



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118614009 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 06

(21) 申请号 202280089348.5

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22) 申请日 2022.11.30

专利代理师 赵磊

(30) 优先权数据

20220100090 2022.01.31 GR

(51) Int. Cl.

H04B 1/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01S 13/02 (2006.01)

2024.07.18

G01S 7/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H04J 13/00 (2011.01)

PCT/US2022/080665 2022.11.30

H04J 13/10 (2011.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/146702 EN 2023.08.03

H04L 27/26 (2006.01)

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 K·古拉蒂 厉隽悻

S·斯特凡纳托斯 P·库马里

吴栓栓

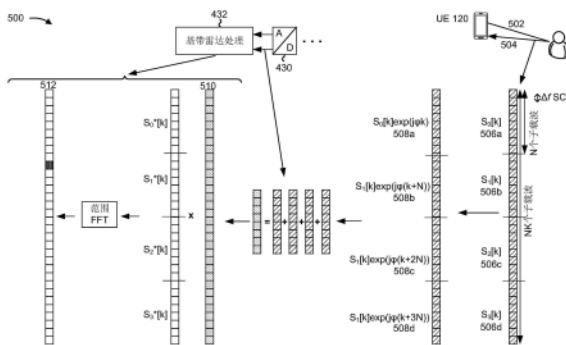
权利要求书4页 说明书18页 附图8页

(54) 发明名称

基于正交频分复用的雷达

(57) 摘要

本公开的各个方面整体涉及无线通信。在一些方面,一种无线设备可在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号,其中该信号包括针对该K个子集中的每个子集的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集是不同的。该无线设备可接收对应于该OFDM信号的反射OFDM信号。该无线设备可用K个混频器处理该反射OFDM信号,其中该K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从该反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。该无线设备可组合该K个部分以形成该射程谱。描述了众多其他方面。



1. 一种由无线设备执行的无线通信的方法,所述方法包括:

在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用 (OFDM) 信号,其中所述信号包括针对所述K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,所述调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且 i 是K个序列中的一个序列;

接收对应于所述OFDM信号的反射OFDM信号;

用K个混频器处理所述反射OFDM信号,其中所述K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从所述反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;以及

组合所述K个部分以形成所述射程谱。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中每个调制符号序列包括梳状映射符号。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中每个调制符号序列至少部分地基于Zadoff-Chu序列。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中每个Zadoff-Chu序列具有不同的根。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中每个序列具有形式 $S_i[k]$,其中 $k=0, \dots, N-1, S_i[k] = SZC_i[k \bmod NZC], SZC_i = \text{Zadoff-Chu}(\text{root}_i, NZC), NZC$ 是小于或等于N的最大素数,并且 root_i 是 $i=0 \dots K-1$ 上的唯一根。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中每个调制符号序列至少部分地基于基线Zadoff-Chu序列的不同的循环移位版本。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括:

针对每个子集 K_i 的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

对所述下变频波形求和以形成求和波形;

将所述求和波形传递通过具有跨越所述N个子载波的带宽的低通滤波器;以及

以指定采样率对所述求和波形进行采样。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括:

对具有由N个子载波间隔开的多个频率的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

使用N个子载波的最大带宽对所述下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号;

使用所述最大带宽对所述滤波信号进行采样以形成样本;

对所述样本执行N点快速傅里叶变换 (FFT) 运算以形成N点FFT输出;

连接所述N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列;

将所述NK长度序列与NK长度发送序列进行共轭相乘;以及

获得所述反射OFDM信号的所述射程谱。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括以至少部分地基于所述N个子载波的采样率将所述反射OFDM信号转换为数字信号。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中发送所述OFDM信号包括在 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个非重叠子载波的带宽中的符号上发送所述OFDM信号,并且其中 K_{step} 是步进块中的符号数量。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括针对所述K个序列中的每个序列进行共轭相乘。

12. 一种用于无线通信的无线设备,所述无线设备包括:

存储器;和

一个或多个处理器,所述一个或多个处理器耦合到所述存储器并被配置为:

在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用 (OFDM) 信号,其中所述信号包括针对所述K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,所述调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且 i 是K个序列中的一个序列;

接收对应于所述OFDM信号的反射OFDM信号;

用K个混频器处理所述反射OFDM信号,其中所述K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从所述反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;以及

组合所述K个部分以形成所述射程谱。

13. 根据权利要求12所述的无线设备,其中每个调制符号序列包括梳状映射符号。

14. 根据权利要求12所述的无线设备,其中每个调制符号序列至少部分地基于Zadoff-Chu序列。

15. 根据权利要求14所述的无线设备,其中每个Zadoff-Chu序列具有不同的根。

16. 根据权利要求15所述的无线设备,其中每个序列具有形式 $S_i[k]$,其中 $k=0, \dots, N-1$, $S_i[k] = SZC_i[k \bmod NZC]$, $SZC_i = \text{Zadoff-Chu}(\text{root}_i, NZC)$, NZC 是小于或等于N的最大素数,并且 root_i 是 $i=0 \dots K-1$ 上的唯一根。

17. 根据权利要求12所述的无线设备,其中每个调制符号序列至少部分地基于基线Zadoff-Chu序列的不同的循环移位版本。

18. 根据权利要求12所述的无线设备,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个处理器被配置为:

针对每个子集 K_i 的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

对所述下变频波形求和以形成求和波形;

将所述求和波形传递通过具有跨越所述N个子载波的带宽的低通滤波器;以及

以指定采样率对所述求和波形进行采样。

19. 根据权利要求12所述的无线设备,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个处理器被配置为:

对具有由N个子载波间隔开的多个频率的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

使用N个子载波的最大带宽对所述下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号;

使用所述最大带宽对所述滤波信号进行采样以形成样本;

对所述样本执行N点快速傅里叶变换 (FFT) 运算以形成N点FFT输出;

连接所述N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列;

将所述NK长度序列与NK长度发送序列进行共轭相乘;以及

获得所述反射OFDM信号的所述射程谱。

20. 根据权利要求12所述的无线设备,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个处理器被配置为以至少部分地基于所述N个子载波的采样率将所述反射OFDM信号转换为数字信号。

21. 根据权利要求12所述的无线设备,其中用于发送所述OFDM信号的所述一个或多个处理器被配置为在 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个非重叠子载波的带宽中的符号上发送所述OFDM信号,并且其中 K_{step} 是步进块中的符号数量。

22. 根据权利要求12所述的无线设备,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个处理器被配置为针对所述K个序列中的每个序列进行共轭相乘。

23. 一种存储用于无线通信的指令集的非暂态计算机可读介质,所述指令集包括:

一个或多个指令,所述一个或多个指令在由无线设备的一个或多个处理器执行时使所述无线设备:

在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号,其中所述信号包括针对所述K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,其中所述调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且其中i是K个序列中的一个序列;

接收对应于所述OFDM信号的反射OFDM信号;

用K个混频器处理所述反射OFDM信号,其中所述K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从所述反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;以及

组合所述K个部分以形成所述射程谱。

24. 根据权利要求23所述的非暂态计算机可读介质,其中使所述无线设备处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个指令使所述无线设备:

针对每个子集 K_i 的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

对所述下变频波形求和以形成求和波形;

将所述求和波形传递通过具有跨越所述N个子载波的带宽的低通滤波器;以及

以指定采样率对所述求和波形进行采样。

25. 根据权利要求23所述的非暂态计算机可读介质,其中使所述无线设备处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个指令使所述无线设备:

对具有由N个子载波间隔开的多个频率的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;

使用N个子载波的最大带宽对所述下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号;

使用所述最大带宽对所述滤波信号进行采样以形成样本;

对所述样本执行N点快速傅里叶变换(FFT)运算以形成N点FFT输出;

连接所述N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列;

将所述NK长度序列与NK长度发送序列进行共轭相乘;以及

获得所述反射OFDM信号的所述射程谱。

26. 根据权利要求23所述的非暂态计算机可读介质,其中使所述无线设备处理所述反射OFDM信号的所述一个或多个指令使所述无线设备针对所述K个序列中的每个序列进行共轭相乘。

27. 一种用于无线通信的装置,所述装置包括:

用于在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号的构件,其中所述信号包括针对所述K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,其中所述调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且其中i是K个序列中的一个序列;

用于接收对应于所述OFDM信号的反射OFDM信号的构件;

用于用K个混频器处理所述反射OFDM信号的构件,其中所述K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从所述反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;和

用于组合所述K个部分以形成所述射程谱的构件。

28. 根据权利要求27所述的装置,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述构件包括:
用于对针对每个子集 K_i 的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形的构件;
用于对所述下变频波形求和以形成求和波形的构件;
用于将所述求和波形传递通过具有跨越所述N个子载波的带宽的低通滤波器的构件;
和
用于以指定采样率对所述求和波形进行采样的构件。
29. 根据权利要求27所述的装置,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述构件包括:
用于对具有由N个子载波间隔开的多个频率的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形的构件;
用于使用N个子载波的最大带宽对所述下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号的构件;
用于使用所述最大带宽对所述滤波信号进行采样以形成样本的构件;
用于对所述样本执行N点快速傅里叶变换(FFT)运算以形成N点FFT输出的构件;
用于连接所述N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列的构件;
用于将所述NK长度序列与NK长度发送序列进行共轭相乘的构件;和
用于获得所述反射OFDM信号的所述射程谱的构件。
30. 根据权利要求27所述的装置,其中用于处理所述反射OFDM信号的所述构件包括用于针对所述K个序列中的每个序列进行共轭相乘的构件。

基于正交频分复用的雷达

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求于2022年1月31日提交的名称为“基于正交频分复用的雷达 (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING BASED RADAR)”的希腊非临时专利申请第20220100090号的优先权,该希腊非临时专利申请据此以引用的方式明确并入本文。

技术领域

[0003] 本公开的各方面整体涉及无线通信,并且涉及用于使用正交频分复用信号的雷达的技术和装置。

背景技术

[0004] 无线通信系统被广泛部署以提供各种电信服务,诸如电话、视频、数据、消息接发和广播。典型的无线通信系统可采用能够通过共享可用的系统资源(例如,带宽、发送功率等)来支持与多个用户的通信的多址技术。此类多址技术的示例包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统、正交频分多址(OFDMA)系统、单载波频分多址(SC-FDMA)系统、时分同步码分多址(TD-SCDMA)系统以及长期演进(LTE)。LTE/高级LTE是第三代合作伙伴计划(3GPP)颁布的通用移动通信系统(UMTS)移动标准的增强集合。

[0005] 无线网络可包括支持针对用户装备(UE)或多个UE的通信的一个或多个基站。UE可经由下行链路通信和上行链路通信与基站进行通信。“下行链路”(或“DL”)是指从基站到UE的通信链路,并且“上行链路”(或“UL”)是指从UE到基站的通信链路。

[0006] 在各种电信标准中已经采用了上述多址技术来提供使不同的UE能够在城市、国家、地区和/或全球层面上进行通信的公共协议。新无线电(NR)(其可被称为5G)是对由3GPP颁布的LTE移动标准的增强集合。NR被设计为通过提高频谱效率、降低成本、改进服务、利用新频谱以及在下行链路上使用具有循环前缀(CP)的正交频分复用(OFDM)(CP-OFDM)、在上行链路上使用CP-OFDM和/或单载波频分复用(SC-FDM)(也被称为离散傅里叶变换扩频OFDM(DFT-s-OFDM))来更好地与其他开放标准集成,以及支持波束成形、多输入多输出(MIMO)天线技术和载波聚合,从而更好地支持移动宽带互联网接入。随着移动宽带接入需求的持续增加,LTE、NR和其他无线电接入技术的进一步改进仍然有用。

发明内容

[0007] 本文所述的一些方面涉及一种由无线设备执行的无线通信的方法。该方法可包括在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i是K个序列中的一个序列。该方法可包括接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号。该方法可包括用K个混频器处理反射OFDM信号,其中该K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。该方法可包括组合K个部分以形成射程谱。

[0008] 本文所述的一些方面涉及一种用于无线通信的无线设备。该无线设备可包括存储

器以及耦合到该存储器的一个或多个处理器。该一个或多个处理器可被配置为在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i是K个序列中的一个序列。该一个或多个处理器可被配置为接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号。该一个或多个处理器可被配置为用K个混频器处理反射OFDM信号,其中该K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。该一个或多个处理器可被配置为组合K个部分以形成射程谱。

[0009] 本文所述的一些方面涉及一种非暂态计算机可读介质,该非暂态计算机可读介质存储用于由无线设备进行无线通信的指令集。该指令集在由无线设备的一个或多个处理器执行时可使无线设备在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i是K个序列中的一个序列。该指令集在由无线设备的一个或多个处理器执行时可使无线设备接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号。该指令集在由无线设备的一个或多个处理器执行时可使无线设备用K个混频器处理反射OFDM信号,其中该K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。该指令集在由无线设备的一个或多个处理器执行时可使无线设备组合K个部分以形成射程谱。

[0010] 本文所述的一些方面涉及一种用于无线通信的装置。该装置可包括用于在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号的构件,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i是K个序列中的一个序列。该装置可包括用于接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号的构件。该装置可包括用于用K个混频器处理反射OFDM信号的构件,其中K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。该装置可包括用于组合K个部分以形成射程谱的构件。

[0011] 本文的各方面通常包括方法、装置、系统、计算机程序产品、非暂态计算机可读介质、用户装备、基站、无线通信设备和/或处理系统,如本文参照附图和说明书所充分描述的以及如附图和说明书所例示的。

[0012] 上文已经相当广泛地概述了根据本公开的示例的特征和技术优点,以便可更好地理解下面的具体实施方式。下文将描述另外的特征和优点。所公开的概念和特定示例可容易被用作用于修改或设计用于实现本公开的相同目的的其他结构的基础。这样的等效的构造不背离所附权利要求书的保护范围。本文所公开的概念的特性在其组织和操作方法两方面以及相关优势将因结合附图来考虑以下描述而被更好地理解。提供每个附图是出于例示说明和描述的目的,而不是作为权利要求的限制的定义。

[0013] 虽然在本公开中通过对一些示例的例示来描述各方面,但本领域技术人员将理解,此类方面可在许多不同布置和场景中实现。本文中所描述的技术可使用不同的平台类型、设备、系统、形状、大小和/或封装布置来实现。例如,一些方面可经由集成芯片实施方案或其他基于非模块组件的设备(例如,终端用户设备、交通工具、通信设备、计算设备、工业装备、零售/购物设备、医疗设备和/或人工智能设备)来实现。各方面可在芯片级组件、模块化组件、非模块化组件、非芯片级组件、设备级组件和/或系统级组件中实现。纳入所描述的各项方面和特征的设备可包括用于实现和实践所要求保护并描述的各项方面的附加组件和特

征。例如,无线信号的发送和接收可包括用于模拟和数字目的的一个或多个组件(例如,硬件组件,包括天线、射频(RF)链、功率放大器、调制器、缓冲器、处理器、交织器、加法器和/或求和器)。本文中所描述的各方面旨在可在各种大小、形状和构成的各种各样的设备、组件、系统、分布式布置和/或终端用户设备中实践。

附图说明

[0014] 为了能够详细理解本公开的上述特征,可通过参考各方面(其中一些方面在附图中例示)获得上文简要概述的更具体描述。然而,要注意的是,附图仅例示了本公开的某些典型的方面并且因此不被认为是对其范围的限制,因为说明书可承认其他同等有效的方面。不同附图中的相同参考标号可标识相同或相似的元素。

[0015] 图1是例示根据本公开的无线网络的示例的示意图。

[0016] 图2是例示根据本公开的无线网络中基站与用户装备(UE)通信的示例的示意图。

[0017] 图3是例示根据本公开的UE的发送链和接收链的示例的示意图。

[0018] 图4是例示根据本公开的射频(RF)前端的示意图。

[0019] 图5是例示根据本公开的处理用于基于正交频分复用(OFDM)的雷达的信号示例的示意图。

[0020] 图6是例示根据本公开的可与低采样率方面组合的各方面的示例的示意图。

[0021] 图7是例示根据本公开的例如由无线设备执行的示例过程的示意图。

[0022] 图8是根据本公开的用于无线通信的示例装置的示意图。

具体实施方式

[0023] 下文参考附图更加充分地描述本公开的各个方面。然而,本公开内容可以许多不同的形式来体现,以及不应当被解释为限于贯穿本公开内容所呈现的任何特定的结构或功能。而是,提供这些方面以使得本公开将是透彻的和完整的,以及将向本领域技术人员完整地传达本公开的保护范围。本领域技术人员应领会,本公开的范围旨在覆盖本文中所披露的本公开的任何方面,不论其是与本公开的任何其他方面相独立地还是组合地实现的。例如,可使用本文中阐述的任何数量的方面来实现装置或实践方法。此外,本公开的范围旨在涵盖使用除了本文中所阐述的公开的各个方面之外或不同于本文中所阐述的公开的各个方面的其他结构、功能或者结构和功能来实践的这样的装置或方法。应当理解,本文所公开的公开内容的任何方面可通过权利要求书的一个或多个元素来体现。

[0024] 现在将参考各种装置和技术来呈现电信系统的几个方面。这些装置和技术将在以下具体实施方式中描述,并且通过各种框、模块、组件、电路、步骤、过程、算法等(统称为“元素”) 在附图中例示。可使用硬件、软件或它们的组合来实现这些元素。这些元素是作为硬件还是软件来实现取决于特定的应用程序和强加于整个系统的设计约束。

[0025] 虽然在本文中可使用一般与5G或新无线电(NR)无线电接入技术(RAT)相关联的术语来描述方面,但是本公开的方面可应用于其他RAT,诸如,3G RAT、4G RAT和/或5G以后的RAT(例如,6G)。

[0026] 图1是例示了根据本公开的无线网络100的示例的示意图。无线网络100可以是或者可包括5G(例如,NR)网络和/或4G(例如,长期演进(LTE))网络的元件等等。无线网络100可

包括一个或多个基站110 (示为BS110a、BS110b、BS110c和BS110d)、用户装备 (UE) 120或多个UE 120 (示为UE 120a、UE 120b、UE 120c、UE 120d和UE 120e) 和/或其他网络实体。基站110是与UE 120通信的实体。基站110 (有时被称为BS) 可包括例如NR基站、LTE基站、节点B、eNB (例如,在4G中)、gNB (例如,在5G中)、接入点和/或发送接收点 (TRP)。每个基站110可针对特定地理区域提供通信覆盖。在第三代合作伙伴计划 (3GPP) 中,取决于使用该术语的上下文,术语“小区”可指基站110的覆盖区域和/或服务于该覆盖区域的基站子系统。

[0027] 基站110可为宏小区、微微小区、毫微微小区和/或另一类型的小区提供通信覆盖。宏小区可覆盖相对较大的地理区域 (例如,半径若干千米),并且可允许由具有服务订阅的UE 120进行不受限制的接入。微微小区可覆盖相对较小的地理区域,并且可允许由具有服务订制的UE 120进行不受限制的接入。毫微微小区可覆盖相对较小地理区域 (例如,家庭) 并且可允许由具有与毫微微小区的关联的UE 120 (例如,封闭订户组 (CSG) 中的UE 120) 进行受限制的接入。用于宏小区的基站110可称为宏基站。用于微微小区的基站110可称为微微基站。用于毫微微小区的基站110可称为毫微微基站或家庭基站。在图1中所示的示例中,BS110a可以是用于宏小区102a的宏基站,BS110b可以是用于微微小区102b的微微基站,并且BS110c可以是用于毫微微小区102c的毫微微基站。基站可支持一个或多个 (例如,三个) 小区。

[0028] 在一些示例中,小区可能不一定是驻定的,并且小区的地理区域可根据移动的基站110 (例如,移动基站) 的位置而移动。在一些示例中,基站110可通过各种类型的回传接口 (诸如直接物理连接或虚拟网络) 使用任何合适的传输网络来在无线网络100中彼此互连和/或互连到一个或多个其他基站110或网络节点 (未示出)。

[0029] 无线网络100可包括一个或多个中继站。中继站是可从上游站 (例如,基站110或UE 120) 接收数据的发送并且向下游站 (例如,UE 120或基站110) 传送数据的发送的实体。中继站可以是能够针对其他UE 120中继发送的UE 120。在图1中所示的示例中,BS110d (例如,中继基站) 可与BS110a (例如,宏基站) 和UE 120d进行通信,以促进BS110a和UE 120d之间的通信。中继通信的基站110可被称为中继站、中继基站、中继等等。

[0030] 无线网络100可以是异构网络,其包括不同类型的基站110,诸如宏基站、微微基站、毫微微基站、中继基站等。这些不同类型的基站110可具有不同的发送功率水平、不同的覆盖区域和/或对无线网络100中的干扰的不同的影响。例如,宏基站可具有高发送功率水平 (例如,5瓦至40瓦),而微微基站、毫微微基站和中继基站可具有较低发送功率水平 (例如,0.1瓦至2瓦)。

[0031] 网络控制器130可耦合到基站110的集合或与该基站的集合通信,并且可针对这些基站110提供协调和控制。网络控制器130可经由回传通信链路与基站110通信。基站110还可彼此之间直接通信,或者经由无线或有线回传通信链路来间接通信。

[0032] UE 120可分散在整个无线网络100中,并且每个UE 120可以是驻定的或移动的。UE 120可包括例如接入终端、终端、移动站和/或订户单元。UE 120可以是蜂窝电话 (例如,智能电话)、个人数字助理 (PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持设备、膝上型计算机、无绳电话、无线本地环路 (WLL) 站、平板电脑、相机、游戏设备、上网本、智能本、超级本、医疗设备、生物计量设备、可穿戴设备 (例如,智能手表、智能服装、智能眼镜、智能腕带、智能首饰 (例如,智能戒指或智能手链))、娱乐设备 (例如,音乐设备、视频设备和/或卫星收音机)、交

通工具组件或传感器、智能计量仪/传感器、工业制造装备、全球定位系统设备和/或被配置为经由无线介质进行通信的任何其他合适的设备。

[0033] 一些UE 120可被视为机器类型通信 (MTC) 或者演进型或增强型机器类型通信 (eMTC) UE。MTC UE和/或eMTC UE可包括例如机器人、无人机、远程设备、传感器、计量仪、监测器和/或位置标签,其可与基站、另一设备(例如,远程设备)或某个其他实体进行通信。一些UE 120可被视为物联网 (IoT) 设备,并且/或者可被实现为NB-IoT(窄带IoT) 设备。一些UE 120可被视为客户驻地装备。UE 120可包括在外壳的内部,该外壳容纳UE 120的组件,诸如处理器组件和/或存储器组件。在一些示例中,处理器组件和存储器组件可耦合在一起。例如,处理器组件(例如,一个或多个处理器)和存储器组件(例如,存储器)可操作地耦合、通信地耦合、电子地耦合和/或电耦合。

[0034] 一般而言,给定的地理区域中可部署任意数量的无线网络100。每个无线网络100可支持特定的RAT,并且可在一个或多个频率上操作。RAT可被称为无线电技术、空中接口等等。频率可被称为载波、频率信道等等。在给定的地理区域中每个频率可支持单个RAT以避免不同RAT的无线网络之间的干扰。在一些情况下,可部署NR或5G RAT网络。

[0035] 在一些示例中,两个或更多个UE 120(例如,示为UE 120a和UE 120e)可使用一个或多个侧链路信道直接进行通信(例如,不使用基站110作为中间媒介来与彼此进行通信)。例如,UE 120可使用对等 (P2P) 通信、设备到设备 (D2D) 通信、车联网 (V2X) 协议(例如,其可包括交通工具到交通工具 (V2V) 协议、交通工具到基础设施 (V2I) 协议或交通工具到行人 (V2P) 协议)和/或网状网络来进行通信。在这样的示例中,UE 120可执行调度操作、资源选择操作和/或本文中其他地方描述为由基站110执行的其他操作。

[0036] 无线网络100的设备可使用电磁频谱进行通信,该电磁频谱可根据频率或波长被细分为各种类别、频带、信道等。例如,无线网络100的设备可使用一个或多个操作频带进行通信。在5G NR中,两个初始操作频带已被标识为频率范围指定FR1 (410MHz-7.125GHz)和FR2 (24.25GHz-52.6GHz)。应当理解的是,尽管FR1的一部分大于6GHz,但是在各种文档和文章中,FR1经常(可互换地)被称为“6GHz以下”频带。关于FR2,有时发生类似的命名问题,其在文档和文章中通常(可互换地)被称为“毫米波”频带,尽管不同于被国际电信联盟 (ITU) 标识为“毫米波”频带的极高频 (EHF) 频带 (30GHz-300GHz)。

[0037] FR1与FR2之间的频率通常被称为中频带频率。最近的5G NR研究已将用于这些中频带频率的操作频带标识为频率范围指定FR3 (7.125GHz-24.25GHz)。落在FR3内的频带可继承FR1特性和/或FR2特性,并且因此可有效地将FR1和/或FR2的特征扩展到中频带频率。此外,当前正在探索更高频带以将5G NR操作扩展到超过52.6GHz。例如,三个更高的操作频带已被标识为频率范围指定FR4a或FR4-1 (52.6GHz-71GHz)、FR4 (52.6GHz-114.25GHz)和FR5 (114.25GHz-300GHz)。这些更高频带中的每一者都落在EHF频带内。

[0038] 考虑到以上示例,除非另有明确说明,否则应当理解的是,如果在本文中使用术语“6GHz以下”等,则该术语可广义地表示可低于6GHz、可在FR1内或者可包括中频带频率。此外,除非另有明确说明,否则应当理解的是,如果在本文中使用术语“毫米波”等,则该术语可广义地表示可包括中频带频率、可在FR2、FR4、FR4-a或FR4-1和/或FR5内或者可在EHF频带内的频率。考虑了可修改被包括在这些操作频带(例如,FR1、FR2、FR3、FR4、FR4-a、FR4-1和/或FR5)中的频率,并且本文所述的技术适用于那些所修改的频率范围。

[0039] 在一些方面,无线设备(例如,UE 120)可包括通信管理器140或150。如本文中在别处更详细描述,通信管理器140或150可在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,其中该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且其中i对应于K个序列中的一个序列;接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号。通信管理器140或150可用K个混频器处理反射OFDM信号,其中该K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。通信管理器140或150可组合K个部分以形成射程谱。附加地或另选地,通信管理器140或150可执行本文所述的一个或多个其他操作。

[0040] 如上文所指示,图1是作为示例提供的。其他示例可与关于图1所述的内容不同。

[0041] 图2是例示了根据本公开的在无线网络100中的基站110与UE 120通信的示例200的示图。基站110可配备有天线234a至234t的集合,诸如T个天线($T \geq 1$)。UE 120可配备有天线252a至252r的集合,诸如R个天线($R \geq 1$)。

[0042] 在基站110处,发送处理器220可从数据源212接收旨在去往UE 120(或UE 120的集合)的数据。发送处理器220可至少部分地基于从UE 120接收的一个或多个信道质量指示符(CQI)来针对该UE 120选择一个或多个调制和译码方案(MCS)。基站110可至少部分地基于为UE 120选择的MCS来处理(例如,编码和调制)用于UE 120的数据,并且为UE 120提供数据符号。发送处理器220可处理系统信息(例如,用于半静态资源划分信息(SRPI))和控制信息(例如,CQI请求、授权和/或上层信令),并且提供开销符号和控制符号。发送处理器220可生成用于参考信号(例如,小区特定的参考信号(CRS)或解调参考信号(DMRS))和同步信号(例如,主同步信号(PSS)或辅同步信号(SSS))的参考符号。发送(TX)多输入多输出(MIMO)处理器230可在适用的情况下对数据符号、控制符号、开销符号和/或参考符号执行空间处理(例如,预译码),并且可将输出符号流的集合(例如,T个输出符号流)提供给对应的调制解调器232的集合(例如,T个调制解调器)(示为调制解调器232a至232t)。例如,每个输出符号流可被提供给调制解调器232的调制器组件(示为MOD)。每个调制解调器232可使用相应的调制器组件来处理相应的输出符号流(例如,针对OFDM)以获得输出采样流。每个调制解调器232可进一步使用相应的调制器组件来对输出采样流进行处理(例如,转换为模拟、放大、滤波和/或上变频),以获得下行链路信号。调制解调器232a至232t可经由对应的天线234的集合(例如,T个天线)(示为天线234a至234t)来发送下行链路信号的集合(例如,T个下行链路信号)。

[0043] 在UE 120处,天线252的集合(示为天线252a至252r)可从基站110和/或其他基站110接收下行链路信号并且可将所接收信号的集合(例如,R个所接收信号)提供给调制解调器254的集合(例如,R个调制解调器)(示为调制解调器254a至254r)。例如,每个所接收信号可被提供给调制解调器254的解调器组件(示为DEMOM)。每个调制解调器254可使用相应的解调器组件来调理(例如,滤波、放大、下变频和/或数字化)所接收信号以获得输入样本。每个调制解调器254可使用解调器组件来进一步处理输入采样(例如,针对OFDM)以获得所接收符号。MIMO检测器256可获得来自调制解调器254的所接收符号,可在适用的情况下对这些所接收符号执行MIMO检测,并且可提供所检测到的符号。接收处理器258可处理(例如,解调和解码)所检测到的符号,可将针对UE 120的所解码的数据提供给数据宿260,并且可将所解码的控制信息和系统信息提供给控制器/处理器280。术语“控制器/处理器”可指一个

或多个控制器、一个或多个处理器或它们的组合。信道处理器可确定参考信号接收功率 (RSRP) 参数、接收信号强度指示符 (RSSI) 参数、参考信号接收质量 (RSRQ) 参数和/或CQI参数等等。在一些示例中,UE 120的一个或多个组件可包括在外壳284中。

[0044] 网络控制器130可包括通信单元294、控制器/处理器290以及存储器292。网络控制器130可包括例如核心网络中的一个或多个设备。网络控制器130可经由通信单元294来与基站110通信。

[0045] 一个或多个天线(例如,天线234a至234t和/或天线252a至252r)可包括一个或多个天线面板、一个或多个天线组、天线元件的一个或多个集合和/或一个或多个天线阵列等,或者可包括在一个或多个天线面板、一个或多个天线组、天线元件的一个或多个集合和/或一个或多个天线阵列等等内。天线面板、天线组、天线元件的集合和/或天线阵列可包括一个或多个天线元件(在单个外壳或多个外壳内)、共面天线元件的集合、非共面天线元件的集合和/或耦合到一个或多个发送和/或接收组件(诸如,图2中的一个或多个组件)的一个或多个天线元件。

[0046] 在上行链路上,在UE 120处,发送处理器264可接收并处理来自数据源262的数据以及来自控制器/处理器280的控制信息(例如,用于包括RSRP、RSSI、RSRQ和/或CQI的报告)。发送处理器264可生成用于一个或多个参考信号的参考符号。来自发送处理器264的符号可在适用的情况下由TX MIMO处理器266预译码,由调制解调器254进一步处理(例如,针对DFT-s-OFDM或CP-OFDM),并且发送给基站110。在一些示例中,UE 120的调制解调器254可包括调制器和解调器。在一些示例中,UE 120包括收发器。收发器可包括天线252、调制解调器254、MIMO检测器256、接收处理器258、发送处理器264和/或TX MIMO处理器266的任何组合。收发器可由处理器(例如,控制器/处理器280)和存储器282用于执行本文所述的方法中的任一种方法的各方面(例如,参考图3至图8)。

[0047] 在基站110处,来自UE 120和/或其他UE的上行链路信号可由天线234来接收,由调制解调器232(例如,调制解调器232的示为DEMOD的解调器组件)来进行处理,由MIMO检测器236来检测(在适用的情况下),并且由接收处理器238来进一步处理,以获得由UE 120传送的所解码的数据和控制信息。接收处理器238可将所解码的数据提供给数据宿239并将所解码的控制信息提供给控制器/处理器240。基站110可包括通信单元244并且可经由通信单元244与网络控制器130通信。基站110可包括调度器246,以调度一个或多个UE 120用于下行链路和/或上行链路通信。在一些示例中,基站110的调制解调器232可包括调制器和解调器。在一些示例中,基站110包括收发器。收发器可包括天线234、调制解调器232、MIMO检测器236、接收处理器238、发送处理器220和/或TX MIMO处理器230的任何组合。收发器可由处理器(例如,控制器/处理器240)和存储器242用于执行本文所述的方法中的任一种方法的各方面(例如,参考图3至图8)。

[0048] 基站110的控制器/处理器240、UE 120的控制器/处理器280和/或图2的任何其他组件可执行与基于OFDM的雷达相关联的一种或多种技术,如本文中在别处更详细描述。例如,基站110的控制器/处理器240、UE 120的控制器/处理器280和/或图2的任何其他组件可执行或指导例如图7的过程700和/或如本文所述的其他过程的操作。存储器242和存储器282可分别存储针对基站110和UE 120的数据和程序代码。在一些示例中,存储器242和/或存储器282可包括存储用于无线通信的一个或多个指令(例如,代码和/或程序代码)的非暂

态计算机可读介质。例如,一个或多个指令在由基站110和/或UE 120的一个或多个处理器(例如,直接地,或者在编译、转换和/或解译之后)执行时可使一个或多个处理器、UE 120和/或基站110执行或指导例如图7的过程700和/或如本文所述的其他过程的操作。在一些示例中,执行指令可包括运行指令、转换指令、编译指令和/或解释指令等等。

[0049] 在一些方面,无线设备(例如,UE 120、基站110)包括用于在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号的构件,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i对应于K个序列中的一个序列;用于接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号的构件;用于用K个混频器处理反射OFDM信号的构件,其中K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;和/或用于组合K个部分以形成射程谱的构件。在一些方面,用于该无线设备执行本文所述的操作的构件可包括例如通信管理器150、发送处理器220、TX MIMO处理器230、调制解调器232、天线234、MIMO检测器236、接收处理器238、控制器/处理器240、存储器242或调度器246中的一者或多者。在一些方面,用于无线设备执行本文所述的操作的构件可包括例如通信管理器140、天线252、调制解调器254、MIMO检测器256、接收处理器258、发送处理器264、TX MIMO处理器266、控制器/处理器280或存储器282中的一者或多者。

[0050] 虽然图2中的框被例示为不同的组件,但上文针对这些框所述的功能可在单个硬件、软件或组合组件中或在组件的各种组合中实现。例如,关于发送处理器264、接收处理器258和/或TX MIMO处理器266所述的功能可由控制器/处理器280执行或在控制器/处理器280的控制下执行。

[0051] 如上文所指示,图2是作为示例提供的。其他示例可与关于图2所述的内容不同。

[0052] 图3是例示根据本公开的UE 120的发送(Tx)链302和接收(Rx)链304的示例300的示图。在一些方面,Tx链302的一个或多个组件可在如上面结合图2所述的发送处理器264、TX MIMO处理器266、调制解调器254、和/或控制器/处理器280中实现。在一些方面,Tx链302可在UE 120中实现,以用于在上行链路信道上向基站110发送数据306(例如,上行链路数据、上行链路参考信号、和/或上行链路控制信息)。

[0053] 编码器307可将信号(例如,比特流)303更改为数据306。待发送的数据306从编码器307作为输入提供给串并(S/P)转换器308。在一些方面,S/P转换器308可将发送数据拆分成M个并行数据流310。

[0054] M个并行数据流310随后可作为输入被提供给映射器312。映射器312可将M个并行数据流310映射到M个星座点上。该映射可使用调制星座来完成,诸如二元相移键控(BPSK)、正交相移键控(QPSK)、8相移键控(8PSK)、正交调幅(QAM)等。因此,映射器312可输出M个并行符号流316,每个符号流316对应于快速傅里叶逆变换(IFFT)组件320的M个正交子载波中的一个正交子载波。这M个并行符号流316在频域中表示并且可由IFFT组件320转换成M个并行时域样本流318。

[0055] 在一些方面,频域中的M个并行调制对应于频域中的M个调制符号,该M个调制符号等于频域中的M个映射和M点IFFT,该M个映射和该M点IFFT等于时域中的一个(有用)OFDM符号,该OFDM符号等于时域中的M个样本。时域中的一个OFDM符号 M_s 等于 M_{cp} (每OFDM符号的保护样本数目)+M(每OFDM符号的有用样本数目)。

[0056] M个并行时域样本流318可由并串(P/S)转换器324转换为OFDM/OFDMA符号流322。

保护插入组件326可在OFDM/OFDMA符号流322中的相继OFDM/OFDMA符号之间插入保护间隔。保护插入组件326的输出随后可由射频(RF)前端328上变频到期望的发送频带。天线330随后可发送所得信号332。

[0057] 在一些方面,Rx链304可利用OFDM/OFDMA。在一些方面,Rx链304的一个或多个组件可在如上面结合图2所述的接收处理器258、MIMO检测器256、调制解调器254、和/或控制器/处理器280中实现。在一些方面,Rx链304可在UE 120中实现,以用于在下行链路信道上从基站110接收数据306(例如,下行链路数据、下行链路参考信号、和/或下行链路控制信息)。

[0058] 所发送信号332被示为在无线信道334上从Tx链302行进至Rx链304。当信号332'被天线330'接收时,所接收信号332'可由RF前端328'下变频到基带信号。保护移除组件326'随后可移除由保护插入组件326在OFDM/OFDMA符号之间插入的保护间隔。

[0059] 保护移除组件326'的输出可被提供给S/P转换器324'。该输出可包括OFDM/OFDMA符号流322',并且S/P转换器324'可将OFDM/OFDMA符号流322'划分为M个并行时域符号流318',该M个并行时域符号流中的每个并行时域符号流对应于M个正交子载波中的一个子载波。快速傅里叶变换(FFT)组件320'可将M个并行时域符号流318'转换到频域中并输出M个并行频域符号流316'。

[0060] 解映射器312'可执行由映射器312执行的符号映射操作的逆操作,从而输出M个并行数据流310'。P/S转换器308'可将M个并行数据流310'组合成单个数据流306'。理想地,数据流306'对应于作为输入被提供给Tx链302的数据306。数据流306'可由解码器307'解码成所解码的数据流303'。

[0061] 图3所示的组件的数量和布置是作为示例提供的。实际上,可存在与图3所示的那些组件相比附加的组件、更少的组件、不同的组件或以不同方式布置的组件。此外,图3所示的两个或更多个组件可在单个组件内实现,或者图3所示的单个组件可实现为多个分布式组件。附加地或另选地,图3所示的一组组件(例如,一个或多个组件)可执行被描述为由图3所示的另一组组件执行的一个或多个功能。

[0062] 图4是例示根据本公开的RF前端的示图。示例400示出了图3所示的RF前端328和328'的更多细节。

[0063] 基于OFDM的雷达波形可用于多用户干扰场景中的联合通信和雷达(JCR)应用。JCR可使用基于OFDM的波形来利用mmW通信与mmW雷达之间的通用性,以实现波形、频谱和硬件重用。然而,与基于调频连续波(FMCW)的雷达相比,针对基于OFDM的雷达(或任何其他数字波形)的挑战是需要具有高采样率的数模转换器(DAC)和模数转换器(ADC)。例如,为了实现约15厘米(cm)的射程分辨率,带宽要求可以是1GHz,并且因此基于OFDM的雷达可能需要约1千兆样本每秒(GSPS)的采样率。现有雷达可支持1GHz至4GHz的最大带宽,使得1GSPS至4GSPS用于OFDM雷达。基于OFDM的雷达还可期望高角分辨率,并且因此可使用多个接收链来进行数字接收器波束成形。例如,现有的雷达方位角分辨率可为约1度,并且因此可能需要约120个天线元件(物理的或虚拟的)。换句话讲,如果要在基于OFDM的雷达系统中使用数字波束成形,则期望高采样率ADC和大量接收链(例如,16个至120个)。这导致高功率消耗、高成本以及大装备空间。

[0064] 用于解决针对基于OFDM的雷达的高采样率要求的一些解决方案涉及较低的分辨率或较低的采样率。例如,一种低采样率解决方案包括步进式OFDM,该步进式OFDM一次处理

子载波的子集(例如,在符号中)。载波子集可覆盖符号块内的多个符号上的所有子载波。虽然步进式OFDM可将采样率减小一个减小因子,但步进式OFDM也可将最大明确多普勒速度减小相同的减小因子。例如,如果子载波的M个子集形成子载波的全带宽,则最大明确多普勒速度减小因子M。多普勒效应涉及由于移动(诸如发送器朝向或远离接收器移动(或由接收器进行的类似移动))而引起的频率移位。最大多普勒速度是雷达接收器能够处理由移动速度引起的频率移位的最大速度。最大明确多普勒速度是无论该速度是绝对的还是相对于另一对象的速度都可能出现(关于该速度是绝对的还是相对明确)的最大速度。如果最大明确多普勒速度减小因子M,则采样信号可能经历取决于所跟踪对象的速度速度的某种畸变。信号畸变或处理不准确可能浪费处理资源、浪费信令资源,并且引入安全问题。

[0065] 针对低速率DAC/ADC的一种解决方案涉及使用频率梳状图案,其中信号的调制符号分布在形成梳状图案的齿的子载波中。处理梳状图案的齿中的子载波中的信号,并且不处理齿之间的子载波中的信号。然而,这可能将雷达的最大明确射程(雷达与反射表面之间的距离,无论是绝对的还是相对的)减小与梳状图案减小采样率相同的因子。在对从超出最大射程的距离反射的信号的处理中可能存在畸变。

[0066] 根据本文所述的各个方面,与高采样率的基于OFDM的雷达相比,基于OFDM的雷达系统可在RF接收链中使用多个混频器(例如,同相/正交(IQ)混频器)来减小采样率,同时在射程、多普勒和角域中维持相同的雷达分辨率和相同的最大明确性能。例如,基于OFDM的雷达系统的无线设备可在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号。该信号可包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,其中每个调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且其中对于K个序列, $i = 1, \dots, K$ 。即,每个序列可以是与其他调制符号序列不同的调制符号序列。在一些方面,每个序列可包括例如梳状映射符号,其中该序列的调制符号映射到梳状图案中的频率或符号。在一些方面,每个序列可至少部分地基于Zadoff-Chu序列,该Zadoff-Chu序列是当应用于信号时产生恒定幅度的新信号的复值数学序列。

[0067] 无线设备(或另一接收器)可接收对应于所发送的OFDM信号的反射OFDM信号。无线设备可用K个混频器处理反射OFDM信号,其中K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。无线设备可针对K个子集中的每个子集 K_i 使用混频器。射程谱的K个部分中的每个部分被嵌入于在相应子集 K_i 中的N个子载波上发送的调制符号序列上(与其相乘)。这些混频器可以是IQ解调器。无线设备可组合K个部分以形成射程谱。换句话说,无线设备可使用较低采样率来获得采样信号,同时保留否则将被减小因子K的射程谱。结果,无线设备保留了最大明确多普勒速度和/或最大明确射程,并且信号处理不会降级。需注意,目标的射程(或延迟)导致频率的相位斜坡,并且无线设备可估计并观察相位斜坡以随后估计目标的延迟。这就是无线设备确定目标射程谱(延迟谱)的原因。

[0068] 为了实现具有K个子集的发送信号,无线设备可具有RF前端,诸如图4中的RF前端328所示。RF前端328是用于发送由OFDM信号发生器402生成的用于雷达应用的OFDM信号的RF前端的示例。RF前端328可包括接收OFDM信号并输出模拟信号的DAC 404。DAC 404可以是高采样率DAC或低采样率DAC(具有比用于高采样率DAC更高数量的发送链)。采样率可以是B个样本每秒。RF前端328还可包括低通滤波器(LPF) 406,该低通滤波器(LPF)对模拟信号进行滤波以形成滤波信号。IQ组件408可用同相(I)和正交(Q)输入来调制滤波信号以形成正交信号。带通滤波器(BPF) 410可对正交信号进行滤波,该正交信号可由另一IQ组件412调

制。随后,在输出到天线330之前,调制信号可由功率放大器(PA)414放大且用另一BPF 416滤波。发送信号可具有带宽B Hz。需注意,B Hz带宽可能需要B个样本每秒($=2 \times \max_frequency = 2 \times B/2 = B$)的奈奎斯特采样率。

[0069] 发送信号可从表面反射且作为接收信号(反射OFDM信号)返回。为了在保留最大明确多普勒速度和/或最大明确射程的同时接收并处理接收信号,无线设备还可具有RF前端,诸如图4中的RF前端328'所示。RF前端328'是用于接收来自天线330'的接收信号的RF前端的示例。接收信号可由BPF 418滤波且由低噪声放大器(LNA)420放大。放大信号可跨带宽B跨越N个子载波的K个子集(如上文针对发送信号所述)。每个子集可传递通过多个IQ混频器422中的一个IQ混频器。例如,第一子集可传递通过第一IQ混频器422a,第二子集可传递通过第二混频器422b,依此类推,直到第K子集传递通过IQ混频器422c为止。这些子集可传递通过BPF 424,并且可由IQ组件426进一步解调。解调信号可传递通过LPF 428。滤波信号可由ADC 430转换为样本,该ADC可以是低采样率ADC,因为可存在具有全数字或混合接收器波束成形的大量ADC(例如,多达128个ADC以实现1度的角分辨率)。处理组件432可处理滤波信号以用于雷达应用。与奈奎斯特采样相比,多个混频器可将采样率减小因子K。接收ADC 430可以B/K个样本每秒进行操作。

[0070] 在一些方面,RF前端328和328'可与比发送端口更高数量的接收端口一起使用。例如,发送信号可在视场中为模拟波束成形的(例如,用一个或两个发送端口),而接收器可使用16个至120个接收端口和数字带通滤波器来实现高角分辨率。

[0071] 如上文所指示,图4是作为示例提供的。其他示例可与关于图4所描述内容不同。

[0072] 图5是例示根据本公开的处理用于基于OFDM的雷达的信号示例500的示图。

[0073] 无线设备(例如,UE 120)可生成发送信号502,该发送信号可被划分为子载波的K个子集,其中每个子集具有N个子载波。该K个子集可组合总共NK($N \times K$)个子载波,其中子载波间隔为 Δf 。即,发送信号502可跨越总RF发送信号带宽 $B = NK \Delta f$ 。

[0074] 每个子集可表示为 K_i ,其中i为K个序列中的一个序列(例如, $i = 1, \dots, K$ 或 $0, \dots, K-1$)。每个子集 K_i 可包括对于子集 K_i 不同并且可由 $S_i[k]$ 表示的调制符号序列,使得对于时间t,针对子集 K_i 内的N个子载波中的每个子载波,信号可表示为 $S[k]e^{j2\pi\Delta fkt}$,其中k表示在0与N-1之间的值。在K个子集上的总体发送信号502s(t)可表示为 $s(t) = \sum_{k=0}^{NK-1} S[k]e^{j2\pi\Delta fkt} = \sum_{i=0}^{K-1} \sum_{k=0}^{N-1} S_i[k]e^{j2\pi\Delta f(Ni+k)t}$ 。为了便于解释,该示例中的信号s(t)可针对具有延迟 t_0 的一个目标并且循环前缀可大于延迟。

[0075] 用于每个子集的序列可至少部分地基于Zadoff-Chu序列。Zadoff-Chu序列可具有产生与其他序列不同的序列的不同根。此外,当对信号施加Zadoff-Chu序列的循环移位版本时,在接收器处检测到的所得信号集彼此不相关。因此,每个调制符号序列可至少部分地基于基线Zadoff-Chu序列的不同的循环移位版本。

[0076] 在一些方面,调制符号可包括梳状映射符号,其中梳状图案的齿中的子载波包括调制符号,并且梳状图案的齿之间的子载波不包括调制符号。

[0077] 如示例500所示,发送信号502可从对象或表面反射且作为接收信号504返回。接收

$$y(t) = s(t - t_0) =$$

信号504可表示为

$$\sum_{i=0}^{K-1} e^{j2\pi\Delta fNit} e^{-j2\pi\Delta fNit_0} \sum_{k=0}^{N-1} S_i[k] e^{j2\pi\Delta fkt} e^{-j2\pi\Delta fkt_0} \quad K \text{ 个子集}$$

中的每个子集在图5中被示为506a至506d。

[0078] 无线设备可处理接收信号504。处理接收信号504可包括对接收信号504进行放大和滤波。处理接收信号504还可包括对接收信号504进行下变频,这可包括以较低采样率将该信号转换为较低频率信号以便简化后续处理步骤。对针对每个子集 K_i 的接收信号504进行下变频可形成下变频波形,并且无线设备可对下变频波形求和以形成求和波形。该处理还可包括将求和波形传递通过具有跨越N个子载波的带宽的LPF,并且以指定采样率对求和波形进行采样。

[0079] 例如,无线设备可对具有由N个子载波间隔开的多个频率的反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形(例如, $f_i - \Delta f N i$)。无线设备可使用N个子载波的最大带宽(例如, $N \Delta f$)对下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号。所得滤波信号可表示为

$$[0080] \quad r(t) = LPF_B \left(\sum_{i=0}^{K-1} y(t) e^{-j2\pi(iN\Delta f)t} \right) = \sum_{i=0}^{K-1} e^{-j2\pi\Delta f N i t_0} \sum_{k=0}^{N-1} S_i[k] e^{j2\pi\Delta f k t} e^{-j2\pi\Delta f k t_0}.$$

[0081] 无线设备可使用最大带宽对滤波信号进行采样以形成样本。采样率可至少部分地基于N个子载波(例如, $f_s = \frac{B}{K} = N \Delta f$ 个样本/秒)。数字样本508a至508d可表示为 $r[n] = \sum_{i=0}^{K-1} e^{-j2\pi(\Delta f t_0)iN} \sum_{k=0}^{N-1} S_i[k] e^{j2\pi\frac{kn}{N}} e^{-j2\pi(\Delta f t_0)k}$ 。需注意, $r[n]$ 可具有带宽 $\frac{B}{K}$,并且可以是以 $iN \Delta f$ 的子载波偏移发送的K个子集 S_i 的总和510,其中 $i=0, \dots, K-1$,以覆盖整个发送带宽 $B=NK \Delta f$ 。

[0082] 在一些方面,处理可包括对样本执行N点FFT运算以形成N点FFT输出,以及连接N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列。处理随后可包括将NK长度序列与NK长度发送序列 $S = [S_0, S_1, \dots, S_{K-1}]$ 进行共轭相乘。共轭相乘涉及使分数的分子或分母合理化,并且可包括将信号值与其进行共轭相乘以消除平方根。

[0083] 目标的射程或延迟导致频率中的相位斜坡。接收器可估计并观察相位斜坡,以便随后估计目标的延迟。可通过对相位斜坡执行FFT运算来获得射程谱。例如,该处理可包括对ADC输出样本 $r[n]$ 执行N点FFT运算,连接FFT输出的K个重复以形成NK长度序列,将NK长度序列与发送序列 $S = [S_0, S_1, \dots, S_{K-1}]$ 的共轭进行共轭相乘,以及随后执行NK点FFT运算以获得反射OFDM信号的射程谱。需注意,每个子集 S_i 在下变频到第一N个子载波之后具有可表示为 $e^{-j2\pi(\Delta f t_0)(iN+k)}$ 的相位斜坡的一部分。

[0084] 为了提取嵌入在每个 S_i 上的相位斜坡,无线设备可使用对应于 S_i 的频域序列的时域序列(以及由于相位斜坡而导致的它们的循环移位)来正交。如果 S_i 为基于i具有不同根的Zadoff-Chu序列(长度为N),则可实现这一点。虽然该序列不是完全正交的,但互相关可被界定为 $\approx \frac{1}{\sqrt{N}}$ 。虽然正交序列是优选的,但Zadoff-Chu序列可为任何一般N提供设计灵活性。因此, $S_i[k]$ ($k=0, \dots, N-1$,具有长度N序列)可表示为 $S_i[k] = SZC_i[k \bmod NZC]$,其中 $SZC_i = \text{Zadoff-Chu}(\text{root}_i, NZC)$, NZC 是小于或等于N的最大素数,并且 root_i 是 $i=0 \dots K-1$ 上的唯一根。无线设备可形成NK长度序列 $M[n]$ 作为序列 $R[k] = \text{FFT}(r[n])$ 的K个重复,如 $M[k] = R[k \bmod N], k=0, \dots, NK-1 =$

$$[0085] \quad \sum_{i=0}^{K-1} S_i[k \bmod N] e^{-j2\pi(\Delta f t_0)(Ni+(k \bmod N))}.$$

[0086] $M[k]$ 可由参考标号510示出。与 $S = [S_0, S_1, \dots, S_{K-1}]$ 共轭相乘,无线设备可获得

$$[0087] \quad Z[k] = \sum_{i=0}^{K-1} S_i[k \bmod N] S_i^*[k] e^{-j2\pi(\Delta f t_0)(Ni+(k \bmod N))} = [Z_0 \quad Z_1 \quad \dots \quad Z_{K-1}]$$

[0088] 和 $Z_i[k] = S_i[k]S_i^*[k]e^{-j2\pi(\Delta f t_0)(Ni+k)} + \sum_{m \neq i}^{K-1} S_m[k]S_i^*[k]e^{-j2\pi(\Delta f t_0)(Nm+k)}$ 。采用 $Z[k]$ ($k = 0, \dots, NK-1$) 的 NK 点 FFT, 无线设备可获得射程谱作为 $h[n] = \delta(n - \Delta f t_0 NK) + I[n]$, 其中 $|I[n]| = O\left(\frac{K-1}{\sqrt{N}}\right)$ 。输出 $h[n]$ 可由参考标号 512 示出。

[0089] 除了输出之外, 无线设备还可获得具有全范围分辨率的射程谱。在一些方面, 处理接收信号 504 可包括用 K 个混频器处理反射 OFDM 信号, 其中 K 个混频器的混频器频率由 N 个子载波间隔分开, 以从反射 OFDM 信号形成射程谱的 K 个部分。该处理可包括组合 K 个部分以形成射程谱。

[0090] 因此, 可实现的射程分辨率可以是 $\frac{c}{2(\Delta f NK)} = \frac{c}{2B}$ (尽管采样率 B/K 较低), 并且最大明确射程可以是 $\frac{c}{2\Delta f}$ (与其他解决方案中实现的 $\frac{c}{2K\Delta f}$ 相反)。因此, 忽略自干扰 I , 与高采样率的基于 OFDM 的雷达 ($f_s = B = NK \Delta f$ 个样本/秒) 相比, 射程分辨率或最大明确射程可能没有减小。此外, 因为无线设备可在不使用多个符号或对 Δf 的限制的情况下实现分辨率和射程, 所以最大明确多普勒速度的多普勒分辨率可能没有减小 (与先前描述的步进式 OFDM 相反)。类似地, 角域可能没有减小。

[0091] 如上文所指示, 图 5 是作为示例提供的。其他示例可与关于图 5 所述的内容不同。

[0092] 图 6 是例示根据本公开的可与低采样率方面组合的各方面的示例 600 的示图。图 6 例示用于将图 5 中所述的低采样率方面与用于实现低采样率的另选方法组合的示例发送方法。示例 600 示出了组合 $K_{\text{step}} = 2$ (块在两个符号上的步进发送)、 $K_{\text{comb}} = 2$ (给定符号的块内的符号在第一组频率的梳-0 上以及在第二组频率的梳-1 上的映射) 以及 $K_{\text{code}} = 4$ (本公开的低采样率方面, 其中映射到给定块中的特定梳的序列是通过连接四个不同子序列来构成的) 的发送方法。此类发送方法可使得接收器采样率能够减小因子 $K_{\text{step}} \times K_{\text{step}} \times K_{\text{code}} = 16$, 同时将最大明确多普勒的减小限制为因子 $K_{\text{step}} = 2$, 将最大明确射程的减小限制为因子 $K_{\text{comb}} = 2$, 并且将自干扰的增加限制在近似水平 $O\left(\frac{K_{\text{code}} - 1}{\sqrt{N}}\right)$, 其中 N 是映射到给定块中的特定梳的序列的长度。

[0093] 换句话讲, 针对图 5 所述的低采样率方面可与 K_{step} 个步进块、 K_{comb} 个频率梳和/或 K_{step} 个正交序列组合。步进块方面可包括在符号期间仅处理子载波的子集, 使得在符号块内处理所有子载波。

[0094] 示例 600 示出了与步进块组合的频率梳的使用 (示例 600 示出了竖直块中的两个符号)。无线设备可在跨越 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个非重叠子载波的总带宽的符号上发送信号, 其中 K_{step} 是步进块中的符号的数量。例如, 无线设备可在跨越 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个子载波的 RF 带宽的一组后续符号上发送第一组子载波 (NK 个子载波), 其中第一组子载波映射到 RF 带宽内的不同符号上的非重叠子载波。在一些方面, 步进映射可从子载波索引 sym_i 开始, 其中 $\text{sym}_i = 0, \dots, K_{\text{step}}$ 。

[0095] 如上文所指示, 图 6 是作为示例提供的。其他示例可与关于图 6 所述的内容不同。

[0096] 图 7 是例示根据本公开的例如由无线设备执行的示例过程 700 的示图。示例过程 700 是其中无线设备 (例如, UE 120、基站 110) 执行与基于 OFDM 的雷达相关联的操作的示例。

[0097] 如图 7 所示, 在一些方面, 过程 700 可包括在 N 个子载波的 K 个子集上发送 OFDM 信号, 其中该信号包括针对 K 个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列, 该调制符号序列对于每个

子集 K_i 是不同的,并且 i 是 K 个序列中的一个序列(框710)。例如,无线设备(例如,使用图8中所描绘的通信管理器140或150和/或发送组件804)可在 N 个子载波的 K 个子集上发送OFDM信号,其中该信号包括针对 K 个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且 i 是 K 个序列中的一个序列,如上所述。

[0098] 如图7进一步所示,在一些方面,过程700可包括接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号(框720)。例如,无线设备(例如,使用图8中所描绘的通信管理器140或150和/或接收组件802)可接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号,如上所述。

[0099] 如图7进一步所示,在一些方面,过程700可包括用 K 个混频器处理反射OFDM信号,其中 K 个混频器的混频器频率由 N 个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的 K 个部分(框730)。例如,无线设备(例如,使用图8中所描绘的通信管理器140或150和/或信号处理组件808)可用 K 个混频器处理反射OFDM信号,其中 K 个混频器的混频器频率由 N 个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的 K 个部分,如上所述。

[0100] 如图7进一步所示,在一些方面,过程700可包括组合 K 个部分以形成射程谱(框740)。例如,无线设备(例如,使用图8中所描绘的通信管理器140或150和/或信号处理组件808)可组合 K 个部分以形成射程谱,如上所述。

[0101] 过程700可包括附加方面,诸如下文所述和/或结合本文别处所述的一个或多个其他过程所述的任何单个方面或方面的任何组合。

[0102] 在第一方面,每个调制符号序列包括梳状映射符号。在第二方面,单独地或与第一方面相结合,每个调制符号序列至少部分地基于Zadoff-Chu序列。在第三方面,单独地或与第一方面和第二方面中的一者或多者相结合,每个Zadoff-Chu序列具有不同的根。在第四方面,单独地或与第一方面至第三方面中的一者或多者相结合,每个序列具有形式 $S_i[k]$,其中 $k=0, \dots, N-1$, $S_i[k] = SZC_i[k \bmod NZC]$, $SZC_i = \text{Zadoff-Chu}(\text{root}_i, NZC)$, NZC 是小于或等于 N 的最大素数,并且 root_i 是 $i=0 \dots K-1$ 上的唯一根。在第五方面,单独地或与第一方面至第四方面中的一者或多者相结合,每个调制符号序列至少部分地基于基线Zadoff-Chu序列的不同的循环移位版本。

[0103] 在第六方面,单独地或与第一方面至第五方面中的一者或多者相结合,处理反射OFDM信号包括:对针对每个子集 K_i 的反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;对下变频波形求和以形成求和波形;将求和波形传递通过具有跨越 N 个子载波的带宽的低通滤波器;以及以指定采样率对求和波形进行采样。

[0104] 在第七方面,单独地或与第一方面至第六方面中的一者或多者相结合,处理反射OFDM信号包括:对具有由 N 个子载波间隔开的多个频率的反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;使用 N 个子载波的最大带宽对下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号;使用最大带宽对滤波信号进行采样以形成样本;对样本执行 N 点FFT运算以形成 N 点FFT输出;连接 N 点FFT输出的 K 个重复以形成 NK 长度序列;将 NK 长度序列与 NK 长度发送序列 $S = [S_0, S_1, \dots, S_{K-1}]$ 进行共轭相乘;以及获得反射OFDM信号的射程谱。

[0105] 在第八方面,单独地或与第一方面至第七方面中的一者或多者相结合,处理反射OFDM信号包括以至少部分地基于 N 个子载波的采样率将反射OFDM信号转换为数字信号。

[0106] 在第九方面,单独地或与第一方面至第八方面中的一者或多者相结合,发送OFDM信号包括在 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个非重叠子载波的带宽中的符号上发送OFDM信号,并且 K_{step} 是步进

块中的符号数量。

[0107] 在第十方面,单独地或与第一方面至第九方面中的一者或多者相结合,处理反射OFDM信号包括针对K个序列中的每个序列进行共轭相乘。

[0108] 尽管图7示出了过程700的示例框,但在一些方面,过程700可包括与图7中所描绘的框相比附加的框、更少的框、不同的框或以不同方式布置的框。附加地或另选地,可并行地执行过程700的框中的两个或更多个框。

[0109] 图8是用于无线通信的示例装置800的示意图。装置800可以是无线设备(例如,UE 120、基站110),或者无线设备可包括装置800。在一些方面,装置800包括可(例如,经由一条或多条总线和/或一个或多个其他组件)彼此通信的接收组件802和发送组件804。如图所示,装置800可使用接收组件802和发送组件804与另一装置806(诸如UE、基站或另一无线通信设备)通信。如图进一步所示,装置800可包括通信管理器140或150。通信管理器140或150可包括信号处理组件808等等。

[0110] 在一些方面,装置800可被配置为执行本文结合图1至图6所述的一个或多个操作。附加地或另选地,装置800可被配置为执行本文所述的一个或多个过程,诸如图8所示的图7的过程700可包括结合图2所述的无线设备的一个或多个组件。附加地或另选地,图8所示的一个或多个组件可在结合图2所述的一个或多个组件内实现。附加地或另选地,该组组件中的一个或多个组件可至少部分地实现为存储在存储器中的软件。例如,组件(或组件的一部分)可实现为存储在非暂态计算机可读介质中并且能够由控制器或处理器执行以执行该组件的功能或操作的指令或代码。

[0111] 接收组件802可从装置806接收通信,诸如参考信号、控制信息、数据通信或它们的组合。接收组件802可将所接收的通信提供给装置800的一个或多个其他组件。在一些方面,接收组件802可对所接收的通信执行信号处理(诸如滤波、放大、解调、模数转换、解复用、解交织、解映射、均衡、干扰消除或解码等等),并且可将所处理的信号提供给装置800的一个或多个其他组件。在一些方面,接收组件802可包括结合图2所述的无线设备的一个或多个天线、调制解调器、解调器、MIMO检测器、接收处理器、控制器/处理器、存储器或它们的组合。

[0112] 发送组件804可向装置806发送通信,诸如参考信号、控制信息、数据通信或它们的组合。在一些方面,装置800的一个或多个其他组件可生成通信,并且可将所生成的通信提供给发送组件804以供发送到装置806。在一些方面,发送组件804可对所生成的通信执行信号处理(诸如滤波、放大、调制、数模转换、复用、交织、映射或编码等等),并且可将所处理的信号发送到装置806。在一些方面,发送组件804可包括结合图2所述的无线设备的一个或多个天线、调制解调器、调制器、发送MIMO处理器、发送处理器、控制器/处理器、存储器或它们的组合。在一些方面,发送组件804可与接收组件802协同定位在收发器中。

[0113] 发送组件804可在N个子载波的K个子集上发送OFDM信号,其中该信号包括针对K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,该调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且i是K个序列中的一个序列。接收组件802可接收对应于OFDM信号的反射OFDM信号。信号处理组件808可用K个混频器处理反射OFDM信号,其中K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从反射OFDM信号形成射程谱的K个部分。信号处理组件808可组合K个部分以形成射程谱。

[0114] 图8所示的组件的数量和布置是作为示例提供的。实际上,可存在与图8所示的那些组件相比附加的组件、更少的组件、不同的组件或以不同方式布置的组件。此外,图8所示的两个或更多个组件可在单个组件内实现,或者图8所示的单个组件可实现为多个分布式组件。附加地或另选地,图8所示的一组(一个或多个)组件可执行被描述为由图8所示的另一组组件执行的一个或多个功能。

[0115] 下文提供本公开的一些方面的概述:

[0116] 方面1:一种由无线设备执行的无线通信的方法,所述方法包括:在N个子载波的K个子集上发送正交频分复用(OFDM)信号,其中所述信号包括针对所述K个子集中的每个子集 K_i 的调制符号序列,所述调制符号序列对于每个子集 K_i 是不同的,并且 i 是K个序列中的一个序列;接收对应于所述OFDM信号的反射OFDM信号;用K个混频器处理所述反射OFDM信号,其中所述K个混频器的混频器频率由N个子载波间隔分开,以从所述反射OFDM信号形成射程谱的K个部分;以及组合所述K个部分以形成所述射程谱。

[0117] 方面2:根据方面1所述的方法,其中每个调制符号序列包括梳状映射符号。

[0118] 方面3:根据方面1所述的方法,其中每个调制符号序列至少部分地基于Zadoff-Chu序列。

[0119] 方面4:根据方面3所述的方法,其中每个Zadoff-Chu序列具有不同的根。

[0120] 方面5:根据方面4所述的方法,其中每个序列具有形式 $S_i[k]$,其中 $k=0, \dots, N-1$, $S_i[k] = SZC_i[k \bmod NZC]$, $SZC_i = \text{Zadoff-Chu}(\text{root}_i, NZC)$, NZC 是小于或等于N的最大素数,并且 root_i 是 $i=0 \dots K-1$ 上的唯一根。

[0121] 方面6:根据方面1所述的方法,其中每个调制符号序列至少部分地基于基线Zadoff-Chu序列的不同的循环移位版本。

[0122] 方面7:根据方面1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括:对针对每个子集 K_i 的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;对所述下变频波形求和以形成求和波形;将所述求和波形传递通过具有跨越所述N个子载波的带宽的低通滤波器;以及以指定采样率对所述求和波形进行采样。

[0123] 方面8:根据方面1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括:对具有由N个子载波间隔开的多个频率的所述反射OFDM信号进行下变频以形成下变频波形;使用N个子载波的最大带宽对所述下变频波形进行低通滤波以形成滤波信号;使用所述最大带宽对所述滤波信号进行采样以形成样本;对所述样本执行N点快速傅里叶变换(FFT)运算以形成N点FFT输出;连接所述N点FFT输出的K个重复以形成NK长度序列;将所述NK长度序列与NK长度发送序列进行共轭相乘;以及获得所述反射OFDM信号的所述射程谱。

[0124] 方面9:根据方面1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括以至少部分地基于所述N个子载波的采样率将所述反射OFDM信号转换为数字信号。

[0125] 方面10:根据方面1所述的方法,其中发送所述OFDM信号包括在 $N \times K \times K_{\text{step}}$ 个非重叠子载波的带宽中的符号上发送所述OFDM信号,并且其中 K_{step} 是步进块中的符号数量。

[0126] 方面11:根据方面1所述的方法,其中处理所述反射OFDM信号包括针对所述K个序列中的每个序列进行共轭相乘。

[0127] 方面12:一种用于在设备处进行无线通信的装置,所述装置包括处理器;存储器,所述存储器与所述处理器耦合;和指令,所述指令存储在所述存储器中并能够由所述处理

器执行以使所述装置执行根据方面1至11中一项或多项所述的方法。

[0128] 方面13:一种用于无线通信的设备,所述设备包括:存储器;和耦合到所述存储器的一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被配置为执行根据方面1至11中一项或多项所述的方法。

[0129] 方面14:一种用于无线通信的装置,所述装置包括用于执行根据方面1至11中一项或多项所述的方法的至少一个构件。

[0130] 方面15:一种存储用于无线通信的代码的非暂态计算机可读介质,所述代码包括指令,所述指令能够由处理器执行以执行根据方面1至11中一项或多项所述的方法。

[0131] 方面16:一种存储用于无线通信的指令集的非暂态计算机可读介质,所述指令集包括一个或多个指令,所述一个或多个指令在由设备的一个或多个处理器执行时使所述设备执行根据方面1至11中一项或多项所述的方法。

[0132] 前述公开提供了例示说明和描述,但是并非旨在是详尽的或将方面限制到所公开的精确形式。可根据上述公开进行修改和变型,或者可从这些方面的实践中获得修改和变型。

[0133] 如本文所用,术语“组件”旨在被广义地解释为硬件和/或硬件与软件的组合。无论被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其他名称,“软件”都应当被广义地解释为意指指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行的线程、过程和/或函数等等。如本文所用,“处理器”被实现在硬件和/或硬件与软件的组合中。将会清楚的是,本文所述的系统和/或方法可通过不同形式的硬件和/或硬件与软件的组合来实现。用于实现这些系统和/或方法的实际专用控制硬件或软件代码不限制各方面。因此,本文中并没有参考特定的软件代码来描述系统和/或方法的操作和行为,因为本领域技术人员将理解的是,软件和硬件可至少部分地基于本文中的描述来设计以实现系统和/或方法。

[0134] 如本文所用,取决于上下文,“满足阈值”可指值大于阈值、大于或等于阈值、小于阈值、小于或等于阈值、等于阈值、不等于阈值等。

[0135] 尽管在权利要求中阐述了和/或在说明书中公开了特征的特定组合,但是这些组合并不是旨在限制各个方面的公开内容。这些特征中的许多特征可以未在权利要求书中具体列举和/或未在说明书中公开的方式进行组合。各个方面的公开包括与权利要求集中的每个其他权利要求相结合的每个从属权利要求。如本文所用,提到项目列表“中的至少一者”的短语,指代这些项目的任意组合(其包括单一成员)。作为示例,“a、b或c中的至少一者”意在涵盖a、b、c、a+b、a+c、b+c和a+b+c,以及与多个同一元素的任何组合(例如,a+a、a+a+a、a+a+b、a+a+c、a+b+b、a+c+c、b+b、b+b+b、b+b+c、c+c和c+c+c,或a、b和c的任何其他排序)。

[0136] 本文使用的任何元素、动作或指令都不应被解释为关键或必要的,除非明确如此说明。此外,如本文所用,冠词“一”和“一个”旨在包括一个或多个项目,并且可与“一个或多个”互换使用。此外,如本文所用,冠词“所述(the)”旨在包括所提到的与冠词“所述”结合的一个或多个项目,并且可与“所述一个或多个”互换使用。此外,如本文所用,术语“集合”和“组”意在包括一个或多个项目,并且可与“一个或多个”互换地使用。如果仅仅想要指一个项目,将使用短语“仅仅一个”或类似用语。而且,如本文所用,术语“具有”、“有”等意在是开

放性术语,其并不限制它们修饰的元素(例如,“具有”A的元素还可具有B)。此外,短语“基于”旨在表示“至少部分地基于”,除非另外显式地声明。此外,如本文所用,术语“或”当在一系列中使用时旨在是开放式的,并且可与“和/或”互换使用,除非另有明确说明(例如,如果与“任一”或“只有一个”结合使用的话)。

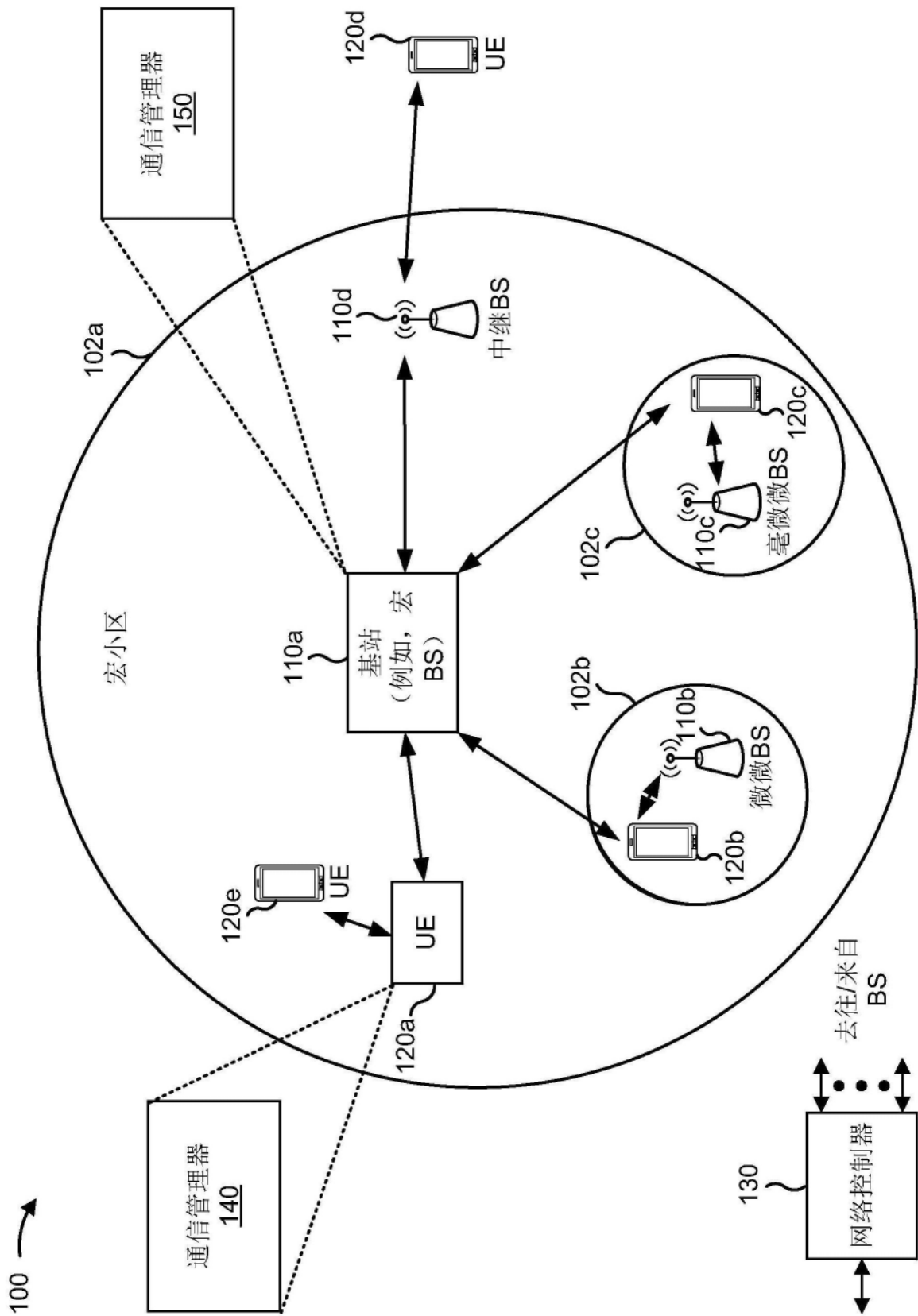


图1

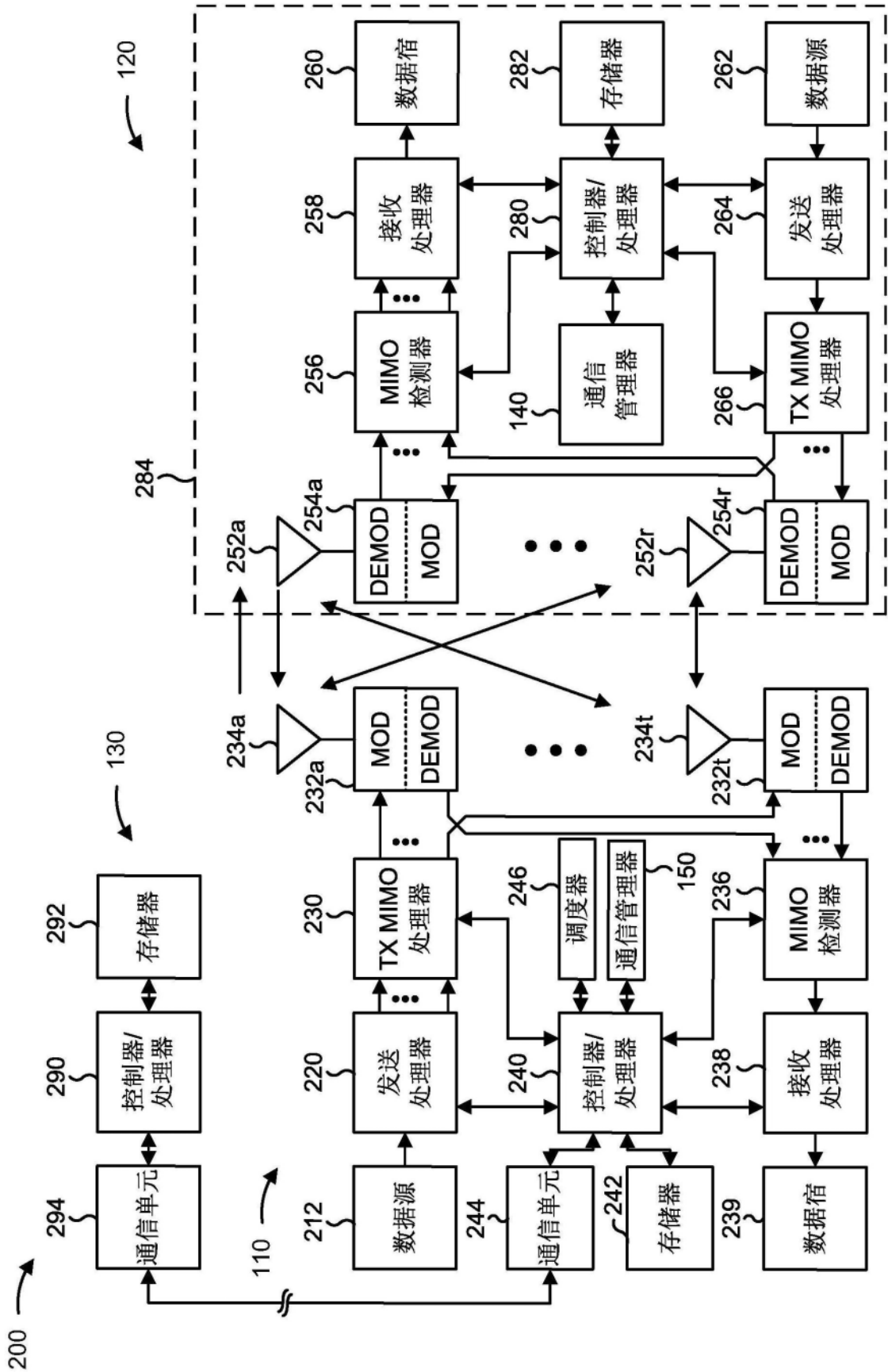


图2

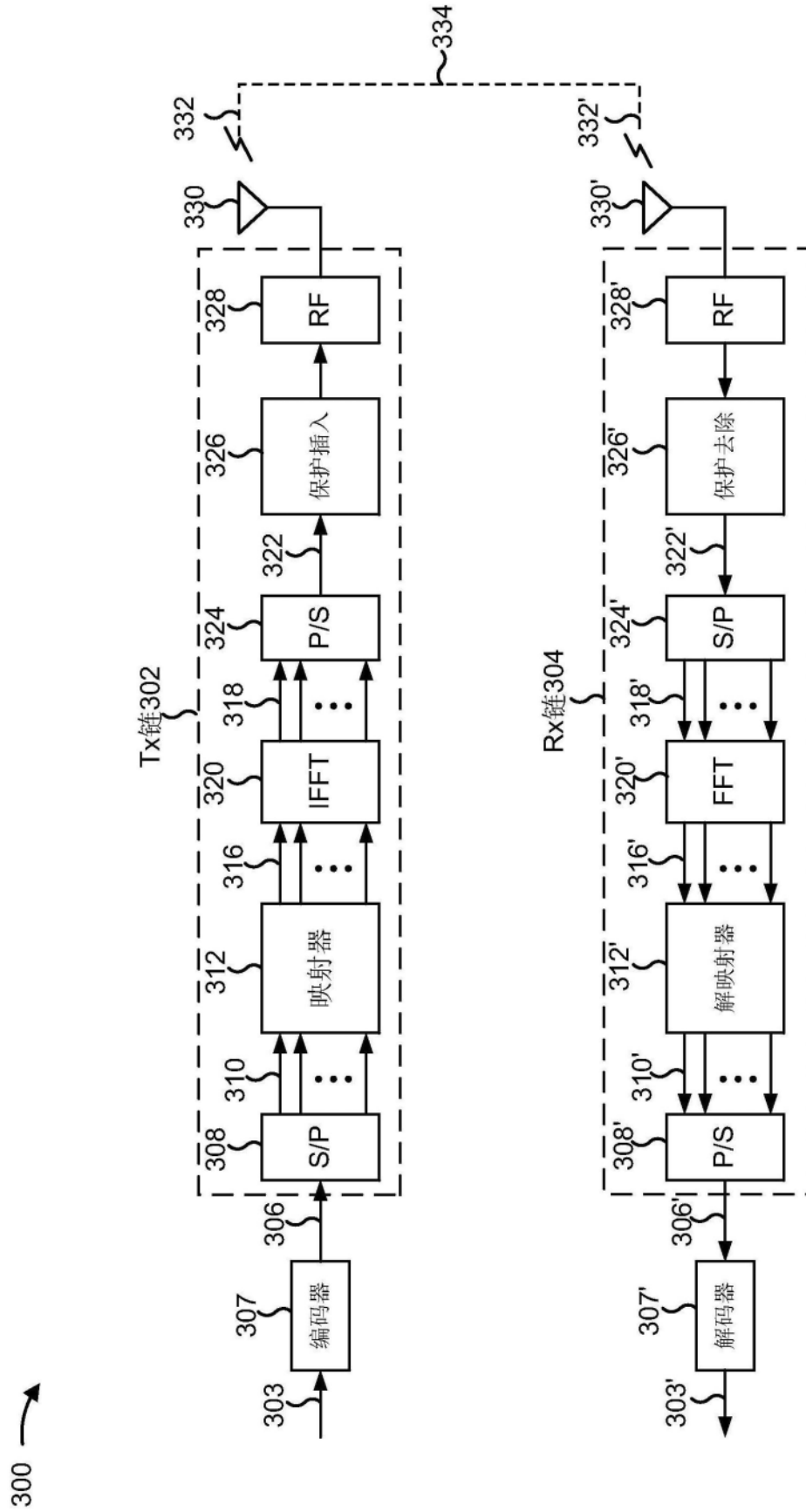


图3

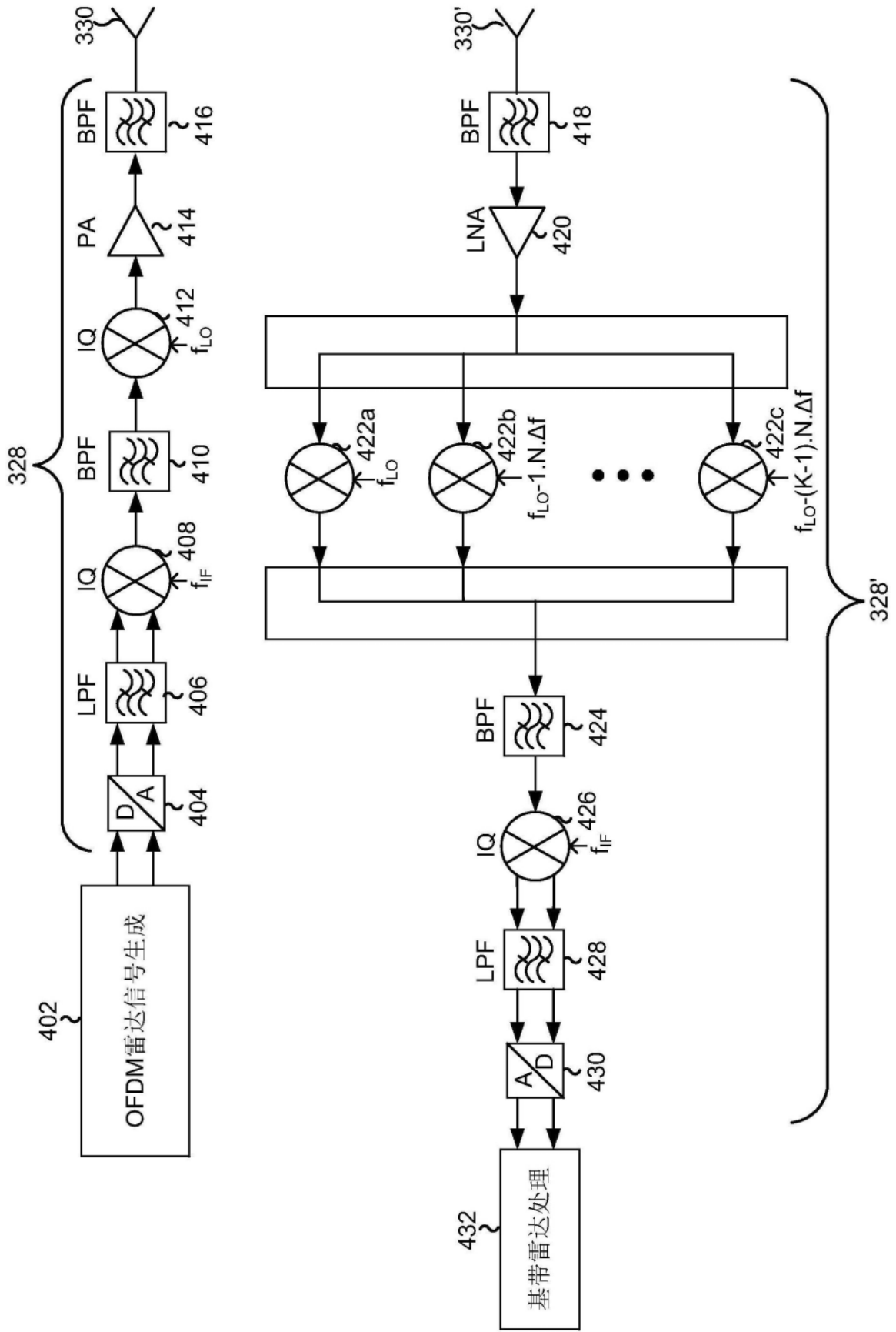


图4

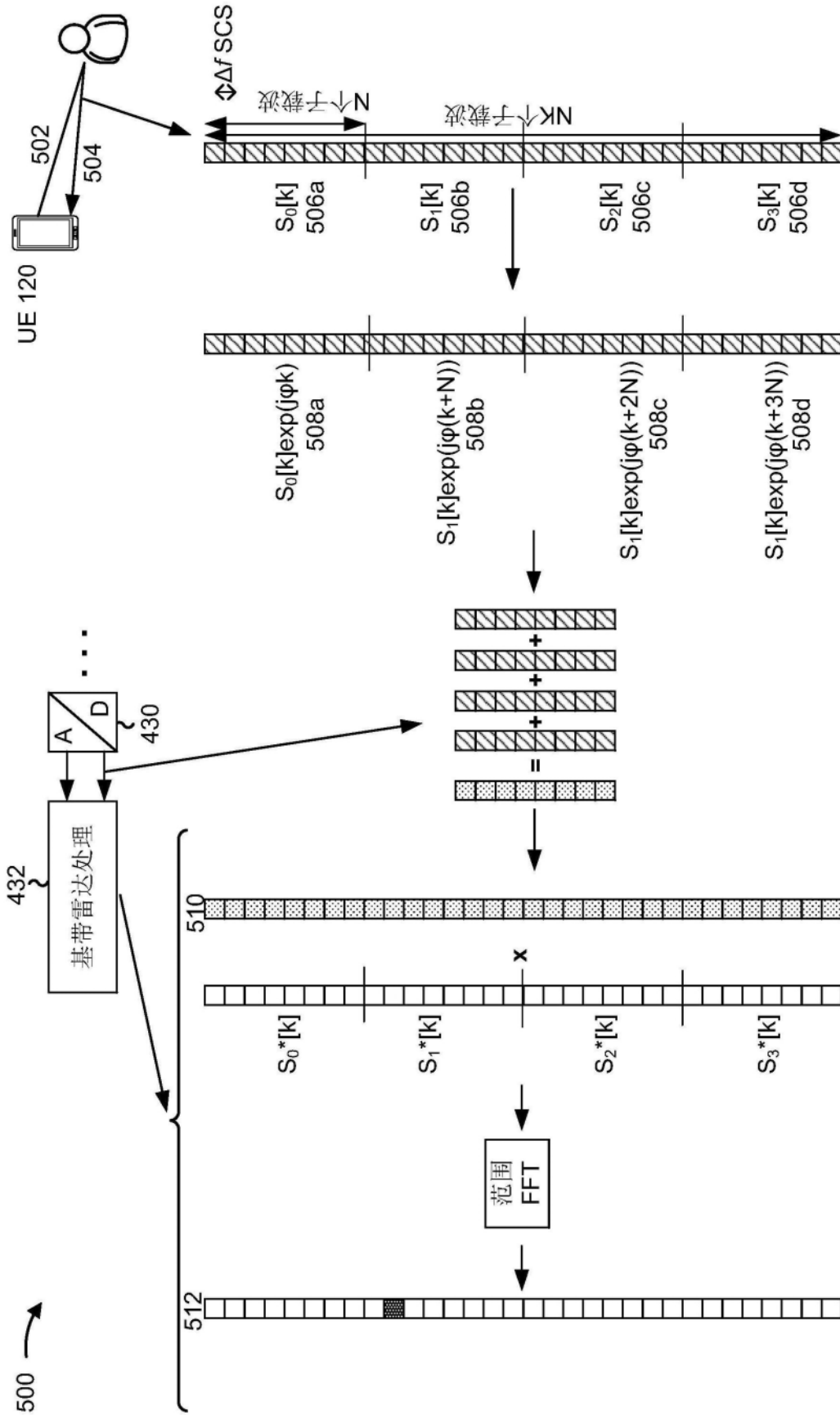


图5

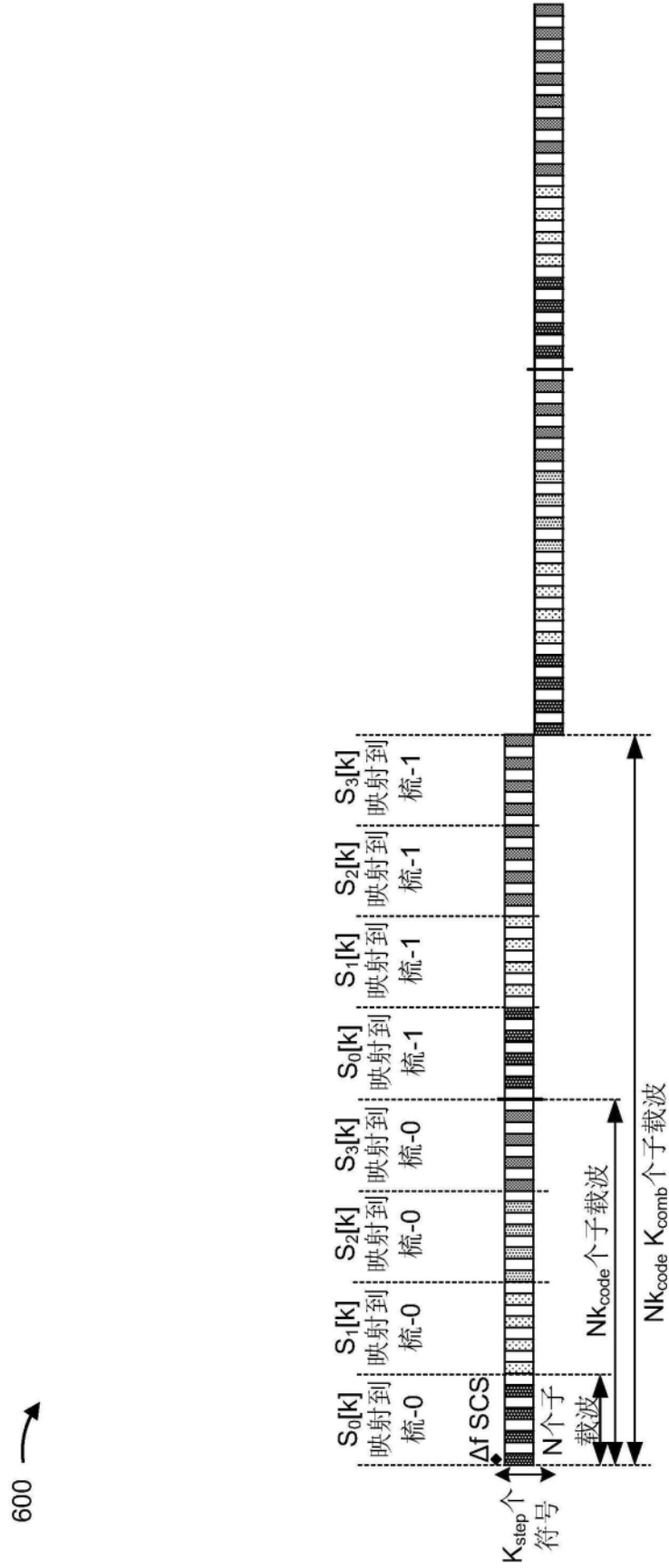


图6

700 →

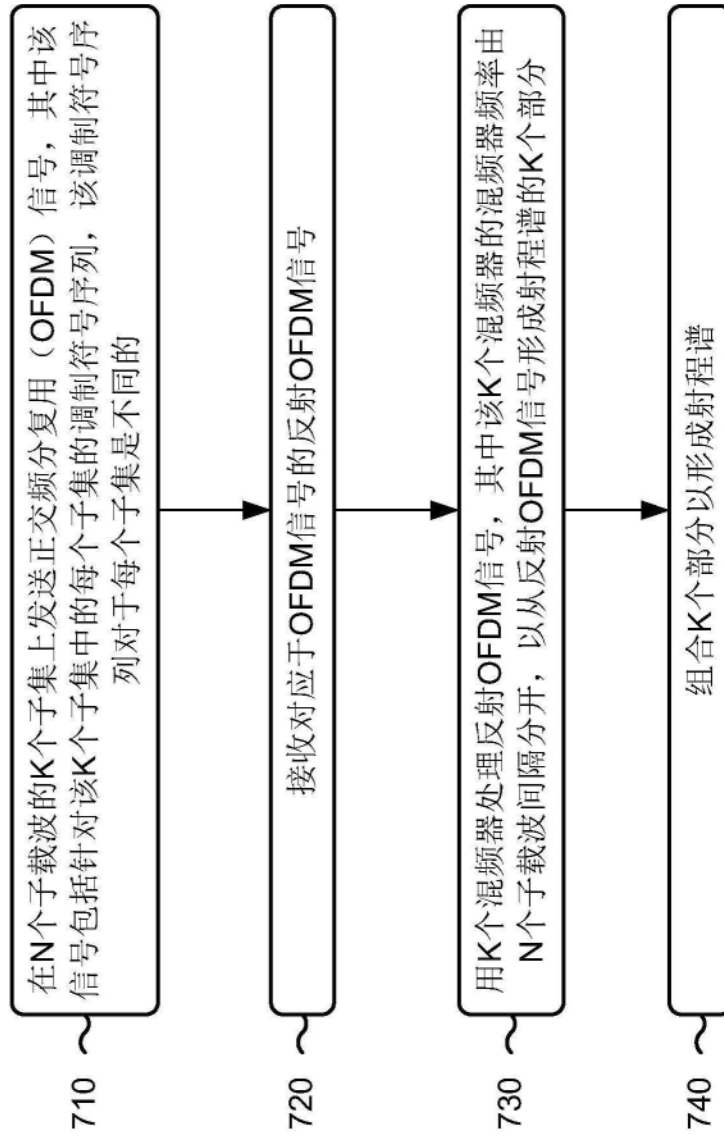


图7

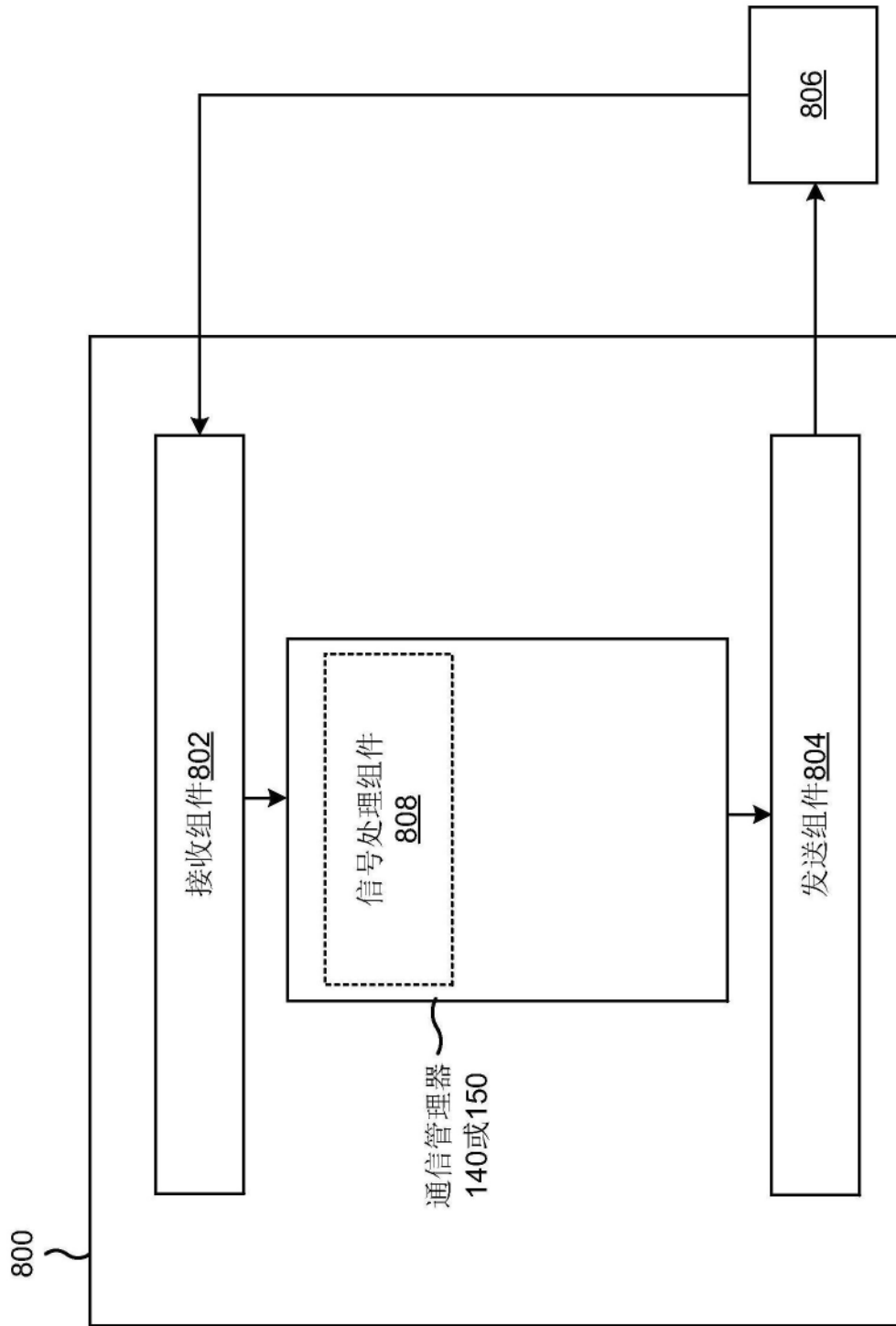


图8