备可利用所有所示的组件或仅所述组件的一个子集,且装置之间的集成程度可能不同。此外,设备可以包括部件的多个实例,例如多个处理单元、处理器、存储器、发射器、接收器等等。处理系统可以包括配备一个或多个输入/输出设备,例如扬声器、麦克风、鼠标、触摸屏、按键、键盘、打印机、显示器等的处理单元。处理单元可以包括中央处理器(central processing unit,CPU)、存储器、大容量存储器设备、视频适配器以及连接至总线的I/O接口。

[0105] 总线可以是任意类型的若干总线架构中的一个或多个,包括存储总线或存储控制器、外设总线、视频总线等等。CPU可包括任意类型的电子数据处理器。存储器可包括任何类型的系统存储器,例如静态随机存取存储器(static random access memory,SRAM)、动态随机存取存储器(dynamic random access memory,DRAM)、同步DRAM(synchronous DRAM,SDRAM)、只读存储器(read-only memory,ROM)或其组合等等。在实施例中,存储器可包括在开机时使用的ROM以及执行程序时使用的程序和数据存储器的DRAM。

[0106] 大容量存储器设备可包括任何类型的存储器设备,其用于存储数据、程序和其它信息,并使这些数据、程序和其它信息通过总线访问。大容量存储器设备可包括如下项中的一项或多项:固态磁盘、硬盘驱动器、磁盘驱动器、光盘驱动器等等。

[0107] 显示卡以及I/O接口提供接口以将外部输入以及输出装置耦合到处理单元。如所图示,输入以及输出设备的实例包含耦合到显示卡上的显示器以及耦合到I/O接口上的鼠标/键盘/打印机。其它装置可以耦合到处理单元,并且可以利用额外的或较少的接口卡。例如,可使用如通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)(未示出)等串行接口将接口提供给打印机。

[0108] 处理单元还包含一个或多个网络接口,所述网络接口可以包括例如以太网电缆或其类似者等有线链路,和/或用以接入节点或不同网络的无线链路。网络接口允许处理单元经由网络与远程单元通信。例如,网络接口可以经由一个或多个发射器/发射天线以及一个或多个接收器/接收天线提供无线通信。在一个实施例中,处理单元耦合到局域网或广域网上以用于数据处理以及与远程设备通信,所述远程装置例如其它处理单元、互联网、远程存储设施等等。

[0109] 图7示出了发生在D2D通信设备使用D2DSS进行同步中的示例操作700的流程图。操作700可表示当设备使用D2DSS进行同步时发生在D2D通信设备中的操作。

[0110] 操作700可开始于D2D通信设备接收多个PRB(方框705)。多个PRB中可包含PD2DSS。PD2DSS可使用如本文所描述的技术来生成。PD2DSS可以SC-FDM波形传输。多个PRB还可包含SD2DSS。SD2DSS可使用如本文所描述的技术来生成。D2D通信设备可检测PD2DSS(710)。D2D通信设备还可检测SD2DSS。D2D通信设备可使用PD2DSS(可能使用SD2DSS)进行同步(方框715)。

[0111] 图8示出了示例通信设备800。通信设备800可以是作为D2D同步源操作的设备,例如D2DUE,的实施方式。通信设备800可用于实施本文所述的各种实施例。如图8所示,发射器805用于发送包、D2DSS、PD2DSS、SD2DSS等等。通信设备800还包括用于接收包等的接收器810。

[0112] 序列选择单元820用于选择用来派生D2DSS的序列。序列选择单元820用于选择ZC

序列。序列选择单元820用于选择ZC序列,该ZC序列的长度不同于用来生成LTE PSS的另一ZC序列的长度以及用于生成在通信设备800的上行传输的DMRS、SRS等其它信号的序列的长度。序列选择单元820用于选择ZC序列的根索引,该根索引不同于用来生成LTE PSS的另一ZC序列的根索引以及用于生成在通信设备800的上行传输的DMRS、SRS等其它信号的序列的根索引。信号生成单元822用于根据序列选择单元820选择的序列生成D2DSS、PD2DSS、SD2DSS等等。存储器830用于存储序列、ZC序列、长度、根索引、信号等等。

[0113] 通信设备800的元件可实施为特定的硬件逻辑块。在替代性实施例中,通信设备800的元件可实施为在处理器、控制器、专用集成电路等中执行的软件。在又一替代性实施例中,通信设备800的元件可实施为软件和/或硬件的组合。

[0114] 例如,接收器810和发射器805可实施成特定的硬件块,而序列选择单元820、信号生成单元822可以是在微处理器(例如,处理器815)或者定制电路或现场可编程逻辑阵列的定制编译逻辑阵列中执行的软件模块。序列选择单元820和信号生成单元822可为存储在存储器830中的模块。

[0115] 虽然已详细地描述了本发明及其优点,但是应理解,可以在不脱离如所附权利要求书所界定的本发明的精神和范围的情况下对本发明做出各种改变、替代和更改。

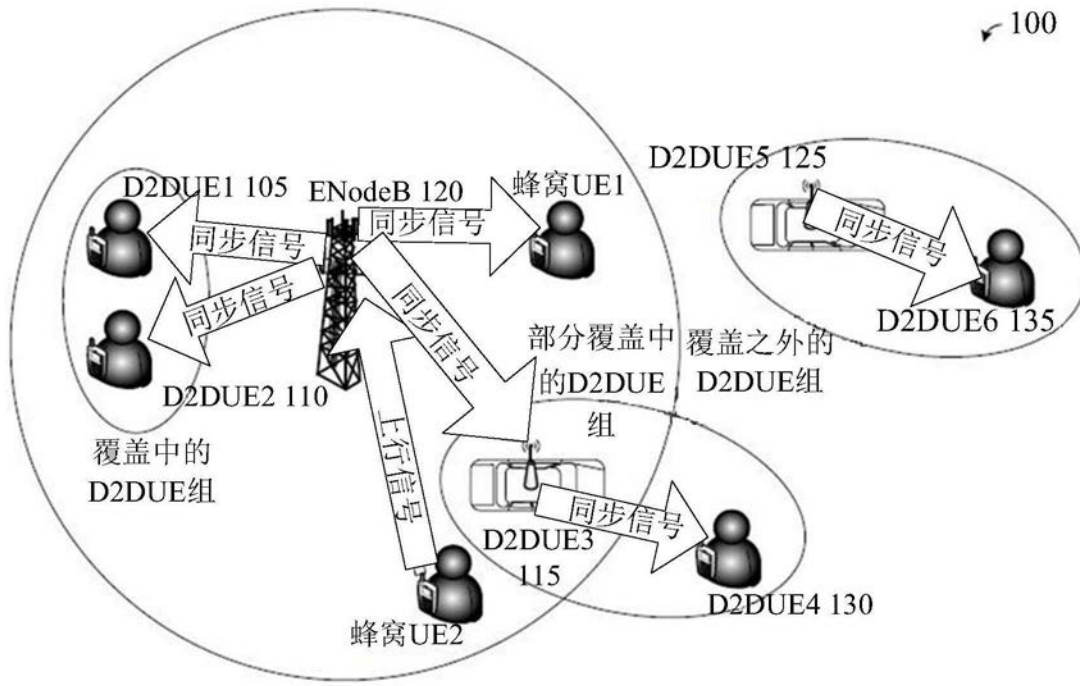


图1

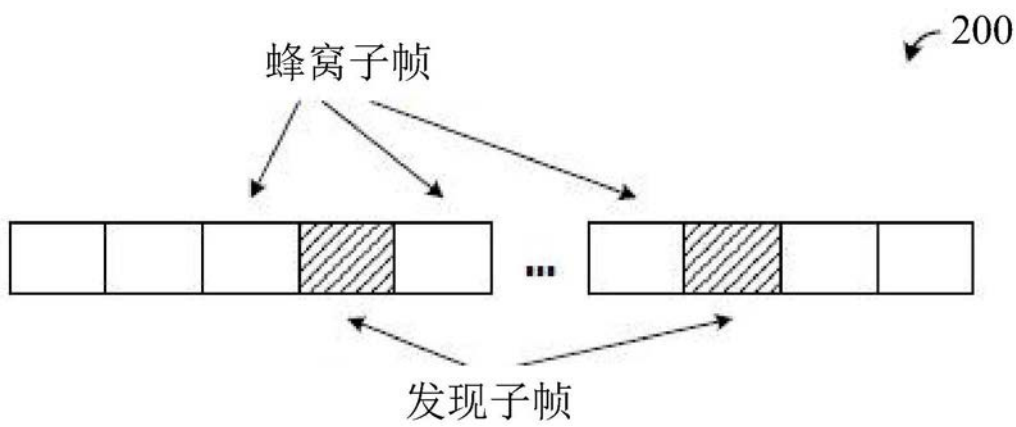


图2

300

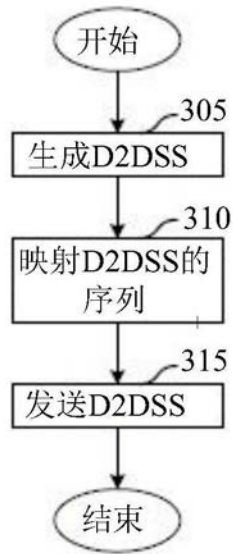


图3

400

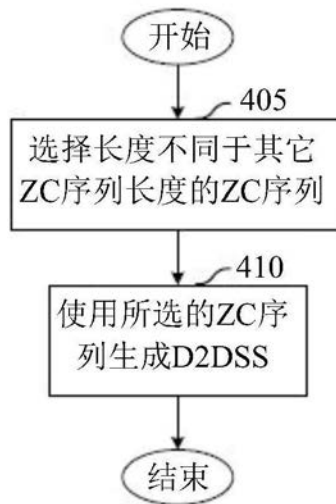


图4



500



图5

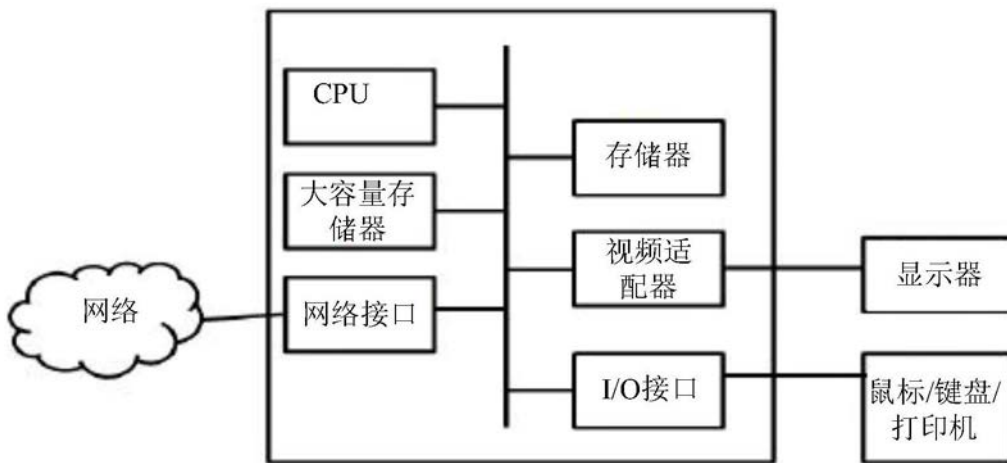


图6

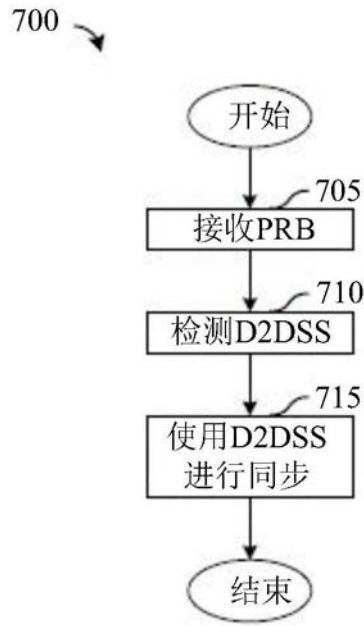


图7

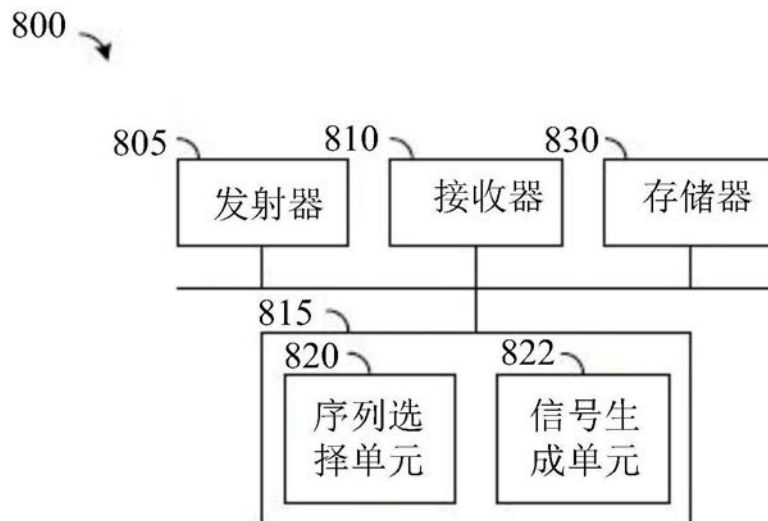


图8