



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113169764 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 19

(21) 申请号 201980077908.3

M·M·樊 S·马利克

(22) 申请日 2019.11.26

(74) 专利代理机构 北京市正见永申律师事务所
11497

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113169764 A

专利代理师 黄小临

(43) 申请公布日 2021.07.23

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

H04B 7/024 (2006.01)

62/771,994 2018.11.27 US

H04B 7/0408 (2006.01)

H04B 7/0413 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.05.26

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 25/03 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/063350 2019.11.26

H04W 72/04 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/112840 EN 2020.06.04

(56) 对比文件

CN 101350647 A, 2009.01.21

CN 108668524 A, 2018.10.16

(73) 专利权人 艾斯康实验室公司
地址 美国加利福尼亚州

审查员 杜宇坤

(72) 发明人 P·J·布莱克 T·A·卡道斯

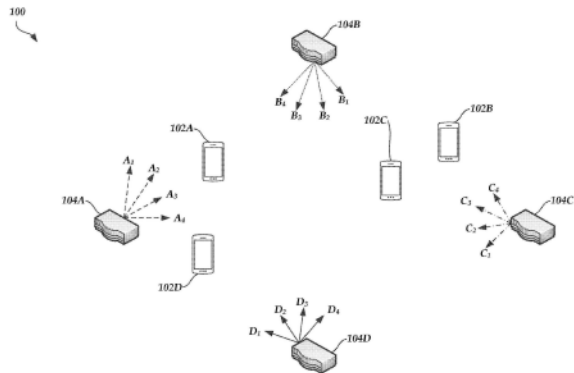
权利要求书3页 说明书24页 附图16页

(54) 发明名称

非相干协作式多输入多输出通信

(57) 摘要

本申请的各方面涉及一种在毫米波频带中操作的改善的协调多点 (CoMP) 网络, 其中用户设备 (UE) 组合通过多个空间波束来自多个基站而接收的信号。该改善的CoMP网络可在毫米波频率下实现高吞吐量、低时延和/或高可靠性, 同时维持合理的网络复杂性 (例如, 比采用相干组合而实施的CoMP网络低的网络开销)。例如, 该改善的CoMP网络可包括一个或多个基站及一个或多个UE。多个基站可在相同时间通过多个空间波束将相同数据发送至UE。基站可使用由UE提供的信息来标识基站和/或空间波束的有效集以服务于该UE。



1. 一种在毫米波频带中操作的网络系统,所述网络系统包括:

第一服务节点,其包括第一多个天线元件,所述第一服务节点被配置为经由所述第一多个天线元件通过第一多个空间波束发送第一波束导频,以及响应于所述发送而从一个或多个用户设备(UE)接收与所述第一多个空间波束相关联的链路强度数据;

第二服务节点,其包括第二多个天线元件,所述第二服务节点被配置为经由所述第二多个天线元件通过第二多个空间波束发送第二波束导频,以及响应于所述发送而从所述一个或多个UE接收与所述第二多个空间波束相关联的链路强度数据;以及

基带单元调度器,其与所述第一及第二服务节点通信,所述基带单元调度器包括处理器及计算机可执行指令,其中所述计算机可执行指令在由所述处理器执行时使所述基带单元调度器:

基于与所述第一多个空间波束相关联的所述链路强度数据及与所述第二多个空间波束相关联的所述链路强度数据,而选择所述第一多个空间波束中的至少一个空间波束及所述第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于所述一个或多个UE中的第一UE;

为所述UE产生标识所选择的所述空间波束的有效集;以及

使下行链路数据通过所述有效集中标识的所选择的所述空间波束而发送至所述第一UE。

2. 如权利要求1所述的网络系统,其中所述计算机可执行指令在被执行时进一步使所述基带单元调度器:

使分组通过所述第一多个空间波束中的所述至少一个空间波束发送至所述第一UE;以及

使相同分组通过所述第二多个空间波束中的所述至少一个空间波束发送至所述第一UE。

3. 如权利要求1所述的网络系统,其中所述计算机可执行指令在被执行时进一步使所述基带单元调度器:基于指示用来服务于所述一个或多个UE中不同于所述第一UE的至少一个UE的所述空间波束的信息,而选择所述第一多个空间波束中的所述至少一个空间波束及所述第二多个空间波束中的所述至少一个空间波束,以服务于所述第一UE。

4. 如权利要求1所述的网络系统,其中所述第一服务节点被配置为经由所述第一多个天线元件中的至少一个通过所述第一多个空间波束中的至少一个来接收上行链路参考信号,以及其中所述第二服务节点被配置为经由所述第二多个天线元件中的至少一个通过所述第二多个空间波束中的至少一个来接收第二上行链路参考信号。

5. 如权利要求4所述的网络系统,其中所述计算机可执行指令在被执行时进一步使所述基带单元调度器:使用所述上行链路参考信号或所述第二上行链路参考信号中的至少一个,来确定所述第一UE的所述空间波束所源自的方向的范围。

6. 如权利要求5所述的网络系统,其中所述第一服务节点进一步被配置为经由所述第一多个天线元件通过所述第一多个空间波束沿与所确定的方向的范围对应的方向来发送所述第一波束导频。

7. 如权利要求5所述的网络系统,其中所述第二服务节点进一步被配置为经由所述第二多个天线元件通过所述第二多个空间波束沿与所确定的方向的范围对应的方向来发送所述第二波束导频。

8. 如权利要求4所述的网络系统,其中所述计算机可执行指令在被执行时进一步使所

述基带单元调度器:使用所述上行链路参考信号及接收所述上行链路参考信号的所述第一多个天线元件中的每个的空间特征,来确定所述第一UE的空间波束所源自的方向的范围。

9.如权利要求4所述的网络系统,其中所述上行链路参考信号包括探测参考信号或解调参考信号中的至少一个。

10.如权利要求4所述的网络系统,其中所述计算机可执行指令在被执行时进一步使所述基带单元调度器:基于与所述第一多个空间波束相关联的所述链路强度数据、与所述第二多个空间波束相关联的所述链路强度数据、及所述上行链路参考信号,而选择所述第一多个空间波束中的至少一个空间波束及所述第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于所述第一UE。

11.如权利要求1所述的网络系统,其中所选择的空間波束包括所述第一多个空间波束中的第一空间波束及所述第二多个空间波束中的第二空间波束。

12.如权利要求11所述的网络系统,其中所述第一服务节点进一步被配置为经由所述第一多个天线元件中的第一天线元件通过所述第一空间波束来将所述下行链路数据发送至所述第一UE。

13.如权利要求12所述的网络系统,其中所述第一服务节点进一步被配置为响应于所述下行链路数据经由所述第一天线元件通过所述第一空间波束而发送至所述第一UE,而从所述第一UE接收无应答消息。

14.如权利要求13所述的网络系统,其中所述第一服务节点进一步被配置为响应于接收到所述无应答消息,而经由所述第一天线元件通过所述第一空间波束将所述下行链路数据重新发送至所述第一UE。

15.如权利要求13所述的网络系统,其中所述第二服务节点进一步被配置为响应于接收到所述无应答消息,而经由所述第二多个天线元件中的第二天线元件,通过所述第二空间波束,将所述下行链路数据发送至所述第一UE。

16.根据权利要求13所述的网络系统,其中所述第一服务节点的至少一个被配置为经由所述第一天线元件,通过所述第一空间波束,向所述第一UE重新发送所述下行链路数据,或者所述第二服务节点被配置为响应于接收到所述无应答消息,经由所述第二多个天线元件中的第二天线元件,通过所述第二空间波束,向所述第一UE发送所述下行链路数据。

17.如权利要求1所述的网络系统,其中所述毫米波频带包括在24GHz至300GHz之间的频率范围。

18.一种计算机实施的方法,其包括:

使包括第一多个天线元件的第一服务节点经由所述第一多个天线元件通过第一多个空间波束发送第一波束导频,其中所述第一服务节点被配置为响应于所述发送而从一个或多个用户设备(UE)接收与所述第一多个空间波束相关联的链路强度数据;

使包括第二多个天线元件的第二服务节点经由所述第二多个天线元件通过第二多个空间波束发送第二波束导频,其中所述第二服务节点被配置为响应于所述发送而从所述一个或多个UE接收与所述第二多个空间波束相关联的链路强度数据;

基于与所述第一多个空间波束相关联的所述链路强度数据及与所述第二多个空间波束相关联的所述链路强度数据,而选择所述第一多个空间波束中的至少一个空间波束及所述第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于所述一个或多个UE中的第一UE;

为所述UE产生标识所选择的空空间波束的有效集;以及

使下行链路数据通过在所述有效集中标识的所选择的空空间波束而发送至所述第一UE。

19. 如权利要求18所述的计算机实施的方法,其中所述第一服务节点被配置为经由所述第一多个天线元件的至少一个通过所述第一多个空空间波束的至少一个来接收上行链路参考信号,以及其中所述第二服务节点被配置为经由所述第二多个天线元件的至少一个通过所述第二多个空空间波束中的至少一个来接收第二上行链路参考信号。

20. 如权利要求19所述的计算机实施的方法,其进一步包括使用所述上行链路参考信号或所述第二上行链路参考信号中的至少一个,来确定所述第一UE的空空间波束所源自的方向的范围。

21. 如权利要求20所述的计算机实施的方法,其中所述第一服务节点进一步被配置为经由所述第一多个天线元件,通过所述第一多个空空间波束,沿与所确定的方向的范围对应的方向,发送所述第一波束导频。

22. 如权利要求19所述的计算机实施的方法,其中所述上行链路参考信号包括探测参考信号或解调参考信号中的至少一个。

23. 一种包括计算机可执行指令的非暂时性计算机可读存储介质,其中所述计算机可执行指令在被基带单元中的调度器执行时使所述基带单元:

使包括第一多个天线元件的第一服务节点经由所述第一多个天线元件通过第一多个空空间波束来发送第一波束导频,其中所述第一服务节点被配置为响应于所述发送而从一个或多个用户设备(UE)接收与所述第一多个空空间波束相关联的链路强度数据;

使包括第二多个天线元件的第二服务节点经由所述第二多个天线元件通过第二多个空空间波束来发送第二波束导频,其中所述第二服务节点被配置为响应于所述发送而从所述一个或多个UE接收与所述第二多个空空间波束相关联的链路强度数据;

基于与所述第一多个空空间波束相关联的所述链路强度数据及与所述第二多个空空间波束相关联的所述链路强度数据,而选择所述第一多个空空间波束中的至少一个空空间波束及所述第二多个空空间波束中的至少一个空空间波束,以服务于所述一个或多个UE中的第一UE;

为所述UE产生标识所选择的空空间波束的有效集;以及

使下行链路数据通过在所述有效集中标识的所选择的空空间波束而发送至所述第一UE。

非相干协作式多输入多输出通信

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35U.S.C. §119 (e), 要求享有于2018年11月27日提交的题为“NON-COHERENT COOPERATIVE MULTIPLE-INPUT MULTIPLE-OUTPUT COMMUNICATIONS (非相干协作式多输入多输出通信)”的美国临时专利申请第62/771,994号的优先权, 其全部公开内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 本申请的各实施例涉及无线通信系统, 诸如协作式多输入多输出无线通信系统。

背景技术

[0004] 现代计算装置的类型随着每个装置的不同且动态的需要而持续增加。为这样的装置提供服务的无线通信系统正面临对资源的增加的约束以及对服务质量和数量的增加的要求。因此, 期望诸如在多输入多输出系统中在提供无线通信服务方面的改善。

发明内容

[0005] 本申请的一个方面提供在毫米波频带中操作的网络系统。该网络系统包括第一服务节点, 其包括第一多个天线元件, 该第一服务节点被配置为经由该第一多个天线元件通过 (across) 第一多个空间波束发送第一波束导频 (pilot), 且响应于该发送而从一个或多个用户设备 (UE) 接收与该第一多个空间波束相关联的链路强度数据。该网络系统进一步包括第二服务节点, 其包括第二多个天线元件, 该第二服务节点被配置为经由该第二多个天线元件通过第二多个空间波束发送第二波束导频, 且响应于该发送而从该一个或多个 UE 接收与该第二多个空间波束相关联的链路强度数据。该网络系统进一步包括与第一及第二服务节点通信的基带单元调度器, 该基带单元调度器包括处理器及计算机可执行指令, 其中计算机可执行指令在被该处理器执行时使该基带单元调度器: 基于与该第一多个空间波束相关联的链路强度数据及与该第二多个空间波束相关联的链路强度数据, 选择该第一多个空间波束中的至少一个空间波束及该第二多个空间波束中的至少一个空间波束, 以服务于该一个或多个 UE 中的第一 UE; 为该 UE 产生标识所选择空间波束的有效集 (active set); 以及使下行链路数据通过在该有效集中标识的所选择空间波束而发送至该第一 UE。

[0006] 先前段落的该网络系统可包括以下特征的任何子组合: 其中各计算机可执行指令在被执行时进一步使该基带单元调度器: 使分组通过该第一多个空间波束中的至少一个空间波束而发送至该第一 UE, 以及使相同分组通过该第二多个空间波束中的至少一个空间波束而发送至该第一 UE; 其中计算机可执行指令在被执行时, 进一步使该基带单元调度器基于指示被用于服务于该一个或多个 UE 中不同于该第一 UE 的至少一个 UE 的空间波束的信息, 而选择该第一多个空间波束中的该至少一个空间波束及该第二多个空间波束中的该至少一个空间波束, 以服务于该第一 UE; 其中该第一服务节点被配置为, 经由该第一多个天线元件中的至少一个, 通过该第一多个空间波束中的至少一个, 而接收上行链路参考信号; 以及

其中该第二服务节点被配置为,经由该第二多个天线元件中的至少一个,通过该第二多个空间波束中的至少一个,而接收第二上行链路参考信号;其中计算机可执行指令在被执行时,进一步使该基带单元调度器使用该上行链路参考信号或该第二上行链路参考信号中的至少一个,来确定该第一UE的空间波束所源自的方向的范围;其中该第一服务节点进一步被配置为,经由该第一多个天线元件,通过该第一多个空间波束,沿与所确定方向的范围对应的方向,发送第一波束导频;其中该第二服务节点进一步被配置为,经由该第二多个天线元件,通过该第二多个空间波束,沿与所确定方向的范围对应的方向,发送第二波束导频;其中计算机可执行指令在被执行时,进一步使该基带单元调度器使用上行链路参考信号及接收该上行链路参考信号的该第一多个天线元件中的每个的空间特征(signature),来确定该第一UE的空间波束所源自的方向的范围;其中上行链路参考信号包括探测(sounding)参考信号或解调参考信号中的至少一个;其中计算机可执行指令在被执行时,进一步使该基带单元调度器基于与该第一多个空间波束相关联的该链路强度数据、与该第二多个空间波束相关联的该链路强度数据、及该上行链路参考信号,而选择该第一多个空间波束中的至少一个空间波束及该第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于第一UE;其中所选择空间波束包括该第一多个空间波束中的第一空间波束及该第二多个空间波束中的第二空间波束;其中该第一服务节点进一步被配置为,经由该第一多个天线元件中的第一天线元件,通过该第一空间波束,将下行链路数据发送至该第一UE;其中该第一服务节点进一步被配置为,响应于经由该第一天线元件通过该第一空间波束而将该下行链路数据发送至该第一UE,而从该第一UE接收无应答(no acknowledgment)消息;其中该第一服务节点进一步被配置为,响应于接收到该无应答消息,而经由该第一天线元件,通过该第一空间波束,将该下行链路数据重新发送至该第一UE;其中该第二服务节点进一步被配置为,响应于接收到该无应答消息,而经由该第二多个天线元件中的第二天线元件,通过该第二空间波束,将该下行链路数据发送至该第一UE;其中响应于接收到该无应答消息,进行以下中的至少一个:该第一服务节点被配置为经由该第一天线元件,通过该第一空间波束,将该下行链路数据重新发送至该第一UE,或者,该第二服务节点被配置为经由该第二多个天线元件中的第二天线元件,通过该第二空间波束,将该下行链路数据发送至第一UE;以及其中该毫米波频带包括24GHz至300GHz的频率范围。

[0007] 本申请的另一个方面提供一种计算机实施的方法,其包括:使包括第一多个天线元件的第一服务节点经由该第一多个天线元件通过第一多个空间波束发送第一波束导频,其中该第一服务节点被配置为,响应于该发送而从一个或多个用户设备(UE)接收与该第一多个空间波束相关联的链路强度数据;使包括第二多个天线元件的第二服务节点经由该第二多个天线元件通过第二多个空间波束发送第二波束导频,其中该第二服务节点被配置为,响应于该发送而从该一个或多个UE接收与该第二多个空间波束相关联的链路强度数据;基于与该第一多个空间波束相关联的该链路强度数据及与该第二多个空间波束相关联的该链路强度数据,而选择该第一多个空间波束中的至少一个空间波束及该第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于该一个或多个UE中的第一UE;为该UE产生标识所选择空间波束的有效集;以及使下行链路数据通过在该有效集中标识的所选择空间波束发送至该第一UE。

[0008] 先前段落的该计算机实施的方法可包括以下特征的任何子组合:其中该第一服务

节点被配置为,经由该第一多个天线元件中的至少一个,通过该第一多个空间波束中的至少一个,接收上行链路参考信号,以及其中该第二服务节点被配置为,经由该第二多个天线元件中的至少一个,通过该第二多个空间波束中的至少一个,接收第二上行链路参考信号;其中该计算机实施的方法进一步包括使用上行链路参考信号或第二上行链路参考信号中的至少一个,来确定该第一UE的空间波束所源自的方向的范围;其中该第一服务节点进一步被配置为,经由该第一多个天线元件,通过该第一多个空间波束,沿与所确定方向的范围对应的方向,发送第一波束导频;以及其中上行链路参考信号包括探测参考信号或解调参考信号中的至少一个。

[0009] 本申请的另一个方面提供一种包括计算机可执行指令的非暂时性计算机可读存储介质,其中计算机可执行指令在由基带单元中的调度器执行时,使该基带单元:使包括第一多个天线元件的第一服务节点经由该第一多个天线元件通过第一多个空间波束发送第一波束导频,其中该第一服务节点被配置为,响应于该发送而从一个或多个用户设备(UE)接收与该第一多个空间波束相关联的链路强度数据;使包括第二多个天线元件的第二服务节点经由该第二多个天线元件通过第二多个空间波束发送第二波束导频,其中该第二服务节点被配置为,响应于该发送而从该一个或多个UE接收与该第二多个空间波束相关联的链路强度数据;基于与该第一多个空间波束相关联的该链路强度数据及与该第二多个空间波束相关联的链路强度数据,而选择该第一多个空间波束中的至少一个空间波束及该第二多个空间波束中的至少一个空间波束,以服务于该一个或多个UE中的第一UE;为该UE产生标识所选择空间波束的有效集;以及使下行链路数据通过在该有效集中标识的所选择空间波束发送至该第一UE。

附图说明

[0010] 现在将参考附图借助于非限制性示例而描述本申请的实施例。

[0011] 图1A为示出根据实施例的其中网络的UE与RRU无线地通信的协作式MIMO网络环境的图。

[0012] 图1B为示出根据实施例的被选择服务于图1A的UE的空间波束的图。

[0013] 图1C为示出根据实施例的在第一时隙(time slot)期间发生的DL数据发送的图。

[0014] 图1D为示出根据实施例的在第二时隙期间发生的DL数据发送的图。

[0015] 图1E示出在操作模式期间来自图1A的RRU的调度的DL发送的时序图。

[0016] 图2A为示出根据实施例的被选择以服务于图1A的UE的空间波束的另一图。

[0017] 图2B示出在操作模式期间来自图1A的RRU的调度的DL发送的另一时序图。

[0018] 图3A-图3E为图1A的环境的框图,其示出根据实施例的由图1A的环境的部件执行以选择有效集并发送DL数据的操作。

[0019] 图4为示出根据实施例的包括基带单元的协作式MIMO无线网络的示意图。

[0020] 图5为示出根据实施例的示例基带单元及远程无线电单元的框图。

[0021] 图6为根据实施例的示例UE的示意性框图。

[0022] 图7为描绘根据一个实施例的说明性地由节点和/或BBU执行的有效集选择例程的流程图。

具体实施方式

[0023] 某些实施例的以下说明提供对特定实施例的各种描述。然而,本文中所描述的创新可以以例如权利要求书所定义及涵盖的大量不同方式体现。在本说明书中,参考附图,其中相同参考标号可指示相同或功能上类似的元件。将理解,各图中所示出的元件不一定按比例绘制。此外,将理解,某些实施例可包括多于附图中所示出的元件和/或附图中所示出的元件的子集。此外,一些实施例可并入来自两个或更多附图的特征的任何适当的组合。本文中所提供的标题仅出于方便起见,且不必然影响权利要求的范围或含义。

[0024] 随着无线网络越来越多地用于运行对可靠性和/或时延问题敏感的服务(例如,媒体流、视频聊天、虚拟现实等等),多天线技术已充当用于最小化这样的问题的突出解决方案。例如,一种类型的多天线解决方案为传统多输入多输出(MIMO)网络,其中发送器及接收器各自具有经由其发送通信的多个天线。然而,某些无线装置(例如,用户设备(UE)、基站等)随着装置演进变得难以支持多个天线和/或天线之间的恰当间隔。另一方面,协作式MIMO网络可实现传统MIMO网络的益处而不受无线装置是否可支持多个天线的约束。例如,一个或多个无线装置可分组在一起,以创建虚拟天线阵列,且经分组的无线装置可一起充当MIMO装置。

[0025] 协作式MIMO(Cooperative MIMO)的一个版本是协调多点(Coordinated Multipoint, CoMP),其中一个或多个基站共享数据、信道状态信息等等,协调下行链路发送且共同处理上行链路发送。因为各基站协调下行链路发送,因此可避免由于将UE从一个基站移交至另一基站而造成的扰乱和/或中断。另外,各基站可共同工作以覆盖在其他情况下无法由任何单个基站覆盖的地理区域。因此,CoMP网络可为UE提供无缝覆盖区域。

[0026] 通常,通过使UE相干地组合从各基站接收的信号而实施CoMP。相干地组合信号可允许UE实现更好的性能。然而,相干组合涉及增加的网络开销,这是因为通常会校准各基站以确保基站进行同相(in phase)发送。实际上,校准随着发送频率增加而变得越来越困难。例如,诸如在24GHz至300GHz之间这样的毫米波(mmW)频率中,校准可为尤其困难的。通常,mmW频率可涵盖超高频(Super high frequency, SHF)频带(例如,3GHz至30GHz)中的至少一些频率范围和/或极高频(Extremely High Frequency, EHF)频带(例如,30GHz至300GHz)中的至少一些频率范围。

[0027] 为了减小网络开销,可通过使UE非相干地组合信号而执行CoMP。非相干组合将不涉及将被校准以进行同相发送的基站,由此减小网络开销。另一方面,通过UE非相干地组合信号而实现的增益可不如通过UE相干地组合信号而实现的增益高。然而,鉴于可在这些较高频率下实现的高吞吐量,可在诸如mmW频率这样的较高频率下缓解性能差异。因此,由于在较高频率下相干组合会导致增加的网络开销,且在较高频率下可缓解相干组合与非相干组合性能差异,因此如果这样的网络也可实现低时延及高可靠性,则通过使UE非相干地组合信号而执行CoMP是可行的。

[0028] 另外,时延可为在运行某些服务,诸如优选10ms至1ms之间(若非更低)的时延的服务的无线网络上评估的性能度量。针对这些服务,如果例如涉及移动性,则可期望避免和/或减小对相关网络层3(Layer 3, L3)过程(例如, L3移交过程)的依赖性。其中多个发送器同时经由相同频率信道将相同数据发送至无线装置的单频网络(SFN)可被用于广播发送可靠性和/或有效网络资源管理。然而, SFN技术也可被用于低时延上下文(context)中,这是因

为例如无线装置可能看起来仅一个小区正在发送(例如,因为发送器可各自使用相同物理小区ID进行发送)。

[0029] 此外,可靠性可以是在运行诸如对分组丢失敏感的服务这样的某些服务的无线网络评估的性能度量。为了增加冗余及因此增加可靠性,如果无线网络在其他情况下具有充足量的网络容量来处理发送,则无线网络可以以网络容量来换取冗余。在高频率(例如,mmW频率)下操作的无线网络能够牺牲一些容量来支持冗余,这是因为例如在mmW频率下,鉴于高带宽及信噪比(SNR),每链路的容量可相对高。实际上,鉴于在mmW频率下的发送可由于在这些频率下的相对高的传播损耗而通常是不可靠的,可期望牺牲某些容量来支持冗余。

[0030] 因此,本申请的各方面涉及一种在mmW频带中操作的CoMP网络,在该mmW频带中,UE组合通过(across)一个或多个空间波束从一个或多个基站接收的信号。如下文更详细地描述,改善的CoMP网络可实现高吞吐量、低时延和/或高可靠性,同时维持合理的网络复杂性(例如,比采用相干组合执行的CoMP网络低的网络开销)。例如,改善的CoMP网络可包括中央处理系统(例如,基带单元(BBU))、一个或多个远程无线电单元(RRU)、及一个或多个UE。RRU可各自具有各自支持一个或多个数字基带的一个或多个发送天线。在一些实施例中,每个RRU具有相同数目的发送天线。在其他实施例中,一些或全部RRU可具有不同于其他RRU的数目的发送天线。因此,RRU可共同地能够发送N个空间波束,其中N是改善的CoMP网络中RRU的数目与由单个RRU操作的发送天线的数目的乘积。替代地或另外地,RRU可各自包括物理层实施(例如,数字基带)的部分或全部,且中央处理系统(例如,BBU)可包括媒体接入控制(MAC)和/或MAC层上方的各层。中央处理系统和/或RRU(本文中共同称为“网络系统”)可在训练模式中及在操作模式中操作。

[0031] 在训练模式中,网络系统(例如,RRU和/或BBU)可确定空间波束的最佳集合以服务于特定UE。例如,RRU可通过N个空间波束顺序地发送信号(例如,同步信号块(SSB)信号)(例如,一次仅一个RRU通过一个空间波束发送信号)。针对顺序地发送的信号中的一些或全部,UE中的一个或多个可使用相应的发送信号确定空间波束的链路强度,并且将所确定的链路强度提供至RRU中的一些或全部。UE可经由控制信令信道和/或经由将被用于发送和/或接收数据(例如,带内(in-band)信令)的信道,而提供所确定的链路强度。替代地或另外地,UE中的一个或多个可标识具有最佳(例如,最高)链路强度的空间波束且将此数据提供至RRU中的一些或全部。UE可针对每个空间波束发送单独的链路强度数据发送,或者可汇总与多个空间波束对应的链路强度数据并且将汇总的链路强度数据作为单个发送来发送。

[0032] 可选地,RRU可在训练模式期间在一个或多个不同遍次(pass)中通过N个空间波束顺序地发送信号。例如,RRU可最初在第一遍次中在宽广区域上(例如,30度角、60度角、90度角等等)顺序地发送信号,且作为响应,UE可提供所确定的链路强度或仅提供应答消息。网络系统可使用从UE接收的消息来确定相应的UE的空间波束所源自的总体方向。RRU然后可在第二遍次中,在较精细区域(例如,5度角、10度角等等)上,再次顺序地发送信号,该较精细区域具有比先前信号发送小的角度且涵盖相应的UE的空间波束所源自的所确定的总体方向,且作为响应,UE可提供所确定的链路强度或仅提供应答消息。网络系统可使用在第二遍次中从UE接收的消息来确定相应的UE的空间波束所源自的较特定的方向。出于选择适当空间波束以服务于相应的UE的目的,网络系统可执行零个或多个另外的遍次来最终确定相应的UE的空间波束所源自的方向或方向的范围。

[0033] 虽然上文所描述的多遍次训练过程允许网络系统针对每个UE最终标识一个或多个空间波束,以在发送数据时服务于相应的UE,但鉴于在宽广区域上将信号发送至UE是耗时的,并且即使每一后续遍次花费比先前遍次少的时间,在不同遍次中发送信号也甚至更加耗时,因而多遍次训练过程可以是缓慢的。因此,可以是有益的是,使用其他网络数据来减少训练过程中遍次的数目,和/或将遍次数目限制为一,同时仍准确地确定UE的空间波束所源自的方向。例如,使用上行链路参考信号(例如,探测参考信号(SRS)、解调参考信号(DMRS)等)可允许网络系统减少训练模式期间遍次的数目。

[0034] 通常,网络系统可使用由RRU的天线获得的上行链路参考信号来估计上行链路信道和/或下行链路信道的质量。然而,在mmW频带中,相位噪声在上行链路信道上通常很高。因此,即使网络系统尝试执行校准,从上行链路参考信号导出的任何上行链路和/或下行链路信道质量估计也可能是不准确的,因此在mmW频带中操作的网络系统不使用上行链路参考信号。

[0035] 然而,本申请描述了一种在mmW频带中操作的网络系统,其可使用上行链路参考信号来确定UE的空间波束所源自的总体空间方向。例如,该网络系统可指令或以其他方式触发一个或多个UE,来周期性地发送上行链路参考信号。RRU的天线可各自接收上行链路参考信号。基于由RRU天线接收的上行链路参考信号及RRU天线的空间特征,网络系统可确定相位及振幅。网络系统可使用相位及振幅来确定源自UE的空间波束的总体空间方向(例如,总体波束方向图(beam pattern))。网络系统可然后使用总体空间方向来在训练模式中执行第一遍次,其中RRU在涵盖相应的UE的空间波束所源自的所确定的总体方向的较精细区域上,顺序地发送信号。出于选择适当的空间波束以服务于相应的UE的目的,网络系统可以可选地执行零个或更多个另外的遍次以最终确定相应的UE的空间波束所源自的方向或方向的范围。以此方式,网络系统可使用上行链路参考信号来跳过其中在宽广区域上顺序地发送信号的遍次,由此减少完成训练过程的时间。

[0036] 作为另一示例,RRU可最初在第一遍次中在宽广区域上顺序地发送信号,且作为响应,UE可提供所确定的链路强度或仅提供应答消息,其中任一消息包括上行链路参考信号。RRU的天线可各自接收上行链路参考信号。基于由RRU天线接收的上行链路参考信号及RRU天线的空间特征,网络系统可确定相位及振幅。网络系统可使用相位及振幅来确定用于源自UE的空间波束的总体空间方向(例如,总体波束方向图)。网络系统可然后使用总体空间方向来在训练模式中执行第二遍次,其中RRU在较精细区域上顺序地发送信号,该较精细区域涵盖相应的UE的空间波束所源自的所确定的总体方向,且具有比如果不曾使用上行链路参考信号来确定总体空间方向的情况更小的角度。因此,鉴于上行链路参考信号产生在其上发送顺序信号的较小区域,上行链路参考信号可被用于减少可在第二遍次之后发生的遍次数目。出于选择适当空间波束以服务于相应的UE的目的,网络系统可以可选地执行零个或更多个另外的遍次,以最终确定相应的UE的空间波束所源自的方向或方向的范围。

[0037] 网络系统可针对每个UE基于由UE提供的链路强度数据、相应的UE的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围、和/或其他网络数据,而标识一个或多个空间波束以在发送数据时服务于相应的UE。例如,这可涉及共享由UE提供的链路强度数据和/或将链路强度数据提供至BBU的RRU。例如,当提供链路强度数据时,UE也可提供对应波束的链路质量(例如,对应波束的信道条件)。网络系统在确定哪个(些)空间波束分配至相应的UE时,可使用

所提供的链路强度数据、相应的UE的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围、波束信道条件、和/或对哪些波束正被用于服务于其他UE的认识。特别是,网络系统可使用相应的UE的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围,来为相应的UE选择更能够沿所确定的方向或方向的范围进行发送的空间波束。因此,网络系统可使用上行链路参考信号来不仅减少完成训练模式的时间,而且也改善下行链路发送的准确性。

[0038] 在一些实施例中,网络系统可进一步使用上行链路参考信号来确定哪个(些)空间波束分配至相应的UE。例如,网络系统可基于所提供的链路强度数据与从上行链路参考信号导出的上行链路信道质量估计的经加权的组合,来确定波束信道条件。作为另一个示例,如果在造成UE确定链路强度的顺序信号的发送与上行链路参考信号的接收之间存在延迟(例如,2ms、10ms、100ms、1s等等),则这可指示由UE提供的链路强度数据和/或链路质量数据是过时的。因此,网络系统可替代地使用上行链路参考信号确定波束信道条件。

[0039] 一旦确定空间波束,则网络系统可执行调度操作。例如,RRU和/或BBU可将所确定的空间波束分组成用于相应的UE的有效集。具体是,有效集可标识将服务于相应的UE的RRU和/或将服务于相应的UE的所标识节点的空间波束。RRU和/或BBU可然后把将通过有效集中的空间波束而发送的数据调度至相应的UE。在一些情形中,RRU和/或BBU可调度将同时发送至多个UE的数据(例如,如果每个UE的有效集中的空间波束在空间上不邻接,诸如不在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接)。在一些其他情形中,RRU和/或BBU可执行时分复用操作,使得数据被调度以在不同时间发送至多个UE(例如,如果每个UE的有效集中的空间波束中的至少一些在空间上邻接,诸如在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接)。

[0040] 在操作模式中,服务于UE的有效集中的空间波束的RRU可各自使用有效集中的空间波束将相同的下行链路数据发送至UE。UE可然后组合所接收的数据(例如,通过选择最佳空间波束,通过执行软组合,通过执行非相干组合,等等),且执行任何对应操作。如果UE发送指示未曾接收到下行链路数据或发送中存在过错误的无应答消息,则服务于UE的有效集中的空间波束的任何RRU的任何天线可重新发送下行链路数据,而不论相应的天线是否曾是最初发送导致无应答消息的下行链路数据的天线。因此,曾最初发送下行链路数据的相同天线、不同于曾最初发送下行链路数据的那个天线的天线、曾最初发送下行链路数据的相同天线、和不同于曾最初发送下行链路数据的那个天线的的一个或多个天线、或者不同于曾最初发送下行链路数据的那个天线的两个或更多个天线,可重新发送下行链路数据,其中每个发送天线是落在UE的有效集内的天线。

[0041] 在一些实施例中,UE可在操作模式期间在数据从RRU接收时继续监测空间波束的链路强度,并将链路强度数据提供回节点。UE也可在操作模式期间周期性地发送上行链路参考信号。RRU和/或BBU可然后使用上文所描述的操作,使用链路强度数据和/或上行链路参考信号,来可选地更新(如果有保证)对UE的有效集中的空间波束的选择。例如,如果CoMP网络中的另外的UE影响当前在UE的有效集中的空间波束的质量,如果空间波束的信道条件改变等等,则网络系统可更新对UE的有效集中的空间波束的选择。

[0042] 虽然本文中描述本申请从而BBU处理链路强度数据,为UE选择空间波束,且执行调度操作,但这并不意欲为限制性的。在其他实施例中,RRU可共享数据且共同执行空间波束选择、调度操作和/或本文中描述为由BBU执行的其他操作。在这样的实施例中,BBU为可选地存在的。

[0043] 在实施例中,改善的CoMP网络被设计为在诸如mmW频率这样的较高频率下操作。本文中所描述的技术可应用于在任何适当的频率范围下操作的网络。本文中所描述的技术可被用于各种使用情形,诸如媒体流、视频聊天、虚拟现实等等。

[0044] 最后,改善的CoMP网络在本文中描述为与非相干组合数据的UE一起实施。替代地,UE可通过选择最佳空间波束、通过执行软组合等等而组合从不同RRU接收的信号。

[0045] 协作式MIMO网络

[0046] 图1A为示出根据实施例的其中网络的UE 102A-102D与RRU 104A-104D无线地通信的协作式MIMO网络环境100。协作式MIMO网络可用作CoMP网络,其中UE 102A-102D非相干地组合下行链路数据。RRU 104A-104D可经由有线和/或无线连接彼此通信。RRU 104A-104D可进一步直接或经由中央处理系统(例如,包括调度器的BBU)与由网络服务提供者操作的核心网络(未示出)通信。RRU 104A-104D可被配置为在mmW频率(例如,涵盖诸如24GHz至65GHz、30GHz至300GHz、20GHz至60GHz等这样的SHF和/或EHF频段的至少一些频带)下将数据发送至UE 102A-102D和/或从UE 102A-102D接收数据。

[0047] 在一些实施例中,在BBU(图1A中未示出)与多个RRU(例如,RRU 104A-104D)之间细分基站功能性。RRU可包括多个天线,且天线中的一个或多个可充当发送-接收点(TRP)。RRU和/或TRP可被称为服务节点或基站。BBU可诸如经由光纤连接而物理耦接至RRU 104A-104D。BBU(例如,调度器)可将操作细节提供至RRU 104A-104D以控制来自RRU 104A-104D的信号随着要发送的控制数据及有效载荷数据的发送和接收。BBU(例如,调度器)也可使用链路强度、上行链路参考信号和/或由UE 102A-102D提供的其他信息来选择空间波束以服务于每个UE 102A-102D,以创建用于UE 102A-102D的有效集和/或将数据发送调度至UE 102A-102D。RRU 104A-104D可在服务区域内为装置(例如,UE 102A-102D)提供服务。RRU 104A-104D可在与RRU 104A-104D相关联的服务区域内把从UE 102A-102D接收的数据提供至网络(例如,BBU)。

[0048] RRU 104A-104D每个可具有各自支持一个或多个数字基带的一个或多个发送天线。在一些实施例中,每个RRU 104A-104D具有相同数目的发送天线。在其他实施例中,一些或全部RRU 104A-104D具有不同于其他RRU 104A-104D的数目的发送天线。因此,RRU 104A至104D可共同能够发送N个空间波束,其中N为网络环境100中RRU 104A-104D的数目与由单个RRU 104A-104D操作的发送天线的数目的乘积。类似地,每个RRU 104A-104D可具有相同数目或不同数目的接收天线。BBU和/或RRU 104A-104D可在本文中共同称为“网络系统”。

[0049] 环境100中可包括各种标准及协议,以在基站(例如,RRU 104)与无线通信装置(例如,UE 102)之间无线地通信数据。一些无线装置可经由物理层使用正交频分复用(OFDM)数字调制方案来通信。OFDM标准及协议可包括第三代合作伙伴计划(3GPP)长期演进(LTE)、可被称作WiMAX(Worldwide interoperability for Microwave Access(微波接入全球互操作性))的电气与电子工程师协会(IEEE)802.16标准(例如,802.16e、802.16m)、及可被称作Wi-Fi的IEEE 802.11标准。在一些系统中,无线电接入网络(RAN)可包括与一个或多个演进节点(NodeB)(也通常被表示为增强NodeB、eNodeB或eNB)、下一代NodeB(gNB)、或任何其他适当的NodeB(xNB)相关联的一个或多个基站。在其他实施例中,无线电网络控制器(RNC)可作为基站被提供。基站提供无线网络与诸如因特网(Internet)这样的核心网络之间的网桥(bridge)。基站可被包括以便利无线网络的无线通信装置的数据交换。

[0050] 无线通信装置可被称为用户设备 (UE)。UE 可以由用户使用的装置, 诸如智能电话、膝上型计算机、平板计算机、蜂窝式电话、可穿戴计算装置 (诸如智能眼镜或智能手表或者耳机)、一个或多个联网器具 (例如, 消费型联网器具或工业厂房设备)、具有连接性的工业机器人、或交通工具。在一些实施方式中, UE 可包括传感器或被配置为收集数据且将数据无线地提供至与核心网络 (诸如因特网) 连接的装置 (例如, 服务器) 的其他联网装置。这样的装置可被称为物联网 (Internet of Things) 装置 (IoT 装置)。下行链路 (DL) 发送总体上是指从基站至无线通信装置的通信, 上行链路 (UL) 发送总体上是指从无线通信装置至基站的通信。

[0051] 如本文中所描述的, RRU 104 可包括一个或多个天线, 且该天线中的一个或多个可充当 TRP。RRU 104 可包括多个天线以提供多输入多输出 (MIMO) 通信。例如, RRU 104 可装备有各种数目的发送天线 (例如, 1 个、2 个、4 个、8 个或更多个), 该发送天线可同时用于至诸如 UE 102 这样的—个或多个接收器的发送。接收装置 (例如 UE 102) 可包括多于—个的接收天线 (例如, 2 个、4 个等等)。接收天线的阵列可被配置为同时接收来自 RRU 104 的发送。RRU 104 中包括的每个天线可分别被配置为根据特定时间、频率、功率及方向配置来进行发送和/或接收。类似地, UE 102 中包括的每个天线可个别地被配置为根据特定时间、频率、功率及方向配置进行发送或接收。该配置可由 RRU 104 和/或 BBU 提供。方向配置可基于使用信道互易性的网络估计而产生, 或者基于来自 UE 102 的反馈经由波束成形码本索引的选择而确定, 或者两者的混合。

[0052] 每个 RRU 104A-104D 可支持一个或多个数字基带, 数字基带的数目可小于或等于相应的 RRU 104A-104D 具有的发送天线的数目。因此, 假设每个 RRU 104A-104D 具有由 N_d 个数字基带支持的 N_t 个发送天线, 则可由 RRU 104A-104D 支持的空间波束的最大数目为 $N_t \times 4$ (例如, RRU 104 的数目), 在本文中称为 N_{bm} , 可由 RRU 104A-104D 支持的独立流 (independent stream) 的最大数目为 $N_d \times 4$ (例如, RRU 104 的数目), 在本文中称为 N_u 。为了简便及易于解释, 图 1A 中所示出的 RRU 104A-104D 每个具有 4 个发送天线及 4 个接收天线。因此, 可由 RRU 104A-104D 支持的空间波束的最大数目为 16。RRU 104A-104D 可包括相同数目的接收天线 (例如, 用于 UL 发送) 及发送天线 (例如, 用于 DL 发送) 或者不同数目的接收天线及发送天线。在一些实施例中, RRU 104A-104D 的一个或多个天线可既发送 DL 信号又接收 UL 信号。无论 RRU 104A-104D 具有相同数目还是不同数目的天线, 本文中所描述的技术均适用。

[0053] RRU 104A-104D 和/或 BBU 可在训练模式中及在操作模式中操作。在训练模式中, RRU 104A-104D 可触发或以其他方式指令 UE 102A-102D 周期性地发送上行链路参考信号 (例如, SRS、DMRS 等等)。作为响应, RRU 104A-104D 的天线可各自从每个 UE 102A-102D 接收上行链路参考信号。基于由 RRU 104A-104D 天线接收的上行链路参考信号及 RRU 104A-104D 天线的空间特征, BBU (例如, 调度器) 可确定用于 UE 102A-102D 与上行链路参考信号的特定组合的相位及振幅。BBU 可使用由—个 RRU 104A-104D 天线接收的上行链路参考信号和/或使用由两个或更多个 RRU 104A-104D 天线接收的上行链路参考信号 (例如, 使用由两个或更多个 RRU 104A-104D 接收的上行链路参考信号) 来确定 UE 102A-102D 与上行链路参考信号的特定组合的相位及振幅。BBU 可汇总与 UE 102A-102D 对应的相位和振幅, 并且使用与 UE 102A-102D 对应的相位及振幅来确定源自 UE 102A-102D 的空间波束的总体空间方向 (例如, 总体波束方向图)。替代地, RRU 104A-104D 中的一个或多个可使用相同技术确定源自 UE

102A-102D的空间波束的总体空间方向。

[0054] 针对UE 102A-102D中的一些或全部,BBU可基于源自相应的UE 102A-102D的空间波束的所确定的总体空间方向而形成信号(例如,SSB)。针对UE 102A-102D中的一些或全部,RRU 104A-104D可然后在涵盖所确定的总体空间方向的较精细区域(例如,5度角、10度角、15度角等)上、而非在较宽广区域(例如,30度角、60度角、90度角等等)上发送信号(例如,SSB),来确定哪个(些)空间波束应服务于相应的UE102A-102D。图1A示出在训练模式期间可被用于发送由UE 102A-102D接收或检测的信号的不同空间波束。在操作模式中,RRU 104A-104D可使用所确定的空间波束将DL数据发送至UE 102A-102D。

[0055] 例如,在训练模式中,在BBU和/或RRU 104A-104D确定源自UE 102A-102D中的一些或全部的空间波束的总体空间方向之后,RRU 104A-104D可以以顺序方式且沿总体方向发送在本文中也称为波束导频的信号(例如,SSB)以供UE 102A-102D接收,该总体方向与源自UE 102A-102D中的一些或全部的空间波束的所确定的总体空间方向中的至少一个对应(例如,在所确定的总体空间方向的1度角内、在所确定的总体空间方向的2度角内、在所确定的总体空间方向的3度角内、在所确定的总体空间方向的5度角内、在所确定的总体空间方向的10度角内等等)。具体是,RRU 104A可使用一个或多个RRU 104A发送天线通过第一空间波束(例如, A_1)发送信号,然后使用一个或多个RRU 104A发送天线通过第二空间波束(例如, A_2)发送信号,以此类推。在RRU 104A已通过由RRU 104A服务的四个空间波束(例如, A_1 、 A_2 、 A_3 及 A_4)发送信号之后,RRU 104B可开始使用一个或多个RRU 104B发送天线通过第一空间波束(例如, B_1)发送信号,然后使用一个或多个RRU 104B发送天线通过第二空间波束(例如, B_2)发送信号,以此类推。总计,每个RRU 104A-104D可通过由相应的RRU 104A-104D服务的空间波束中的每个(例如, A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 、 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 D_1 、 D_2 、 D_3 及 D_4)依序发送一个或多个信号。仅出于解释目的而提供以上示例,因为RRU 104A-104D可以以任何次序发送信号(例如,RRU 104B可在RRU 104A之前发送信号,RRU 104B可在RRU 104A使用一个或多个RRU 104A发送天线通过第一空间波束发送信号之后、且在RRU 104A使用一个或多个RRU 104A发送天线通过第二空间波束发送信号之前,使用一个或多个RRU 104B发送天线通过第一空间波束发送信号,等等)。由每个RRU 104A-104D发送的信号可包括相同物理小区ID(PCI),且因此信号可对于UE 102A-102D表现为如同该信号源自相同节点或基站。

[0056] 作为说明性示例,RRU 104A可通过四个空间波束(例如, A_1 、 A_2 、 A_3 及 A_4)发送信号,RRU 104B可通过四个空间波束(例如, B_1 、 B_2 、 B_3 及 B_4)发送信号,RRU 104C可通过四个空间波束(例如, C_1 、 C_2 、 C_3 及 C_4)发送信号,RRU 104D可通过四个空间波束(例如, D_1 、 D_2 、 D_3 及 D_4)发送信号。空间波束可沿不同方向定位以提供较大的网络覆盖区域。在一些实施例中,不同方向与由BBU和/或RRU 104A-104D使用上行链路参考信号确定的总体空间方向中的至少一个对应。图1A描绘由RRU 104A-104D服务的空间波束的示例方向,但这并非意在为限制性的。RRU 104A-104D可使空间波束指向任何方向。

[0057] UE 102A-102D可接收或检测通过空间波束发送的信号,并使用所接收或所检测的信号确定空间波束的链路强度(例如,信号对干扰加噪声比(signal-to-interference-plus-noise ratio,SINR))。UE 102A-102D可针对由RRU 104A-104D共同服务的空间波束中的一些或全部来重复此过程。每个UE 102A-102D可然后经由控制信令信道和/或经由带内信令(例如,使用数据将经由其发送至UE 102A-102D和/或从UE 102A-102D发送的信道)将

空间波束的链路强度的指示提供至RRU 104A-104D中的一个或多个。UE 102A-102D可在同一发送中或在分别的发送中(例如,其中每个发送对应于特定空间波束)提供每个空间波束的链路强度的指示。例如,如果经由带内信令发送链路强度的指示,则UE 102A-102D可汇总链路强度数据(例如,汇总针对多个空间波束所确定的链路强度),并且经由单个或少量的发送来发出经汇总的链路强度数据。例如,UE 102A-102D可发送链路强度向量,其中该向量的每个元素包括特定空间波束的链路强度的指示。

[0058] 替代地或另外地,UE 102A-102D可各自确定具有最佳链路强度(例如,最高链路强度)的空间波束。UE 102A-102D可然后将具有最佳链路强度的空间波束的指示发送至RRU 104A-104D,其中也提供或不提供其他空间波束的链路强度的指示。

[0059] RRU 104A-104D可将链路强度数据转发至BBU。BBU可然后使用链路强度数据确定UE 102A-102D中的一些或全部的空间波束所源自的方向或方向的范围,并且选择用于将数据供应至UE 102A-102D的一个或多个空间波束。例如,除提供空间波束链路强度外,UE 102A-102D也可提供每个空间波束的链路质量和/或信道条件的指示,并且RRU 104A-104D可将此信息转发至BBU。BBU也可具有指示RRU 104A-104D的发送天线的物理布局和/或这样的发送天线进行发送所沿的方向、以及用于服务于其他UE 102A-102D的空间波束的信息。RRU104A-104D和/或BBU可使用链路强度、链路质量(例如,DL链路质量)、发送天线物理布局和/或方向信息、相应的UE102A-102D的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围、上行链路参考信号、和/或指示哪些空间波束服务于其他UE 102A-102D的信息,来为每个UE102A-102D选择一个或多个空间波束。具体是,相应的UE102A-102D的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围可被BBU和/或RRU 104A-104D用于为相应的UE102A-102D选择更能够沿所确定的方向或方向的范围进行发送的空间波束。因此,BBU和/或RRU 104A-104D可使用上行链路参考信号来不仅减少完成训练模式的时间,而且也改善DL发送的准确性。作为说明性示例,如果由UE 102A-102D提供的空间波束的链路强度大于阈值和/或如果与所选择来服务于其他UE 102A-102D的空间波束存在最小重叠(例如,如果所考虑的空间波束在空间上不邻接于用于服务于另一UE 102A-102D的另一空间波束,诸如不在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接,则将由于使用所考虑的空间波束服务于UE 102A-102D而导致的与其他空间波束的干扰(interference)小于阈值),则BBU可确定空间波束可服务于UE 102A-102D。

[0060] 在某些实施例中,BBU和/或RRU 104A-104D可进一步使用上行链路参考信号来确定将哪个(些)空间波束分配至UE 102A-102D。例如,BBU和/或RRU 104A-104D可基于所提供的链路强度数据与从上行链路参考信号导出的上行链路信道质量估计的经加权的组合,来确定波束信道条件或链路质量。作为另一示例,如果在曾导致UE 102A-102D确定链路强度的顺序SSB的发送与由RRU 104A-104D进行的对上链路参考信号的接收之间存在延迟(例如,2ms、10ms、100ms、1s等等),则这可指示由UE 102A-102D提供的链路强度数据和/或链路质量数据是过时的。因此,BBU和/或RRU 104A-104D可替代地使用上行链路参考信号来确定链路质量。另外,如果UL信道质量足够高(例如,大于阈值SNR),则BBU和/或RRU 104A-104D可使用从上行链路参考信号导出的UL信道质量来估计DL链路质量。

[0061] BBU和/或RRU 104A-104D可以可选地在为每个UE 102A-102D选择空间波束之前执行零个或更多个另外的遍次。例如,在接收和/或评估由UE 102A-102D响应于SSB的发送而

提供的链路强度数据之后,RRU 104A-104D可能在比SSB的第一发送更窄的区域(其中该更窄的区域由BBU和/或RRU 104A-104D基于分析链路强度数据而确定)上发送另一组SSB。UE 102A-102D可然后提供另外的链路强度数据以供评估,且BBU和/或RRU 104A-104D可使用该另外的链路强度数据和/或本文中所描述的任何其他数据来确定UE102A-102D的空间波束所源自的方向或方向的范围。BBU和/或RRU 104A-104D可然后使用所确定的方向或方向的范围来将另一轮次的SSB发送至UE 102A-102D,并且重复本文中所描述的分析,或者可使用所确定的方向或方向的范围来选择适当空间波束以服务于UE 102A-102D。

[0062] 为了增加冗余及因此增加可靠性,BBU可选择来自一个或多个RRU 104A-104D的多个空间波束来服务于UE 102A-102D。每个空间波束可用于将相同DL数据发送至UE 102A-102D,因此,具有多个空间波束服务于UE102A-102D,即使在其他发送与一个或多个空间波束相干扰的情况下,也可以确保UE 102A-102D接收到所发送的数据。BBU和/或RRU 104A-104D可以能够牺牲某些容量来支持冗余,这是因为,例如,鉴于在mmW频率下的高带宽及SNR,每链路的容量可以是相对高的。实际上,鉴于在mmW频率下的发送可能由于在这些频率下的相对高的传播损耗而通常是不可靠的,因而可期望牺牲某些容量来支持冗余。

[0063] 一旦为每个UE 102A-102D选择空间波束,则BBU可把为UE102A-102D而选择的空間波束分组到用于UE 102A-102D的有效集。有效集可标识被选择以服务于具体UE 102A-102D的每个RRU 104A-104D与空间波束对。服务于UE 102A-102D的空间波束集可被考虑作为UE 102A-102D的有效集。作为说明性示例,有效集可呈以下格式:{(节点名称,空间波束),(节点名称,空间波束),(节点名称,空间波束),...}。

[0064] 图1B为示出根据实施例的被选择以服务于UE 102A-102D的空间波束的图。如图1B中所示出的,BBU已选择来自每个RRU 104A-104D的一个空间波束来服务于每个UE 102A-102D。例如,BBU已选择空间波束 A_1 、 B_1 、 C_1 及 D_1 来服务于UE 102A,选择空间波束 A_2 、 B_2 、 C_2 及 D_2 来服务于UE 102B,选择空间波束 A_3 、 B_3 、 C_3 及 D_3 来服务于UE 102C,及选择空间波束 A_4 、 B_4 、 C_4 及 D_4 来服务于UE 102D。因此,用于UE 102A的有效集可表示为{(RRU 104A, A_1), (RRU 104B, B_1), (RRU 104C, C_1), (RRU 104D, D_1)},用于UE 102B的有效集可表示为{(RRU 104A, A_2), (RRU 104B, B_2), (RRU 104C, C_2), (RRU 104D, D_2)},用于UE 102C的有效集可表示为{(RRU 104A, A_3), (RRU 104B, B_3), (RRU 104C, C_3), (RRU 104D, D_3)},且用于UE 102D的有效集可表示为{(RRU 104A, A_4), (RRU 104B, B_4), (RRU 104C, C_4), (RRU 104D, D_4)}。

[0065] 虽然图1B描绘了来自具体RRU 104A-104D的不多于一个空间波束被选择以服务于UE 102A-102D,但这并非意欲为限制性的。来自具体RRU 104A-104D的两个或更多个空间波束可被选择以服务于UE 102A-102D。

[0066] 一旦创建有效集,则BBU可将有效集数据(例如,标识被选择以服务于一个或多个UE 102A-102D的空间波束的信息)发送至RRU 104A-104D中的一个或多个,以用于发送至UE 102A-102D中的一个或多个。因此,UE 102A-102D可接收指示预期在哪个(些)空间波束上发送DL数据的信息。UE 102A-102D可各自包括接收器,并且每个UE 102A-102D可将接收器配置成接收与空间波束相关联的DL数据,该空间波束在有效集数据中标识且被选择以服务于相应的UE 102A-102D。在发送有效集数据之前、期间和/或之后,BBU可调度对应的DL数据发送。如果每个UE的有效集中的空间波束在空间上不邻接,诸如不在阈值角度内、阈值距离内等等空间上不邻接,则BBU可调度向不同UE 102A-102D的同时发送。如果每个UE的有效集中

的至少一个空间波束在空间上邻接(例如,在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接),则BBU可执行时分复用,使得发送在不同时间发送至UE 102A-102D以避免潜在干扰。

[0067] 在此,空间波束 A_1 与 A_4 可在空间上邻接,空间波束 A_2 与 A_3 可在空间上邻接,空间波束 B_1 与 B_4 可在空间上邻接,空间波束 B_2 与 B_3 可在空间上邻接,空间波束 C_1 与 C_4 可在空间上邻接,空间波束 C_2 与 C_3 可在空间上邻接,空间波束 D_1 与 D_4 可在空间上邻接,且空间波束 D_2 与 D_3 可在空间上邻接。因此,BBU可调度数据发送,使得通过空间波束 A_1 的发送在不同于通过空间波束 A_4 的发送的时间发生,使得通过空间波束 A_2 的发送在不同于通过空间波束 A_3 的发送的时间发生,使得通过空间波束 B_1 的发送在不同于通过空间波束 B_4 的发送的时间发生,使得通过空间波束 B_2 的发送在不同于通过空间波束 B_3 的发送的时间发生,使得通过空间波束 C_1 的发送在不同于通过空间波束 C_4 的发送的时间发生,使得通过空间波束 C_2 的发送在不同于通过空间波束 C_3 的发送的时间发生,使得通过空间波束 D_1 的发送在不同于通过空间波束 D_4 的发送的时间发生,且使得通过空间波束 D_2 的发送在不同于通过空间波束 D_3 的发送的时间发生。

[0068] 图1C为示出根据实施例的在第一时隙期间发生的DL数据发送的图。如图1C中所示出的,RRU 104A在第一时隙期间通过空间波束 A_1 与 A_2 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接。类似地,RRU 104B在第一时隙期间通过空间波束 B_1 与 B_2 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接,RRU 104C在第一时隙期间通过空间波束 C_1 与 C_2 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接,且RRU 104D在第一时隙期间通过空间波束 D_1 与 D_2 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接。

[0069] 图1D为示出根据实施例的在第二时隙期间发生的DL数据发送的图。第二时隙可在图1C的第一时隙之前或之后。如图1D中所示出的,RRU 104A在第二时隙期间通过空间波束 A_3 与 A_4 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接。类似地,RRU 104B在第二时隙期间通过空间波束 B_3 与 B_4 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接,RRU 104C在第二时隙期间通过空间波束 C_3 与 C_4 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接,且RRU 104D在第二时隙期间通过空间波束 D_3 与 D_4 发送DL数据,因为这样的空间波束在空间上不邻接。

[0070] 图1E示出在操作模式期间来自RRU 104A-104D的调度的DL发送的时序图。该时序图以图形形式表示上文关于图1B-1D所描述的DL数据发送时序。如图1E中所示出的,RRU 104A在一个时隙期间通过空间波束 A_1 及 A_2 发送DL数据,且在另一时隙期间通过空间波束 A_3 及 A_4 发送数据。替代地,因为空间波束 A_1 与 A_3 可不在空间上邻接且空间波束 A_2 与 A_4 可不在空间上邻接,所以RRU 104A可在与空间波束 A_1 相同的时隙期间通过空间波束 A_3 发送DL数据,和/或可在与空间波束 A_4 相同的时隙期间通过空间波束 A_2 发送DL数据。

[0071] 类似地,RRU 104B在一个时隙期间通过空间波束 B_1 及 B_2 发送DL数据,且在另一时隙期间通过空间波束 B_3 及 B_4 发送数据。替代地,因为空间波束 B_1 与 B_3 可不在空间上邻接且空间波束 B_2 与 B_4 可不在空间上邻接,所以RRU 104B可在与空间波束 B_1 相同的时隙期间通过空间波束 B_3 发送DL数据,和/或可在与空间波束 B_4 相同的时隙期间通过空间波束 B_2 发送DL数据。

[0072] RRU 104C可在一个时隙期间通过空间波束 C_1 及 C_2 发送DL数据,且在另一时隙期间通过空间波束 C_3 及 C_4 发送数据。替代地,因为空间波束 C_1 与 C_3 可不在空间上邻接且空间波束 C_2 与 C_4 可不在空间上邻接,所以RRU104C可在与空间波束 C_1 相同的时隙期间通过空间波束 C_3

发送DL数据,和/或可在与空间波束 C_4 相同的时隙期间通过空间波束 C_2 发送DL数据。

[0073] RRU 104D可在一个时隙期间通过空间波束 D_1 及 D_2 发送DL数据,且在另一时隙期间通过空间波束 D_3 及 D_4 发送数据。替代地,因为空间波束 D_1 与 D_3 可不在空间上邻接且空间波束 D_2 与 D_4 可不在空间上邻接,所以RRU 104D可在与空间波束 D_1 相同的时隙期间通过空间波束 D_3 发送DL数据,和/或可在与空间波束 D_4 相同的时隙期间通过空间波束 D_2 发送DL数据。

[0074] 形成用于具体UE 102A-102D的有效集的空间波束可用于在相同时间将相同DL数据发送至UE 102A-102D。例如,RRU 104A、RRU 104B、RRU 104C及RRU 104D可在操作模式期间在相同时间将相同DL数据发送至UE 102A,其中RRU 104A在空间波束 A_1 上发送DL数据,RRU 104B在空间波束 B_1 上发送DL数据,RRU 104C在空间波束 C_1 上发送DL数据,且RRU 104D在空间波束 D_1 上发送DL数据。

[0075] 在其他实施例中,如果UE 102A-102D发送指示未曾接收到DL数据或DL数据发送中曾存在错误的无应答消息,则服务于UE 102A-102D的有效集中的空间波束的任何RRU 104A-104D的任何天线可重新发送DL数据,而不论相应的天线是否曾是最初曾发送导致了该无应答消息的DL数据的天线。例如,如果RRU 104D的天线曾通过空间波束 D_1 将DL数据发送至UE 102A,且UE 102A作为响应曾返回无应答消息,则鉴于每个空间波束形成UE 102A有效集,因而可通过空间波束 A_1 、 B_1 、 C_1 及 D_1 的任何组合而将DL数据重新发送至UE 102A。因此,RRU 104A-104D的曾最初发送DL数据的相同天线、RRU 104A-104D的不同于曾最初发送DL数据的那个的天线、RRU 104A-104D的曾最初发送DL数据的相同天线、及与曾最初发送DL数据的那个不同的一个或多个RRU 104A-104D的一个或多个不同的天线、或者与曾最初发送DL数据的那个不同的一个或多个RRU 104A-104D的两个或更多个不同的天线可重新发送DL数据,其中每个发送天线是通过形成UE 102A-102D的有效集的空间波束进行发送的天线。

[0076] 图2A为示出根据实施例的被选择以服务于UE 102A-102D的空间波束的另一图。不同于上文关于图1B-1E所描述的实施例,图2A示出的实施例中,一些但并非全部RRU 104A-104D具有被选择以服务于全部UE 102A-102D的空间波束。如图2A中示出的,BBU已选择空间波束 A_1 及 C_1 以服务于UE 102A,选择空间波束 A_2 、 B_2 、 C_2 及 D_2 以服务于UE 102B,选择空间波束 B_3 以服务于UE 102C,及选择空间波束 A_4 、 B_4 及 D_4 以服务于UE 102D。因此,用于UE 102A的有效集可表示为 $\{(RRU\ 104A, A_1), (RRU\ 104C, C_1)\}$,用于UE 102B的有效集可表示为 $\{(RRU\ 104A, A_2), (RRU\ 104B, B_2), (RRU\ 104C, C_2), (RRU\ 104D, D_2)\}$,用于UE 102C的有效集可表示为 $\{(RRU\ 104B, B_3)\}$,且用于UE 102D的有效集可表示为 $\{(RRU\ 104A, A_4), (RRU\ 104B, B_4), (RRU\ 104D, D_4)\}$ 。

[0077] 虽然图2A描绘来自具体RRU 104A-104D的不多于一个的空间波束被选择以服务于UE 102A-102D,但这并非意欲为限制性的。来自具体RRU 104A-104D的两个或更多个空间波束可被选择以服务于UE 102A-102D。

[0078] 如上文所描述,一旦创建有效集,则BBU可调度对应的DL数据发送。如果每个UE的有效集中的空间波束在空间上不邻接,诸如不在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接,则BBU可调度向不同UE 102A-102D的同时发送。如果每个UE的有效集中的至少一个空间波束在空间上邻接(例如,在阈值角度内、阈值距离内等等空间上邻接),则BBU可实施时分复用,使得发送在不同时间被发送至UE 102A-102D,以避免潜在干扰。

[0079] 在此,空间波束 A_1 与 A_4 可在空间上邻接,且空间波束 B_2 与 B_3 可在空间上邻接。因此,

BBU可调度数据发送,使得通过空间波束 A_1 的发送在不同于通过空间波束 A_4 的发送的时间发生,且使得通过空间波束 B_2 的发送在不同于通过空间波束 B_3 的发送的时间发生。BBU可在相同时间和/或在不同时间通过其余空间波束调度数据发送。

[0080] 图2B示出在操作模式期间来自RRU 104A-104D的调度的DL发送的另一时序图。该时序图以图形形式表示上文关于图2A所描述的DL数据发送时序。如图2B中所示出,RRU 104A在一个时隙期间通过空间波束 A_1 发送数据,且在另一时隙期间通过空间波束 A_2 及 A_4 发送DL数据。替代地,因为空间波束 A_1 与 A_2 可在空间上不邻接,RRU 104A可在与空间波束 A_1 相同的时隙期间通过空间波束 A_2 发送DL数据。

[0081] 类似地,RRU 104B在一个时隙期间通过空间波束 B_3 发送DL数据,且在另一时隙期间通过空间波束 B_2 及 B_4 发送DL数据。替代地,因为空间波束 B_3 与 B_4 可在空间上不邻接,RRU 104B可在与空间波束 B_3 相同的时隙期间通过空间波束 B_4 发送DL数据。

[0082] RRU 104C可在相同时隙期间或在不同时段期间通过空间波束 C_1 与 C_2 发送DL数据,因为这些空间波束在空间上不邻接。例如,RRU 104C可在不同时段期间通过空间波束 C_1 及 C_2 发送DL数据,使得UE 102A在相同时间接收通过空间波束 A_1 及 C_1 的发送,和/或使得UE 102B在相同时间接收通过空间波束 A_2 、 B_2 、 C_2 及 D_2 的发送。

[0083] RRU 104D可在相同时隙期间或在不同时段期间通过空间波束 D_2 与 D_4 发送DL数据,因为这些空间波束在空间上不邻接。例如,RRU 104D可在相同时隙期间通过空间波束 D_2 及 D_4 发送DL数据,使得UE 102B在相同时间接收通过空间波束 A_2 、 B_2 、 C_2 及 D_2 的发送,和/或使得UE 102D在相同时间接收通过空间波束 A_4 、 B_4 及 D_4 的发送。

[0084] 形成用于具体UE 102A-102D的有效集的空间波束可被用于在相同时间将相同DL数据发送至UE 102A-102D。例如,RRU 104A及RRU 104C可在操作模式期间在相同时间将相同DL数据发送至UE 102A,其中RRU 104A在空间波束 A_1 上发送DL数据,并且RRU 104C在空间波束 C_1 上发送DL数据。

[0085] 一旦数据通过一个或多个空间波束被UE 102A-102D接收,则UE 102A-102D可非相干地组合所接收的信号。如上文所提及,虽然从非相干地组合所接收的信号得到的增益可能不如从相干地组合所接收的信号得到的增益那么高,但可通过在mmW频率下发送数据实现的高吞吐量而缓解增益差。另外,RRU 104A-104D可通过减小否则将为校准RRU 104A-104D以允许相干组合而会涉及到的网络开销量而节约网络资源。然而,在替代实施例中,UE 102A-102D可通过选择在最佳空间波束上发送的信号,通过执行所接收的信号的软组合,和/或通过执行所接收的信号的相干组合(其可涉及RRU 104校准),来组合所接收的信号。

[0086] 可选地,UE 102A-102D中的一个或多个可确定空间波束的链路强度,在该空间波束上将DL数据发送至相应的UE 102A-102D。UE 102A-102D可以以如上文所描述的方式将链路强度供应至RRU 104A-104D,RRU 104A-104D可与BBU共享链路强度,且BBU可使用链路强度来更新UE 102A-102D的有效集中所包括的空间波束集。例如,如果另外的UE 102被引入环境100中且现在由在空间上邻接的空间波束服务,如果空间波束的信道条件改变等等,则BBU可更新UE 102A-102D的有效集。如果有效集被更新,则RRU 104A-104D可根据所更新的有效集开始将DL数据发送至UE 102A-102D。

[0087] 可选地,UE 102A-102D中的一个或多个可在操作模式期间周期性地将上行链路参考信号发送至RRU 104A-104D(例如,作为RRU 104A-104D对发送上行链路参考信号的指令

或触发的结果)。UE 102A-102D可以以如上文所描述的方式将上行链路参考信号供应至RRU 104A-104D,RRU 104A-104D可与BBU共享上行链路参考信号,且BBU可使用上行链路参考信号(单独或与诸如更新的链路强度数据这样的其他数据组合)来更新UE 102A-102D有效集中所包括的空间波束集。例如,如果另外的UE 102被引入环境100中且现在被在空间上邻接的空间波束服务,如果空间波束的信道条件改变等等,则BBU可更新UE 102A-102D的有效集。如果有效集被更新,则RRU 104A-104D可根据更新的有效集开始将DL数据发送至UE 102A-102D。

[0088] 在其他实施例中,BBU可根据调度器度量,在服务于不同UE 102A-102D的空间波束上调度同时发送。调度器度量可以是被选择以服务于具体UE 102A-102D的空间波束的链路质量与被选择以服务于具体UE 102A-102D的空间波束和另一空间波束之间的泄漏率的比率,在该另一空间波束上,发送可与被选择以服务于具体UE 102A-102D的该空间波束同时调度。

[0089] 在其他实施例中,BBU可将多于一个的数字基带分配至UE102A-102D。在期望较高可靠性和/或强辅助流(secondary stream)(例如,强辅助数字基带)可用的情形中,BBU可将多个数字基带(及因此每RRU 104多于一个的流)分配至UE 102A-102D。

[0090] 如图2A中所示出的,每个RRU 104A-104D可不必服务于每个UE 102A-102D。例如,如果来自其他RRU 104A-104D的链路强度和/或链路质量足以服务于UE 102A-102D和/或网络的吞吐量规格,和/或如果源自RRU 104A-104D的一个或多个空间波束对UE 102A-102D的链路的贡献不大,则RRU 104A-104D可不服务于UE 102A-102D。

[0091] 在其他实施例中,BBU可选择要包括于UE 102A-102D的有效集中的空间波束、和/或如下的空间波束,即,使用通过接收SSB、信道状态信息参考信号(CSI-RS)、和/或来自UE 102A-102D的类似DL参考信号而确定的波束接收质量度量,通过该空间波束可以同时进行发送。因此,UE 102A-102D可提供关于空间波束的质量的反馈,且BBU可相应地选择要包括于每个UE102A-102D的有效集中的空间波束。

[0092] 在其他实施例中,BBU可基于在所报告的最佳空间波束之间的物理分隔而设置有效集。例如,如果UE 102A报告最佳空间波束集设置为S1且UE 102B报告最佳空间波束集设置为S2,则只要集S1与S2物理上分隔开足以减小和/或最小化干扰的阈值间隙(例如,阈值距离、阈值角度等等),则RRU 104A-104D可同时服务于UE 102A及102B。

[0093] 图3A-3E为图1A的环境100的框图,其示出根据实施例的由环境100的部件执行来选择有效集并发送DL数据的操作。如图3A中所示,RRU 104A可在(1A)将上行链路参考信号请求发送至UE 102A,RRU 104B可在(1B)将上行链路参考信号请求发送至UE 102A,RRU 104C可在(1C)将上行链路参考信号请求发送至UE 102A,且RRU 104D可在(1D)将上行链路参考信号请求发送至UE 102A。RRU 104A-104D可顺序地、并行地和/或在时间上重叠地发送上行链路参考信号请求。

[0094] 作为响应,UE 102A可准备上行链路参考信号且在(2A)将其发送至RRU 104A,可准备上行链路参考信号且在(2B)将其发送至RRU 104B,可准备上行链路参考信号且在(2C)将其发送至RRU 104C,且可准备上行链路参考信号且在(2D)将其发送至RRU 104D。替代地,未示出,UE 102A可将上行链路参考信号发送至单个RRU 104A-104D。

[0095] 如图3B中所示出的,RRU 104A可在(3A)将所接收的上行链路参考信号发送至BBU

302, RRU 104B可在(3B)将所接收的上行链路参考信号发送至BBU 302, RRU 104C可在(3C)将所接收的上行链路参考信号发送至BBU 302,且RRU 104C可在(3D)将所接收的上行链路参考信号发送至BBU 302。BBU 302可然后在(4)处理上行链路参考信号中的一些或全部,以确定UE 102A空间波束的总体方向。例如, BBU 302可基于由RRU 104A-104D的天线接收的上行链路参考信号、和/或曾接收上行链路参考信号的天线的空间特征,而导出相位及振幅的量度。BBU 302可然后确定源自UE 102A的空间波束的总体空间波束方向(例如,空间波束方向图)。

[0096] 如图3C中所示出的, RRU 104A可在(5A)将波束导频发送至UE 102A, RRU 104B可在(5B)将波束导频发送至UE 102A, RRU 104C可在(5C)将波束导频发送至UE 102A,且RRU 104D可在(5D)将波束导频发送至UE 102A。RRU 104A-104D可顺序地在不同空间波束上发送波束导频。例如, RRU 104A可首先进行发送,然后为RRU 104B,然后为RRU 104C,然后为RRU 104D。因此,一次一个RRU可发送波束导频。RRU 104A-104D可进一步沿与由BBU 302确定的源自UE 102A的空间波束的总体空间波束方向对应的总体方向,发送波束导频(例如, BBU 302可形成波束导频,将关于波束导频应被发送的方向或方向的范围的信息提供至RRU 104A-104D)。例如, RRU 104A-104D可沿涵盖针对UE 102A的所确定的总体空间波束方向、和/或针对其他UE 102B-102D的所确定的总体空间波束方向的方向或方向的范围,发送波束导频。

[0097] 针对每个所接收的波束导频, UE 102A可在(6)确定在其上曾发送相应的波束导频的空间波束的链路强度。链路强度可表示为SINR。UE 102A可然后将所确定的空间波束链路强度发送至RRU 104A-104D。例如, UE 102A可在(7A)将RRU 104A空间波束链路强度发送至RRU 104A, UE 102A可在(7B)将RRU 104B空间波束链路强度发送至RRU 104B, UE 102A可在(7C)将RRU 104C空间波束链路强度发送至RRU 104C,且UE 102A可在(7D)将RRU 104D空间波束链路强度发送至RRU 104D。替代地,未示出, UE 102A可将空间波束链路强度发送至单个RRU 104A-104D。

[0098] 如图3D中所示出的, RRU 104A-104D在(8A)、(8B)、(8C)及(8D)将所接收各空间波束链路强度转发至BBU 302。BBU 302可在(9)选择空间波束以服务于UE 102A,并且可在(10)执行调度操作。BBU 302可基于以下来选择空间波束以服务于UE 102A:所提供的空间波束链路强度、链路质量数据、指示RRU 104A-104D发送天线的物理位置及发送方向的信息、UE 102A的空间波束所源自的所确定的方向或方向的范围(其中,基于由RRU 104A-104D和/或BBU 302检测的、UE 102A从其发送空间波束链路强度的方向,而由BBU 302和/或RRU 104A-104D做出选择)、由UE 102A提供的上行链路参考信号、和/或指示哪些空间波束已被选择以服务于其他UE 102B-102D的信息。一旦选择了空间波束以服务于UE 102A,则BBU 302可执行调度操作,包括创建用于UE 102A的有效集以及确定何时将数据发送至UE 102A。

[0099] BBU 302可然后在(11A)向RRU 104A发送用于发送至UE 102A的调度数据(例如,指示RRU 104应在何时发送DL数据的DL数据发送时序及频率数据)和/或DL数据。类似地, BBU 302可在(11B)将用于发送至UE 102A的调度数据和/或DL数据发送至RRU 104B,可在(11C)将用于发送至UE 102A的调度数据和/或DL数据发送至RRU 104C,且可在(11D)将用于发送至UE 102A的调度数据和/或DL数据发送至RRU 104D。

[0100] 如图3E中所示,由RRU 104A、RRU 104B、RRU 104C及RRU 104D提供的空间波束已被

选择以服务于UE 102A。在操作模式期间,RRU 104A可在(12A)通过一个空间波束将第一DL数据发送至UE 102A。在相同时间(或在重叠或不同时间),RRU 104B可在(12B)通过另一空间波束将相同的第一DL数据发送至UE 102A,RRU 104C可在(12C)通过另一空间波束将相同的第一DL数据发送至UE 102A,和/或RRU 104D可在(12D)通过另一空间波束将相同的第一DL数据发送至UE 102A。因此,RRU 104A-104D可各自通过一个或多个空间波束将相同的DL分组发送至UE 102A。在其他实施例中,RRU 104A-104D可各自将相同的DL分组和/或不同的DL分组发送至UE 102A。UE 102A可然后在(13)非相干地组合来自RRU 104A、RRU 104B、RRU 104C及RRU 104D的DL发送。

[0101] 可选地,针对每个DL发送,UE 102A可在(14)确定链路强度。UE 102A可然后在(15A)将链路强度数据和/或新的或更新的上行链路参考信号发送至RRU 104A,在(15B)发送至RRU 104B,在(15C)发送至RRU 104C,和/或在(15D)发送至RRU 104D。RRU 104A-104D可与BBU 302共享链路强度数据和/或新的或更新的上行链路参考信号,且BBU 302可然后使用链路强度数据和/或新的或更新的上行链路参考信号,来可能地更新UE 102A的有效集。

[0102] 图4为示意图,示出根据实施例的包括基带单元410的协作式MIMO无线网络400。在此实施例中,RRU 104A-104D可操作为服务节点,基带单元410可确定将波束导频发送至UE 102A-102D所沿的方向或方向的范围,选择空间波束以服务于UE 102A-102D,创建用于UE 102A-102D的有效集,和/或基于由RRU 104A-104D提供的数据(例如,链路强度数据、上行链路参考信号等),在被选择以服务于UE 102A-102D的空间波束上,调度数据发送。

[0103] 如图4中所示,基带单元410包括用户数据队列块412、调度器控制器414、时间/频率资源分配块416、有效集与波束管理块418、收发器420、CSI计算块422、及有效集服务节点更新块424。基带单元410可包括用以实施所示出的块的任何适当的物理硬件。例如,基带单元410可包括用以实施图4中所示的任何适当的块的处理器和计算机可读存储器。协作式MIMO无线网络400还包括RRU 104A-104D及一个或多个UE 102。

[0104] 基带单元410包括调度器,该调度器调度在各种空间波束上从RRU 104A-104D无线发送至UE 102的用户数据。调度器可确定把波束导频发送至UE 102A-102D所沿的方向或方向的范围(例如,以如本文中所描述的方式,基于由UE 102A-102D提供的上行链路参考信号、链路强度数据发送、和/或应答或无应答消息),选择空间波束以服务于UE(例如,以如本文中所描述的方式,基于由UE 102A-102D提供的链路强度数据、由UE 102A-102D提供的上行链路参考信号等等),可创建用于UE的有效集,可调度用于同时发送至多个UE的DL数据业务(traffic),和/或可以以时分复用方式调度DL数据业务,使得DL数据业务在第一时隙期间发送至一个UE 102,且在第一时隙之后(或之前)的第二时隙期间发送至第二UE 102。RRU 104A-104D可替代地称为用于DL数据发送的发送点。调度器可把数据从任何适当数目的RRU 104A-104D调度至任何适当数目的UE 102。调度器可包括用户数据队列块412、调度器控制器414、时间/频率资源分配块416、有效集与波束管理块418、CSI计算块422、及有效集服务节点更新块424。

[0105] 收发器420可把来自UE 102的UE报告提供至调度器。例如,UE报告可包括空间波束链路强度、空间波束链路质量、上行链路参考信号、和/或适合于允许调度器选择空间波束以服务于UE 102、创建用于UE 102的有效集、和/或调度DL数据发送的其他CSI。CSI计算块422可从UE报告中的数据计算CSI数据。有效集服务节点更新块424可基于由UE 102提供(例

如,如上文所描述,由UE 102响应于接收到DL数据业务而提供)的更新的链路强度信息和/或新的或更新的上行链路参考信号,来确定用于一个或多个UE 102的更新的有效集。在某些例子中,有效集服务节点更新块424可确定用于UE 102的一个或多个天线的子集的更新的有效集。有效集服务节点更新块424可使用本文中所公开的任何适当的度量来更新与UE 102相关联的有效集。

[0106] 更新的有效集数据被提供至调度器控制器414。用户数据队列块412可将包括DL数据、波束导频数据、上行链路参考信号发送指令等等的用户数据提供至调度器控制器414。调度器控制器414将用户数据提供至收发器420,并且也将指令提供至时间/频率资源分配块416。时间/频率资源分配块416可调度来自RRU 104A-104D的DL数据发送的时序及频率(例如,产生调度数据),其可经由收发器420转发至RRU 104A-104D。这可避免时序冲突及频域中的冲突。有效集与波束管理块418可选择RRU 104A-104D和/或由这些RRU 104A-104D提供的具体空间波束,以用于为UE 102提供无线发送服务,并且以如本文中所描述的方式,创建用于UE 102的对应的有效集。有效集与波束管理块418也可确定将发送用户数据所沿的方向或方向的范围。例如,有效集与波束管理块418可处理上行链路参考信号和/或RRU 104A-104D天线空间特征,以确定相位和/或振幅,并且使用相位和/或振幅来确定源自UE102A-102D的空间波束的总体空间方向(例如,总体波束方向图)。基于所确定的总体空间方向,有效集与波束管理块418可在训练模式中确定波束导频发送至UE 102A-102D应沿的方向或方向的范围(例如,该方向或方向的范围可涵盖源自UE 102A-102D中的至少一个的空间波束的所确定的总体空间方向的N度角和/或在N度角内)。有效集与波束管理块418可进一步从上行链路参考信号、响应于包括链路强度数据的波束导频而发送的来自UE 102A-102D的消息等等,来确定DL数据将被发送至UE 102A-102D的方向或方向的范围。有效集与波束管理块418可对DL数据发送进行分组,并且管理从RRU 104A-104D至UE 102的波束成形。收发器420提供用于由RRU 104A-104D发送至UE 102的数据。

[0107] 如图4中示出的,调度器可使协作式MIMO无线网络400的网络系统无线地通过一个或多个空间波束将第一用户数据发送至第一UE 102,通过一个或多个空间波束将第二用户数据发送至第二UE 102,以此类推。调度器可使第一用户数据、第二用户数据等的发送同时和/或在不同时间发生。此外,调度器可使协作式MIMO无线网络400的网络系统通过由一个或多个RRU 104A-104D服务的一个或多个空间波束,将用户数据无线地发送至任何适当数目的UE 102。

[0108] 图5为示出根据实施例的示例基带单元及远程无线电单元的框图。基带单元502可与至少一个远程无线电单元590耦接。远程无线电单元590可包括用于MIMO无线通信的至少第一天线596及第二天线598。本文中所公开的任何天线,诸如天线596或天线598,可称为天线元件。第一天线596及第二天线598可与射频(RF)前端594耦接。RF前端594可处理经由第一天线596及第二天线598接收的信号。处理信号的部分可包括将信号发送至BBU 502中所包括的收发器520。

[0109] 处理器505可接收由收发器520接收的信号。处理器505可被配置为确定信号的类型。例如,如果信号包括对连接服务的请求,则处理器505可将信号提供至有效集选择器535。有效集选择器535可被配置为标识服务节点的有效集以提供所请求的下行链路数据发送服务。有效集选择器535可基于与UE相关联的信息而为UE标识有效集。替代地或另外地,

有效集选择器535可基于与一个或多个其他UE相关联的信息而为UE标识有效集。在某些例子中,有效集选择器535可标识被选择服务于UE的具体空间波束。BBU 502可包括网络监测器525以检测网络的特性,诸如由每个RRU 590服务的UE的数目、网络数据发送负载等等。有效集选择器535可从网络监测器525接收网络特性,作为在选择空间波束以服务于UE和/或为UE标识有效集时考虑的因素。

[0110] 波束成形器515可包括于BBU 502中,以进一步标识有效集中所包括的服务节点(例如,RRU 590)的参数。各参数可包括以下中的一个或多个:发送模式、时间、频率、功率、波束成形矩阵、频调分配(tone allocation)、或信道秩(rank)。波束成形器515可确定与BBU 502耦接的RRU 590的最佳参数,该最佳参数便于下行链路数据发送的全网络优化。在某些实施方式中,有效集选择器535部分地基于由UE提供的信息,而为UE确定有效集。在其他实施方式中,UE可提供所请求的有效集。BBU 502可包括有效集仲裁器530,以使所请求的有效集与由有效集选择器535选择的有效集相协调。有效集仲裁器530可比较所请求的服务节点集与由有效集选择器535标识的服务节点。该比较可包括根据UE推荐来将服务节点排序。在某些实施方式中,有效集仲裁器530可向UE提供指示针对所请求的有效集的确证或其他评估的消息。例如,如果UE请求了节点A及B,但BBU 502仅在有效集中标识了B,则该消息可包括指示有效集的部分匹配的代码。可包括其他状态代码以便利于有效率的通信及所请求的有效集的评估。有效集仲裁器530可另外或替代地比较所请求的发送模式与由有效集选择器535或BBU 502的其他元件标识的发送模式。

[0111] BBU 502可包括数据存储器510。数据存储器510可包括可由处理器505执行以实施本文中所描述的特征的指令。在某些实施方式中,数据存储器510可存储有效集或分配至由BBU 502服务的UE的其他调度信息。数据存储器510可通过UE标识符和/或RRU标识符加以索引。这可加速用于UE及用于监测网络条件的先前通信的调度信息(例如,分配至RRU 590的UE或RRU 590的天线元件的数目)的标识。

[0112] 除将调度信息提供至UE外,调度信息也可以用来配置RRU 590。该配置可包括诸如通过频率调制、时间调制、更改来自电源592的发送功率、或者调整发送的方向、频调分配、或波束成形,来调整第一天线596。

[0113] 如上文所论述,各种不同UE可在协作式MIMO网络中与服务节点无线地通信。将参考图6论述示例UE。

[0114] 图6为根据实施例的示例UE 600的示意性框图。UE 600被配置为在协作式MIMO网络中与基站无线地通信。如图6中所示出的,UE 600包括处理器640、用户接口645、数据存储器650、波束成形器655、天线662及664、收发器665、运动检测器670、信号质量分析器675、及有效集选择器680。某些其他UE可包括另外的元件和/或图6中所示出的元件的子集。

[0115] UE 600包括多个天线662及664。可包括任何适当数目的天线以用于无线通信。UE 600可包括一个或多个天线阵列。射频(RF)前端660可处理经由天线662及664接收的RF信号。RF前端也可将RF信号提供至天线662及664以用于发送。收发器665包括发送器及接收器。收发器665可提供用于发送及接收与天线662及664相关联的RF信号的处理。例如,在接收到有效集数据时,处理器640可将收发器665(例如,接收器)配置为接收与在有效集数据中标识为被选择以服务于UE 600的空间波束相关联的DL数据。

[0116] 处理器640与收发器665通信。处理器640由物理硬件实施,该物理硬件被安排来执

行特定操作以实施与确定在其上发送波束导频和/或用户数据的空间波束的链路强度相关的功能性。处理器640可根据任何适当的原则及本文中所公开的优点而确定链路强度,标识提供最佳链路强度的空间波束,和/或产生一个或多个消息以将链路强度和/或上行链路参考信号报告给服务节点。处理器640可使有效集及相邻集数据将被存储及更新。处理器640可执行针对UE 600的任何其他适当处理。

[0117] 处理器640可与运动检测器670及信号质量分析器675通信。因此,处理器640可接收并处理与UE 600的条件相关联的信息。运动检测器670可包括被安排来检测与UE 600相关联的移动信息的任何适当的硬件。信号质量分析器675可分析由天线662及664接收和/或发送的信号的质量。这可提供与UE 600的空间信道条件相关联的信息。与UE 600的条件相关联的信息可提供至处理器640以用于提供至服务节点。在一些例子中,运动检测器670和/或信号质量分析器的功能性中的一些或全部可由处理器640实施。

[0118] 有效集选择器680为可选的,且可标识一个或多个服务节点的所希望的有效集。有效集选择器680可基于与以下之中的一个或多个相关联的数据而选择所希望的有效集:有效集中的一个或多个服务节点、相邻集中的一个或多个服务节点、与UE 600相关联的移动数据、与UE 600相关联的空间信道条件、由一个或多个服务节点服务的一个或多个空间波束的链路强度和/或链路质量、或者UE 600的一个或多个特性。有效集选择器680可使处理器640产生用于发送至服务节点和/或BBU的消息,以请求将所选择的空間波束(或所选择的多个空间波束)添加至UE 600的有效集(例如,请求将可与UE 600的有效集中已包括的空间波束不同的所选择的空間波束包括于UE 600的更新的有效集中)。有效集选择器680可由专用电路和/或处理器640的电路实施。

[0119] 波束成形器655可执行用于UE 600的任何适当的波束成形功能性。波束成形器655可设置和/或调整与UE 600的天线662及664的接收和/或发送信号相关联的一个或多个参数。波束成形器655可由专用电路和/或处理器640的电路实施。

[0120] UE 600包括数据存储器650。数据存储器650可存储可由处理器640执行以实施本文中所描述的特征的指令。数据存储器650可存储用于UE 600的有效集数据及相邻集数据。数据存储器650可存储空间波束链路强度和/或链路质量。数据存储器650可存储用于UE 600的任何其他适当的数据。数据存储器650可包括经配置以存储数据的任何适当存储器部件。

[0121] 包括于UE 600中的多个元件可通过总线690耦接。总线690可以是数据总线、通信总线、其他总线、或其任何适当组合,以使得UE 600的各种部件能够交换信息。

[0122] 如图6中所示,UE 600还包括用户接口645。用户接口645可以是任何适当的用户接口,诸如显示器和/或音频部件。在某些例子中,用户接口645可包括触摸屏能力、按钮、旋钮、开关或滑块中的一个或多个。

[0123] 图7为流程图,其示出根据一个实施例的说明性地由节点和/或BBU实施的有效集选择例程700。作为示例,图1A的RRU 104A-104D和/或BBU,诸如图3B的BBU 302、图4的BBU 410、和/或图5的BBU 502,可被配置为执行有效集选择例程700。有效集选择例程700在框702开始。

[0124] 在框704,接收上行链路参考信号。例如,可周期性地从一個或多个UE 102A-102D接收上行链路参考信号。上行链路参考信号可包括SRS数据和/或DMRS数据。

[0125] 在框706,使用上行链路参考信号确定空间波束方向。例如,可使用上行链路参考信号和/或从UE 102A-102D接收上行链路参考信号的天线的空间特征,来标识源自UE102A-102D的空间波束所来自的总体方向(例如,在三维空间中,5度角、10度角、15度角等)。在训练模式期间(例如,在针对UE 102A-102D选择有效集之前)或在操作模式期间(例如,在针对UE 102A-102D初始选择有效集之后),可接收上行链路参考信号,并且可确定空间波束方向。

[0126] 在框708,发送波束导频。波束导频可通过多个空间波束发送,并且由UE接收。可根据所确定的空间波束方向来发送波束导频。例如,可在涵盖所确定的空间波束方向的至少一部分的精细区域上发送波束导频。

[0127] 在框710,接收空间波束链路强度的指示。例如,UE可基于所发送的波束导频而提供每个空间波束的链路强度的指示。

[0128] 在框712,为UE选择一个或多个空间波束。被选择用于UE的空间波束可基于所接收的链路强度、所接收的链路质量、与各种发送天线的物理布局和/或发送方向相关联的信息、和/或标识被选择以服务于其他UE的空间波束的信息。

[0129] 在框714,将所选择的空间波束分组到用于UE的有效集。有效集可标识服务节点对及形成用于UE的有效集的空间波束。

[0130] 在框716,UE的DL数据发送被调度。可与向其他UE的其他发送同时和/或在不同于向其他UE的发送的时间,通过UE的有效集中所包括的空间波束,将DL数据发送至UE。在调度针对UE的DL数据发送之后,如在框718所示,有效集选择例程700完成。

[0131] 术语、应用及总结

[0132] 取决于实施例,本文中所描述的任何过程或算法中的某些动作、事件或功能可以以不同顺序执行,可被添加、合并或完全省略(例如,并非所有所描述的操作或事件均是实践算法所必需的)。此外,在某些实施例中,操作或事件可例如透过多线程处理、中断处理、或者多个处理器或处理器核或在其他并行架构上同时执行,而非顺序地执行。

[0133] 除非另外具体陈述或以其他方式在上下文中如所使用的那样理解,否则本文中所使用的条件语言,诸如“可”、“可以”、“可能”、“能够”、“例如”等总体上意在传达某些实施例包括而其他实施例不包括某些特征、要素和/或步骤。因此,这样的条件语言总体上不意在暗示一个或多个实施例以任何方式需要特征、要素和/或步骤,或者一个或多个实施例必然包括在具有或不具有其他输入或提示的情况下决定在任何具体实施例中是否包括或要执行这些特征、要素和/或步骤的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等为同义词且以开放方式包括性地使用,并且不排除另外的要素、特征、动作、操作等。另外,当在本申请中使用,词汇“本文”、“上文”、“下文”及类似意思的词汇应将本申请视为整体而非本申请的任何特定部分。在上下文准许的情况下,在上文特定实施例的详细描述中使用单数或复数的词汇也可分别包括复数或单数。并且,术语“或”为以其包括性意义(并非以其排他性意义)使用,使得当用于例如连接要素列表时,术语“或”意指列表中的要素中的一个、一些或全部。

[0134] 除非另外具体陈述,否则诸如词组“X、Y、Z中的至少一个”这样的析取语言应被理解为与上下文一起一般性地被用于表示项目、术语等可为X、Y或Z的任意一个或者其任意组合(例如,X、Y、和/或Z)。因此,这样的析取语言总体上不意在且不应暗示某些实施例要求X中的至少一个、Y中的至少一个、或Z中的至少一个的每个要存在。

[0135] 除非另外明确陈述,否则诸如“一”或“一个”这样的冠词应总体上解释为包括一个或多个所描述的项目。因此,诸如“一装置,其被配置为”这样的词组意欲包括一个或多个所叙述的装置。这样的—个或多个所叙述的装置也可共同被配置为执行所叙述的陈述。例如,“一处理器,其被配置为执行叙述A、B及C”可包括被配置为执行叙述A的第一处理器结合被配置为执行叙述B及C的第二处理器一起工作。

[0136] 如本文中通常所使用,词汇“耦接”指两个或更多个元件可彼此直接耦接或经过一个或多个中间元件而耦接。同样,如本文中通常所使用的,词汇“连接”是指两个或更多个元件可直接连接或经过一个或多个中间元件而连接。

[0137] 如本文中所使用,术语“确定”或“决定”涵盖各种各样的动作。例如“确定”可包括在无用户介入的情况下经由硬件元件进行运算、计算、处理、导出、产生、获得、查询(例如,在表、数据库或另一数据结构中查询)、确认及诸如此类。并且“确定”可包括在无用户介入的情况下经由硬件元件进行接收(例如,接收信息)、存取(例如,存取存储器中的数据)等。并且“确定”可包括在无用户介入的情况下经由硬件元件进行解析、选择、挑选、建立等。

[0138] 如本文中所使用,术语“提供”或“供应”涵盖各种各样的动作。例如,“提供”可包括将一个值存储于存储装置的位置中以用于后续提取、经由至少一个有线或无线通信媒体将一个值直接发送至接收方、将一个参考发送或存储至一个值等。“提供”还可包括经由硬件元件进行编码、译码、加密、解密、证实、验证等。

[0139] 如本文中所使用,术语“消息”涵盖用于通信(例如,发送或接收)信息的各种各样的格式。消息可包括诸如XML文件、固定字段消息、逗号分隔的消息等的机器可读信息的汇总。在某些实施方式中,消息可包括用于发送信息的一个或多个表示的信号。虽然以单数叙述,但将理解,消息可以以多个部分组成、发送、存储、接收等。

[0140] 如本文中所使用,“用户接口”(也称为交互用户接口、图形用户接口或UI)可指基于网络的接口,包括数据字段和/或用于接收输入信号或提供电子信息和/或用于响应于任何所接收的输入信号而将信息提供至用户的其他控制器。UI可整体或部分地使用诸如超文本标记语言(HTML)、Flash、Java、.net、网站服务(web service)、及丰富站点摘要(rich site summary,RSS)这样的技术来实施。在一些实施方式中,UI可被包括于被配置为根据所描述的一个或多个方面来进行通信(例如,发送或接收数据)的独立客户端(例如,厚客户端(thick client)、胖客户端(fat client))。

[0141] 如本文中所使用的,“发送-接收点”(TRP)(其可替代地被称为发送接收点)可指收发器装置或包括于装置中的一个收发器元件。当作为收发器元件被包括时,装置可包括多个TRP。TRP可包括耦接至信号处理电路的一个或多个天线。信号处理电路可包括于装置中。TRP可包括用以便利于针对一个或多个UE的无线信号的发送或接收的附加元件。这样的元件的示例可包括电源、放大器、数模转换器、模数字转换器等。当诸如由BBU分配TRP以向UE提供服务时,TRP可被称为用于UE的“服务节点”。

[0142] 如本文中所使用,“远程无线电单元”(RRU)可以是指用于控制及协调针对一个或多个UE的无线信号的发送及接收的装置。RRU可包括一个或多个TRP或与其耦接。RRU可从TRP接收信号,并且包括信号处理电路。信号处理电路可选择性地被操作以便利于与不同TRP相关联的信号的处理。

[0143] 虽然以上详细说明已显示、描述及指出适用于各种实施例的新颖特征,但可理解,

可在不背离本申请的精神的情况下在所示出的装置或算法的形式及细节方面做出各种省略、替代及改变。例如,可删除、移动、添加、细分、组合、以不同次序安排、和/或修改本文中所描述的电路框和/或方法框。可以以各种不同方式来实施这些框中的每个。本文中所公开的任何方法中的任一部分可与特定指令相关联地执行,该指令存储于非暂时性计算机可读存储媒体中且正被一个或多个处理器执行。如可认识到的,本文中所描述的某些实施例可在不提供本文中所陈述的所有特征及益处的形式内体现,这是因为一些特征可与其他特征分开使用或实践。本文中所公开的特定实施例的范围由所附权利要求而非由前述说明来指示。归于权利要求的含义及等效范围内的所有改变均将被包括于它们的范围内。

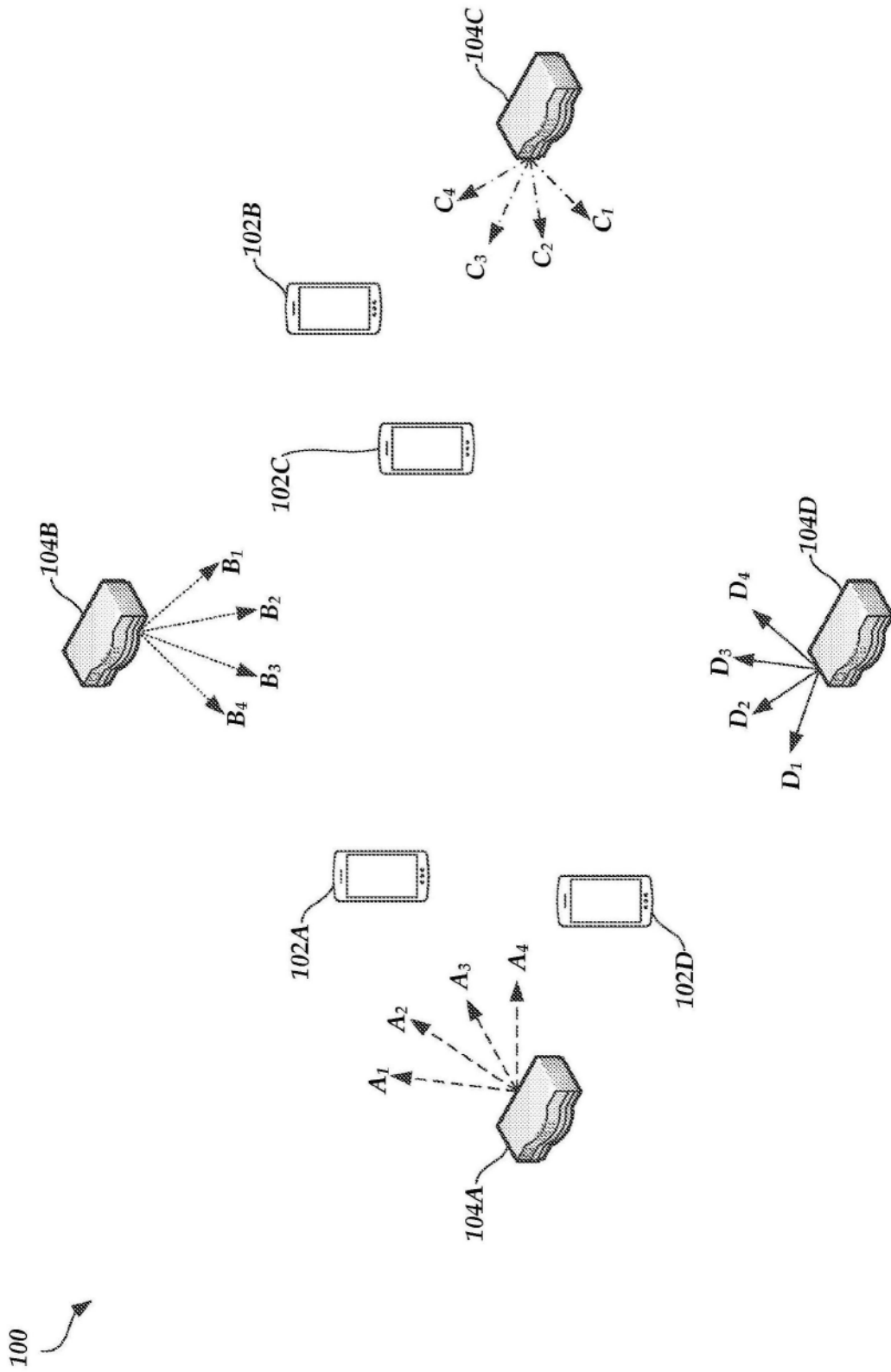


图1A

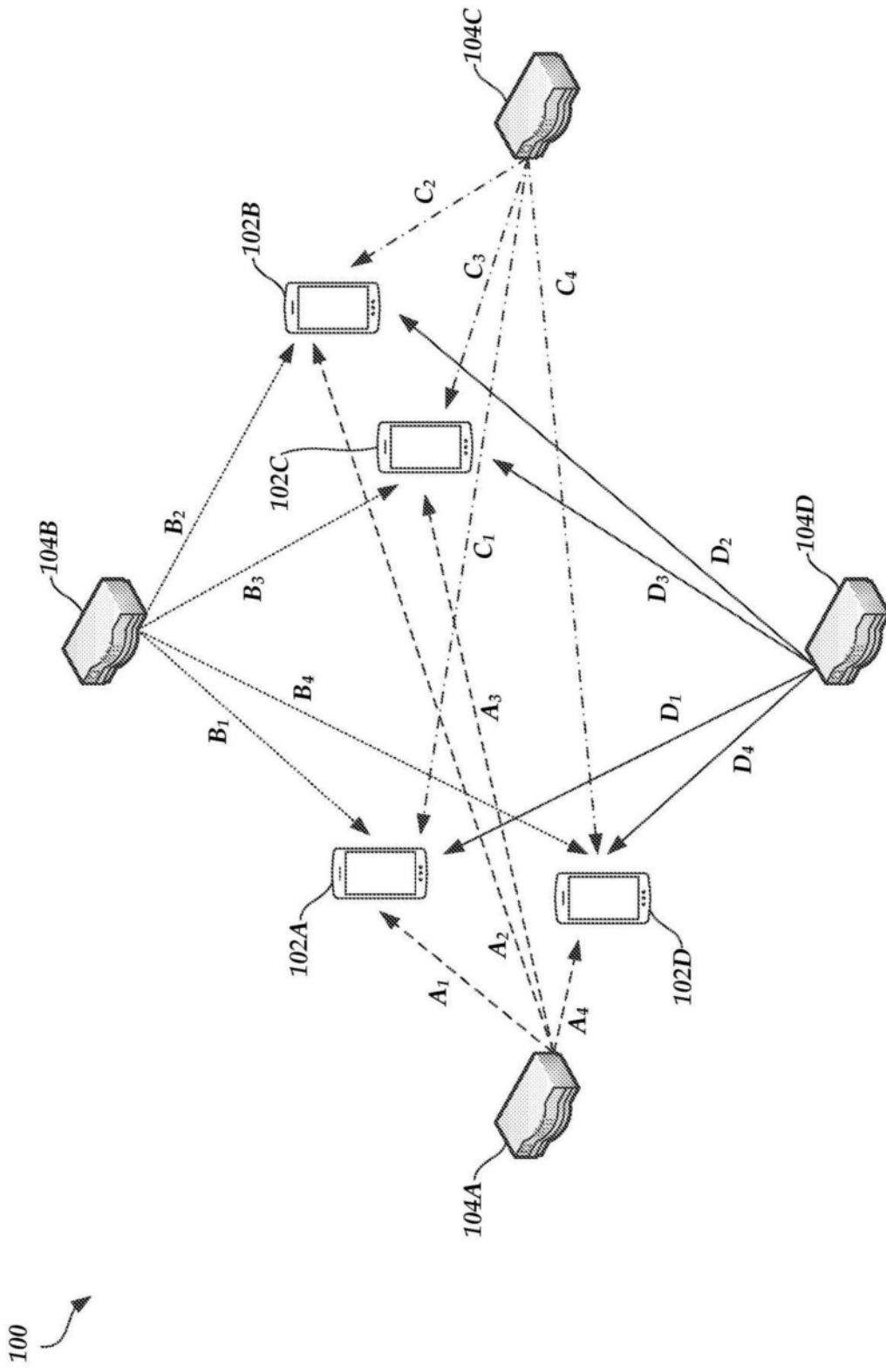


图1B

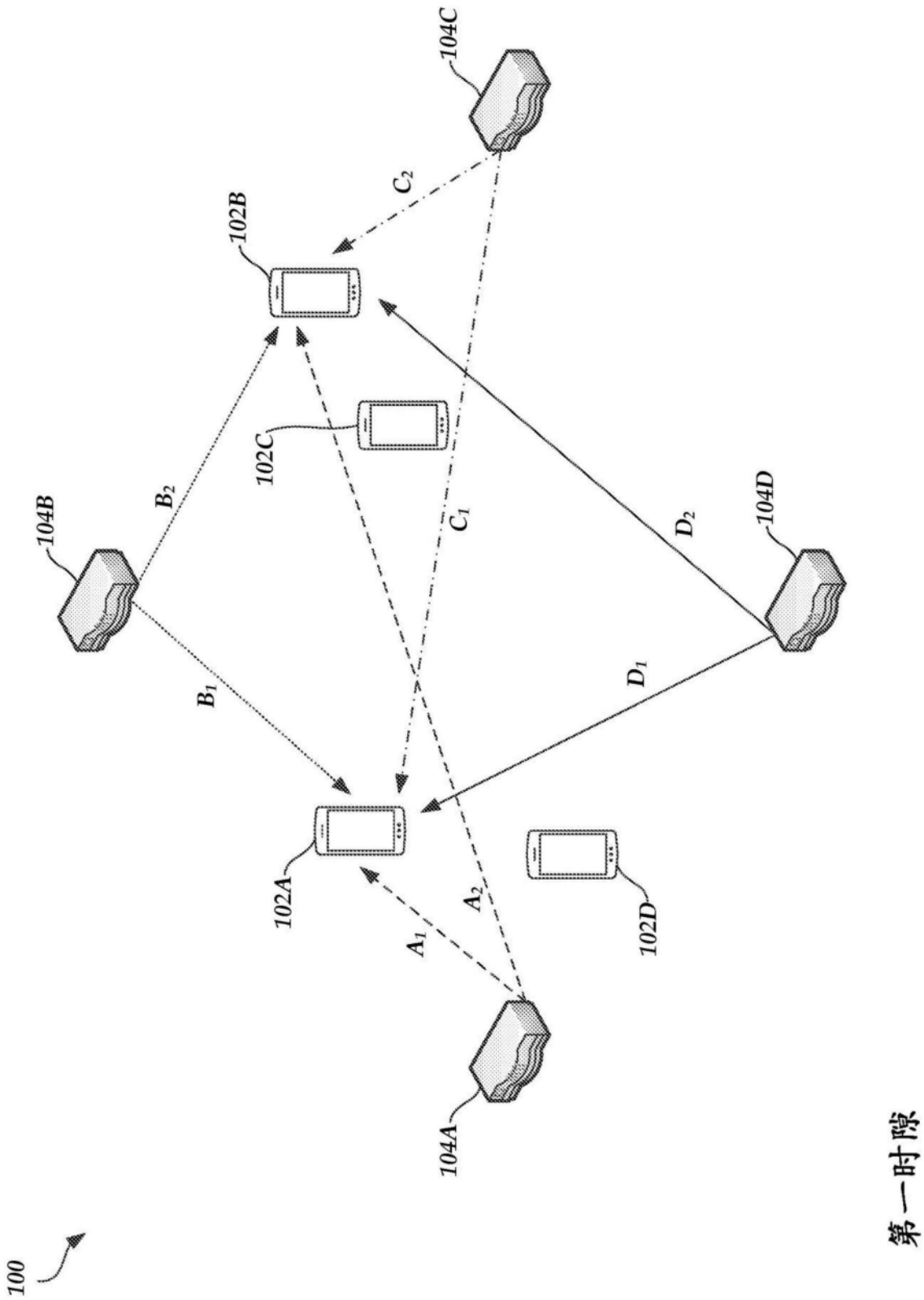


图1C

第一时隙

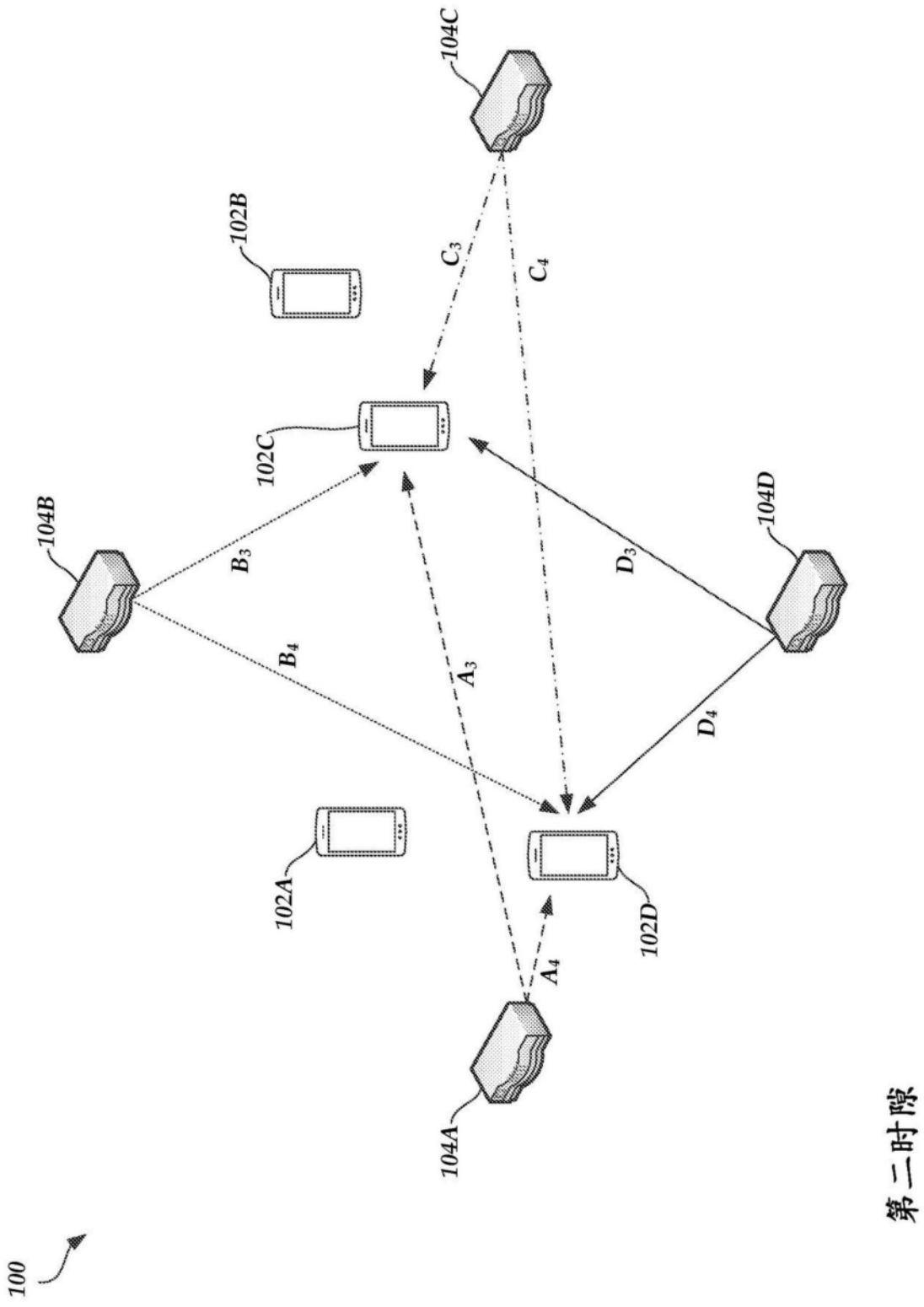


图1D

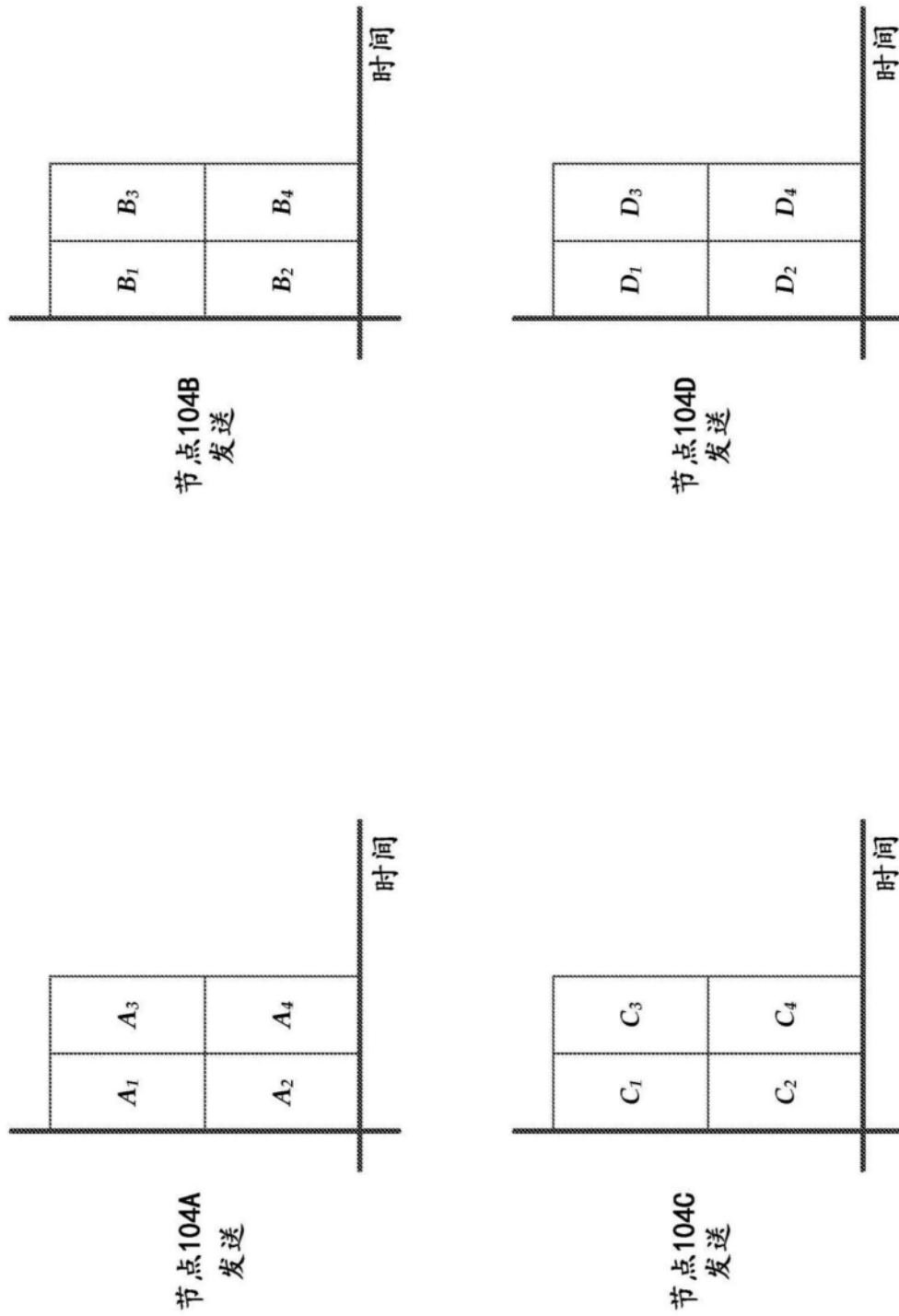


图1E

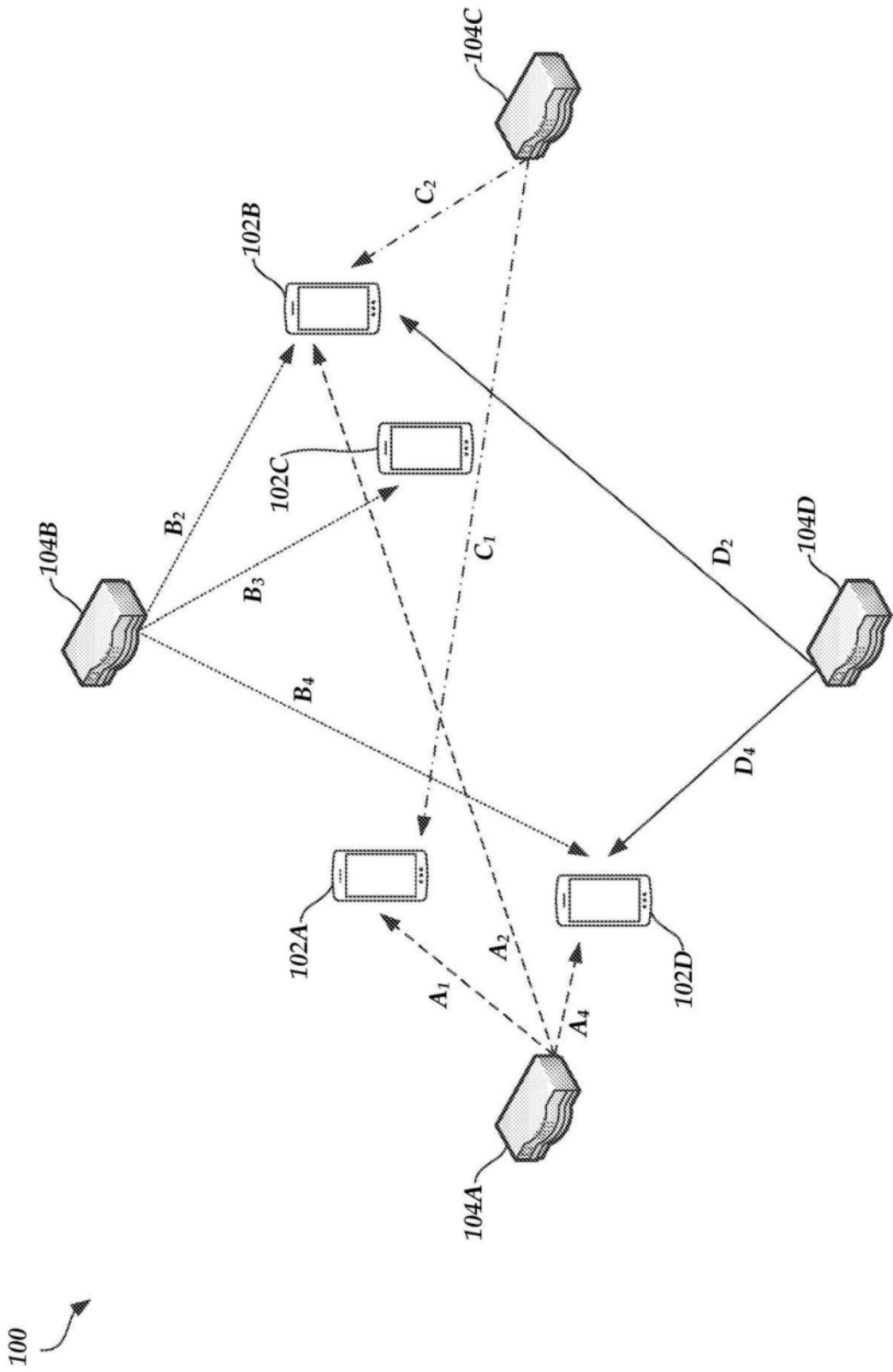


图2A

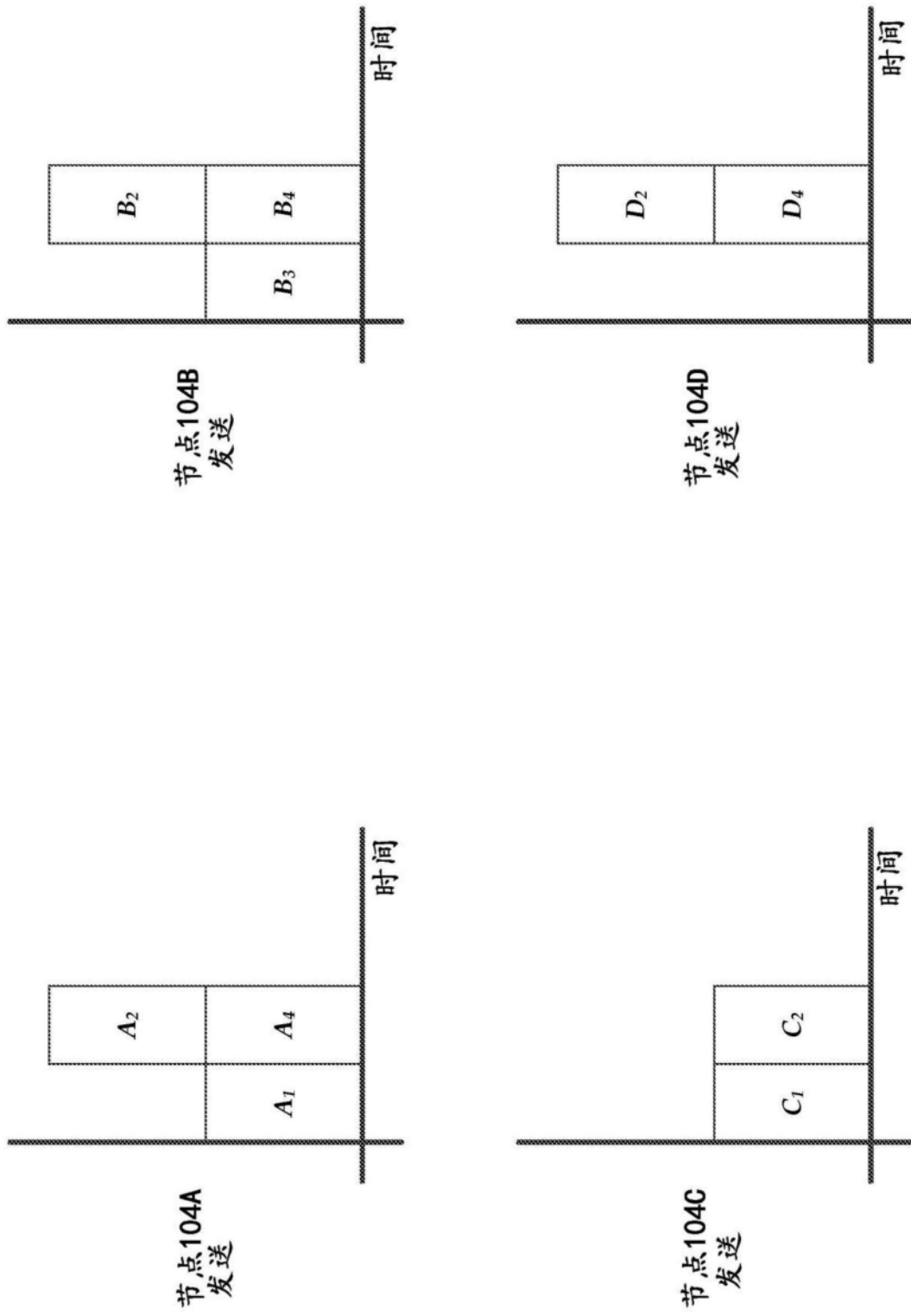


图2B

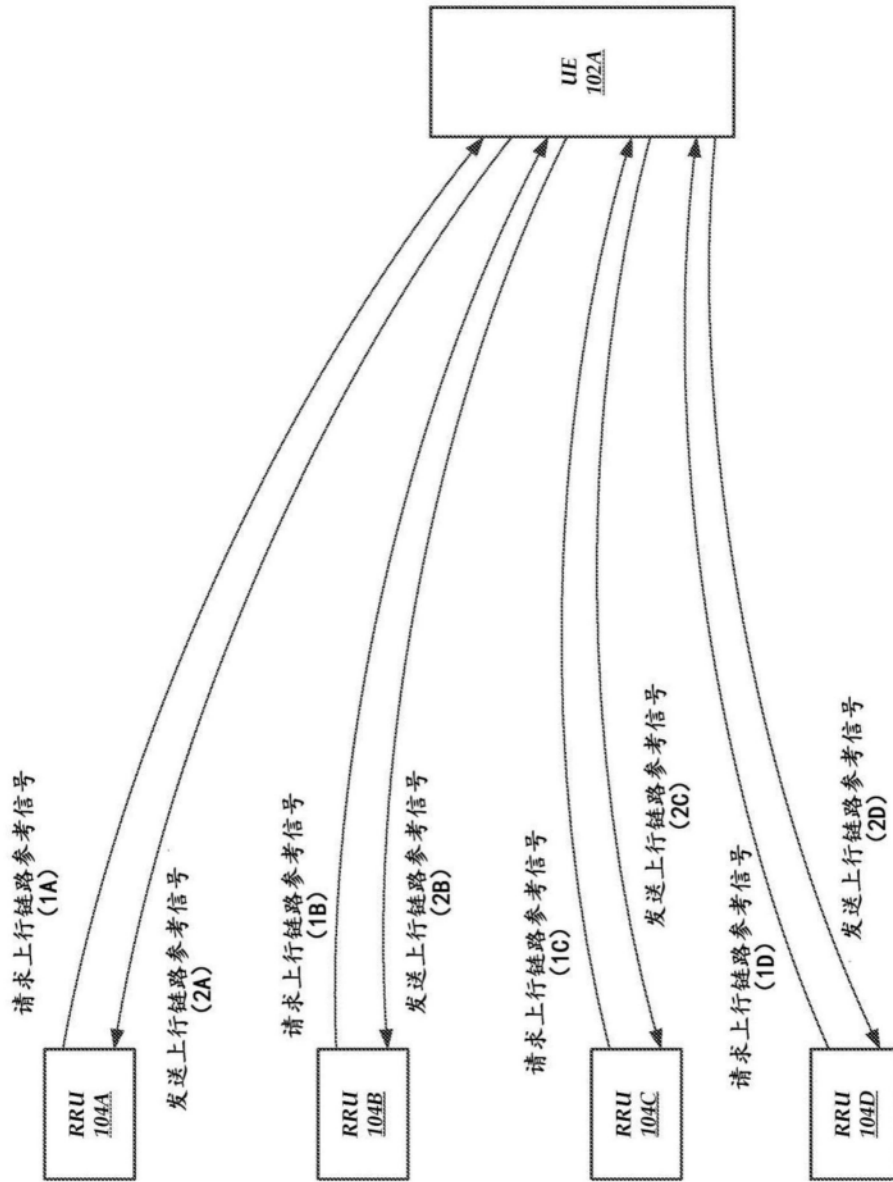


图3A

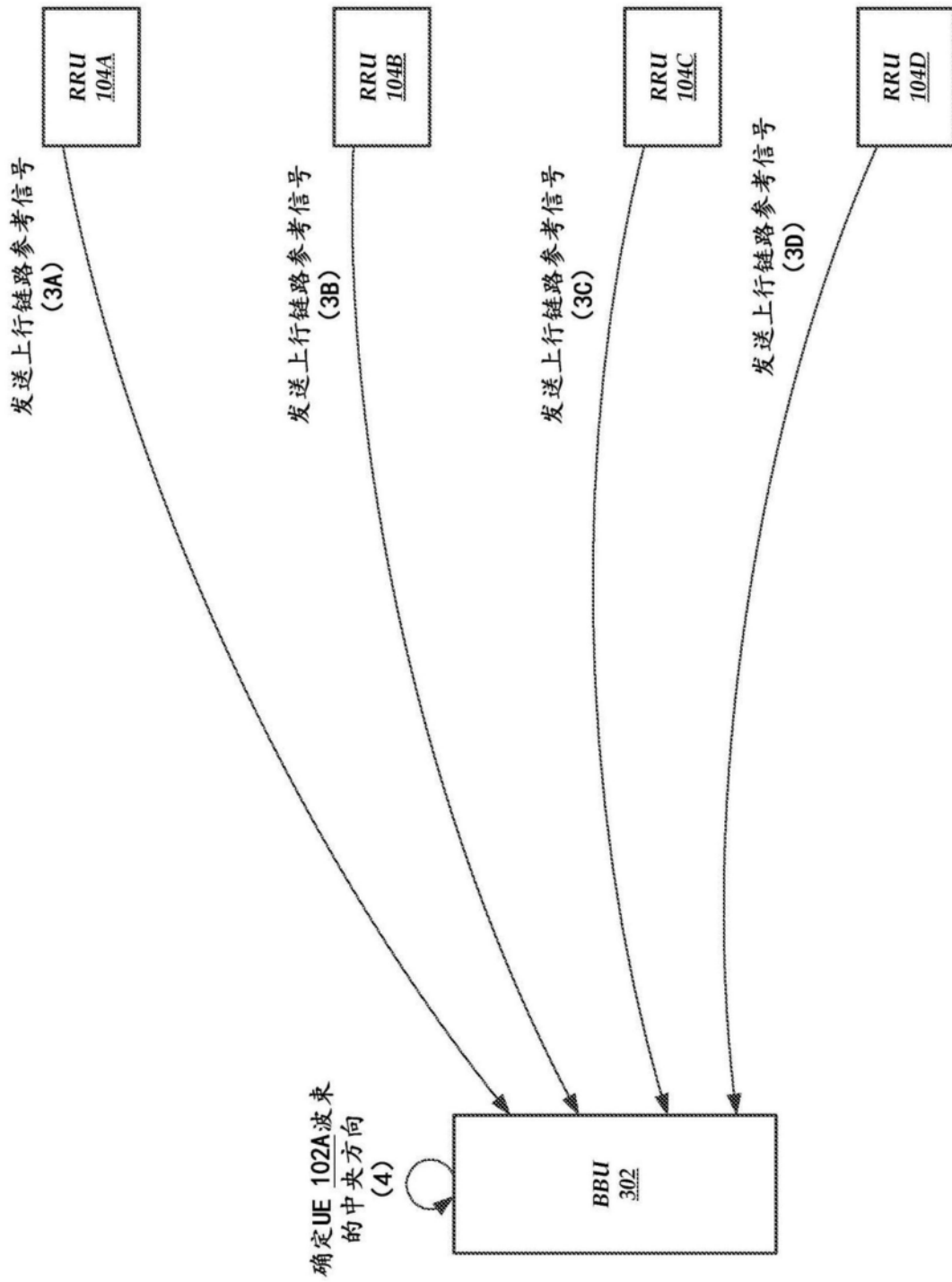


图3B

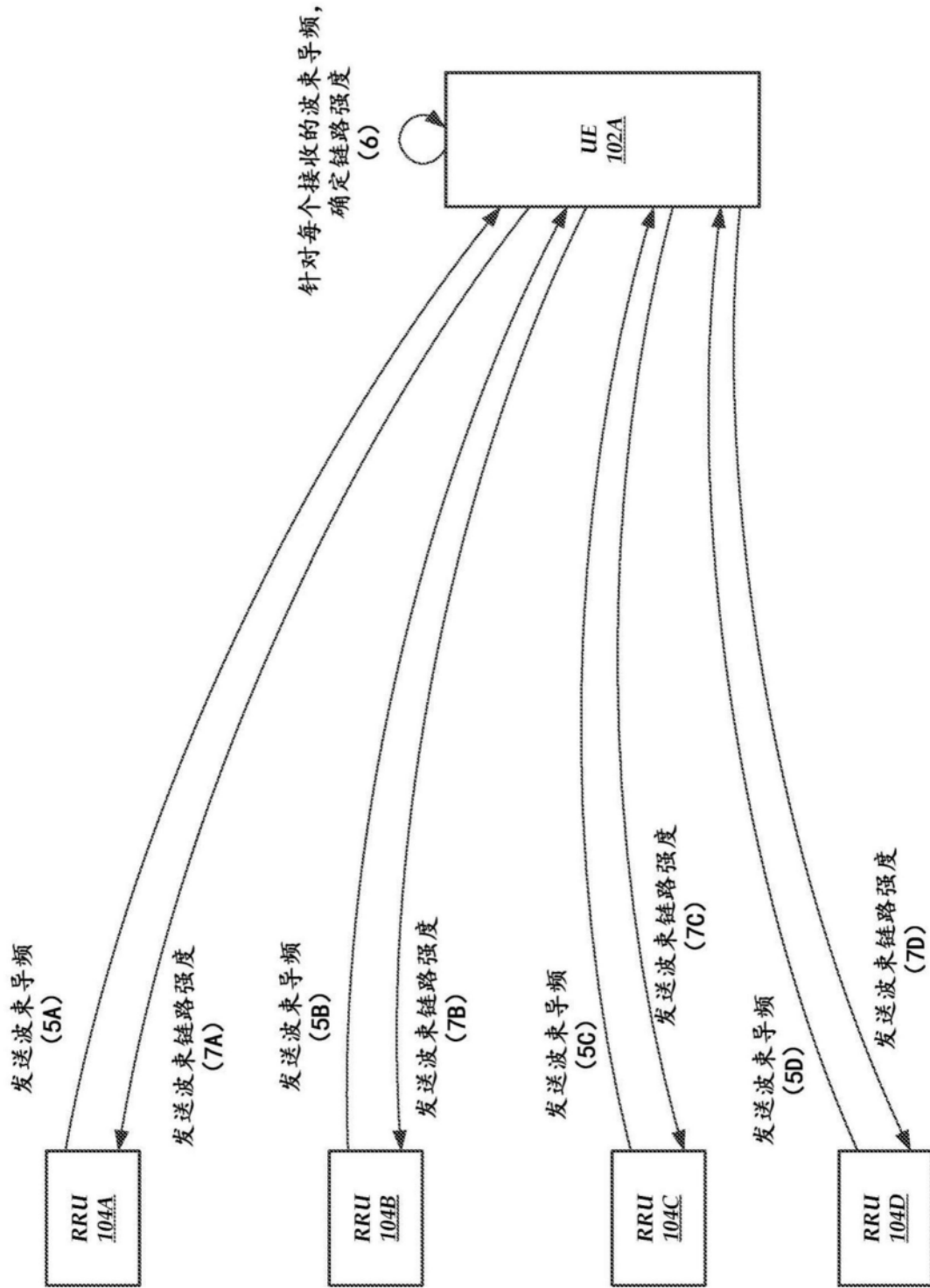


图3C



图3D

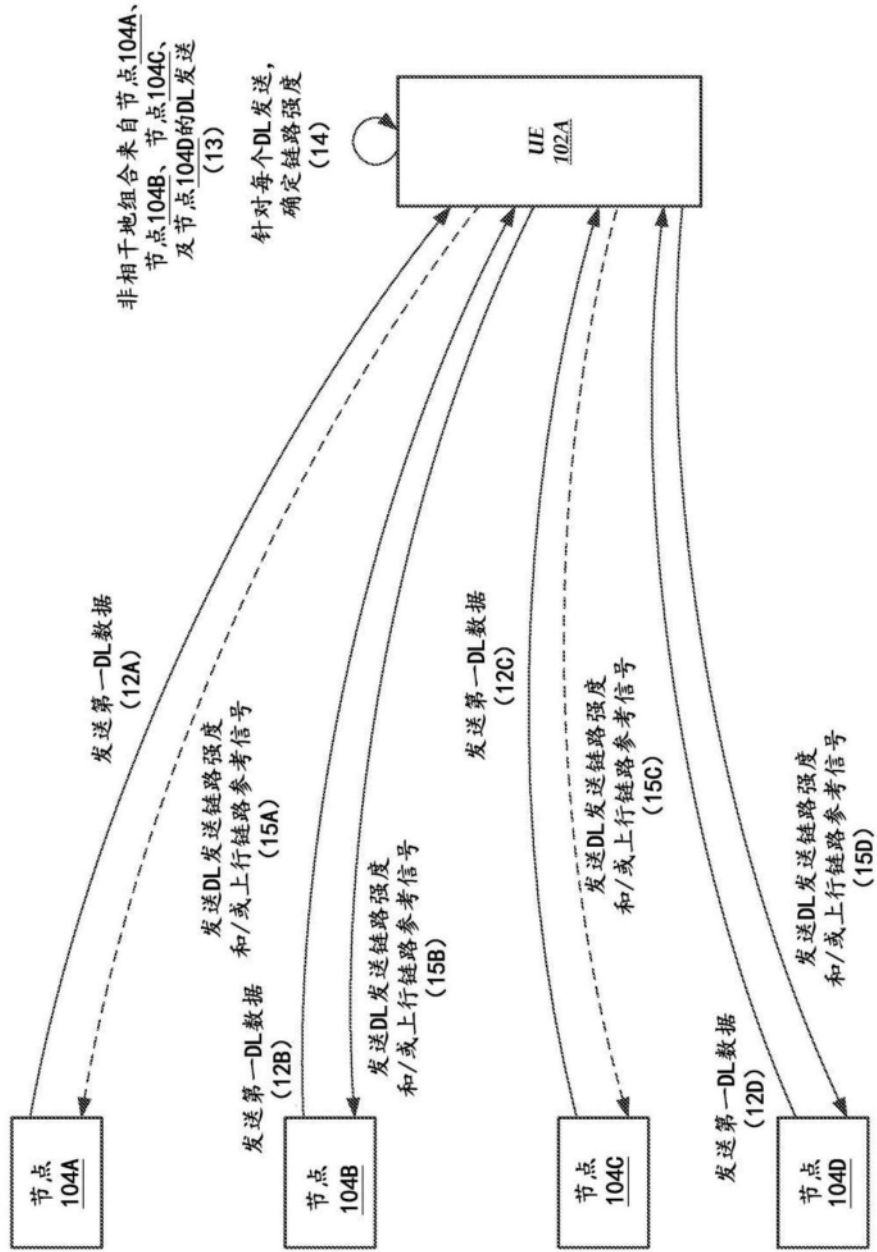


图3E

400

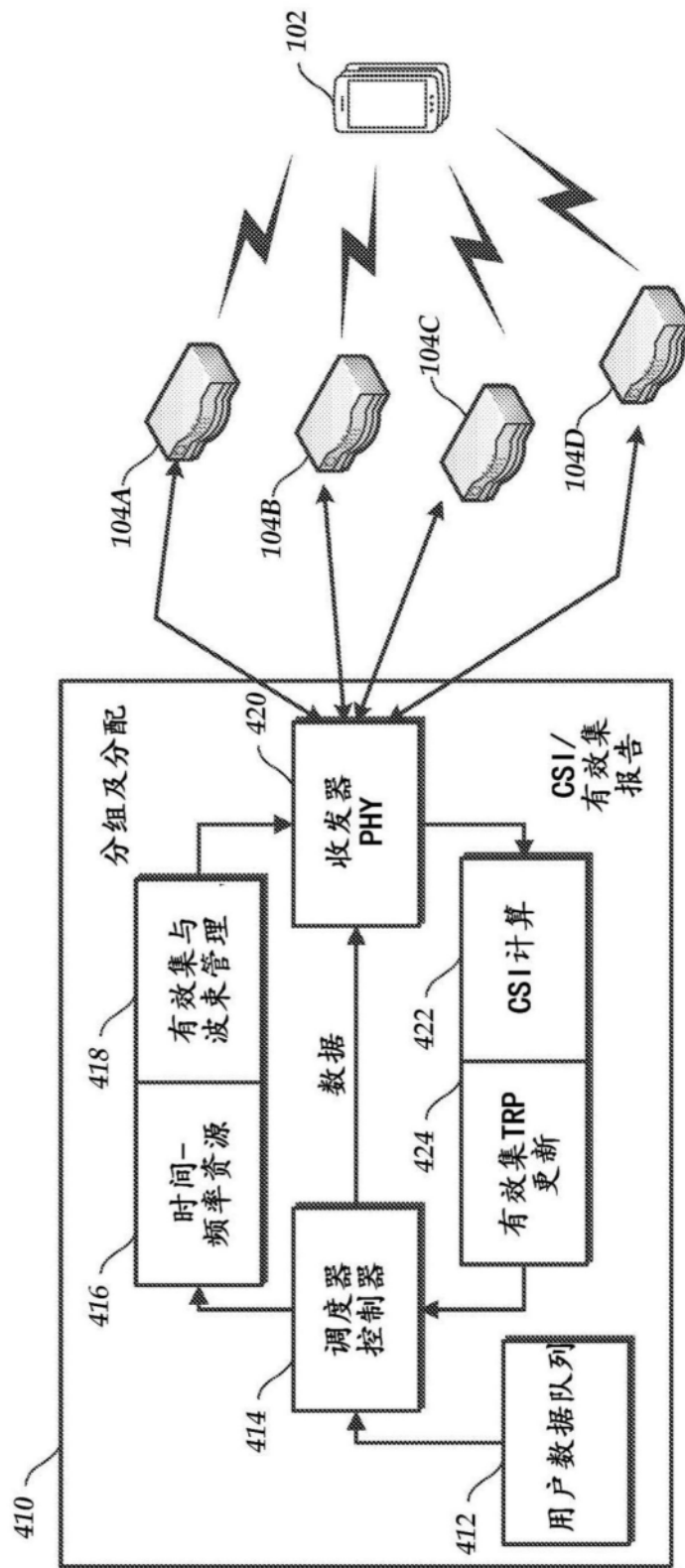


图4

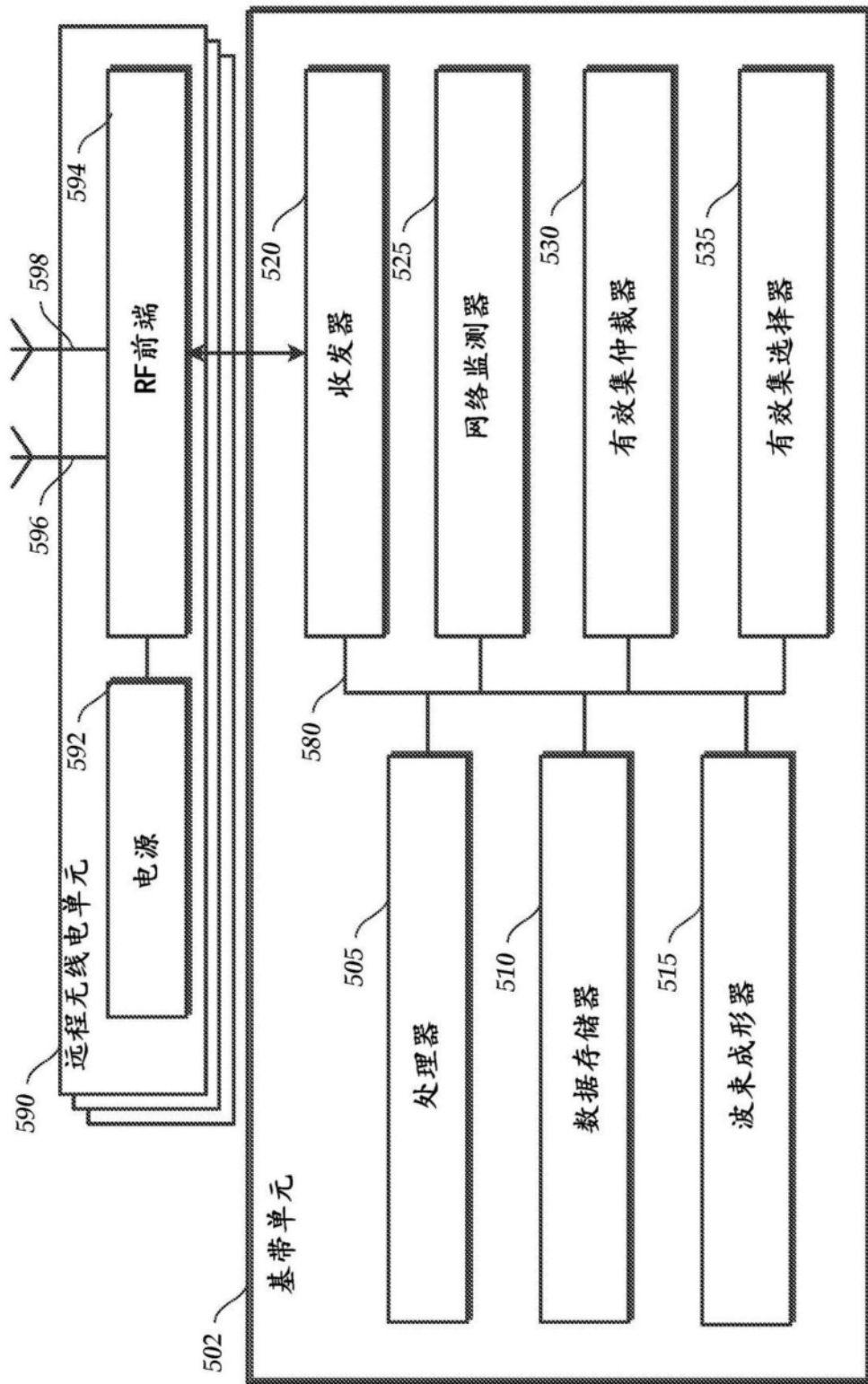


图5

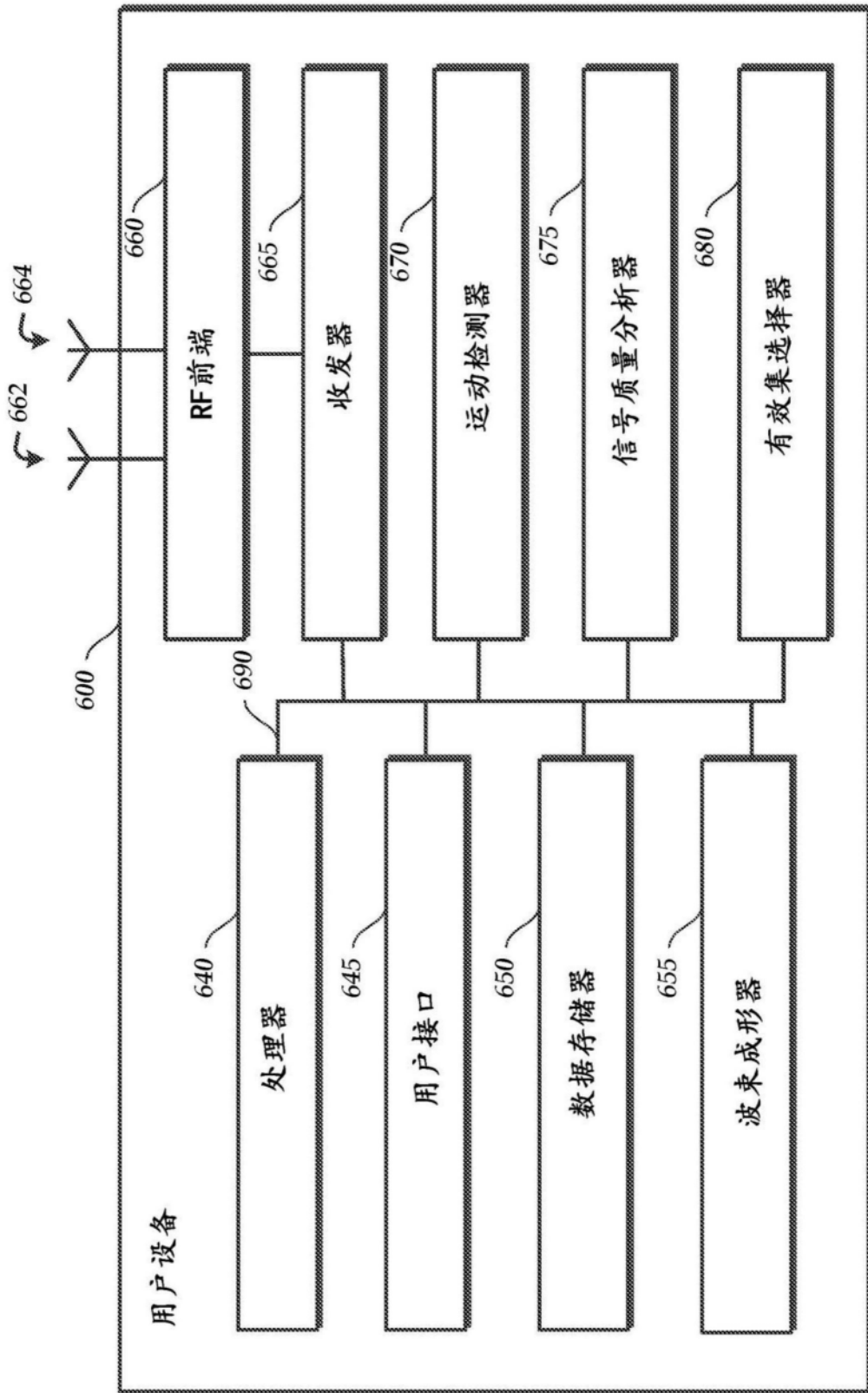


图6

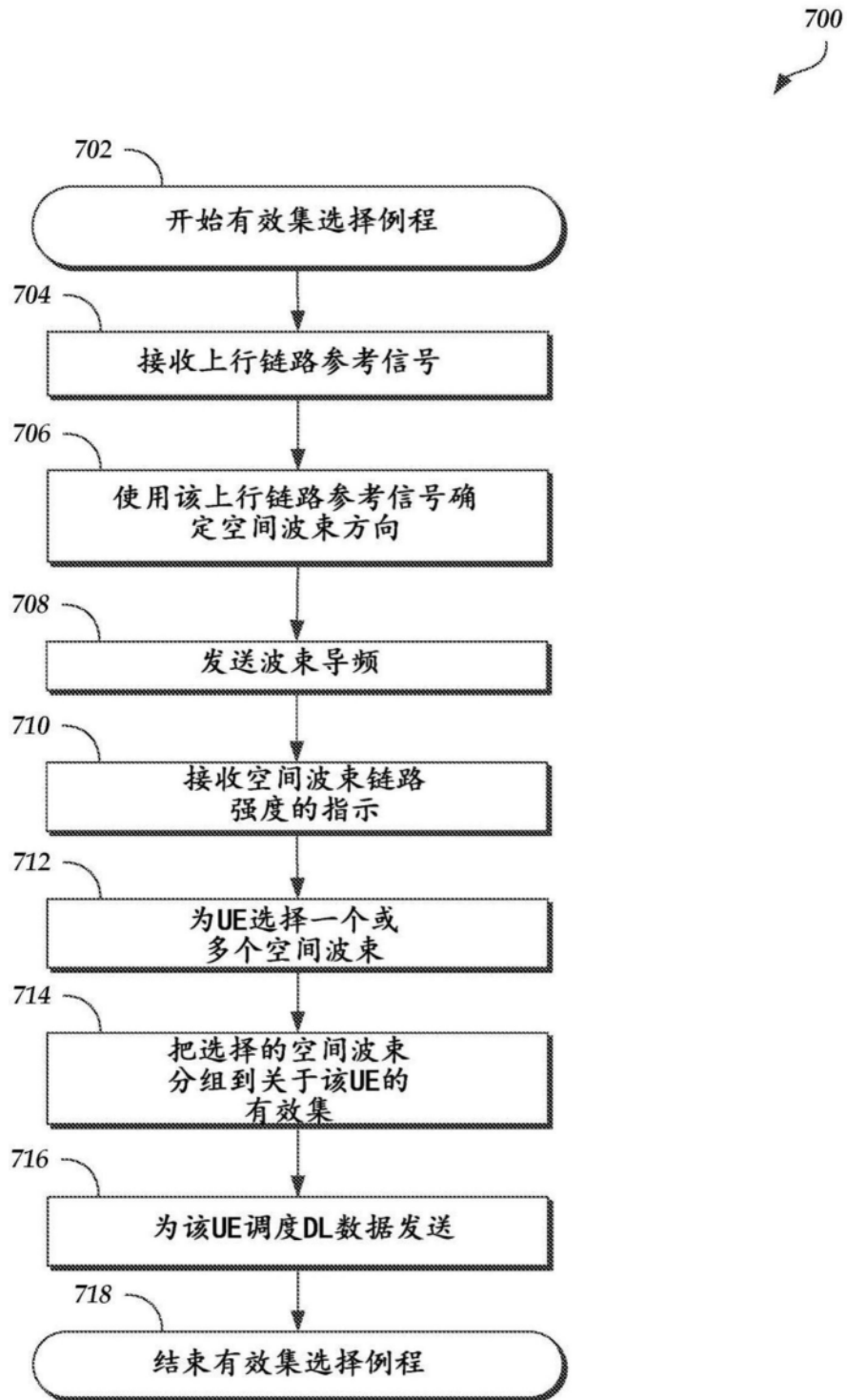


图7