



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107210877 B

(45)授权公告日 2020.06.05

(21)申请号 201580069144.5

N·布尚 R·克里希纳姆尔蒂

(22)申请日 2015.12.07

P·P·L·洪 J·E·斯米

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107210877 A

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 张扬 王英

(43)申请公布日 2017.09.26

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H04L 5/00(2006.01)

62/094,721 2014.12.19 US

H04L 27/26(2006.01)

14/866,748 2015.09.25 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.16

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/064261 2015.12.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/099978 EN 2016.06.23

(73)专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(56)对比文件

US 2013070580 A1,2013.03.21,

US 2013201840 A1,2013.08.08,

CN 1328389 A,2001.12.26,

CN 104038320 A,2014.09.10,

zhang xincheng等.“reference signal design” in “LTE-Advanced air interface technology”.《CRC PRESS ISBN:978-1-46-650153-9》.2012,全文.

审查员 王田园

(72)发明人 J·姜 J·B·索里阿加

K·K·穆克维利 季庭方 徐慧琳

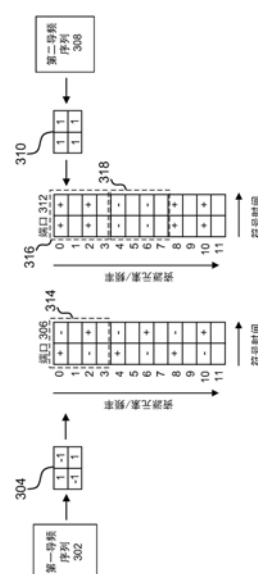
权利要求书4页 说明书22页 附图13页

## (54)发明名称

基于半均匀导频间隔和正交覆盖码的公共参考信号设计

## (57)摘要

本文公开了系统和技术,用以通过提供用在时域和频域上正交的覆盖码来编码的公共参考信号以减少导频开销。通过在两个域上正交的覆盖码来编码的公共参考信号可以在时域和频域两者上被解扩,以得到改善的分辨率和较大的捕捉窗口。在频域和时域两者上的半均匀导频间隔可以被利用。在时域上,第一导频符号对间隔开第一时间间隔,并且第二导频符号对与第一导频符号对间隔开第二时间间隔,第二时间间隔大于第一时间间隔。在频域上,第一组导频符号被密集地安置在选择的频带中,并且第二组导频符号被稀疏地安置成包围和包括所述选择的频带。



1. 一种用于无线通信的方法,包括:

由无线通信设备的处理器将第一覆盖码应用于第一导频序列以生成第一组导频符号,并将第二覆盖码应用于第二导频序列以生成第二组导频符号,其中,所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交;

使用第一数量的资源元素将所述第一组导频符号递送给第一发送端口;

使用第二数量的资源元素将所述第二组导频符号递送给第二发送端口;

从所述第一发送端口发送所述第一组导频符号;以及

从所述第二发送端口发送所述第二组导频符号,所发送的所述第一组导频符号和所述第二组导频符号包括作为公共参考信号和信道状态信息参考信号的替代的经修改的公共参考信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述应用包括:

用包括所述第一覆盖码的第一沃尔什码来扩展所述第一导频序列;以及

用包括所述第二覆盖码的第二沃尔什码来扩展所述第二导频序列。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在所述频域上用扰码对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行加扰。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述第一导频序列与所述第二导频序列不同,并且

所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中:

所述第一导频序列与所述第二导频序列相同,并且

所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一组导频符号包括所述时域上的一对导频符号,所述发送进一步包括:

在所述时域上彼此间的第一时间间隔内发送所述一对导频符号;

在所述一对导频符号的第二时间间隔内经由所述第一发送端口发送第三组导频符号;

以及

在所述第二时间间隔内经由所述第二发送端口发送第四组导频符号,

所述第一时间间隔小于所述第二时间间隔,并且所述第三组导频符号与所述第四组导频符号包括经修改的第二公共参考信号。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一数量的资源元素和所述第二数量的资源元素被安置在所述频域上的不同的子载波处,所述发送进一步包括:

用彼此间具有第一频率间隔的并且位于所述频域上的选择的频带内的第一多个子载波来安置所述第一组导频符号的第一子集;以及

用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置所述第一组导频符号的第二子集,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

8. 一种无线通信设备,包括:

处理器,被配置为:

将第一覆盖码应用于第一导频序列以生成第一组导频符号,并将第二覆盖码应用于第二导频序列以生成第二组导频符号,其中所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域

上彼此正交；

使用第一数量的资源元素递送所述第一组导频符号用于传输；以及

使用第二数量的资源元素递送所述第二组导频符号用于传输；以及

收发机，包括第一发送端口和第二发送端口，所述第一发送端口被配置为发送所述第一组导频符号，所述第二发送端口被配置为发送所述第二组导频符号，所发送的所述第一组导频符号和所述第二组导频符号包括作为公共参考信号和信道状态信息参考信号的替代的经修改的公共参考信号。

9. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中所述处理器还被配置为：

用包含所述第一覆盖码的第一沃尔什码来扩展所述第一导频序列；以及

用包含所述第二覆盖码的第二沃尔什码来扩展所述第二导频序列。

10. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中，所述收发机还被配置为在所述频域上用相应的扰码对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行加扰。

11. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中所述第一导频序列与所述第二导频序列不同，并且所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

12. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中所述第一导频序列与所述第二导频序列相同，并且所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

13. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中，所述第一组导频符号包括所述时域上的一对导频符号，所述收发机进一步被配置为：

由所述第一发送端口在所述时域上彼此间的第一时间间隔内发送所述一对导频符号；

在所述一对导频符号的第二时间间隔内发送第三组导频符号；以及

由所述第二发送端口在所述第二时间间隔内发送第四组导频符号，

所述第一时间间隔小于所述第二时间间隔，并且所述第三组导频符号与所述第四组导频符号包括经修改的第二公共参考信号。

14. 根据权利要求8所述的无线通信设备，其中，所述第一数量的资源元素和所述第二数量的资源元素被安置在所述频域上的不同的子载波处，所述收发机的所述第一发送端口进一步被配置为：

用彼此间具有第一频率间隔的并且位于所述频域上的选择的频带内的第一多个子载波来安置所述第一组导频符号的第一子集；以及

用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置所述第一组导频符号的第二子集，所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

15. 一种其上记录有程序代码的计算机可读介质，所述程序代码包括：

用于使无线通信设备将第一覆盖码应用于第一导频序列以生成第一组导频符号，并将第二覆盖码应用于第二导频序列以生成第二组导频符号的代码，其中所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交；

用于使所述无线通信设备使用第一数量的资源元素将所述第一组导频符号递送给第一发送端口的代码；

用于使所述无线通信设备使用第二数量的资源元素将所述第二组导频符号递送给第二发送端口的代码；

用于使所述无线通信设备从所述第一发送端口发送所述第一组导频符号的代码；以及

用于使所述无线通信设备从所述第二发送端口发送所述第二组导频符号的代码,所述第一组导频符号和所述第二组导频符号组包括作为公共参考信号和信道状态信息参考信号的替代的经修改的公共参考信号。

16. 根据权利要求15所述的计算机可读介质,还包括:

用于使所述无线通信设备在所述频域上用扰码对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行加扰的代码。

17. 根据权利要求15所述的计算机可读介质,其中所述第一导频序列与所述第二导频序列不同,并且所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

18. 根据权利要求15所述的计算机可读介质,其中所述第一导频序列与所述第二导频序列相同,并且所述第一数量的资源元素与所述第二数量的资源元素是相同的。

19. 根据权利要求15所述的计算机可读介质,其中所述第一组导频符号包括所述时域上的一对导频符号,还包括:

用于使所述无线通信设备在所述时域上彼此间的第一时间间隔内发送所述一对导频符号的代码;以及

用于使所述无线通信设备在所述一对导频符号的第二时间间隔内经由所述第一发送端口发送第三组导频符号的代码,所述第一时间间隔小于所述第二时间间隔。

20. 根据权利要求15所述的计算机可读介质,其中所述第一数量的资源元素和所述第二数量的资源元素被安置在所述频域上的不同的子载波处,还包括:

用于使所述无线通信设备用彼此间具有第一频率间隔的并且位于所述频域上的选择的频带内的第一多个子载波来安置所述第一组导频符号的第一子集的代码;以及

用于使所述无线通信设备用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置所述第一组导频符号的第二子集的代码,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

21. 一种用于无线通信的方法,包括:

在无线通信设备处,接收使用第一数量的资源元素的且用第一覆盖码扩展的第一组导频符号;

在所述无线通信设备处,接收使用第二数量的资源元素的且用第二覆盖码扩展的第二组导频符号,所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交,所述第一组导频符号和所述第二组导频符号包括作为公共参考信号和信道状态信息参考信号的替代的经修改的公共参考信号;以及

在所述频域上对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值。

22. 根据权利要求21所述的方法,还包括:

在所述时域上对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值和所述频域上的密集导频扩展值。

23. 根据权利要求22所述的方法,还包括:

对时频域联合信道估计进行估计。

24. 根据权利要求21所述的方法,还包括:

用所述时域上的所述至少两个导频观测值来更新频率跟踪环路。

25. 根据权利要求21所述的方法, 其中所述第一组导频符号包括在所述时域上彼此间的第一时间间隔内接收的一对导频符号, 所述方法还包括:

在所述时域上的所述第一组导频符号的第二时间间隔内在所述无线通信设备处接收第三组导频符号; 以及

在所述第二时间间隔内在所述无线通信设备处接收第四组导频符号,

所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔, 并且所述第三组导频符号和所述第四组导频符号包括经修改的第二公共参考信号。

26. 根据权利要求25所述的方法, 还包括:

基于在所述第二时间间隔期间的对信道变化的观测值, 计算对传送了所述第一组导频符号和所述第三组导频符号的信道的精细分辨率频率误差。

27. 根据权利要求26所述的方法, 还包括:

基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值, 来对所述精细分辨率频率误差进行去混叠。

28. 根据权利要求21所述的方法, 其中所述第一数量的资源元素和所述第二数量的资源元素被安置在所述频域上的不同的子载波处, 所述接收所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进一步包括:

接收用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述第一组导频符号的第一子集; 以及

接收用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述第一组导频符号的第二子集,

其中所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

29. 根据权利要求28所述的方法, 还包括:

基于对所接收的所述第一组导频符号的所述第二子集进行解扩来确定宽带信道估计; 以及

基于对所接收的所述第一组导频符号的所述第一子集进行解扩来对所述宽带信道估计进行去混叠。

## 基于半均匀导频间隔和正交覆盖码的公共参考信号设计

[0001] Jing Jiang, Joseph Binamira Soriaga, Krishna Kiran Mukkavilli, Tingfang Ji, Huilin Xu, Naga Bhushan, Raghuraman Krishnamoorti, Peter Pui Lok Ang, John Edward Smee

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求享有于2015年9月25日提交的美国非临时专利申请No.14/866,748的权益,该非临时专利申请要求享有于2014年12月19日提交的题为“Common Reference Signal Design Based on Semi-Uniform Pilot Spacing and Orthogonal Cover Code”的美国临时专利申请No.62/094,721的权益,其公开内容通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0004] 本申请涉及无线通信系统,具体地涉及半均匀导频间隔(semi-uniform pilot spacing)和正交扩频,用于在减少导频信号开销的同时仍然保持针对信道估计和其它目的的足够的密度。

### 背景技术

[0005] 诸如导频的参考信号可以被插入到发送的数据流中,以帮助接收实体进行各种功能,各种功能不仅包括信道估计而且还包括定时和频率偏移获取。参考信号通常包括发送实体和接收实体都已知的以已知的方式发送的一个或多个调制符号。由于参考信号表示系统中的开销,所以期望最小化用于发送参考信号(例如,导频)的系统资源的量。

[0006] 传统的系统采用具有变化的固定结构的各种类型的参考信号,以为自适应多天线操作提供足够的测量和估计。例如,公共参考信号是由网络中的许多(如果不是全部的话)发射机使用以助于信道估计的信号。公共参考信号可以使用固定导频结构,其在大多数信道条件下为大多数接收实体提供适当数量和分布的导频符号。然而,这种方法导致针对所有接收实体的公共开销。公共开销变得难以(例如,在大规模多输入多输出(MIMO)中)扩展到大量的发送端口,还导致可能在部分加载的或未卸载的小区中导致导频污染的密集导频结构。

[0007] 另一种类型的已知参考信号是信道状态信息参考信号(CSI-RS),其采用比用于公共参考信号的导频结构明显稀疏的固定导频结构。CSI-RS对于估计给定小区中分配给特定用户装置(UE)的频率以外的频率的信道质量是有用的。虽然CSI-RS导致较小的开销,但是间隔在时域上可能太大而无法训练频率跟踪环路。CSI-RS还可能导致在长延迟扩展信道下的混叠的(alias)信道能量响应。因此,需要用以提供更多信息以估计信道条件的参考信号间隔和结构的技术。

### 发明内容

[0008] 在本公开内容的一个方面,一种用于无线通信的方法包括:由无线通信设备的处理器将第一覆盖码应用于第一导频序列以产生包括第一公共参考信号的第一组导频符号

以及将第二覆盖码应用于第二导频序列以产生包括第二公共参考信号的第二组导频符号,其中所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交;使用第一数量的资源元素将所述第一公共参考信号递送给第一发送端口;使用第二数量的资源元素将所述第二公共参考信号递送给第二发送端口;从所述第一发送端口发送所述第一公共参考信号;以及从所述第二发送端口发送所述第二公共参考信号。

[0009] 在本公开内容的另一方面,无线通信设备包括:处理器,其被配置为:将第一覆盖码应用于第一导频序列以产生包括第一公共参考信号的第一组导频符号以及将第二覆盖码应用于第二导频序列以产生包括第二公共参考信号的第二组导频符号,其中所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交;使用第一数量的资源元素递送所述第一公共参考信号用于传输;使用第二数量的资源元素递送所述第二公共参考信号用于传输;以及收发机,其包括第一发送端口和第二发送端口,所述第一发送端口被配置为发送所述第一公共参考信号,所述第二发送端口被配置为发送所述第二公共参考信号。

[0010] 在本公开内容的另一方面,一种其上记录有程序代码的计算机可读介质包括程序代码,其包括:用于使无线通信设备将第一覆盖码应用于第一导频序列以产生包括第一公共参考信号的第一组导频符号以及将第二覆盖码应用于第二导频序列以产生包括第二公共参考信号的第二组导频符号的代码,其中所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时间和频域上彼此正交;用于使所述无线通信设备使用第一数量的资源元素将所述第一公共参考信号递送给第一发送端口的代码;用于使所述无线通信设备使用第二数量的资源元素将所述第二公共参考信号递送给第二发送端口的代码;用于使所述无线通信设备从所述第一发送端口发送所述第一公共参考信号的代码;以及用于使所述无线通信设备从所述第二发送端口发送所述第二公共参考信号的代码。

[0011] 在本公开内容的另一方面,一种用于无线通信的方法包括:在无线通信设备处接收使用一定数量的资源元素并以第一覆盖码扩展的第一组导频符号;在所述无线通信设备处接收使用第二数量的资源元素并以第二覆盖码扩展的第二组导频符号,所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交,所述第一组导频符号和所述第二组导频符号包括公共参考信号;以及在频域上对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行解扩,以恢复时域上的至少两个导频观测值。

## 附图说明

[0012] 图1示出了根据本公开内容的各个方面的无线通信网络。

[0013] 图2是示出根据本公开内容的各个方面的示例性发射机系统的框图。

[0014] 图3A示出了根据本公开内容的各个方面的针对在无线通信网络中使用多个发送端口的公共参考信号复用设计的下行链路帧结构。

[0015] 图3B示出了根据本公开内容的各个方面的针对在无线通信网络中使用多个发送端口的公共参考信号复用设计的下行链路帧结构。

[0016] 图4是示出根据本公开内容的各个方面的用于支持使用多个发送端口来复用的公共参考信号的在基站和UE之间的一些信令方面的协议图。

[0017] 图5A是示出根据本公开内容的各个方面的用于使用多个发送端口来产生和复用公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0018] 图5B是示出根据本公开内容的各个方面的用于利用在多个接收机端口处接收的公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0019] 图6示出了根据本公开内容的各个方面的针对用半均匀时域布置的公共参考信号的下行链路帧结构。

[0020] 图7A是示出根据本公开内容的各个方面的用于用半均匀时域布置产生和发送公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0021] 图7B是示出根据本公开内容的各个方面的用于利用用半均匀时域布置接收的公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0022] 图8示出了根据本公开内容的各个方面的用半均匀频域布置的公共参考信号间隔。

[0023] 图9A是示出根据本公开内容的各个方面的用于用半均匀频域布置产生和发送公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0024] 图9B是示出根据本公开内容的各个方面的用于利用用半均匀频域布置接收的公共参考信号的示例性方法的流程图。

[0025] 图10示出了根据本公开内容的各个方面的用半均匀频域布置和半均匀时域布置两者的公共参考信号间隔。

## 具体实施方式

[0026] 以下结合附图阐述的详细描述旨在作为各种配置的描述,并且不旨在表示可以实践本文所描述的概念的唯一配置。详细描述包括具体细节,目的是提供对各种概念的透彻理解。然而,对于本领域技术人员显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践这些概念。在某些情况下,众所周知的结构和组件以框图形式示出,以避免模糊这些概念。

[0027] 本文描述的技术可以用于各种无线网络,诸如CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA和其它网络。术语“网络”和“系统”通常可互换使用。CDMA网络可以实现诸如通用陆地无线电接入(UTRA)、cdma2000等的无线电技术。UTRA包括宽带CDMA(WCDMA)和CDMA的其它变体。cdma2000涵盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。TDMA网络可以实现诸如全球移动通信系统(GSM)的无线电技术。OFDMA网络可以实现诸如演进UTRA(E-UTRA)、超移动宽带(UMB)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE802.20、Flash-OFDMA等的无线电技术。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LTE-Advanced(LTE-A)是使用E-UTRA的UMTS的新版本。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A和GSM在来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文档中描述。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述无线网络和无线电技术以及诸如下一代(例如,第五代(5G))网络的其它无线网络和无线电技术。

[0028] 本公开内容的各实施例引入了用以通过提供在时域和频域上正交的诸如导频符号的公共参考信号以替代宽带应用中的现有公共参考信号和信道状态信息参考信号(CSI-RS)的功能来减少导频开销的系统和技术。还引入了用于在频域和时域两者上的半均匀导频间隔的系统和技术。

[0029] 在一个实施例中,用在时域和频域上正交的覆盖码对导频序列进行编码,这导致生成了在时域和频域两者上包括多个导频符号的第一组导频符号用于在第一/第二发送端



口的传输,并导致生成了在时域和频域两者上类似地多维的第二组导频符号用于传输。接收实体在时域和频域中的一者或两者上对这些组导频符号进行解扩,以用与现有导频结构可用的相比而言较大的捕捉范围(pull in range)来获得较好的频率和时域估计,其中现有导频结构只能在一个域上或另一个域上被解扩。利用在时域和频域上正交的公共参考信号,接收实体可以以增加的分辨率在两个域上对导频符号进行解扩,以获得更好的信道估计、频率跟踪、时间跟踪、多普勒估计以及在估计信道条件并进行调整以改进通信时有用的其它测量。

[0030] 在另一个实施例中,所述组的导频符号在时间上被间隔开用于传输,使得第一对导频符号以相对小的第一时间间隔被分开。第二对导频符号与第一对导频符号被间隔开相对大的第二时间间隔。在接收端,可以使用第一对导频符号来产生频率误差的粗略估计,并且可以使用第一对和第二对之间相对大的时间间隔来产生频率误差的精细分辨率估计。粗略估计进一步例如通过对精细分辨率估计进行去混叠(de-alias)来细化精细分辨率估计。各组导频符号还可以或替代地在频率上被间隔开,使得在选择频带内存在被整个频带带宽内的例如处于周围频率以及该选择的频带中的一组稀疏的导频符号包围的且与该组稀疏的导频符号重叠的一组密集的导频符号。该组密集的导频符号提供长时域窗口用于信道估计,而该组稀疏的导频符号提供宽带信道估计以捕获跨带宽的信道估计,该组密集的导频符号可以对该跨带宽的信道估计进行去混叠以获得更好的分辨率。

[0031] 图1示出了根据本公开内容的各个方面的无线通信网络100。无线网络100可以包括多个基站110。例如,基站110可以包括处于LTE上下文中的演进节点B(e节点B)。基站还可以被称为基站收发台或接入点。

[0032] 如图所示,基站110与用户装置(UE) 120进行通信。UE 120可以经由上行链路和下行链路 with 基站110进行通信。下行链路(或前向链路)是指从基站110到UE 120的通信链路。上行链路(或反向链路)是指从UE 120到基站110的通信链路。

[0033] UE 120可以分散在整个无线网络100中,并且每个UE 120可以是固定的或移动的。UE还可以被称为终端、移动站、订户单元等。UE 120可以是蜂窝电话、智能电话、个人数字助理、无线调制解调器、膝上型计算机、平板计算机等。无线通信网络100是本公开内容的各个方面适用到的网络的一个示例。

[0034] 本公开内容的各实施例虽然涉及任何类型的调制方案,但是正交频分复用(OFDM)被使用作为代表性调制。OFDM是一种多载波调制技术,其将整个系统带宽有效地划分为多个(K)正交频率子带。这些子带还可以被称为音调、子载波、音调(bin)和频率信道。利用OFDM,每个子带与可以用数据调制的相应子载波相关联。在每个OFDM符号周期中,可以在K个子带上发送多达K个调制符号。

[0035] 导频符号可以是发射机和接收机两者都已知的并且在子带中发送的符号。对于具有K个子带的OFDM符号,任何数量和配置的子带可以用于导频符号。例如,一半的子带可以用于导频符号,并且其余的子带可以用于其它目的例如用于发送数据符号或控制符号,或者其余的子带可以根本不被使用。如本文所使用地,导频符号是指如相关领域的技术人员将认识到的一种参考信号。为了简化讨论,在本文将可互换地进行对“导频”和“导频符号”的引用作为示例性参考信号。示例性导频结构包括导频密度和安置(placement)的组合(例如,每单位时间或每单位频率的导频符号数)。

[0036] 本文描述的导频传输和信令技术可以用于单输入单输出 (SISO) 系统、单输入多输出 (SIMO) 系统、多输入单输出 (MISO) 系统以及多输入多输出 (MIMO) 系统。这些技术可以用于基于OFDM的系统和其它多载波通信系统。这些技术也可以用于各种OFDM子带结构。

[0037] 图2是示出根据本公开内容的某些方面的, MIMO系统200中的示例性发射机系统210 (例如, 基站110) 和接收机系统250 (例如, UE 120) 的框图。在发射机系统210处, 针对多个数据流的业务数据从数据源212被提供给发射 (TX) 数据处理器214。

[0038] 在下行链路传输中, 例如, 每个数据流通过相应的发射天线被发送。TX数据处理器214基于为每个数据流选择的特定编码方案对该数据流的业务数据进行格式化、编码和交织以提供编码数据。

[0039] 可以使用OFDM技术将每个数据流的编码数据与导频数据进行复用。导频数据 (例如, 导频序列) 通常是以已知方式处理的已知数据模式, 并且可以在接收机系统处用于估计信道响应或其它信道参数。导频数据可以被格式化成导频符号。在OFDM符号内的导频符号的数量和导频符号的安置可以由处理器230执行的指令来确定。

[0040] 然后, 基于为每个数据流选择的特定调制方案 (例如, BPSK、QSPK、M-PSK或M-QAM), 针对该数据流的经复用的导频和编码数据进行调制 (即符号映射), 以提供调制符号。每个数据流的数据速率、编码和调制可以由处理器230执行的指令来确定。每个帧中的导频符号的数量和导频符号的安置也可以由处理器230执行的指令来确定。

[0041] 处理器230可以使用被设计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、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或上述各项的任何组合来实现。处理器230还可以被实现为计算设备的组合, 例如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP内核的一个或多个微处理器、或任何其它此类配置。

[0042] 发射机系统210还包括存储器232。存储器232可以是能够存储信息和/或指令的任何电子部件。例如, 存储器250可以包括随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、RAM中的闪存器件、光存储介质、可擦除可编程只读存储器 (EPROM)、寄存器或其组合。在一个实施例中, 存储器232包括非暂时性计算机可读介质。

[0043] 指令或代码可以存储在由处理器230可执行的存储器232中。术语“指令”和“代码”应被广义地解释为包括任何类型的计算机可读语句。例如, 术语“指令”和“代码”可以指一个或多个程序、例程、子例程、功能、过程等。“指令”和“代码”可以包括单个计算机可读语句或多个计算机可读的语句。

[0044] 然后将所有数据流的调制符号提供给TX MIMO处理器220, TX MIMO处理器220可以进一步处理调制符号 (例如, 用于OFDM)。TX MIMO处理器220然后向 $N_T$ 个发射机 (TMTR) 222<sub>a</sub>到222<sub>t</sub>提供 $N_T$ 个调制符号流。在一些实施例中, TX MIMO处理器220将波束成形权重应用于数据流的符号和从其正在发送符号的天线。发射机系统210包括仅具有一个天线或具有多个天线的实施例。

[0045] 每个发射机222接收并处理相应的符号流以提供一个或多个模拟信号, 并且进一步对模拟信号进行调节 (例如, 放大、滤波和上变频) 以提供适于在MIMO信道上传输的调制信号。然后从 $N_T$ 个天线224<sub>a</sub>到224<sub>t</sub>分别发送来自发射机222<sub>a</sub>到222<sub>t</sub>的 $N_T$ 个调制信号。本文描述的技术还适用于仅具有一个发射天线的系统。使用一个天线的传输比多天线场景简单。

例如,在单个天线情况下可能不需要TX MIMO处理器220。

[0046] 在接收机系统250处,所发送的调制信号由 $N_R$ 个天线252<sub>a</sub>至252<sub>r</sub>接收,并且来自每个天线252的接收信号被提供给相应的接收机(RCVR) 254<sub>a</sub>至254<sub>r</sub>。每个接收机254对相应的接收信号进行调节(例如,滤波、放大和下变频),数字化经调节的信号以提供采样,以及进一步处理采样以提供对应的“接收”符号流。本文描述的技术还适用于仅具有一个天线252的接收机系统250的实施例。

[0047] 然后,RX数据处理器260基于特定的接收机处理技术来接收并处理来自接收机254<sub>a</sub>至254<sub>r</sub>的 $N_R$ 个接收符号流,以提供 $N_T$ 个检测到的符号流。然后,RX数据处理器260根据需要对每个检测到的符号流进行解调、解交织和解码,以恢复数据流的业务数据。RX数据处理器260的处理可以与发射机系统210处的TX MIMO处理器220和TX数据处理器214执行的处理互补。

[0048] 由RX数据处理器260提供的信息允许处理器270产生诸如信道状态信息(CSI)和其它信息的报告,以提供给TX数据处理器238。处理器270制定包括CSI和/或导频请求的反向链路消息,以发送到发射机系统。

[0049] 处理器270可以使用被设计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、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或上述各项的任何组合。处理器270还可以被实现为计算设备的组合,例如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP内核的一个或多个微处理器、或任何其它此类配置。

[0050] 反向链路消息可以包括关于通信链路和/或所接收的数据流的各种类型的信息。反向链路消息可以由TX数据处理器238处理,由TX MIMO处理器280调制,由发射机254<sub>a</sub>至254<sub>r</sub>调节,并被发送回发射机系统210。如图所示,TX数据处理器238还可以接收来自数据源236的针对多个数据流的业务数据。

[0051] 在发射机系统210处,来自接收机系统250的调制信号由天线224接收,由接收机222调节,由解调器240解调,并由RX数据处理器242处理,以提取接收机系统250发送的反向链路消息。

[0052] 图3A-3B示出了根据本公开内容的各个方面的针对在无线通信网络(例如,图1所示的无线通信网络)中使用多个发送端口的导频信号复用设计的下行链路帧结构。下行链路的传输时间线可以被划分为传输时间间隔(TTI)的单元(未在图3A或3B中示出)。TTI可以与从较高网络层传送到无线电链路层的数据块的大小有关。在一些实施例中,诸如OFDM符号的符号的持续时间是固定的,并且在每个TTI期间存在预定数量的符号周期。例如,作为示例,每个TTI可以是任何数量的符号周期,例如8、10或12个符号周期。在一个示例中,每个TTI可以包括8个OFDM符号周期,并且符号周期被分配有索引用于跟踪目的。在一TTI期间的传输可以被称为帧、子帧或数据块。OFDM符号周期是示例性时隙。

[0053] 多个资源元素可以是可用在每个OFDM符号周期中的。每个资源元素可以在一个符号周期中覆盖一个子载波,并且可以用于发送一个调制符号,其可以是实数值或复数值。

[0054] 如图3A-3B的每一个所示,作为说明性示例,每个OFDM符号有11个资源元素。如图所示,这些资源元素被分配了索引0到11。导频符号在指定的资源元素中被发送,并在图3A和3B中被标记为“+”或“-”,如下面更详细地讨论地。其余的资源元素是可用于诸如数据符

号或控制符号的其它类型的符号的,或者仅仅是未被使用或被消音的。如将认识到地,在TTI中还有其它符号周期,为了便于说明而未在图3A-3B中示出这些其它符号周期。

[0055] 图3A-3B中的导频结构表示从至少两个天线端口发送的信号格式。例如,在MIMO系统中,所示的帧结构从端口306和312这两个端口发送。来自多个天线中的每个天线可以发送相同或不同的导频结构。在一个实施例中,所示的导频结构由接收天线接收,并且可以是作为来自接收实体处的多个天线的信号之和的复合的信号(例如,公共参考信号)的一部分。

[0056] 图3A示出了根据示例性实施例的两个发送端口306和312的导频结构。如将认识到地,根据本公开内容的实施例,可以从另外的发送端口发送更多的导频结构。为了简单起见,以下讨论将重点放在作为示例的两个发送端口。根据图3A中的实施例,导频符号在给定TTI中的OFDM符号周期0和1(分别被示为针对端口306和312中的每一个的两列)中被发送。在周期0和1中,导频符号在资源元素0、2、4、6、8和10中被发送。如将被认识到地,比所显示的资源元素多或少的资源元素可以替代地被使用或是可用的。此外,可以在每个TTI的不同的周期中,例如,举一些例子,在每个TTI的开始或结束时,发送导频符号。举一些例子,导频符号可以用于信道估计、频率跟踪和时间跟踪,以用于对物理信道的相干解调。

[0057] 首先聚焦在图3A的端口306,可以例如向上述关于图2讨论的TX数据处理器214提供第一导频序列302。第一导频序列302通过与正交覆盖码304相乘来被复用。正交覆盖码304可以是例如沃尔什-哈达玛覆盖码。在给出的示例中,正交覆盖码304是长度为4的码字(例如,从 $4 \times 4$ 沃尔什矩阵的行获取的码),其在图3A中被示出为 $2 \times 2$ 矩阵中的 $\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$ 。其它长度也是可能的,如相关领域的技术人员将会认识到地。在图3A的示例中,正交覆盖码304被应用,以便在时域和频域上提供多重维度。例如,对于第一子载波0,在 $2 \times 2$ 矩阵的顶行中示出的前两个值(这里为1和-1)被应用于两个符号周期上。在 $2 \times 2$ 矩阵的底行中示出的最后两个值(这里为-1和1)在相同的两个符号周期中被应用于第二子载波2上。

[0058] 如图3A所示,正交覆盖码304与第一导频序列302的使用导致生成在针对端口306的列中示出的导频符号结构。以组314为例,资源元素0的周期0中的导频符号具有正值(例如,+1),而资源元素0的周期1中的导频符号具有负值(例如,-1)。作为另一示例,资源元素2的周期0中的导频符号具有负值(例如,-1),而资源元素2的周期1中的导频符号具有正值(例如,+1)。这是如上讨论的特定正交覆盖码304的结果。然后,跨另外的子载波在针对第一端口306的其它组中重复此模式,如在图3A中可以看到地。在扩展之后,经扩展的序列被提供给第一端口306以进行传输。

[0059] 第二导频序列308也被提供例如给TX数据处理器214。在图3A的实施例中,导频序列302和308是不相同的,例如,导频序列302和308彼此不同。第二导频序列308通过与正交覆盖码310相乘来被复用。正交覆盖码310也可以是沃尔什-哈达玛覆盖码。如图所示,正交覆盖码310具有 $2 \times 2$ 矩阵中所示的序列 $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。如将认识到地,正交覆盖码310与正交覆盖码304正交。这些码可以是例如取自具有相互正交的行的沃尔什矩阵的不同的行。在图3A的示例中,正交覆盖码310被应用,以便在时域还有频域上提供多重维度。例如,对于第一子载波0,在 $2 \times 2$ 矩阵的顶行中示出的前两个值(这里为1和1)被应用于两个符号周期上。在 $2 \times 2$ 矩阵的底行中示出的最后两个值(这里为1和1)在相同的两个符号周期中被应用于第二子载波2上。在一些实施例中,第一和第二端口306、312处的符号周期是相同的。

[0060] 如图3A所示,正交覆盖码310与第二导频序列308的使用导致生成在针对第二端口312的列中示出的导频符号结构。以组316为例,资源元素0和2的周期0和1中的导频符号中的每个都具有正值(例如,+1)。转到组318,资源元素4和6的周期0和1中的导频符号中的每个都具有负值(例如,-1)。由于相同的正交覆盖码310被应用于组316和318中的每一个,所以组318中的导频符号的值示出了第二导频序列308在两个组316和318之间变化。例如,如图3A所示,可以看出,第一导频序列302可以包括一系列的1值(例如,[1 1 1 1 ... n])。相比而言,第二导频序列308可以包括1和-1值两者(例如,[1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 ... n])。第二导频序列308的这种模式可以跨另外的子载波在针对第二端口312的其它组中被重复,如在图3A中可以看出地。在通过正交覆盖码310进行扩展之后,可以将经扩展的序列提供给第二端口312进行传输。

[0061] 经扩展的序列然后由多个天线从第一和第二端口306和312发送。在一个实施例中,通过在每个端口处使用相同或不同的扰码,经扩展的序列在传输之前在频域上被另外加扰。可以看出,端口306和312中的每一个在相同的资源元素(例如,0和2等)的相同的周期(例如,0和1)中发送其相应的导频符号,并且因此可以导致生成由在端口306处产生的导频符号和在端口312处产生的导频符号的组合组成的经复用的复合导频符号对。在第一和第二端口306和312处复用的上述模式被用于公共参考信号。因为其在时域和频域两者上都利用了二个资源元素,所以本公开内容的各实施例为公共参考信号和CSI-RS两者提供了替代的参考信号。基于此,传统的公共RS是经频分复用(FDM)的,使得两个发送端口处的符号彼此不重叠,而CSI-RS是在时域上而不是频域上被扩展。

[0062] 相比之下,从端口306和312发送的信号在时域和频域两者上彼此正交,使得可以在频域和时域两者上恢复数据。在本公开内容的各实施例中,可以因此降低导频开销。从端口306和312发送的信号可以用于数据解调以外的目的。这与用于数据解调的参考信号(诸如解调参考信号(DMRS))形成对比。DMRS是必须与实际数据一起发送的且特定于个体用户的参考信号。换句话说,DMRS仅当UE具有要发送的数据时才存在;否则,DMRS(在上行链路或下行链路中)不被发送,并因此不能用于时间或频率校正(因为其是不存在的)或用在连接建立期间等。相比之下,根据本公开内容的各实施例的经修改的公共参考信号可以用于所有UE的频率和时间跟踪校正(而不管连接状态),这是因为其在无论是否存在数据(例如,UE是空闲的还是连接的)时都被发送。可以代替地使用从端口306和312发送的公共参考信号,用于信道状态反馈、跟踪环路和控制信道解调,这里仅举几个例子。这些目的不必支持处于高信噪比的甚高数据吞吐量。例如,本公开内容的各实施例中的SNR上限可以被设置为大于10dB。

[0063] 在接收端处,诸如UE 250的接收实体在对应的接收机(诸如RCVR 254a和254b)处接收复合信号的两个经扩展的序列。RCVR 254对其相应的接收信号进行调节,数字化经调节的信号,并产生接收到的符号流。诸如图2的RX数据处理器260的处理器从接收机接收符号流,并将检测到的符号流解扩和/或对所接收的符号流执行一个或多个信道估计方案。在本公开内容的各实施例中,通过在频域和时域两者上提供(且在每个域中是正交的)多个符号,所接收的符号流可以在时域和频域中的一者或两者上被解扩,或者在时间和频率两者上被联合地执行信道估计。

[0064] 与传统上可能根据仅在一个域上扩展的参考信号得到的信道估计窗口相比,在时

域上的解扩将信道估计窗口增加一倍,并且增加了时间跟踪环路的捕捉范围。因此,如果处理器在时域上解扩接收的符号流,则将在时域上恢复一个导频观测值(例如,一个导频符号),而将与传统上发生的那样相比在频域上恢复较密集的导频。利用这种较密集的导频和增加的窗口,可以在频域上对信道进行更好的估计,例如该信道在估计长信道延迟扩展时被使用。

[0065] 在频域上的解扩支持用于频率跟踪环路的较宽的捕捉范围,例如在18kHz上。如果处理器在频域上解扩接收到的符号流,则将在时域上恢复两个导频观测值(例如,两个导频符号),而将在频域上恢复较稀疏的导频(例如,与上述通过在时域上进行解扩来恢复的导频相比而言较稀疏)。利用两个导频观测值,可以执行频率跟踪。在一个实施例中,处理器可以在时域和频域两者上对接收的符号流进行解扩。如将认识到地,可以交替地在两个域中的仅一个域上解扩接收到的符号流,或者可以根据经二维正交覆盖编码的导频来联合地导出信道估计。

[0066] 图3B示出了根据另一示例性实施例的两个发送端口306和312的导频结构。为了简化讨论的目的,重点将放在与上面关于图3A讨论过的方面不同的方面上。在图3B中,相同的导频序列320被提供用于在端口306和312中的每一个处的最终传输(取代图3A中的不同的导频序列302、308)。如上面关于图3A所讨论地,导频序列320通过与正交覆盖码304相乘而被复用,这导致生成了在针对端口306的列中所示的导频符号结构。

[0067] 如上面关于图3A所讨论地,导频序列320的副本也通过与正交覆盖码310相乘而被复用,这导致生成了在针对端口312的列中所示的导频符号结构。可以看出,由于正交覆盖码310是 $[1 \ 1 \ 1 \ 1]$ ,并且相同的导频序列320被提供给每个端口,所以所得到的导频符号具有与初始导频序列320相同的值。以组316为例,资源元素0和2的周期0和1中的导频符号中的每个都具有正值(例如,+1)。转到组318,资源元素4和6的周期0和1中的导频符号中的每个也都具有正值。可以看出,导频序列320可以包括一系列的1值(例如, $[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ \dots \ n]$ )。可以跨另外的子载波在针对第二端口312的其它组中重复此模式,如在图3B中可以看到地。

[0068] 然后,经扩展的序列从第一和第二端口306和312发送。在一个实施例中,第一端口306处的经扩展的序列在传输之前在频域上被另外加扰,而第二端口312处的经扩展的序列没有这样。在这种场景下,第一端口306处的经扩展的序列的快速傅立叶逆变换(IFFT)对应于第一端口306的信道冲激响应长度的一半的时域偏移。在另一实施例中,如果随机扰频序列被应用于第二端口312处的经扩展的序列,那么当估计一个端口的信道冲激响应时,来自另一端口的信道可能成为噪声基底。

[0069] 图3B中的实施例可能适合于在其中存在相对低的信道延迟扩展的情况。在这种情况下,对于来自第一端口306的接收到的符号流,从第二端口312发送的接收到的符号流可能表现为混叠信号,其可以在信道估计期间被处理和解决。

[0070] 图3A中的实施例可能适合于当信道延迟扩展不低时。任何一个端口的传输可能表现为对从另一个端口发送的信号干扰,其可以被适当地处理以消除噪声,如相关领域的技术人员将会认识到地。关于使用图3A的实施例还是图3B的实施例的决定可以是预定的(例如在网络部署时),或者可以例如基于接收实体偏好(例如,UE的偏好或请求)来被动态确定。

[0071] 为便于说明,以上讨论的重点放在两个发送端口上。如将认识到地,在MIMO系统中

可以有两个以上的发送端口/天线。在一个实施例中,可以在其它的端口/天线对处重用相同的模式。替代地,可以在其它的端口/天线对处使用不同的覆盖码来产生不同的模式,所述不同的覆盖码保持成对的正交性以及从前两个端口的正交性。

[0072] 图4是示出根据本公开内容的各个方面的在诸如基站110的发送实体与诸如UE 120的接收实体之间的一些信令方面的协议图,这些信令方面用于支持使用正交覆盖码和多个发送端口来复用的公共参考信号。

[0073] 在动作402中,分开的覆盖码被应用于针对基站110处的两个发送端口中的每一个的导频序列。利用了另外处理的这些覆盖码导致生成在时间和频域两者上彼此正交的针对每个端口的导频符号。例如,(例如,来自沃尔什矩阵的不同的行的)分开的沃尔什码可以被应用于每个导频序列,以导致生成每子带在时域上的两个符号、以及每组两个子带。导频序列对于每个端口可以是不同的、或者相同的,如上面针对图3A和3B分别讨论地。

[0074] 在动作404中,导频符号是例如使用相同的资源元素来从基站110的诸如上面图3A和3B所示的端口306和312两个发送端口发送的,这导致生成复合的导频符号对。

[0075] 在动作406中,UE 120用对应的接收机接收复合的导频符号对中的导频符号,并在时域和/或频域上对所接收的导频符号进行解扩。这之所以可行,是因为基站从每个发送端口在时域和频域两者上发送了多个导频符号。在时域上的解扩导致与原本可用的导频符号相比在频域上对导频符号的较密集的扩展(例如,用以估计长信道延迟扩展),并且在频域上的解扩导致在时域上恢复多个导频符号。

[0076] 在动作408中,经解扩,UE 120执行信道估计、频率跟踪和/或时间跟踪。例如,当所接收的导频符号在时间上被解扩时,UE 120执行信道估计和/或时间跟踪环路。当所接收的导频符号在频率上被解扩时,UE 120更新频率跟踪环路具有较宽的捕捉范围。在一个实施例中,UE 120在时间和频率两者上进行解扩,以在时间或频域上利用较大的时间和频率捕捉范围和较密集的导频结构(分别在频率和时间上进行解扩)。

[0077] 在动作410中,UE 120对基站110进行响应。例如,UE 120可以响应于根据信道估计、时间跟踪和/或频率跟踪导出的信息来修改一个或多个参数(仅举几个例子)并且使用经修改的参数来对基站110进行响应。此外,UE 120可以包括作为返回给基站110的响应的一部分使用的关于信道质量的信息。

[0078] 基站110还可以测量所使用的信道的特性,例如多普勒扩展、信道延迟扩展、干扰测量和/或信号噪音加干扰比。例如,基站110可以使用上行链路测量来改变包括用于导频符号构造(formation)的导频序列的下行链路数据结构。

[0079] 图5A是示出根据本公开内容的各个方面的用于使用多个发送端口来生成和复用公共参考信号的示例性方法500的流程图。方法500可以在与一个或多个UE 120通信的基站110中被实现。方法500可以在上面图2的发射机系统210中被实现。指令或代码可以被存储在存储器232中,且由发射机系统210中的处理器230和/或TX数据处理器214可执行以实现方法500。

[0080] 在步骤502处,处理器接收用于两个发送端口的导频序列。例如,TX数据处理器214可以从数据源212或从其它来源接收导频序列。在一个实施例中,处理器接收两个分开的导频序列,对于每个发送端口接收一个导频序列。在另一实施例中,处理器接收将以针对不同的发送端口的不同的覆盖码被复用的相同的导频序列。



[0081] 在步骤504处,处理器将第一覆盖码应用于第一导频序列。作为将第一覆盖码应用于第一导频序列的结果,针对第一发送端口生成了多个导频符号,例如,在TTI中在不同的两个子带两者中在不同的两个符号周期中的两个导频符号。

[0082] 在步骤506处,处理器将第二覆盖码应用于第二导频序列。第一和第二覆盖码在时域和频域两者上彼此正交。作为将第二覆盖码应用于第二导频序列的结果,针对第二发送端口生成了多个导频符号,例如在TTI中的不同的两个子带两者中在不同的两个符号周期中的两个导频符号。

[0083] 在步骤508处,处理器将导频符号提供给她相应的发送端口,例如提供给发射机222a和222b,并且导频符号是作为数据流在其相应的发射天线上发送的。由于可以在相同的时隙中使用相同的资源元素来发送相应的发送端口处的导频符号,所以这些导频符号可以在空中传输期间构成复合的导频符号对。

[0084] 图5B是示出根据本公开内容的各个方面的用于利用在多个接收机端口处接收的公共参考信号的示例性方法520的流程图。方法520可以在与基站110通信的UE 120中被实现。方法520可以在上面图2的接收机系统250中被实现。指令或代码可以存储在存储器272中,且由接收机系统250中的处理器270和/或RX数据处理器260可执行以实现方法520。

[0085] 在步骤522处,接收机在两个接收机(诸如接收机254a和254b)处接收从基站110处的两个发送端口发送的导频信号。接收机254a和254b可以调节其相应的接收信号,数字化经调节的信号,并生成接收到的符号流。

[0086] 在步骤524处,处理器在时域上解扩接收的符号流。在时域上的解扩导致生成在时域上的一个观测值观察,同时增加频域上的分辨率,例如,导致生成与通常可以被恢复的导频符号相比而言较密集的导频符号集合,并导致生成与传统上可行的相比而言较大的信道估计窗口和捕捉范围。

[0087] 在步骤526,处理器在频域上解扩接收的符号流。在频域上的解扩导致利用与传统上可行的相比而言较宽的频率捕捉范围生成在时域上的至少两个观测值,同时导致生成在频域上的较稀疏的导频符号集合。尽管在两个分开的步骤中描述,但是将认识到,如果存在足够的处理能力/可用性,则可以顺序地(以任一顺序)或同时执行时域和频域上的解扩动作。此外,处理器可以仅在时域和频域上进行解扩。也就是说,在某些情况下仅执行步骤524和526中的一个。

[0088] 在步骤528,根据在频域上的解扩而在时域和频域上恢复的观测值被应用于时间跟踪环路和/或信道估计。

[0089] 在步骤530,根据在时域上的解扩而在时域和频域上恢复的观测值被应用于频率跟踪环路,以解决可能在信道中引入的任何频率误差。虽然步骤528和530已经被描述为两个分开的步骤,但是将认识到不同的环路和估计可以以任何顺序以及同时发生。

[0090] 除了增加频域和时域上的分辨率之外,还有如下机会:减少与不同的参考信号(诸如公共参考信号和CSI参考信号)相关联的开销,同时仍然保持足够的密度以辅助信道估计和其它功能。这可以通过根据本公开内容的各实施例将时域和/或频域上的导频符号唯一地间隔开来实现。

[0091] 图6示出了根据本公开内容的各个方面的用于用半均匀时域布置的公共参考信号的下行链路帧结构600。下行链路帧结构600包括用于粗略频率误差确定的小符号距离和用



于精细频率误差确定的大符号距离。下行链路帧结构600是从接收机系统250的角度来看的例如在导频信号被接收、调节和解码之后的视图。

[0092] 构成粗略频率分辨率602的第一组导频符号被恢复。如图所示,在子载波0上在前两个符号周期中恢复导频符号。还在子载波2、4、6、8和10上在同样的两个符号周期中恢复另外的导频符号。导频符号还可以在更多或更少的子载波中被恢复,如将被认识到地。图6的下行链路帧结构600中留空的资源元素空格可以用数据符号和/或各种控制符号填充。如图所示,下行链路帧结构600中的导频符号对可以表示从发送实体的任何一个天线端口(例如,图3A/3B中的端口306或端口312)发送的符号对,或者可以表示在相同的资源元素和时间从多个天线端口发送的复合的符号对,从而在构成复合的导频符号对的元素(例如,来自每个发送端口的构成的导频符号对)中提供正交性。

[0093] 这发生在第一TTI中。如将认识到地,可以在与前两个符号周期不同的符号周期内发送和接收导频符号。此外,虽然在相邻的符号周期中被描绘,粗略分辨率602中的符号对可以替代地位于分离的给定数量的符号周期中同时仍然在相同的TTI内。粗略分辨率602中的符号对之间的较小距离提供了对在信道中引入的频率误差的宽范围估计。其提供较大的捕捉范围,以提供对频率误差的粗略估计。粗略分辨率602中的符号对可以以诸如(仅举几个例子)在15和75 $\mu$ s之间或在25和30 $\mu$ s之间的小于100 $\mu$ s的范围而被间隔开。在一个实施例中,粗略分辨率602中的符号对是根据上述实施例在诸如基站110的发射实体处由正交覆盖码来扩展的(例如,与使用与第一个覆盖码正交的覆盖码的另一发送端口处的另一个符号对相比同时地)。

[0094] 在第二TTI中,(在时域上的具有跨子载波的多个导频符号的)第二组导频符号被恢复。第一组导频符号和第二组导频符号之间的时间距离构成精细分辨率604。精细分辨率604提供了关于在信道中引入的频率误差量的高等分辨率。精细分辨率604中的符号对可以以(仅举几个例子)诸如约400 $\mu$ s或500 $\mu$ s的大于200 $\mu$ s的范围间隔开。信道中的频率误差成为随时间的信道变化。因此,随着各组导频符号之间的时间距离增加,其提供了用以观测信道在较长时间段内如何变化的机会,这导致了对频率误差的更准确的估计。

[0095] 如果信道中的频率误差增加到超过 $\pi$ 的点,则发生混叠,该混叠应被解决以提供准确的误差估计。粗略分辨率602的对频率误差的宽范围估计可以用于对精细分辨率604进行去混叠。在去混叠之后,可以在频率跟踪环路中使用频率估计。

[0096] 下行链路帧结构600在构成精细分辨率606的第三TTI(例如,第二组导频符号和第三组导频符号之间的时间间隔)中,对于第三组导频符号(具有两个发送端口中的每一个处的符号对)继续如图6所示的此模式。在另一实施例中,粗略分辨率602可以用于对精细分辨率606而不是精细分辨率604进行去混叠(即,第一组导频符号602将不被用作精细分辨率估计的一部分,而是仅用于粗略分辨率估计)。

[0097] 在一个实施例中,各组导频符号的周期性是在部署时被设定的。替代地,可以例如响应于来自一个或多个接收实体的指示或请求,在操作期间动态地调整各组导频符号的周期性。例如,为了提高精细分辨率的准确性,一个或多个接收实体可以请求将这些组导频符号一起间隔开地更靠近或更远离。

[0098] 图7A是示出根据本公开内容的各个方面的用于用半均匀时域布置来产生和发送公共参考信号的示例性方法的流程图。方法700可以在与一个或多个UE 120通信的基站110

中被实现。方法700可以在上面图2的发射机系统210中被实现。指令或代码可以被存储在存储器232中,且由发射机系统210中的处理器230和/或TX数据处理器214可执行以实现方法700。

[0099] 在步骤702处,(例如,与一个或多个物理发射机相关联的)发送端口接收一组导频符号用于传输到一个或多个接收实体。例如,发射机222接收该组导频符号,诸如时域上的一对导频符号(例如,相邻的符号周期中的导频符号),并且在实施例跨多个子载波在频域上进行扩展,如图6所示地。在一个实施例中,发送端口是MIMO系统的一部分,并且发送端口构成了至少两个发射机,以接收在导频符号已根据本公开内容的各实施例通过正交覆盖码被扩展之后的导频符号。多个发送端口可以接收一组导频符号,用于例如使用相同的资源元素在相同的时间处进行的用以导致生成复合的导频符号对的传输。

[0100] 在步骤704处,发送端口使得一个或多个发射机发送该组导频符号,使得在符号周期之间有第一时间间隔。在一个实施例中,该组导频符号位于相邻的符号周期中,而在其它实施例中,存在将导频符号分开的的一个或多个符号周期。在对于多个发射机有各组经不同编码的导频符号的实施例中,多个发射机将其相应的各组导频符号发送到一个或多个接收实体处的对应接收机。

[0101] 在步骤706处,发送端口接收用于传输到一个或多个接收实体的第二组导频符号。该第二组导频符号可以在配置上与第一组导频符号相似或相同,但是处于不同的时间间隔。多个发送端口可以同样接收相应的第二组导频符号,用于例如使用相同的资源元素在相同的时间处进行的用以同样导致生成复合的导频符号对的传输。

[0102] 在步骤708,发送端口使得一个或多个发射机将第二组导频符号发送到一个或多个接收实体。第二组导频符号是在从第一组导频符号的传输起过去第二时间间隔之后发送的。第二时间间隔大于第一组导频符号中的导频符号之间的第一时间间隔。在一个实施例中,发送端口在过去第二时间间隔之后接收第二组导频符号,使得发射机可以在没有另外延迟的情况下进行传输。在另一实施例中,发送端口在过去第二时间间隔之前接收第二组导频符号。发射机然后延迟传输,直到第二个时间间隔过去为止。

[0103] 图7B是示出根据本公开内容的各个方面的用于利用用半均匀时域布置接收的公共参考信号的示例性方法720的流程图。方法720可以在与基站110通信的UE 120中被实现。方法720可以在上面图2的接收机系统250中被实现。指令或代码可以被存储在存储器272中,且由接收机系统250中的处理器270和/或RX数据处理器260可执行以实现方法720。

[0104] 在步骤722处,接收机从发送实体接收第一组导频符号。接收机可以是如上面在图2所示的接收机254。第一组导频符号可以是时域上的一对导频符号(例如,相邻的符号周期中的导频符号),并且在一些实施例中跨多个子载波在频域上进行扩展,如图6所示地。该对导频符号在时域上以第一时间间隔被扩展,该第一时间间隔可以当导频符号被安置在相邻的符号周期中时非常小、或者当在导频符号之间存在居间的一个或多个符号周期时较小。该第一时间间隔可以被描述为提供粗略分辨率,诸如图6的粗略分辨率602。在一个实施例中,接收机是MIMO系统的一部分,并且接收机构成了至少两个接收机,用以接收在导频符号已根据本公开内容的各实施例通过正交覆盖码被扩展并被发送之后的导频符号。在这样的实施例中,接收机可以处理所接收的符号以恢复时域和频域两者上的信息,如上面关于图3A、3B、4、5A和5B所讨论地(例如,在时域和/或频域上进行解扩等)。

[0105] 在步骤724处,接收机从发送实体接收第二组导频符号。在从接收到第一组导频符号开始过去第二时间间隔之后接收第二组导频符号。第二时间间隔可以被描述为提供诸如图6的精细分辨率604的精细分辨率,并且大于第一时间间隔。第二组导频符号可以在于其中接收第一组导频符号的TTI随后的TTI期间被接收。在其中接收第一组导频符号和第二组导频符号的TTI可以在时间上彼此相邻或者在时间上分开了居间的一个或多个TTI。

[0106] 在步骤726处,接收实体的诸如图2中的处理器270和/或RX数据处理器260的处理器基于第一组和第二组导频符号之间的第二时间间隔,来确定对来自信道的频率误差的精细分辨率估计。

[0107] 在步骤728处,处理器基于第一组导频符号的符号周期中的导频符号之间的第一时间间隔,来确定对来自信道的频率误差的粗略分辨率估计。这种粗略分辨率估计可以用于对频率误差的精细分辨率估计进行去混叠。在另一实施例中,可以首先确定粗略分辨率以在宽范围内设置频率误差估计,然后可以在由粗略分辨率估计设置的框架内确定精细分辨率估计。利用已被去混叠的频率误差估计,接收实体可以继续进行以更新频率跟踪循环并响应于该环路的结果进行调整。

[0108] 图8示出了根据本公开内容的各个方面的半均匀频域布置800中的公共参考信号间隔。半均匀频域布置800包括在选择频带(例如中心频带)内的一组密集的导频符号以及整个频带带宽内(包括处于包围选择的频带的宽带内并与该选择的频带内的该组密集的导频符号重叠)的一组稀疏的导频符号。该选择的频带内的该组密集的导频符号提供了更佳的对观测值的时域分辨率,以便更好地估计长延迟信道扩展。该组稀疏的导频符号使得能够实现可以捕获跨带宽的信道估计的显著宽带信道估计(significantly wideband channel estimate),该组密集的导频符号可以对该显著宽带信道估计进行去混叠以得到更好的分辨率。这些估计对于例如信道能量响应估计和时间跟踪环路是有用的。

[0109] 在图8中,示出了密集的导频频带802与稀疏的导频频带804和稀疏的导频频带806,密集的导频频带802占用了选择的频带,稀疏的导频频带804和稀疏的导频频带806一起包围密集的导频频带802的一侧、且还与密集的导频频带802中的导频符号(未示出)重叠。在一个实施例中,密集的导频频带802中的导频符号可以在大约20MHz或更小的总频带内每1-2个子载波间隔开。这只是一个例子-应当认识到,在不脱离本公开内容的范围的情况下,其它密集间隔和频带尺寸也是可以的。密集的导频频带802改进了针对时间跟踪环路的频域上的捕捉范围,还改善(扩大)了信道估计窗口尺寸。这是因为密集的导频频带802提供了宽或粗的时域窗口,其提供改进的捕捉范围和扩大的信道估计窗口。利用密集的导频频带802中的这种密集间隔,信道估计窗口可以被扩展到例如从12.5 $\mu$ s到25 $\mu$ s或更长不等。

[0110] 在一个实施例中,稀疏的导频频带804和806中的导频符号可每5-15个子载波间隔开,其中在两个稀疏的频带中总共约有250个导频符号。这些仅仅是示例性的值,并且在不脱离本公开内容的范围的情况下将会认识到稀疏的频带中的其它间隔是可行的。在所述一组稀疏的导频符号与密集的导频频带802中的所述一组密集的导频符号重叠的情况下,在一个实施例中,可以存在被安置成与该组稀疏的导频符号对应并且与该组密集的导频符号相邻的分开的导频符号。在另一实施例中,该组密集的导频符号中的选择的导频符号也可以用作该组稀疏的导频符号中的导频符号。例如在稀疏的导频频带804和806中的且与密集

的导频频带802中的该组密集的导频符号重叠的该组稀疏的导频符号,可以用于提供时域上的更精确的宽带信道估计,该宽带信道估计是通过根据密集的导频频带802的估计来被去混叠的。发送实体可以改变密集的导频频带802的子载波,以在频率选择性信道中提供鲁棒的性能,并使得随着时间的推移可以提高分辨率。

[0111] 除了提供改进的捕捉范围、信道估计窗口和时间跟踪环路更新之外,稀疏的导频频带804/806中的且与密集的导频频带802中的该组密集的导频符号重叠的该组稀疏的导频符号可以另外用作用于UE 120中的自动增益控制的一个或多个功率参考信号(功率信标),诸如当UE 120所位于的小区未被加载时。

[0112] 图9A是示出根据本公开内容的各个方面的用于用半均匀频域布置来产生和发送公共参考信号的示例性方法900的流程图。方法900可以在与一个或多个UE 120通信的基站110中被实现。方法900可以在上面图2的发射机系统210中被实现。指令或代码可以被存储在存储器232中,且由发射机系统210中的处理器230和/或TX数据处理器214可执行以实现方法900。

[0113] 在步骤902处,处理器以选择的频带内的密集构造,在频域上(诸如在先前的图中所示的不同的子载波资源元素中)安置第一组导频符号。可以在部署时选择该频带,或者可以在操作期间基于基站110处的决定或者根据来自一个或多个UE 120的请求来动态地选择该频带。

[0114] 在步骤904处,处理器以稀疏的导频构造,在包围以密集构造具有第一组导频符号的所选择的频带的并处于所选择的频带中的资源元素中,安置第二组导频符号。由此,第二组导频符号在所选择的频带的区域中与第一组导频符号重叠。

[0115] 在步骤906处,发送端口从处理器接收第一和第二组导频符号,并将经组合的一组导频符号发送給一个或多个UE 120。

[0116] 现在转向讨论图9B,其示出了根据本公开内容的各个方面的用于利用半均匀频域布置来接收的公共参考信号的示例性方法920的流程图。方法920可以在与基站110通信的UE 120中被实现。方法920可以在上面图2的接收机系统250中被实现。指令或代码可以存储在存储器272中,且由接收机系统250中的处理器270和/或RX数据处理器260可执行以实现方法920。

[0117] 在步骤922处,UE 120的接收机接收从基站110发送的经组合的一组导频符号。经组合的该组导频符号包括在选择的频带中的被一组稀疏的导频符号包围的且在该选择的频带中与该组稀疏的导频符号重叠的一组密集的导频符号。

[0118] 在步骤924处,UE 120的处理器基于该组密集的导频符号来计算宽的或粗略的时域窗口信道估计,这是因为该组密集的导频符号提供了改进的捕捉范围以及扩大的信道估计窗口。

[0119] 在步骤926处,处理器使用将所述一密集的导频符号包围(并且在选择的频带中重叠)的所述一组稀疏的导频符号来计算宽带信道状态信息估计。

[0120] 在步骤928处,处理器基于所述一密集的导频符号的粗略估计,对基于所述一组稀疏的导频符号的宽带CSI估计进行去混叠。在一个实施例中,首先计算粗略估计以在宽范围内设置时域信道估计,然后可以在由粗略估计设置的框架内来确定基于所述一组稀疏的导频符号的宽带CSI估计。利用从宽的捕捉范围已被去混叠的估计,接收实体可以继续进

行以更新时间跟踪环路以及利用CSI估计。

[0121] 虽然关于上述不同的图(例如,图6、7A-7B、8和9A-9B)讨论了半均匀时域和频域布置,但是时域和频域布置可以被组合,使得各组导频符号可以两者都表现出来,以便在单个系统中利用两者的益处。时域和频域间隔的组合反映在图10中。

[0122] 图10示出了如图所示的沿着频域轴和时域轴两者的半均匀间隔。如图10所示的沿着时间轴的相邻的符号周期中的导频符号1002和1004是关于如何在图10中示出其余的导频符号的示例。可以看出,沿着时间轴,导频符号沿着沿频率轴的任何给定子载波成对地出现。如图所示,导频符号1002和1004可以构成导频符号对。在一实施例中,其可以是单个天线端口发送的导频符号对,而在另一个实施例中,其可以是如在空中观测到的复合的导频符号对(例如,多个发送端口在通过码域上的正交覆盖码被正交化的相同的资源元素以及时间处发送相应的导频符号对,如上面的实施例中讨论地)。

[0123] 图10示出了具有示例性粗略分辨率602和精细分辨率604的半均匀时域布置。尽管被示出为处于相邻的符号周期中,但是导频符号对可以替代地在它们之间具有居间的一个或多个符号周期。虽然没有被标记,但是将认识到是,图10中的其它导频符号包括时间上的粗略和精细分辨率间隔的这种相同组合。

[0124] 图10还示出了在图的中间处的频带中具有密集的导频频带802、以及包围密集的导频频带802的稀疏的导频频带804和806(其中一组稀疏的导频符号在频域上的选择的频带中与一组密集的导频符号重叠)的半均匀频域布置。图10仅是为了易于说明-应当认识到,与图10所示的那些导频符号相比,可以沿频率和时域中的任一者或两者包括更多或更少的导频符号。

[0125] 信息和信号可以使用各种不同的技术和技艺中的任何一种来表示。例如,可以在上述描述中被引用的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或上述的任何组合来表示。

[0126] 可以用被设计用于执行本文所述功能的通用处理器、DSP、ASIC、FPGA或其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑、分立硬件组件或上述的任何组合来实现或执行结合本文公开内容描述的各种说明性框和模块。通用处理器可以是微处理器,而替代地,处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以被实现为计算设备的组合(例如DSP和微处理器的组合、多个微处理器、结合DSP核的一个或多个微处理器、或任何其它此类配置)。

[0127] 本文描述的功能可以以硬件、由处理器执行的软件、固件或其任何组合来实现。如果在由处理器执行的软件中实现,则这些功能可以作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码来存储或传输。其它示例和实现方式处在本公开内容和所附权利要求书的范围内。例如,由于软件的性质,可以使用由处理器、硬件、固件、硬连线或这些项中的任何项的组合执行的软件来实现上述功能。实现功能的特征还可以物理地位于各种位置,包括被分布成使得各部分功能在不同的物理位置实现。此外,如本文所用,在权利要求书中包括地,如在项目列表中使用的“或”(例如,以诸如“至少一个”或“一个或多个”的短语开头的项目的列表)表示分离性列表,使得例如“[A、B或C中的至少一个]”的列表表示A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即A和B和C)。

[0128] 本公开内容的各实施例包括一种用于无线通信的方法,包括:由无线通信设备的

处理器处理第一导频序列以生成第一导频符号对并处理第二导频序列以生成第二导频符号对;由发射机在时域上彼此间的第一时间间隔内发送所述第一导频符号对的导频符号;以及由所述发射机在从所述第一导频符号对起的第二时间间隔内发送所述第二导频符号对,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔。

[0129] 所述方法还包括:在第一传输时间间隔期间发射所述第一导频符号对;以及在第二传输时间间隔期间发送所述第二导频符号对,所述第二传输时间间隔在所述第一传输时间间隔之后。该方法还包括:其中所述发送还包括在对于所述第一导频符号对的第一导频符号而言的相邻时隙中递送所述所述第一导频符号对的第二导频符号。该方法还包括:其中所述发送还包括在从所述第一传输时间间隔起的居间的传输时间间隔之后发送所述第二导频符号对。该方法还包括其中所述发射机包括第一发送端口,该方法还包括由所述处理器处理第三导频序列以生成用于在第二发送端口进行传输的第三导频符号对,以及处理第四导频序列以生成用于在第二发送端口进行传输的第四导频符号对;由第二发送端口在与来自第一发送端口的第一导频符号对相比相同的传输时间间隔处发送第三导频符号对;由第二发送端口在与来自第一发送端口的第二导频符号对相比相同的传输时间间隔处发送第四导频符号对,所述第一导频符号对和所述第三导频符号对在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展并且包括第一公共参考信号,并且所述第二导频符号对和所述第四导频符号对在在在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展并且包括第二公共参考信号。所述方法还包括其中所述第一导频符号包括跨越频域上的频率子载波范围来被扩展的多个导频符号,所述方法还包括:用彼此间具有第一频率间隔的并且位于所述频域上的选择的频带内的第一多个子载波来安置所述多个导频符号的第一子集;以及用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置所述多个导频符号的第二子集,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。所述方法还包括其中所述第一时间间隔包括100微秒或更短的间隔;并且所述第二时间间隔包括200微秒或更大的间隔。

[0130] 本公开内容的各实施例还包括一种用于无线通信的方法,包括:在无线通信设备处,在彼此间的第一时间间隔内接收第一导频符号对的导频符号;在所述无线通信设备处,在从所述第一导频符号对起的第二时间间隔内接收第二导频符号对的导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔;以及由所述无线通信设备的处理器基于在所述第一和第二时间间隔期间的对信道变化的观测值来计算对传送了所述导频符号对的信道的频率误差。

[0131] 该方法还包括基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值来对所计算的频率误差进行去混叠。该方法还包括:在第一传输时间间隔期间接收所述第一导频符号对;以及在第二传输时间间隔期间接收所述第二导频符号对,所述第二传输时间间隔在所述第一传输时间间隔之后。该方法还包括在无线通信设备处,在与所述第一导频符号对相比相同的传输时间间隔处接收第三导频符号对,并在与所述第二导频符号对相比相同的传输时间间隔处接收第四导频符号对,所述第一导频符号对和所述第三导频符号对在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一导频符号对和所述第三导频符号对包括第一公共参考信号,并且所述第二导频符号对和所述第四导频符号对在在在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第二导频符号对和所述第四导频符号对包括第二公共参考信号。该方法还包括:在所述频域上对所述第一导频符号对和所述第三导频符号对进行

解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值;以及用所述时域上的所述至少两个导频观测值来更新频率跟踪环路。该方法还包括:在所述时域上对所述第一导频符号对和所述第三导频符号对进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值和所述频域上的密集导频扩展值;以及基于在所述频域上恢复的所述密集导频扩展值来估计信道状态(具有长延迟扩展)。所述方法还包括其中所述第一导频符号包括跨频域上的子载波的范围而被扩展的多个导频符号,所述接收所述第一导频符号还包括:接收用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述多个导频符号的第一子集;以及接收用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述多个导频符号的第二子集,其中所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。所述方法还包括:基于具有包围和包括所述选择的频带的所述第二频率间隔的所述多个导频符号的第二子集来计算宽带信道估计;基于在所述选择的频带内具有第一频率间隔的所述多个导频符号的第一子集来计算中间频带信道估计;以及基于具有精细频率分辨率的中间频带信道估计,来对宽带信道估计进行去混叠(以为了估计长延迟扩展)。

[0132] 本公开内容的各实施例还包括一种用于无线通信的方法,包括:由无线通信设备的处理器处理导频序列以生成跨频域上的频率子载波的范围而被扩展的多个导频符号;以及由所述无线通信设备的发射机用第一多个子载波发送所述多个导频符号的第一子集以及用第二多个子载波发送所述多个导频符号的第二子集,所述第一多个子载波彼此间具有第一频率间隔并且位于所述频域上的选择的频带内,所述第二多个子载波彼此间具有第二频率间隔并且包围和包括所述选择的频带,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

[0133] 该方法还包括在第一传输时间间隔期间发送第一和第二多个导频符号。所述方法还包括:其中所述第一频率间隔包括所述选择的频带中的来自所述第一多个导频符号当中的导频符号之间的两个或更少个子载波的间隔;并且所述第二频率间隔包括在包围并包括所述选择的频带的来自所述第二多个导频符号当中的导频符号之间的八个或更多个子载波的间隔。该方法还包括其中导频序列包括第一导频序列,并且多个导频符号包括第一多个导频符号,该方法还包括:由所述处理器处理第二导频序列以生成第二多个导频符号;以及由所述发射机在彼此间的第一时间间隔内发送所述第一多个导频符号中的导频符号并在从所述第一多个导频符号起的第二时间间隔内发送所述第二多个导频符号中的导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔。该方法还包括其中导频序列包括第一导频序列,并且多个导频符号包括第一多个导频符号,并且所述发射机包括第一发送端口,该方法还包括:由所述处理器处理第二导频序列以生成用于在第二发送端口进行传输的第二多个导频符号;以及由所述第二发送端口在与来自所述第一发送端口的所述第一多个导频符号相比相同的传输时间间隔处发送所述第二多个导频符号,所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号以在时间和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号包括公共参考信号。

[0134] 本公开内容的各实施例还包括一种用于无线通信的方法,包括:在无线通信设备处接收跨频域上的多个不同的子载波被扩展的多个导频符号,所述多个导频符号包括:用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述多个导频符号的第一子集;以及用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述多个导频符号的第二子集,其中所述第二频率间隔大于所



述第一频率间隔;以及由所述无线通信设备的处理器基于所述多个导频符号的所述第二子集来计算宽带信道估计,所述第二子集具有包围并包括所述选择的频带的所述第二频率间隔。

[0135] 所述方法还包括基于在所述选择的频带内具有所述第一频率间隔的所述多个导频符号的第一子集来计算中间频带信道估计。该方法还包括基于所述中间频带信道估计来对宽带信道估计进行去混叠。所述方法还包括:其中所述多个导频符号包括第一多个导频符号,所述方法还包括:在所述无线通信设备处,在彼此间的第一时间间隔内接收所述第一多个导频符号的导频符号;在所述无线通信设备处,在从所述第一多个导频符号起的第二时间间隔内接收所述第二多个导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔;由所述处理器基于在所述第二时间间隔期间的对信道变化的观测值来计算对传送了所述多个导频符号的信道的频率误差;以及基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值来对所计算的频率误差进行去混叠。该方法还包括:在所述无线通信设备处在与所述第一多个导频符号相比相同的传输时间间隔处接收第二多个导频符号,所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号以在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号包括公共参考信号。该方法还包括:在所述频域上对所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值;以及用所述时域上的所述至少两个导频观测值来更新频率跟踪环路。该方法还包括:在所述时域上对所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值和所述频域上的密集导频扩展值;以及基于在所述频域上恢复的所述密集导频扩展值来估计具有长延迟扩展的信道状态。

[0136] 本公开内容的各实施例还包括无线通信设备,其包括:至少一个接收机,被配置为接收一定数量的资源元素的并以第一覆盖码扩展的第一组导频符号;以及接收使用第二数量的资源元素的并以第二覆盖码扩展的第二组导频符号,所述第一覆盖码和所述第二覆盖码在时域和频域上彼此正交,所述第一组导频符号和所述第二组导频符号包括公共参考信号;以及处理器,被配置为在所述频域上对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值。

[0137] 所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为在所述时域上对所述第一组导频符号和所述第二组导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值以及所述频域上的密集导频扩展;以及基于在所述频域上恢复的所述密集导频扩展值来估计具有长延迟扩展的信道状态。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为用所述时域上的所述至少两个导频观测值(通过在所述频域上对两个导频端口进行解扩)来更新频率跟踪环路。所述无线通信设备还包括其中所述第一组导频符号包括在所述时域上彼此间的第一时间间隔内接收的一对导频符号,所述至少一个接收机还被配置为在所述时域上所述第一组导频符号和所述第二组导频符号的第二时间间隔内在所述无线通信设备处接收第三组导频符号和第四组导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为基于在所述第二时间间隔期间的对信道变化的观测值来计算对传送了所述第一组导频符号和所述第三组导频符号(以及所述第二组导频符号和所述第四组导频符号)的信道的精细分辨率频率误差;以及基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值来对精细分辨率频率误差进行去混叠。所述无线通信设备还包



括其中所述一定数量的资源元素的数量被安置在所述频域上的不同的子载波处,所述至少一个接收机还被配置为接收用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述第一组导频符号的第一子集;以及接收用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述第一组导频符号的第二子集,其中所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

[0138] 本公开内容的各实施例还包括无线通信设备,其包括:处理器,被配置为处理第一导频序列以生成第一导频符号对并处理第二导频序列以生成第二导频符号对;收发机,被配置为在时域上彼此间的第一时间间隔内发送所述第一导频符号对的导频符号,以及在从所述第一导频符号对起的第二时间间隔内发送所述第二导频符号对,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔。

[0139] 所述无线通信设备还包括其中所述收发机还被配置为:在第一传输时间间隔期间发送所述第一导频符号对;以及在第二传输时间间隔期间发送所述第二导频符号对,所述第二传输时间间隔在所述第一传输时间间隔之后。所述无线通信设备还包括其中收发机还被配置为在对于所述第一导频符号对的第一导频符号而言的相邻时隙中递送所述第一导频符号对的第二导频符号。所述无线通信设备还包括其中所述收发机包括第一发送端口;并且所述处理器还被配置为处理第三导频序列和第四导频序列以生成第三导频符号对和第四导频符号对,所述收发机还包括第二发送端口,所述第二发送端口被配置为在与来自第一发送端口的所述第一导频符号对相比相同的传输时间间隔处发送所述第三导频符号对以及在与来自所述第二导频符号对相比相同的传输时间间隔处发送所述第四导频符号对,所述第一导频符号对和所述第三导频符号对以及所述第二导频符号对和所述第四导频符号对分别以在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且第一导频符号对和第三导频符号对包括第一公共参考信号,以及第二导频符号对和第四导频符号对包括第二公共参考信号。所述无线通信设备还包括其中所述第一导频符号包括跨频域上的频率子载波的范围被扩展的多个导频符号,所述收发机还被配置为:用彼此间具有第一频率间隔的并且位于所述频域上的选择的频带内的第一多个子载波来安置所述多个导频符号的第一子集;以及用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置所述多个导频符号的第二子集,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。所述无线通信设备还包括其中所述第一时间间隔包括例如100微秒或更短的间隔;并且所述第二时间间隔包括例如200微秒或更大的间隔。

[0140] 本公开内容的各实施例还包括无线通信设备,其包括:至少一个接收机,被配置为在彼此间的第一时间间隔内接收第一导频符号对的导频符号;以及在从所述第一导频符号对起的第二时间间隔内接收第二导频符号对的导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔;以及处理器,被配置为基于在所述第一和第二时间间隔期间的对信道变化的观测值来计算对传送了所述导频符号对的信道的频率误差。

[0141] 所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值来对所计算的频率误差进行去混叠。所述无线通信设备还包括其中所述至少一个接收机还被配置为:在第一传输时间间隔期间接收所述第一导频符号对;以及在第二传输时间间隔期间接收第二导频符号对,所述第二传输时间间隔在所述第一传输时间间隔之后。所述无线通信设备还包括其中所述至少一个接收机还被配置为在与

所述第一导频符号对相比相同的传输时间间隔处接收第三导频符号对,以及在与所述第二导频符号对相比相同的传输时间间隔处接收第四导频符号对,所述第一导频符号对和所述第三导频符号对以在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第二导频符号对和所述第四导频符号对以在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一导频符号对和所述第三导频符号对包括第一公共参考信号,并且所述第二导频符号对和所述第四导频符号对包括第二公共参考信号。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为:在所述频域上对所述第一导频符号对和所述第三导频符号对进行解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值;以及用所述时域上的所述至少两个导频观测值来更新频率跟踪环路。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为:在所述时域上对所述第一导频符号对和所述第三导频符号对进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值和所述频域上的密集导频扩展值;以及基于在所述频域上恢复的所述密集导频扩展值来估计信道状态。所述无线通信设备还包括其中所述第一导频符号包括跨频域上的子载波的范围而被扩展的多个导频符号,所述至少一个接收机还被配置为:接收用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述多个导频符号的第一子集;以及接收用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述多个导频符号的第二子集,其中所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为:基于具有包围和包括所述选择的频带的所述第二频率间隔的所述多个导频符号的第二子集来计算宽带信道估计;基于在所述选择的频带内具有第一频率间隔的所述多个导频符号的第一子集来计算中间频带信道估计;以及基于中间频带信道估计,来对宽带信道估计进行去混叠。

[0142] 本公开内容的各实施例还包括无线通信设备,其包括:处理器,被配置为处理导频序列以生成跨频域上的频率子载波的范围而被扩展的多个导频符号;以及收发机,被配置以用第一多个子载波发送所述多个导频符号的第一子集,以及用第二多个子载波发送所述多个导频符号的第二子集,所述第一多个子载波彼此间具有第一频率间隔并且位于所述频域上的选择的频带内,所述第二多个子载波彼此间具有第二频率间隔并且包围和包括所述选择的频带,所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔。

[0143] 无线通信设备还包括其中收发机还被配置为在第一传输时间间隔期间传输第一和第二多个导频符号。所述无线通信设备还包括其中所述第一频率间隔包括:所述选择的频带中的来自所述第一多个导频符号当中的导频符号之间的例如两个或更少个子载波的间隔;并且所述第二频率间隔包括在包围并包括所述选择的频带的来自所述第二多个导频符号当中的导频符号之间的八个或更多个子载波。所述无线通信设备还包括:其中所述导频序列包括第一导频序列,并且所述多个导频符号包括第一多个导频符号,所述处理器还被配置为处理第二导频序列以生成第二多个导频符号,以及所述发射机还被配置为在彼此间的第一时间间隔内发送所述第一多个导频符号中的导频符号并在从所述第一多个导频符号起的第二时间间隔内发送所述第二多个导频符号中的导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔。所述无线通信设备还包括其中所述导频序列包括第一导频序列,并且所述多个导频符号包括第一多个导频符号,所述收发机包括第一发送端口和第二发送端口,所述处理器还被配置为处理第二导频序列以生成用于在所述第二发送端口进行传输的第二多个导频符号,并且所述第二发送端口被配置为在与来自所述第一发送端口的所述第

一多个导频符号相比相同的传输时间间隔处发送所述第二多个导频符号,所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号以在时间和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号包括公共参考信号。

[0144] 本公开内容的各实施例还包括无线通信设备,其包括:至少一个接收机,被配置为接收跨频域上的多个不同的子载波被扩展的多个导频符号,所述多个导频符号包括:用彼此间具有第一频率间隔的并且位于选择的频带内的第一多个子载波来安置的所述多个导频符号的第一子集;以及用彼此间具有第二频率间隔的并且包围和包括所述选择的频带的第二多个子载波来安置的所述多个导频符号的第二子集,其中所述第二频率间隔大于所述第一频率间隔;以及处理器,被配置为基于所述多个导频符号的所述第二子集来计算宽带信道估计,所述第二子集具有包围并包括所述选择的频带的所述第二频率间隔。

[0145] 所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为:基于在所述选择的频带内具有所述第一频率间隔的所述多个导频符号的第一子集来计算中间频带信道估计;以及基于所述中间频带信道估计来对宽带信道估计进行去混叠。所述无线通信设备还包括其中所述多个导频符号包括第一多个导频符号,所述至少一个接收机还被配置为:在彼此间的第一时间间隔内接收所述第一多个导频符号的导频符号;以及在从所述第一多个导频符号起的第二时间间隔内接收所述第二多个导频符号,所述第二时间间隔大于所述第一时间间隔;并且所述处理器还被配置为基于在所述第二时间间隔期间的对信道变化的观测值来计算对传送了所述多个导频符号的信道的频率误差,以及基于在所述第一时间间隔期间的对信道变化的观测值来对所计算的频率误差进行去混叠。所述无线通信设备还包括其中所述接收机还被配置为在与所述第一多个导频符号相比相同的传输时间间隔处接收第二多个导频符号,所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号以在时域和频域上彼此正交的覆盖码被扩展,并且所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号包括公共参考信号。所述无线通信设备还包括其中所述处理器还被配置为:在所述频域上对所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的至少两个导频观测值;以及用所述时域上的所述至少两个导频观测值来更新频率跟踪环路。所述无线通信装置还包括其中所述处理器还被配置为:在所述时域上对所述第一多个导频符号和所述第二多个导频符号进行解扩,以恢复所述时域上的一导频观测值和所述频域上的密集导频扩展值;以及基于在所述频域上恢复的所述密集导频扩展值来估计信道状态。

[0146] 如本领域技术人员至此将理解地并且根据当前的具体的应用,在不脱离本公开内容的精神和范围的基础上,可以在以下各项中并对以下各项进行许多修改、替换和变化:材料、装置、配置和对本公开内容的设备的使用的方法。鉴于此,本公开内容的范围不应限于本文所示出和描述的特定实施例的范围(这是因为这些实施例仅仅是对其的一些举例),而是应该充分与接下来所附的权利要求书及其功能等价物的范围相符。

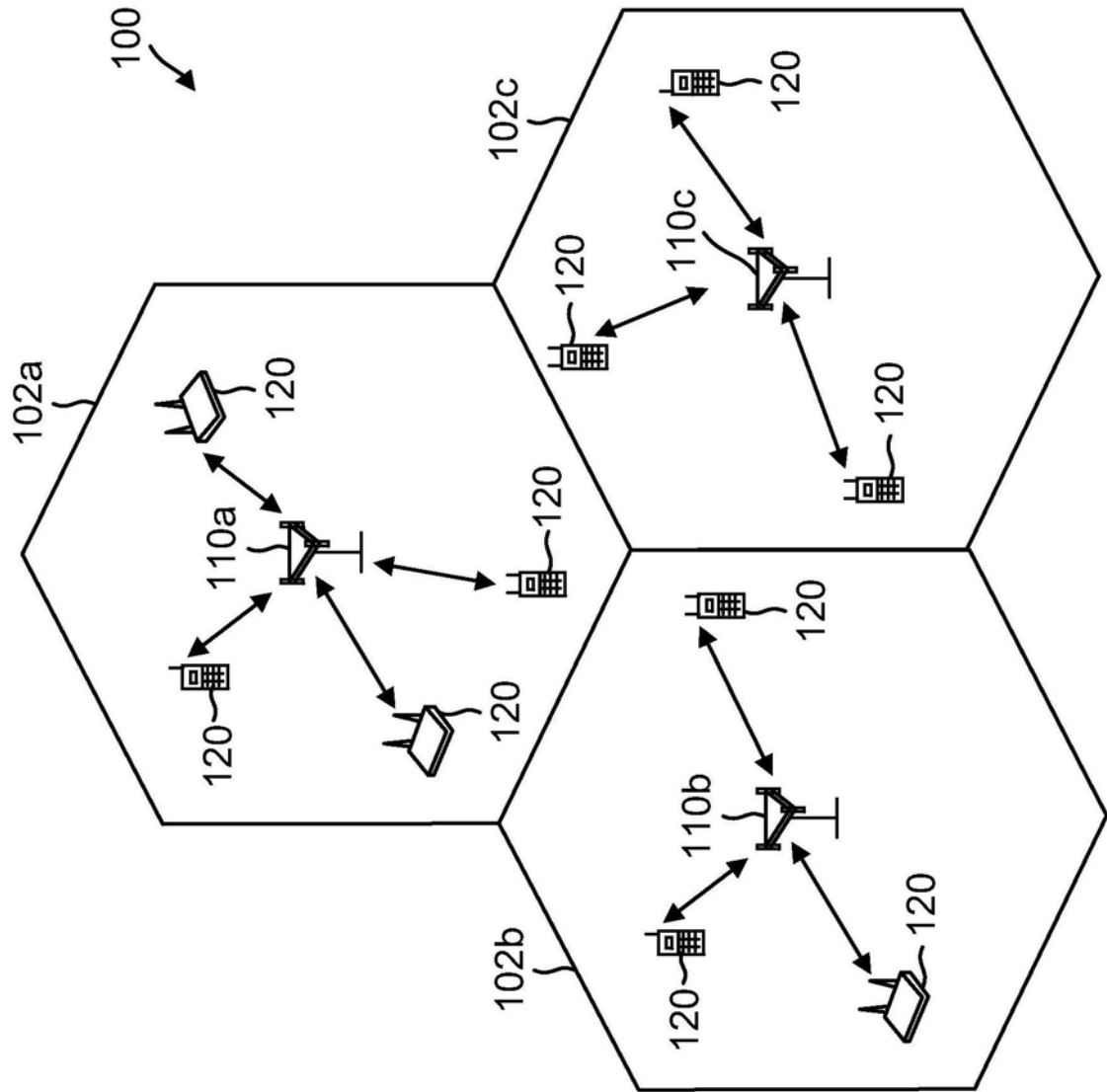


图1

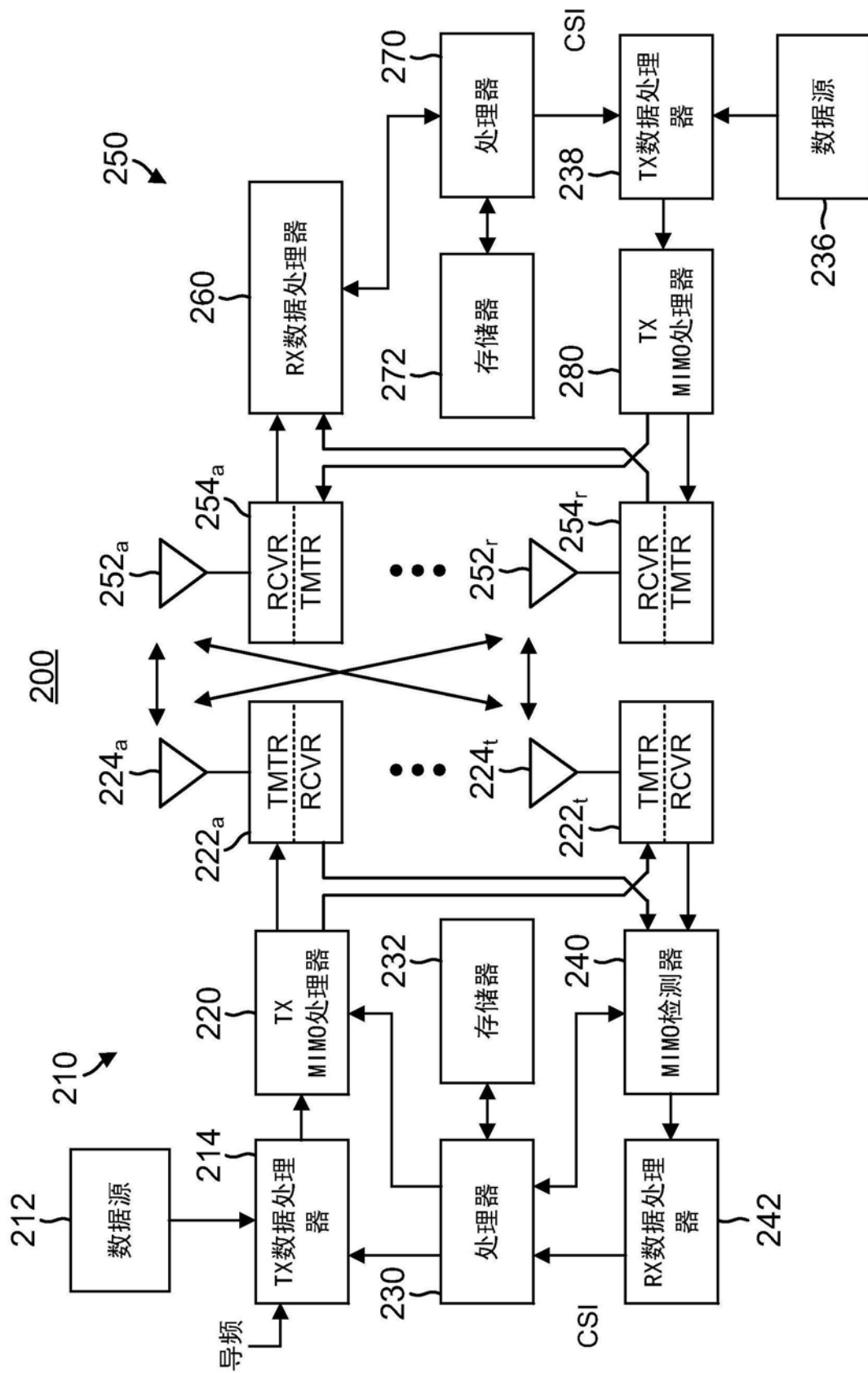


图2

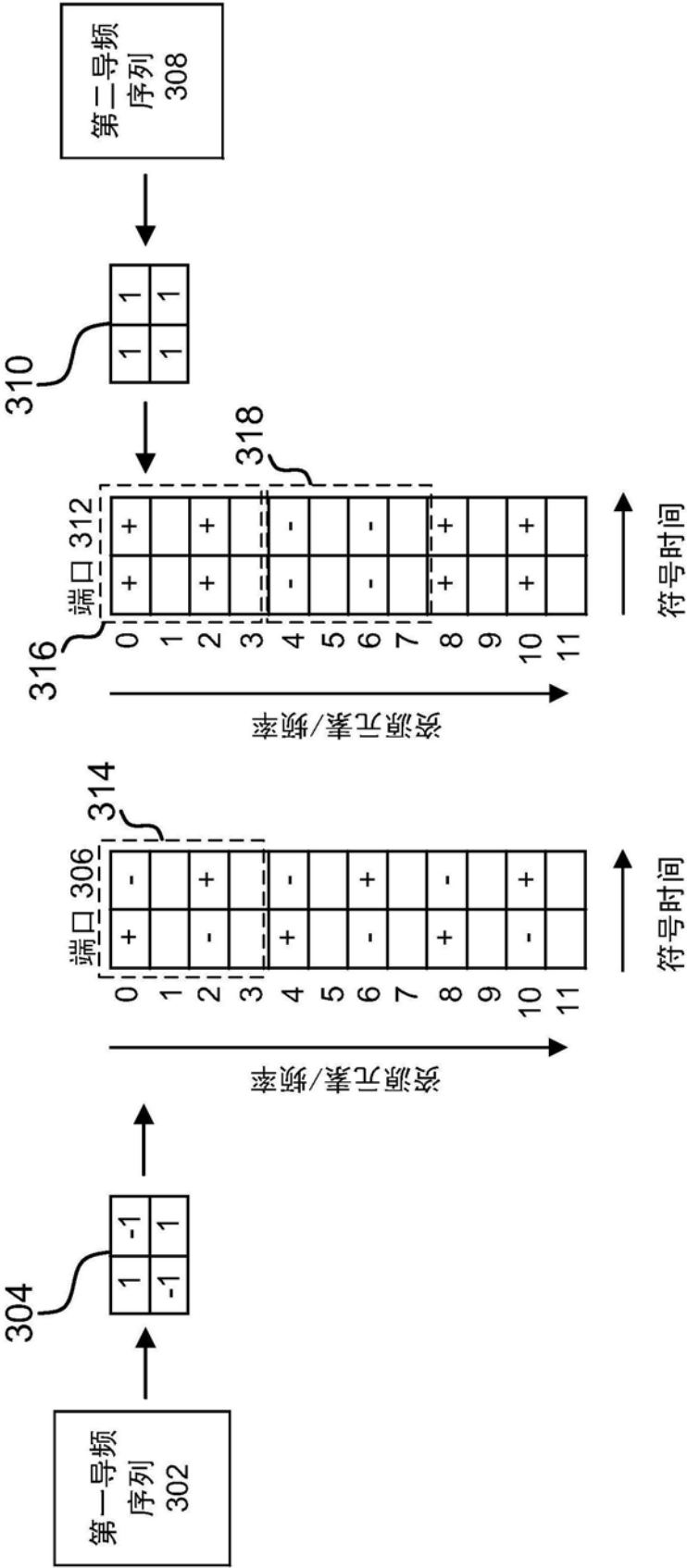


图3A

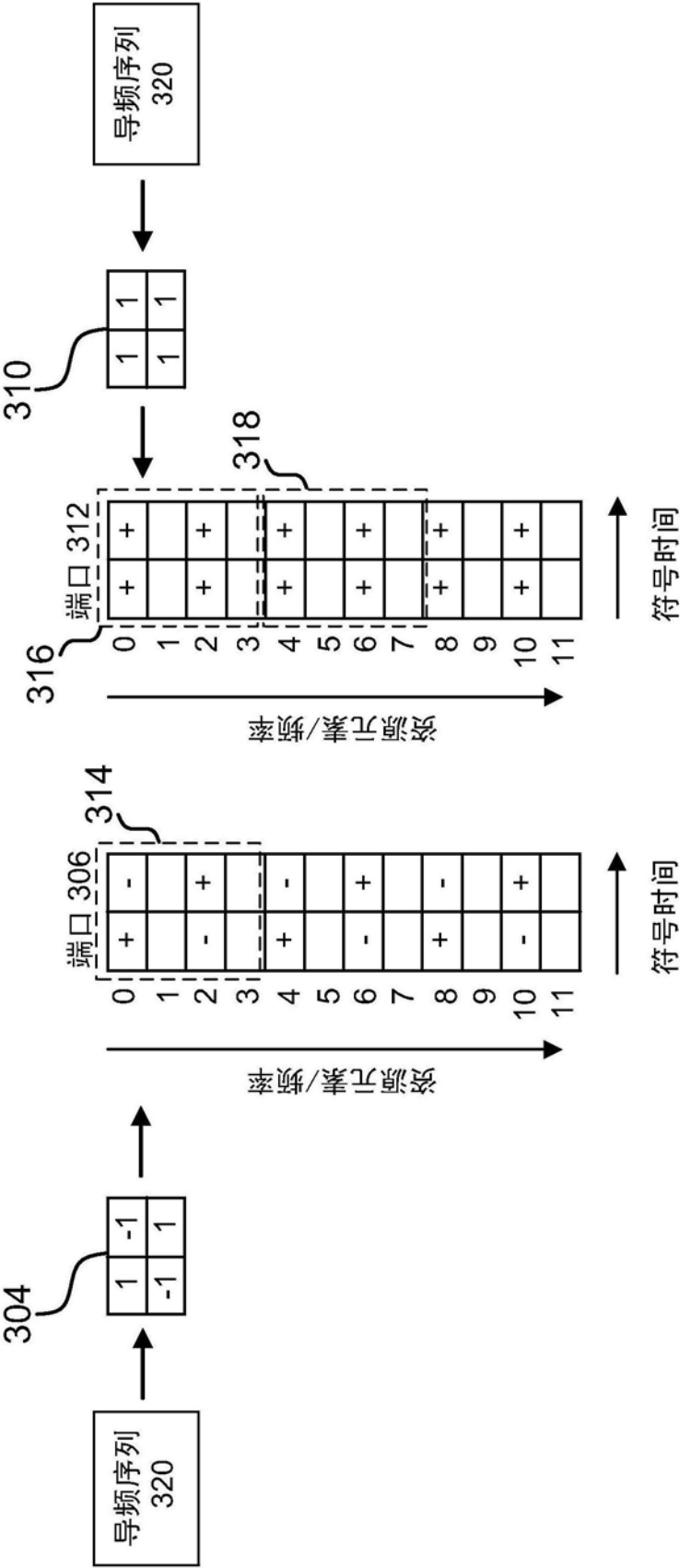


图3B

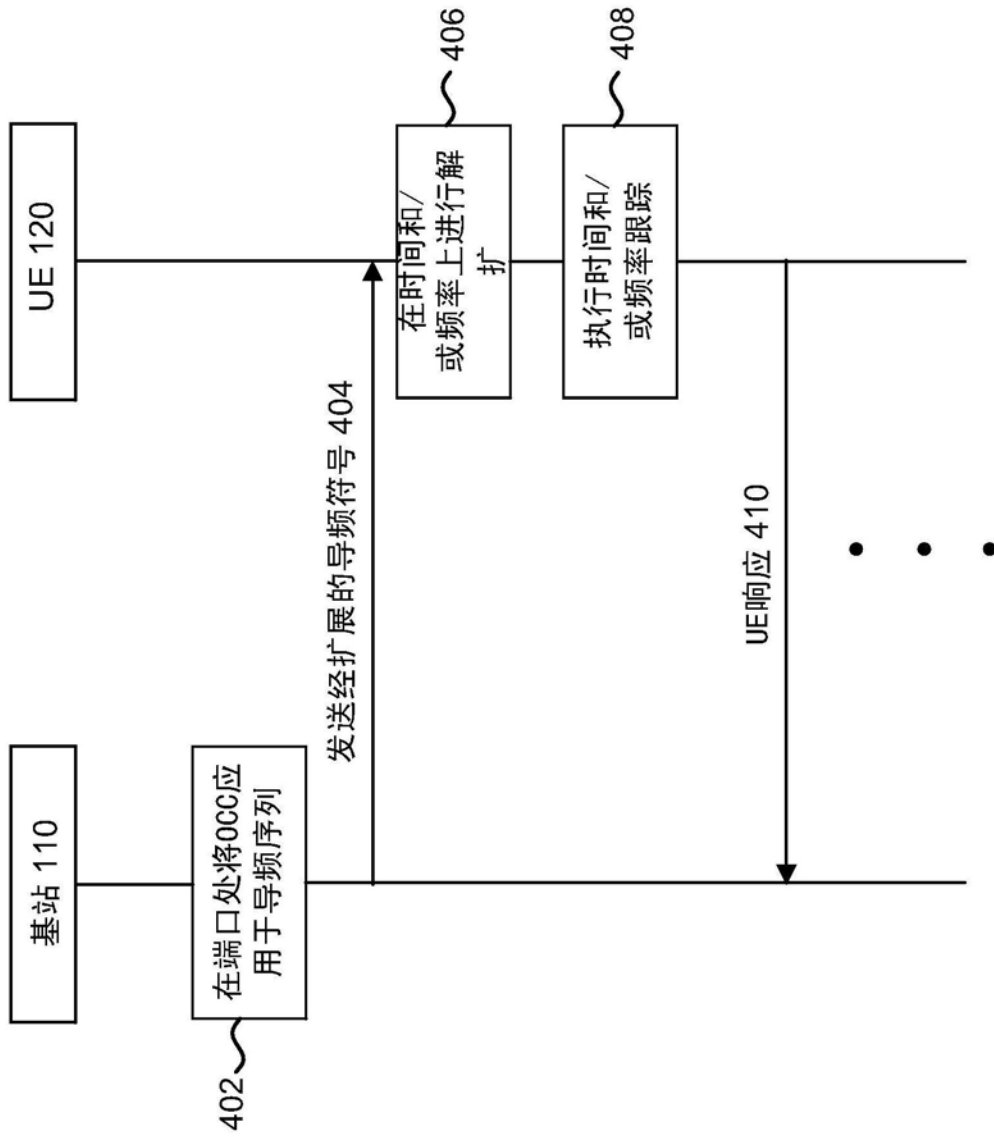


图4



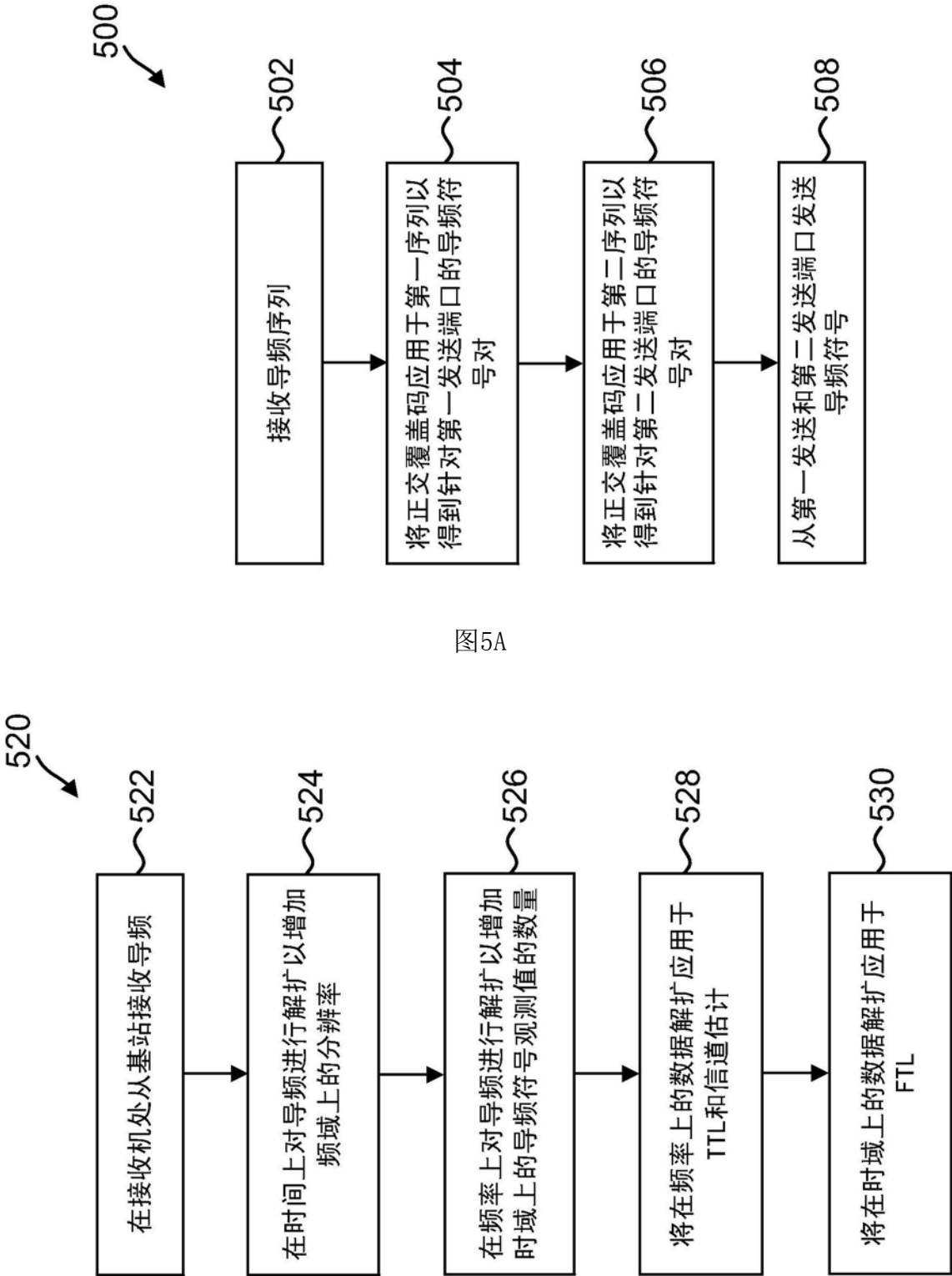


图5A

图5B

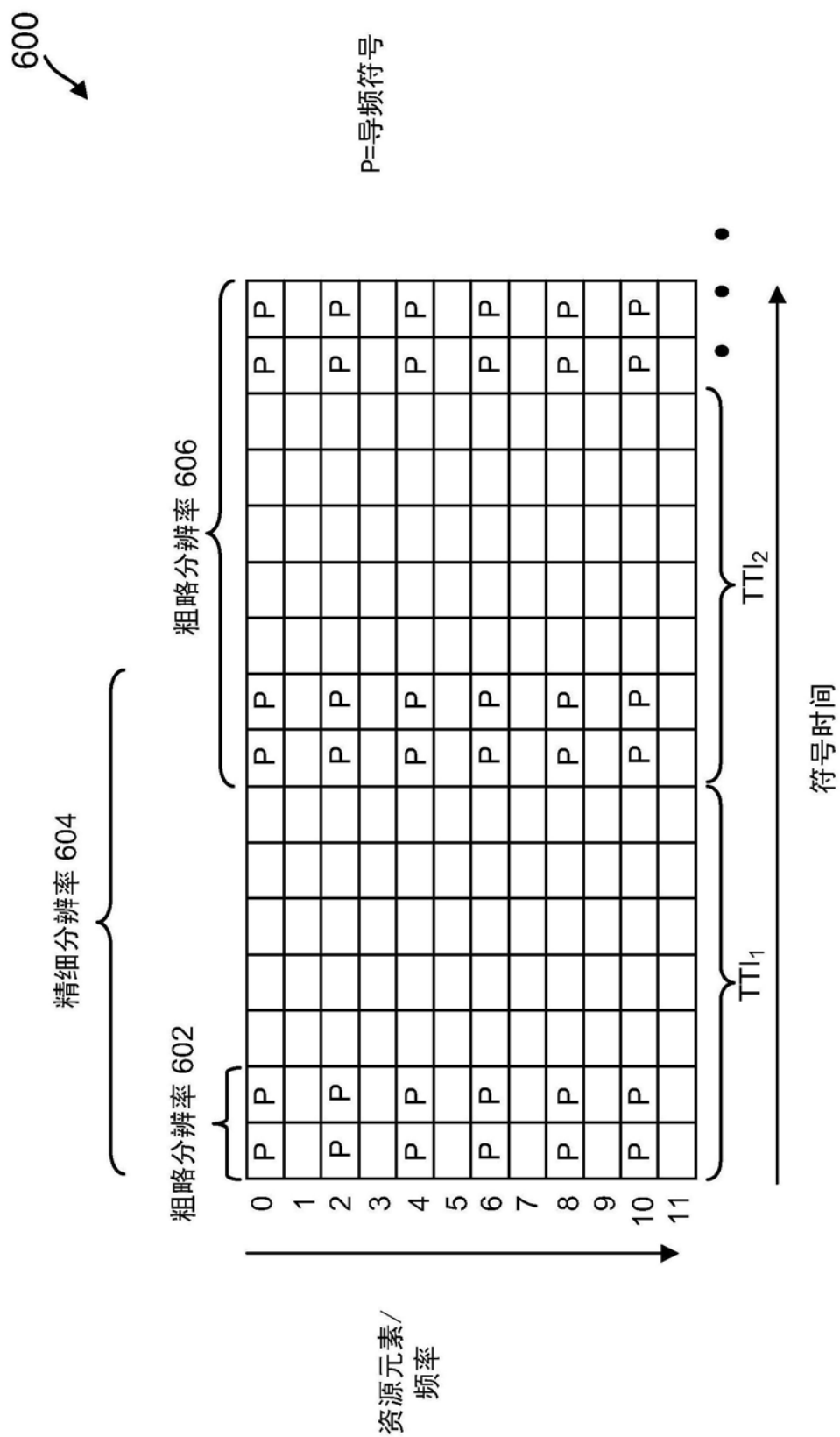


图6

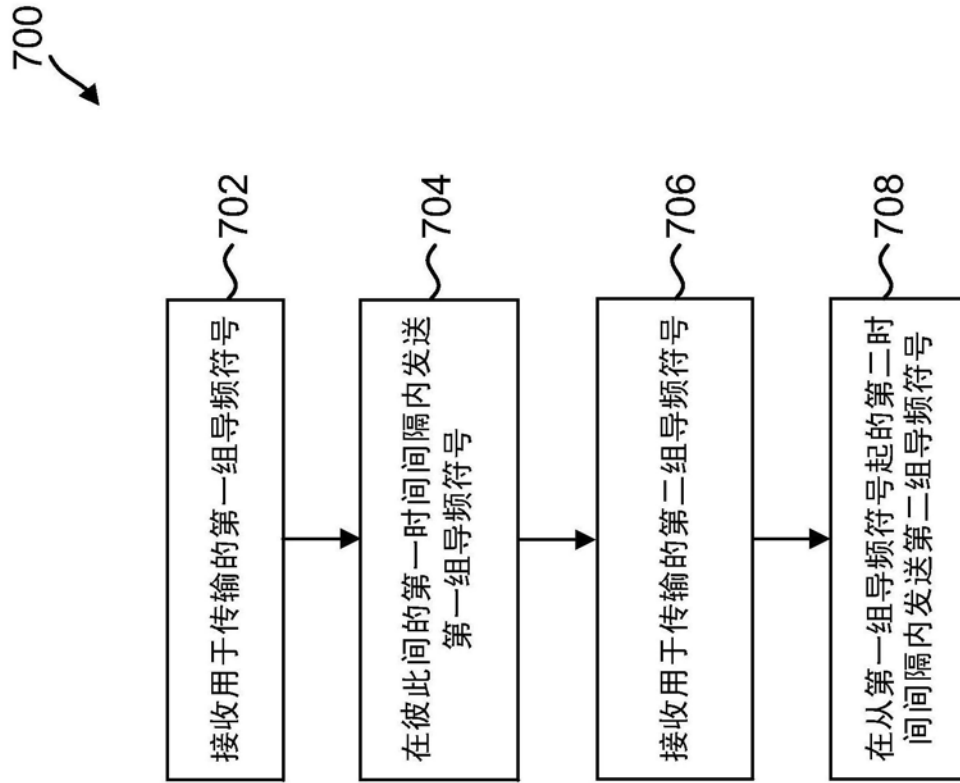


图7A

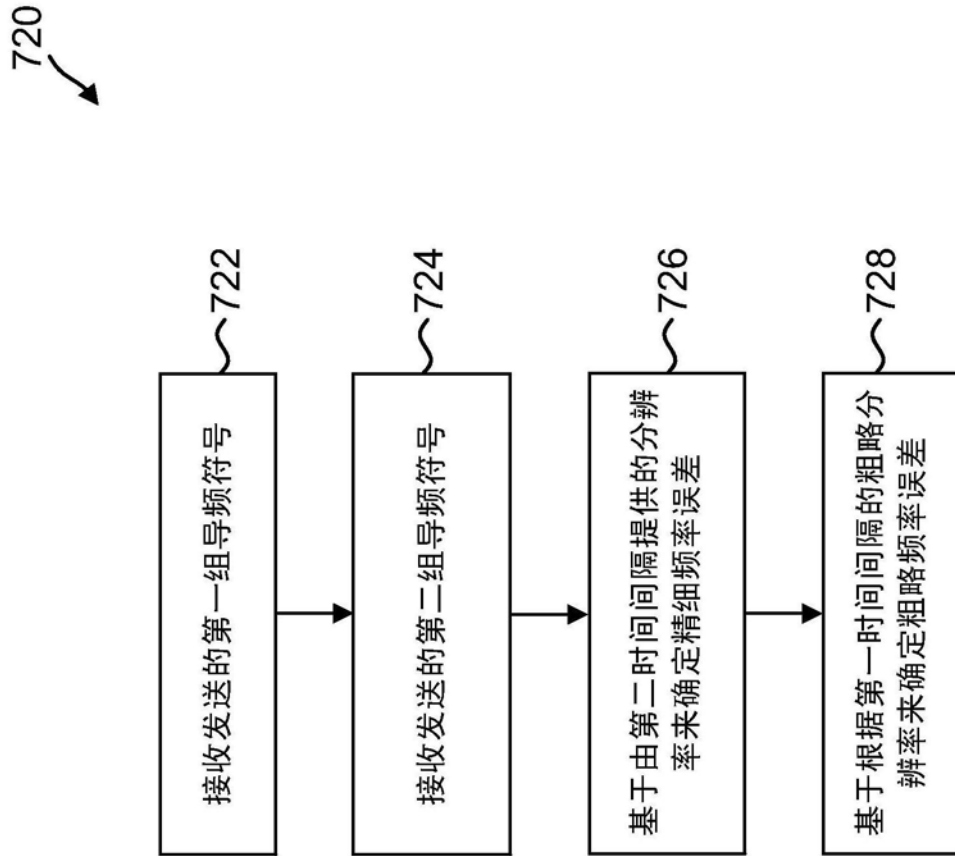


图7B

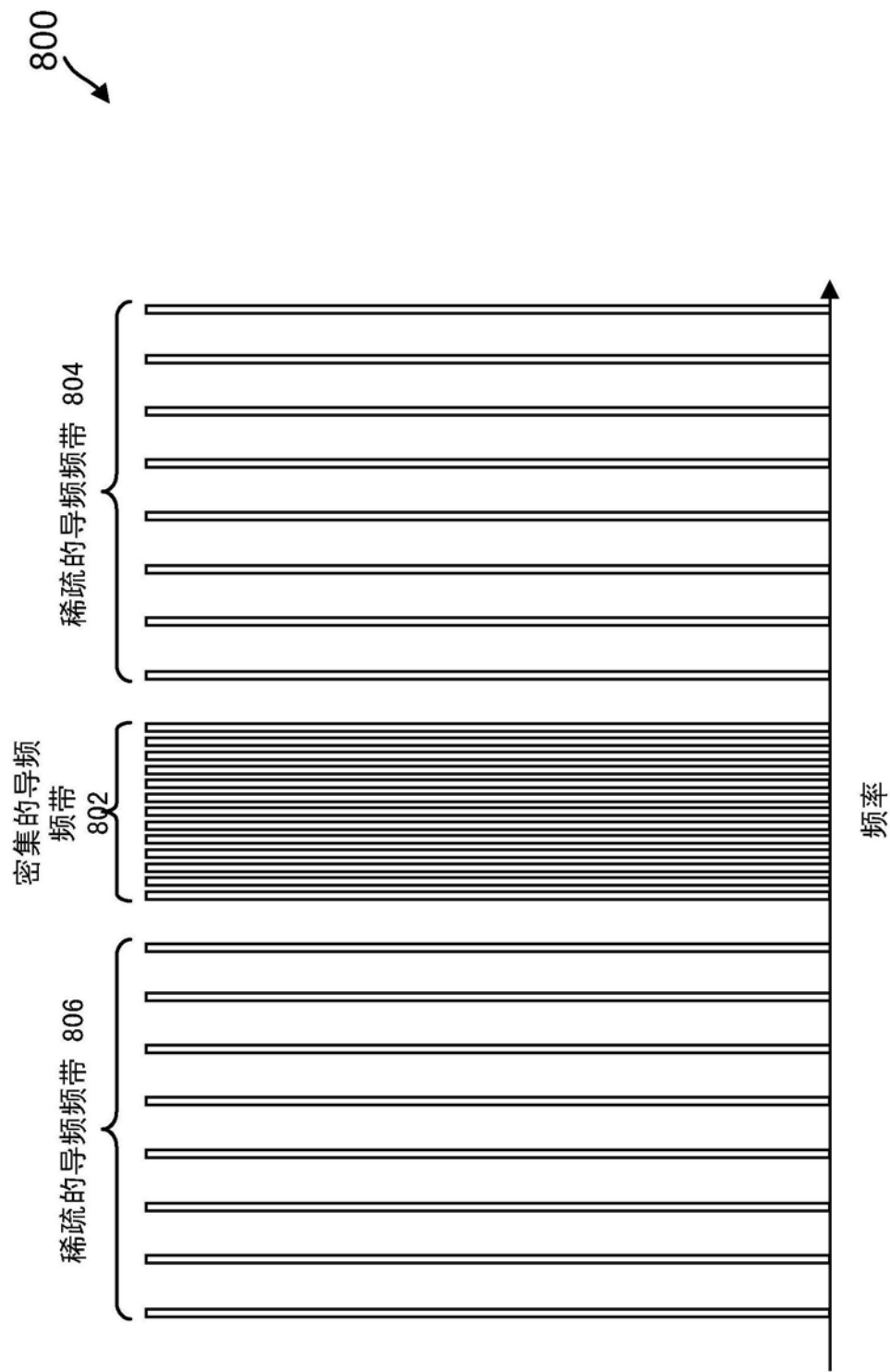


图8

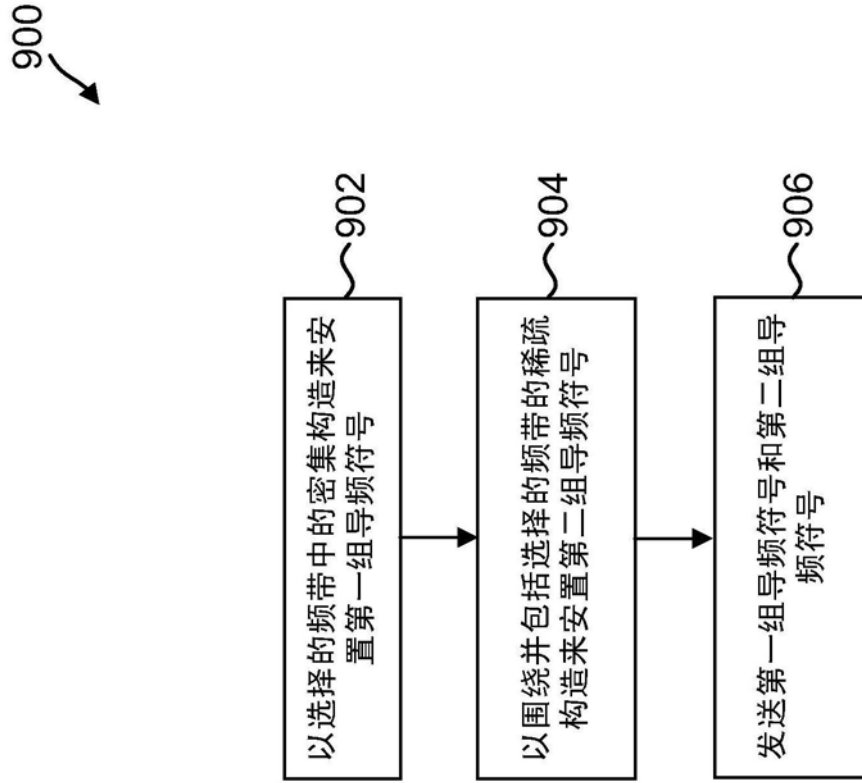


图9A

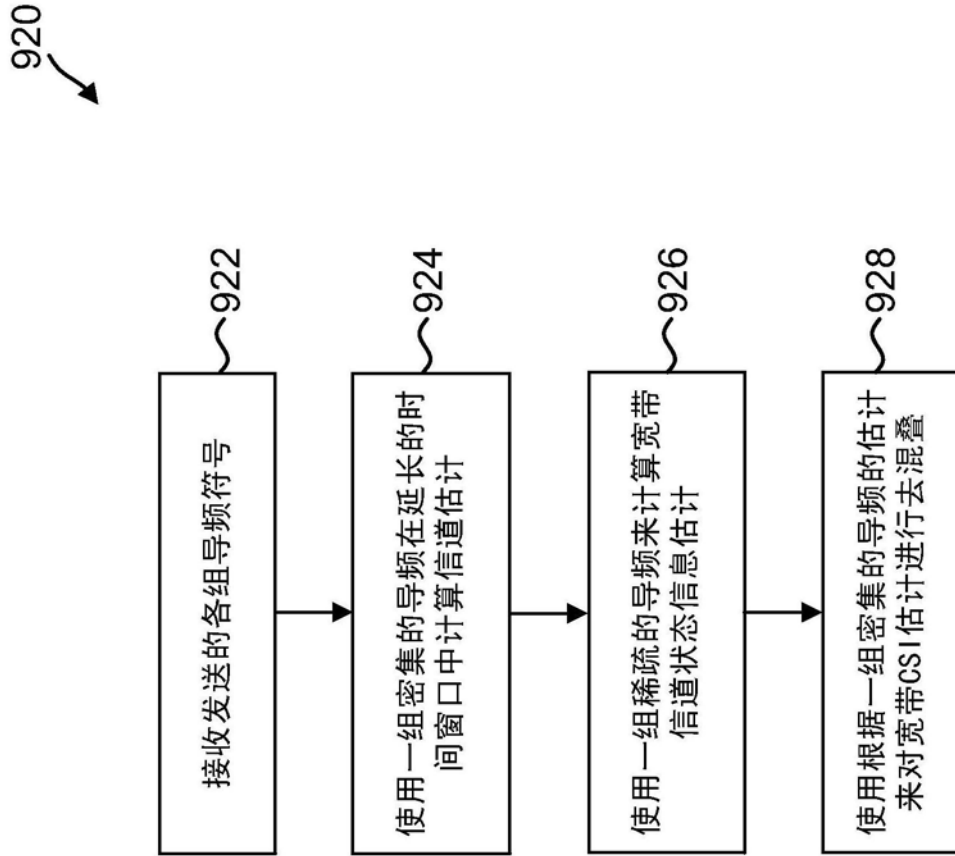


图9B

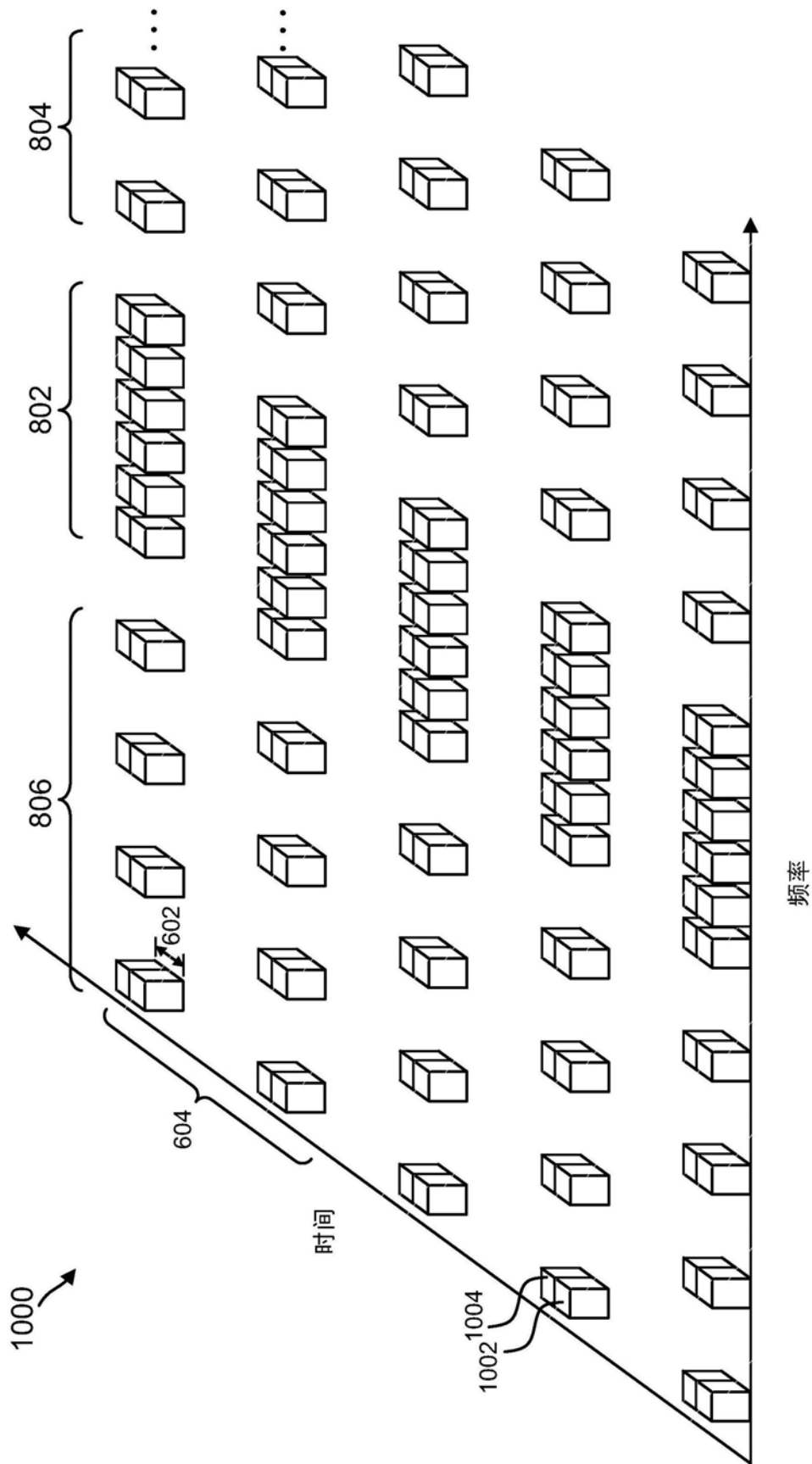


图10