



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116724498 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 08

(21) 申请号 202180086051.9

E · N · 贡戈萨努西

(22) 申请日 2021.12.23

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

(30) 优先权数据

专利代理师 邵亚丽

63/130,327 2020.12.23 US

63/133,023 2020.12.31 US

17/557,671 2021.12.21 US

(51) Int.Cl.

H04B 7/024 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2021/019702 2021.12.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/139503 EN 2022.06.30

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 M · S · 拉赫曼 朱大琳

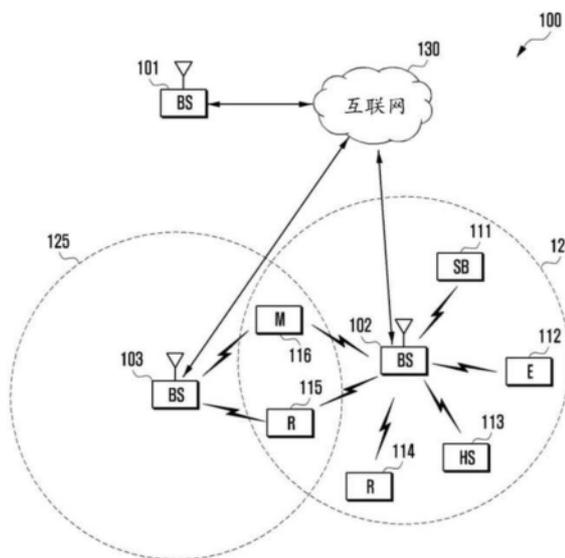
权利要求书3页 说明书31页 附图20页

(54) 发明名称

用于稳健MIMO传输的方法和装置

(57) 摘要

本公开涉及一种用于融合支持超过第四代(4G)系统的更高数据速率的第五代(5G)通信系统和物联网(IoT)技术的通信方法和系统。本公开可以被应用于基于5G通信技术和IoT相关技术的智能服务,诸如智能家居、智能建筑、智能城市、智能汽车、联网汽车、医疗保健、数字教育、智能零售、安全和安保服务。本公开总体上涉及无线通信系统,并且更具体地,涉及基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案的分布式多输入多输出(MIMO)传输。



1. 一种用户设备 (UE), 包括:
收发器, 被配置为:
接收关于从 $N_{\text{RRH}} > 1$ 个 RRH 发送的下行链路 (DL) 传输的信息, 其中:
 N_{RRH} = 远程无线电头端 (RRH) 的数量,
RRH_r 包括一组天线端口, 并且
 $r = 1, \dots, N_{\text{RRH}}$; 以及
接收 DL 传输; 以及
处理器, 可操作地耦接到所述收发器, 所述处理器被配置为解码关于 DL 传输的信息;
其中, 所述 DL 传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,
其中, 所述预编码方案对应于将 RRH 内预编码器分量应用于 RRH 内的天线端口, 并且
其中, 所述分集方案对应于将 RRH 间分集分量应用于跨 RRH 的天线端口。
2. 根据权利要求 1 所述的 UE, 其中:
所述分集方案包括 RRH 循环,
在给定的时间-频率资源中, 所述 DL 传输从一个 RRH 发送, 并且
所述一个 RRH 通过为 DL 传输分配的时间-频率资源, 以 RRH 1、……、RRH N_{RRH} 循环。
3. 根据权利要求 1 所述的 UE, 其中:
RRH 选择是基于包括 N_{RRH} 个 RRH 中的 n 个 RRH 的子集来执行的,
所述 DL 传输来自 N_{RRH} 个 RRH 中的 n 个 RRH 的子集, 并且
 $1 < n < N_{\text{RRH}}$ 。
4. 根据权利要求 1 所述的 UE, 其中:
所述分集方案包括预编码器循环,
所述 RRH 间分集分量对应于 RRH 间预编码器, 并且
所述 RRH 间预编码器通过为 DL 传输分配的时间-频率资源循环。
5. 根据权利要求 4 所述的 UE, 其中, 所述预编码器循环基于每频域 (FD) 单元, 其中, 所述 FD 单元是物理资源块组 (PRG)、物理资源块 (PRB)、子带 (SB) 或资源元素 (RE) 之一。
6. 根据权利要求 1 所述的 UE, 其中:
所述分集方案包括延迟分集, 并且
来自每个 RRH 的延迟信息用于获得对应的 RRH 间分集分量。
7. 根据权利要求 6 所述的 UE, 其中, 所述来自每个 RRH 的延迟信息基于往返延迟或单向延迟, 其中, 所述往返延迟基于 DL 延迟和 UL 延迟两者, 并且所述单向延迟基于 DL 延迟或 UL 延迟之一。
8. 一种基站 (BS), 包括:
处理器, 被配置为生成关于从 $N_{\text{RRH}} > 1$ 个 RRH 发送的下行链路 (DL) 传输的信息, 其中:
 N_{RRH} = 远程无线电头端 (RRH) 的数量,
RRH_r 包括一组天线端口, 并且
 $r = 1, \dots, N_{\text{RRH}}$; 以及
收发器, 可操作地耦接到所述处理器, 所述收发器被配置为:
发送关于 DL 传输的信息, 以及
发送 DL 传输;

其中,所述DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,所述预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且

其中,所述分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

9. 根据权利要求8所述的BS,其中:

所述分集方案包括RRH循环,

在给定的时间-频率资源中,所述DL传输从一个RRH发送,并且

所述一个RRH通过为DL传输分配的时间-频率资源,以RRH 1、……、RRH N_{RRH} 循环。

10. 根据权利要求8所述的BS,其中:

RRH选择是基于包括 N_{RRH} 个RRH中的 n 个RRH的子集来执行的,

所述DL传输来自 N_{RRH} 个RRH中的 n 个RRH的子集,并且

$1 < n < N_{RRH}$ 。

11. 根据权利要求8所述的BS,其中:

所述分集方案包括预编码器循环,

所述RRH间分集分量对应于RRH间预编码器,并且

所述RRH间预编码器通过为DL传输分配的时间-频率资源循环。

12. 根据权利要求11所述的BS,其中,所述预编码器循环基于每频域(FD)单元,其中,所述FD单元是物理资源块组(PRG)、物理资源块(PRB)、子带(SB)或资源元素(RE)之一。

13. 根据权利要求8所述的BS,其中:

所述分集方案包括延迟分集,并且

来自每个RRH的延迟信息用于获得对应的RRH间分集分量。

14. 一种用于操作用户设备(UE)的方法,所述方法包括:

接收关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中:

N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,

RRH r 包括一组天线端口,并且

$r = 1, \dots, N_{RRH}$;

接收DL传输;以及

解码关于DL传输的信息;

其中,所述DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,

其中,所述预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且

其中,所述分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

15. 一种用于操作基站(BS)的方法,所述方法包括:

生成关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中:

N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,

RRH r 包括一组天线端口,并且

$r = 1, \dots, N_{RRH}$;以及

发送关于DL传输的信息;以及

发送DL传输,

其中,所述DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,

其中,所述预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且

其中,所述分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

用于稳健MIMO传输的方法和装置

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及无线通信系统,并且更具体地,涉及基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案的分布式多输入多输出(MIMO)传输。

背景技术

[0002] 为了满足自4G通信系统部署以来增加的对无线数据流量的需求,已经努力开发了改进的5G或准5G通信系统。因此,5G或准5G通信系统也被称为“超4G网络”或“后LTE系统”。5G通信系统被认为是在较高频率(毫米波)频带(例如,60GHz频带)中实现的,以实现较高的数据速率。为了减少无线电波的传播损耗并增加传输距离,在5G通信系统中讨论了波束成形、大规模多输入多输出(MIMO)、全维MIMO(FD-MIMO)、阵列天线、模拟波束成形、大规模天线技术。此外,在5G通信系统中,正在基于高级小小区、云无线电接入网络(RAN)、超密集网络、设备到设备(D2D)通信、无线回程、移动网络、协作通信、协调多点(CoMP)、接收端干扰消除等进行针对系统网络改进的开发。在5G系统中,已经开发了作为高级编码调制(ACM)的混合FSK和QAM调制(FQAM)和滑动窗口叠加编码(SWSC),以及作为高级接入技术的滤波器组多载波(FBMC)、非正交多址(NOMA)和稀疏码多址(SCMA)。

[0003] 作为以人为中心的、人在其中生成和消费信息的连接网络的互联网现在正在向物联网(IoT)发展,在物联网(IoT)中,分布式实体(诸如事物)在没有人为干预的情况下交换和处理信息。通过与云服务器的连接,作为IoT技术和大数据处理技术的结合的万物互联(IoE)已经出现。因为实现IoT需要诸如“感测技术”、“有线/无线通信和网络基础设施”、“服务接口技术”和“安全技术”的技术要素,因此近来已经研究了传感器网络、机器对机器(M2M)通信、机器类型通信(MTC)等。这样的IoT环境可以提供智能互联网技术服务,其通过收集和分析互联物之间生成的数据来为人类生活创造新的价值。IoT可以通过现有信息技术(IT)和各种工业应用之间的融合和结合应用于各种领域,包括智能家居、智能建筑、智能城市、智能汽车或联网汽车、智能电网、医疗保健、智能家电和高级的医疗服务。

[0004] 与此相一致,人们已经进行了将5G通信系统应用于IoT网络的各种尝试。例如,诸如传感器网络、机器类型通信(MTC)和机器对机器(M2M)通信的技术可以通过波束成形、MIMO和阵列天线来实现。云无线电接入网络(RAN)作为上述大数据处理技术的应用也可以被认为是5G技术和IoT技术之间融合的示例。

[0005] 理解和正确估计用户设备(UE)和基站(BS)(例如,gNode B(gNB))之间的信道对于高效和有效的无线通信是重要的。为了正确地估计下行链路(DL)信道条件,gNB可以向UE发送用于DL信道测量的参考信号(RS),例如CSI-RS,并且UE可以向gNB报告(例如反馈)关于信道测量的信息,例如CSI。利用这样的DL信道测量,gNB能够选择适当的通信参数来高效且有效地执行与UE的无线数据通信。

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 需要能够根据分布式MIMO系统进行DL传输的方法和装置,用于高效和有效的无线通信。

[0008] 问题的解决方案

[0009] 本公开的实施例提供了基于预编码方案和分集方案的组合方案来实现来自分布式MIMO系统的DL传输的方法和装置。

[0010] 在一个实施例中,提供了一种无线通信系统中用于CSI报告的UE。该UE包括收发器,该收发器被配置为:接收关于从 $N_{\text{RRH}} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{\text{RRH}}$;以及接收DL传输。该UE还包括可操作地连接到收发器的处理器。该处理器被配置为解码关于DL传输的信息;其中,该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0011] 在另一实施例中,提供了一种无线通信系统中的BS。该BS包括处理器,该处理器被配置为生成关于从 $N_{\text{RRH}} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{\text{RRH}}$ 。该BS还包括可操作地连接到处理器的收发器。该收发器被配置为:发送关于DL传输的信息,以及发送DL传输;其中,该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0012] 在又一实施例中,提供了一种用于操作UE的方法。该方法包括:接收关于从 $N_{\text{RRH}} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{\text{RRH}}$;接收DL传输;以及解码关于DL传输的信息;其中,该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0013] 根据下面的附图、描述和权利要求,其他技术特征对于本领域技术人员来说是清楚的。

[0014] 发明的有益效果

[0015] 根据本公开,提供了基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案来实现根据分布式MIMO系统的DL传输的方法和装置。

附图说明

[0016] 为了更完整地理解本公开及其优点,现在结合附图参考以下描述,其中相同的附图标记表示相同的部分:

[0017] 图1示出了根据本公开的实施例的示例无线网络;

[0018] 图2示出了根据本公开的实施例的示例gNB

[0019] 图3示出了根据本公开的实施例的示例UE;

[0020] 图4A示出了根据本公开的实施例的正交频分多址发送路径的高级图;

[0021] 图4B示出了根据本公开的实施例的正交频分多址接收路径的高级图;

- [0022] 图5示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PDSCH的发送器框图；
- [0023] 图6示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PDSCH的接收器框图；
- [0024] 图7示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PUSCH的发送器框图；
- [0025] 图8示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PUSCH的接收器框图；
- [0026] 图9示出了根据本公开的实施例的形成波束的示例天线块或阵列；
- [0027] 图10示出了根据本公开的实施例的示例分布式MIMO (D-MIMO) 系统；
- [0028] 图11示出了根据本公开的实施例的示例天线端口布局；
- [0029] 图12示出了D-MIMO系统的混合预编码器的示例；
- [0030] 图13示出了根据本公开的实施例的RRH循环的示例；
- [0031] 图14示出了根据本公开的实施例的RRH和预编码器循环的组合的示例；
- [0032] 图15示出了根据本公开的实施例的预编码器循环的示例；
- [0033] 图16示出了D-MIMO系统的基于分集的方案示例；
- [0034] 图17示出了根据本公开的实施例的具有固定有效载荷的延迟报告的示例；
- [0035] 图18示出了经由两部分上行链路控制信息(UCI)的延迟报告的另一个示例；
- [0036] 图19示出了根据本公开的实施例的操作UE的方法的流程图；和
- [0037] 图20示出了根据本公开的实施例的操作BS的方法的流程图。

具体实施方式

[0038] 在进行下面的具体实施方式之前,阐述对本专利文档中使用的某些词语和短语的定义可能是有利的。术语“耦接”及其派生词是指两个或更多个元件之间的任何直接或间接的通信,无论这些元件是否彼此物理接触。术语“发送”、“接收”和“通信”及其派生词包括直接和间接通信。术语“包括”和“包含”以及它们的派生词意味着无限制的包括。术语“或”是包含性的,意味着和/或。短语“与……相关联”及其派生词是指包括、被包括在内、与……互连、包含、被包含在内、连接到或与……连接、耦接到或与……耦接、可与……通信、与……合作、交织、并置、接近、被结合到或与……结合、具有、具有……的属性、具有到……的关系或与……具有关系等。术语“控制器”是指控制至少一个操作的任何设备、系统或其一部分。这种控制器可以用硬件或者硬件和软件和/或固件的组合来实现。与任何特定控制器相关联的功能可以是集中式的或分布式的,无论是本地的还是远程的。当与项目列表一起使用时,短语“……中的至少一个”意味着可以使用一个或多个所列项目的不同组合,并且可能仅需要列表中的一个项目。例如,“A、B和C中的至少一个”包括以下任意组合:A、B、C、A和B、A和C、B和C以及A和B和C。

[0039] 此外,下面描述的各种功能可以由一个或多个计算机程序来实现或支持,一个或多个计算机程序中的每一个由计算机可读程序代码形成并包含在计算机可读介质中。术语“应用”和“程序”是指一个或多个计算机程序、软件组件、指令集、过程、功能、对象、类、实例、相关数据或其适于以合适的计算机可读程序代码实现的部分。短语“计算机可读程序代码”包括任何类型的计算机代码,包括源代码、目标代码和可执行代码。短语“计算机可读介质”包括能够由计算机访问的任何类型的介质,诸如只读存储器(ROM)、随机访问存储器(RAM)、硬盘驱动、压缩盘(CD)、数字视频盘(DVD)或任何其他类型的存储器。“非暂时性”计算机可读介质排除传送暂时电信号或其他信号的有线、无线、光学或其他通信链路。非暂时

性计算机可读介质包括可以永久存储数据的介质和可以存储数据并在以后覆写的介质,诸如可重写光盘或可擦除存储器设备。

[0040] 在本专利文档中还提供了对其他特定词语和短语的定义。本领域普通技术人员应该理解,在多种(如果不是大多数)情况下,这样的定义适用于这样定义的词语和短语的先前以及将来的使用。

[0041] 下面讨论的图1至图20以及在本专利文档中用于描述本公开的原理的各种实施例仅是示例性的,并且不应该以任何方式被解释为限制本公开的范围。本领域技术人员将理解,本公开的原理可以在任何适当布置的系统或设备中实现。

[0042] 以下文献和标准描述通过引用并入本公开,如同在本文中完整阐述一样:3GPP TS 36.211v16.6.0,“E-UTRA,Physical channels and modulation”(在本文中称为“REF 1”);3GPP TS 36.212v16.6.0,“E-UTRA,Multiplexing and Channel coding”(在本文中称为“REF 2”);3GPP TS 36.213v16.6.0,“E-UTRA,Physical Layer Procedures”(在本文中称为“REF 3”);3GPP TS 36.321v16.6.0,“E-UTRA,Medium Access Control (MAC) protocol specification”(在本文中称为“REF 4”);3GPP TS 36.331v16.6.0,“E-UTRA,Radio Resource Control (RRC) protocol specification”(在本文中称为“REF 5”);3GPP TR 22.891v14.2.0(REF 5称为“REF 6”);3GPP TS 38.212v16.6.0,“E-UTRA,NR,Multiplexing and channel coding”(在本文中称为“REF 7”);以及3GPP TS 38.214v16.6.0,“E-UTRA,NR,Physical layer procedures for data”(在本文中称为“REF 8”)。

[0043] 根据以下详细说明,仅通过说明多个特定实施例和实现方式(包括实施本公开的最佳模式),本公开的方面、特征和优点是清楚的。本公开还能够包括其他和不同的实施例,并且其若干细节可以在各种明显的方面进行修改,所有这些都脱离本公开的精神和范围。因此,附图和描述本质上被认为是说明性的,而不是限制性的。在附图中,通过示例而非限制的方式示出了本公开。

[0044] 在下文中,为简洁起见,FDD和TDD均被视为针对DL和UL信令两者的双工方法。

[0045] 尽管以下示例性描述和实施例假设正交频分复用(OFDM)或正交频分多址(OFDMA),但本公开可以被扩展到其他基于OFDM的传输波形或多址方案,诸如经滤波OFDM(F-OFDM)。

[0046] 为了满足自部署4G通信系统以来增加的对无线数据流量的需求并且实现各种垂直应用,5G/NR通信系统已经被开发并且目前正被部署。5G/NR通信系统被认为是在较高频率(毫米波)频带(例如,28GHz或60GHz频带)中实现的,以实现较高的数据速率、或者在较低频率频带(例如,6GHz)中实现,以实现稳健的覆盖和移动性支持。为了减少无线电波的传播损耗并增加传输距离,在5G/NR通信系统中讨论了波束成形、大规模多输入多输出(MIMO)、全维MIMO(FD-MIMO)、阵列天线、模拟波束成形、大规模天线技术。

[0047] 此外,在5G/NR通信系统中,正在基于高级小小区、云无线电接入网络(RAN)、超密集网络、设备到设备(D2D)通信、无线回程、移动网络、协作通信、协调多点(CoMP)、接收端干扰消除等进行针对系统网络改进的开发。

[0048] 对5G系统和与其关联的频带的讨论是供参考的,因为本公开的某些实施例可以在5G系统中实现。然而,本公开不限于5G系统或与其关联的频带,并且本公开的实施例可以与任何频带结合使用。例如,本公开的各方面还可以被应用于可以使用太赫兹(THz)频段的5G

通信系统、6G或者甚至更高版本的部署。

[0049] 下面的图1-图4B描述了在无线通信系统中使用正交频分复用(OFDM)或正交频分多址(OFDMA)通信技术实现的各种实施例。对图1-图3的描述并不意味着对不同实施例可以实现的方式的物理或架构限制。本公开的不同实施例可以在任何适当布置的通信系统中实现。本公开涵盖了可以彼此结合或组合使用、或者可以作为独立方案操作的若干组成部分。

[0050] 图1示出了根据本公开的实施例的示例无线网络。图1所示的无线网络的实施例仅用于说明。在不脱离本公开的范围的情况下,可以使用无线网络100的其他实施例。

[0051] 如图1所示,无线网络包括基站gNB 101、gNB 102和gNB 103。gNB 101与gNB 102和gNB 103通信。gNB 101还与至少一个网络130(诸如互联网、专有互联网协议(IP)网络或其他数据网络)通信。

[0052] gNB 102为gNB 102的覆盖区域120内的第一多个用户设备(UE)提供对网络130的无线宽带接入。第一多个UE包括UE 111,其可以位于小型企业中;UE 112,其可以位于企业(E)中;UE 113,其可以位于WiFi热点(HS)中;UE 114,其可以位于第一住宅(R)中;UE 115,其可以位于第二住宅(R)中;和UE 116,其可以是移动设备(M),诸如蜂窝电话、无线膝上型计算机、无线PDA等。gNB 103为gNB 103的覆盖区域125内的第二多个UE提供对网络130的无线宽带接入。第二多个UE包括UE 115和UE 116。在一些实施例中,gNB 101-103中的一个或多个可以使用5G、LTE、LTE-A、WiMAX、WiFi或其他无线通信技术来彼此通信以及与UE 111-116通信。

[0053] 取决于网络类型,术语“基站”或“BS”可以指被配置为提供对网络的无线接入的任何组件(或组件的合集),诸如发送点(TP)、发送-接收点(TRP)、增强型基站(eNodeB或eNB)、5G基站(gNB)、宏小区、毫微微小区、WiFi接入点(AP)或其它支持无线的设备。基站可以根据一种或多种无线通信协议(例如,5G 3GPP新无线电接口/接入(NR)、长期演进(LTE)、高级LTE(LTE-A)、高速分组接入(HSPA)、Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac等)来提供无线接入。为了方便起见,术语“BS”和“TRP”在本专利文档中可以互换使用,以指代向远程终端提供无线接入的网络基础设施组件。此外,取决于网络类型,术语“用户设备”或“UE”可以指任何组件,诸如“移动站”、“订户站”、“远程终端”、“无线终端”、“接收点”或“用户设备”。为了方便起见,术语“用户设备”和“UE”在本专利文档中用于指代无线接入BS的远程无线设备,无论UE是移动设备(诸如移动电话或智能电话)还是通常被认为是固定设备(诸如台式计算机或自动售货机)。

[0054] 虚线示出了覆盖区域120和125的大致范围,其仅出于说明和解释的目的被示为近似圆形。应该清楚地理解,取决于gNB的配置和无线电环境与自然和人为障碍相关联的变化,与gNB相关联的覆盖区域(诸如覆盖区域120和125)可以具有其他形状,包括不规则形状。

[0055] 如下面更详细描述,UE 111-116中的一个或多个包括用于接收关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{RRH}$;接收下行链路传输;并且解码关于DL传输的信息的电路、程序或其组合;其中该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。gNB 101-103中的一个或多个包括用于

生成关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{RRH}$;发送关于DL传输的信息,并且发送DL传输的电路、程序或其组合;其中,该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0056] 尽管图1示出了无线网络的一个示例,但是可以对图1进行各种改变。例如,无线网络可以包括任何合适布置的任何数量的gNB和任何数量的UE。此外,gNB 101可以直接与任意数量的UE通信,并向这些UE提供对网络130的无线宽带接入。类似地,每个gNB 102-103可以直接与网络130通信,并向UE提供对网络130的直接无线宽带接入。此外,gNB 101、102和/或103可以提供对其他或附加外部网络(诸如外部电话网络或其他类型的数据网络)的接入。

[0057] 图2示出了根据本公开的实施例的示例gNB 102。图2所示的gNB 102的实施例仅用于说明,并且图1的gNB 101和103可以具有相同或相似的配置。然而,gNB有各种各样的配置,并且图2不将本公开的范围限制于gNB的任何特定实现方式。

[0058] 如图2所示,gNB 102包括多个天线205a-205n、RF收发器210a-210n、发送(TX)处理电路215和接收(RX)处理电路220。gNB 102还包括控制器/处理器225、存储器230和回程或网络接口235。

[0059] RF收发器210a-210n从天线205a-205n接收传入的RF信号,诸如由网络100中的UE发送的信号。RF收发器210a-210n下变频传入的RF信号以生成IF或基带信号。IF或基带信号被发送到RX处理电路220,RX处理电路220通过对基带或IF信号进行滤波、解码和/或数字化来生成经处理的基带信号。RX处理电路220将经处理的基带信号发送到控制器/处理器225以供进一步处理。

[0060] TX处理电路215从控制器/处理器225接收模拟或数字数据(诸如语音数据、网络数据、电子邮件或交互式视频游戏数据)。TX处理电路215对传出的基带数据进行编码、复用和/或数字化,以生成经处理的基带或IF信号。RF收发器210a-210n从TX处理电路215接收传出的经处理的基带或IF信号,并将该基带或IF信号上变频为经由天线205a-205n发送的RF信号。

[0061] 控制器/处理器225可以包括控制gNB 102的整体操作的一个或多个处理器或其他处理设备。例如,控制器/处理器225可以根据公知的原理来控制RF收发器210a-210n、RX处理电路220和TX处理电路215对UL信道信号的接收和对DL信道信号的发送。控制器/处理器225还可以支持附加功能,诸如更高级的无线通信功能。

[0062] 例如,控制器/处理器225可以支持其中来自多个天线205a-205n的传出信号被不同地加权的波束成形或定向路由操作,以有效地将这些传出信号导向期望的方向。控制器/处理器225可以在gNB 102中支持多种其他功能中的任何一种。

[0063] 控制器/处理器225还能够执行驻留在存储器230中的程序和其他过程,例如OS。控制器/处理器225可以根据执行过程的需要将数据移入或移出存储器230。

[0064] 控制器/处理器225还耦接到回程或网络接口235。回程或网络接口235允许gNB 102通过回程连接或通过与其他设备或系统通信。接口235可以支持通过任何合适的有线或无线连接的通信。例如,当gNB 102被实现为蜂窝通信系统(诸如支持5G、LTE或LTE-A的

蜂窝通信系统)的一部分时,接口235可以允许gNB 102通过有线或无线回程连接与其他gNB通信。当gNB 102被实现为接入点时,接口235可以允许gNB 102通过有线或无线局域网或者通过有线或无线连接与更大的网络(诸如互联网)进行通信。接口235包括支持通过有线或无线连接进行通信的任何合适的结构,诸如以太网或RF收发器。

[0065] 存储器230耦接到控制器/处理器225。存储器230的一部分可以包括RAM,而存储器230的另一部分可以包括闪存或其他ROM。

[0066] 尽管图2示出了gNB 102的一个示例,但是可以对图2进行各种改变。例如,gNB 102可以包括任何数量的图2所示的每个组件。作为特定示例,接入点可以包括多个接口235,并且控制器/处理器225可以支持在不同的网络地址之间路由数据的路由功能。作为另一个特定示例,尽管被示为包括TX处理电路215的单个实例和RX处理电路220的单个实例,但是gNB 102可以包括每个的多个实例(诸如每个RF收发器一个实例)。此外,图2中的各种组件可以被组合、进一步细分或省略,并且可以根据特定需要添加附加的组件。

[0067] 图3示出了根据本公开的实施例的示例UE 116。图3所示的UE 116的实施例仅用于说明,并且图1的UE 111-115可以具有相同或相似的配置。然而,UE有各种各样的配置,并且图3不将本公开的范围限制于UE的任何特定实现方式。

[0068] 如图3所示,UE 116包括天线305、射频(RF)收发器310、TX处理电路315、麦克风320和接收(RX)处理电路325。UE 116还包括扬声器330、处理器340、输入/输出(I/O)接口(IF)345、触摸屏350、显示器355和存储器360。存储器360包括操作系统(OS)361和一个或多个应用362。

[0069] RF收发器310从天线305接收由网络100的gNB发送的传入的RF信号。RF收发器310对传入的RF信号进行下变频,以生成中频(IF)或基带信号。IF或基带信号被发送到RX处理电路325,RX处理电路325通过对基带或IF信号进行滤波、解码和/或数字化来生成经处理的基带信号。RX处理电路325将经处理的基带信号发送到扬声器330(诸如用于语音数据)或处理器340以供进一步处理(诸如用于网络浏览数据)。

[0070] TX处理电路315从麦克风320接收模拟或数字语音数据、或者从处理器340接收其他传出的基带数据(诸如网络数据、电子邮件或交互式视频游戏数据)。TX处理电路315对传出的基带数据进行编码、复用和/或数字化,以生成经处理的基带或IF信号。RF收发器310从TX处理电路315接收传出的经处理的基带或IF信号,并将该基带或IF信号上变频为经由天线305发送的RF信号。

[0071] 处理器340可以包括一个或多个处理器或其他处理设备,并执行存储在存储器360中的OS 361,以控制UE 116的整体操作。例如,处理器340可以根据公知的原理来控制RF收发器310、RX处理电路325和TX处理电路315对DL信道信号的接收和对UL信道信号的发送。在一些实施例中,处理器340包括至少一个微处理器或微控制器。

[0072] 处理器340还能够执行驻留在存储器360中的其他过程和程序,诸如用于接收关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRH r 包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{RRH}$;接收下行链路传输;并且解码关于DL传输的信息的过程;其中,该DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,该预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,该分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。处理器340可以根据执行过程的需要将数

据移入或移出存储器360。在一些实施例中,处理器340被配置为基于OS 361或响应于从gNB或运营商接收到的信号来执行应用362。处理器340还耦接到I/O接口345,I/O接口345向UE 116提供连接到其他设备(诸如膝上型计算机和手持式计算机)的能力。I/O接口345是这些附件和处理器340之间的通信路径。

[0073] 处理器340还耦接到触摸屏350和显示器355。UE 116的操作者可以使用触摸屏350向UE 116输入数据。显示器355可以是液晶显示器、发光二极管显示器或能够呈现(诸如来自网站的)文本和/或至少有限图形的其他显示器。

[0074] 存储器360耦接到处理器340。存储器360的一部分可以包括随机访问存储器(RAM),而存储器360的另一部分可以包括闪存或其他只读存储器(ROM)。

[0075] 尽管图3示出了UE 116的一个示例,但是可以对图3进行各种改变。例如,图3中的各种组件可以被组合、进一步细分或省略,并且可以根据特定需要添加附加的组件。作为特定示例,处理器340可以被分为多个处理器,诸如一个或多个中央处理单元(CPU)和一个或多个图形处理单元(GPU)。此外,尽管图3示出了被配置为移动电话或智能电话的UE 116,但是UE可以被配置为作为其他类型的移动或固定设备来操作。

[0076] 图4A是发送路径电路的高级图。例如,发送路径电路可以用于正交频分多址(OFDMA)通信。图4B是接收路径电路的高级图。例如,接收路径电路可以用于正交频分多址(OFDMA)通信。在图4A和图4B中,对于下行链路通信,发送路径电路可以在基站(gNB) 102或中继站中实现,并且接收路径电路可以在用户设备(例如,图1的用户设备116)中实现。在其他示例中,对于上行链路通信,接收路径电路450可以在基站(例如,图1的gNB 102)或中继站中实现,并且发送路径电路可以在用户设备(例如,图1的用户设备116)中实现。

[0077] 发送路径电路包括信道编码和调制块405、串行到并行(S-to-P)块410、大小为N的快速傅立叶逆变换(IFFT)块415、并行到串行(P-to-S)块420、添加循环前缀块425和上变频器(UC) 430。接收路径电路450包括下变频器(DC) 455、移除循环前缀块460、串行到并行(S-to-P)块465、大小为N的快速傅立叶变换(FFT)块470、并行到串行(P-to-S)块475以及信道解码和解调块480。

[0078] 图4A400和图4B 450中的至少一些组件可以以软件实现,而其他组件可以通过可配置硬件或软件和可配置硬件的混合来实现。具体地,注意到本公开文档中描述的FFT块和IFFT块可以被实现为可配置的软件算法,其中大小N的值可以根据实现方式来修改。

[0079] 此外,尽管本公开针对实现快速傅立叶变换和快速傅立叶逆变换的实施例,但这仅是说明,并且不被解释为限制本公开的范围。可以理解,在本公开的替代实施例中,快速傅立叶变换函数和快速傅立叶逆变换函数可以分别容易地由离散傅立叶变换(DFT)函数和离散傅立叶逆变换(IDFT)函数来代替。可以理解,对于DFT和IDFT函数,N变量的值可以是任何整数(即1、4、3、4等),而对于FFT和IFFT函数,N变量的值可以是2的幂的任何整数(即1、2、4、8、16等)。

[0080] 在发送路径电路400中,信道编码和调制块405接收信息比特集,对输入比特应用编码(例如,LDPC编码)和调制(例如,正交相移键控(QPSK)或正交幅度调制(QAM)),以产生频域调制符号序列。串行到并行块410将串行经调制符号转换(即,解复用)为并行数据,以产生N个并行符号流,其中N是在BS 102和UE 116中使用的IFFT/FFT大小。大小为N的IFFT块415然后对N个并行符号流执行IFFT运算,以产生时域输出信号。并行到串行块420转换(即,

复用)来自大小为N的IFFT块415的并行时域输出符号,以产生串行时域信号。添加循环前缀块425然后将循环前缀插入到时域信号中。最后,上变频器430将添加循环前缀块425的输出调制(即,上变频)到RF频率,以经由无线信道发送。信号也可以在转换到RF频率之前在基带被滤波。

[0081] 发送的RF信号通过无线信道后到达UE 116,并且与gNB 102处的操作相反的操作被执行。下变频器455将接收到的信号下变频到基带频率,并且移除循环前缀块460,并且移除循环前缀,以产生串行时域基带信号。串行到并行块465将时域基带信号转换为并行时域信号。大小为N的FFT块470然后执行FFT算法以产生N个并行频域信号。并行到串行块475将并行频域信号转换为经调制数据符号序列。信道解码和解调块480解调并随后解码经调制符号,以恢复原始的输入数据流。

[0082] gNB 101-103中的每一个可以实现类似于在下行链路中向用户设备111-116进行发送的发送路径,并且可以实现类似于在上行链路中从用户设备111-116进行接收的接收路径。类似地,用户设备111-116中的每一个可以实现与用于在上行链路中向gNB 101-103进行发送的架构相对应的发送路径,并且可以实现与用于在下行链路中从gNB 101-103进行接收的架构相对应的接收路径。

[0083] 通信系统包括将信号从诸如基站(BS)或NodeB的发送点传送到用户设备(UE)的下行链路(DL)和将信号从UE传送到诸如NodeB的接收点的上行链路(UL)。UE通常也被称为终端或移动站,可以是固定的或移动的,并且可以是蜂窝电话、个人计算机设备或自动化设备。一般是固定站的eNodeB也可以被称为接入点或其他等效术语。对于LTE系统,NodeB通常被称为eNodeB。

[0084] 在诸如LTE系统的通信系统中,DL信号可以包括传送信息内容的数据信号、传送DL控制信息(DCI)的控制信号和也被称为导频信号的参考信号(RS)。eNodeB通过物理DL共享信道(PDSCH)发送数据信息。eNodeB通过物理DL控制信道(PDCCH)或增强型PDCCH(EPDCCH)发送DCI。

[0085] eNodeB在物理混合ARQ指示符信道(PHICH)中发送响应于来自UE的数据传输块(TB)传输的确认信息。eNodeB发送多种类型的RS中的一种或多种,包括UE公共RS(CRS)、信道状态信息RS(CSI-RS)或解调RS(DMRS)。CRS在DL系统带宽(BW)上传输,并且可以被UE用来获得信道估计以解调数据或控制信息或者执行测量。为了减少CRS开销,eNodeB可以在时域和/或频域中以比CRS更小的密度来发送CSI-RS。可以仅在相应的PDSCH或EPDCCH的BW中发送DMRS,并且UE可以使用DMRS来解调分别在PDSCH或EPDCCH中的数据或控制信息。DL信道的传输时间间隔被称为子帧,并且可以具有例如1毫秒的持续时间。

[0086] DL信号还包括携带系统控制信息的逻辑信道的传输。BCCH在DL信号传送主信息块(MIB)时被映射到被称为广播信道(BCH)的传输信道、或者在DL信号传送系统信息块(SIB)时被映射到DL共享信道(DL-SCH)。大多数系统信息被包括在使用DL-SCH传输的不同SIB中。子帧中DL-SCH上的系统信息的存在可以由对应的PDCCH(其传送具有用系统信息RNTI(SI-RNTI)加扰的循环冗余校验(CRC)的码字)的传输来指示。可替代地,可以在较早的SIB中提供用于SIB传输的调度信息,并且可以由MIB提供用于第一个SIB(SIB-1)的调度信息。

[0087] 以子帧和一组物理资源块(PRB)为单位执行DL资源分配。传输BW包括被称为资源块(RB)的频率资源单元。每个RB包括 N_{sc}^{RB} 个子载波或资源元素(RE),诸如12个RE。一个RB在

一个子帧上的单元被称为PRB。对于PDSCH传输BW，可以为UE分配多个RB，总共 $M_{sc}^{PDSCH} = M_{PDSCH} \cdot N_{sc}^{RB}$ 个RE。

[0088] UL信号可以包括传送数据信息的数据信号、传送UL控制信息的控制信号(UCI)和UL RS。UL RS包括DMRS和探测RS。UE仅在相应的PUSCH或PUCCH的BW中发送DMRS。eNodeB可以使用DMRS来解调数据信号或UCI信号。UE发送SRS以向eNodeB提供UL CSI。UE通过相应的物理UL共享信道(PUSCH)或物理UL控制信道(PUCCH)来发送数据信息或UCI。如果UE需要在同一UL子帧中发送数据信息和UCI，则UE可以在PUSCH中复用这两者。UCI包括混合自动重复请求确认(HARQ-ACK)信息，其指示对PDSCH中的数据TB的正确(ACK)或不正确(NACK)检测或PDCCH检测的缺失(DTX)；指示UE的缓冲器中是否存在数据的调度请求(SR)；秩指示符(RI)和使得eNodeB能够针对到UE的PDSCH发送执行链路自适应的信道状态信息(CSI)。响应于检测到指示释放半持久调度的PDSCH的PDCCH/EPDCCH，UE也发送HARQ-ACK信息。

[0089] UL子帧(或时隙)包括两个时隙。每个时隙包括用于传输数据信息、UCI、DMRS或SRS的 N_{symb}^{UL} 个符号。UL系统BW的频率资源单元是RB。对于传输BW，为UE分配 N_{RB} 个RB，总共 $N_{RB} \cdot N_{sc}^{RB}$ 个RE。对于PUCCH， $N_{RB} = 1$ 。最后一个子帧符号可以用于复用来自一个或多个UE的SRS传输。可用于数据/UCI/DMRS传输的子帧符号的数量是 $N_{symb} = 2 \cdot (N_{symb}^{UL} - 1) - N_{SRS}$ ，其中，如果最后一个子帧符号用于传输SRS，则 $N_{SRS} = 1$ 。

[0090] 图5示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PDSCH的发送器框图500。图5所示的发送器框图500的实施例仅用于说明。图5所示的组件中的一个或多个可以在被配置为执行所述功能的专用电路中实现、或者组件中的一个或多个可以由执行指令以执行所述功能的一个或多个处理器来实现。图5不将本公开的范围限制于发送器框图500的任何特定实现方式。

[0091] 如图5所示，信息比特510由编码器520(诸如turbo编码器)编码并由调制器530例如使用正交相移键控(QPSK)调制来调制。串行到并行(S/P)转换器540生成M个调制符号，这些调制符号随后被提供给映射器550，以针对分配的PDSCH发送BW，被映射到由传输BW选择单元555选择的RE，单元560应用快速傅立叶逆变换(IFFT)，然后输出被并行到串行(P/S)转换器570串行化以创建时域信号，滤波器580应用滤波，并且信号被发送590。诸如数据加扰、循环前缀插入、时间窗口化、交织的附加功能在本领域中是公知的，为简洁起见没有示出。

[0092] 图6示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PDSCH的接收器框图600。图6所示的图600的实施例仅用于说明。图6所示的组件中的一个或多个可以在被配置为执行所述功能的专用电路中实现、或者组件中的一个或多个可以由执行指令以执行所述功能的一个或多个处理器来实现。图6不将本公开的范围限制于图600的任何特定实现方式。

[0093] 如图6所示，滤波器620对接收到的信号610进行滤波，BW选择器635针对分配的接收BW选择RE 630，单元640应用快速傅立叶变换(FFT)，并行到串行转换器650对输出进行串行化。随后，解调器660通过应用根据DMRS或CRS(未示出)获得的信道估计来对数据符号进行相干解调，并且解码器670(诸如turbo解码器)解码解调后的数据以提供对信息数据比特680的估计。为简洁起见，没有示出诸如时间窗口化、循环前缀移除、解扰、信道估计和去交织的附加功能。

[0094] 图7示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PUSCH的发送器框图700。图7所示的框图700的实施例仅用于说明。图5所示的组件中的一个或多个可以在被配置为执行所述功能的专用电路中实现、或者组件中的一个或多个可以由执行指令以执行所述功能的一个或多个处理器来实现。图7不将本公开的范围限制于框图700的任何特定实现方式。

[0095] 如图7所示,信息数据比特710由编码器720(诸如turbo编码器)编码并由调制器730调制。离散傅立叶变换(DFT)单元740对经调制的数据比特应用DFT,BW带宽选择单元755选择与分配的PUSCH发送BW相对应的RE 750,单元760应用IFFT,并且在循环前缀插入(未示出)之后,滤波器770应用滤波,并且信号被发送780。

[0096] 图8示出了根据本公开的实施例的用于子帧中PUSCH的接收器框图800。图8所示的框图800的实施例仅用于说明。图8所示的组件中的一个或多个可以在被配置为执行所述功能的专用电路中实现、或者组件中的一个或多个可以由执行指令以执行所述功能的一个或多个处理器来实现。图8不将本公开的范围限制于框图800的任何特定实现方式。

[0097] 如图8所示,滤波器820对接收到的信号810进行滤波。随后,在移除循环前缀(未示出)之后,单元830应用FFT,接收BW选择器845选择与分配的PUSCH接收BW相对应的RE 840,单元850应用逆DFT(IDFT),解调器860通过应用根据DMRS(未示出)获得的信道估计来对数据符号进行相干解调,解码器870(诸如turbo解码器)解码解调后的数据以提供对信息数据比特880的估计。

[0098] 在下一代蜂窝系统中,设想了超出LTE系统能力的各种用例。被称为5G或第五代蜂窝系统的系统能够在低于6GHz和高于6GHz(例如,在毫米波区段中)下操作成为要求之一。在3GPP TR 22.891中,已经确定和描述了74个5G用例;这些用例可以大致被分入三个不同的组。第一组称为“增强型移动宽带(eMBB)”,其目标是具有不太严格的等待时间和可靠性要求的高数据速率服务。第二组称为“超可靠和低等待时间(URLLL)”,其目标是对数据速率要求不太严格,但对等待时间的容忍度较低的应用。第三组称为“大规模MTC(mMTC)”,其目标是大量低功率设备连接(诸如每 km^2 100万个),对可靠性、数据速率和等待时间要求不太严格。

[0099] 图9示出了根据本公开的实施例的示例天线块或阵列900。图9所示的天线块或阵列900的实施例仅用于说明。图9不将本公开的范围限制到天线块或阵列900的任何特定实现方式。

[0100] 对于毫米波频段,尽管对于给定的形状因素,天线元件的数量可以更大,但CSI-RS端口的数量(其可以对应于经数字预编码端口的数量)往往会受到硬件约束(诸如在毫米波频率下安装大量ADC/DAC的可行性)的限制,如图9所示。在这种情况下,一个CSI-RS端口被映射到可以由模拟相移器组901控制的大量天线元件上。然后,一个CSI-RS端口可以对应于一个子阵列,该子阵列通过模拟波束成形905产生窄模拟波束。该模拟波束可以通过在符号或子帧之间改变相移器组被配置为扫过更宽的角度范围(920)。子阵列的数量(等于RF链的数量)与CSI-RS端口的数量 $N_{\text{CSI-PORT}}$ 相同。数字波束成形单元910对 $N_{\text{CSI-PORT}}$ 个模拟波束执行线性组合,以进一步增加预编码增益。尽管模拟波束是宽带的(因此不是频率选择性的),但是数字预编码可以在频率子带或资源块上变化。

[0101] 为了实现数字预编码,对CSI-RS的搞笑设计是关键的因素。为此,支持与三种类型的CSI-RS测量行为相对应的三种类型的CSI报告机制,例如,对应于非预编码的CSI-RS的

“类A”CSI报告,对应于UE特定波束成形CSI-RS的具有 $K=1$ CSI-RS资源的“类B”报告,以及对应于小区特定波束成形CSI-RS的具有 $K>1$ CSI-RS资源的“类B”报告。

[0102] 对于非预编码的(NP)CSI-RS,利用CSI-RS端口和TXRU之间的小区特定一对一映射。不同的CSI-RS端口具有相同的宽波束宽度和方向,因此通常具有小区宽度的覆盖。对于波束成形的CSI-RS,在非零功率(NZP)CSI-RS资源(例如,包括多个端口)上应用小区特定或UE特定波束成形操作。至少在给定的时间/频率,CSI-RS端口具有窄波束宽度,因此没有小区宽的覆盖,并且至少从gNB的角度来看是这样。至少一些CSI-RS端口-资源组合具有不同的波束方向。

[0103] 在可以在服务eNodeB处通过UL信号来测量DL长期信道统计数据的场景中,可以容易地使用UE特定BF CSI-RS。这在UL-DL双工距离足够小时通常是可行的。然而,当该条件不成立时,一些UE反馈对于eNodeB获得对DL长期信道统计数据的估计(或其任何表示)是必要的。为了促进这样的过程,以周期 T_1 (ms)发送第一BF CSI-RS,并且以周期 T_2 (ms)发送第二NP CSI-RS,其中 $T_1 \leq T_2$ 。这种方法被称为混合CSI-RS。混合CSI-RS的实现方式很大程度上取决于对CSI过程和NZP CSI-RS资源的定义。

[0104] 在无线通信系统中,MIMO通常被确定是实现高系统吞吐量要求的基本特征。MIMO传输方案的关键组成部分之一是在eNB(或gNB)(或TRP)处的准确CSI获取。特别地,对于MU-MIMO,为了保证高MU性能,准确CSI的可用性是必要的。对于TDD系统,可以使用依赖于信道互易性的SRS传输来获取CSI。另一方面,对于FDD系统,可以使用来自eNB(或gNB)的CSI-RS传输以及来自UE的CSI获取和反馈来获取CSI。在传统的FDD系统中,CSI反馈框架是CQI/PMI/RI(还有CRI和LI)的形式的“隐式的”,其从假设来自eNB(或gNB)的SU传输的码本中导出。由于推导CSI时固有的SU假设,这种隐式CSI反馈对于MU传输是不充分的。由于未来(例如,NR)系统可能更加以MU为中心,这种SU-MU CSI失配将成为实现高MU性能增益的瓶颈。隐式反馈的另一个问题是大量天线端口在eNB(或gNB)处的可扩展性。对于大量天线端口,针对隐式反馈的码本设计相当复杂(例如,3GPP LTE规范中总共有44个类A码本),并且不能保证所设计的码本在实际部署场景中带来合理的性能收益(例如,最多只能展现很小百分比的增益)。认识到上述问题,3GPP规范还支持LTE中的高级CSI报告。

[0105] 在5G或NR系统[REF7,REF8]中,上述来自LTE的“隐式”CSI报告范例也得到支持并且被称为类型I CSI报告。此外,还支持高分辨率CSI报告,其被称为类型II CSI报告,以向gNB提供更准确的CSI信息,用于诸如高阶MU-MIMO的用例。然而,类型II CSI报告的开销在实际的UE实现中可能是一个问题。一种减少类型II CSI开销的方法是基于频域(FD)压缩的。在Re1.16NR中,已经支持类型II CSI的基于DFT的FD压缩(在REF8中称为Re1.16增强型类型II码本)。对于该特征,一些关键组成部分包括(a)空间域(SD)基 W_1 、(b)FD基 W_f 、以及(c)线性组合SD和FD基的系数 \tilde{W}_2 。在非互易FDD系统中,UE需要报告完整的CSI(包括所有分量)。然而,当UL和DL之间确实存在互易性或部分互易性时,可以基于使用来自UE的SRS传输估计的UL信道来获得CSI分量中的一些。在Re1.16NR中,基于DFT的FD压缩被扩展到这种部分互易性情况(在REF8中被称为Re1.16增强型类型II端口选择码本),其中 W_1 中基于DFT的SD基被SD CSI-RS端口选择替换,即, $\frac{P_{CSI-RS}}{2}$ 个CSI-RS端口中的L个端口被选择(该选择对

于CSI-RS端口的两个天线极化或两半是公共的)。在这种情况下,在SD中对CSI-RS端口进行波束成形(假设角度域中的UL-DL信道互易性),并且可以基于使用SRS测量估计的UL信道在gNB处获得波束成形信息。

[0106] 图10示出了根据本公开的实施例的示例分布式MIMO(D-MIMO)系统1000。图10所示的分布式MIMO(D-MIMO)系统1000的实施例仅用于说明。图10不将本公开的范围限制于分布式MIMO(D-MIMO)系统1000的任何特定实现方式。

[0107] NR支持多达32个CSI-RS天线端口。对于在低于1GHz频率范围(例如,小于1GHz)下操作的蜂窝系统,在一个站点或远程无线电头端(RRH)处支持大量CSI-RS天线端口(例如,32个)是具有挑战性的,这是因为(当与在较高频率(例如2GHz或4GHz)下操作的系统相比时)在这些频率下的天线形状因子(form factor)较大。在这样的低频率下,可以共址于站点(或RRH)的CSI-RS天线端口的最大数量可以被限制为例如8。这限制了这种系统的频谱效率。特别地,由于大量CSI-RS天线端口(诸如32个)而提供的MU-MIMO空间复用增益无法实现。操作具有大量CSI-RS天线端口的低于1GHz系统的一种方式是基于在多个站点(或RRH)分布天线端口。多个站点或RRH仍然可以连接到单个(公共)基带单元,因此仍然可以在一个集中位置处处理经由多个分布式RRH发送/接收的信号。例如,32个CSI-RS端口可以分布在4个RRH上,每个RRH具有8个天线端口。这种MIMO系统可以被称为分布式MIMO(D-MIMO)系统,如图10所示。

[0108] D-MIMO建立中的多个RRH可以用于分集增益。由于RRH在地理上分离,因此它们(RRH)往往是不相关的。然而,一个RRH中的天线往往是相关的。这启示了混合传输方案,其中跨RRH(在RRH间)使用分集方案,并且在每个RRH中(RRH内)的天线端口上使用基于PMI的预编码方案。这种混合方案可以用于PDCCH上的增强型控制信令或PDSCH上的增强型数据传输。本公开给出了用于混合传输方案的RRH间分量的基于预编码器循环的分集方案的若干示例。

[0109] 所有以下组成部分和实施例都适用于具有CP-OFDM(循环前缀OFDM)波形以及DFT-SOFDM(DFT-扩频OFDM)和SC-FDMA(单载波FDMA)波形的UL传输。此外,当时间上的调度单元是一个子帧(其可以由一个或多个时隙组成)或一个时隙时,所有以下组成部分和实施例都适用于UL传输。

[0110] 在本公开中,CSI报告的频率分辨率(报告粒度)和跨度(报告带宽)可以分别根据频率“子带”和“CSI报告频带”(CRB)来定义。

[0111] 用于CSI报告的子带被定义为连续PRB的集合,其表示用于CSI报告的最小频率单元。子带中PRB的数量对于给定的DL系统带宽值可以是固定的、或者经由较高层/RRC信令半静态地配置、或者经由L1 DL控制信令或MAC控制单元(MAC CE)动态地配置。子带中PRB的数量可以被包括在CSI报告设置中。

[0112] “CSI报告频带”被定义为连续或非连续子带的集合/合集,其中执行CSI报告。例如,CSI报告频带可以包括DL系统带宽内的所有子带。这也可以被称为“全频带”。可替代地,CSI报告频带可以仅包括DL系统带宽内子带的合集。这也可以被称为“部分频带”。

[0113] 术语“CSI报告频带”仅用作表示功能的示例。也可以使用诸如“CSI报告子带集合”或“CSI报告带宽”的其他术语。

[0114] 就UE配置而言,UE可以被配置有至少一个CSI报告频带。这种配置可以是(经由较

高层信令或RRC)半静态的或(经由MAC CE或L1 DL控制信令)动态的。当(例如,经由RRC信令)被配置有多个(N个)CSI报告频带时,UE可以报告与 $n \leq N$ 个CSI报告频带相关联的CSI。例如, $>6\text{GHz}$,大的系统带宽可能需要多个CSI报告频带。 n 的值可以(经由较高层信令或RRC)被半静态地或(经由MAC CE或L1 DL控制信令)动态地配置。可替代地,UE可以经由UL信道报告 n 的推荐值。

[0115] 因此,可以如下针对每个CSI报告频带定义CSI参数频率粒度。当一个CSI参数用于CSI报告频带内的所有 M_n 个子频带时,对于具有 M_n 个子频带的CSI报告频带,CSI参数被配置有“单个”报告。当针对CSI报告频带内的 M_n 个子带中的每一个报告一个CSI参数时,对于具有 M_n 个子频带的CSI报告频带,CSI参数被配置有“子带”。

[0116] 图11示出了根据本公开的实施例的示例天线端口布局1100。图11所示的天线端口布局1100的实施例仅用于说明。图11不将本公开的范围限制于天线端口布局1100的任何特定实现方式。

[0117] 如图11所示, N_1 和 N_2 分别是在第一维度和第二维度中具有相同极化的天线端口的数量。对于2D天线端口布局, $N_1 > 1$, $N_2 > 1$,并且对于1D天线端口布局, $N_1 > 1$ 并且 $N_2 > 1$ 。因此,对于双极化天线端口布局,当每个天线映射到一个天线端口时,天线端口的总数是 $2N_1N_2$ 。图11示出了其中“X”表示两种天线极化的示例。在本公开中,术语“极化”是指一组天线端口。例如,

天线端口 $j = X + 0, X + 1, \dots, X + \frac{P_{\text{CSIRS}}}{2} - 1$ 包括第一天线极化,并且天线端口

$j = X + \frac{P_{\text{CSIRS}}}{2}, X + \frac{P_{\text{CSIRS}}}{2} + 1, \dots, X + P_{\text{CSIRS}} - 1$ 包括第二天线极化,其中 P_{CSIRS} 是CSI-RS天线

端口的数量,并且 X 是起始天线端口号(例如, $X = 300$,则天线端口是3000、3001、3002、……)。

[0118] 设 N_g 是 $g\text{NB}$ 处天线面板的数量。当有多个天线面板($N_g > 1$)时,我们假设每个面板都是双极化天线端口,两个维度有 N_1 和 N_2 个端口。这如图11所示。注意,不同天线面板中的天线端口布局可能相同,也可能不同。

[0119] 在一个示例中,D-MIMO系统的天线架构是结构化的。例如,每个RRH处的天线结构都是双极化的(单面板或多面板),如图11所示。每个RRH处的天线结构可以是相同的。可替代地,一个RRH处的天线结构可以不同于另一个RRH处的天线结构。同样,每个RRH处端口的数量可以相同。可替代地,一个RRH处端口的数量可以不同于另一个RRH处端口的数量。在一个示例中, $N_g = N_{\text{RRH}}$ (其是D-MIMO传输中RRH的数量)。

[0120] 在另一个示例中,D-MIMO系统的天线架构是非结构化的。例如,一个RRH处的天线结构可以不同于另一个RRH处的天线结构。

[0121] 在本公开中,我们假设结构化天线架构。为简单起见,我们假设每个RRH等同于一个面板(参考图11),尽管在实践中一个RRH可以具有多个面板。然而,本公开不限于每个RRH处有单个面板假设,并且可以容易地扩展(涵盖)当RRH具有多个天线面板时的情况。

[0122] 图12示出了D-MIMO 1200的DL传输方案的示例,其中该DL传输方案是根据本公开的实施例的。图12所示的D-MIMO 1200的实施例仅用于说明。图12不将本公开的范围限制于示例D-MIMO 1200的任何特定实现方式。

[0123] 在一个实施例I.1中,(对于每层)UE被配置有基于混合预编码器的混合传输方案,

其中(混合)预编码器由下式给出

$$[0124] \quad W = R \times Q = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{N_{RRH}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_{N_{RRH}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1 \times P_1 \\ q_2 \times P_2 \\ \vdots \\ q_{N_{RRH}} \times P_{N_{RRH}} \end{bmatrix},$$

$$[0125] \quad \text{其中 } R = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{N_{RRH}} \end{bmatrix} \text{ 是包括 } N_{RRH} \text{ 个块的块对角矩阵, 第 } r \text{ 个块是用于第 } r \text{ 个}$$

RRH的(RRH内)预编码向量, 并且是 $Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_{N_{RRH}} \end{bmatrix}$ 跨 N_{RRH} 个RRH的RRH间预编码向量。这如图12所示。

[0126] 在一个示例中, $W = \frac{1}{t} R \times Q$, 其中 t 是将 W 归一化到固定数 (例如, $\frac{1}{\sqrt{v}}$ 或 $\frac{1}{\sqrt{v \times \text{norm}(R \times Q)}}$) 的归一化因子, 并且 v 是秩(层数)值, 并且 $\text{norm}(Y)$ 是长度 n_Y 向量 Y 的

欧几里德范数, 即 $\text{norm}(Y) = \sqrt{\sum_{i=0}^{N_Y-1} y_i^2}$ 在一个示例中, 秩值是固定的, 例如 $v = 1$ 。在一个示

例中, 例如从 $\{1, 2\}$ 中向UE配置秩值。在一个示例中, UE从支持或允许的秩值的集合中报告秩值, 例如作为CSI报告的一部分。支持或允许的秩值的集合可以经由较高层RRC信令来配置。例如, 秩限制(RI-restriction)可以用于这种配置。

[0127] 在一个示例I.1.1.1中, 对于秩 > 1 (即, 当 $v > 1$), 层 $l \in \{1, \dots, v\}$ 的(混合)预编码器可以表示为 $W^l = R_l \times Q_l$, 其中 R_l 和 Q_l 根据以下示例中的至少一个:

[0128] ■ 在一个示例I.1.1.1.1中, R_l 是层公共的 (即, 对于所有 $l, R_l = R$) 并且 Q_l 是层特定的 (即, Q_1, Q_2, \dots , 每层一个)。

[0129] ■ 在一个示例I.1.1.1.2中, R_l 是层特定的 (即, R_1, R_2, \dots , 每层一个) 并且 Q_l 是层公共的 (即, 对于所有 $l, Q_l = Q$)。

[0130] ■ 在一个示例I.1.1.1.3中, R_l 是层特定的 (即, R_1, R_2, \dots , 每层一个) 并且 Q_l 是层特定的 (即, Q_1, Q_2, \dots , 每层一个)。

[0131] 当分量 X 是层公共的时, 则使用对所有层值公共的一个 X 。并且, 当分量 X 是层特定的时, 则针对每层使用一个 X 。

[0132] 在一个示例I.1.2中, 对于时隙中为数据(PDSCH)或/和控制(PDCCH)分配或调度的PRB的集合, 使用/确定混合预编码器 W , 使得对该PRB的集合执行循环操作, 其中循环操作根据以下示例中的至少一个。

[0133] ■ 在一个示例I.1.2.1中, 循环是针对RRH间分量(Q)执行的。也就是说, 通过该PRB的集合循环RRH间分量的多个值 (Q_1, Q_2, \dots 等)。gNB/NW可以自由使用任何RRH内分量(R)。

[0134] ■ 在一个示例I.1.2.2中, 循环是针对RRH内分量(R)执行的。也就是说, 通过该PRB的集合循环RRH内分量的多个值 (R_1, R_2, \dots 等)。gNB/NW可以自由使用任何RRH间分量(Q)。

[0135] ■ 在一个示例I.1.2.3中,循环是针对RRH间分量(Q)和RRH内分量(R)执行的。也就是说,通过该PRB的集合循环RRH间分量(Q)的多个值(Q_1, Q_2, \dots 等)和RRH内分量(R)的多个值(R_1, R_2, \dots 等)。

[0136] 在本公开的其余部分中,假设示例I.1.2.1用于循环操作。

[0137] 在一个实施例II.1中,RRH间预编码向量Q是从 N_{RRH} 个RRH中选择一个的选择向量,即,

$$[0138] \quad Q = e_r^{N_{RRH}}$$

[0139] 其中 e_i^j 是在i处包含非零值(例如,为1的值)且在其他地方包含零的1元素选择向量。

[0140] 图13示出了根据本公开的实施例的RRH循环1300的示例。图13所示的RRH循环1300的实施例仅用于说明。图13不将本公开的范围限制到RRH循环1300的示例的任何特定实现方式。

[0141] 使用/选择RRH间预编码器Q,使得预编码器循环跨RRH执行。如图13所示,四个RRH通过PRG循环,并且循环图样对应于依照以下次序1、2、3、4的RRH索引r循环。因此,预编码向量Q通过PRG循环如下:

$$[0142] \quad \blacksquare Q = e_1^{N_{RRH}} = [1 \ 0 \ 0 \ 0]^T: \text{PRG0, PRG4, ...}$$

$$[0143] \quad \blacksquare Q = e_2^{N_{RRH}} = [0 \ 1 \ 0 \ 0]^T: \text{PRG1, PRG5, ...}$$

$$\blacksquare Q = e_3^{N_{RRH}} = [0 \ 0 \ 1 \ 0]^T: \text{PRG2, PRG6, ...}$$

$$\blacksquare Q = e_4^{N_{RRH}} = [0 \ 0 \ 0 \ 1]^T: \text{PRG3, PRG7, ...}$$

[0144] 一般地,在PRG索引 $(4*n+r-1)$ 处使用 $Q = e_r^{N_{RRH}}$,其中 $n=0, 1, 2, \dots$

[0145] 在一个示例中,通过所有 N_{RRH} 个RRH执行循环。在另一示例中,通过 N_{RRH} 个RRH的子集执行循环,其中该子集可以是固定的、或者该子集可以例如经由较高层RRC信令来配置、或者该子集可以基于UE建议来确定,其中该UE建议可以是CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示用于循环的RRH子集的分量)。

[0146] 在一个示例II.1.1中,RRH间预编码向量Q的循环根据以下示例中的至少一个跨时间-频率(T-F)资源执行。

[0147] ■ 在一个示例II.1.1.1中,RRH间预编码向量Q的循环跨PRG(以每个PRG的方式)执行,即,RRH间预编码向量Q从一个PRG改变(循环)到另一个PRG。在一个示例中,PRG大小(就PRB的数量而言)是固定的,例如为2或4。在一个示例中,PRG大小由较高层参数(例如pdsch-BundleSizeForCSI)配置。在一个示例中,PRG大小与用于CQI计算的PRG大小相同。在一个示例中,PRG大小与用于PDSCH(或PDSCH的DMRS)的PRG大小相同。在一个示例中,PRG大小与用于PDCCH(或PDCCH的DMRS)的PRG大小相同。

[0148] ■ 在一个示例II.1.1.2中,RRH间预编码向量Q的循环跨PRB(以每个PRB的方式)执

行,即RRH间预编码向量Q从一个PRB改变(循环)到另一个PRG。

[0149] ■ 在一个示例II.1.1.3中,RRH间预编码向量Q的循环跨SB(以每个SB的方式)执行,即,RRH间预编码向量Q从一个SB改变(循环)到另一个SB。在一个示例中,SB大小(就PRB的数量而言)是固定的,例如为4。在一个示例中,SB大小由较高层参数(例如,subbandSize)来配置。在一个示例中,SB大小与用于CQI计算的SB大小相同。在一个示例中,SB大小与用于PDSCH(或PDSCH的DMRS)的SB大小相同。在一个示例中,SB大小与用于PDCCH(或PDCCH的DMRS)的SB大小相同。

[0150] ■ 在一个示例II.1.1.4中,RRH间预编码向量Q的循环跨FD单元(以每个FD单元的方式)执行,即,RRH间预编码向量Q从一个FD单元改变(循环)到另一个FD单元。在一个示例中,FD单元大小是 N_{SB}/R ,其中 N_{SB} 是SB的数量,并且R是固定的(例如,1或2)或者经由较高层参数(例如,numberOfPMISubbandsPerCQISubband-r16)来配置。

[0151] ■ 在一个示例II.1.1.5中,RRH间预编码向量Q的循环跨子RB执行,其中子RB被定义为包括PRB的RE的子集。关于子RB级预编码器循环的细节可以基于于2018年9月11日授权的美国专利No.10,075,218,该专利通过引用并入本文。

[0152] 在一个示例II.1.2中,RRH循环图样(或序列)根据以下示例中的至少一个。

[0153] ● 在一个示例II.1.2.1中,RRH循环图样(或序列)是固定的或确定性的。例如,1、2、3,

[0154] ● 在一个示例II.1.2.2中,RRH循环图样(或序列)对UE是透明的,因此不被UE所知,并且gNB(NW)可以自由使用任何循环图样。

[0155] ● 在一个示例II.1.2.3中,RRH循环图样(或序列)例如经由较高层(RRC)信令被配置给UE。

[0156] ● 在一个示例II.1.2.4中,UE报告RRH循环图样(或序列)例如作为CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示RRH循环图样的分量)。

[0157] 在一个实施例III.1中,RRH间预编码向量Q是选择向量和预编码向量的组合(乘积),其中选择向量从 N_{RRH} 个RRH中选择n个,以及用于所选n个RRH的预编码向量,即,

$$[0158] \quad Q = S_n \times U_n = [e_{r_1}^{N_{RRH}} \ e_{r_2}^{N_{RRH}} \ \dots \ e_{r_n}^{N_{RRH}}] \times U_n$$

[0159] 其中 $1 < n < N_{RRH}$, (r_1, r_2, \dots, r_n) 是所选n个RRH的索引,其中 $r_j \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$, e_i^j 如上定义,并且 U_n 是所选n个RRH的大小为 $n \times 1$ 的预编码向量。

[0160] 使用/选择RRH间预编码器Q,使得预编码器循环跨RRH执行。

[0161] 在一个示例III.1.1中,RRH间预编码器Q的循环根据以下示例中的至少一个。

[0162] ■ 在一个示例III.1.1.1中,循环是针对选择矩阵(S_n)执行的。也就是说,循环选择矩阵(S_n)的多个值($S_{n,1}, S_{n,2}, \dots$ 等)。gNB/NW可以自由使用任何预编码向量(U_n)。

[0163] ■ 在一个示例III.1.1.2中,循环是针对预编码向量(U_n)执行的。也就是说,循环预编码向量(U_n)的多个值($U_{n,1}, U_{n,2}, \dots$ 等)。gNB/NW可以自由使用任何选择矩阵(S_n)。

[0164] ■ 在一个示例III.1.1.3中,循环是针对选择矩阵(S_n)和预编码向量(U_n)两者执行的。也就是说,循环选择矩阵(S_n)的多个值($S_{n,1}, S_{n,2}, \dots$ 等)和预编码向量(U_n)的多个值($U_{n,1}, U_{n,2}, \dots$ 等)。

[0165] 在本公开的其余部分中,假设示例III.1.1.3用于循环操作。

[0166] 图14示出了根据本公开的实施例的RRH和预编码器循环1400的组合的示例。图14所示的RRH和预编码器循环1400的组合的实施例仅用于说明。图14不将本公开的范围限制于RRH和预编码器循环1400的组合的任何特定实现方式。

[0167] 如图14所示,通过PRB循环四个RRH选择矩阵(S_n)索引和四个预编码矩阵(U_n)索引。示出了循环的四个示例。在一个示例中,对于 $N_{RRH}=4$ 和 $n=2$,四个RRH选择矩阵(S_n)对应于

$S_2 = [e_{r_1}^{N_{RRH}} e_{r_2}^{N_{RRH}}]$, 其中 S_n 索引=0,1,2,3分别映射到索引对 $(r_1, r_2) = (1, 2), (2, 3), (3, 4), (1, 4)$, 并且四个预编码矩阵(U_n)对应于 $u_2 = [\phi_1 \ \phi_2]^T$, 其中 $\phi_1 = 1$ 并且 U_n 索引=0,1,2,3分别映射到相位 $\phi_2 = 1, j, -1, -j$ 。

[0168] 在一个示例中,通过所有 N_{RRH} 个RRH执行循环。在另一示例中,通过 N_{RRH} 个RRH的子集执行循环,其中该子集可以是固定的、或者该子集可以例如经由较高层RRC信令来配置、或者该子集可以基于UE建议来确定,其中该UE建议可以是CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示用于循环的RRH子集的分量)。

[0169] 在一个示例III.1.1中,RRH间预编码向量Q的循环根据示例II.1.1中的示例II.1.1.1至II.1.1.5中的至少一个、跨时间-频率(T-F)资源执行。

[0170] 在一个实施例III.1.2中,RRH循环图样(或序列) (r_1, r_2, \dots, r_n) 基于实施例II.1.2.1至实施例II.1.2.4中的至少一个。

[0171] 在一个示例III.1.3中,值n根据以下示例中的至少一个来确定。

[0172] ■ 在一个示例III.1.3.1中,值n是固定的,例如 $n=2$ 。

[0173] ■ 在一个示例III.1.3.2中,值n是基于值 N_{RRH} 确定的,例如, $n = \min(t, N_{RRH})$, 其中t是固定的、或者 $n = N_{RRH}/2$ 。

[0174] ■ 在一个示例III.1.3.3中,值n例如经由较高层(RRC)信令配置。

[0175] ■ 在一个示例III.1.3.4中,值n由UE推荐,例如作为UE能力信令的一部分或者作为CSI报告的一部分。

[0176] ■ 在一个示例III.1.4中,预编码向量(U_n)的码本根据以下示例中的至少一个。

[0177] ■ 在一个示例III.1.4.1中,预编码向量(U_n)的码本基于用于D-MIMO的PMI码本,该码本包括具有如在实施例I.1中解释并在图12中示出的预编码结构 $W = R \times Q$ 的预编码向量。

[0178] ■ 在一个示例III.1.4.2中,预编码向量(U_n)的码本是标量码本,其中使用标量码本单独选择/报告 U_n 的每个元素。可替代地, U_n 的n个元素之一被固定为例如1,并且使用标量码本单独选择/报告剩余n-1个元素中的每一个,其中固定元素的位置可以被固定(例如,为1)或者可以(例如,经由RRC)配置或者被报告(例如,作为CSI报告的一部分)。标量码本根据以下示例中的至少一个。

[0179] ○ 在一个示例III.1.4.2.1中,标量码本是根据以下示例中至少一个的相位码本。

[0180] ■ 在一个示例中,相位码本对应于QPSK基本要素(alphabet) $\varphi_w = e^{j\pi w/2}$ 或 $\varphi_w = e^{j2\pi w/N_{PSK}}$, 其中 $N_{PSK}=4$ 并且 $w \in \{0, \dots, 3\}$ 。

[0181] ■ 在一个示例中,相位码本对应于8PSK基本要素 $\varphi_w = e^{j\pi w/4}$ 或 $\varphi_w = e^{j2\pi w/N_{PSK}}$, 其中

$N_{\text{PSK}}=8$ 并且 $w \in \{0, \dots, 7\}$ 。

[0182] ■ 在一个示例中,相位码本对应于16PSK基本要素 $\varphi_w = e^{j\pi w/8}$ 或 $\varphi_w = e^{j2\pi w/N_{\text{PSK}}}$, 其中 $N_{\text{PSK}}=16$ 并且 $w \in \{0, \dots, 15\}$ 。

[0183] ■ 在一个示例中,相位码本对应于 N_{PSK} -PSK基本要素 $\varphi_w = e^{j2\pi w/N_{\text{PSK}}}$, 其中 $w \in \{0, \dots, N_{\text{PSK}}-1\}$ 并且例如从 $\{4, 8\}$ 中配置 N_{PSK} 。

[0184] ○ 在一个示例III.1.4.2.2中,标量码本是一对幅度和相位码本,其中相位码本根据示例III.1.4.2.1中的一个示例,并且相位码本根据以下示例中的至少一个。

[0185] ■ 在一个示例中,幅度码本是1比特码本,例如 $\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}\right\}$ 。

[0186] ■ 在一个示例中,幅度码本是2比特码本,例如, $\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}\right\}$ 或 $\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, 0\right\}$ 。

[0187] ■ 在一个示例中,幅度码本是3比特码本,例如,

$\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4\sqrt{2}}, \frac{1}{8}, \frac{1}{8\sqrt{2}}\right\}$ 或 $\left\{1, \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2\sqrt{2}}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4\sqrt{2}}, \frac{1}{8}, 0\right\}$ 。

[0188] ■ 在一个示例III.1.4.3中,预编码向量(U_n)的码本是包括长度 n 向量的向量码本。在一个示例中,向量码本是包括 $n \times \text{oDFT}$ 向量 $v_m = [1 \ e^{j\frac{2\pi m}{on}} \ \dots \ e^{j\frac{2\pi m(n-1)}{on}}]^T$ 的过采样的DFT码本,其中 $m=0, 1, \dots, on-1$ 并且 o 是过采样因子。在一个示例中, $o=1$ 。在一个示例中, o 被固定为 $o=4$ 。在一个示例中,从例如 $\{4, 8\}$ 的候选值的集合中配置 o 。

[0189] 在一个实施例IV.1中,RRH间预编码向量 Q 是用于所有 N_{RRH} 个RRH的预编码向量(不需要任何RRH选择,因为在预编码向量中使用所有RRH),即,

$$[0190] \quad Q = U_{N_{\text{RRH}}}$$

[0191] 其中 $U_{N_{\text{RRH}}}$ 是用于所有RRH的大小为 $N_{\text{RRH}} \times 1$ 的预编码向量。

[0192] 图15示出了根据本公开的实施例的预编码器循环1500的示例。图15所示的预编码器循环1500的实施例仅用于说明。图15不将本公开的范围限制于预编码器循环1500的示例的任何特定实现方式。

[0193] 使用/选择RRH间预编码器 Q ,使得预编码器循环跨RRH执行。如图15所示,通过PRG循环四个预编码向量,并且循环图样对应于依照以下次序0、1、2、3循环的预编码向量索引 i 。因此,预编码向量 Q 通过PRG循环如下:

$$[0194] \quad \blacksquare Q = U_{N_{\text{RRH}}}(i=0): \text{PRG0, PRG4, ...}$$

$$[0195] \quad \blacksquare Q = U_{N_{\text{RRH}}}(i=1): \text{PRG1, PRG5, ...}$$

$$[0196] \quad \blacksquare Q = U_{N_{\text{RRH}}}(i=2): \text{PRG2, PRG6, ...}$$

[0197] ■ $Q = U_{N_{RRH}}(i=3): PRG3, PRG7, \dots$

[0198] 一般地,在PRG索引(4*n+i)处使用 $Q = U_{N_{RRH}}(i)$,其中 $n=0,1,2,\dots$

[0199] 在一个示例中,通过所有 N_{RRH} 个RRH执行循环。在另一示例中,通过 N_{RRH} 个RRH的子集来执行循环,其中该子集可以是固定的、或者该子集可以例如经由较高层RRC信令来配置、或者该子集可以基于UE建议来确定,其中该UE建议可以是CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示用于循环的RRH子集的分量)。

[0200] 在一个示例IV.1.1中,RRH间预编码向量Q的循环根据示例II.1.1.1中的示例II.1.1.1至II.1.1.5中的至少一个、跨时间-频率(T-F)资源执行。

[0201] 在一个示例IV.1.2中,预编码向量循环图样(或序列)根据QII.1.2.1至QII.1.2.4中的至少一个。

[0202] 在一个示例IV.1.3中,预编码向量($U_{N_{RRH}}$)的码本根据示例III.1.4中的至少一个示例,其中n被替换为 N_{RRH} 。

[0203] 在一个实施例V.1中,实施例III.1中n的值可以是1。当 $n=1$ 时,预编码器循环根据实施例II.1,并且当 $n>1$ 时,预编码器循环根据实施例III.1。

[0204] 在一个实施例V.2中,实施例III.1中n的值可以是 N_{RRH} 。当 $n=N_{RRH}$ 时,预编码器循环根据实施例IV.1,并且当 $N_{RRH}>n$ 时,预编码器循环根据实施例III.1。

[0205] 在一个实施例V.3中,实施例III.1中n的值可以是1或 N_{RRH} 。当 $n=1$ 时,预编码器循环根据实施例II.1,并且当 $N_{RRH}>n>1$ 时,预编码器循环根据实施例III.1,并且当 $n=N_{RRH}$ 时,预编码器循环根据实施例IV.1。

[0206] 在一个实施例V.4中,UE被配置有基于较高层(RRC)信令的预编码器循环方案,其中预编码器循环方案可以根据实施例II.1或实施例III.1或实施例IV.1。

[0207] 在一个实施例V.5中,gNB(或NW)基于CSI反馈来确定所有候选RRH间预编码向量Q的集合,其中CSI反馈包括用于确定所有候选RRH间预编码向量的集合的PMI。在一个示例中,PMI对应于 i_1 (如在R15类型I码本中一样指示WB PMI分量)。在一个示例中,PMI对应于 i_1 和 i_2 (如在R15类型I码本中一样指示SB PMI分量)。在一个示例中,PMI包括指示RRH间分量的指示符。在一个示例中,PMI包括指示RRH内分量的指示符。在一个示例中,PMI包括指示RRH间分量和RRH内分量两者的指示符。在一个示例中,PMI包括指示RRH选择的指示符(如本公开中所解释的)。

[0208] 在一个示例中,CSI反馈经由较高层(RRC)信令来配置。特别地,可以使用较高层参数reportQuantity。例如,如果UE被配置有CSI-ReportConfig,其中较高层参数reportQuantity被设置为'cri-RI-i1-CQI',则

[0209] -对于该CSI-ReportConfig,UE期望被配置有被设置为'typeI-SinglePanel'或'typeI-D-MIMO'的较高层参数codebookType以及被设置为'widebandPMI'的pmi-FormatIndicator,其中'typeI-D-MIMO'指示用于D-MIMO建立的类型I码本,并且

[0210] -对于整个CSI报告频带,UE将报告由单个宽带指示(i_1)组成的PMI。或者,可选地,UE将报告由一对(i_1, i_2)组成的PMI。

[0211] 在一个实施例V.6中,CSI反馈包括CQI(参考实施例V.5),例如,当reportQuantity

被设置为‘cri-RI-i1-CQI’时,CQI根据以下示例中的至少一个来计算。

[0212] 在一个示例V.6.1中,假设PDSCH传输具有 $N_p \geq 1$ 个预编码器(对应于相同的 i_1 但不同的 i_2),以报告的 i_1 为条件计算CQI,其中UE假设对于PDSCH上的每个PRG,从 N_p 个编码器的集合中随机选择一个预编码器,其中用于CQI计算的PRG大小由较高层参数pdsch-BundleSizeForCSI配置。

[0213] 在一个示例V.6.2中,假设PDSCH传输具有 $N_p \geq 1$ 个预编码器(对应于相同的 i_1 但不同的 i_2),以报告的PMI为条件计算CQI,其中UE假设预编码器循环方案,其中预编码器循环方案根据本公开中的一些示例。在一个示例中,用于CQI计算的预编码器循环方案是固定的。在一个示例中,例如经由较高层信令来配置用于CQI计算的预编码器循环方案。

[0214] 分集方案也可以基于循环延迟分集(CDD)。接下来提供用于混合传输方案的RRH间分量的基于CDD的分集方案的若干实施例和示例。

[0215] 在另一实施例中,CDD方案基于在每个天线上传输同一OFDM符号在时域中的循环移位版本的思想。因此,在每个天线上引入的时间延迟被转换为CDD方案中的循环延迟。CDD方案将MIMO信道转变为具有增强型频率选择性的SIMO信道,并且随后的频率分集可以由接收器提取。在CDD中,循环延迟减少了保护间隔,因此提高了频谱效率。CDD中的保护间隔与信道长度L成比例。

[0216] 图16示出了D-MIMO 1600的DL传输方案的示例,其中该DL传输方案是根据本公开的实施例的。图16所示的D-MIMO 1600的实施例仅用于说明。图16不将本公开的范围限制于示例D-MIMO 1600的任何特定实现方式。

[0217] 在一个实施例VI.1中,UE被配置有基于跨RRH的CDD和每个RRH内的预编码的混合传输方案。在该方案中,(每层的)混合预编码器由下式给出

$$[0218] \quad W = R \times Q = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{N_{RRH}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_{N_{RRH}} \end{bmatrix},$$

$$[0219] \quad \text{其中 } R = \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{N_{RRH}} \end{bmatrix} \text{ 是包括 } N_{RRH} \text{ 个块的块对角矩阵,第 } r \text{ 个块是第 } r \text{ 个RRH}$$

的(RRH内)预编码向量,并且 $Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_{N_{RRH}} \end{bmatrix}$ 是基于RRH间延迟向量 $D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_{N_{RRH}} \end{bmatrix}$ 确定的跨 N_{RRH} 个

RRH的RRH间相移向量。在一个示例中,在第 k 频调(子载波)处 $q_r = e^{-j \frac{2\pi}{T} k \times d_r}$ 并且 T 是时刻的数量(例如,就OFDM符号而言)。这如图16所示。

[0220] 频域中接收到的信号可以写为

$$\begin{aligned}
 \mathbf{y}_k &= \frac{1}{t} \mathbf{H}_k \mathbf{R} \mathbf{Q} \mathbf{c}_k + \mathbf{n}_k \\
 &= \frac{1}{t} \mathbf{H}_k \begin{bmatrix} P_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{N_{RRH}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_1} \\ e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_2} \\ \vdots \\ e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_{N_{RRH}}} \end{bmatrix} \mathbf{c}_k + \mathbf{n}_k \\
 [0221] \quad &= \frac{1}{t} \begin{bmatrix} \mathbf{H}_{k,1} P_1 \left(e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_1} \right) \mathbf{c}_k \\ \mathbf{H}_{k,2} P_2 \left(e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_2} \right) \mathbf{c}_k \\ \vdots \\ \mathbf{H}_{k,N_{RRH}} P_{N_{RRH}} \left(e^{-j\frac{2\pi}{T}k \times d_{N_{RRH}}} \right) \mathbf{c}_k \end{bmatrix} + \mathbf{n}_k
 \end{aligned}$$

[0222] 其中 \mathbf{H}_k 是子载波 k 处跨RRH的级联信道,并且 $\mathbf{H}_{k,r}$ 是第 r 个RRH的对应信道, \mathbf{n}_k 是加性噪声向量,并且 a 是用于归一化天线间功率的缩放因子。在一个示例中, $t = \frac{1}{\sqrt{v}}$ 或

$\frac{1}{\sqrt{v} \times \text{norm}(\mathbf{R} \times \mathbf{Q})}$ 和 v 是秩(层数)值,并且 $\text{norm}(Y)$ 是长度 n_Y 向量 Y 的欧几里德范数,即

$$\text{norm}(Y) = \sqrt{\sum_{i=0}^{n_Y-1} y_i^2}$$

在一个示例中,秩值是固定的,例如 $v=1$ 。在一个示例中,例如从 $\{1,2\}$

中向UE配置秩值。在一个示例中,UE从支持或允许的秩值的集合中报告秩值,例如作为CSI报告的一部分。该支持或允许的秩值的集合可以经由较高层RRC信令来配置。例如,秩限制(RI-restriction)可以用于这种配置。

[0223] 在一个示例VI.1.1中,对于秩 >1 (即,当 $v>1$),层 $l \in \{1, \dots, v\}$ 的(混合)预编码器可以表示为 $\mathbf{W}^l = \mathbf{R}_l \times \mathbf{Q}_l$,其中 \mathbf{R}_l 和 \mathbf{Q}_l 根据以下示例中的至少一个:

[0224] ■ 在一个示例VI.1.1.1中, \mathbf{R}_l 是层公共的(即,对于所有 $l, \mathbf{R}_l = \mathbf{R}$)并且 \mathbf{Q}_l 是层特定的(即, $\mathbf{Q}_1, \mathbf{Q}_2, \dots$,每层一个)。

[0225] ■ 在一个示例VI.1.1.2中, \mathbf{R}_l 是层特定的(即, $\mathbf{R}_1, \mathbf{R}_2, \dots$,每层一个)并且 \mathbf{Q}_l 是层公共的(即,对于所有 $l, \mathbf{Q}_l = \mathbf{Q}$)。

[0226] ■ 在一个示例VI.1.1.3中, \mathbf{R}_l 是层特定的(即, $\mathbf{R}_1, \mathbf{R}_2, \dots$,每层一个)并且 \mathbf{Q}_l 是层特定的(即, $\mathbf{Q}_1, \mathbf{Q}_2, \dots$,每层一个)。

[0227] 当分量 X 是层公共的时,则使用对所有层值公共的一个 X 。并且,当分量 X 是层特定的时,则针对每层使用一个 X 。

[0228] 在一个示例VI.1.2中,循环操作(例如,基于CDD)根据以下示例中的至少一个跨RRH执行。

[0229] ● 在一个示例VI.1.2.1中,循环通过所有 N_{RRH} 个RRH执行。

[0230] ● 在一个示例VI.1.2.2中,循环通过 N_{RRH} 个RRH的子集执行,其中该子集可以是固定的、或者该子集可以例如经由较高层RRC信令来配置、或者该子集可以基于UE建议来确定,其中该UE建议可以是CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示用于循环的RRH子集的

分量)。

[0231] ● 在一个示例VI.1.3中,RRH间CDD的RRH循环图样(或序列)(即,跨RRH实现了CDD的RRH序列)根据以下示例中的至少一个。

[0232] ● 在一个示例VI.1.3.1中,RRH循环图样(或序列)是固定的或确定性的。例如,1、2、3等。

[0233] ● 在一个示例VI.1.3.2中,RRH循环图样(或序列)对UE是透明的,因此不被UE所知,并且gNB(NW)可以自由使用任何循环图样。

[0234] ● 在一个示例VI.1.3.3中,RRH循环图样(或序列)例如经由较高层(RRC)信令被配置给UE。

[0235] ● 在一个示例VI.1.3.4中,UE报告RRH循环图样(或序列)例如作为CSI报告的一部分(例如,PMI可以包括指示RRH循环图样的分量)。

[0236] 在本公开的其余部分中,考虑基于跨RRH(分量Q)的CDD的循环操作。具体地,提供了关于如何在gNB/NW获取RRH间延迟信息 $\{d_r\}$ 的示例实施例。

[0237] 在一个实施例VI.2中,UE被配置有作为实施例VI.1中描述的CDD方案的变型的混合传输方案。具体地,CDD被替换为任何其他延迟分集方案,诸如常规(线性)延迟分集(DD)方案(其不需要任何循环移位)。注意,常规(线性)DD也可以用于抵消RRH之间的定时差,以确保对于给定的循环前缀(CP)长度,不会发生符号间干扰(ISI)。在本公开的其余部分中,CDD被假设为延迟分集方案的示例。然而,本公开的实施例和示例是通用的,并且也适用于(或容易扩展到)任何其他DD方案(包括常规/线性DD方案)。

[0238] 在一个实施例VII.1中,RRH间延迟向量 $D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_{N_{RRH}} \end{bmatrix}$ 基于以下延迟定义中的至少一个

来确定。

[0239] 在一个示例VII.1.1中,与第r个RRH相关联的延迟 d_r 基于往返延迟来确定,其中往返延迟根据以下示例中的至少一个。

[0240] ● 在一个示例VII.1.1.1中,往返延迟是DL延迟和UL延迟之和。可以基于UE的CSI-RS测量和延迟报告来确定DL延迟,并且可以基于gNB的SRS测量来确定UL延迟。

[0241] ● 在一个示例VII.1.1.2中,往返延迟通过用因子s缩放DL延迟来确定,其中缩放因子可以是固定的,例如 $s=2$ 、或者可以由UE配置或报告。可以基于UE的CSI-RS测量和延迟报告来确定DL延迟。

[0242] ● 在一个示例VII.1.1.3中,往返延迟通过用因子s缩放UL延迟来确定,其中缩放因子可以是固定的,例如 $s=2$ 、或者可以由UE配置或报告。可以基于gNB的SRS测量来确定UL延迟。

[0243] 在一个示例VII.1.2中,与第r个RRH相关联的延迟 d_r 基于单向延迟来确定,其中该单向延迟可以基于UE的CSI-RS测量和延迟报告来确定、或者可以基于gNB的SRS测量来确定。

[0244] 在一个实施例VII.2中,UE被配置为根据以下示例中的至少一个来报告RRH间延迟。

[0245] 在一个示例VII.2.1中,UE报告跨所有RRH的单个延迟值d。假设跨RRH的线性(均

匀)延迟分集方案,第 r 个RRH处的延迟可以由 $\Delta_r = (r-1)*d$ 给出,其中 $r \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$,并且 $d=UE$ 报告的延迟(例如,就OFDM符号而言)。

[0246] 在一个示例VII.2.2中,UE报告跨所有RRH的单个延迟值 d 。此外,RRH的序列(排列次序) $p^1, p^2, \dots, p^{N_{RRH}}$, $p^r \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$ 也由UE报告,其中。假设跨RRH的线性(均匀)延迟分集方案,第 r 个RRH处的延迟可以由 $\Delta_r = (p^r-1)*d$ 给出,其中 $r \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$,并且 $d=UE$ 报告的延迟(例如,就OFDM符号而言)。可选地,可以向UE配置RRH的序列(排列次序) $p^1, p^2, \dots, p^{N_{RRH}}$,其中 $p^r \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$ 。可选地,RRH的序列(排列次序) $p^1, p^2, \dots, p^{N_{RRH}}$,其中 $p^r \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$ 可以是固定的。

[0247] 在一个示例II.2.3中,RRH被分为两个子集,并且针对每个子集报告单个延迟值。因此,报告了2个延迟值。对于第 i 个子集,在第 i 个子集中的第 r_i 个RRH处使用延迟 $\Delta_{r_i} = (r_i-1)*d_i$,并且 $d_i=UE$ 针对第 i 个子集报告的延迟(例如,就OFDM符号而言)。这两个子集基于以下示例中的至少一个来确定。

[0248] ● 在一个示例VII.2.3.1中,两个RRH子集可以是固定的。

[0249] ● 在一个示例VII.2.3.2中,两个RRH子集可以例如经由较高层RRC信令来配置。

[0250] ● 在一个示例VII.2.3.3中,两个子集中RRH的数量是固定的,但是两个(具有固定大小的)RRH子集例如经由较高层RRC信令来配置。

[0251] ● 在一个示例VII.2.3.4中,两个子集中RRH的数量和两个RRH子集例如经由较高层RRC信令来配置。

[0252] ● 在一个示例VII.2.3.5中,两个RRH子集可以由UE报告。

[0253] ● 在一个示例VII.2.3.6中,两个子集中RRH的数量是固定的,但是两个(具有固定大小的)RRH子集由UE报告。

[0254] ● 在一个示例VII.2.3.8中,配置了两个子集中RRH的数量,但是UE报告了两个(具有配置的大小的)RRH子集。

[0255] ● 在一个示例VII.2.3.9中,UE报告两个子集中RRH的数量和两个RRH子集。

[0256] 在一种变型中,本领域技术人员很容易将此示例扩展到两个以上的RRH子集。

[0257] 在一个示例VII.2.4中,RRH被分为两个子集,并且针对每个子集报告单个延迟值。因此,报告了2个延迟值。此外,对于每个子集 $i \in \{1, 2\}$,RRH的序列(排列次序)

$p^1, p^2, \dots, p^{N_{RRH,r_i}}$,其中 $p^{r_i} \in \{1, \dots, N_{RRH,r_i}\}$ 也由UE报告,其中 N_{RRH,r_i} 是第 i 个子集中RRH的数量。对于第 i 个子集,在第 i 个子集中的第 r_i 个RRH处使用延迟 $\Delta_{r_i} = (p^{r_i}-1)*d_i$,并且 $d_i=UE$ 针对第 i 个子集报告的延迟(例如,就OFDM符号而言)。可选地,可以向UE配置RRH的序列(排列次序)

$p^1, p^2, \dots, p^{N_{RRH,r_i}}$,其中 $p^{r_i} \in \{1, \dots, N_{RRH,r_i}\}$ 。基于示例II.2.3.1至II.2.3.9中的至少一个来确定这两个子集。在一种变型中,本领域技术人员可以直接将此示例扩展到两个以上的RRH子集。

[0258] 在一个示例VII.2.5中,针对每个RRH报告绝对延迟值。因此,总共报告了 N_{RRH} 个延迟值。至少使用了以下示例中的至少一个。

[0259] ● 在一个示例VII.2.5.1中,延迟值 d_r 使用标量码本来报告。

[0260] ● 在一个示例II.2.5.2中,延迟 d_r 表示为 $d_r = d_r^{(1)} d_r^{(2)}$,其中 $d_r^{(1)}$ 和 $d_r^{(2)}$ 是第一阶段(stage)延迟值和第二阶段延迟值。UE使用相应的第一阶段码本和第二阶段码本来报告 $d_r^{(1)}$ 和 $d_r^{(2)}$ 。在一个示例中,对于所有r值, $d_r^{(1)} = d^{(1)}$,即对于所有RRH,报告单个第一阶段延迟值(公共的)。

[0261] ● 在一个示例VII.2.5.3中,延迟 d_r 表示为 $d_r = d_r^{(2)} - d_r^{(1)}$,其中 $d_r^{(1)}$ 和 $d_r^{(2)}$ 是第一阶段延迟值和第二阶段延迟值。UE使用相应的第一阶段码本和第二阶段码本来报告 $d_r^{(1)}$ 和 $d_r^{(2)}$ 。在一个示例中,对于所有r值, $d_r^{(1)} = d^{(1)}$,即对于所有RRH,报告单个第一阶段延迟值(公共的)。

[0262] ● 在一个示例VII.2.5.4中,跨RRH的延迟值 d_r 被排序(以递增或递减的次序),并且经排序的延迟值(表示为 \tilde{d}_r)以不同的方式被报告。例如,假设对延迟值的排序是递增的,差分延迟值可以被定义为 $e_r = \tilde{d}_r - \tilde{d}_{r-1}$,其中 $\tilde{d}_0 = 0$;并且差分延迟值 e_r 可以由UE使用差分标量码本来报告。除了差分延迟之外,排序信息也可以由UE报告。

[0263] ● 在一个示例VII.2.5.5中,延迟值 d_r 使用长度 N_{RRH} 向量码本来报告。

[0264] 在一个示例中,不需要报告RRH的延迟或RRH的延迟的第二阶段(或差分分量),因此,UE可以不报告它。这种报告可以由较高层配置半静态地或者作为延迟报告的一部分动态地被允许/执行(开启或关闭)。当其基于延迟报告时,可以使用两部分UCI(类似于Re1.15中PUSCH上的SB CSI报告),因为用于报告延迟报告的有效载荷(比特数)可以取决于UE报告的延迟值的数量而变化。

[0265] 在一个示例II.2.6中,针对每个RRH报告相对延迟值,其中一个参考RRH的延迟值是固定的(例如 d_0),并且相对于固定延迟值 d_0 报告剩余 $N_{\text{RRH}} - 1$ 个RRH的延迟值。因此,总共报告了 $N_{\text{RRH}} - 1$ 个延迟值。在一个示例中,固定值 $d_0 = 0$ 。示例II.2.5.1至II.2.5.5中的至少一个用于报告 $N_{\text{RRH}} - 1$ 个延迟值,报告 $N_{\text{RRH}} - 1$ 个相对延迟值而不是 N_{RRH} 个绝对延迟值。在一个示例中,参考RRH是固定的(例如,索引为1的RRH)。在另一个示例中,参考RRH(索引)(例如,经由RRC)被配置。在另一个示例中,参考RRH(索引)由UE报告。

[0266] 在一个实施例VII.3中,延迟报告的单位根据以下示例中的至少一个。

[0267] 在一个示例VII.3.1中,延迟报告的单位基于OFDM符号的数量。例如,用于延迟报告的候选(码本)可以来自 $C = \{a_0, a_1, \dots, a_{A-1}\}$,其中 a_i 基于OFDM符号的数量来定义。在一个示例中, $a_0 = 1$ 。在一个示例中, $C = \{1, 2, 3, \dots, A-1\}$ 或者 $\{1, 2, 4, \dots, 1^{A-1}\}$ 。

[0268] 在一个示例VII.3.2中,延迟报告的单位基于CP长度(y)。

[0269] 在一个实施例VII.4中,根据以下示例中的至少一个,UE被配置有用于延迟报告的参考信号(RS)配置。

[0270] 在一个示例VII.4.1中,RS配置包括至少一个CSI-RS资源。在一个示例中,配置了一个CSI-RS资源,其包括用于所有RRH的CSI-RS端口。在一个示例中,配置了多个CSI-RS资源,例如,配置了 N_{RRH} 个CSI-RS资源(每个RRH一个资源)。

- [0271] 在一个示例中,一个或多个CSI-RS资源被配置为以下限制中的至少一个或多个的组合。
- [0272] ●在一个示例中,用于延迟报告的CSI-RS端口的数量被限制为每个RRH 1个端口。
- [0273] ●在一个示例中,用于延迟报告的CSI-RS端口的数量被限制为每个RRH 1或2个端口。
- [0274] ●在一个示例中,对于每个RRH 1个CSI-RS端口,CSI-RS密度被限制为密度=3或密度=1、或者(所配置的)密度1或3。
- [0275] ●在一个示例中,配置的CSI-RS资源的时域行为被限制为例如非周期性的(AP)。
- [0276] 在一个示例VII.4.2中,RS配置包括至少一个SRS资源。UE发送至少一个SRS资源,并且gNB对其进行测量以估计每个RRH处的延迟。
- [0277] 在一个示例VII.4.3中,RS配置包括至少一个CSI-RS资源和至少一个SRS资源,其中RS配置可以是(经由一个配置)联合的或(经由两个分离配置)分离的。至少一个CSI-RS资源可以被配置用于延迟报告,如示例VII.4.1中所解释的。至少一个SRS可以被配置用于延迟估计,如示例VII.4.2中所解释的。gNB可以使用来自UE的延迟报告(基于CSI-RS资源)来进行校准,即,利用延迟报告来校准延迟估计(基于SRS)。
- [0278] 在一种变型中,基于CSI-RS和SRS两者在gNB获取RRH间延迟值。例如,可以使用SRS来估计gNB处的延迟,并且可以向UE配置/指示关于所估计的延迟的一些信息,UE可以使用这些信息来基于CSI-RS进行延迟报告。
- [0279] 延迟报告的配置可以基于较高层配置参数ReportQuantity。例如,新的值(例如‘延迟’)可以用于延迟报告。
- [0280] 在一个示例中,延迟报告的频率粒度是宽带(WB),即,针对为延迟报告配置的整个频带报告单个延迟值。
- [0281] 在一个实施例VII.5中,用于延迟报告的比特宽度(有效载荷或比特数)B和码本(CB)可以根据以下示例中的至少一个。
- [0282] ●在一个示例VII.5.1中,B=1比特,并且CB是表1中所示的两个示例之一。
- [0283] ○示例1:T是阈值,其可以是固定的(例如, $T=t_{\text{sym}}$ 个OFDM符号)或(例如,经由RRC)配置的。
- [0284] ○示例2:T1和T2是两个值,使得 $T1 < T2$ (例如, $T1=t_{\text{sym}}$ 、 $T2=2t_{\text{sym}}$)或者 $T1 > T2$ (例如, $T1=2t_{\text{sym}}$ 、 $T2=t_{\text{sym}}$)。
- [0285] ●在一个示例II.5.2中,B=2比特,并且CB是表2中所示的两个示例之一。
- [0286] ○示例1:T1、T2和T3是阈值,它们可以是固定的(例如, $T1=t_{\text{sym}}$ 、 $T2=2t_{\text{sym}}$ 、 $T3=3t_{\text{sym}}$)或(例如,经由RRC)配置的。
- [0287] ○示例2:T1、T2、T3和T4是四个值,使得 $T1 < T2 < T3 < T4$ (例如, $T1=t_{\text{sym}}$ 、 $T2=2t_{\text{sym}}$ 、 $T3=3t_{\text{sym}}$ 、 $T4=4t_{\text{sym}}$)或者 $T1 > T2 > T3 > T4$ (例如, $T1=4t_{\text{sym}}$ 、 $T2=3t_{\text{sym}}$ 、 $T3=2t_{\text{sym}}$ 、 $T4=t_{\text{sym}}$)。
- [0288] 【表1】

		延迟值 (X)	
比特值	示例1	示例2	
[0289] 0	$X \leq T$	T1	
1	$T < X$	T2	

[0290] 【表2】

		延迟值 (x)	
比特值	示例1	示例2	
[0291] 00	$X \leq T1$	T1	
01	$T1 < X \leq T2$	T2	
10	$T2 < X \leq T3$	T3	
11	$T3 < X$	T4	

[0292] B可以是固定的或(例如,经由RRC)配置的或由UE报告。可替代地, CB可以是固定的或(例如,经由RRC)配置的或由UE报告。可替代地, B和CB可以是固定的或(例如,经由RRC)配置的或由UE报告。

[0293] 可以例如经由较高层RRC信令来配置UE是否可以报告延迟报告。此外, UE是否能够进行这种报告由UE在其能力报告中指示, 并且延迟报告的配置取决于所报告的UE能力。

[0294] 延迟报告受到限制。例如, 以下示例中的至少一个用作限制。

[0295] ●在一个示例中, 可以使用/配置仅具有1个端口的测量RS(例如, CSI-RS)。

[0296] ●在一个示例中, 仅可以使用/配置周期性测量RS(诸如SSB、CSI-RS、TRS)。

[0297] ●在一个示例中, 仅可以使用/配置非周期性测量RS(诸如CSI-RS)。

[0298] ●在一个示例中, 仅可以使用/配置半持久性测量RS(诸如CSI-RS)。

[0299] ●在一个示例中, 延迟报告可以仅与WB CSI报告复用, 其中CSI报告是周期性的或半持久性的。

[0300] ●在一个示例中, 延迟报告可以仅经由PUCCH来报告。

[0301] ●在一个示例中, 仅当经由RI报告秩1时, 才可以报告延迟报告, 但是最大允许的秩值可以大于1。

[0302] 在一个实施例VII.6中, UE被配置有延迟报告, 该延迟报告可以例如作为CSI报告的一部分(因此与其他CSI参数复用)和/或通过将其与HARQ-ACK传输和/或调度请求(SR)复用来发送。在一个示例中, 如果延迟报告的有效载荷(比特数)小于或等于 $B1$ (例如, $B1=1$), 则可以经由SR发送延迟报告。在一个示例中, 如果延迟报告的有效载荷(比特数)小于或等于 $B1$ (例如, $B1=1$), 则可以经由HARQ-ACK来发送延迟报告。在一个示例中, 如果RRH的数量 $=2$ (即, 延迟报告的数量为1), 则可以经由SR或HARQ-ACK来发送延迟报告。

[0303] 当与其他CSI参数复用时, 可以使用以下示例中的至少一个。

[0304] ●在一个示例中, 延迟报告经由单独的(新的)CSI参数, 例如DI(延迟指示符)。

[0305] ●在一个示例中, 延迟报告与现有CSI参数(p)联合, 并且当被报告时, 参数(p)指示CSI现有参数和延迟报告的值。以下示例中的至少一个可以用于现有CSI参数(p)。

[0306] ○在一个示例中, 参数(p)是秩指示符(RI)。当被报告时, RI指示秩和延迟报告的

值。

[0307] ○在一个示例中,参数(p)是CSI-RS资源指示符(CRI)。当被报告时,CRI指示CSI-RS资源和延迟报告两者。

[0308] ○在一个示例中,参数(p)是层指示符(LI)。当被报告时,LI指示层和延迟报告两者。

[0309] ○在一个示例中,参数(p)是用于2端口CSI-RS资源的预编码矩阵指示符(PMI)。当被报告时,PMI指示预编码矩阵和延迟报告两者。

[0310] ○在一个示例中,参数(p)是用于X>2端口CSI-RS资源的第一预编码矩阵指示符(PMI1)。当被报告时,PMI1指示预编码矩阵的第一分量和延迟报告两者。

[0311] ○在一个示例中,参数(p)是用于X>2端口CSI-RS资源的第二预编码矩阵指示符(PMI2)。当被报告时,PMI2指示预编码矩阵的第二分量和延迟报告两者。

[0312] ○在一个示例中,参数(p)是信道质量指示符(CQI)。当被报告时,CQI指示CQI值和延迟报告两者。

[0313] ○在一个示例中,参数(p)是层1RSRP(L1-RSRP)。当被报告时,L1-RSRP指示RSRP值和延迟报告两者。

[0314] ○在一个示例中,参数(p)是层1SINR(L1-SINR)。当被报告时,L1-SINR指示SINR值和延迟报告两者。

[0315] ●在一个示例中,延迟报告使用现有CSI参数(p)的预留或未使用的码点来指示延迟报告。以下示例中的至少一个可以用于现有CSI参数(p)。

[0316] ○在一个示例中,参数(p)是秩指示符(RI)。

[0317] ○在一个示例中,参数(p)是CSI-RS资源指示符(CRI)。

[0318] ○在一个示例中,参数(p)是层指示符(LI)。

[0319] ○在一个示例中,参数(p)是用于2端口CSI-RS资源的预编码矩阵指示符(PMI)。

[0320] ○在一个示例中,参数(p)是用于X>2端口CSI-RS资源的第一预编码矩阵指示符(PMI1)。

[0321] ○在一个示例中,参数(p)是用于X>2端口CSI-RS资源的第二预编码矩阵指示符(PMI2)。

[0322] ○在一个示例中,参数(p)是信道质量指示符(CQI)。

[0323] ○在一个示例中,参数(p)是层1RSRP(L1-RSRP)。

[0324] ○在一个示例中,参数(p)是层1SINR(L1-SINR)。

[0325] ●在一个示例中,现有CSI参数(p)的使用可以(例如,经由RRC)被配置为CSI参数或用于延迟报告的参数。取决于所配置的用途,参数(p)的代码点指示CSI参数或延迟报告。

[0326] 图17示出了根据本公开的实施例的延迟报告1700的示例。图17所示的延迟报告1700的实施例仅用于说明。图17不将本公开的范围限制于延迟报告1700的示例的任何特定实现方式。

[0327] 延迟报告可以与具有宽带(WB)报告的周期性或半持久性(P/SP)CSI复用。对于这种WB CSI报告,CSI有效载荷(比特数)可以是固定的,而与所报告的CSI参数(诸如RI)的值无关(尽管CSI有效载荷可以对于不同的秩值而变化)。为了确保固定的CSI有效载荷,可以在CSI比特后附加多个零填充比特(参考图17)。以下示例中的至少一个可以用于将延迟报

告与WB CSI复用。

[0328] ● 在一个示例中, WB CSI报告中附加的零填充比特的一部分或全部用于报告延迟报告。零填充比特的最低有效位 (LSB) 可以用于延迟报告。可替代地, 零填充比特的最高有效位 (MSB) 可以用于延迟报告。

[0329] • 在一个示例中, 延迟报告与WB CSI参数复用, 其中复用方法是根据上述示例之一的。

[0330] 图18示出了根据本公开的实施例的延迟报告1800的另一个示例。图18所示的延迟报告1800的实施例仅用于说明。图18不将本公开的范围限制于延迟报告1800的示例的任何特定实现方式。

[0331] 延迟报告可以与具有子带 (SB) 报告的非周期性 (AP) CSI复用。对于这种SB报告, CSI可以被分为两个部分, CSI部分1和CSI部分2。CSI部分1包括RI和(第一码字的)CQI, 并且与UCI部分1复用。CSI报告包括LI、PMI和(当报告秩>4时, 第二码字的)CQI, 并且与UCI部分2复用。这里, UCI第一部分和UCI第二部分是两部分UCI的一部分 (参考图18)。以下示例中的至少一个可以用于将延迟报告与SB CSI复用。

[0332] 在一个示例中, 延迟报告与CSI部分1中的CSI参数复用。例如, 延迟报告与(第一码字的)CQI或RI复用, 其中复用方法是根据上述示例之一的。

[0333] 在一个示例中, 延迟报告与CSI部分2中的CSI参数复用。例如, 延迟报告与(当报告秩>4时, 第二个码字的)CQI或PMI或LI复用, 其中复用方法是根据上述示例之一的。

[0334] 在一个示例中, CSI部分2被分为三个组G0、G1和G2 (如在Re1.15/16SB CSI报告中一样), 并且UE取决于用于CSI报告的资源分配和总的CSI部分2有效载荷 (如在Re1.15/16规范中的UCI省略中所描述的) 来报告G0或(G0, G1) 或(G0, G1, G2)。

[0335] • 在一个示例中, 延迟报告与G0中的CSI参数复用, 其中复用方法是根据上述示例之一的。

[0336] • 在一个示例中, 如果在UCI部分2中仅发送(报告)了G0 (即, 省略或不报告G1和G2), 则延迟报告与G0中的CSI参数复用; 如果在UCI部分2中仅发送(报告)了(G0, G1) (即, 省略或不报告G2), 则延迟报告与G1中的CSI参数复用; 并且如果在UCI部分2中发送(报告)了(G0, G1, G2), 则延迟报告与G2中的CSI参数复用。

[0337] 在一个实施例VIII.1中, RRH间相移向量Q是选择向量和相移向量的组合 (乘积), 其中选择向量从 N_{RRH} 个RRH中选择n个, 并且相移向量是用于所选n个RRH的, 即,

$$[0338] \quad Q = S_n \times U_n = [e_{r_1}^{N_{RRH}} \ e_{r_2}^{N_{RRH}} \ \dots \ e_{r_n}^{N_{RRH}}] \times U_n$$

[0339] 其中 $1 < n < N_{RRH}$, (r_1, r_2, \dots, r_n) 是所选n个RRH的索引, 其中 $r_j \in \{1, \dots, N_{RRH}\}$, e_i^j 是在i处包含非零值 (例如, 为1的值) 且在其他地方包含零的I元素选择向量, 并且 U_n 是所选n个RRH的大小为 $n \times 1$ 的相移向量。

[0340] 使用/选择RRH间相移向量Q, 从而在跨RRH执行CDD。UE报告 S_n 和 U_n 作为延迟报告的一部分。对于 S_n 报告, UE报告所选RRH的索引。这种报告可以基于长度 N_{RRH} 的比特图 (或比特序列)、或者具有 $\left\lceil \log_2 \left(\binom{N_{RRH}}{n} \right) \right\rceil$ 个比特的有效载荷的组合索引。

[0341] 对于 U_n , 基于本公开的一些实施例或示例来确定所选RRH的延迟值。

[0342] 在一个实施例VIII.1.1中,值n根据以下示例中的至少一个来确定。

[0343] ■ 在一个示例VIII.1.1.1中,值n是固定的,例如n=2。

[0344] ■ 在一个示例VIII.1.1.2中,值n是基于值 N_{RRH} 确定的,例如 $n = \min(t, N_{RRH})$,其中t是固定的、或者 $n = N_{RRH}/2$ 。

[0345] ■ 在一个示例VIII.1.1.3中,值n例如经由较高层(RRC)信令被配置。

[0346] ■ 在一个示例VIII.1.1.4中,值n由UE推荐,例如作为UE能力信令的一部分或者作为CSI报告的一部分。当n由UE报告时,两部分UCI可以用于延迟报告。

[0347] 任何上述变型实施例可以独立使用或者与至少一个其它变型实施例组合使用。

[0348] 图19示出了根据本公开的实施例的操作用户设备(UE)的方法1900的流程图,该方法可以由诸如UE 116的UE来执行。图19所示的方法1900的实施例仅用于说明。图24不将本公开的范围限制到任何特定的实现方式。

[0349] 如图19所示,方法1900开始于步骤1902。在步骤1902中,UE(例如,图1中所示的111-116)接收关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRHr包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{RRH}$ 。

[0350] 在步骤1904中,UE接收DL传输。

[0351] 在步骤1906中,UE解码关于DL传输的信息;其中,DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0352] 在一个实施例中,分集方案包括RRH循环,在给定的时间-频率资源中,DL传输从一个RRH发送,并且一个RRH通过为DL传输分配的时间-频率资源,以RRH 1、……、RRH N_{RRH} 循环。

[0353] 在一个实施例中,RRH选择是基于包括 N_{RRH} 个RRH中的n个RRH的子集来执行的,DL传输来自 N_{RRH} 个RRH中的n个RRH的子集,并且 $1 < n < N_{RRH}$ 。

[0354] 在一个实施例中,分集方案包括预编码器循环,RRH间分集分量对应于RRH间预编码器,并且RRH间预编码器通过为DL传输分配的时间-频率资源循环。

[0355] 在一个实施例中,预编码器循环基于每频域(FD)单元,其中,FD单元是物理资源块组(PRG)、物理资源块(PRB)、子带(SB)或资源元素(RE)之一。

[0356] 在一个实施例中,分集方案包括延迟分集,并且来自每个RRH的延迟信息用于获得对应的RRH间分集分量。

[0357] 在一个实施例中,来自每个RRH的延迟信息基于往返延迟或单向延迟,其中,往返延迟基于DL延迟和UL延迟两者,并且单向延迟基于DL延迟或UL延迟之一。

[0358] 图20示出了根据本公开的实施例的另一种方法2000的流程图,该方法可以由诸如BS 102的基站(BS)执行。图20所示的方法2000的实施例仅用于说明。图20不将本公开的范围限制到任何特定的实现方式。

[0359] 如图20所示,方法2000开始于步骤2002。在步骤2002中,BS(例如,如图1所示的101-103)生成关于从 $N_{RRH} > 1$ 个RRH发送的下行链路(DL)传输的信息,其中: N_{RRH} = 远程无线电头端(RRH)的数量,RRHr包括一组天线端口,并且 $r = 1, \dots, N_{RRH}$ 。

[0360] 在步骤2004中,BS发送关于DL传输的信息。

[0361] 在步骤2006中,BS发送DL传输;DL传输基于作为预编码方案和分集方案的组合的方案,其中,预编码方案对应于将RRH内预编码器分量应用于RRH内的天线端口,并且其中,

分集方案对应于将RRH间分集分量应用于跨RRH的天线端口。

[0362] 在一个实施例中,分集方案包括RRH循环,在给定的时间-频率资源中,DL传输从一个RRH发送,并且一个RRH通过为DL传输分配的时间-频率资源,以RRH 1、……、RRH N_{RRH} 循环。

[0363] 在一个实施例中,RRH选择是基于包括 N_{RRH} 个RRH中的 n 个RRH的子集来执行的,DL传输来自 N_{RRH} 个RRH中的 n 个RRH的子集,并且 $1 < n < N_{\text{RRH}}$ 。

[0364] 在一个实施例中,分集方案包括预编码器循环,RRH间分集分量对应于RRH间预编码器,并且RRH间预编码器通过为DL传输分配的时间-频率资源循环。

[0365] 在一个实施例中,预编码器循环基于每频域(FD)单元,其中,FD单元是物理资源块组(PRG)、物理资源块(PRB)、子带(SB)或资源元素(RE)之一。

[0366] 在一个实施例中,分集方案包括延迟分集,并且来自每个RRH的延迟信息用于获得对应的RRH间分集分量。

[0367] 在一个实施例中,来自每个RRH的延迟信息基于往返延迟或单向延迟,其中,往返延迟基于DL延迟和UL延迟两者,并且单向延迟基于DL延迟或UL延迟之一。

[0368] 上述流程图示出了可以根据本公开的原理实现的示例方法,并且可以对本文的流程图中所示的方法进行各种改变。例如,尽管被示为一系列步骤,但是每个图中的各个步骤可以重叠、并行发生、以不同的次序发生或者多次发生。在另一示例中,步骤可以被省略或者被其他步骤代替。

[0369] 尽管已经用示例性实施例描述了本公开,但是本领域技术人员可以想到各种改变和修改。本公开旨在包含落入所附权利要求的范围内的这些改变和修改。本申请中的任何描述都不应被理解为暗示任何特定的元素、步骤或功能是必须包括在权利要求范围内的必要元素。要求专利保护的的主题的范围由权利要求限定。

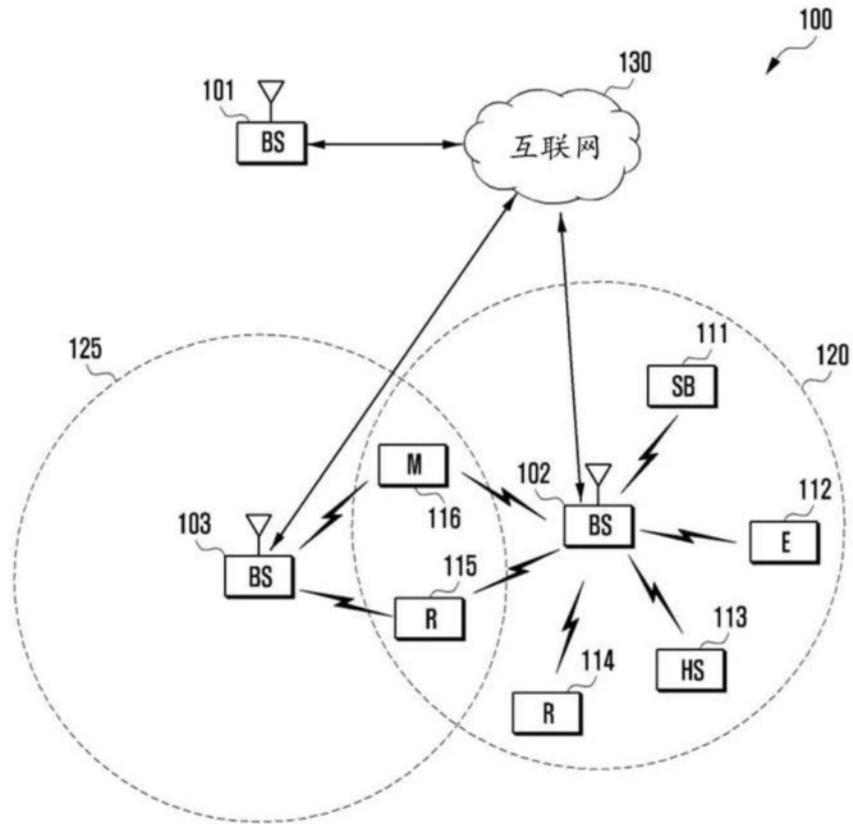


图1

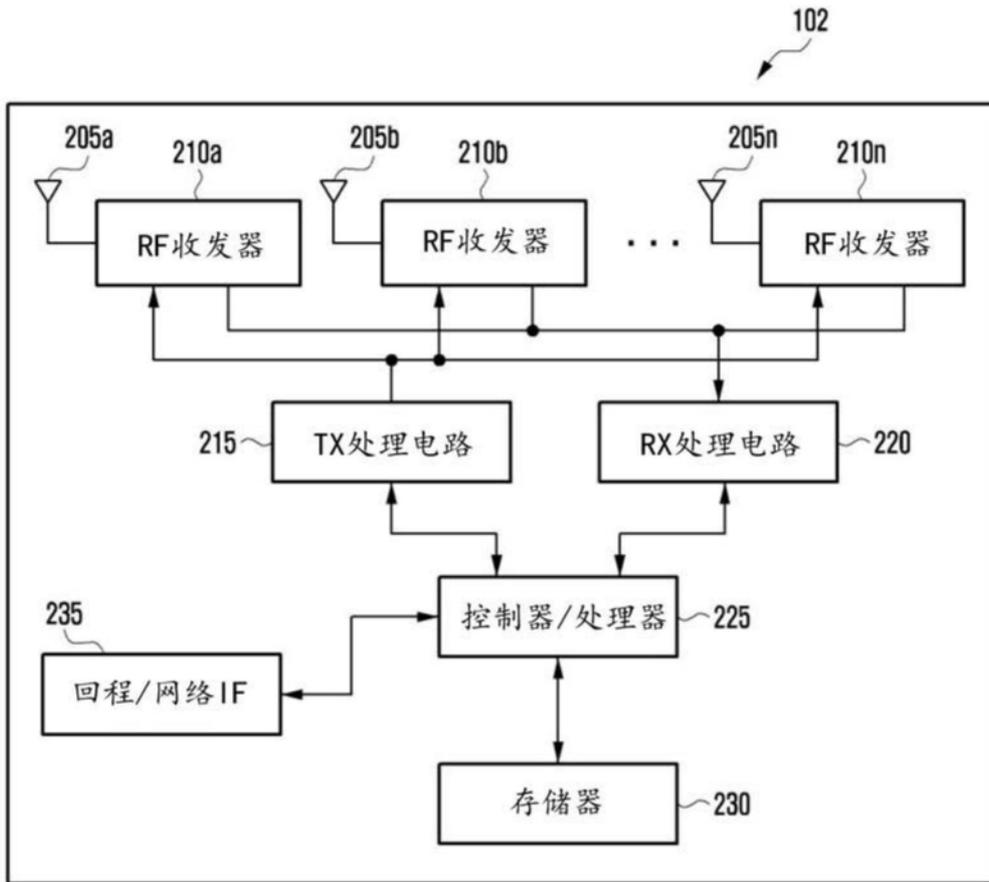


图2

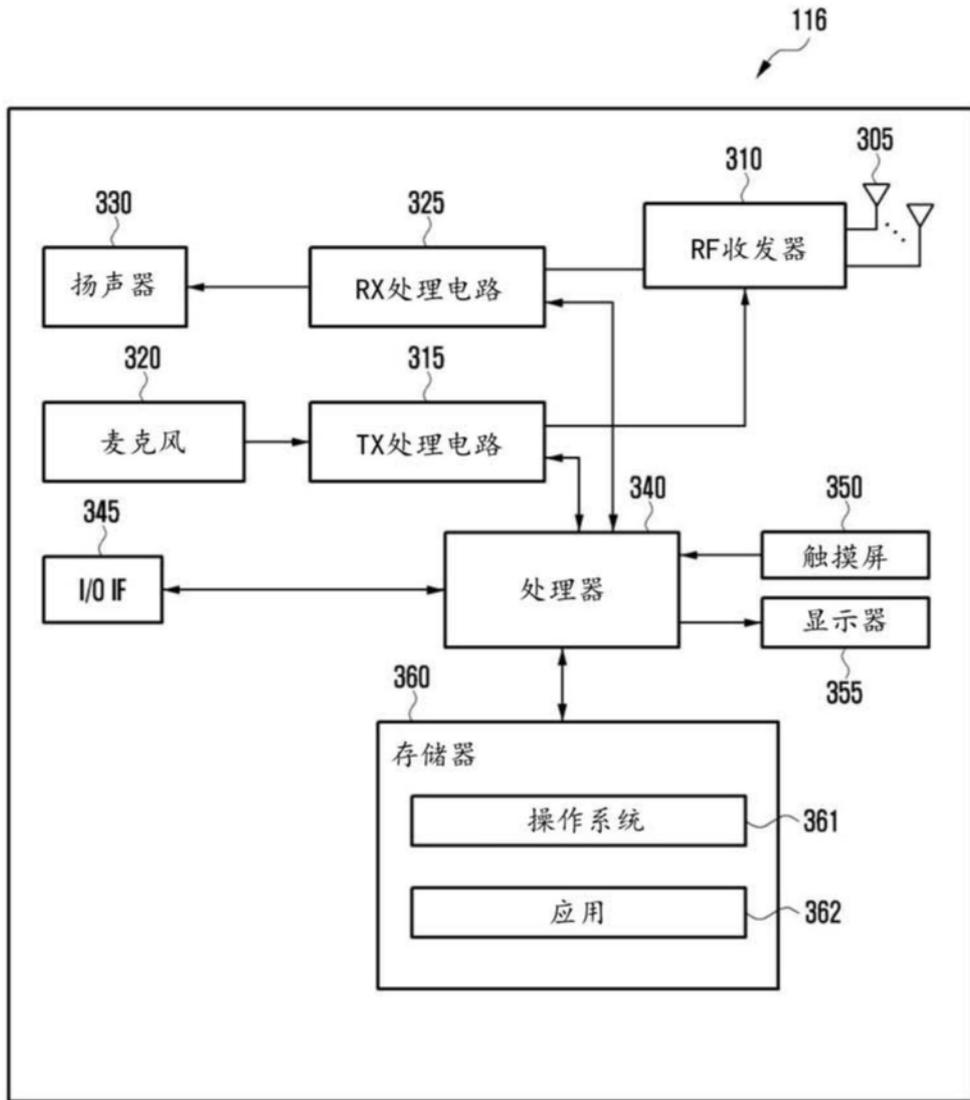


图3

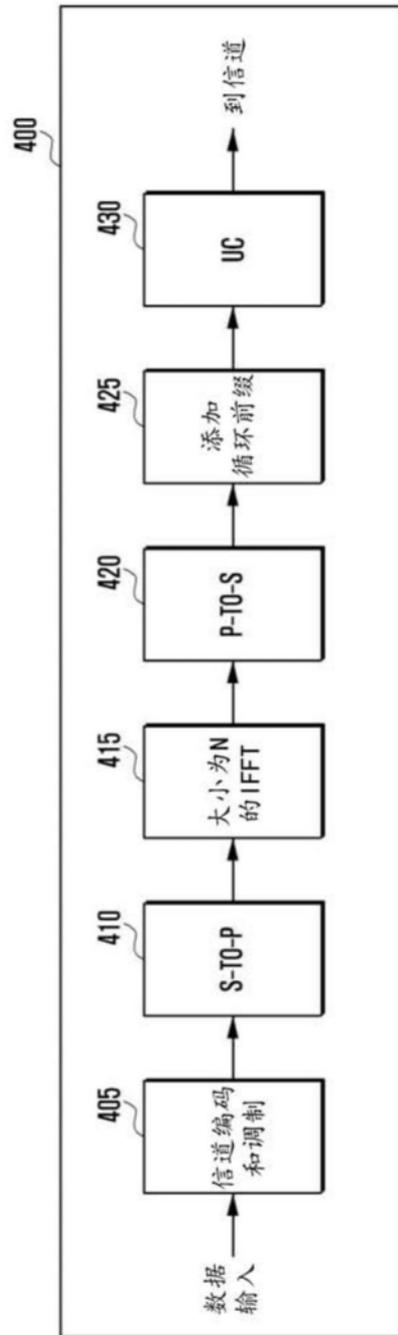


图4A

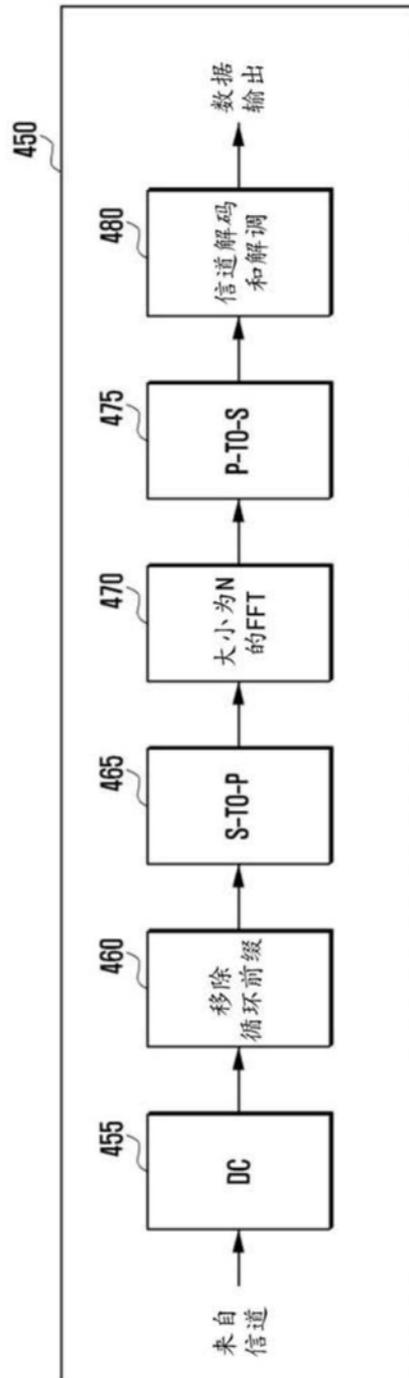


图4B

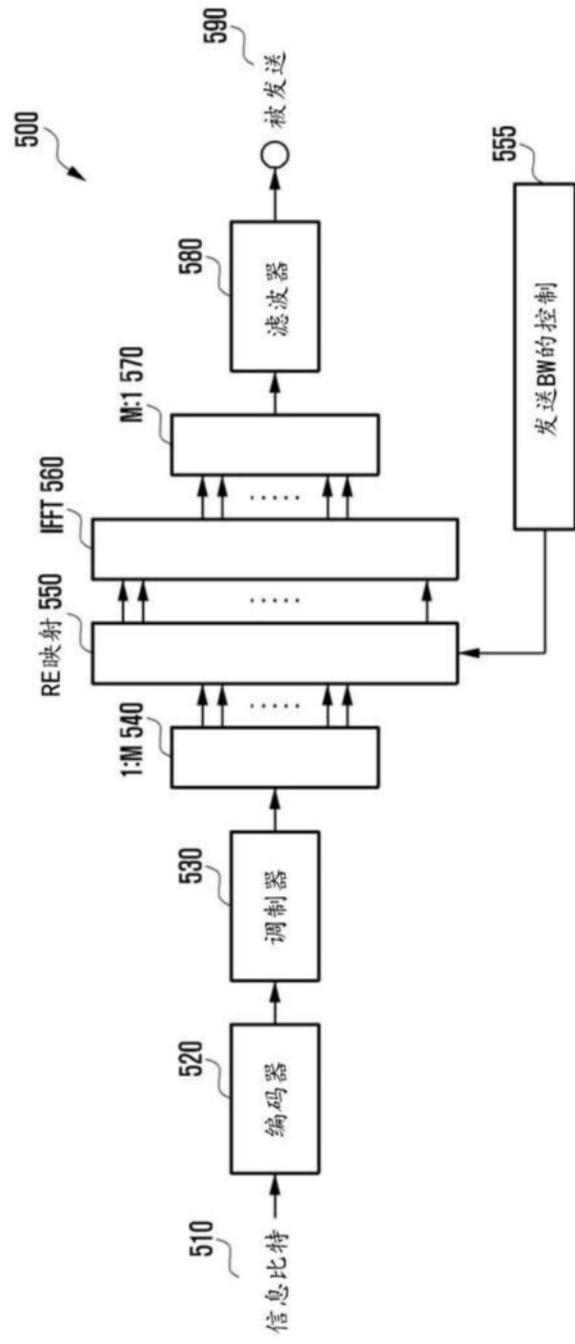


图5

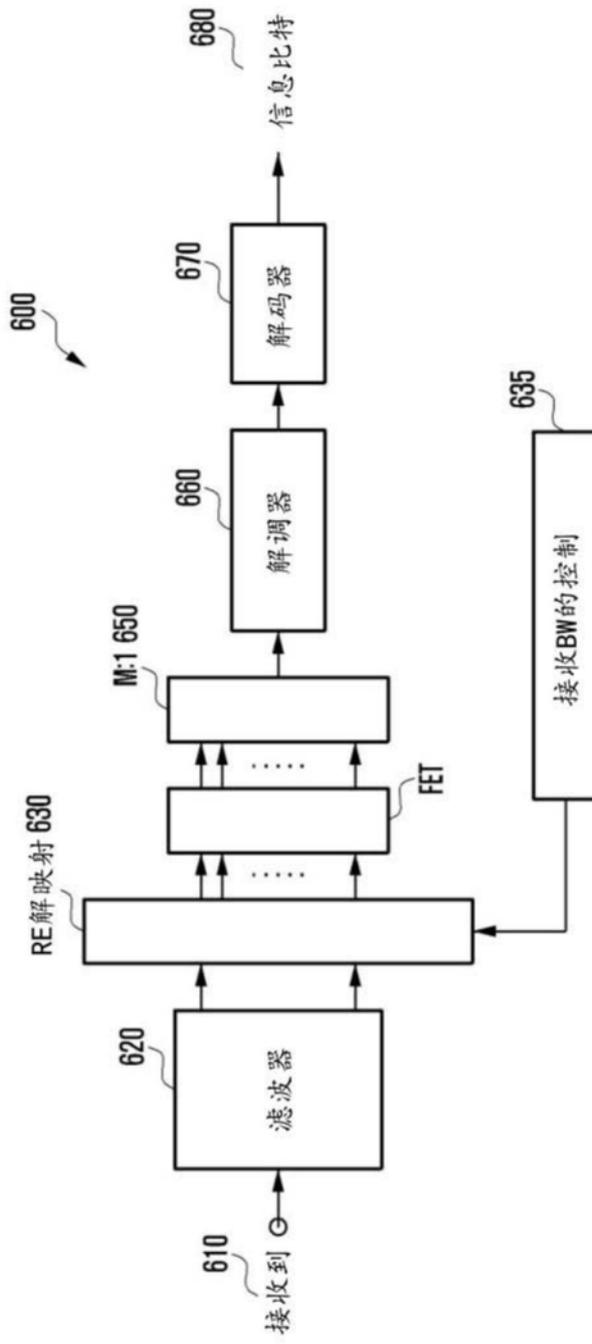


图6

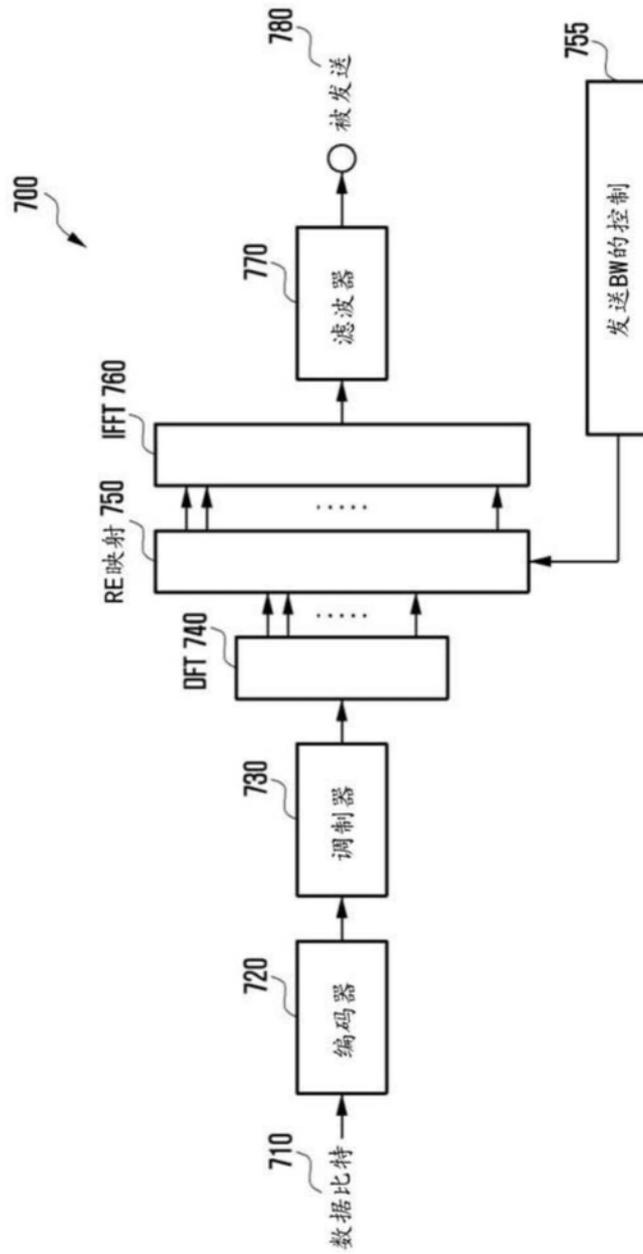


图7

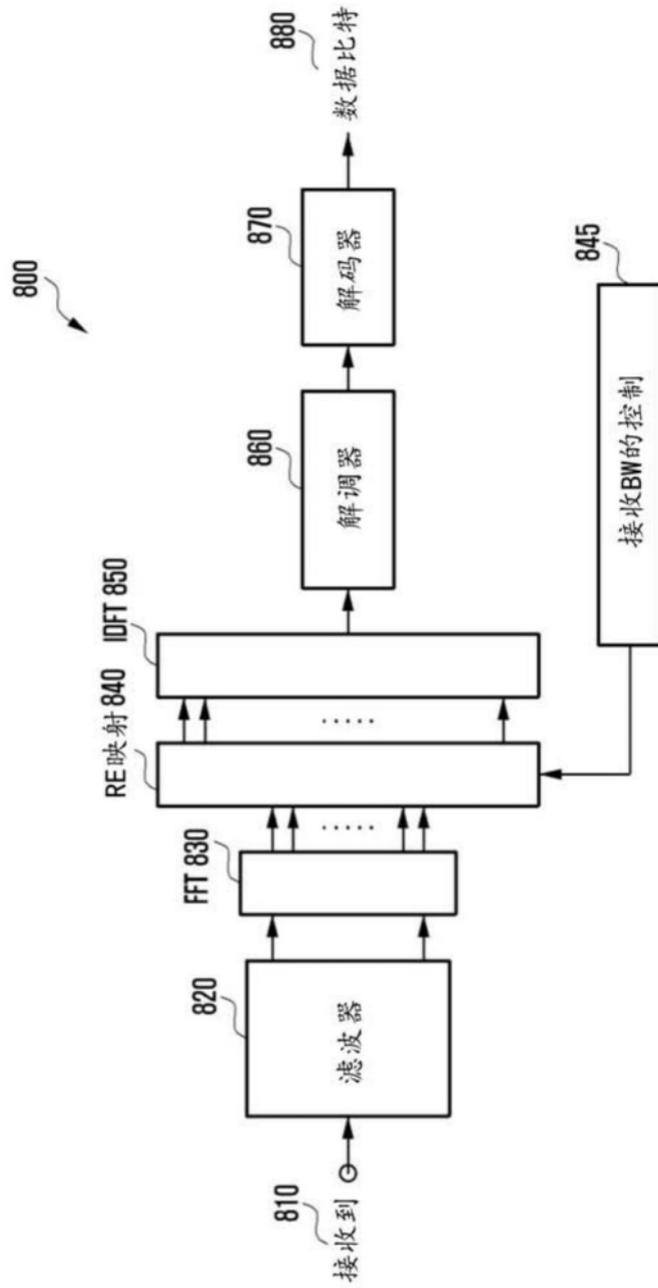


图8

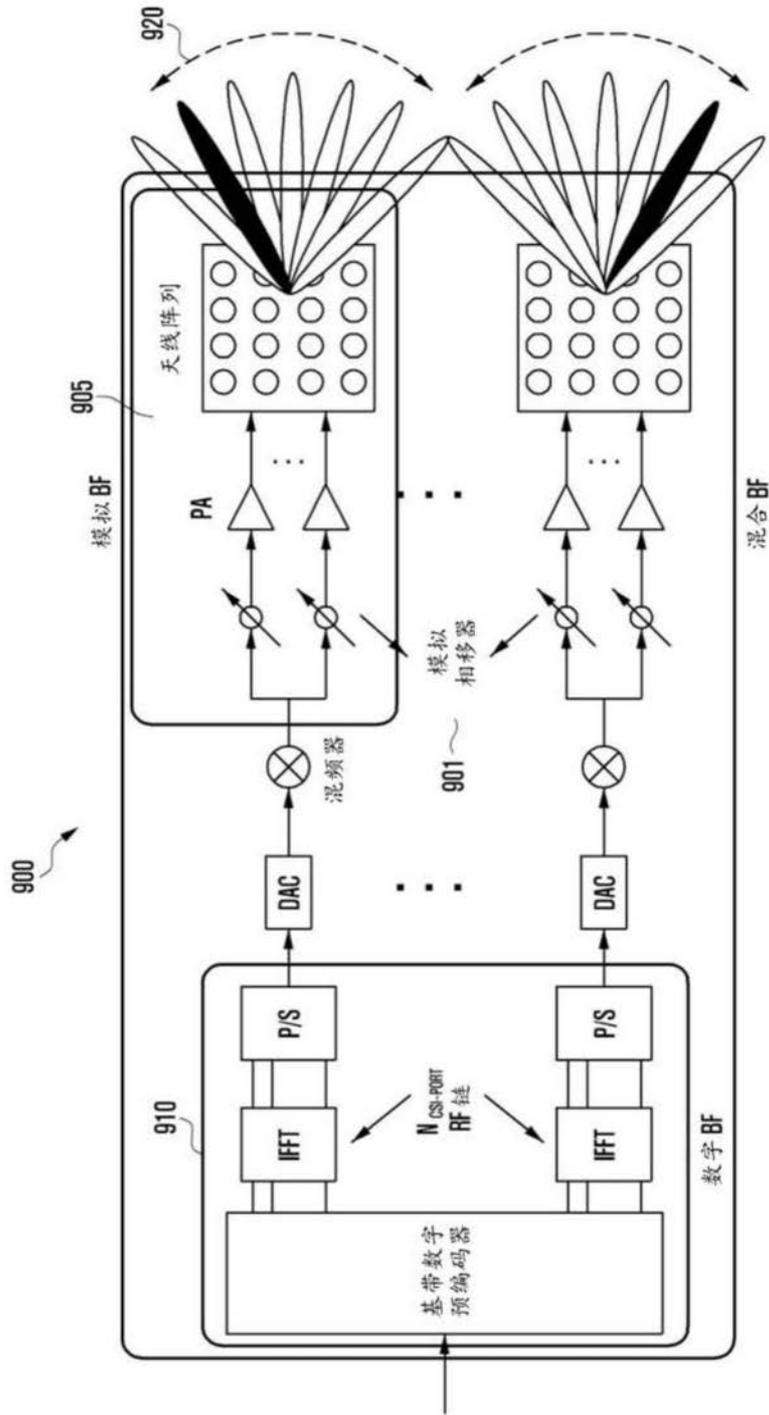


图9

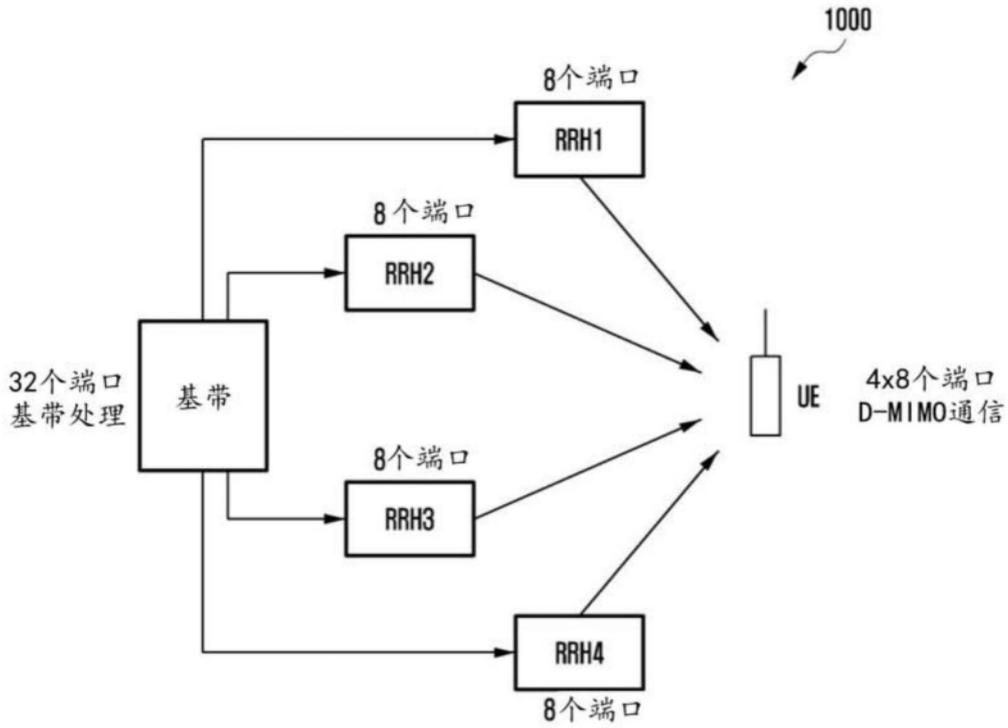


图10

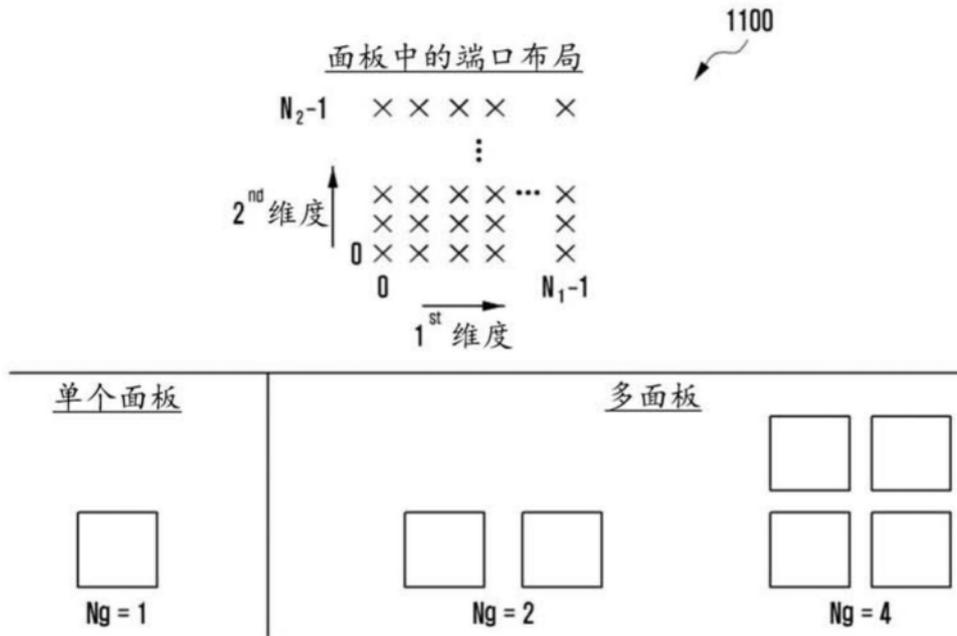


图11

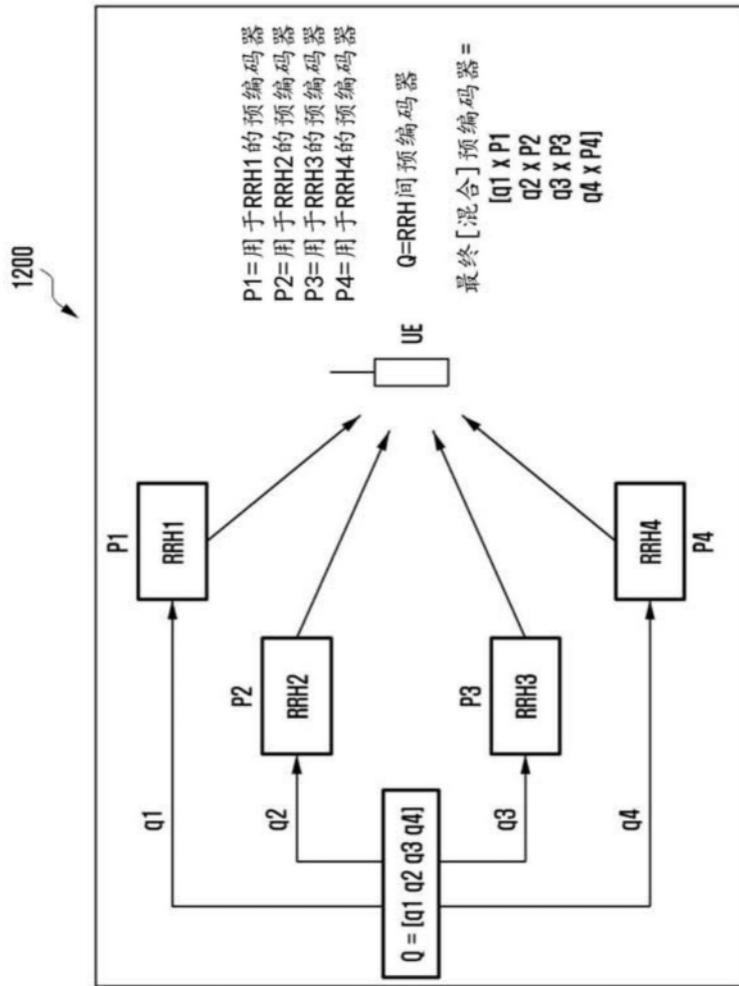


图12

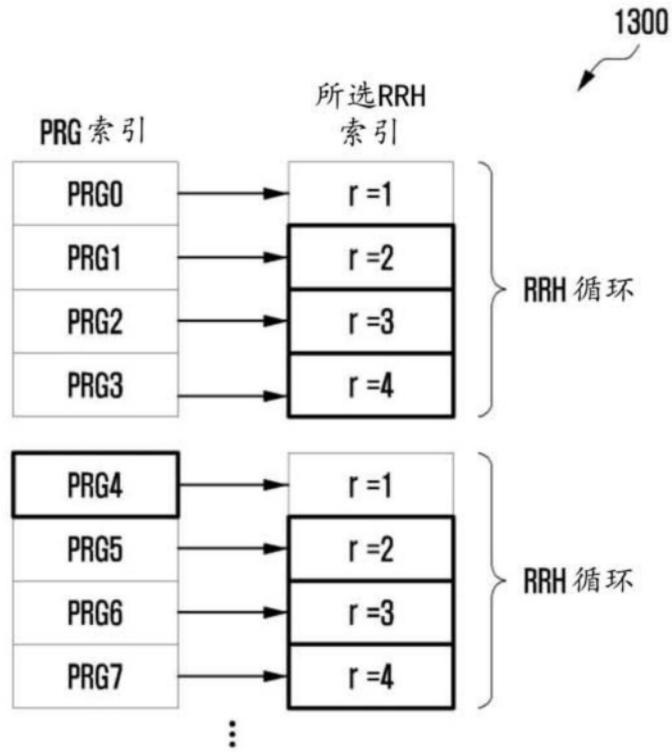


图13

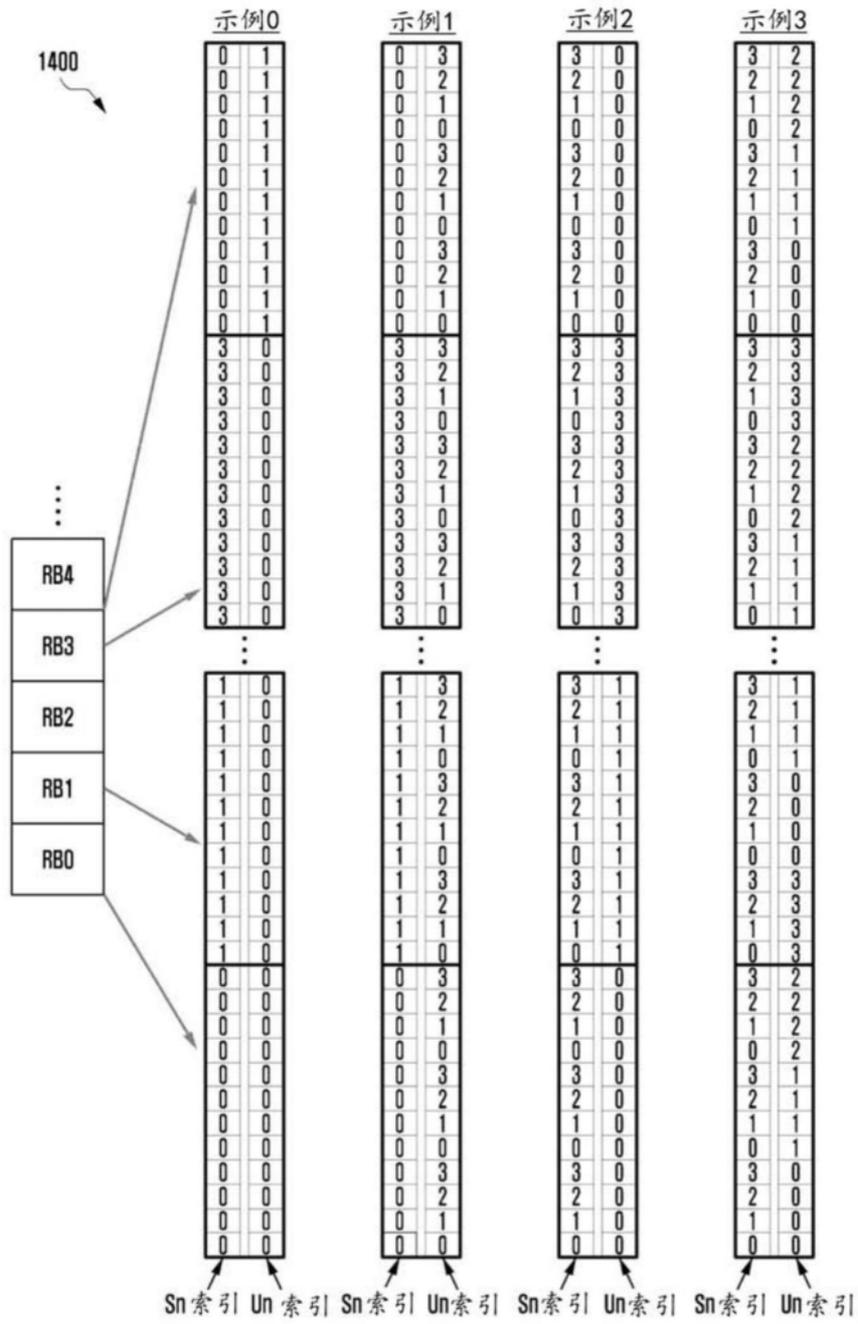


图14

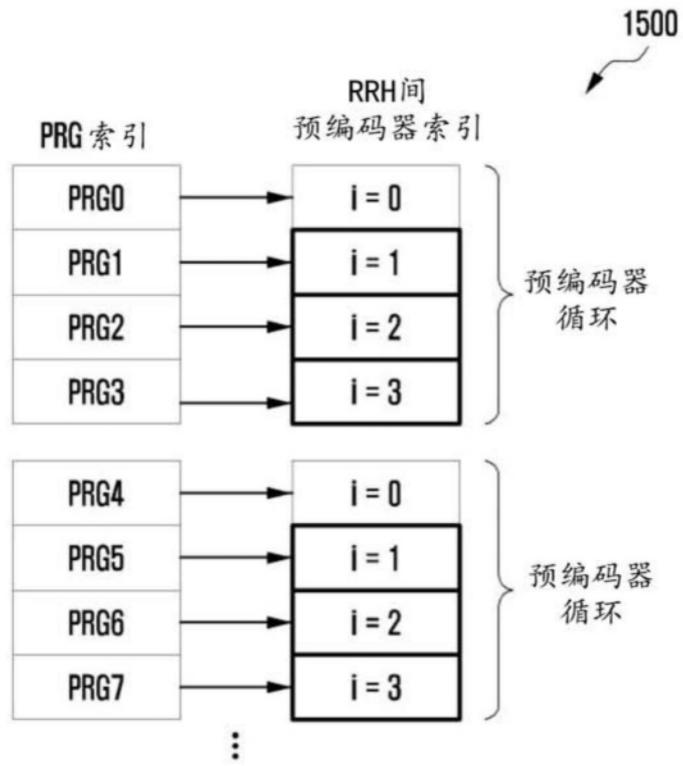


图15

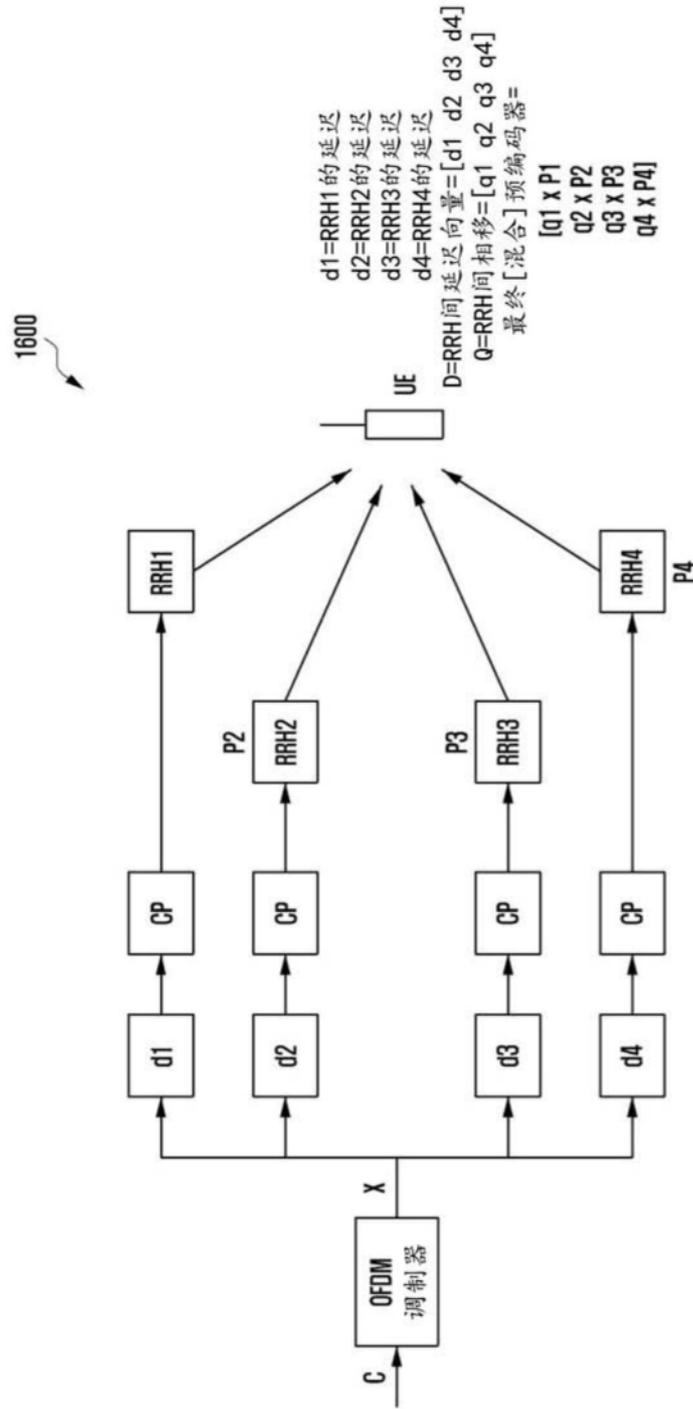


图16



图17

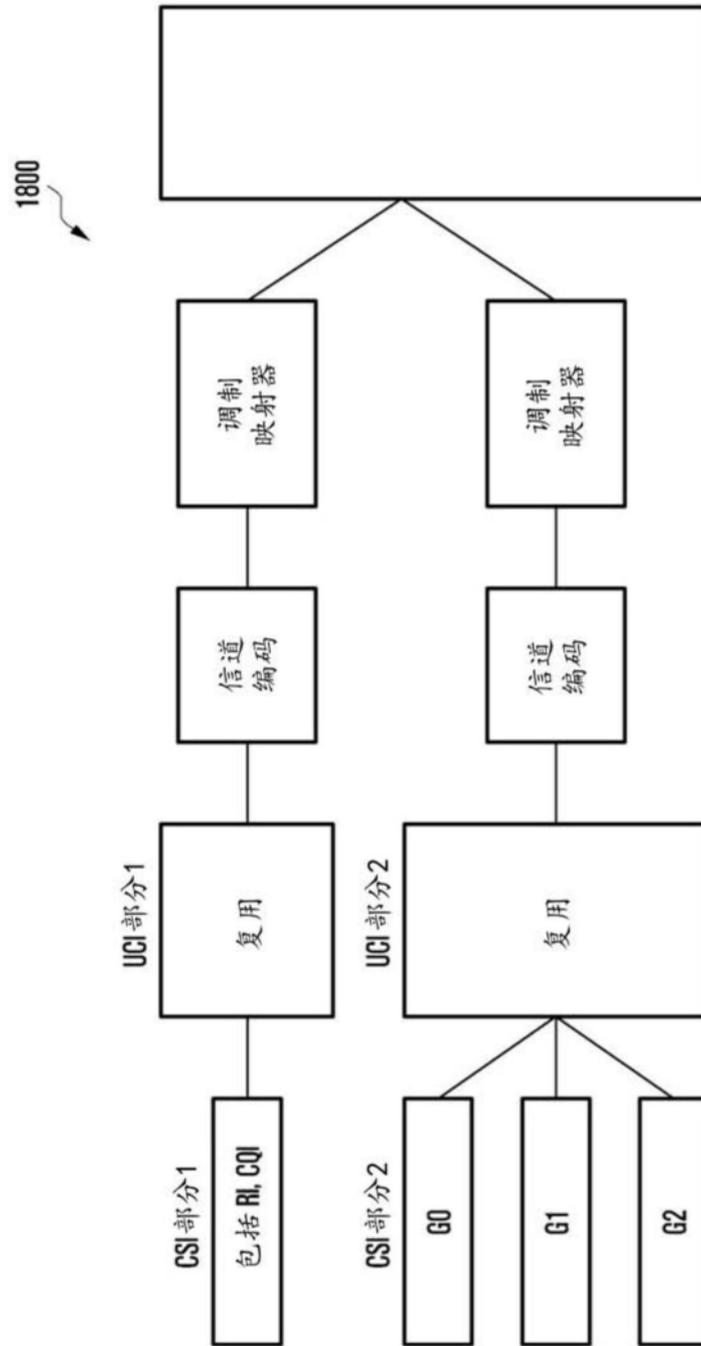


图18

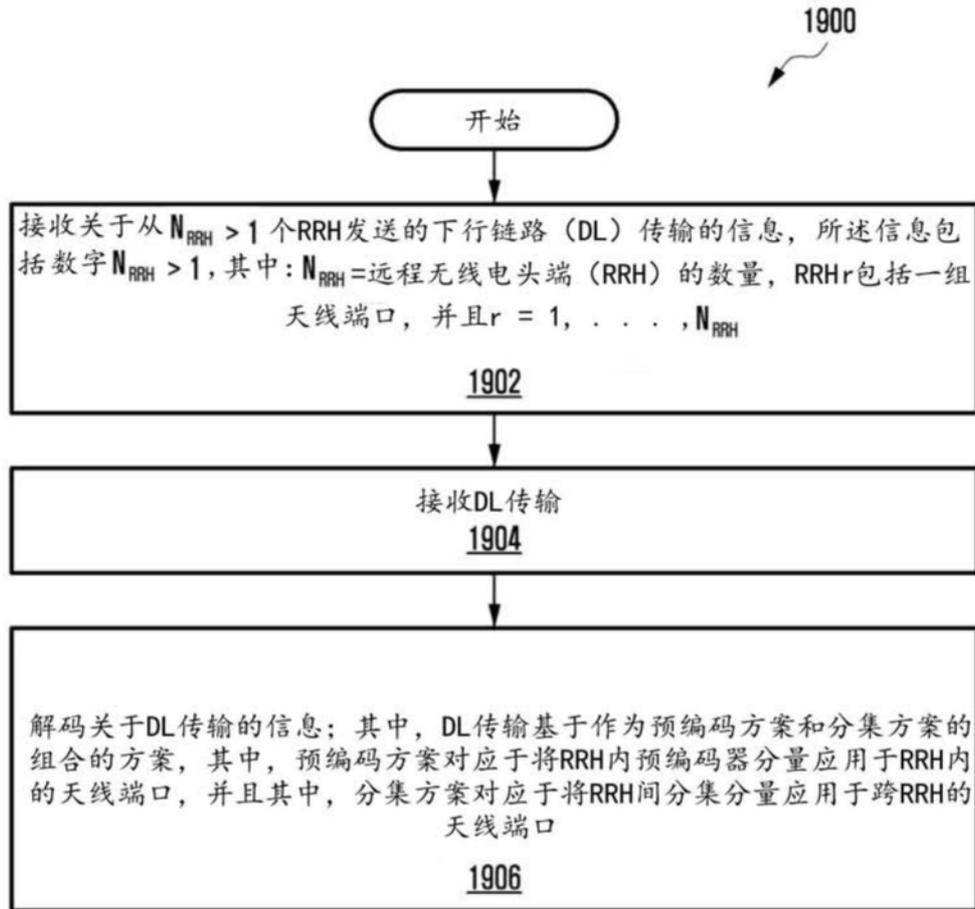


图19

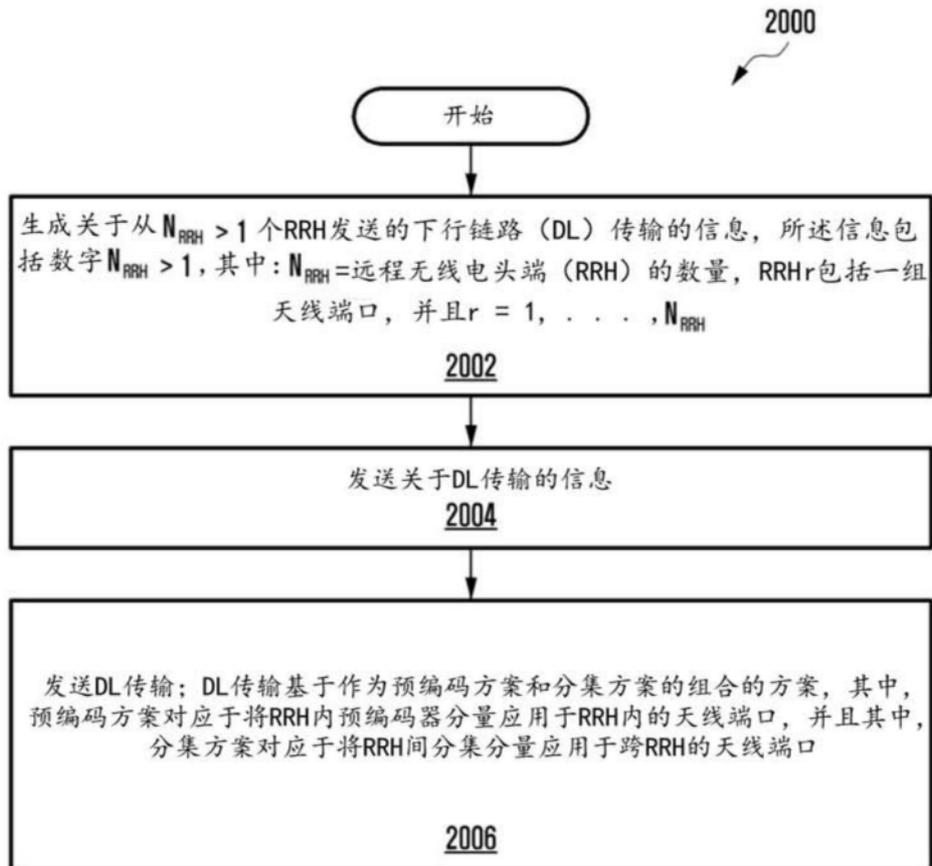


图20