



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113810084 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 12

(21) 申请号 202111095083.3

(22) 申请日 2017.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113810084 A

(43) 申请公布日 2021.12.17

(30) 优先权数据
62/444,325 2017.01.09 US
15/713,494 2017.09.22 US

(62) 分案原申请数据
201780082530.7 2017.12.27

(73) 专利权人 高通股份有限公司
地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J·塞尚 V·拉加万
S·苏布拉玛尼安 A·桑佩斯
厉隽怪

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 贾丽萍

(51) Int.Cl.
H04B 7/0413 (2017.01)
H04B 7/0456 (2017.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2013223251 A1,2013.08.29
CN 104303477 A,2015.01.21
WO 2016010685 A1,2016.01.21
US 2014050280 A1,2014.02.20
US 2014126620 A1,2014.05.08
US 2015311962 A1,2015.10.29
US 2010159845 A1,2010.06.24

审查员 王鑫芯

权利要求书2页 说明书27页 附图19页

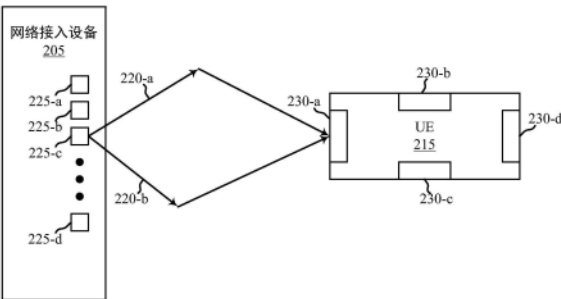
(54) 发明名称

用于识别与配置兼容的多个波束的集合的方法和装置

(57) 摘要

描述了用于无线通信的技术。一种用于用户设备(UE)处的无线通信的方法可以包括:接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列;至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在UE的天线子阵列与UE的收发机单元(TXRU)之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合;以及将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。一种用于网络设备处的无线通信的方法可以包括:发送波束训练序列;接收指示;以及至少部分地基于所接收的指示,来选择多个波束的一个或多个集合中的要用于与UE进行通信的多个波束的集合。

200



1. 一种用于用户设备(515, 615, 715, 815)UE处的无线通信的方法,包括:

识别(1610)与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的收发机单元TXRU之间路由信号的至少一个配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合;

至少部分地基于从所述多个发射波束的一个或多个集合标识的多个发射波束的集合,执行与网络接入设备(505, 605, 705, 805)的波束细化过程;

其中,识别所述多个发射波束的一个或多个集合包括:至少部分地基于所述UE的射频RF架构、多输入多输出MIMO传输模式、所述多个发射波束的信号强度、或者其组合中的一项,来识别所述多个发射波束的一个或多个集合。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:至少部分地基于从所述多个发射波束的一个或多个集合标识的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与网络接入设备(505, 605, 705, 805)进行通信(1620)。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:将对于执行所述波束细化过程请求发送给所述网络接入设备。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,识别所述多个发射波束的一个或多个集合包括:识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合、或者其组合。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,至少部分地基于所述UE的所述RF架构来识别所述多个发射波束的一个或多个集合包括:至少部分地基于用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的替代配置、所述UE在模拟域中合并波束的第一能力、所述UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别所述多个发射波束的一个或多个集合。

6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

识别可用于网络接入设备(505, 605, 705, 805)与所述UE之间的通信的一个或多个发射波束;以及

将对所识别的可用于所述网络接入设备与所述UE之间的通信的一个或多个发射波束的集合的指示发送给所述网络接入设备。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述多个发射波束的一个或多个集合可用于:用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的接收配置、用于在所述UE的TXRU与所述UE的天线子阵列之间路由信号的发送配置、或者其组合。

8. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于识别(1610)与用于在用户装备(515, 615, 715, 815)UE的天线子阵列与所述UE的收发机单元TXRU之间路由信号的至少一个配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合的单元;

用于至少部分地基于从所述多个发射波束的一个或多个集合标识的多个发射波束的集合,执行与网络接入设备(505, 605, 705, 805)的波束细化过程的单元;

其中,用于识别所述多个发射波束的一个或多个集合的单元包括:用于至少部分地基于所述UE的射频RF架构、多输入多输出MIMO传输模式、所述多个发射波束的信号强度或者其组合,来识别所述多个发射波束的一个或多个集合的单元。

9. 根据权利要求8所述的装置,还包括:用于至少部分地基于从所述多个发射波束的一个或多个集合标识的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与网络接入设备(505, 605,

705, 805)进行通信的单元。

10. 根据权利要求8所述的装置,还包括:用于将对于执行所述波束细化过程的请求发送给所述网络接入设备的单元。

11. 根据权利要求8所述的装置,其中,用于识别所述多个发射波束的一个或多个集合的单元包括:用于识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合、或者其组合的单元。

12. 根据权利要求8所述的装置,其中,用于至少部分地基于所述UE的所述RF架构来识别所述多个发射波束的一个或多个集合的单元包括:用于至少部分地基于用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的替代配置、所述UE在模拟域中合并波束的第一能力、所述UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别所述多个发射波束的一个或多个集合的单元。

13. 根据权利要求8所述的装置,还包括:

用于识别可用于网络接入设备(505, 605, 705, 805)与所述UE之间的通信的一个或多个发射波束的单元;以及

用于将对所识别的可用于所述网络接入设备与所述UE之间的通信的一个或多个发射波束的集合的指示发送给所述网络接入设备的单元。

14. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述多个发射波束的一个或多个集合可用于:用于在所述装置的天线子阵列与所述装置的TXRU之间路由信号的接收配置、用于在所述装置的TXRU与所述装置的天线子阵列之间路由信号的发送配置、或者其组合。

15. 一种非暂时性计算机可读介质,其存储可执行指令,所述可执行指令在被执行时用于使得至少一个计算机实现根据权利要求1-7中任一项所述的方法。

16. 一种用于无线通信的装置,包括:

存储器;以及

一个或多个处理器,其耦合到所述存储器并且被配置为执行根据权利要求1-7中任一项所述的方法。

用于识别与配置兼容的多个波束的集合的方法和装置

[0001] 本申请是申请号为201680029632.8的中国专利申请的分案申请。

[0002] 交叉引用

[0003] 本专利申请要求享受以下申请的优先权：于2017年1月9日提交的、名称为“TECHNIQUES TO IDENTIFY SETS OF MULTIPLE BEAMS COMPATIBLE WITH CONFIGURATIONS FOR ROUTING SIGNALS IN A USER EQUIPMENT”、由Cezanne等人作出的美国临时专利申请No.62/444,325；以及于2017年9月22日提交的、名称为“TECHNIQUES TO IDENTIFY SETS OF MULTIPLE BEAMS COMPATIBLE WITH CONFIGURATIONS FOR ROUTING SIGNALS IN AUSER EQUIPMENT”、由Cezanne等人作出的美国专利申请No.15/713,494，这些申请中的每个申请被转让给本申请的受让人。

技术领域

[0004] 本公开内容例如涉及无线通信系统，并且更具体地，本公开内容涉及用于识别与用于在用户设备(UE)的天线子阵列与该UE的收发机单元(TXRU)之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的技术。

背景技术

[0005] 广泛部署了无线通信系统，以提供诸如语音、视频、分组数据、消息传送、广播等的各种类型的通信内容。这些系统可以是能够通过共享可用的系统资源(例如，时间、频率和功率)来支持与多个用户的通信的多址系统。这种多址系统的例子包括码分多址(CDMA)系统、时分多址(TDMA)系统、频分多址(FDMA)系统以及正交频分多址(OFDMA)系统。

[0006] 无线多址通信系统可以包括多个网络接入设备，每一个同时支持针对多个通信设备(其另外被称为用户设备(UE))的通信。在长期演进(LTE)或者改进的LTE(LTE-A)网络中，网络接入设备可以采用基站的形式，其中，一个或多个基站的集合定义eNodeB(eNB)。在下一代、3GPP 5G、毫米波(mmW)或者新无线电(NR)网络中，网络接入设备可以采用智能无线电头端(RH)或者接入节点控制器(ANC)的形式，其中，与ANC相通信的智能无线电头端的集合定义gNodeB(gNB)。在无线局域网(WLAN)中，网络接入设备可以采用WLAN接入点的形式。网络接入设备可以在下行链路信道(例如，用于从网络接入设备到UE的传输)以及上行链路信道(例如，用于从UE到网络接入设备的传输)上与UE进行通信。

[0007] 一些无线设备(UE、网络接入设备等)可以使用一个或多个天线子阵列与其它无线设备进行通信。在一些例子中，天线子阵列中的天线中的一些或者全部可以用于发送经波束成形的传输。经波束成形的传输可以包括来自天线子阵列的不同天线的多个同时传输。同时传输可以根据预编码器而经相移的和/或功率控制的，以建设性地和破坏性地干扰和产生经波束成形的传输(即，在波束的方向上的传输)。与非波束成形或者全向传输相比，经波束成形的传输可以在波束的方向上具有较高的射频(RF)发射功率密度，这可以减少路径损耗。

发明内容

[0008] 在包括使用经波束成形的传输进行通信的网络接入设备和用户设备(UE)的无线通信系统中,网络接入设备可以在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE。UE可以对所述波束执行测量(例如,参考信号接收功率(RSRP)测量、接收信号强度指示符(RSSI)测量、参考信号接收质量(RSRQ)测量等),至少部分地基于所述测量来识别可用于网络接入设备与UE之间的通信的一个或多个波束,以及将对一个或多个可用波束的指示提供给网络接入设备。对一个或多个可用波束的指示可以由网络接入设备用于调度不具有分集的秩-1传输。然而,对一个或多个可用波束的指示可能不足以使得网络接入设备能够识别可用于较高秩传输(例如,具有复用增益的多输入多输出(MIMO)传输)或者具有分集的传输(例如,具有分集增益的MIMO传输)的多个波束的集合,以及网络接入设备因此可以测试可用波束的不同集合(使用测试传输),以识别可用于复用或者分集增益的多个波束的集合。UE可以具有多个天线子阵列,其中每个可以被路由至一个或多个收发机单元(TXRU)。UE可以具有用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的多种配置(其可以在其之间进行切换,以用于在天线子阵列与TXRU之间路由信号)。根据本公开内容中描述的技术,UE可以至少部分地基于其已经对波束训练序列的波束执行的测量,来识别与这些路由配置中的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合。UE还可以将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备,以使得网络接入设备能够识别可用于与UE进行通信的多个波束的集合,例如,在没有在多个波束的随机集合上进行测试传输的情况下。网络接入设备和UE可以根据MIMO传输进行通信,执行波束细化过程,或者至少部分地基于所识别的多个波束的集合来采取其它动作。

[0009] 在一个例子中,描述了一种用于UE处的无线通信的装置。所述方法可以包括:接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列;至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合;以及将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给所述网络接入设备。

[0010] 描述了一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括:用于接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列的单元;用于至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在所述装置的天线子阵列与所述装置的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的单元;以及用于将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给所述网络接入设备的单元。

[0011] 描述了另一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括:处理器、与所述处理器电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可以可操作为使得所述处理器进行以下操作:接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列;至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在所述装置的天线子阵列与所述装置的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合;以及将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给所述网络接入设备。

[0012] 描述了一种用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括可操作为使得处理器进行以下操作的指令:接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列;至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在所

述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合；以及将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给所述网络接入设备。

[0013] 以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括：至少部分地基于由对所述多个波束的一个或多个集合的所述指示所标识的多个波束的集合，使用MIMO传输与所述网络接入设备进行通信。以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括：至少部分地基于由对所述多个波束的一个或多个集合的所述指示所标识的多个波束的集合，来执行与所述网络接入设备的波束细化过程。上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括：将对于执行所述波束细化过程的请求发送给所述网络接入设备。在一些例子中，识别所述多个波束的一个或多个集合可以包括：至少部分地基于所接收的波束训练序列，来识别可用于提供射频(RF)通信复用的多个波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个波束的第二集合或者其组合。在一些例子中，对所识别的多个波束的一个或多个集合的所述指示可以包括至少以下各项：对所识别的多个波束的一个或多个集合的第一指示；或者对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个波束的一个或多个集合的第二指示；或者对针对所述多个发射波束中的每个接收的波束而言所述UE的可用于接收所述波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示；对针对所述多个发射波束中的每个接收的波束而言可用于接收所述波束的、所述UE的一个或多个TXRU的集合以及所述UE的相关联的路由配置参数的第四指示；或者其组合。在一些例子中，发送对所识别的多个波束的一个或多个集合的所述指示可以包括：在与和与所述多个发射波束相关联的一个或多个频率相比较低的频率相关联的信道上，将对所识别的多个波束的一个或多个集合的所述指示发送给网络接入设备。

[0014] 在以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子中，识别所述多个波束的一个或多个集合可以包括：至少部分地基于所述UE的RF架构、MIMO传输模式、用于所述多个发射波束的信号强度或者其组合，来识别多个波束的一个或多个集合。在一些例子中，至少部分地基于所述UE的所述RF架构来识别所述多个波束的一个或多个集合可以包括：至少部分地基于用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的替代配置、所述UE在模拟域中合并波束的第一能力、所述UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合，来识别所述多个波束的一个或多个集合。以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括：至少部分地基于所接收的波束训练序列的所述多个发射波束，来识别可用于所述网络接入设备与所述UE之间的通信的一个或多个波束；以及将对所识别的可用于所述网络接入设备与所述UE之间的通信的一个或多个波束的集合的第二指示发送给所述网络接入设备。在一些例子中，所述多个波束的一个或多个集合可以在以下各项中可使用：用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的接收配置、用于在所述UE的TXRU与所述UE的天线子阵列之间路由信号的发送配置、或者其组合。

[0015] 在一个例子中，描述了一种用于UE处的无线通信的装置。所述装置可以包括：用于接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列的单元；用于至少部分地基于所接收的波束训练序列，来识别与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的单元；以及用于将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给所述网络接入设备的单元。

[0016] 在一些例子中,所述装置可以包括:用于至少部分地基于由对所述多个波束的一个或多个集合的所述指示所标识的多个波束的集合,使用MIMO传输与所述网络接入设备进行通信的单元。在一些例子中,所述装置可以包括:用于至少部分地基于由对所述多个波束的一个或多个集合的所述指示所标识的多个波束的集合,来执行与所述网络接入设备的波束细化过程。在一些例子中,所述用于识别所述多个波束的一个或多个集合的单元可以包括:用于至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合或者其组合的单元。在一些例子中,对所识别的多个波束的一个或多个集合的所述指示可以包括至少以下各项:对所识别的多个波束的一个或多个集合的第一指示;对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个波束的一个或多个集合的第二指示;对针对所述多个发射波束中的每个接收的波束而言所述UE的可用于接收所述波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示;对针对所述多个发射波束中的每个接收的波束而言可用于接收所述波束的、所述UE的一个或多个TXRU的集合以及所述UE的相关联的路由配置参数的第四指示;或者其组合。在一些例子中,所述用于识别所述多个波束的一个或多个集合的单元可以包括:用于至少部分地基于所述UE的RF架构、MIMO传输模式、用于所述多个发射波束的信号强度或者其组合,来识别所述多个波束的一个或多个集合的单元。

[0017] 在一个例子中,描述了一种用于网络接入设备处的无线通信的方法。所述方法可以包括:在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE;从所述UE接收对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的指示;以及至少部分地基于所接收的指示,来选择所述多个波束的一个或多个集合中的要用于与所述UE进行通信的多个波束的集合。

[0018] 描述了一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括:用于在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE的单元;用于从所述UE接收对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的指示的单元;以及用于至少部分地基于所接收的指示,来选择所述多个波束的一个或多个集合中的要用于与所述UE进行通信的多个波束的集合的单元。

[0019] 描述了另一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括:处理器、与所述处理器电子通信的存储器、以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可以可操作为使得所述处理器进行以下操作:在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE;从所述UE接收对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的指示;以及至少部分地基于所接收的指示,来选择所述多个波束的一个或多个集合中的要用于与所述UE进行通信的多个波束的集合。

[0020] 描述了一种用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括可操作为使得处理器进行以下操作的指令:在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE;从所述UE接收对与用于在所述UE的天线子阵列与所述UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的指示;以及至少部分地基于所接收的指示,来选择所述多个波束的一个或多个集合中的要用于与所述UE进行通信的多个波束的集合。

[0021] 以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括:至少部

分地基于所选择的多个波束的集合,使用MIMO传输与所述UE进行通信。以上描述的方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子可以包括:至少部分地基于所选择的多个波束的集合,来执行与所述UE的波束细化过程。上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些例子还可以包括用于以下操作的过程、特征、单元或者指令:从所述UE接收对于执行所述波束细化过程的请求。

[0022] 为了更好地理解下面的详细描述,上文已经相当宽泛地概述了根据本公开内容的例子的技术和技术优点。在下文中将描述另外的技术和优点。所公开的构思和特定例子可以容易地用作用于修改或设计用于实现本公开内容的相同目的的其他结构的基础。这些等效构造并没有脱离所附权利要求的范围。当结合附图考虑时,根据下面的描述中将会更好地理解本文所公开的构思的特性(它们的组织结构和操作方法二者)以及相关联的优点。这些图中的每个图是出于说明和描述的目的而提供的,并不作为权利要求的限制的定义。

附图说明

[0023] 对本公开内容的本质和优点的进一步理解可以通过参照以下图来实现。在附图中,类似的组件或者功能可以具有相同的附图标记。另外,相同类型的各个组件可以通过在附图标记之后跟随破折号以及在类似组件之间进行区分的第二标记来进行区分。如果在说明书中仅使用了第一附图标记,那么该描述适用于具有相同的第一附图标记的类似组件中的任何一个,而不管第二附图标记如何。

[0024] 图1示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统的例子;

[0025] 图2示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统的例子;

[0026] 图3示出了根据本公开内容的各方面的UE的示例架构;

[0027] 图4示出了根据本公开内容的各方面的UE的示例架构;

[0028] 图5示出了根据本公开内容的各方面的、在其中执行接收波束细化过程的无线通信系统的例子;

[0029] 图6示出了根据本公开内容的各方面的、在其中执行接收波束细化过程的无线通信系统的例子;

[0030] 图7示出了根据本公开内容的各方面的、在其中执行接收波束细化过程的无线通信系统的例子;

[0031] 图8示出了根据本公开内容的各方面的、在其中执行发射波束细化过程的无线通信系统的例子;

[0032] 图9示出了根据本公开内容的各方面的、支持UE或者网络接入设备处的无线通信的装置的框图;

[0033] 图10示出了根据本公开内容的各方面的、支持UE处的无线通信的装置的框图;

[0034] 图11示出了根据本公开内容的各方面的无线通信管理器的框图;

[0035] 图12示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统的图;

[0036] 图13示出了根据本公开内容的各方面的、支持网络接入设备处的无线通信的装置的框图;

[0037] 图14示出了根据本公开内容的各方面的无线通信管理器的框图;

[0038] 图15示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统的图;

[0039] 图16示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法的流程图；

[0040] 图17示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法的流程图；

[0041] 图18示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法的流程图；以及

[0042] 图19示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于网络接入设备处的无线通信的方法的流程图。

具体实施方式

[0043] 描述了如下的技术：在这些技术中，用户设备 (UE) 识别以及向网络接入设备指示与用于在该UE的天线子阵列与该UE的收发机单元 (TXRU) 之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合。网络接入设备可以从多个波束的一个或多个集合中选择多个波束的集合，并且可以使用所选择的多个波束的集合，例如以使用多输入多输出 (MIMO) 传输与UE进行通信 (具有复用增益和/或分集增益)，或者以执行针对所选择的多个波束的集合的波束细化过程。

[0044] 以下描述提供了例子，而非限制在权利要求中阐述的范围、适用性或者例子。可以在不脱离本公开内容的范围的情况下，在所讨论的元素的功能和布置方面进行改变。各个例子可以在适当的情况下忽略、替代或者添加各个过程或者组件。例如，可以以与所描述的次序不同的次序来执行所描述的方法，并且可以添加、忽略或者组合各个操作。此外，可以将关于一些例子所描述的特征在一些其它例子中进行组合。

[0045] 图1示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统100的例子。无线通信系统100可以包括网络接入设备105 (例如，gNB 105-a、接入节点控制器 (ANC) 105-b、和/或无线电头端 (RH) 105-c)、UE 115和核心网络130。在一些例子中，无线通信系统100可以是长期演进 (LTE) 网络、改进的LTE (LTE-A) 网络或者新无线电 (NR) 网络。在一些情况中，无线通信系统100可以支持增强的宽带通信、超可靠 (例如，任务关键) 通信、低时延通信或者与低成本和低复杂度设备的通信。

[0046] 网络接入设备105可以经由一个或多个基站天线与UE 115进行无线通信。本文描述的网络接入设备105可以包括或者可以被本领域技术人员称为基站收发机、无线基站、接入点、无线电收发机、节点B、eNodeB (eNB)、下一代节点B或者千兆节点B (二者中的任一个可以被称为gNB)、家庭节点B、家庭eNodeB或某个其它合适的术语。无线通信系统100可以包括不同类型的网络接入设备105 (例如，宏小区基站或小型小区基站)。本文描述的UE 115可以能够与各种类型的网络接入设备105和基站 (包括宏eNB、小型小区eNB、gNB、中继基站等) 进行通信。

[0047] 每个网络接入设备105可以与特定的地理覆盖区域110相关联，在该地理覆盖区域110中，支持与各个UE 115的通信。每个网络接入设备105可以经由通信链路为相应的地理覆盖区域110提供通信覆盖，以及网络接入设备105与UE 115之间的通信链路可以使用一个或多个载波。无线通信系统100中示出的通信链路可以包括从UE 115到网络接入设备105的上行链路传输或者从网络接入设备105到UE 115的下行链路传输。下行链路传输还可以被

称为前向链路传输,而上行链路传输还可以被称为反向链路传输。

[0048] 针对网络接入设备105的地理覆盖区域110可以被划分为仅构成地理覆盖区域110的一部分的扇区,以及每个扇区可以与小区相关联。例如,每个网络接入设备105可以为宏小区、小型小区、热点或者其它类型的小区、或者其各种组合提供通信覆盖。在一些例子中,网络接入设备105可以是可移动的,并且因此为移动的地理服务区域110提供通信覆盖。在一些例子中,与不同的技术相关联的不同的地理覆盖区域110可以重叠,并且与不同的技术相关联的重叠的地理覆盖区域110可以由同一网络接入设备105或者由不同的网络接入设备105支持。无线通信系统100可以包括例如异构LTE/LTE-A网络或者NR网络,其中,不同类型的网络接入设备105为各个地理区域110提供覆盖。

[0049] 术语“小区”指代用于与网络接入设备105的通信(例如,在载波上)的逻辑通信实体,并且可以与用于对经由相同或者不同的载波进行操作的相邻小区进行区分的标识符(例如,物理小区标识符(PCID)、虚拟小区标识符(VCID))相关联。在一些例子中,载波可以支持多个小区,并且不同的小区可以根据可以为不同类型的设备提供接入的不同的协议类型(例如,机器类型通信(MTC)、窄带物联网(NB-IoT)、增强型移动宽带(eMBB)或者其它协议)来配置。在一些情况中,术语“小区”可以指代逻辑实体在其上进行操作的地理覆盖区域110的一部分(例如,扇区)。

[0050] 术语“载波”指代具有用于支持通信链路125上的通信的定义的物理层结构的射频频谱资源的集合。例如,通信链路125的载波可以包括射频频谱带的一部分,其根据用于给定的无线接入技术的物理层信道来操作。每个物理层信道可以携带用户数据、控制信息或者其它信令。载波可以与预先定义的频率信道(例如,演进型通用陆地无线接入(UTRA)(E-UTRA)绝对射频信道号(EARFCN))相关联,并且可以根据信道栅格来放置,以便UE 115发现。载波可以是下行链路或者上行链路(例如,在频分双工(FDD)模式中),或者被配置为携带下行链路和上行链路通信(例如,在时分双工(TDD)模式中)。在一些例子中,在载波上发送的信号波形可以由多个子载波构成(例如,使用多载波调制(MCM)技术,例如,正交频分复用(OFDM)或者离散傅里叶变换(DFT)扩频OFDM(DFT-s-OFDM))。

[0051] 核心网络130可以提供用户认证、接入授权、跟踪、互联网(IP)连接以及其它接入、路由或者移动性功能。核心网络130可以是演进分组核心(EPC),其可以包括至少一个移动性管理实体(MME)、至少一个服务网关(S-GW)以及至少一个分组数据网络(PDN)网关(P-GW)。MME可以管理非接入层(例如,控制平面)功能,例如,针对由与EPC相关联的网络接入设备105服务的UE 115的移动性、认证和承载管理。可以通过S-GW传输用户IP分组,S-GW本身可以连接到P-GW。P-GW可以提供IP地址分配以及其它功能。P-GW可以连接到网络运营商IP服务。运营商IP服务可以包括到互联网、内联网、IP多媒体子系统(IMS)或者分组交换(PS)流服务的接入。

[0052] 网络接入设备105(例如,gNB 105-a或者ANC 105-b)中的至少一些可以通过回程链路132(例如,S1、S2等)与核心网络130以接口方式连接,并且可以执行针对与UE 115的通信的无线电配置和调度。在各个例子中,ANC 105-b可以在回程链路134(例如,X1、X2等)上直接地或者间接地(例如,通过核心网络130)相互通信,回程链路134可以是有线或者无线通信链路。每个ANC 105-b还可以通过多个智能无线电头端(例如,RH 105-c)或者发送/接收点(TRP)与多个UE 115进行通信。在无线通信系统100的替代配置中,ANC 105-b的功能可

以由无线电头端105-c提供或者跨越gNB 105-a的无线电头端105-c而分布。在无线通信系统100的另一替代配置(例如,LTE/LTE-A配置)中,无线电头端105-c可以用基站来替换,以及ANC 105-c可以由基站控制器来替换(或者到核心网络130的链路)。在一些例子中,无线通信系统100可以包括无线电头端105-c、基站和/或用于根据不同的无线接入技术(RAT)来接收/发送通信的其它网络接入设备105(例如,LTE/LTE-A、5G、Wi-Fi等)的混合。

[0053] 无线通信系统100可以使用一个或多个频谱带(通常在300MHz至300GHz的范围中)进行操作。通常,从300MHz至3GHz的区域被称为超高频(UHF)区域或者分米频带,因为波长在长度上的范围从近似一分米至一米。UHF波可能被建筑物和环境特征阻挡或者重定向。然而,对于宏小区而言,波可以足以穿透结构,以向位于室内的UE 115提供服务。与使用在300MHz以下的频谱的高频(HF)或者甚高频(VHF)部分的较小频率和较长波的传输相比,UHF波的传输可以与较小的天线和较短的范围(例如,小于100km)相关联。

[0054] 无线通信系统100还可以在使用从3GHz至30GHz的频谱带的特高频(SHF)(也被称为厘米频带)中进行操作。SHF区域包括诸如5GHz工业、科学和医疗(ISM)频带之类的频带,其可以由能够容忍来自其它用户的干扰的设备机会性地使用。

[0055] 无线通信系统100还可以在频谱(例如,从30GHz至300GHz)的极高频(EHF)区域(也被称为毫米频带)中进行操作。在一些例子中,无线通信系统100可以支持UE 115与网络接入设备105之间的毫米波(mmW)通信,并且相应的设备的EHF天线与UHF天线相比可以甚至更小并且间隔得更紧密。在一些情况中,这可以促进UE 115内的天线阵列的使用。然而,与SHF或者UHF传输相比,EHF传输的传播可能经受甚至更大的大气层衰减以及更短的距离。可以跨越使用一个或多个不同的频率区域的传输来使用本文公开的技术,并且对跨越这些频率区域的频带的指定使用可以因国家或者管理机构而不同。

[0056] 宏小区可以覆盖相对大的地理区域(例如,半径为几千米),并且可以允许由具有与网络提供商的服务订制的UE 115进行的不受限制的接入。小型小区可以包括与宏小区相比较低功率的无线电头端或者基站,并且其可以在与宏小区相同或者不同的射频频谱带中进行操作。根据各个例子,小型小区可以包括微微小区、毫微微小区和微小区。微微小区可以覆盖相对较小的地理区域,并且可以允许由具有与网络提供商的服务订制的UE 115进行不受限制的接入。毫微微小区也可以覆盖相对小的地理区域(例如,家庭),并且可以提供由与该毫微微小区具有关联的UE 115(例如,封闭用户组(CSG)中的UE、家庭中的用户的UE等)进行的受限接入。用于宏小区的gNB可以被称为宏gNB。用于小型小区的gNB可以被称为小型小区gNB、微微gNB、毫微微gNB或者家庭gNB。gNB可以支持一个或多个(例如,两个、三个、四个等)小区(例如,分量载波)。

[0057] 无线通信系统100可以支持同步或者异步操作。对于同步操作来说,gNB 105-a和/或无线电头端105-c可以具有相似的帧定时,并且来自不同的gNB 105-a和/或无线电头端105-c的传输可以在时间上近似地对齐。对于异步操作来说,gNB 105-a和/或无线电头端105-c可以具有不同的帧定时,并且来自不同的gNB 105-a和/或无线电头端105-c的传输可以在时间上不对齐。本文所述的技术可以用于同步操作或者异步操作。

[0058] 可以适应各个公开的例子中的一些例子的通信网络可以是基于分组的网络,其根据分层协议栈进行操作。在用户平面中,在承载或者分组数据汇聚协议层(PDCP)处的通信可以是基于IP的。在一些情况中,无线链路控制(RLC)层可以执行分组分段和重组,以在逻

辑信道上进行通信。介质访问控制(MAC)层可以执行优先级处理以及逻辑信道到传输信道的复用。MAC层还可以使用混合自动重传请求(ARQ)(HARQ)来提供MAC层处的重传,以改善链路效率。在控制平面中,无线资源控制(RRC)协议层可以提供UE 115与无线电头端105-c、ANC 105-b或者核心网络130之间的RRC连接(其支持针对用户平面数据的无线承载)的建立、配置和维护。在物理(PHY)层处,传输信道可以被映射到物理信道。

[0059] UE 115可以散布在整个无线通信系统100中,并且每个UE 115可以是静止的或者移动的。UE 115也可以包括或者被本领域技术人员称为移动站、用户站、移动单元、用户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动用户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手机、用户代理、移动客户端、客户端或某种其它合适的术语,其中,“设备”还可以被称为单元、站、终端或者客户端。UE 115可以是蜂窝电话、个人数字助理(PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持设备、平板计算机、膝上型计算机、无绳电话、无线本地环路(WLL)站、物联网(IoE)设备、物联网(IoE)设备、或者MTC设备等,其可以在诸如家电、车辆、计量仪等的各种物品中实现。UE 115可以能够与各种类型的gNB 105-a、无线电头端105-c、基站、接入点或者其它网络接入设备(包括宏gNB、小型小区gNB、中继基站等)进行通信。

[0060] 在一些情况中,UE 115还可以能够与其它UE 115直接进行通信(例如,使用对等(P2P)或者设备到设备(D2D)协议)。使用D2D通信的UE 115的群组中的一个或多个UE可以在网络接入设备105的地理覆盖区域110内。在这样的群组中的其它UE 115可以在网络接入设备105的地理覆盖区域110之外,或者以其它方式无法从网络接入设备105接收传输。在一些情况中,经由D2D通信进行通信的UE 115的群组可以使用一对多(1:M)系统,其中,每个UE 115向该群组中的其它UE 115进行发送。在一些情况中,网络接入设备105促进对用于D2D通信的资源的调度。在其它情况中,在UE 115之间进行D2D通信,而不涉及网络接入设备105。

[0061] 无线通信系统100中示出的通信链路125可以包括从UE 115到无线电头端105-c的上行链路(UL)和/或从无线电头端105-c到UE 115的下行链路(DL)。下行链路还可以被称为前向链路,而上行链路还可以被称为反向链路。可以根据各种技术将控制信息和数据复用在上行链路或者下行链路上。可以例如使用TDM技术、频分复用(FDM)技术或者混合的TDM-FDM技术,将控制信息和数据复用在上行链路或者下行链路上。

[0062] 每个通信链路125可以包括一个或多个载波,其中,每个载波可以是由根据一种或多种无线接入技术而调制的多个子载波(例如,不同频率的波形信号)构成的信号。每个经调制的信号可以是在不同的子载波上发送的,并且可以携带控制信息(例如,参考信号、控制信道等)、开销信息、用户数据等。通信链路125可以使用FDD技术(例如,使用成对的频谱资源)或者时分双工(TDD)技术(例如,使用非成对的频谱资源)来发送双向通信。可以定义用于FDD的帧结构(例如,帧结构类型1)和用于TDD的帧结构(例如,帧结构类型2)。

[0063] 在无线通信系统100的一些例子中,网络接入设备105(例如,无线电头端105-c)和UE 115可以包括多个天线子阵列,其可以用于使用诸如发射分集、接收分集、MIMO通信和/或波束成形之类的技术来改善网络接入设备105与UE 115之间的通信质量和可靠性。例如,无线通信系统100可以在发送设备(例如,网络接入设备105)与接收设备(例如,UE 115)之间使用传输方案,其中,发送设备被配置有多个天线,并且接收设备被配置有一个或多个天线。MIMO通信可以通过经由不同的空间层来发送或者接收多个信号(其可以被称为空间复

用),来采用多径信号传播,从而增加频谱效率。多个信号可以例如由发送设备经由不同的天线或者不同的天线组合来发送。同样,多个信号可以由接收设备经由不同的天线或者不同的天线组合来接收。多个信号中的每个信号可以被称为单独的空间流,并且可以携带与相同的数据流(例如,相同的码字)或者不同的数据流相关联的比特。不同的空间层可以与用于信道测量和报告的不同的天线端口相关联。MIMO技术包括单用户MIMO(SU-MIMO)(其中,多个空间层被发送给同一接收设备)以及多用户MIMO(MU-MIMO)(其中,多个空间层被发送给多个设备)。另外或者替代地,网络接入设备105和UE 115可以采用MIMO技术,该技术可以利用多径环境来发送携带相同或者不同的编码数据的多个空间层。在一些情况中,诸如波束成形(例如,定向传输)之类的信号处理技术可以与MIMO技术一起使用,以将信号能量相干地合并,并且克服特定的波束方向上的路径损耗。预编码(例如,在不同的路径或者层上或者来自不同天线的加权传输)可以结合MIMO或者波束成形技术来使用。

[0064] 接收设备(例如,UE 115,其可以是mmW接收设备的例子)在从网络接收设备105接收各个信号(例如,同步信号、参考信号、波束选择信号或者其它控制信号)时,可以尝试多个接收波束。例如,接收设备可以通过经由不同的天线子阵列进行接收,通过根据不同的天线子阵列处理接收的信号,通过根据应用于在天线阵列的多个天线单元处接收的信号的不同接收波束成形权重集合进行接收,或者通过根据应用于在天线阵列的多个天线单元处接收的信号的不同接收波束成形权重集合来处理接收的信号,从而尝试多个接收方向,这些方式中的任何方式可以被称为根据不同的接收波束或者接收方向的“侦听”。在一些例子中,接收设备可以使用单个接收波束来沿着单个波束方向进行接收(例如,当接收数据信号时)。可以将单个接收波束对准在至少部分地基于根据不同的接收波束方向的侦听而确定的波束方向(例如,至少部分地基于根据多个波束方向的侦听而被确定为具有最高信号强度、最高信号与噪声比、或者以其它方式可接受的信号质量的波束方向)上。

[0065] 在一些情况中,网络接入设备105或者UE 115的天线可以位于一个或多个天线阵列内,其可以支持MIMO操作、或者发送或者接收波束成形。例如,一个或多个基站天线或者天线阵列可以共置于天线组件(例如,天线塔)处。在一些情况中,与网络接入设备105相关联的天线或者天线阵列可以位于各个地理位置上。网络接入设备105可以具有天线阵列,其具有网络接入设备105可以使用以支持与UE 115的通信的波束成形的多行和多列的天线端口。同样,UE 115可以具有可以支持各种MIMO或者波束成形操作的一个或多个天线阵列。

[0066] 无线通信系统100可以支持多个小区或者载波上的操作,即可以被称为载波聚合(CA)或者多载波操作的特征。载波还可以被称为分量载波(CC)、层、信道等。术语“载波”、“分量载波”、“小区”以及“信道”在本文中可以互换地使用。根据载波聚合配置,UE 115可以被配置有多个下行链路CC以及一个或多个上行链路CC。载波聚合可以与FDD和TDD分量载波二者一起使用。UE 115可以被配置有用于载波聚合的多个下行链路CC和一个或多个上行链路CC。载波聚合可以与FDD和TDD分量载波二者一起使用。

[0067] 在一些例子中,UE 115可以包括无线通信管理器120。无线通信管理器120可以用于接收由网络接入设备105在多个发射波束上发送的波束训练序列。无线通信管理器120还可以用于至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别与用于在UE 115的天线子阵列与UE 115的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合。无线通信管理器120还可以用于将对所识别的多个发射天线的一个或多个集合的指示发送给

网络接入设备105。

[0068] 在一些例子中,网络接入设备105可以包括无线通信管理器140。无线通信管理器140可以用于在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE 115。无线通信管理器140还可以用于从UE 115接收对与用于在UE 115的天线子阵列与UE 115的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合的指示。无线通信管理器140还可以用于至少部分地基于所接收的指示,来选择多个波束的一个或多个集合中的要用于与UE 115进行通信的多个波束的集合。

[0069] 图2示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统200的例子。无线通信系统200可以包括网络接入设备205(例如,gNB、ANC和/或RH)以及UE 215。无线通信系统200、网络接入设备205和UE 215可以是如参照图1描述的无线通信系统、网络接入设备和UE的各方面的例子。在一些例子中,网络接入设备205可以是毫米波基站(MWB)。

[0070] 网络接入设备205可以在发射波束220(例如,第一发射波束220-a和第二发射波束220-b)上向UE 215进行发送。可以从多个天线子阵列225(例如,第一天线子阵列225-a、第二天线子阵列225-b、第三天线子阵列225-c以及第四天线子阵列225-d)中的一个或多个天线子阵列发送发射波束220。可以在UE 215处在多个天线子阵列230(例如,第一天线子阵列230-a、第二天线子阵列230-b、第三天线子阵列230-c以及第四天线子阵列230-d)中的一个或多个天线子阵列处接收发射波束220。在一些例子中,网络接入设备205和UE 215可以具有不同数量的天线子阵列。网络接入设备205的天线子阵列225可以在网络接入设备205上具有不同的位置、方位或者极化性,并且UE 215的天线子阵列230可以在UE 215上具有不同的位置、方位或者极化性。

[0071] 在一些条件下,天线子阵列230中的一个或多个天线子阵列可能被遮挡(例如,第四天线子阵列230-d可能被UE 215的用户的手遮挡),或者天线子阵列230中的一个或多个天线子阵列可能被定向在用于接收发射波束220的次优方向上(例如,第二天线子阵列230-b和第三天线子阵列230-c挑选来自浅(端射)角度的发射波束220)。UE 215内的交换机或者其它单元(例如,复用单元)可以将UE 215的一个或多个TXRU连接到一个或多个天线子阵列230,以及改变该连接,例如以将一个或多个TXRU从连接到被遮挡或者具有差的信号接收的天线子阵列230切换为连接到具有改善的或者最佳的信号接收的天线子阵列230。在一些例子中,UE 215可以具有多个TXRU(例如,RF链中的全部或者部分)。在一些例子中,UE的天线子阵列230的数量可以大于UE的TXRU的数量。

[0072] 在一些例子中,网络接入设备205可以将波束训练序列发送给UE 215。波束训练序列可以包括例如在多个发射波束220上的串行或者并行传输。UE 215可以对发射波束220执行测量(例如,RSRP测量、RSSI测量、RSRQ测量等),以及向网络接入设备205报告N个最佳波束的波束索引。这些测量对于网络接入设备205而言足以使用不具有分集的秩-1传输与UE 215进行通信。然而,当UE 215具有多于一个的TXRU时,使用较高秩的通信或者复用的MIMO传输是可能的。另外或者替代地,UE 215可以在模拟或者数字域中将多个发射波束220或者天线子阵列输出进行合并,以提供分集以及改善链路余量。

[0073] 在使用MIMO传输与UE 215进行通信之前,网络接入设备205可以选择由UE 215识别的N个最佳发射波束的一个或多个子集,并且使用N个最佳发射波束的所选择的子集来测试与UE 215的通信。在一些例子中,可以通过在下行链路上调度信道状态信息参考信号

(CSI-RS) 传输或者在上行链路上调度探测参考信号 (SRS) 传输, 来测试所述子集。在 CSI-RS 情况中, UE 215 可以向网络接入设备 205 报告发射波束的哪个子集达到最高数据速率或者最适于实现目的。在 SRS 情况中, UE 215 可以在由网络接入设备 205 选择的波束上进行发送, 并且网络接入设备 205 可以根据所接收的传输来确定发射波束的哪个子集提供最高可实现的吞吐量或者最适于实现目的。

[0074] 对于适于具有复用增益的 MIMO 传输的发射波束的子集而言, 发射波束必须可连接到 UE 215 的不同 TXRU。在下行链路上, 当 UE 215 的天线子阵列 230 接收由网络接入设备 205 使用波束样式 b 生成的无线电波时, 波束 b 被视为连接到 UE 215 的 TXRU, 并且天线子阵列 230 能够应用与 b 匹配的合适的方向性样式 (b'), 并且可以经由一个或多个交换机 (或者其它信号路由单元) 将天线子阵列 230 的输出信号路由到 UE 215 的 TXRU。在上行链路上, 当可以经由一个或多个交换机 (或者其它信号路由单元) 将输入信号从 UE 215 的 TXRU 路由到 UE 215 的天线子阵列 230 时, 波束 b 被视为连接到 UE 215 的 TXRU, 并且天线子阵列 230 能够将与波束样式 b 相匹配的合适的方向性样式 (b') 应用于输入信号, 以将无线电波发送给网络接入设备 205。网络接入设备 205 可以将波束样式 b 用于其天线子阵列, 以接收由 UE 215 发送的无线电波。当发射波束的子集可连接到 UE 215 的不同 TXRU 时, 发射波束的该子集可以被视为 MIMO 兼容的。

[0075] 对于适于具有分集增益的 MIMO 传输的发射波束的子集而言, 发射波束必须 1) 可连接到 UE 215 的不同 TXRU, 或者 2) 在模拟域中可合并并且可连接到 UE 215 的 TXRU。在下行链路上, 当 UE 215 在单个天线子阵列 230 处 (或者在可以被添加的具有输出的不同的天线子阵列 230 处), 在波束 b_1 和 b_2 上, 使用与波束样式 b_1 和 b_2 的总和匹配的合适的方向性样式 (b') 接收由网络接入设备 205 生成的无线电波时, 波束 b_1 和 b_2 被视为在模拟域中合并并且连接到 UE 215 的 TXRU, 并且可以经由一个或多个交换机 (或者其它单元) 将单个天线子阵列 230 的输出信号 (或者不同的天线子阵列 230 的输出的总和) 路由至 UE 215 的 TXRU。在上行链路上, 当可以经由一个或多个交换机 (或者其它路由单元) 将输入信号从 UE 215 的 TXRU 路由到 UE 215 的天线子阵列 230 (或者不同的天线子阵列 230) 时, 波束 b_1 和 b_2 被视为在模拟域中合并并且连接到 UE 215 的 TXRU, 并且单个天线子阵列 230 (或者不同的天线子阵列 230 的组合) 能够将与波束样式 b_1 和 b_2 的总和相匹配的合适的方向性样式 (b') 应用于输入信号, 以将无线电波发送给网络接入设备 205。网络接入设备 205 可以使用波束样式 b_1 和 b_2 的总和, 来接收所发送的无线电波。当发射波束的子集满足这些条件中的一个条件时, 发射波束的该子集可以被视为 MIMO 兼容的。

[0076] UE 215 的天线子阵列 230 可以通过一个或多个交换机 (例如, 电子交换机) 或者 UE 215 内的其它单元连接到 UE 215 的 TXRU (或者从其断开)。交换机可以由 UE 215 的调制解调器控制, 并且在一些情况中, 可以将 UE 215 的一个或多个天线子阵列 230 同时连接到 UE 215 的两个或者更多个相应的 TXRU。然而, 当 UE 215 的天线子阵列 230 的数量超过 UE 215 的 TXRU 的数量时, UE 215 的每个天线子阵列 230 到 TXRU 的路由配置将导致一个或多个天线子阵列 230 从 UE 的 TXRU 断开。当 UE 215 在路由配置 (其中, 天线子阵列 230 断开) 中进行操作时, 无法对仅经由路由配置的断开的天线子阵列 230 接收的发射波束进行处理。出于本公开内容的目的, UE 的路由配置被定义为 UE 的交换机或者其它单元的将 UE 的多个天线子阵列连接到 UE 的多个 TXRU (以及经由 TXRU, 连接到调制解调器) 的配置。天线子阵列可以通过一个或多个

RF上变频器、RF下变频器、模数转换器(ADC)、数模转换器(DAC)等连接到TXRU。UE每次可以被配置为处于一种路由配置中。UE的架构、MIMO传输模式(例如,MIMO复用模式或者MIMO分集模式)和/或针对所接收的波束执行的测量可以确定UE的可能的路由配置以及哪些天线子阵列230断开。

[0077] 当UE 215的路由配置导致一个或多个天线子阵列230从UE的TXRU断开,以及N个最佳发射波束中的一个仅可由断开的天线子阵列230接收时,存在并非N个最佳发射波束中的所有子集是MIMO兼容的可能性。当网络接入设备205使用不是MIMO兼容的发射波束的子集来测试与UE 215的通信时(例如,通过使用发射波束的该子集来调度CSI-RS或者SRS传输),没有实现复用或者分集增益,并且测试发射波束的子集所花费的时间可能是无用的或者浪费的。

[0078] 图3示出了根据本公开内容的各方面的UE 315的示例架构300。UE 315可以是如参照图1和2描述的UE 115或者215的各方面的例子。UE 315可以包括基带处理系统(例如,调制解调器320)、多个TXRU 325(例如,第一TXRU 325-a和第二TXRU 325-b)、多个交换机330(例如,第一交换机330-a和第二交换机330-b)以及多个天线子阵列335(例如,第一天线子阵列335-a、第二天线子阵列335-b、第三天线子阵列335-c以及第四天线子阵列335-d)。

[0079] 在一些例子中,网络接入设备可以将波束训练序列发送给UE 315。波束训练序列可以包括例如在多个发射波束340(例如,发射波束 b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 和 b_4)上的串行或者并行传输。通过举例的方式,当第一交换机330-a在上面(U)位置上时,发射波束 b_0 和 b_1 中的每一个可以连接到第一TXRU 325-a,当第一交换机330-a在下面(L)位置时,发射波束 b_2 可以连接到第一TXRU 325-a,当第二交换机330-b在U位置上时,发射波束 b_3 可以连接到第二TXRU 325-b,以及当第二交换机330-b在L位置上时,发射波束 b_4 可以连接到第二TXRU 325-b。由于UE 315的架构300,发射波束 b_0 和 b_2 无法连接到不同的TXRU 325并且无法在模拟域中进行合并。发射波束 b_0 和 b_2 因此对于架构300来说不是MIMO兼容的。由于类似的原因,发射波束对 $\{b_1, b_2\}$ 、 $\{b_3, b_4\}$ 也不是MIMO兼容的。发射波束对 $\{b_0, b_3\}$ 、 $\{b_0, b_4\}$ 、 $\{b_1, b_3\}$ 、 $\{b_1, b_4\}$ 、 $\{b_2, b_3\}$ 和 $\{b_2, b_4\}$ 中的发射波束可以连接到不同的TXRU 325,并且因此对于复用增益或者分集增益而言是MIMO兼容的。另外,发射波束对 $\{b_0, b_1\}$ 的发射波束可以在模拟域中进行合并,并且因此对于分集增益而言是MIMO兼容的。

[0080] 通过将MIMO兼容的发射波束的指示(即,对可由UE的至少一种路由配置使用的多个发射波束的至少一个集合的指示)发送(报告)给网络接入设备,UE 315可以使得网络接入设备避免在对于UE 315来说不是MIMO兼容的发射波束的子集上测试与UE 315的通信(例如,避免调度分别去往或者来自UE 315的CSI-RS或者SRS传输)。出于本公开内容的目的,可由UE 315的至少一种路由配置使用的多个发射波束的集合可以包括增加复用增益和/或增加分集增益的多个发射波束的集合。在一些例子中,可以在和与多个发射波束相比较低的频率相关联的信道(例如,在子6千兆赫(GHz)NR、LTE、3G或者2G信道上,而不是mmW信道)上将对MIMO兼容的发射波束的指示发送给网络接入设备。在一些情况中,该信道可以是控制信道。当天线子阵列335与TXRU 325之间的一个或多个连接不允许双向(发送(Tx)和接收(Rx))通信时,UE 315可以发送对在下行链路上的MIMO兼容的发射波束的第一指示、以及对在上行链路上的MIMO兼容的发射波束的第二指示。

[0081] 在一些例子中,被发送给网络接入设备的对MIMO兼容的发射波束的指示可以包括

对可以连接到UE 315的不同TXRU 325 (如果有的话)的多个发射波束的一个或多个集合的第一指示、以及对可以在模拟域 (例如,在RF或者中间频率 (IF) 域中) 中合并并且连接到UE 315的TXRU 325的多个发射波束的一个或多个集合的第二指示。在本公开内容中,第一指示可以被称为 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$,以及第二指示可以被称为 S_{COMB} 。

[0082] 在一些例子中,UE 315可以将被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 和 S_{COMB} 的波束元组的明确指示发送给网络接入设备。在该例子中,虽然每个波束元组包括波束 (例如,发射波束) 对,但是每个波束元组可以包括三个或者更多个波束,或者每个元组可以具有不同数量的波束。例如,UE 315可以发送指示:

$$[0083] \quad S_{\text{DIFF-TXRU}} = \{\{b_0, b_3\}, \{b_0, b_4\}, \{b_1, b_3\}, \{b_1, b_4\}, \{b_2, b_3\}, \{b_2, b_4\}\}$$

$$[0084] \quad S_{\text{COMB}} = \{\{b_0, b_1\}\}$$

[0085] 对于具有多于两个的TXRU 325的UE而言,UE还可以指示较高阶的波束元组。例如,能够同时接收或者发送连接到L个TXRU的波束的UE (其中, $2 \leq L \leq M$) 可以将2个波束的集合、3个波束的集合等作为 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 的部分进行报告。类似地,能够经由单个天线子阵列同时接收或者发送多于2个波束的UE可以将2个波束的集合、3个波束的集合等作为 S_{COMB} 的部分进行报告。

[0086] 在一些例子中,UE 315可以对可以被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 中的波束元组执行预先处理,以排除可能在到达角度 (AoA) 方面接近的、具有相同的极化性或者以其它方式不是非常适于提供MIMO复用增益的波束元组。在一些例子中,UE 315可以将其对波束元组的报告限制在连接到L个TXRU的L个波束的前 N_L 个集合。

[0087] 在一些例子中,UE 315可以将对被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 和 S_{COMB} 中的波束元组的互补 (complement) 的指示 (而不是被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 和 S_{COMB} 中的波束元组) 发送给网络接入设备。被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 和 S_{COMB} 中的波束元组的互补是UE 315的路由配置中的任何配置不可使用 (用于复用或者用于分集) 的波束元组。例如,UE 315可以发送这些指示 (其中, $\bar{S}_{\text{DIFF-TXRU}}$ 是被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 中的波束元组的互补):

$$[0088] \quad \bar{S}_{\text{DIFF-TXRU}} = \{\{b_0, b_1\}, \{b_0, b_2\}, \{b_1, b_2\}, \{b_3, b_4\}\}$$

$$[0089] \quad S_{\text{COMB}} = \{\{b_0, b_1\}\}$$

[0090] 参照在图3中示出的例子, $\bar{S}_{\text{DIFF-TXRU}}$ 可以是与 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 相比较小的集合,并且因此可以在较小的有效载荷中被发送给网络接入设备。

[0091] 在一些例子中,UE 315可以发送对由UE 315接收的每个发射波束的指示、以及对于每个发射波束而言UE 315的可用于接收该发射波束的一个或多个TXRU 325的集合。例如,参照图3,UE 315可以发送发射波束和TXRU 325的以下列表:

$$[0092] \quad (b_0, \text{TXRU } 0), (b_1, \text{TXRU } 0), (b_2, \text{TXRU } 0), (b_3, \text{TXRU } 1), (b_4, \text{TXRU } 1)$$

[0093] 根据以上列表,网络接入设备可以确定例如波束元组 $\{b_0, b_2\}$ 对于复用增益而言不是MIMO兼容的,因为两个发射波束仅可以连接第一TXRU 325-a (即, TXRU 0)。网络接入设备还可以根据以上列表确定波束元组 $\{b_0, b_3\}$ 对于复用增益而言是MIMO兼容的,因为发射波束 b_0 可以连接到第一TXRU 325-a,并且发射波束 b_3 可以连接到第二TXRU 325-b (即, TXRU 1)。因此,网络接入设备可以根据以上列表来推导出被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 中的波束元组的集合。然而,网络接入设备可以不根据以上列表推导被包括在 S_{COMB} 中的波束元组的集合。例如,网络

接入设备可以确定发射波束 b_0 、 b_1 和 b_2 可以连接到TXRU 0,但是其无法确定哪些发射波束可以同时连接到TXRU 0。因此,如先前描述的或者如以下描述的,可以向网络接入设备指示 S_{COMB} 。

[0094] 在一些例子中,UE 315可以发送对由UE 315接收的每个发射波束的指示、以及对于每个发射波束而言UE 315的可用于接收该发射波束的一个或多个TXRU 325和路由配置的集合。例如,参照图3,UE 315可以发送发射波束、TXRU 325和路由配置的以下列表:

[0095] $(b_0, \text{TXRU } 0, \{\text{UU}, \text{UL}\}), (b_1, \text{TXRU } 0, \{\text{UU}, \text{UL}\}), (b_2, \text{TXRU } 0, \{\text{LU}, \text{LL}\}), (b_3, \text{TXRU } 1, \{\text{UU}, \text{LU}\}), (b_4, \text{TXRU } 1, \{\text{UL}, \text{LL}\})$

[0096] 其中,UU标识其中第一交换机330-a在其上面位置上以及第二交换机330-b在其上面位置上的路由配置,UL标识其中第一交换机330-a在其上面位置上以及第二交换机330-b在其下面位置上的路由配置,LU标识其中第一交换机330-a在其下面位置上以及第二交换机330-b在其上面位置上的路由配置,以及LL标识其中第一交换机330-a在其下面位置上以及第二交换机330-b在其下面位置上的路由配置。根据以上列表,网络接入设备可以确定不存在允许发射波束 b_0 和 b_2 同时连接到TXRU 0的路由配置。网络接入设备还可以根据以上列表来确定发射波束 b_0 和 b_1 可以使用路由配置UU或者UL同时连接到TXRU 0。网络接入设备还可以根据以上列表来确定发射波束 b_1 和 b_3 可以使用路由配置UU同时分别连接到TXRU 0和TXRU 1。因此,网络接入设备可以根据以上列表推导出被包括在 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 和 S_{COMB} 中的波束元组的集合。

[0097] 图4示出了根据本公开内容的各方面的UE 415的示例架构400。UE 415可以是如参照图1和2描述的UE 115或者215的各方面的例子。UE 415可以包括基带处理系统(例如,调制解调器420)、多个TXRU 425(例如,第一TXRU 425-a和第二TXRU 425-b)、多个交换机430(例如,第一交换机430-a和第二交换机430-b)以及多个天线子阵列435(例如,第一天线子阵列435-a、第二天线子阵列435-b、第三天线子阵列435-c以及第四天线子阵列435-d)。

[0098] 图4假设UE 415的天线子阵列435与UE 315的天线子阵列335类似地被放置和定向,以及UE 415以与参照图3描述的UE 315类似的方式从同一网络接入设备接收相同的波束训练序列(包括发射波束 b_0 、 b_1 、 b_2 、 b_3 和 b_4)。然而,与UE 315相反,第一交换机430-a和第二交换机430-b同时在UU路由配置与LL路由配置之间切换(移动)。例如,第一交换机430-a和第二交换机430-b可以是联动的,从而使得UE 415的架构400不支持UL或者LU路由配置。因此,发射波束 b_2 和 b_3 不是MIMO兼容的,即使两个发射波束可以分别连接到不同的TXRU。

[0099] 由于第一交换机430-a和第二交换机430-b的同时切换,UE 415可以不通过发送对由UE 415接收的每个发射波束的指示、以及对于每个发射波束而言UE 415的可用于接收该发射波束的一个或多个TXRU 425的集合,来向网络接入设备指示 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 。然而,UE 415可以通过发送对由UE 415接收的每个发射波束的指示、以及对于每个发射波束而言UE 415的可用于该接收发射波束的一个或多个TXRU 425和路由配置的集合,来向网络接入设备指示 $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 。例如,UE 415可以发送发射波束、TXRU 425和路由配置的以下列表:

[0100] $(b_0, \text{TXRU } 0, \text{U}), (b_1, \text{TXRU } 0, \text{U}), (b_2, \text{TXRU } 0, \text{L}), (b_3, \text{TXRU } 1, \text{U}), (b_4, \text{TXRU } 1, \text{L})$

[0101] 其中,U标识其中第一交换机430-a和第二交换机430-b在它们的上面位置上的路由配置,以及L标识其中第一交换机430-a和第二交换机430-b在它们的下面位置上的路由配置。

[0102] 在一些情况中,对MIMO兼容的波束的指示(例如, $S_{\text{DIFF-TXRU}}$ 或者 S_{COMB})可以用于使得波束细化过程流线化。波束细化过程可以作为波束训练过程的部分来执行,并且可以包括接收波束细化过程、发射波束细化过程或者发射/接收波束细化过程。

[0103] 图5示出了根据本公开内容的各方面的在其中执行接收波束细化过程的无线通信系统500的例子。无线通信系统500可以包括网络接入设备505(例如,gNB、ANC和/或RH)以及UE 515。无线通信系统500、网络接入设备505和UE 515可以是如参照图1-4描述的无线通信系统、网络接入设备和UE的各方面的例子。在一些例子中,网络接入设备505可以是MWB。

[0104] 网络接入设备505可以在发射波束520(例如,发射波束 b_1)上向UE 515进行发送。发射波束520可以从网络接入设备505的多个天线子阵列中的一个天线子阵列发送,以及由UE 515的多个天线子阵列中的一个天线子阵列在接收波束525上接收。UE 515可以执行针对检测发射波束520的天线子阵列的接收波束扫描,并且可以识别与针对发射波束520的最高接收功率相关联的接收波束525。UE 515可以向网络接入设备505指示与针对发射波束520的最高接收功率相关联的接收波束525。

[0105] 在一些情况中,UE可以识别与针对由网络接入设备发送的多个波束中的每个波束的最高接收功率相关联的接收波束。在一些例子中,响应于不同的发射波束的串行传输,可以串行地识别用于不同的发射波束的接收波束。然而,当UE能够向网络接入设备指示可用于分集增益的MIMO兼容的发射波束时,网络接入设备可以执行针对并行地发送的MIMO兼容的发射波束的集合的波束细化过程。

[0106] 图6示出了根据本公开内容的各方面的在其中执行接收波束细化过程的无线通信系统600的例子。无线通信系统600可以包括网络接入设备605(例如,gNB、ANC和/或RH)以及UE 615。无线通信系统600、网络接入设备605和UE 615可以是如参照图1-5描述的无线通信系统、网络接入设备和UE的各方面的例子。在一些例子中,网络接入设备605可以是MWB。

[0107] 网络接入设备605可以在多个发射波束620上向UE 615进行发送(例如,第一发射波束620-a(发射波束 b_1)和第二发射波束620-b(发射波束 b_2))。发射波束620可以从网络接入设备605的多个天线子阵列发送,以及由UE 615的多个天线子阵列中的一个天线子阵列接收。可以在UE 615处在多个接收波束625上接收发射波束620。当UE 615能够向网络接入设备605指示MIMO兼容的发射波束的一个或多个集合时,在发送发射波束620之前,网络接入设备605可以选择用于执行与UE 615的接收波束细化过程的MIMO兼容的发射波束的集合。接收波束细化过程可以包括在正交资源上将所选择的MIMO兼容的发射波束的集合同时从网络接入设备605发送给UE 615。在UE侧,接收波束细化过程可以包括执行接收波束扫描(例如,针对检测发射波束620的天线子阵列)。接收波束细化过程还可以包括在UE 615处识别与针对第一发射波束620-a的最高接收功率以及针对第二发射波束620-b的最高接收功率相关联的一个或多个接收波束625。UE 615可以向网络接入设备605指示与针对发射波束620的最高接收功率相关联的接收波束625。注意的是,可以在由UE 615进行的单次接收波束扫描的情况下执行针对多个发射波束的接收波束细化过程,由此与串行地执行用于发射波束的发射波束细化过程相比节省时间和空中链路资源。

[0108] 当UE能够向网络接入设备指示可用于分集和复用增益的MIMO兼容的发射波束时,网络接入设备还可以执行针对并行地发送的多个发射波束的波束细化过程。

[0109] 图7示出了根据本公开内容的各方面的在其中执行接收波束细化过程的无线通信

系统700的例子。无线通信系统700可以包括网络接入设备705(例如,gNB、ANC和/或RH)以及UE 715。无线通信系统700、网络接入设备705和UE 715可以是参照图1-6描述的无线通信系统、网络接入设备和UE的各方面的例子。在一些例子中,网络接入设备705可以是MWB。

[0110] 网络接入设备705可以在多个发射波束720上向UE 715进行发送(例如,第一发射波束720-a(发射波束 b_1)、第二发射波束720-b(发射波束 b_2)以及第三发射波束720-c(发射波束 b_3))。发射波束720可以从网络接入设备705的多个天线子阵列发送,以及由UE 715的多个天线子阵列接收。可以在UE 715处在多个接收波束725上接收发射波束720。当UE 715能够向网络接入设备705指示MIMO兼容的发射波束的一个或多个集合时,在发送发射波束720之前,网络接入设备705可以选择用于执行与UE 715的接收波束细化过程的MIMO兼容的发射波束的集合。接收波束细化过程可以包括在正交时频资源上将所选择的MIMO兼容的发射波束的集合同时从网络接入设备705发送给UE 715。在UE侧,接收波束细化过程可以包括执行(同时)针对UE 715的检测发射波束720中的一个或多个并且连接到UE 715的不同的TXRU的每个天线子阵列的接收波束扫描。接收波束细化过程还可以包括在UE 715处识别与针对第一发射波束720-a的最高接收功率、针对第二发射波束720-b的最高接收功率以及针对第三发射波束720-c的最高接收功率相关联的一个或多个接收波束725。UE 715可以向网络接入设备705指示与针对发射波束720的最高接收功率相关联的接收波束725。

[0111] 图8示出了根据本公开内容的各方面的在其中执行发射波束细化过程的无线通信系统800的例子。无线通信系统800可以包括网络接入设备805(例如,gNB、ANC和/或RH)以及UE 815。无线通信系统800、网络接入设备805和UE 815可以是参照图1-7描述的无线通信系统、网络接入设备和UE的各方面的例子。在一些例子中,网络接入设备805可以是MWB。

[0112] 当UE 815能够向网络接入设备805指示MIMO兼容的发射波束的一个或多个集合时,网络接入设备805可以选择用于执行发射波束细化过程的MIMO兼容的发射波束的集合(例如,第一发射波束820-a(发射波束 b_1)、第二发射波束820-b(发射波束 b_2)、以及第三发射波束820-c(发射波束 b_3))。网络接入设备805可以调度UE 815并行地接收所选择的MIMO兼容的发射波束820的集合,并且UE 815可以将其天线子阵列配置为在一个或多个接收波束825的集合上接收MIMO兼容的发射波束820中的每个波束(以及在一些情况中,在经细化的一个或多个接收波束825的集合上)。如图所示,发射波束820可以从网络接入设备805的多个天线子阵列来发送,以及由UE 815的多个天线子阵列接收。除了发送发射波束820之外,网络接入设备805还可以执行针对发射波束820中的每个发射波束的发射波束扫描,以及UE 815可以在每次发射波束扫描中识别与最高接收功率相关联的发射波束820。UE 815可以向网络接入设备805指示在每次波束扫描中与最高接收功率相关联的发射波束。

[0113] 在图6、7和8的情况下,MIMO兼容的发射波束的一个或多个集合可以替代地被称为可以由UE 615、715或者815在接收波束细化过程或者发射波束细化过程期间同时接收的发射波束的一个或多个集合。

[0114] 在一些例子中,对接收波束和发射波束二者的细化可以通过顺序地执行针对各个候选接收波束的发射波束细化过程,或者顺序地执行针对各个候选发射波束的接收波束细化过程来实现。在任一情况中,网络接入设备可以基于从UE接收的对MIMO兼容的波束的指示,来识别用于执行波束细化过程的多个波束集合。

[0115] 图9示出了根据本公开内容的各方面的、支持UE或者网络接入设备处的无线通信

的装置900的框图。装置900可以是如参照图1-8描述的UE或者网络接入设备的各方面的例子。装置900可以包括天线子阵列910、RF前端920和无线通信管理器930。装置900还可以包括处理器。这些组件中的每个组件可以相互通信。

[0116] 天线子阵列910可以包括用于接收或者发送与各个信道(例如,控制信道、数据信道、广播信道、多播信道、单播信道等)相关联的信号(例如,同步信号或者参考信号)或者信息(例如,控制信息或者用户数据)的天线子阵列。天线子阵列可以能够在RF频谱上接收一个或多个波束。接收的信号和信息可以由RF前端920使用(例如,用于频率/时间跟踪),或者传递给装置900的其它组件(包括无线通信管理器930)。天线子阵列910可以是如参照图2-8、12和15所描述的天线子阵列的各方面的例子。RF前端920可以是如参照图2-8、12和15所描述的RF前端、交换机(或者其它单元)以及TXRU的各方面的例子。

[0117] 无线通信管理器930可以用于管理用于装置900的无线通信的一个或多个方面,以及在某些情况中,可以包括调制解调器(例如,具有如参照图3和4所描述的调制解调器的各方面的调制解调器)。在某些例子中,无线通信管理器930可以是如参照图1、12或者15描述的无线通信管理器的各方面的例子。当装置900被包括在UE中时,无线通信管理器930可以用于识别与用于在天线子阵列910与RF前端920(例如,RF前端920的TXRU)之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合,以及将对所识别的多个波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。当装置900被包括在网络接入设备中时,无线通信管理器930可以用于从UE接收对与用于在UE的天线子阵列与TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合的指示,以及从多个波束的一个或多个集合中选择要用于与UE进行通信的多个波束的集合。

[0118] 图10示出了根据本公开内容的各方面的、支持UE处的无线通信的装置1000的框图。装置1000可以是如参照图1-9描述的UE或者装置的各方面的例子。装置1000可以包括天线子阵列1010、RF前端1020和无线通信管理器1030。装置1000还可以包括处理器。这些组件中的每个组件可以相互通信。

[0119] 天线子阵列1010可以包括用于接收或者发送与各个信道(例如,控制信道、数据信道、广播信道、多播信道、单播信道等)相关联的信号(例如,同步信号或者参考信号)或者信息(例如,控制信息或者用户数据)的天线子阵列。天线子阵列1010可以能够在RF频谱上接收或者发送一个或多个波束。接收的信号和信息可以由RF前端1020使用(例如,用于频率/时间跟踪),或者传递给装置1000的其它组件(包括无线通信管理器1030)。天线子阵列1010可以是如参照图2-9和12所描述的天线子阵列的各方面的例子。RF前端1020可以是如参照图2-9和12所描述的RF前端、交换机(或者其它单元)以及TXRU的各方面的例子。

[0120] 无线通信管理器1030可以用于管理用于装置1000的无线通信的一个或多个方面,以及在某些情况中,可以包括调制解调器(例如,具有如参照图3和4所描述的调制解调器的各方面的调制解调器)。在某些例子中,无线通信管理器1030可以是如参照图1、9或者12描述的无线通信管理器的各方面的例子。无线通信管理器1030可以包括波束训练序列接收管理器1035、兼容的多波束识别器1040和兼容的多波束指示管理器1045。

[0121] 波束训练序列接收管理器1035可以用于接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列,如参照图3和4所描述的。

[0122] 兼容的多波束识别器1040可以用于识别与用于在装置1000的天线子阵列1010与

装置1000的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合,如参照图3和4所描述的。可以至少部分地基于由波束训练序列接收管理器1035接收的波束训练序列,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合或者其组合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于装置1000的RF架构、MIMO传输模式、用于多个发射波束的信号强度或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,至少部分地基于装置1000的RF架构来识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于用于在装置1000的天线子阵列1010与装置1000的TXRU之间路由信号的替代配置、装置1000在模拟域中合并波束的第一能力、装置1000在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。

[0123] 兼容的多波束指示管理器1045可以用于将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备,如参照图3和4所描述的。在一些例子中,对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以至少包括:对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的第一指示、或者对与用于在装置1000的天线子阵列1010与装置1000的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个发射波束的一个或多个集合的第二指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言装置1000的可用于接收该发射波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言可用于接收该发射波束的、装置1000的一个或多个TXRU的集合以及与装置1000的相关联的路由配置参数的第四指示、或者其组合。在一些例子中,发送对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以包括:在与和与多个发射波束相关联的一个或多个频率相比较低的频率相关联的信道上,将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。

[0124] 图11示出了根据本公开内容的各方面的无线通信管理器1120的框图。无线通信管理器1120可以是如参照图1、9、10或者12描述的无线通信管理器的各方面的例子,并且可以被包括在UE(例如,如参照图1-8和12所描述的UE中的一个)中。

[0125] 无线通信管理器1120可以包括波束训练序列接收管理器1135、可选的可用波束识别器1150、兼容的多波束识别器1140、可选的可用波束指示管理器1155、兼容的多波束指示管理器1145、可选的MIMO通信管理器1160、以及可选的波束细化管理器1165。这些组件中的每个组件可以直接地或者间接地相互通信(例如,经由一个或多个总线)。

[0126] 波束训练序列接收管理器1135、兼容的多波束识别器1140、以及兼容的多波束指示管理器1145可以是如参照图10所描述的波束训练序列接收管理器1035、兼容的多波束识别器1040、以及兼容的多波束指示管理器1045的各方面的例子。

[0127] 可用波束识别器1150可以用于至少部分地基于由波束训练序列接收管理器1135接收的波束训练序列的多个发射波束,来识别可用于网络接入设备与包括无线通信管理器1120的装置之间的通信的一个或多个发射波束,如参照图2所描述的。

[0128] 可用波束指示管理器1155可以用于将对所识别的可用于网络接入设备与包括无线通信管理器1120的装置之间的通信的一个或多个发射波束的集合的指示发送给网络接入设备,如参照图2所描述的。

[0129] MIMO通信管理器1160可以用于至少部分地基于由对多个发射波束的一个或多个集合的指示所标识的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与网络接入设备进行通信,如参照图3和4所描述的。

[0130] 波束细化管理器1165可以用于将对于执行波束细化过程的请求发送给网络接入设备,如参照图6-8所描述的。波束细化管理器1165还可以用于至少部分地基于由多个发射波束的一个或多个集合的指示所标识的多个发射波束的集合,来执行与网络接入设备的波束细化过程,如参照图6-8所描述的。

[0131] 图12示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统1200的图。无线通信系统1200可以包括UE 1215,其可以是如参照图1-10描述的UE或者装置的各方面的例子。

[0132] UE 1215可以包括无线通信管理器1230、存储器1250、处理器1240、RF前端1220和天线子阵列1210。这些组件中的每个组件可以直接地或者间接地相互通信(例如,经由一个或多个总线)。天线子阵列1210可以是如参照图2-10所描述的天线子阵列的各方面的例子。RF前端1220可以是参照图2-10所描述的RF前端、交换机(或者其它单元)以及TXRU的各方面的例子。无线通信管理器1230可以是如参照图1和9-11描述的无线通信管理器的各方面的例子。

[0133] 存储器1250可以包括随机存取存储器(RAM)或者只读存储器(ROM)。存储器1250可以存储计算机可读、计算机可执行软件1255,其包括在被执行时使得处理器1240执行本文描述的各种功能(例如,接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列,至少部分地基于所接收的波束训练序列来识别与用于在UE 1215的天线子阵列1210与TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合,以及将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备等)的指令。在一些情况中,软件1255可以不是处理器1240可直接执行的,而是可以使得处理器1240(例如,当被编译和被执行时)执行本文所描述的功能。处理器1240可以包括智能硬件设备(例如,中央处理单元(CPU)、微控制器、专用集成电路(ASIC)等)。

[0134] 如本文描述的,RF前端1220可以被配置用于经由一个或多个天线子阵列或者有线链路与一个或多个网络的双向通信。例如,RF前端1220可以被配置用于与基站1205或者另一UE 1215-a的双向通信。无线通信管理器1230可以包括调制解调器,其调制分组以及经由RF前端1220将经调制的分组提供给天线子阵列1210以进行传输,以及解调经由RF前端1220从天线子阵列1210接收的分组。

[0135] 图13示出了根据本公开内容的各方面的、支持网络接入设备处的无线通信的装置1300的框图。装置1300可以是如参照图1-9描述的网络接入设备或者装置的各方面的例子。装置1300可以包括天线子阵列1310、RF前端1320和无线通信管理器1330。装置1300还可以包括处理器。这些组件中的每个组件可以相互通信。

[0136] 天线子阵列1310可以包括用于接收或者发送与各个信道(例如,控制信道、数据信道、广播信道、多播信道、单播信道等)相关联的信号(例如,同步信号或者参考信号)或者信息(例如,控制信息或者用户数据)的天线子阵列。天线子阵列1310可以能够在RF频谱上接收或者发送一个或多个波束。接收的信号和信息可以由RF前端1320使用(例如,用于频率/时间跟踪),或者传递给装置1300的其它组件(包括无线通信管理器1330)。天线子阵列1310可以是如参照图2-9和15所描述的天线子阵列的各方面的例子。RF前端1320可以是如参照

图2-9、15所描述的RF前端、交换机(或者其它单元)以及TXRU的各方面的例子。

[0137] 无线通信管理器1330可以用于管理用于装置1300的无线通信的一个或多个方面,以及在一些情况中,可以包括调制解调器。在一些例子中,无线通信管理器1330可以是如参照图1、9或者15描述的无线通信管理器的各方面的例子。无线通信管理器1330可以包括波束训练序列发送管理器1335、兼容的多波束管理器1340和兼容的多波束选择管理器1345。

[0138] 波束训练序列发送管理器1335可以用于在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE,如参照图3和4所描述的。

[0139] 兼容的多波束管理器1340可以用于从UE接收对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合的指示,如参照图3和4所描述的。

[0140] 兼容的多波束选择管理器1345可以用于至少部分地基于所接收的指示,来选择多个发射波束的一个或多个集合中的要用于与UE进行通信的多个发射波束的集合,如参照图3、4和6-8所描述的。

[0141] 图14示出了根据本公开内容的各方面的无线通信管理器1430的框图。无线通信管理器1430可以是如参照图1、9、13或者15描述的无线通信管理器的各方面的例子,并且可以被包括在网络接入设备(例如,如参照图1-8和15所描述的网络接入设备中的一个)中。

[0142] 无线通信管理器1430可以包括波束训练序列发送管理器1435、可选的可用波束管理器1450、兼容的多波束管理器1440、可选的可用波束选择管理器1455、兼容的多波束选择管理器1445、可选的MIMO通信管理器1460、以及可选的波束细化管理器1465。这些组件中的每个组件可以直接地或者间接地相互通信(例如,经由一个或多个总线)。

[0143] 波束训练序列发送管理器1435、兼容的多波束管理器1440、以及兼容的多波束选择管理器1445可以是如参照图13所描述的波束训练序列发送管理器1335、兼容的多波束管理器1340、以及兼容的多波束选择管理器1345的各方面的例子。

[0144] 可用波束管理器1450可以用于从UE接收对可用于包括无线通信管理器1430的网络接入设备与UE之间的通信的一个或多个发射波束的指示,如参照图2所描述的。

[0145] 可用波束选择管理器1455可以用于至少部分地基于所接收的对可用于在包括无线通信管理器1430的网络接入设备与UE之间的通信的一个或多个发射波束的指示,来选择要用于与UE进行通信的至少一个发射波束,如参照图2所描述的。

[0146] MIMO通信管理器1460可以用于至少部分地基于所选择的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与UE进行通信,如参照图3和4所描述的。

[0147] 波束细化管理器1465可以用于至少部分地基于所选择的多个发射波束的集合,执行与UE的波束细化过程,如参照图6-8所描述的。

[0148] 图15示出了根据本公开内容的各方面的无线通信系统1500的图。无线通信系统1500可以包括网络接入设备1505,其可以是如参照图1-9和13描述的网络接入设备或者装置的各方面的例子。网络接入设备1505可以包括用于与UE的双向通信的组件,其包括用于发送通信的组件以及用于接收通信的组件。

[0149] 网络接入设备1505可以包括无线通信管理器1530、存储器1550、处理器1540、RF前端1520、天线子阵列1510、网络接入设备通信管理器1570、以及网络通信管理器1560。这些组件中的每个组件可以直接地或者间接地相互通信(例如,经由一个或多个总线)。天线子

阵列1510可以是如参照图2-9和13所描述的天线子阵列的各方面的例子。RF前端1520可以是如参照图13所描述的RF前端的各方面的例子。无线通信管理器1530可以是如参照图1、9、13和14描述的无线通信管理器的各方面的例子。

[0150] 存储器1550可以包括RAM或者ROM。存储器1550可以存储计算机可读、计算机可执行软件1555,其包括在被执行时使得处理器1540执行本文描述的各种功能(例如,在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE,从UE接收对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合的指示,以及至少部分地基于所接收的指示,来选择多个发射波束的一个或多个集合中的要用于与UE进行通信的多个发射波束的集合等)的指令。在一些情况中,软件1555可以不是处理器1540可直接执行的,而是可以使得处理器1540(例如,当被编译和被执行时)执行本文所描述的功能。处理器1540可以包括智能硬件设备(例如,CPU、微控制器、ASIC等)。

[0151] 如本文描述的,RF前端1520可以被配置用于经由一个或多个天线子阵列或者有线链路与一个或多个网络的双向通信。例如,RF前端1520可以被配置用于与UE 1515或者UE 1515-a的双向通信。无线通信管理器1530可以包括调制解调器,其调制分组以及经由RF前端1520将经调制的分组提供给天线子阵列1510以进行传输,以及解调经由RF前端1520从天线子阵列1510接收的分组。

[0152] 网络接入设备通信管理器1570可以管理与其它网络接入设备(例如,网络接入设备1505-a或者1505-b)的通信。在一些例子中,网络接入设备通信管理器1570可以提供X2接口,以提供网络接入设备1505之间的通信。

[0153] 网络通信管理器1560可以管理与核心网络1565的通信(例如,经由一个或多个有线或者无线链路)。例如,网络通信管理器1560可以管理在UE 115与核心网络1565之间的数据的传送。

[0154] 图16是示出根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法1600的流程图。方法1600的操作可以由如参照图1、3、4和6-12所描述的UE或者其组件来执行。在一些例子中,方法1600的操作可以由如参照图1和9-12所描述的无线通信管理器来执行。在一些例子中,UE可以执行代码集,以控制该UE的功能单元执行以下所描述的功能。另外或者替代地,UE可以使用专用硬件来执行以下所描述的功能的各方面。

[0155] 在框1605处,UE可以接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1605的操作可以使用如参照图10和11所描述的波束训练序列接收管理器来执行。

[0156] 在框1610处,UE可以识别与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合,如参照图3和4所描述的。可以至少部分地基于在框1605处接收的波束训练序列,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合或者其组合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于UE的RF架构、MIMO传输模式、用于多个发射波束的信号强度或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,至少部分地基于UE的RF架构来识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于用于在UE

的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的替代配置、UE在模拟域中合并波束的第一能力、UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在某些例子中,框1610的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束识别器来执行。

[0157] 在框1615处,UE可以将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备,如参照图3和4所描述的。在一些例子中,对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以至少包括:对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的第一指示、或者对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个发射波束的一个或多个集合的第二指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言UE的可用于接收该波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示、或者对针对多个波束中的每个接收的波束而言可用于接收该波束的、UE的一个或多个TXRU的集合以及UE的相关联的路由配置参数的第四指示、或者其组合。在一些例子中,发送对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以包括:在与和与多个发射波束相关联的一个或多个频率相比较低的频率相关联的信道上,将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。在某些例子中,框1615的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束指示管理器来执行。

[0158] 在框1620处,UE可以可选地至少部分地基于由对多个发射波束的一个或多个集合的指示所标识的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与网络接入设备进行通信,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1620的操作可以使用如参照图11所描述的MIMO通信管理器来执行。

[0159] 图17示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法1700的流程图。方法1700的操作可以由如参照图1、3、4和6-12所描述的UE或者其组件来执行。在一些例子中,方法1700的操作可以由如参照图1和9-12所描述的无线通信管理器来执行。在一些例子中,UE可以执行代码集,以控制该UE的功能单元执行以下所描述的功能。另外或者替代地,UE可以使用专用硬件来执行以下所描述的功能的各方面。

[0160] 在框1705处,UE可以接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1705的操作可以使用如参照图10和11所描述的波束训练序列接收管理器来执行。

[0161] 在框1710处,UE可以识别与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合,如参照图3和4所描述的。可以至少部分地基于在框1705处接收的波束训练序列,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合或者其组合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于UE的RF架构、MIMO传输模式、用于多个发射波束的信号强度或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,至少部分地基于UE的RF架构来识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的替代配置、UE在模拟域中合并波束的第一能力、UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。

在某些例子中,框1710的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束识别器来执行。

[0162] 在框1715处,UE可以将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备,如参照图3和4所描述的。在一些例子中,对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以至少包括:对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的第一指示、或者对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个发射波束的一个或多个集合的第二指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言UE的可用于接收该波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言可用于接收该波束的、UE的一个或多个TXRU的集合以及UE的相关联的路由配置参数的第四指示、或者其组合。在一些例子中,发送对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以包括:在与和与多个发射波束相关联的一个或多个频率相比较低的频率相关联的信道上,将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。在某些例子中,框1715的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束指示管理器来执行。

[0163] 在框1720处,UE可以可选地将对于执行波束细化过程的请求发送给网络接入设备,如参照图6-8所描述的。在某些例子中,框1720的操作可以使用如参照图11所描述的波束细化管理器来执行。

[0164] 在框1725处,UE可以可选地至少部分地基于由对多个波束的一个或多个集合的指示所标识的多个发射波束的集合,来执行与网络接入设备的波束细化过程,如参照图6-8所描述的。在某些例子中,框1725的操作可以使用如参照图11所描述的波束细化管理器来执行。

[0165] 图18示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于UE处的无线通信的方法1800的流程图。方法1800的操作可以由如参照图1、3、4和6-12所描述的UE或者其组件来执行。在一些例子中,方法1800的操作可以由如参照图1和9-12所描述的无线通信管理器来执行。在一些例子中,UE可以执行代码集,以控制该UE的功能单元执行以下所描述的功能。另外或者替代地,UE可以使用专用硬件来执行以下所描述的功能的各方面。

[0166] 在框1805处,UE可以接收由网络接入设备在多个发射波束上发送的波束训练序列,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1805的操作可以使用如参照图10和11所描述的波束训练序列接收管理器来执行。

[0167] 框1810,UE可以至少部分地基于在1805处接收的波束训练序列的多个发射波束,来识别可用于网络接入设备与UE之间的通信的一个或多个发射波束,如参照图2所描述的。在某些例子中,框1810的操作可以使用如参照图11所描述的可用波束识别器来执行。

[0168] 在框1815处,UE可以识别与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个波束的一个或多个集合,如参照图3和4所描述的。可以至少部分地基于在框1805处接收的波束训练序列,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于所接收的波束训练序列,来识别可用于提供RF通信复用的多个发射波束的第一集合、可用于提供RF通信分集的多个发射波束的第二集合或者其组合。在一些例子中,识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于UE的RF架构、MIMO传输模式、用于多个发射波束的信号强

度或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在一些例子中,至少部分地基于UE的RF架构来识别多个发射波束的一个或多个集合可以包括:至少部分地基于用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的替代配置、UE在模拟域中合并波束的第一能力、UE在数字域中合并波束的第二能力或者其组合,来识别多个发射波束的一个或多个集合。在某些例子中,框1815的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束识别器来执行。

[0169] 在框1820处,UE可以将对所识别的可用于网络接入设备与UE之间的通信的一个或多个发射波束的集合的指示发送给网络接入设备,如参照图2所描述的。在某些例子中,框1820的操作可以使用如参照图11所描述的可用波束指示管理器来执行。

[0170] 在框1825处,UE可以将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备,如参照图3和4所描述的。在一些例子中,对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以至少包括:对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的第一指示、或者对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的任何配置不兼容的多个发射波束的一个或多个集合的第二指示、或者对针对多个发射波束中的每个接收的波束而言UE的可用于接收该波束的一个或多个TXRU的集合的第三指示、或者对针对多个波束中的每个接收的波束而言可用于接收该波束的、UE的一个或多个TXRU的集合以及UE的相关联的路由配置参数的第四指示、或者其组合。在一些例子中,发送对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示可以包括:在与和与多个发射波束相关联的一个或多个频率相比较低的频率相关联的信道上,将对所识别的多个发射波束的一个或多个集合的指示发送给网络接入设备。在某些例子中,框1825的操作可以使用如参照图10和11所描述的兼容的多波束指示管理器来执行。

[0171] 图19示出了描绘根据本公开内容的各方面的用于网络接入设备处的无线通信的方法1900的流程图。方法1900的操作可以由如参照图1、3、4、6-9和13-15所描述的网络接入设备或者其组件来执行。在一些例子中,方法1900的操作可以由如参照图1、9和13-15所描述的无线通信管理器来执行。在一些例子中,网络接入设备可以执行代码集,以控制该网络接入设备的功能单元执行以下所描述的功能。另外或者替代地,网络接入设备可以使用专用硬件来执行以下所描述的功能的各方面。

[0172] 在框1905处,网络接入设备可以在多个发射波束上将波束训练序列发送给UE,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1905的操作可以使用如参照图13和14所描述的波束训练序列发送管理器来执行。

[0173] 在框1910处,网络接入设备可以从UE接收对与用于在UE的天线子阵列与UE的TXRU之间路由信号的至少一种配置相兼容的多个发射波束的一个或多个集合的指示,如参照图3和4所描述的。在某些例子中,框1910的操作可以使用如参照图13和14所描述的兼容的多波束管理器来执行。

[0174] 在框1915处,网络接入设备可以至少部分地基于所接收的指示,来选择多个发射波束的一个或多个集合中的要用于与UE进行通信的多个发射波束的集合,如参照图3、4和6-8所描述的。在某些例子中,框1915的操作可以使用如参照图13和14所描述的兼容的多波束选择管理器来执行。

[0175] 在框1920或者1925处,网络接入设备可以可选地至少部分地基于所选择的多个发射波束的集合,使用MIMO传输与UE进行通信(在框1920处),或者至少部分地基于所选择的

多个发射波束的集合,执行与UE的波束细化过程(在框1925处),如参照图3-4和6-8所描述的。在某些例子中,框1920的操作可以使用如参照图14所描述的MIMO通信管理器来执行,或者框1925的操作可以使用如参照图14所描述的波束细化管理器来执行。

[0176] 以上描述的方法示出在本公开内容中描述的技术的可能实现。在一些例子中,可以对来自参照图16、17和18所描述的方法1600、1700和/或1800中的两种或更多种方法中的各方面进行组合。在一些例子中,这些方法的操作可以以不同的次序来执行或者包括不同的操作。在一些例子中,这些方法中的一种方法的各方面可以包括其它方法中的一种或多种方法的步骤或者方面或者本文描述的其它步骤或者技术。

[0177] 本文描述的技术可以用于各种无线通信系统,例如,CDMA、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交频分多址(OFDMA)、SC-FDMA和其它系统。术语“系统”和“网络”经常可互换地使用。CDMA系统可以实现诸如CDMA2000、UTRA等的无线电技术。CDMA2000涵盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。IS-2000版本0和A可以被称为CDMA2000 1X、1X等。IS-856(TIA-856)可以被称为CDMA2000 1xEV-DO、高速分组数据(HRPD)等。UTRA包括宽带CDMA(WCDMA)和CDMA的其它变型。TDMA系统可以实现诸如全球移动通信系统(GSM)之类的无线电技术。OFDMA系统可以实现诸如以下各项的无线电技术:超移动宽带(UMB)、E-UTRA、电气与电子工程师协会(IEEE)802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、闪速OFDMTM等。UTRA和E-UTRA是通用移动通信系统(UMTS)的部分。3GPP LTE和LTE-A是UMTS的使用E-UTRA的新版本。在来自名为3GPP的组织文档中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A和GSM。在来自名为“第三代合作伙伴计划2”(3GPP2)的组织文档中描述了CDMA2000和UMB。本文中描述的技术可以用于上文提到的系统和无线电技术以及其它系统和无线电技术,其包括非许可或者共享带宽上的蜂窝(例如,LTE)通信。然而,上面的描述出于示例的目的描述了LTE/LTE-A系统,并且在以上大部分描述中使用了LTE术语,虽然这些技术适用于LTE/LTE-A应用之外的情况。

[0178] 以上结合附图阐述的详细描述对例子进行了描述,而并不表示可以实现或者在权利要求的范围内的所有例子。当在该描述中使用术语“例子”和“示例性”意指“用作例子、实例或说明”,而不是“优选的”或“相对于其它例子有优势”。为了提供对所描述的技术的理解,详细描述包括特定细节。然而,可以在不使用这些特定细节的情况下实施这些技术。在一些实例中,为了避免模糊所描述的例子概念,以框图形式示出了公知的结构和装置。

[0179] 可以使用各种不同的技术和方法中的任何一种来表示信息和信号。例如,可能贯穿上面的描述提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子、或者其任意组合来表示。

[0180] 可以使用被设计为执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、ASIC、现场可编程门阵列(FPGA)或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑、分立硬件组件或者其任意组合,实现或者执行结合本文的公开内容所描述的各个说明性的框和组件。通用处理器可以是微处理器,但是在替代方案中,该处理器可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器还可以实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器结合DSP核、或者任何其它这种配置。

[0181] 可以用硬件、由处理器执行的软件、固件或者其任何组合来实现本文中所描述的功能。如果用由处理器执行的软件来实现,则这些功能可以在计算机可读介质上,或者作为

计算机可读介质上的一条或多条指令或代码进行传输。其它例子和实现在本公开内容和所附权利要求的范围和精神内。例如,由于软件的性质,可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬接线、或者这些项中的任意项的组合来实现上述的功能。实现功能的特征可以在物理上位于各个位置处,包括被分布为使得在不同的物理位置处实现功能的各部分。如本文中所使用的(包括在权利要求中),术语“和/或”在两个或更多个项目的列表中使用,意指可以单独使用所列出的项目中的任何一个,或者可以使用所列出的项目中的两个或更多个项目的任意组合。例如,如果组成被描述为包含组成部分A、B和/或C,则该组成可以包含:仅A;仅B;仅C;A和B的组合;A和C的组合;B和C的组合;或者A、B和C的组合。此外,如本文中所使用的(包括在权利要求中),如项目列表中所使用的“或”(例如,以诸如“……中的至少一个”或“……中的一个或多个”之类的短语结束的项目列表)指示包含性列表,使得例如指代项目列表中“的至少一个”的短指代那些项目的任意组合(包括单个成员)。作为一个例子,“A、B或C中的至少一个”旨在涵盖A、B、C、A-B、A-C、B-C和A-B-C、以及与多个相同元素的任意组合(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以及C-C-C或者A、B和C中的任何其它排列)。

[0182] 如本文中所使用的,短语“基于”不应当被解释为对封闭的条件集合的提及。例如,在不脱离本公开内容的范围的情况下,被描述为“基于条件A”的示例性特征可以基于条件A和条件B二者。换言之,如本文中所使用的,短语“基于”应当以与短语“至少部分地基于”类似的方式进行解释。

[0183] 计算机可读介质包括非暂时性计算机存储介质和通信介质二者,通信介质包括促进将计算机程序从一个地方传输到另一个地方的任何介质。非暂时性存储介质可以是能够由通用计算机或专用计算机访问的任何可用介质。通过举例而非限制的方式,非暂时性计算机可读介质可以包括RAM、ROM、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、压缩光盘(CD)ROM或其它光盘存储、磁盘存储或者其它磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码单元并且能够由通用或专用计算机或者通用或专用处理器进行访问的任何其它非暂时性介质。另外,任何连接被适当地称为计算机可读介质。例如,如果利用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线(DSL)或无线技术(例如,红外线、无线电和微波)从网站、服务器或其它远程源发送软件,则同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或无线技术(例如,红外、无线电和微波)被包括在介质的定义中。如本文中所使用的,磁盘(disk)和光盘(disc)包括CD、激光光盘、光盘、数字多功能光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘则用激光来光学地复制数据。上述各项的组合也包括在计算机可读介质的范围之内。

[0184] 为了使本领域技术人员能够实现或使用本公开内容,提供了对本公开内容的先前描述。对于本领域技术人员而言,对本公开内容的各种修改将是容易显而易见的,并且在不脱离本公开内容的范围的情况下,本文中定义的总体原理可以适用于其它变型。因此,本公开内容并不限于本文中所描述的例子和设计,而是被赋予与本文中所公开的原理和新技术相一致的最广范围。

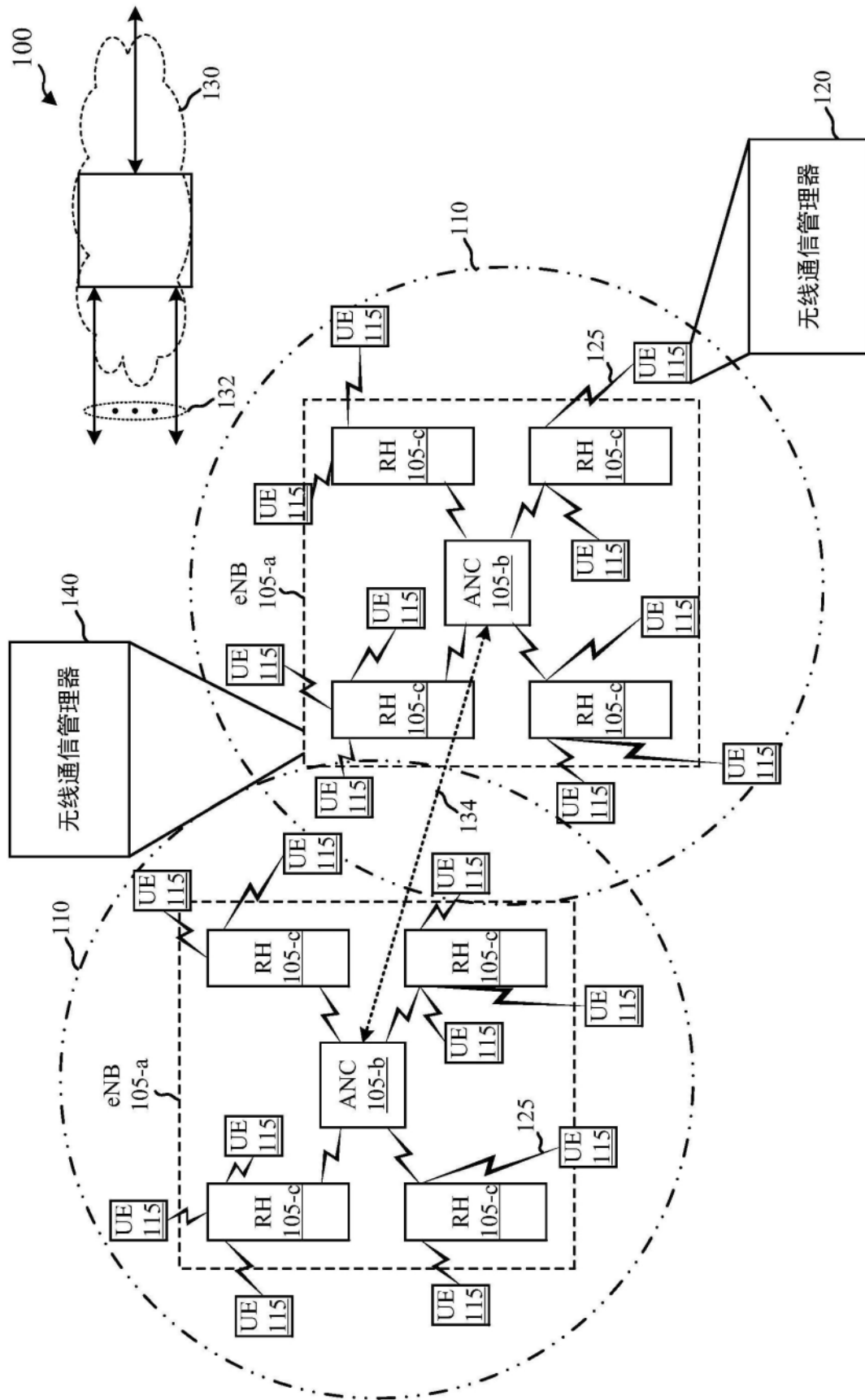


图1

200

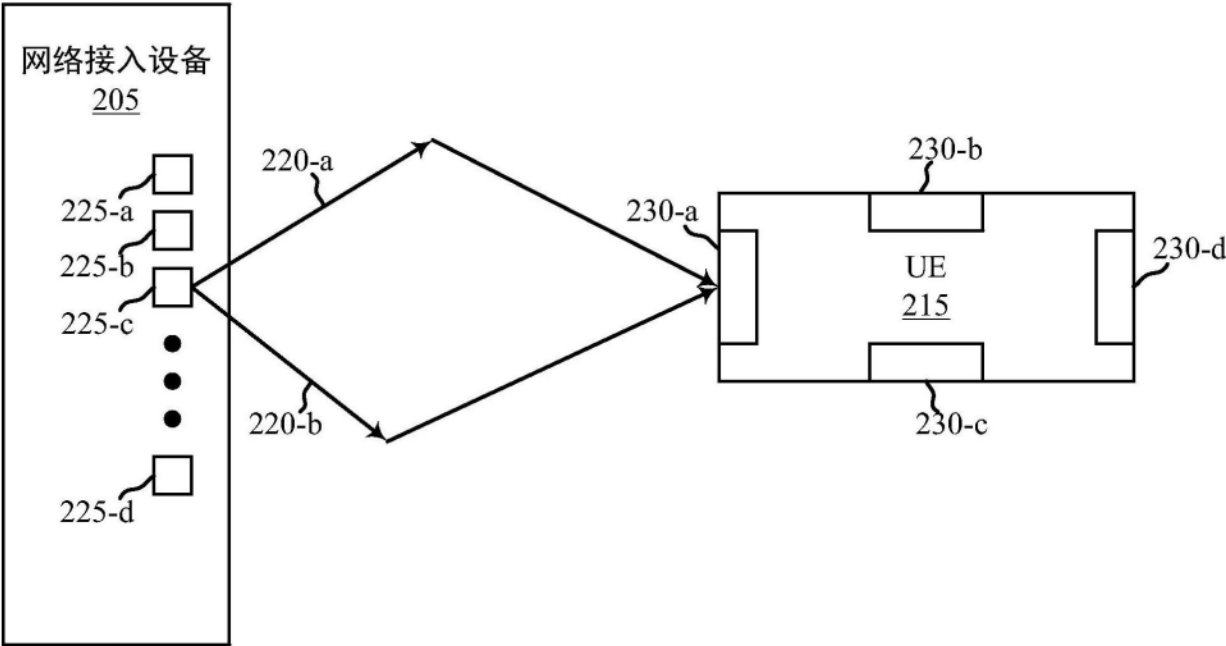


图2

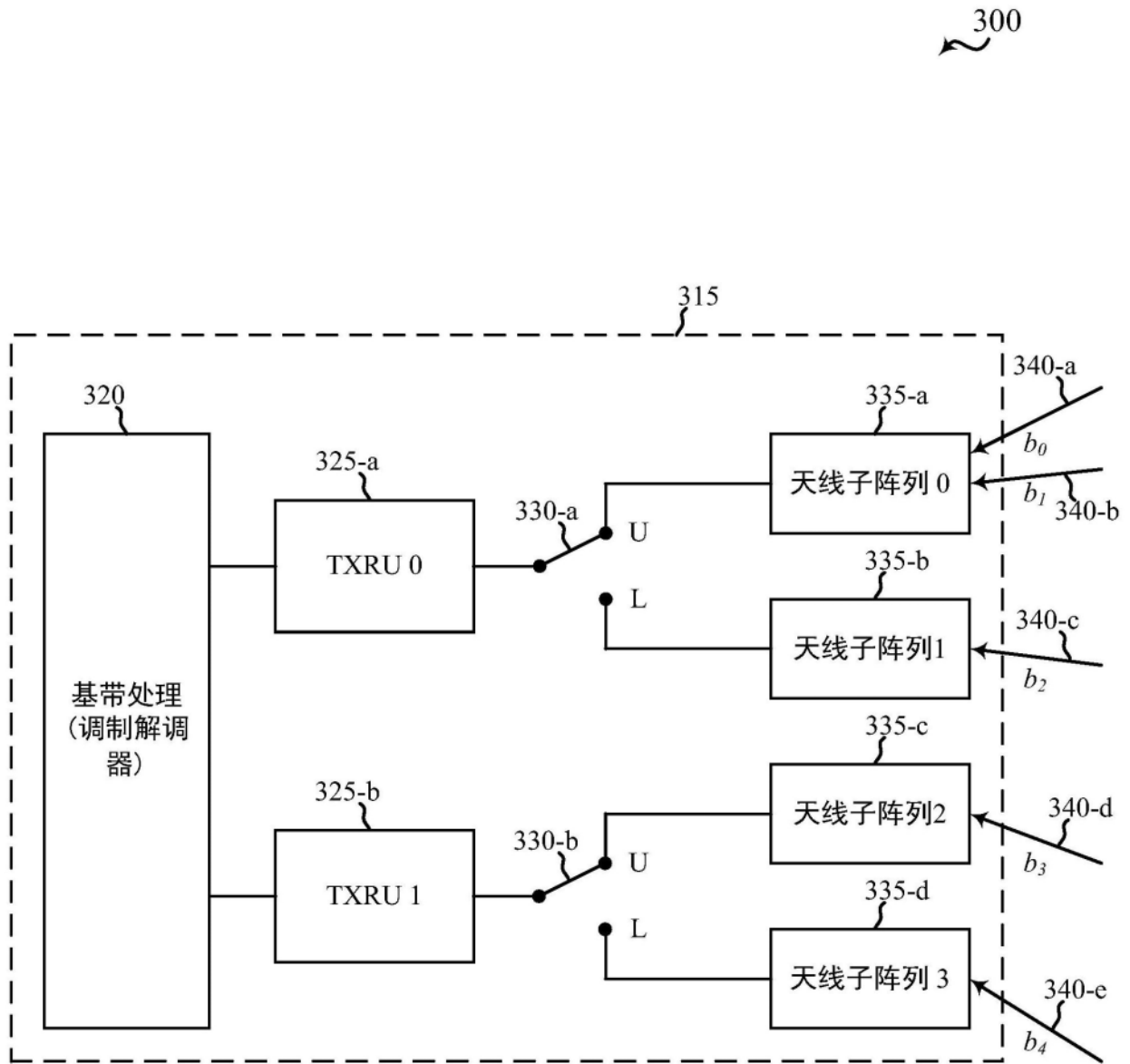


图3

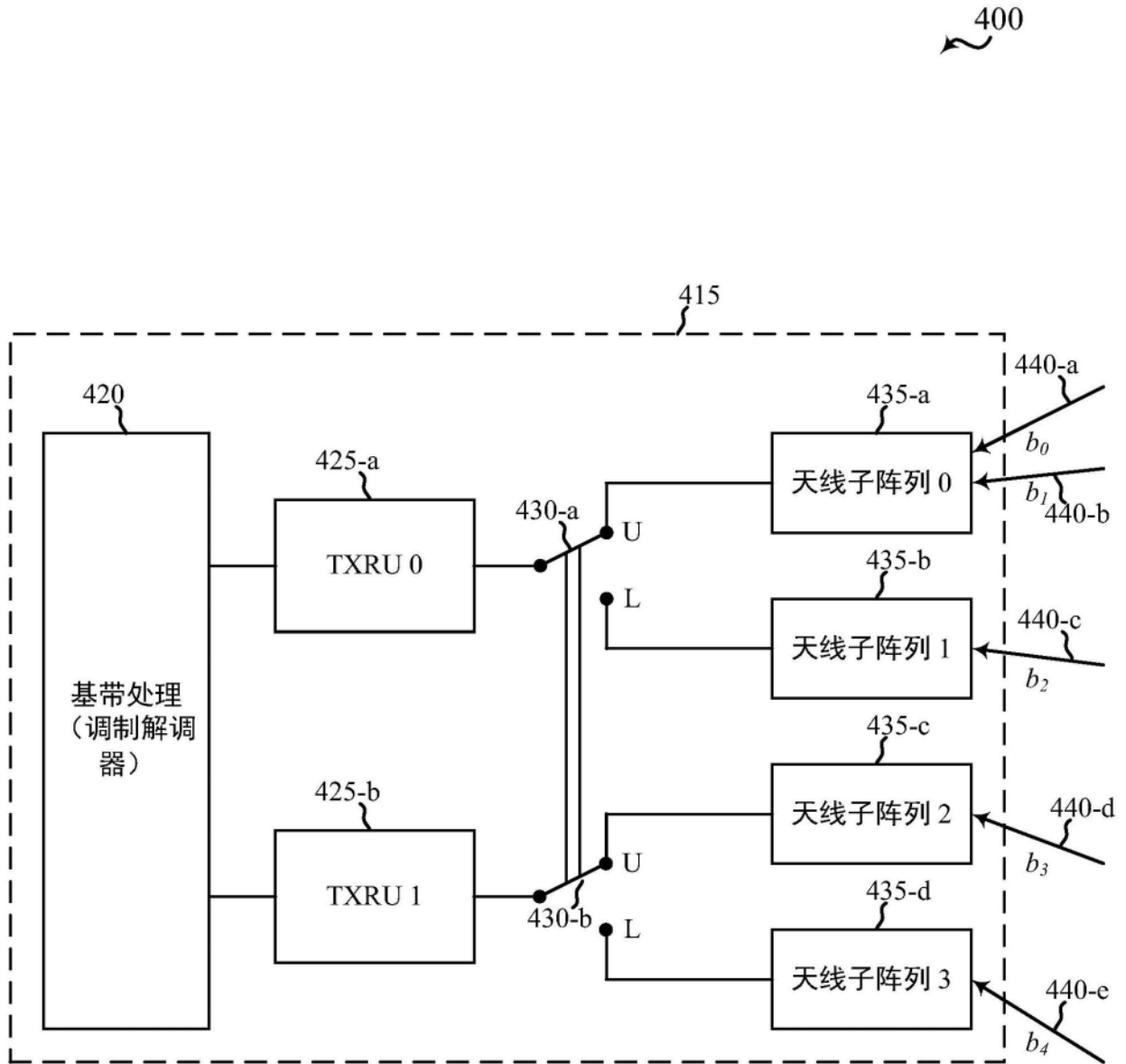


图4

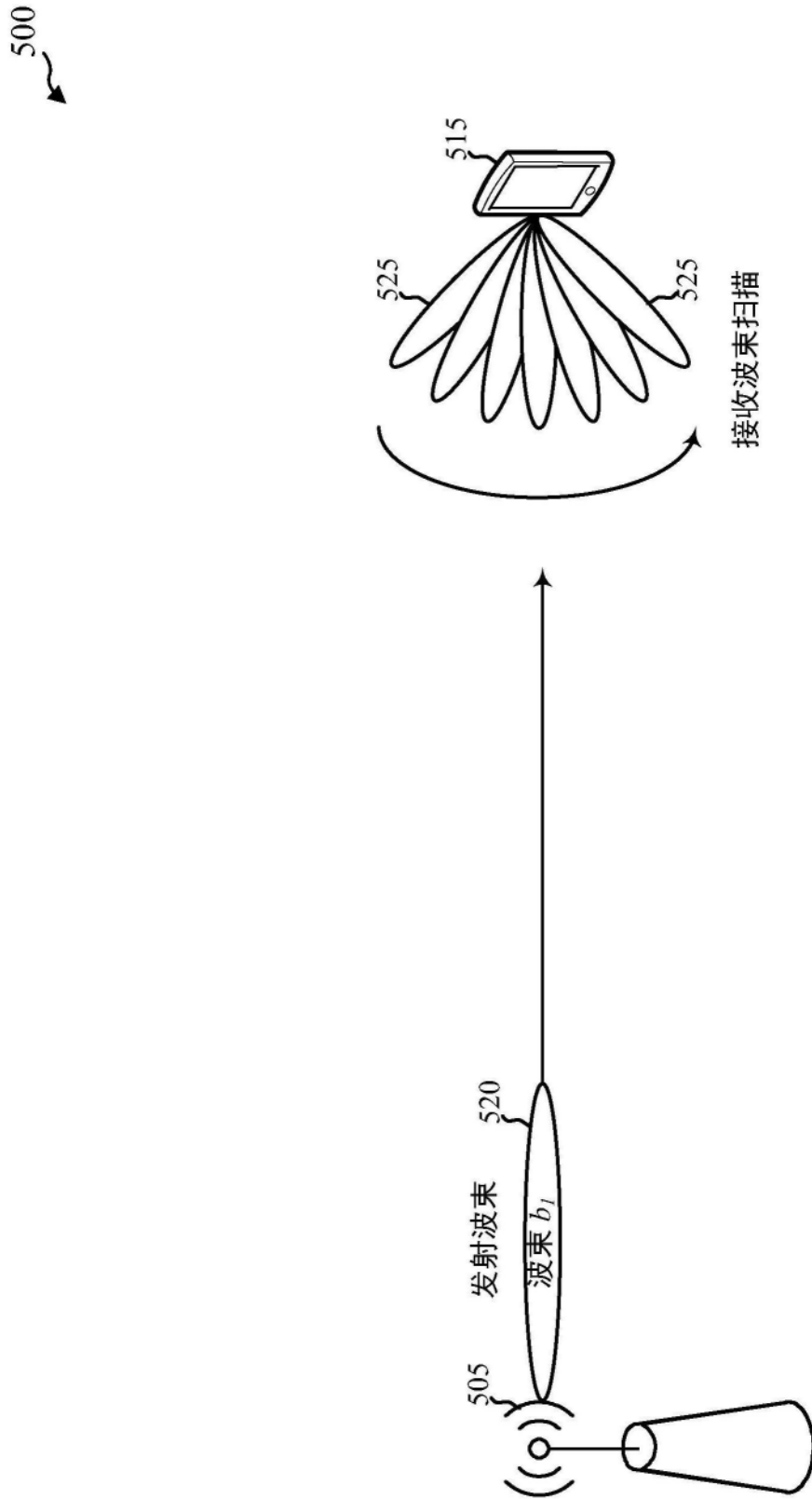


图5

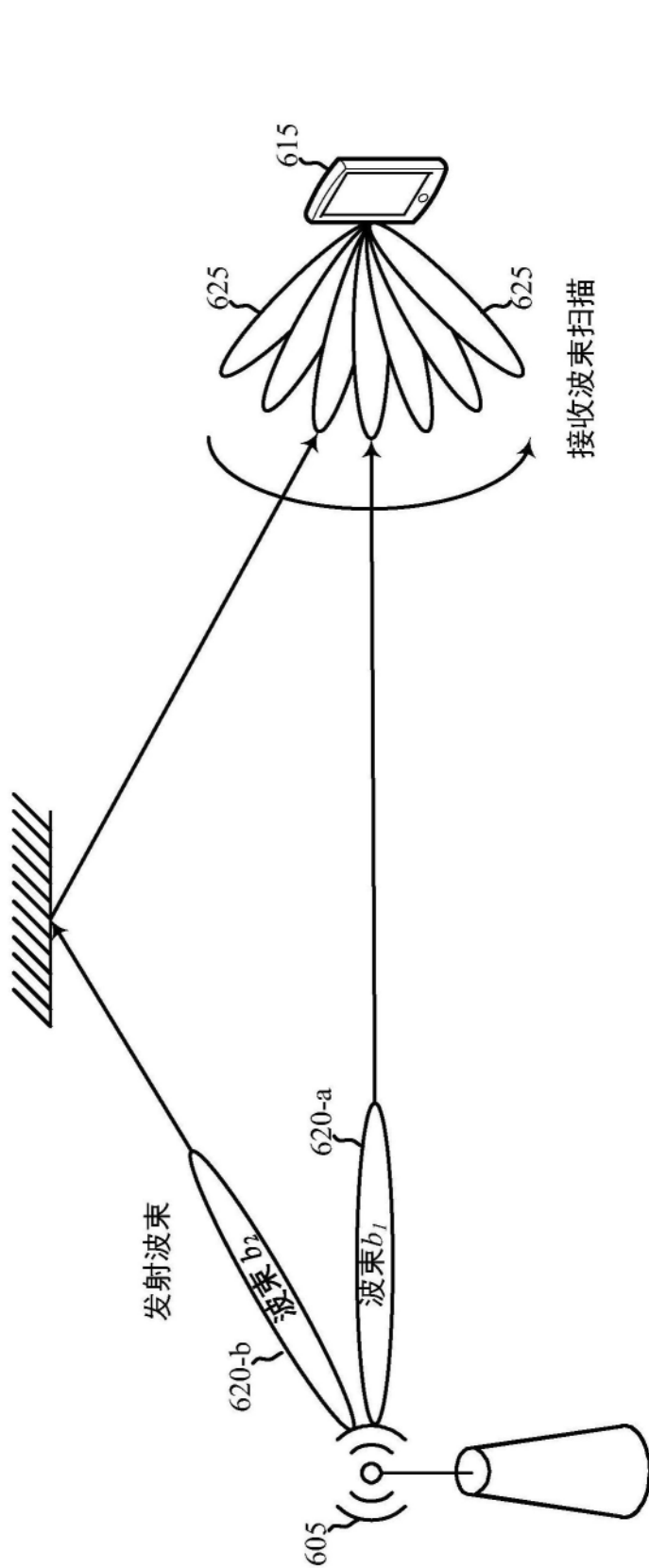


图6

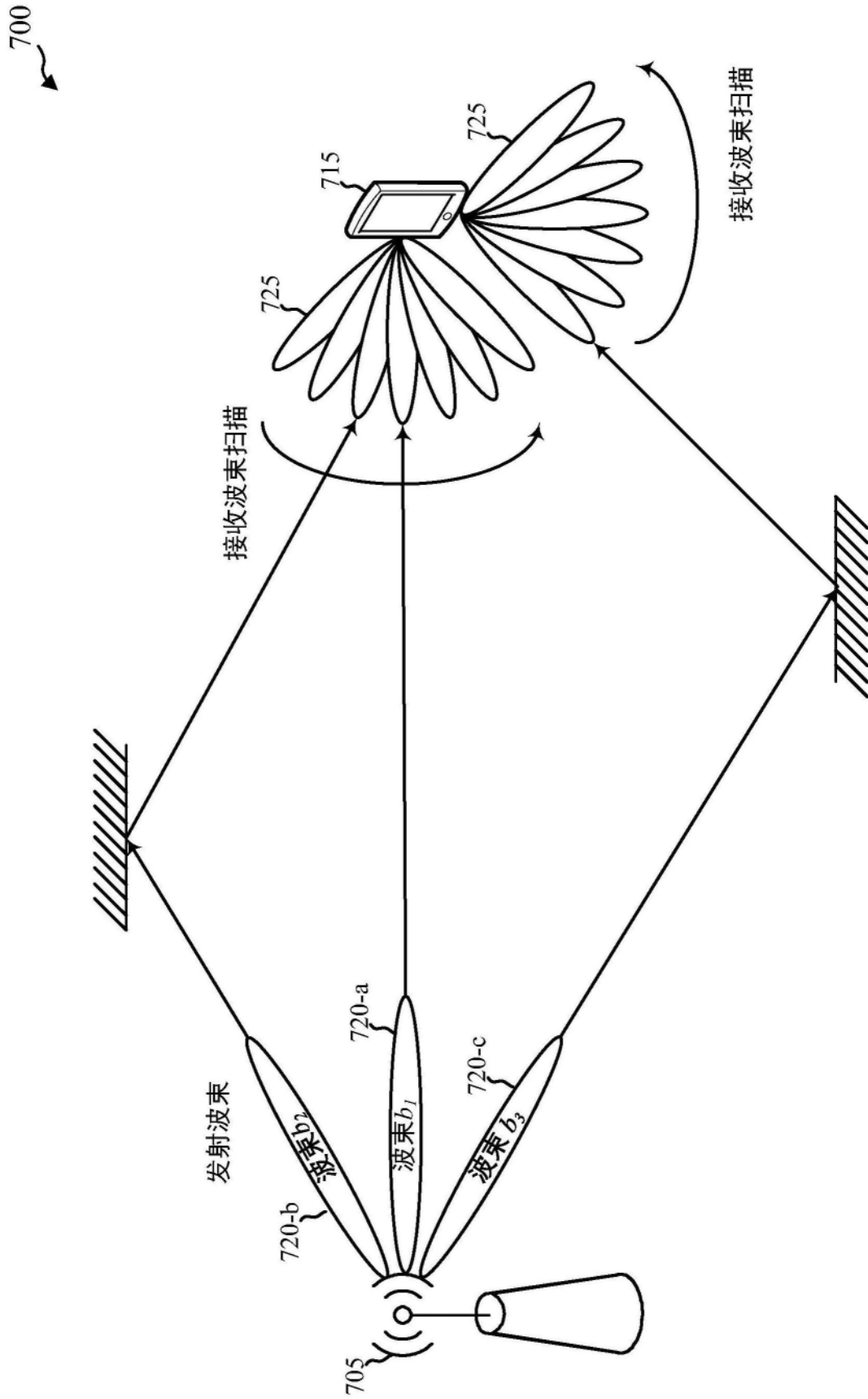


图7

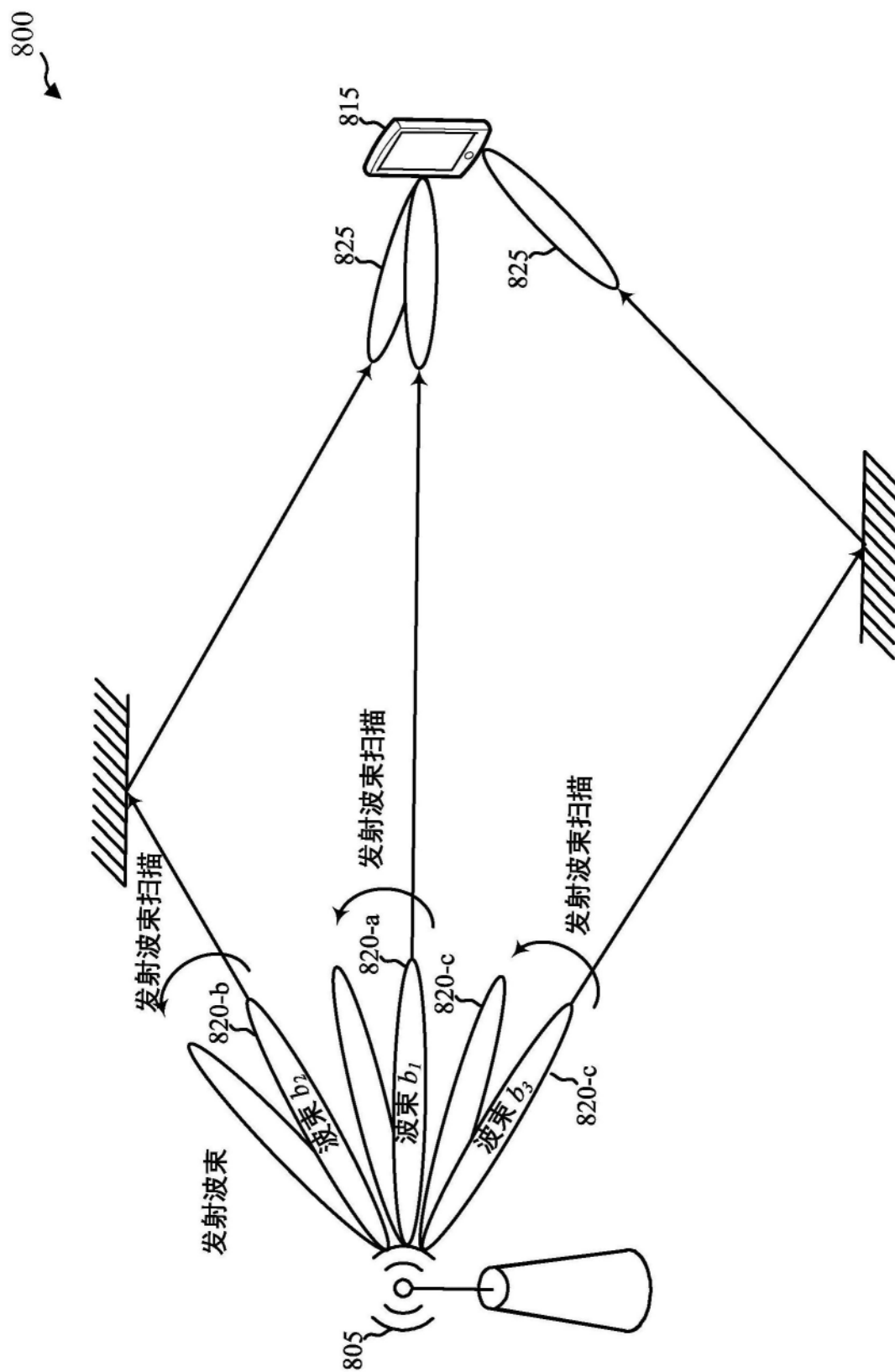


图8

900

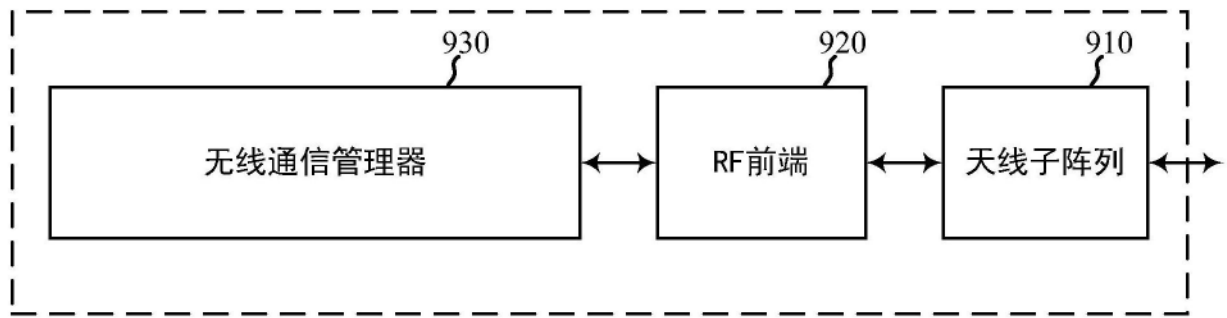


图9

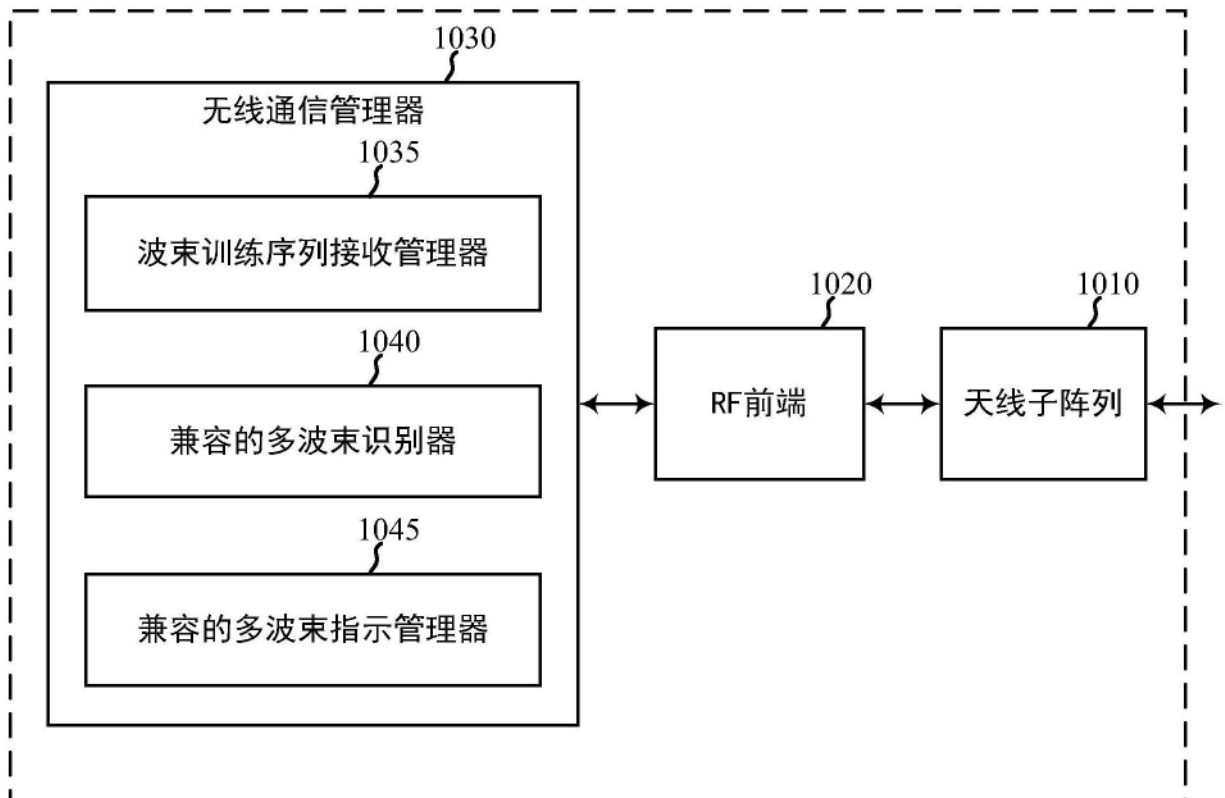
1000
~

图10

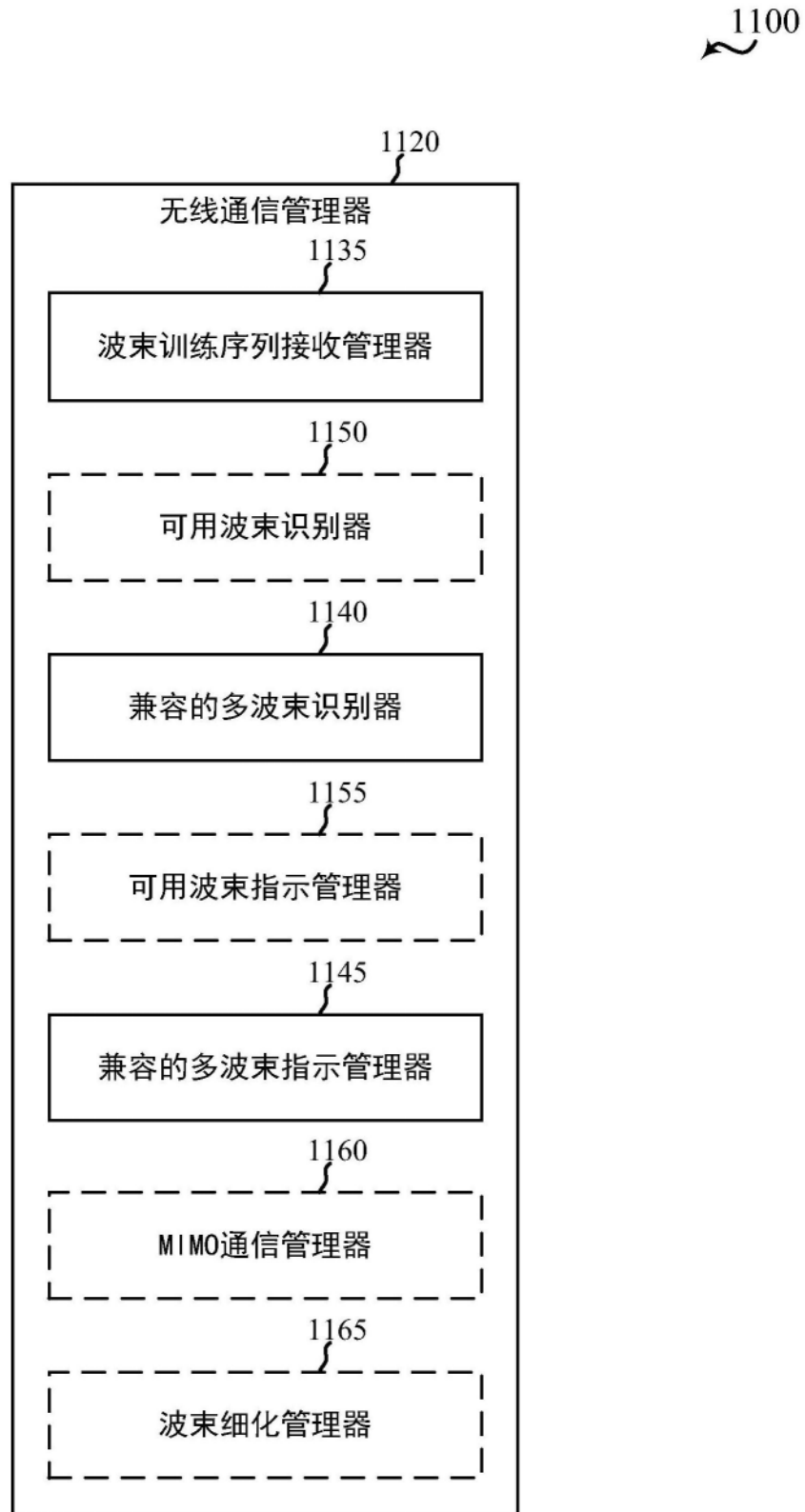


图11

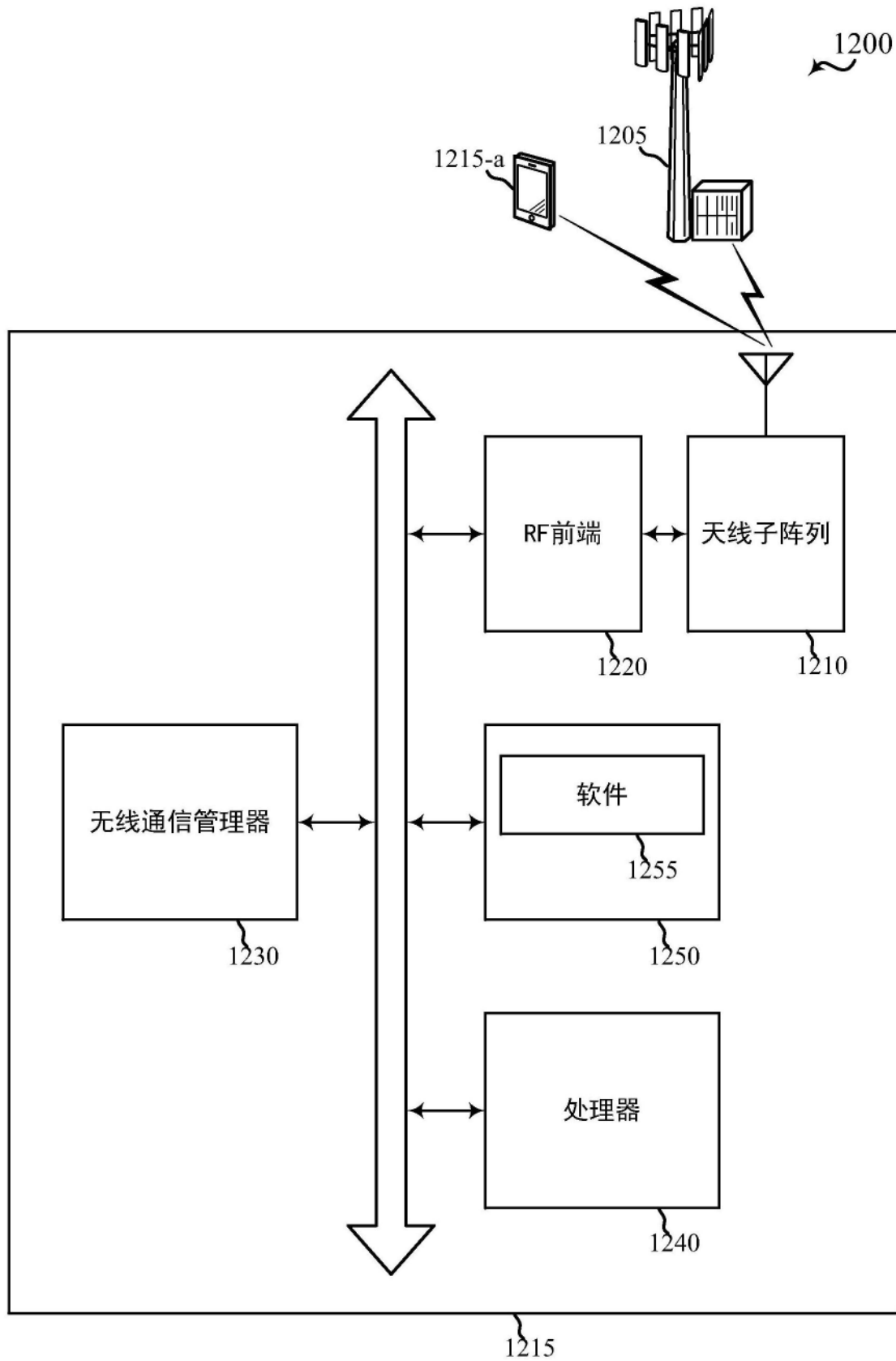


图12

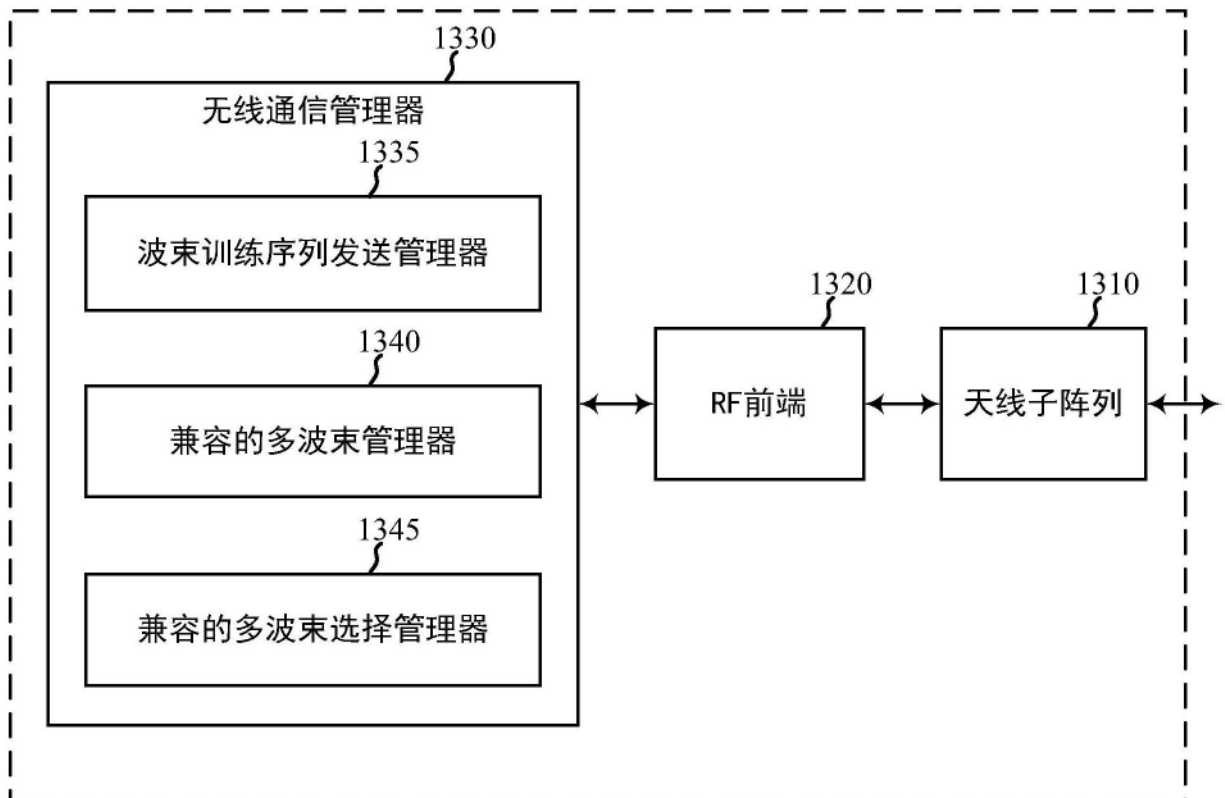
1300
~

图13

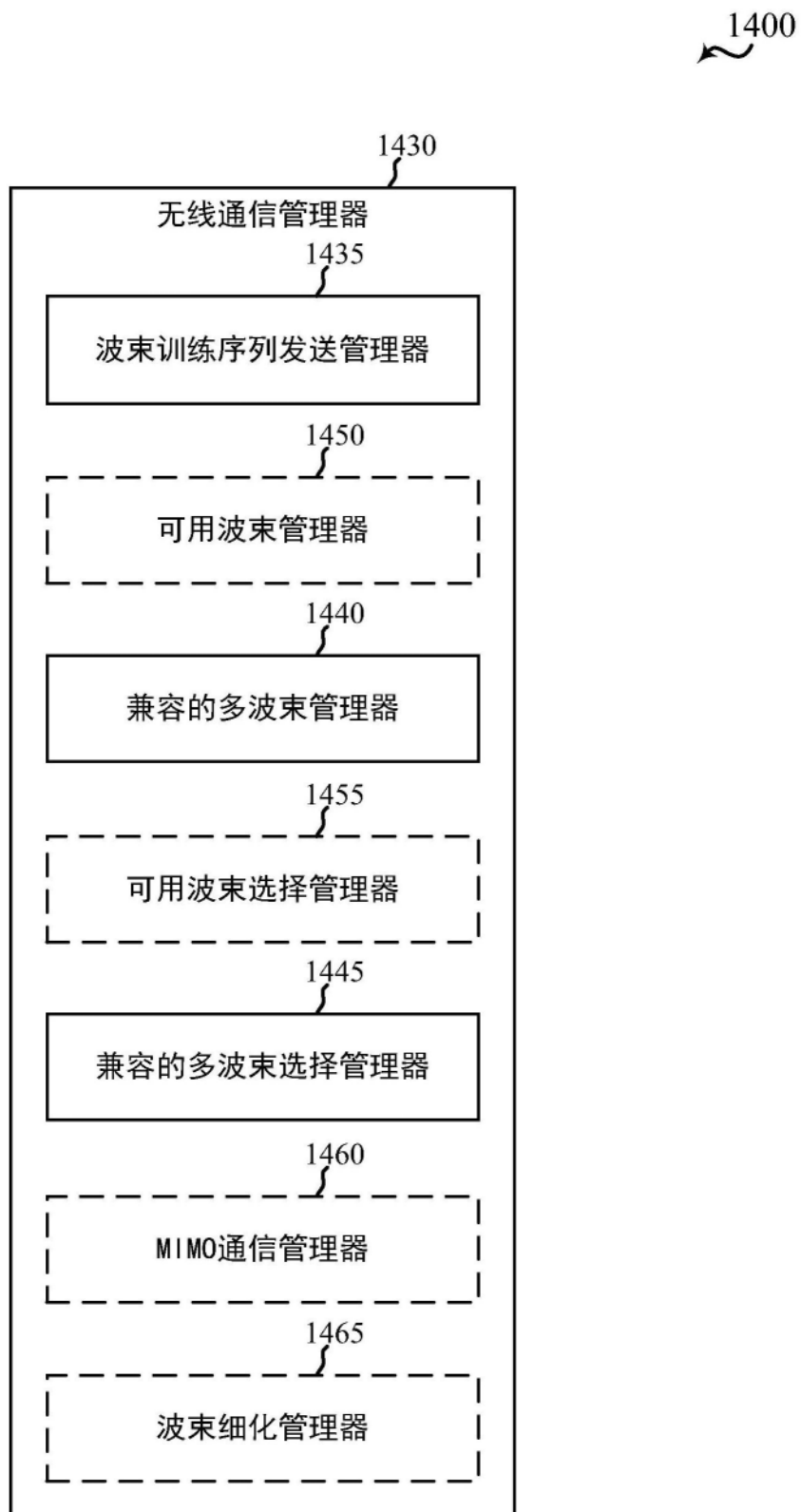


图14

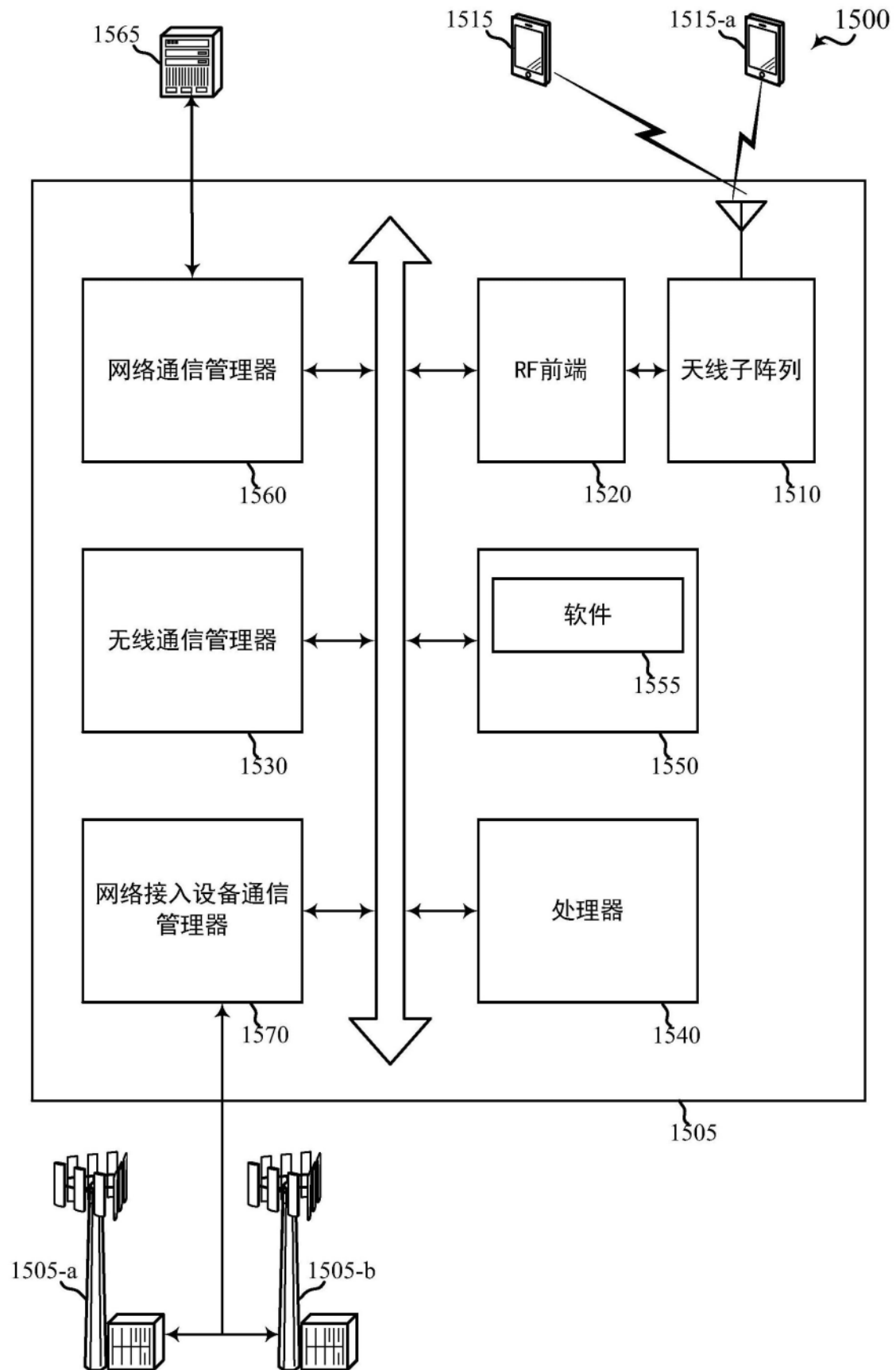


图15

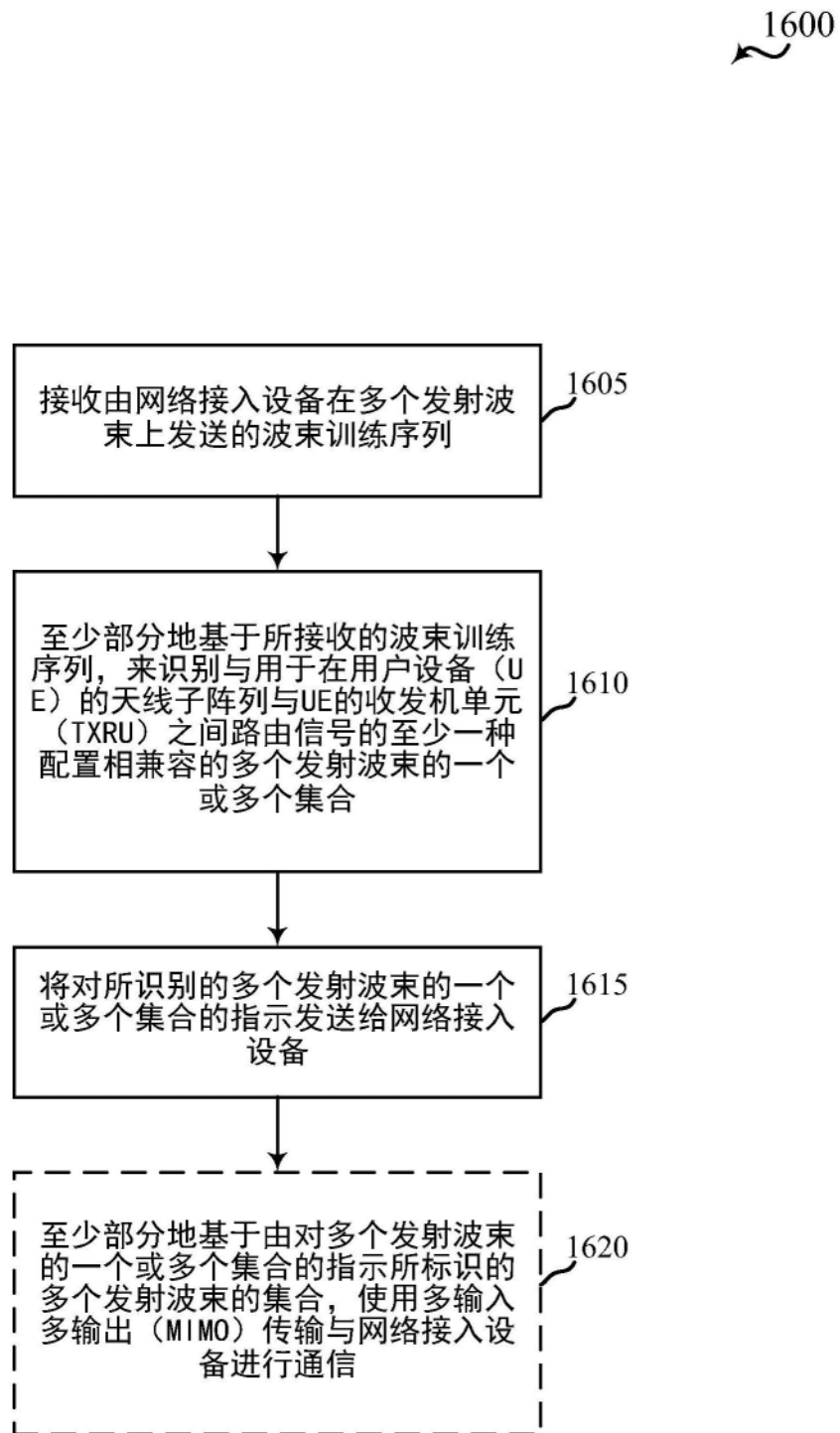


图16

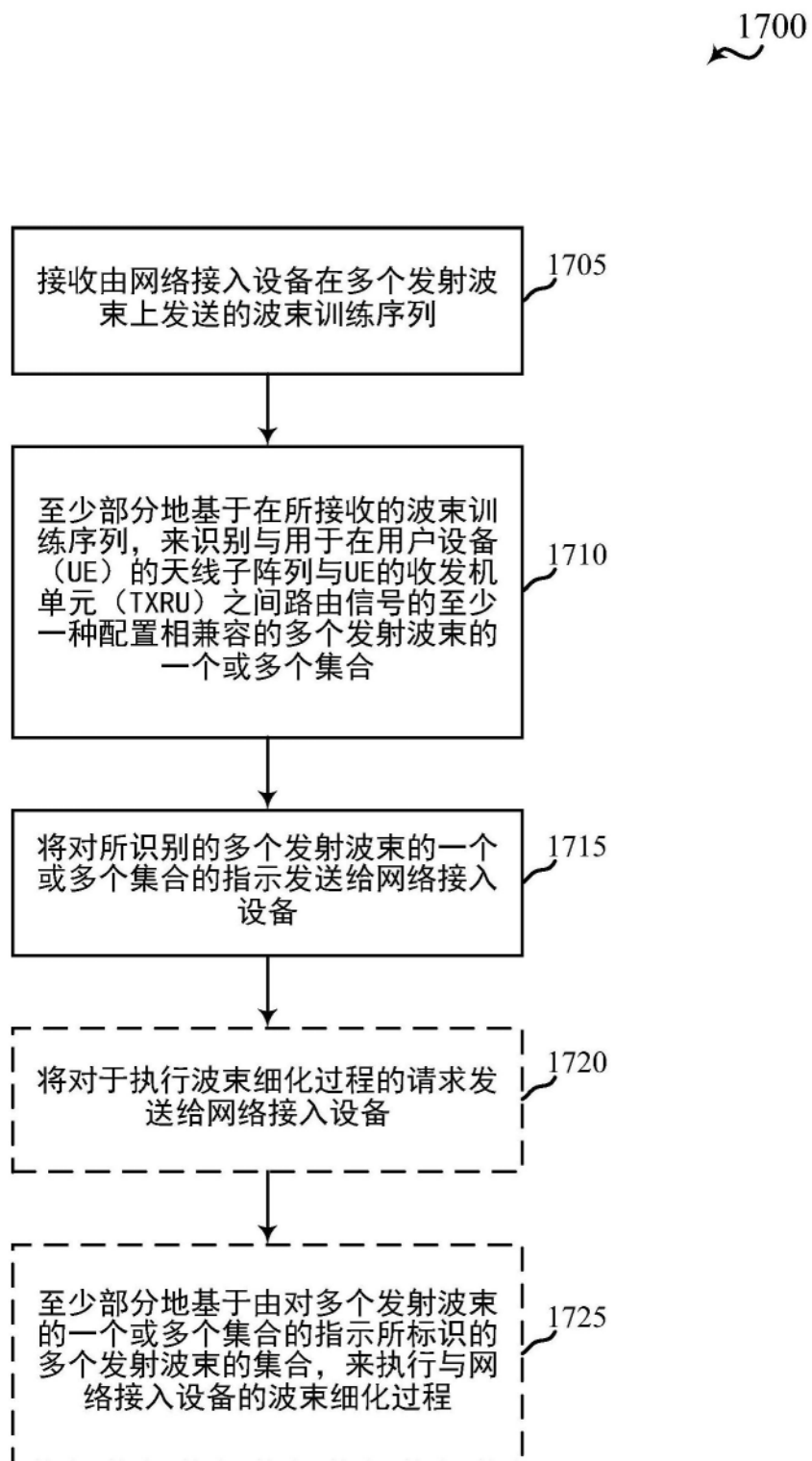


图17

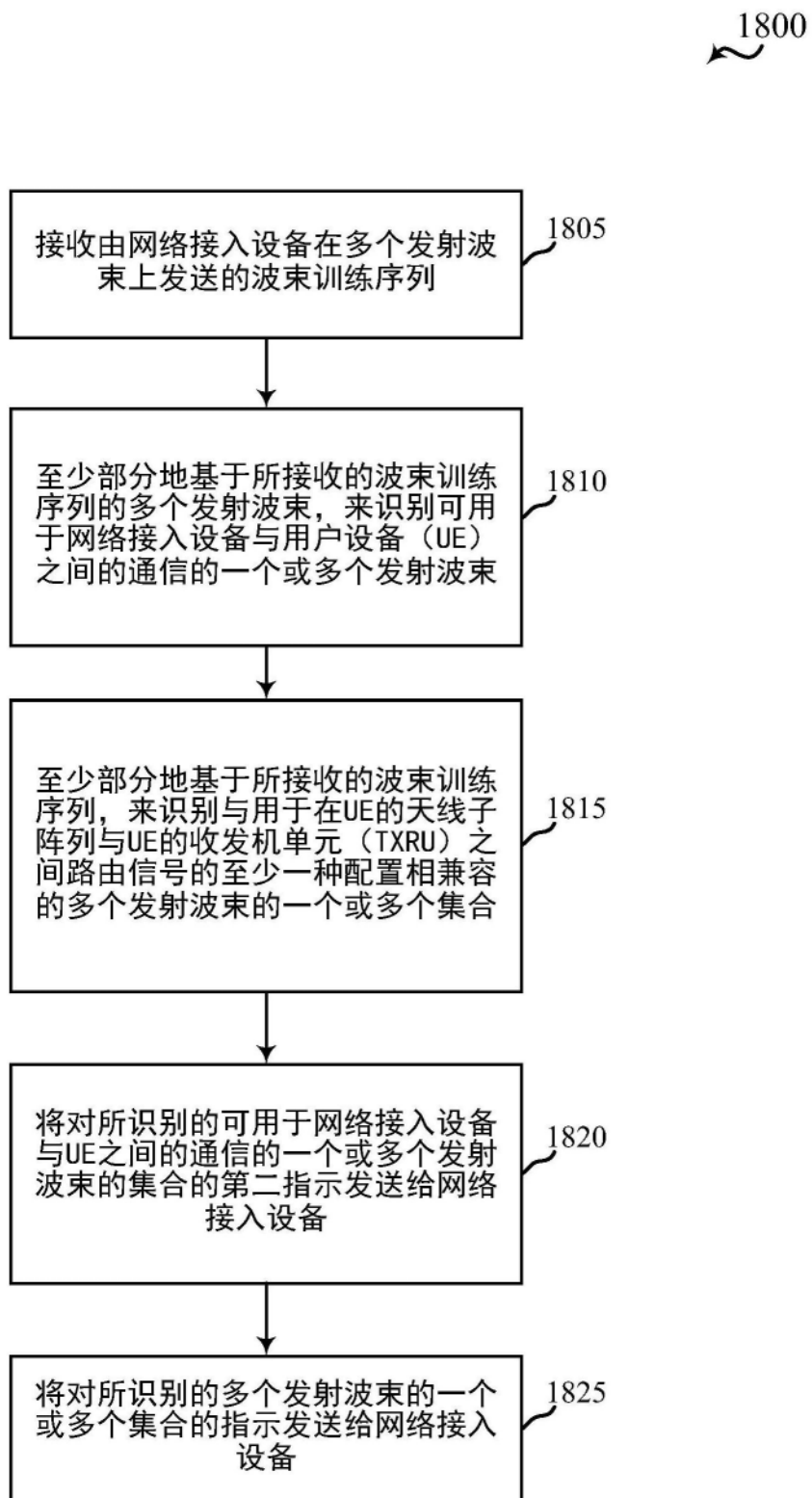


图18

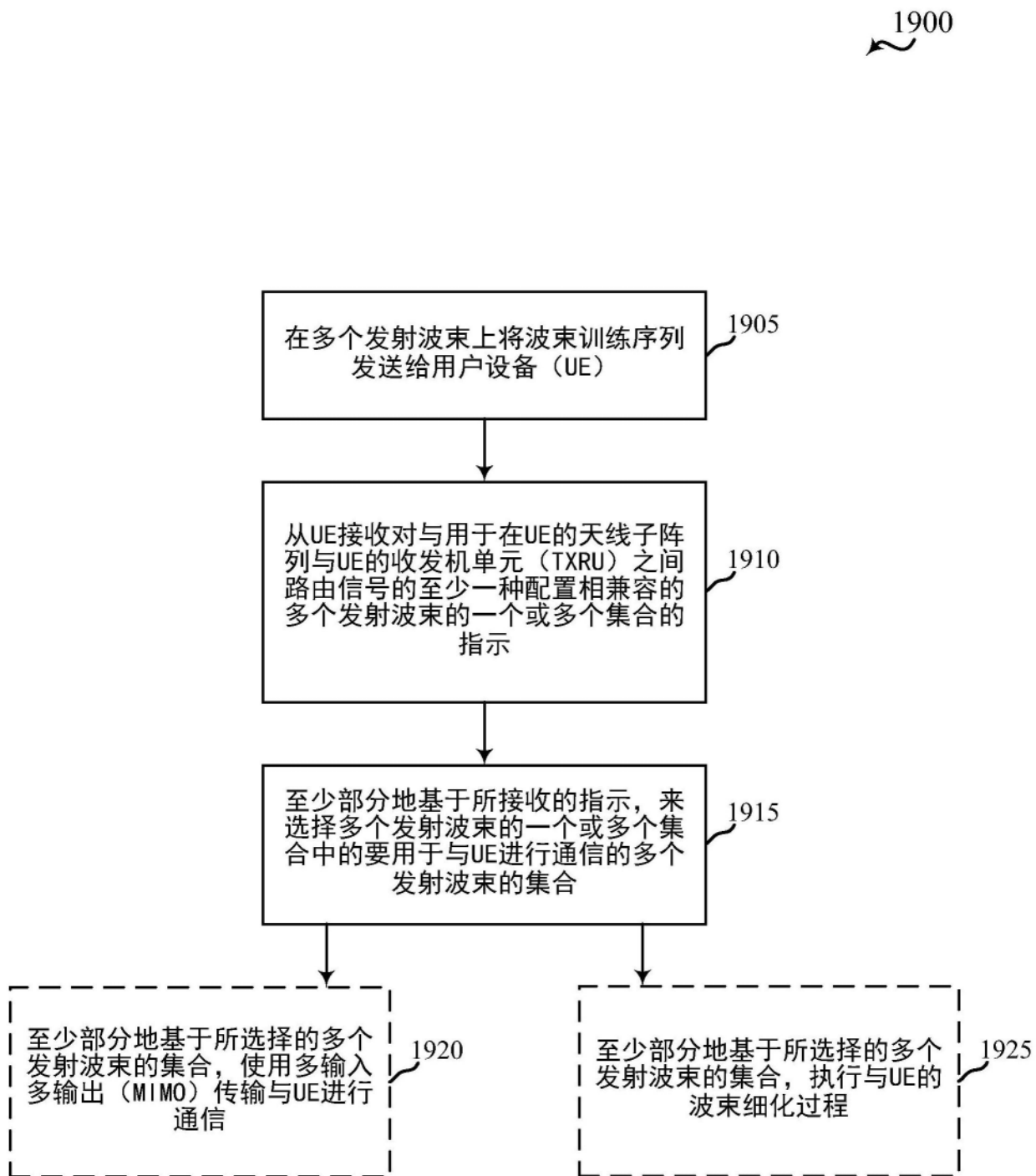


图19