



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111095808 B

(45) 授权公告日 2024.08.20

(21) 申请号 201880059512.1

S • 苏布拉玛尼安 厉隽怿

(22) 申请日 2018.08.08

B • 萨第齐 M • N • 伊斯兰

(65) 同一申请的已公布的文献号

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

申请公布号 CN 111095808 A

专利代理人 赵腾飞

(43) 申请公布日 2020.05.01

(51) Int.CI.

(30) 优先权数据

H04B 7/022 (2006.01)

62/559,519 2017.09.16 US

H04B 7/06 (2006.01)

16/056,582 2018.08.07 US

H04B 7/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.03.13

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/045689 2018.08.08

NTT DOCOMO. "R1-1716083\_Beam\_Recovery".3GPP TSG RAN WG1 Meeting NR# 3.2017,3-5.

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/055156 EN 2019.03.21

Qualcomm Incorporated. "R1-1716397\_Beam recovery procedure".3GPP TSG-RAN WG2 Meeting #NR AH2.2017,5-6.

(73) 专利权人 高通股份有限公司

审查员 门乐

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J • 罗 N • 阿贝迪尼

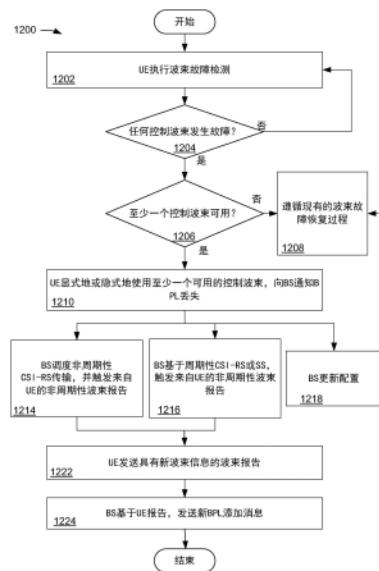
权利要求书5页 说明书22页 附图16页

## (54) 发明名称

用于通信波束丢失恢复的系统和方法

## (57) 摘要

一种用于通信的方法包括：确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障，识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束，并在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路 (BPL) 丢失通信。



1. 一种用于通信的方法,包括:

确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;

识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;

在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信;以及

响应于所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路(BPL)丢失通信,确定周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS定时阈值是否被超过,如果到下一个周期性CSI-RS或周期性SS的时间低于所述定时阈值,则接收被配置为触发非周期性波束状态报告的通信,其中,测量是基于周期性CSI-RS通信和周期性SS通信中的至少一个的。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,如果到下一个周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS的时间超过所述定时阈值,则调度非周期性信道状态信息参考信号(CSI-RS)通信并且触发所述非周期性波束状态报告;

发送具有新波束信息的所述非周期性波束状态报告;以及

基于所述非周期性波束状态报告,发送新BPL添加消息。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,触发非周期性波束状态报告,其中测量是基于周期性信道状态信息参考信号(CSI-RS)通信和周期性同步信号(SS)通信中的至少一个;

发送具有新波束信息的所述波束状态报告;以及

基于所述波束状态报告,发送新BPL添加消息。

4. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,更新基站配置并遵循波束故障恢复过程。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路(BPL)丢失通信是使用物理上行链路控制信道(PUCCH)通信发送的。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路(BPL)丢失通信是使用物理上行链路共享信道(PUSCH)通信中的上行链路(UL)媒体访问控制(MAC)控制元素(CE)发送的。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述部分波束对链路(BPL)丢失通信是代表第一节点上的通信设备向第二节点上的通信设备发送的,所述第一节点上的所述通信设备经历所述部分波束对链路(BPL)丢失。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述第二节点上的所述通信设备向所述第一节点上的所述通信设备通知所述部分波束对链路(BPL)丢失。

9. 一种用于通信的系统,包括:

用户设备(UE),其被配置为确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;

所述UE被配置为识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;

所述UE被配置为在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信;以及

响应于所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信,所述UE被配置为确定周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS定时阈值是否被超过,如果到下一个周期性CSI-RS或周期性SS的时间低于所述定时阈值,则接收被配置为触发非周期性波束状态报告的通信,其中,测量是基于周期性CSI-RS通信和周期性SS通信中的至少一个的。

10. 根据权利要求9所述的系统,还包括:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,如果到下一个周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS的时间超过所述定时阈值,则基站被配置为调度非周期性信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 通信,并且被配置为触发来自UE的所述非周期性波束状态报告;

所述UE被配置为向所述基站发送具有新波束信息的所述非周期性波束状态报告;以及所述基站被配置为基于所述非周期性波束状态报告,向所述UE发送新BPL添加消息。

11. 根据权利要求9所述的系统,还包括:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,基站被配置为触发来自所述UE的非周期性波束状态报告,其中测量是基于周期性信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 通信和周期性同步信号 (SS) 通信中的至少一个;

所述UE被配置为向所述基站发送具有新波束信息的所述波束状态报告;以及所述基站被配置为基于所述波束状态报告,向所述UE发送新BPL添加消息。

12. 根据权利要求9所述的系统,还包括:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,基站被配置为更新所述基站配置并遵循波束故障恢复过程。

13. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信是使用物理上行链路控制信道 (PUCCH) 通信发送的。

14. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信是使用物理上行链路共享信道 (PUSCH) 通信中的上行链路 (UL) 媒体访问控制 (MAC) 控制元素 (CE) 发送的。

15. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信是代表第一节点上的通信设备向第二节点上的通信设备发送的,所述第一节点上的所述通信设备经历所述部分波束对链路 (BPL) 丢失。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述第二节点上的所述通信设备向所述第一节点上的所述通信设备通知与所述UE的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失。

17. 一种用于通信的方法,包括:

确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;

识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;

当在第一通信设备和第一通信节点之间发生部分波束对链路 (BPL) 丢失时,传输部分波束对链路 (BPL) 丢失通信,所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信发生在所述第一通信设备与代表所述第一通信节点经历与所述第一通信设备的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失的第二通信节点之间;以及

响应于所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信,确

定周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS定时阈值是否被超过,如果到下一个周期性CSI-RS或周期性SS的时间低于所述定时阈值,则接收被配置为触发非周期性波束状态报告的通信,其中,测量是基于周期性CSI-RS通信和周期性SS通信中的至少一个的。

18. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,如果到下一个周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS的时间超过所述定时阈值,则调度非周期性信道状态信息参考信号(CSI-RS)通信并且触发所述非周期性波束状态报告;

发送具有新波束信息的所述非周期性波束状态报告;以及

基于所述非周期性波束状态报告,发送新BPL添加消息。

19. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,触发非周期性波束状态报告,其中测量是基于周期性信道状态信息参考信号(CSI-RS)通信和周期性同步信号(SS)通信中的至少一个;

发送具有新波束信息的所述波束状态报告;以及

基于所述波束状态报告,发送新BPL添加消息。

20. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

在接收到所述部分波束对链路(BPL)丢失通信后,更新基站配置并遵循波束故障恢复过程。

21. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

使用物理上行链路控制信道(PUCCH)通信,在所述至少一个活动通信控制波束上发送所述部分波束对链路(BPL)丢失通信。

22. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

使用物理上行链路共享信道(PUSCH)通信中的上行链路(UL)媒体访问控制(MAC)控制元素(CE),在所述至少一个活动通信控制波束上发送所述部分波束对链路(BPL)丢失通信。

23. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

所述第二通信节点向所述第一通信节点通知所述部分波束对链路(BPL)丢失。

24. 一种存储有用于通信的计算机可执行代码的非暂时性计算机可读介质,所述代码可由处理器执行以用于:

确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;

识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;

在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信;以及

响应于所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路(BPL)丢失通信,确定周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS定时阈值是否被超过,如果到下一个周期性CSI-RS或周期性SS的时间低于所述定时阈值,则接收被配置为触发非周期性波束状态报告的通信,其中,测量是基于周期性CSI-RS通信和周期性SS通信中的至少一个的。

25. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,如果到下一个周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS的时间超过所述定时阈值,则调度非周期性信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 通信并且触发所述非周期性波束状态报告;

发送具有新波束信息的所述非周期性波束状态报告;以及  
基于所述非周期性波束状态报告,发送新BPL添加消息。

26. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,触发非周期性波束状态报告,其中测量是基于周期性信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 通信和周期性同步信号 (SS) 通信中的至少一个;

发送具有新波束信息的所述波束状态报告;以及  
基于所述波束状态报告,发送新BPL添加消息。

27. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

在接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,更新基站配置并遵循波束故障恢复过程。

28. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

使用物理上行链路控制信道 (PUCCH) 通信,在所述至少一个活动通信控制波束上发送所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信。

29. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

使用物理上行链路共享信道 (PUSCH) 通信中的上行链路 (UL) 媒体访问控制 (MAC) 控制元素 (CE),在所述至少一个活动通信控制波束上发送所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信。

30. 根据权利要求24所述的非暂时性计算机可读介质,其中,所述代码可由处理器执行以用于:

代表第一节点上的通信设备向第二节点上的通信设备发送所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信,所述第一节点上的所述通信设备经历所述部分波束对链路 (BPL) 丢失。

31. 一种用于通信的方法,包括:

确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;

识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;

在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路 (BPL) 丢失通信;

在所述至少一个活动通信控制波束上接收到所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信后,如果到下一个周期性信道状态信息参考信号CSI-RS或周期性同步信号SS的时间超过定时阈值,则调度非周期性信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 通信并且触发非周期性波束状态报告;

发送具有新波束信息的所述非周期性波束状态报告;以及  
基于所述非周期性波束状态报告,发送新BPL添加消息。

32. 根据权利要求31所述的方法,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分

波束对链路 (BPL) 丢失通信是使用物理上行链路控制信道 (PUCCH) 通信发送的。

33. 根据权利要求31所述的方法,其中,所述至少一个活动通信控制波束上的所述部分波束对链路 (BPL) 丢失通信是使用物理上行链路共享信道 (PUSCH) 通信中的上行链路 (UL) 媒体访问控制 (MAC) 控制元素 (CE) 发送的。

## 用于通信波束丢失恢复的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求享受2017年9月16日提交的、标题为“SYSTEMS AND METHODS FOR COMMUNICATION BEAM LOSS RECOVERY”的美国临时专利申请No.62/559,519的优先权和利益,故以引用方式将其全部内容并入本文,就如同在下文进行了完全阐述一样。

### 技术领域

[0003] 概括地说,下面讨论的技术涉及无线通信系统,具体地说,下面讨论的技术涉及通信波束丢失恢复。实施例启用并提供了在不是所有可用的通信控制波束都发生故障情况下,通信波束恢复的系统和方法。

### 背景技术

[0004] 已广泛地部署无线通信系统,以便提供诸如电话、视频、数据、消息和广播之类的各种电信服务。典型的无线通信系统可以采用能通过共享可用的系统资源(例如,带宽、发射功率),来支持与多个用户进行通信的多址技术。这类多址技术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、正交频分多址(OFDMA)系统、单载波频分多址(SC-FDMA)系统和时分同步码分多址(TD-SCDMA)系统。

[0005] 在多种电信标准中已采纳这些多址技术,以提供使不同无线设备能在城市范围、国家范围、地域范围、甚至全球范围上进行通信的通用协议。一种电信标准的例子是长期演进(LTE)。针对LTE技术的改进的例子称为5G,其有时还称为新无线电(NR)。术语5G和NR代表LTE技术的改进,例如,其包括对无线接口的各种改进、处理方面的改进以及启用更高的带宽来提供另外的功能和连接性。

[0006] 举例而言,无线多址通信系统可以包括多个基站,每个基站同时地支持多个通信设备(或者称为用户设备(UE))的通信。基站可以在下行链路信道(例如,对于从基站到UE的传输)和上行链路信道(例如,对于从UE到基站的传输)上与UE进行通信。UE可以通过检测用于从其获取基站识别码(小区ID)、系统定时信息、帧对齐信息等等的同步信号,来定位基站。在接收器具有较高的信号强度并且噪声受限的系统(例如,毫米波系统)中,可以在小区覆盖区域中扫描波束成形的同步信号,以提供改善检测的覆盖增强。在5G或NR通信系统中,可以支持多个通信控制波束以提供抗通信波束故障的健壮系统。

### 发明内容

[0007] 落入所附权利要求书的保护范围之内的系统、方法和设备的各种实现的每一个都具有一些方面,这些方面中没有任何单一的一个单独地成为本文所描述的期望的属性。在不限制所附权利要求书的保护范围的情况下,本文描述了一些突出的特征。

[0008] 在附图和下文的描述中,阐述了本说明书所描述的主题的一个或多个实现的细节。通过这些描述、附图和权利要求书,其它特征、方面和优点将变得显而易见。应当注意,下面附图中的相对尺寸没有按比例进行描绘。

[0009] 本公开内容的一个方面提供了一种用于通信的方法,该方法包括:确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障,识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束,并在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信。

[0010] 本公开内容的另一个方面提供了一种用于通信的系统,其包括:用户设备(UE),其被配置为确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障,所述UE被配置为识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束,以及所述UE被配置为在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信。

[0011] 本公开内容的另一个方面提供了一种用于通信的方法,该方法包括:确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;当在第一通信设备和第一通信节点之间发生部分波束对链路(BPL)丢失时,传输部分波束对链路(BPL)丢失通信,所述部分波束对链路(BPL)丢失通信发生在第一通信设备与代表第一通信节点经历与第一通信设备的所述部分波束对链路(BPL)丢失的第二通信节点之间。

[0012] 本公开内容的另一个方面提供了一种存储有用于通信的计算机可执行代码的非暂时性计算机可读介质,所述代码可由处理器执行以用于:确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障;识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束;在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信。

[0013] 本公开内容的另一个方面提供了一种用于通信的设备,该设备包括:用于确定多个通信控制波束中的任何一个是否发生故障的单元;用于识别所述多个通信控制波束中的至少一个活动通信控制波束的单元;用于在所述至少一个活动通信控制波束上传输部分波束对链路(BPL)丢失通信的单元。

## 附图说明

[0014] 在附图中,除非另外指出,否则贯穿各个视图的相同附图标记指代类似的部件。对于具有诸如“102a”或“102b”之类的字母字符的附图标记而言,这些字母字符命名可以区分在同一附图中出现的两个类似部件或者元素。当一个附图标记涵盖所有附图之中具有该相同附图标记的所有部件时,可以省略用于附图标记的字母字符命名。

[0015] 图1是根据本公开内容的各个方面,示出一种网络架构的例子的网络图。

[0016] 图2是根据本公开内容的各个方面,示出接入网络的例子的图。

[0017] 图3是根据本公开内容的各个方面,示出LTE中的下行链路(DL)帧结构的例子的图。

[0018] 图4是根据本公开内容的各个方面,示出LTE中的UL帧结构的例子的图。

[0019] 图5是根据本公开内容的各个方面,示出用于用户平面和控制平面的无线电协议架构的例子的图。

[0020] 图6是根据本公开内容的各个方面,示出接入网络中的演进型节点B和用户设备的例子的图。

[0021] 图7是示出根据本公开内容的各个方面设备到设备通信系统的图。

[0022] 图8是示出低频率无线通信系统(例如,LTE)中的波束成形的例子的图。

[0023] 图9是示出高频无线通信系统(例如,mmW系统)中的波束成形的例子的图。

- [0024] 图10是示出根据本公开内容的各个方面的通信系统的图。
- [0025] 图11A是根据本公开内容的各个方面,包括用于在无线通信中使用的基站和UE的通信系统的图。
- [0026] 图11B是根据本公开内容的各个方面,包括用于在无线通信中使用的基站和UE的通信系统的图。
- [0027] 图12是根据本公开内容的各个方面,示出一种用于通信的方法的例子的流程图。
- [0028] 图13是根据本公开内容的各个方面,示出一种用于通信系统的装置的功能框图。
- [0029] 图14是根据本公开内容的各个方面,示出用于通信系统的呼叫流程图。
- [0030] 图15是根据本公开内容的各个方面,示出用于通信系统的呼叫流程图。
- [0031] 图16是根据本公开内容的各个方面,示出用于通信系统的呼叫流程图。
- [0032] 图17是用于根据本公开内容的各个方面的通信系统的图。
- [0033] 图18是用于根据本公开内容的各个方面的通信系统的呼叫流程图。

## 具体实施方式

[0034] 本文所使用的“示例性的”一词意味着“用作例子、例证或说明”。本文中描述为“示例性”的任何方面不应被解释为比其它方面更优选或更具优势。

[0035] 现在参照各种装置和方法来给出电信系统的一些方面。这些装置和方法将在下面的具体实施方式中进行描述,并在附图中通过各种框、组件、电路、处理、算法等等(其统称为“元素”)来进行描绘。可以使用电子硬件、计算机软件或者其任意组合来实现这些元素。至于这些元素是实现成硬件还是实现成软件,取决于特定的应用和对整个系统所施加的设计约束条件。

[0036] 举例而言,元素或者元素的任何部分或者元素的任意组合,可以实现成包括一个或多个处理器的“处理系统”。处理器的例子包括微处理器、微控制器、图形处理单元(GPU)、中央处理单元(CPU)、应用处理器、数字信号处理器(DSP)、精简指令集计算(RISC)处理器、片上系统(SoC)、基带处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门逻辑、分离硬件电路和被配置为执行贯穿本公开内容描述的各种功能的其它适当硬件。处理系统中的一个或多个处理器可以执行软件。软件应当被广泛地解释为意味着指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件组件、应用、软件应用、软件包、例行程序、子例行程序、对象、可执行文件、执行的线程、过程、函数等等,无论其被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言还是其它术语。

[0037] 因此,在一个或多个示例性实施例中,本文所描述的功能可以用硬件、软件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以将这些功能存储或编码成计算机可读介质上的一个或多个指令或代码。计算机可读介质包括计算机存储介质。存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质。通过示例的方式而不是限制的方式,这种计算机可读介质可以包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦写可编程ROM(EEPROM)、光盘存储、磁盘存储、其它磁存储设备、前述类型的计算机可读介质的组合、或者能够用于存储具有指令或数据结构形式的计算机可执行代码并能够由计算机存取的任何其它介质。

[0038] 下面的描述提供了一些例子,这些例子并非用于限制权利要求书中所阐述的保护范围、适用性或者示例。在不脱离本公开内容的保护范围基础上,可以对讨论的组成要素的

功能和排列进行改变。各个例子可以根据需要,省略、替代或者增加各种过程或组成部分。例如,可以按照与所描述的不同的顺序来执行描述的方法,可以对各个步骤进行增加、省略或者组合。此外,关于某些例子所描述的特征也可以组合到其它例子中。

[0039] 本公开内容的示例性实施例针对于通常在毫米波通信系统中使用的波束成形系统,在该系统中,期望在可能存在多个通信控制波束并且不是所有的通信控制波束都发生故障的情况下,提供用于通信波束恢复的系统和方法。在这样的方法和系统中,不是所有的通信控制波束都可能发生故障,该故障可以称为部分波束对链路(BPL)丢失,其中所述多个通信控制波束的一个子集可能发生故障,从而留在在基站和UE之间建立的至少一个BPL。

[0040] 术语“波束管理”通常指代一组第1层(L1)或第2层(L2)(开放系统互连7层模型)过程,以获取和维护可以用于下行链路(DL)和上行链路(UL)传输和接收的传输接收点(TRP)和/或用户设备(UE)波束。

[0041] 术语“波束确定”指代TRP或UE选择其自己的发射和接收通信波束的情况。

[0042] 术语“波束测量”指代TRP或UE测量接收到的波束成形信号的特性的情况。

[0043] 术语“波束报告”通常指代UE基于波束测量处理来报告波束成形信号的信息。

[0044] 术语“波束扫描”指代以预定的方式,使用在某个时间间隔期间发射和/或接收的波束来覆盖空间区域的操作。

[0045] 如本文所使用的,术语“服务波束”指代两个通信设备之间的活动通信波束和/或活动通信BPL。

[0046] 如本文所使用的,术语“目标波束”或“候选波束”指代两个通信设备之间可用于通信的另一个可用通信波束和/或可用的通信BPL。

[0047] 如本文所使用的,术语无线电链路故障(RLF)指代在两个通信设备之间的服务波束上的无线电通信的故障。

[0048] 信道状态信息参考信号(CSI-RS)信号和同步信号(SS信号)均可以用于波束管理(BM)。

[0049] BM过程支持来自CSI-RS和/或SS块的L1-RSRP(参考信号接收功率)报告。

[0050] 周期性地发送具有L个块的SS突发。CSI-RS的传输可以是周期性的,其中基站连接建立过程中通过无线电资源控制(RRC)消息为UE配置CSI-RS;或者CSI-RS的传输可以是非周期性的,此时,其由基站进行调度。CSI-RS的传输也可以是半持久的,其中在连接建立过程中通过RRC消息为UE配置CSI-RS,并由基站进行激活/停用。

[0051] UE的波束测量报告(例如,L1-RSRP报告)可以是周期性的,其中在连接建立期间通过RRC消息为UE配置UE的波束测量报告;或者UE的波束测量报告是非周期性的,对于5G或NR而言,它至少支持基站触发的非周期性波束报告。

[0052] UE的波束测量报告(例如,L1-RSRP报告)可以是半持久的,其中在连接建立期间通过RRC消息为UE配置UE的波束测量报告,并由基站进行激活/停用。

[0053] CSI-RS和SS都可以是基于UE的波束测量报告,其中基站进行决定来更新服务波束。

[0054] 当前,至少支持网络触发的非周期性波束报告。在某些情况下,也可以支持非周期性波束报告。

[0055] 在LTE中,唯一的L1请求信号是通过物理上行链路控制信道(PUCCH)的调度请求

(SR)。SR可以由MAC层中的缓冲区状态报告(WSR)MAC CE(媒体访问控制元素)进行触发。可以由于上行链路(UL)数据业务或RRC信令消息来触发WSR。

[0056] 对于波束故障检测,UE监测波束故障检测参考信号(RS),以评估是否已经满足波束故障触发条件。对于新的候选波束标识,UE监测波束标识RS以找到新的候选波束。如果波束标识RS由网络进行配置,则其包括用于波束管理的周期性CSI-RS,如果在波束管理中还使用SS块,则波束标识RS包括服务小区内的周期性CSI-RS和SS块。

[0057] 对于波束故障恢复请求传输,UE通过物理随机接入信道(PRACH)、类PRACH通信(例如,使用与PRACH通信的前导序列不同的参数的通信)或PUCCH,来报告新识别的候选TX波束。UE可以监测基站对波束故障恢复请求的响应。UE可以监测NR-PDCCH(新的无线电物理下行链路控制信道),后者具有与该UE识别的候选波束的RS在空间上准同址(QCL)的解调参考信号(DMRS)。

[0058] 当前,UE监测可能与当前服务波束和/或服务控制信道准同址(QCL)的周期性参考波束。如果UE检测到所有可能的控制波束的波束故障,则UE然后在下一周期性CSI-RS或SS机会,搜索一个或多个新的候选波束。如果UE检测到一个或多个新的候选波束,则UE向基站发送具有关于所识别的一个或多个候选波束的信息的波束故障恢复请求。然后,UE针对波束故障恢复请求的响应来监测基站。通常在存在完全的波束对链路(BPL)丢失或故障时才执行该过程,并且通常要求UE在开始其波束恢复过程之前等待来自基站的CSI-RS或SS信号,从而在UE等待来自基站的CSI-RS或SS时,将任何波束恢复过程延迟了至少一个通信周期。

[0059] 图1是示出LTE网络架构100的图。LTE网络架构100可以称为演进分组系统(EPS)100。EPS 100可以包括一个或多个用户设备(UE)102、演进型UMTS陆地无线电接入网络(E-UTRAN)104、演进分组核心(EPC)110和运营商的互联网协议(IP)服务122。EPS 100可以与其它接入网络互连,但为简单起见,没有示出这些实体/接口。如图所示,EPS 100提供分组交换服务,但是,如本领域普通技术人员所容易理解的,贯穿本公开内容给出的各种概念可以扩展到提供电路交换服务的网络。此外,虽然将LTE网络示出为例子,但也可以使用其它类型的网络(例如,仅仅包括5G网络)。

[0060] E-UTRAN 104包括基站106(例如,演进节点B(eNB)106和其它eNB108),其可以包括使用某种其它适当术语的gNodeB(gNB)、家庭节点B、家庭eNodeB或者基站。例如,在5G或新无线电(NR)网络中,基站可以称为gNB。E-UTRAN 104还可以包括多播协调实体(MCE)128。eNB 106提供针对于UE 102的用户平面和控制平面协议终止。eNB 106可以经由回程(例如,X2接口)连接到其它eNB 108。MCE 128为演进型多媒体广播多播服务(MBMS)(eMBMS)分配时间/频率无线电资源,并确定用于eMBMS的无线电配置(例如,调制和编码方案(MCS))。MCE 128可以是单独的实体,也可以是eNB 106的一部分。eNB 106还可以称为基站、节点B、接入点、基站收发机、无线电基站、无线电收发机、收发机功能、基本服务集(BSS)、扩展服务集(ESS)或者某种其它适当的术语。eNB 106为UE 102提供针对EPC 110的接入点。UE 102的例子包括蜂窝电话、智能电话、会话发起协议(SIP)电话、膝上型计算机、个人数字助理(PDA)、卫星无线电装置、全球定位系统、多媒体设备、视频设备、数字音频播放器(例如,MP3播放器)、照相机、游戏控制台、平板计算机、上网本、智能设备、可穿戴设备、车辆、无人机或者任何其它类似的功能设备。本领域普通技术人员还可以将UE 102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、手持装置、用户代理、移动客户端、客户端或者某种其它适当的术语。

[0061] eNB 106连接到EPC 110。EPC 110可以包括移动管理实体(MME) 112、归属用户服务器(HSS) 120、其它MME 114、服务网关116、多媒体广播多播服务(MBMS) 网关124、广播多播服务中心(BM-SC) 126和分组数据网络(PDN) 网关118。MME 112是处理UE 102和EPC 110之间的信令的控制节点。通常，MME 112提供承载和连接管理。所有用户IP分组通过服务网关116来传送，其中服务网关116自己连接到PDN网关118。PDN网关118提供UE IP地址分配以及其它功能。PDN网关118和BM-SC 126连接到IP服务122。IP服务122可以包括互联网、内联网、IP多媒体子系统(IMS)、PS流服务(PSS)和/或其它IP服务。BM-SC 126可以提供用于MBMS用户服务提供和递送的功能。BM-SC 126可以用作内容提供商MBMS传输的入口点，可以用于在PLMN内授权和发起MBMS承载服务，并且可以用于调度和传递MBMS传输。MBMS网关124可以用于将MBMS业务分配给属于广播特定服务的多播广播单频网(MBSFN) 区域的eNB(例如，106、108)，并且可以负责会话管理(开始/停止)以及收集与eMBMS相关的计费信息。

[0062] 图2是示出LTE网络架构中的接入网络200的例子的图。在该例子中，将接入网络200划分成多个蜂窝区域(小区)202。一个或多个低功率类型eNB/gNB 208可以具有与小区202中的一个或多个重叠的蜂窝区域210。低功率类型eNB/gNB 208可以是毫微微小区(例如，家庭eNB(HeNB))、微微小区、微小区、或者远程无线电头端(RRH)。宏eNB/gNB 204分配给各小区202，并被配置为向小区202中的所有UE 206提供针对EPC 110的接入点。在接入网络200的该例子中，不存在集中式控制器，但在替代的配置中可以使用集中式控制器。eNB/gNB 204负责所有与无线电相关的功能，其包括无线电承载控制、准入控制、移动控制、调度、安全和连接到服务网关116。eNB/gNB可以支持一个或多个(例如，三个)小区(其还称为扇区)。术语“小区”可以指代eNB/gNB的最小覆盖区域和/或服务于特定覆盖区域的eNB/gNB子系统。此外，本文可以互换地使用术语“eNB”、“gNB”、“基站”和“小区”。

[0063] 接入网络200采用的调制和多址接入方案可以根据所部署的具体通信标准来变化。在LTE应用中，可以在DL上使用OFDM，在UL上使用SC-FDMA，以便支持频分双工(FDD)和时分双工(TDD)。如本领域普通技术人员通过下面的详细描述所容易理解的，本文给出的各种概念非常适合用于LTE应用。但是，这些概念也可以容易地扩展到采用其它调制和多址接入技术的其它通信标准。举例而言，这些概念可以扩展到演进数据优化(EV-DO)、超移动宽带(UMB)、5G或其它调制和多址接入技术。EV-DO和UMB是第三代合作伙伴计划2(2GPP2)作为CDMA2000标准系列的一部分发布的空中接口标准，EV-DO和UMB采用CDMA来为移动站提供宽带互联网接入。这些概念还可以扩展到采用宽带CDMA(W-CDMA)和CDMA的其它变型(例如，TD-SCDMA)的通用陆地无线电接入(UTRA)；采用TDMA的全球移动通信系统(GSM)；以及采用OFDMA的演进UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20和闪速OFDM。在来自3GPP组织的文档中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE和GSM。在来自3GPP2组织的文档中描述了CDMA2000和UMB。采用的实际无线通信标准和多址接入技术，取决于特定的应用和对系统所施加的整体设计约束条件。

[0064] eNB/gNB 204可以具有支持MIMO技术的多个天线。MIMO技术的使用使eNB/gNB 204能够使用空间域来支持空间复用、波束成形和发射分集。空间复用可以用于在相同频率上

同时发送不同的数据流。将数据流发送给单一UE 206以增加数据速率,或者发送给多个UE 206以增加整体系统容量。这可以通过对每一个数据流进行空间预编码(即,应用幅度和相位的缩放),并随后通过多个发射天线在DL上发送每一个空间预编码的流来实现。到达UE 206的空间预编码的数据流具有不同的空间特征,这使得每一个UE 206都能恢复出目的地针对该UE 206的一个或多个数据流。在UL上,每一个UE 206发送空间预编码的数据流,其中空间预编码的数据流使eNB/gNB 204能识别每一个空间预编码的数据流的源。

[0065] 当信道状况良好时,通常使用空间复用。当信道状况不太有利时,可以使用波束成形来将传输能量聚焦在一个或多个方向中。这可以通过对经由多个天线发送的数据进行空间预编码来实现。为了在小区边缘实现良好的覆盖,可以结合发射分集来使用单一流波束成形传输。

[0066] 在下面的详细描述中,将参照在DL上支持OFDM的MIMO系统来描述接入网络的各个方面。OFDM是一种扩频技术,该技术将数据调制在OFDMA符号中的多个子载波上。这些子载波间隔开精确的频率。这种间隔提供了使接收器能够从这些子载波中恢复数据的“正交性”。在时域,可以向每一个OFDM符号添加防护间隔(例如,循环前缀),以防止OFDM符号间干扰。UL可以使用具有DFT扩展OFDM信号形式的SC-FDMA,以便补偿较高的峰值与平均功率比(PARR)。

[0067] 图3是示出LTE中的下行链路(DL)帧结构300的例子的图。可以将帧(10ms)划分成10个相同大小的子帧。每个子帧可以包括两个连续的时隙。可以使用资源网格来表示两个时隙,每个时隙包括一个资源块。将资源网格划分成多个资源元素。在LTE中,对于普通循环前缀而言,一个资源块在频域中包含12个连续的子载波,在时域中包含7个连续的OFDM符号,总共84个资源元素。对于扩展循环前缀而言,一个资源块在频域中包含12个连续的子载波,在时域中包含6个连续的OFDM符号,总共72个资源元素。在诸如5G或NR通信系统之类的其它示例性通信系统中,提供其它数量的资源元素的频域中的其它数量的子载波和时域中的符号是可能的。资源元素中的一些(指示为R 302、304)包括DL参考信号(DL-RS)。DR-RS包括特定于小区的RS(CRS)(其有时称为公共RS)302和特定于UE的RS(UE-RS)304。在相对应的物理DL共享信道(PDSCH)所映射到的资源块上发送UE-RS 304。每个资源元素所携带的比特的数量取决于调制方案。因此,UE接收的资源块越多、调制方案的数据密度越高,则UE的数据速率越高。

[0068] 图4是示出LTE中的UL帧结构400的例子的图。可以将用于UL的可用资源块划分为数据部分和控制部分。可以在系统带宽的两个边缘形成控制部分,并且控制部分可以具有可配置的大小。可以将控制部分中的资源块分配给UE以传输控制信息。数据部分可以包括不包括在控制部分中的所有资源块。UL帧结构导致数据部分包括连续的子载波,这可以允许向单个UE分配数据部分中的所有连续的子载波。

[0069] 可以在控制部分中向UE分配资源块410a、410b,以向eNB/gNB发送控制信息。还可以在数据部分中向UE分配资源块420a、420b,以向eNB/gNB发送数据。UE可以在控制部分中的分配的资源块上的物理UL控制信道(PUCCH)中发送控制信息。UE可以在数据部分中的分配的资源块上的物理UL共享信道(PUSCH)中发送数据或者数据和控制信息两者。UL传输可以跨度子帧的两个时隙,并且可以在频率上跳变。

[0070] 可以使用一组资源块来执行初始系统接入,并在物理随机接入信道(PRACH)430中

实现UL同步。PRACH 430携带随机序列,并且不能携带任何UL数据/信令。每个随机接入前导占用与六个连续资源块相对应的带宽。起始频率由网络进行指定。也就是说,将随机接入前导的传输限制在某些时间和频率资源上。PRACH不存在频率跳变。在单个子帧(1ms)或几个连续子帧的序列中携带PRACH尝试,UE可以每帧(10ms)进行一次PRACH尝试。

[0071] 图5是根据本公开内容的各个方面,示出用于LTE中的用户平面和控制平面的无线电协议架构500的例子的图。使用三层来示出了用于UE和eNB的无线电协议架构:层1、层2和层3。层1(L1层)是最低层,并实现各种物理层信号处理功能。本文还将L1层称为物理层506。层2(L2层)508高于物理层506,并负责物理层506之上的UE和eNB之间的链路。

[0072] 在用户平面中,L2层508包括媒体访问控制(MAC)子层510、无线电链路控制(RLC)子层512和分组数据会聚协议(PDCP)514子层,它们在网络侧的eNB处终止。虽然没有示出,但UE可以具有高于L2层的一些上层,其包括网络层(例如,IP层)和应用层,其中网络层在网络侧的PDN网关118处终止,应用层在连接的另一端(例如,远端UE、服务器等)处终止。

[0073] PDCP子层514提供不同的无线电承载和逻辑信道之间的复用。PDCP子层514还提供用于上层数据分组的报头压缩,以减少无线电传输开销,通过对数据分组进行加密来实现安全,以及为UE提供eNB之间的切换支持。RLC子层512提供上层数据分组的分段和重组、丢失数据分组的重传以及数据分组的重新排序,以便补偿由于混合自动重传请求(HARQ)而造成的乱序接收。MAC子层510提供逻辑信道和传输信道之间的复用。MAC子层510还负责在UE之间分配一个小区中的各种无线电资源(例如,资源块)。MAC子层510还负责HARQ操作。

[0074] 在控制平面中,对于物理层506和L2层508来说,除不存在用于控制平面的报头压缩功能之外,用于UE和eNB的无线电协议架构基本相同。控制平面还包括层3(L3层)中的无线电资源控制(RRC)子层516。RRC子层516负责获得无线电资源(即,无线电承载),并负责使用eNB和UE之间的RRC信令来配置更低层。

[0075] 图6是根据本公开内容的各个方面,接入网络中eNB/gNB 610与UE 650的通信的框图。在DL中,将来自核心网络的上层分组提供给控制器/处理器675。控制器/处理器675实现L2层的功能。在DL中,控制器/处理器675提供:报头压缩、加密、分组分段和重新排序、逻辑信道和传输信道之间的复用、以及基于各种优先级度量向UE 650进行无线电资源分配。控制器/处理器675还负责HARQ操作、丢失分组的重传、以及向UE 650发送信令。

[0076] 发射(TX)处理器616实现层L1(即,物理层)的各种信号处理功能。这些信号处理功能包括编码和交织以促进UE 650处的前向纠错(FEC),以及基于各种调制方案(例如,二进制移相键控(BPSK)、正交移相键控(QPSK)、M相移相键控(M-PSK)、M阶正交幅度调制(M-QAM)),映射到信号星座。随后,将编码和调制的符号分割成并行的流。随后,将每一个流映射到OFDM子载波,在时域和/或频域中将其与参考信号(例如,导频)进行复用,并随后使用逆傅里叶变换(IFFT)将各个流组合在一起以便生成携带时域OFDM符号流的物理信道。对该OFDM流进行空间预编码,以生成多个空间流。来自信道估计器674的信道估计量可以用于确定编码和调制方案以及用于实现空间处理。可以从UE 650发送的参考信号和/或信道状况反馈中导出信道估计量。随后,可以经由单独的发射器618TX,将各空间流提供给不同的天线620。每一个发射器618TX可以使用各空间流对RF载波进行调制,以便进行传输。

[0077] 在UE 650处,每一个接收器654RX通过其各自天线652接收信号。每一个接收器654RX恢复调制到RF载波上的信息,并将该信息提供给接收(RX)处理器656。RX处理器656实

现L1层的各种信号处理功能。RX处理器656可以对所述信息执行空间处理,以恢复目的地针对于UE 650的任何空间流。如果多个空间流目的地针对于UE 650,则RX处理器656可以将它们组合成单一OFDM符号流。随后,RX处理器656使用快速傅里叶变换(FFT),将OFDM符号流从时域转换到频域。频域信号包括用于OFDM信号的每一个子载波的单独OFDMA符号流。通过确定eNB 610发送的最可能的信号星座点,来恢复和解调每一个子载波上的符号以及参考信号。这些软判决可以是基于信道估计器658所计算得到的信道估计量。随后,对这些软判决进行解码和解交织,以恢复eNB 610最初在物理信道上发送的数据和控制信号。随后,将这些数据和控制信号提供给控制器/处理器659。

[0078] 控制器/处理器659实现L2层。控制器/处理器659可以与存储程序代码和数据的存储器660进行关联。存储器660可以称为计算机可读介质。在UL中,控制器/处理器659提供传输信道和逻辑信道之间的解复用、分组重组、解密、报头解压缩和控制信号处理,以恢复来自核心网络的上层分组。随后,将上层分组提供给数据宿662,数据宿662表示L2层之上的所有协议层。还可以向数据宿662提供各种控制信号以用于L3处理。控制器/处理器659还负责使用确认(ACK)和/或否定确认(NACK)协议进行错误检测,以支持HARQ操作。

[0079] 在UL中,数据源667用于向控制器/处理器659提供上层分组。数据源667表示L2层之上的所有协议层。类似于结合eNB 610的DL传输所描述的功能,控制器/处理器659通过提供报头压缩、加密、分组分段和重新排序、以及基于eNB 610的无线电资源分配进行逻辑信道和传输信道之间的复用,实现用户平面和控制平面的L2层。控制器/处理器659还负责HARQ操作、丢失分组的重传、以及向eNB 610发送信令。

[0080] 信道估计器658从eNB 610发送的参考信号或反馈中导出的信道估计量,可以由TX处理器668使用,以便选择适当的编码和调制方案和有助于实现空间处理。可以经由各自的发射器654TX,将TX处理器668所生成的空间流提供给不同的天线652。每一个发射器654TX可以利用各自空间流来对RF载波进行调制,以便进行传输。

[0081] 以类似于结合UE 650处的接收器功能所描述的方式,eNB 610对UL传输进行处理。每一个接收器618RX通过其各自的天线620来接收信号。每一个接收器618RX恢复调制到RF载波上的信息,并将该信息提供给RX处理器670。RX处理器670可以实现L1层。

[0082] 控制器/处理器675实现L2层。控制器/处理器675可以与存储程序代码和数据的存储器676进行关联。存储器676可以称为计算机可读介质。在UL中,控制器/处理器675提供传输信道和逻辑信道之间的解复用、分组重组、解密、报头解压缩、控制信号处理,以恢复来自UE 650的上层分组。可以将来自控制器/处理器675的上层分组提供给核心网络。控制器/处理器675还负责使用ACK和/或NACK协议进行错误检测,以支持HARQ操作。

[0083] UE 650还可以包括一个或多个内部传感器,共同地示出为耦合至控制器/处理器659的传感器元件669。传感器元件669可以包括一个或多个传感器(例如,运动传感器、位置传感器等等),其被配置为允许UE 650确定例如其位置、方向、手或人体解剖学的其它部分相对于UE 650的位置、尤其是解剖结构与UE 650上的天线阵列的关系等等。

[0084] 图7是根据本公开内容的各个方面的设备到设备(D2D)通信系统700的图。设备到设备通信系统700可以由图1中所示的网络来实现,在示例性实施例中,系统700包括多个无线设备704、706、708、710。设备到设备通信系统700可以与诸如无线广域网(WWAN)之类的蜂窝通信系统重叠。无线设备704、706、708、710中的一些可以使用DL/UL WWAN频谱在设备到

设备(或对等)通信中一起通信,一些可以与基站702通信,而一些可以使用两者进行通信。例如,如图7中所示,无线设备708、710处于设备到设备通信中,无线设备704、706处于设备到设备通信中。无线设备704、706也正在与基站702进行通信。

[0085] 在一种配置中,UE 704、706、708、710中的一些或全部可以装备或位于车辆上。在这种配置中,D2D通信系统700也可以称为车辆到车辆(V2V)通信系统。

[0086] 下文所讨论的示例性方法和装置适用于多种无线设备到设备通信系统中的任何一种(例如,基于FlashLinQ、WiMedia、蓝牙、ZigBee或基于IEEE 802.11标准的Wi-Fi的无线设备到设备通信系统)。为了简化讨论起见,在LTE的上下文中讨论了示例性方法和装置。然而,本领域普通技术人员应当理解,示例性方法和装置可更普遍地应用于各种其它无线设备到设备通信系统。

[0087] 图8是示出低频率无线通信系统(例如,LTE)中的波束成形800的例子的图。图8包括天线阵列802和804。在示例性实施例中,天线阵列802可以包括以网格模式(例如,平面阵列)布置并且可以位于基站中的多个天线元件(例如,天线元件812)。在示例性实施例中,天线阵列804可以包括以网格模式布置并且可以位于UE中的多个天线元件(例如,天线元件814)。如图8中所示,天线阵列802可以发射波束806,天线阵列804可以经由波束808进行接收。在示例性实施例中,波束806和808可以经由位于区域810处的簇进行反射、散射和/或衍射。

[0088] 图9是示出高频无线通信系统(例如,mmW系统)中的波束成形900的图。图9包括天线阵列902和904。在示例性实施例中,天线阵列902可以包括以网格模式布置并且可以位于mmW基站中的多个天线元件(例如,天线元件912)。在示例性实施例中,天线阵列904可以包括以网格模式布置并且可以位于UE中的多个天线元件(例如,天线元件914)。如图9中所示,天线阵列902可以发射波束906,天线阵列904可以经由波束908进行接收。在示例性实施例中,波束906和908可以经由位于区域910处的簇进行反射、散射和/或衍射。

[0089] 应当注意的是,与图8中的天线阵列802相比,图9中的天线阵列902包括更多数量的天线元件,与图8中的天线阵列804相比,图9中的天线阵列904包括更多数量的天线元件。在前一种场景下(相对于后一种场景)更多数量的天线是因为与较小波长相对应的较大的载波频率,其允许在相同孔径/区域内部署更多数量的天线。天线阵列902和904中更多数量的天线元件允许波束906和908具有较窄的半功率波束宽度,其相对于来自天线阵列802和804的波束806和808提供较高的角分辨率。因此,低频率无线通信系统中的天线阵列802和804里较低数量的天线元件可以导致更宽的角度分辨率,同时提供比mmW系统更好的链路余量。

[0090] 在独立的mmW无线通信系统中,高链路损耗(由于穿透、衍射、反射等等)可能阻止多径角度信息的发现。相比而言,低频率无线通信系统可以提供比独立的mmW无线通信系统中的链路更高质量的链路(例如,具有更高SNR的链路)。可以利用低频率无线通信系统的这种较高SNR以及低频率与独立mmW无线通信系统的共存,来确定用于波束成形方案的角度信息和/或相对路径增益。由于波束成形方案的角度信息和/或相对路径增益仅由发射器、接收器和散射体的相对几何形状来确定,因此在独立mmW和低频率无线通信系统中,这种角度信息和/或相对路径增益通常是不变的。虽然存在路径的排名(优先级)可能随着载波频率的变化而改变(例如,由于不同频率上的差分散射和/或吸收损耗),但这种排名在大多数情

况下可能不会改变。

[0091] 用于学习在高SNR下成功的波束到达和离开的角度的方法,可以用于学习低频率无线通信系统中的波束到达和离开的角度。这些方法可以包括多信号分类(MUSIC)、通过旋转不变技术估计信号参数(ESPRIT)、空间交替广义期望最大化(SAGE)算法等等。在一些场景下,低频率无线通信系统中的低频率传输的宽波束宽度可能导致角度精度变差。在示例性实施例中,针对低频率无线通信系统学习的角度可以用作对mmW无线通信系统中波束成形所需的角度(也称为角度信息)的粗略估计。可以使用经由低频率无线通信系统获得的粗略角度估计作为初始值(也称为种子值)来确定对于mmW无线通信系统的角度信息的精确估计。例如,可以使用诸如细束调谐或受约束MUSIC之类的算法来确定精确估计。

[0092] 可以利用mmW无线通信系统和低频率无线通信系统之间的不对称能力来降低用于实现mmW无线通信系统和低频率无线通信系统的算法中的复杂度。例如,与mmW无线通信系统相比,低频率无线通信系统可以使用更少数量的天线。在诸如MUSIC、ESPRIT和/或SAGE的算法中,可以利用天线数量上的这种不对称来估计可能的信号方向。应当注意的是,使用任何这种算法(例如,MUSIC、ESPRIT和/或SAGE)估计可能的信号方向是基于获得信号协方差矩阵的准确估计。例如,与较大维度的天线系统相比,对于较小的天线系统,可以使用较少数量的训练样本(或较短的协方差矩阵获取和角度学习周期)并以较低的计算成本(较少的乘法和加法次数,较小维度的矩阵求逆)来实现信号协方差矩阵的准确估计。

[0093] 与mmW无线通信系统相比,在低频率无线通信系统中,可以利用发射机和接收机之间的不对称能力来成比例地分配更多的资源用于低频率无线通信系统中的角度确定。例如,非对称能力可以包括在发射器和接收器处的不同数量的天线、在发射器和接收器之间的不同的波束成形能力(例如,数字波束成形能力或RF波束成形能力)和/或接收器处的较低功率。

[0094] 在示例性实施例中,从低频率无线通信系统获得的小区帧和OFDM符号定时信息,可以用作用于与mmW无线通信系统的进一步细化的初始值。在该示例性实施例中,由于低频率无线通信系统通常提供比mmW无线通信系统更好的SNR,因此与较高频率(例如,10.0GHz至300.0GHz之间频率)下相比,在较低频率(例如,低于6.0GHz)下可以更可靠地估计这些数量。可以使用使UE能够与小区同步并检测感兴趣的量(例如,小区帧定时、载波频率偏移、OFDM符号定时和/或小区标识(ID))的同步信号(例如,主同步信号(PSS)和辅助同步信号(SSS))来确定小区帧和/或OFDM符号定时信息。

[0095] 在围绕低频率无线通信系统所提供的估计值进行微调之后,可以估计mmW无线通信系统的载波频率偏移。例如,可以以较少数量的频率假设来执行微调。因此,就延迟、针对相同性能的较低SNR要求和/或较低的计算成本而言,低频率辅助可以明显提高mmW协议的性能。

[0096] 图10是示出根据本公开内容的各个方面的通信系统的图。通信系统1000可以包括具有基站天线阵列1002的基站(没有示出)和具有UE天线阵列1004的UE(没有示出)。天线阵列1002可以包括以网格模式布置并且可以位于基站中的多个天线元件(例如,天线元件1012),天线阵列1004可以包括以网格模式布置并且可以位于UE中的多个天线元件(例如,天线元件1014)。

[0097] 相对于全局坐标系(GCS)1010示出了天线阵列1002和天线阵列1004。将GCS 1010

示出为具有正交X、Y和Z轴的笛卡尔坐标系,但是其可以是任何坐标系统(例如,极坐标系)。GCS 1010可以用于规定天线阵列1002和天线阵列1004的位置、以及与天线阵列1002和天线阵列1004有关的通信波束。

[0098] 在示例性实施例中,将天线阵列1002示出为生成六(6)个通信波束1021、1022、1023、1024、1025和1026(在图1中也标记为1至6)。在示例性实施例中,天线阵列1004被示出为生成四(4)个通信波束1031、1032、1033和1034(在图10中也标记为1至4)。应当理解,天线阵列1002和天线阵列1004能够产生比图10中所示的通信波束更多的通信波束。另外,由天线阵列1002和天线阵列1004产生的通信波束能够产生发射和接收通信波束。

[0099] 在示例性实施例中,通信波束1021、1022、1023、1024、1025和1026中的至少一些以及通信波束1031、1032、1033和1034中的至少一些可以形成波束对链路(BPL),并且在示例性实施例中,可以形成多个BPL。在示例性实施例中,通信波束1023和通信波束1032可以形成BPL 1051,从而允许与天线阵列1002和天线阵列1004相关联的通信设备进行双向通信。类似地,通信波束1024和通信波束1033可以形成BPL 1053,通信波束1025和通信波束1034可以形成BPL 1055。虽然在图10中示出了三个BPL 1051、1053和1055,但在天线阵列1002和天线阵列1004之间可以存在更多或更少的BPL。在示例性实施例中,当通信波束1023、1024、1025、1031、1033和1034正在用于活动通信时,它们可以称为“服务波束”,而如果通信波束1021、1022、1026和1032可用于通信,则它们可以称为目标波束或候选波束。

[0100] 在示例性实施例中,波束成形在mmW或5G或NR系统中导致更高的频谱效率。特定于UE和特定于基站(未指定5G-NR)的模拟码本可以分别用于UE和基站处的波束成形。这种码本设计通常在基站和UE处都是专有的。典型的码本/波束设计约束包括:例如,天线阵列增益与覆盖范围的权衡。

[0101] 图11A是根据本公开内容的各个方面,包括用于在无线通信中使用的基站106和UE 102的通信系统1100的图。基站106可以是参考图1所描述的基站的一个或多个方面的例子。它也可以是参考图6所描述的基站的例子。

[0102] UE 102可以是参考图1所描述的UE的一个或多个方面的例子。它也可以是参考图6所描述的UE的例子。

[0103] UE 102可以与基站106进行双向无线通信。在示例性实施例中,UE 102可以通过服务波束1103与基站106进行双向无线通信,服务波束1103还可以称为BPL 1105。服务波束可以是传送控制信息的通信波束(称为控制波束),可以是传送数据的通信波束(称为数据波束),也可以是其它通信波束。在示例性实施例中,服务波束1103可以包括从基站106发送的发射波束和由UE 102调谐到的接收波束,并且可以包括由UE 102发送的发射波束和由UE 102调谐到的接收波束。BPL 1105旨在使用协作创建双向通信链路的发射和接收波束的组合,来描绘UE 102与基站106之间的双向通信。在示例性实施例中,服务波束1103可以是被配置为将UE 102可操作地耦合到基站106的多个定向通信波束之一。在示例性实施例中,在给定时间,服务波束1103和BPL 1105能够在UE 102和基站106之间提供最健壮的通信链路。

[0104] 在示例性实施例中,还可以在UE 102和基站106之间建立其它服务波束。例如,服务波束1107可以在UE 102和基站106之间建立BPL 1109;并且服务波束1111可以在UE 102和基站106之间建立BPL 1113。

[0105] 在示例性实施例中,一个或多个目标或候选波束也可用于在UE 102和基站106之

间提供通信链路。在示例性实施例中，候选波束1115表示多个可用候选波束之一，并且用虚线示出以指示它没有在UE 102和基站106之间活动地提供可操作的通信链路。在示例性实施例中，候选波束1115可以包括由基站106和UE 102生成的发射和接收波束，它们可以一起形成候选波束1115。

[0106] 图11B是根据本公开内容的各个方面，包括用于在无线通信中使用的基站106和UE 102的通信系统1150的图。图11B示出了部分波束对链路故障。例如，在图11B中，BPL 1105和BPL 1109经历了RLF，这是因为它们不能继续在UE 102和基站106之间建立和维持无线电通信链路。但是，仍然在UE 102和基站106之间建立服务波束1155和BPL 1157，从而引起术语“部分”BPL丢失，这是因为UE 102和基站106之间的通信仍然在至少一个通信波束上可用（即，在该例子中，其为服务波束1155和BPL 1157）。

[0107] 现有的波束故障恢复过程处理所有的服务控制波束都发生故障时的情况。仅仅基于从基站106到UE 102的周期性参考信号（例如，信道状态信息-参考信号（CSI-RS）或同步信号（SS）周期）的传输来识别新的候选波束，这是因为在找到新的候选波束并且将通信转换到新的候选波束之前，UE 102都不能与基站106进行通信。在该现有方法中，在波束故障检测之后，候选波束识别存在至少一个通信周期的延迟，这是因为UE必须等待下一个周期性的机会来搜索候选波束。必须为波束故障恢复请求保留多个上行链路（UL）资源，以便基站可以在不同方向上以及跨不同方向来执行接收（RX）波束扫描，以接收该请求。

[0108] 在示例性实施例中，描述了一种用于处理部分波束对链路（BPL）丢失的高效过程，其中控制波束的一个子集发生故障，但其中至少一个控制波束仍然可用于UE 102与基站106之间的通信。在示例性实施例中，在5G NR中支持多个控制波束，以获得抗波束故障的健壮性。

[0109] 与现有的波束故障恢复过程相比，部分BPL丢失恢复在恢复时间上具有优势，这是因为对于部分BPL丢失而言，存在UE可以用来通知基站并立即触发波束恢复过程的至少一个良好控制BPL，而无需等待来自基站的信号，该信号将被延迟上述的至少一个通信周期。

[0110] 部分BPL丢失恢复在节省资源方面也具有优势，这是因为UE可以使用良好的剩余控制BPL将新识别的BPL立即传送给基站，而无需在基站处为了接收UE在剩余的良好BPL上发送给基站的波束故障恢复请求，而保留多个上行链路（UL）资源以进行RX波束扫描。

[0111] 在示例性实施例中，对于部分BPL丢失，存在至少一个良好控制BPL，该良好控制BPL允许UE通知基站（gNB），并在部分BPL丢失条件下立即触发波束恢复过程。

[0112] 在示例性实施例中，与用于波束故障恢复的现有过程相比，在部分BPL丢失的情况下，使用所提出的方案可以更快地识别新的候选波束。

[0113] 在示例性实施例中，代替等待下一个信道状态信息-参考信号（CSI-RS）或同步信号（SS）周期，UE可以在故障检测之后立即使用剩余的良好BPL向基站（gNB）通知有关部分BPL丢失的信息，然后UE可以期望基站（gNB）调度用于候选波束搜索的非周期性CSI-RS。如本文所使用的，术语“非周期性”指代基准在从UE接收到丢失指示之后立即调度CSI-RS以用于候选波束搜索，并且不等待正常的周期性发生的CSI-RS事件。

[0114] 在示例性实施例中，UE可以通过发送与为部分BPL丢失指示所定义的调度请求（SR）类似的特定物理上行链路控制信道（PUCCH）通信，向基站通知所检测到的部分BPL丢失。

[0115] 在示例性实施例中,每当UE检测到部分BPL丢失时,UE可以向基站通知所检测到的部分BPL丢失,从而允许UE只要检测到部分BPL丢失就由UE发起非周期性波束报告。该非周期性波束报告可以通过例如PUCCH信号来携带,或者通过来自UE的物理上行链路共享信道(PUSCH)通信中的上行链路(UL)媒体访问控制(MAC)控制元素(CE)来携带。

[0116] UE可以发送具有新的波束信息的BPL添加请求。可以将BPL添加请求定义为类似于调度请求(SR)的特定PUCCH信号,但具有用于指示新的波束信息的其它比特。

[0117] 在另一个示例性实施例中,UE可以使用与SR类似的特定的PUCCH信号,但是其具有用于捕获部分BPL丢失指示和BPL添加请求二者的附加比特,以启动通信波束向候选波束的转换。

[0118] 图12是根据本公开的各个方面,示出用于通信的方法的例子的流程图。可以按照所示顺序执行或不按照所示顺序执行方法1200中的框,并且在一些实施例中,可以至少部分地并行执行方法1200中的框。

[0119] 在框1202中,UE执行通信波束故障检测。

[0120] 在框1204中,由UE确定是否任何通信控制波束发生故障。

[0121] 如果在框1204中确定不存在控制波束故障,则处理返回到框1202,在此UE继续执行通信波束故障检测。如果在框1204中确定任何控制波束已经发生故障,则处理转到框1206处。

[0122] 在框1206中,UE确定至少一个控制波束是否仍然可用于与基站进行通信。如果在框1206中UE确定没有剩余控制波束可用于与基站通信,则处理转到框1208,在框1208中,UE遵循现有的波束故障恢复过程(其中在该情况下,所有的通信波束均已发生故障)。

[0123] 如果在框1206中UE确定存在至少一个可用于与基站进行通信的控制波束,则处理转到框1210。

[0124] 在框1210中,UE可以使用至少一个可用的通信控制波束来显式地或隐式地向基站通知部分BPL丢失。

[0125] 例如,UE可以显式地或隐式地向基站通知部分BPL丢失,以便基站可以采取进一步的动作来进行波束管理。如本文所使用的,术语“显式通知”是指UE主动地并且不等待来自基站的周期性CSI-RS或SS信号,而明确地向基站通知部分BPL丢失事件。

[0126] 术语“隐式通知”可以涵盖许多机制,例如,该通知可以是UE针对基站触发非周期性CSI-RS和/或非周期性波束报告等等的请求。

[0127] 在示例性实施例中,为UE提出了至少两种选项,以向基站发送关于部分BPL丢失的这种“显式或隐式”通知。

[0128] 在示例性实施例中,可以在物理层中,针对该通知来规定类似于调度请求(SR)的新的PUCCH格式。

[0129] 在示例性实施例中,通用PUCCH请求信号可以用于覆盖UE的请求。在LTE中,在PUCCH中仅定义了一个请求信号:用于请求对UL资源的授权的SR。在5GNR中,UE可以出于不同的目的来发送UL请求。例如,SR、部分BPL丢失指示信号、波束细化请求、非周期性波束报告请求和波束故障恢复请求等等。

[0130] 在示例性实施例中,UE可以使用具有指示不同的请求类型的信息比特的开-关PUCCH信号,来向基站发送部分BPL丢失指示。该PUCCH信号还可以携带附加比特,以传送其

它相关信息,例如,在波束故障恢复请求的情况下指示新的波束索引、或者在部分丢失指示的情况下指示故障的BPL的索引。

[0131] 在示例性实施例中,UE可以使用具有不同信号序列(例如,使用不同的循环移位)的开-关PUCCH信号来指示不同的请求类型。可以在需要时,为UE保留周期性的PUCCH资源以发送适当的请求。例如,可以向UE分配不同的循环移位,并且每个循环移位可以对应于以下PUCCH请求类型中的一种或多种:SR、部分BPL丢失指示、波束细化请求、非周期性波束报告请求和波束故障恢复请求等等。

[0132] 在另一个示例性实施例中,UE可以使用新的上行链路(UL)媒体访问控制(MAC)控制元素(CE),向基站发送关于部分BPL丢失的“显式或隐式”通知,其中可以在MAC层中规定用于该通知的新的UL MAC CE。这样的UL MAC CE能够触发类似于BSR MAC CE的SR,从而可以与所分配的PUSCH资源一起及时发送。对于该选项,在MAC层中实现更改,并且不在物理层中实现更改。

[0133] 在框1214中,在示例性实施例中,在从UE接收到BPL丢失通知之后,基站可以发送非周期性CSI-RS传输并触发来自UE的非周期性波束报告。

[0134] 在框1216中,在示例性实施例中,在从UE接收到BPL丢失通知之后,基站可以基于周期性的CSI-RS信号或周期性的SS信号,触发来自UE的非周期性波束报告。

[0135] 在框1218中,在示例性实施例中,在从UE接收到BPL丢失通知之后,基站可以更新其配置中的至少一些,此后处理返回到框1208。例如,基站可以减小SS信号或CSI-RS信号的周期性(周期)或传输频率,使得UE在执行框1208所指示的波束故障恢复过程时可以更快地发现新的候选波束。

[0136] 在框1222中,在从基站接收到非周期性CSI-RS传输之后(框1214)或者从基站接收到针对来自基站的周期性CSI-RS信号或周期性SS信号的非周期性波束报告的请求之后(框1216),UE向基站发送具有新波束信息的波束状态报告。

[0137] 在框1224中,基站基于在框1222中发送的UE波束状态报告,向UE发送新BPL添加消息。

[0138] 框1210、1214、1216、1218、1222和1224中的步骤全部在良好控制BPL之上发生。

[0139] 存在多种可能的选项来处理部分BPL丢失。

[0140] 在参考图12的框1210、1214、1216、1218、1222和1224(a,b1,c,d)的示例性实施例(替代方案1)中,在接收到UE的BPL丢失通知时,基站调度非周期性CSI-RS传输以供UE执行候选波束搜索,并且基站还触发UE在该非周期性CSI-RS传输后的指定时间进行非周期性波束状态报告。在该实施例中,无需等待下一个周期性的CSI-RS或SS机会,就可以立即找到候选波束并将其报告给基站。

[0141] 在参考图12的框1210、1216、1222和1224(a,b2,c,d)的另一个示例性实施例(替代方案2)中,候选波束搜索仍然是基于周期性的CSI-RS或SS信号。但是,一旦接收到UE的部分BPL丢失通知,基站就触发来自UE的非周期性波束状态报告,以从UE获得新识别的候选波束。在示例性实施例中,由UE使用未发生故障的控制BPL来报告新识别的候选波束,因此基站不需要执行RX波束扫描来接收来自UE的波束报告消息。在下一个周期性的CSI-RS或SS机会靠近的情况下,该方法是有用的,因此如果UE等待来自基站的这种下一个周期性的CSI-RS或SS机会,则不会存在很长的延迟。

[0142] 在参考图12的框1210、1218、1222和1224(a,b3,c,d)的另一种示例性实施例(替代方案3)中,对现有的波束故障恢复过程进行重用。但是,在接收到UE的部分BPL丢失通知时,基站可以更新其配置中的一些(框1218),使得可以更高效地完成恢复过程。例如,基站可以减小CSI-RS信号或SS信号的周期性,使得可以更快地找到候选波束。基站还可以更新PRACH配置以用于波束故障恢复请求。

[0143] 在另一个示例性实施例中(替代方案4),UE可以仅使用现有的波束故障恢复过程。

[0144] 在检测到部分BPL丢失后,UE可以决定是否向基站发送通知。如果UE向基站发送通知,则基站可以基于其状态,确定是采用框1214、1222、1224的方法(替代方案1);框1216、1222、1224(替代方案2);还是框1218、1222、1224(替代方案3)。例如,如果到下一个周期性CSI-RS或SS机会的时间超过阈值,则可以使用替代方案1。

[0145] 如果到下一个周期性CSI-RS或SS机会的时间低于阈值,则可以使用替代方案2。

[0146] 如果基站由于某些约束而不能调度非周期性CSI-RS或触发波束报告,则可以使用替代方案3。

[0147] 如果替代方案1、2或3中的任何一个都不可行,则UE可以使用现有的波束故障恢复过程。

[0148] 在示例性实施例中,基站可以例如使用在其上传送了UE的BPL丢失指示的基站RX波束,通过“波束互易性情况”来识别下行链路(DL)无故障控制BPL,或者通过“非波束互易性情况”来识别(其中在该情况下,该波束为:与在其上传送了UE的BPL丢失指示的BPL相关联的DL波束)。

[0149] 图13是根据本公开内容的各个方面的用于通信系统的装置1300的功能框图。装置1300包括用于执行波束故障检测的单元1302。在某些实施例中,用于执行波束故障检测的单元1302可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1202中所描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于执行波束故障检测的单元1302可以包括:UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器656、接收器654和相关电路(图6)来执行波束故障检测。

[0150] 装置1300还包括:用于确定任何通信控制波束是否发生故障的单元1304。在某些实施例中,用于确定是否任何通信控制波束已经发生故障的单元1304可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1204中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于确定任何通信控制波束是否发生故障的单元1304可以包括:UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器656、接收器654和相关电路(图6)来执行波束故障检测。

[0151] 装置1300还包括:用于确定至少一个通信控制波束是否可用的单元1306。在某些实施例中,用于确定至少一个通信控制波束是否可用的单元1306可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1206中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于确定至少一个通信控制波束是否可用的单元1306可以包括:UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器656、接收器654和相关电路(图6)来确定哪个控制波束可用。

[0152] 装置1300还包括:用于遵循现有的波束故障恢复过程的装置1308。在某些实施例中,用于遵循现有的波束故障恢复过程的装置1308可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1208中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于遵循现有的波束故障恢复过程的单元1308可以包括:UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器

656、接收器654和相关电路(图6)来遵循现有的波束故障恢复过程。

[0153] 装置1300还包括:用于使用至少一个可用的控制波束,来显式地或隐式地向基站通知BPL丢失的单元1310。在某些实施例中,用于使用至少一个可用的控制波束显式地或隐式地向基站通知BPL丢失的单元1310可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1210中所描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于使用至少一个可用的控制波束来显式地或隐式地向基站通知BPL丢失的单元1310可以包括:UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器656、接收器654、TX处理器668、发射器654和相关电路(图6),通过现有控制波束来向基站传送部分BPL丢失。

[0154] 装置1300还包括:用于调度非周期性CSI-RS传输并触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1314。在某些实施例中,用于调度非周期性CSI-RS传输并触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1314可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1214中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于调度非周期性CSI-RS传输并触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1314可以包括:基站610使用例如控制器/处理器675、存储器676、TX处理器616、发射器618和相关电路(图6)来调度非周期性CSI-RS传输。

[0155] 装置1300还包括:用于基于周期性CSI-RS或SS,触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1316。在某些实施例中,用于基于周期性CSI-RS或SS,触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1316可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1216中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于基于周期性CSI-RS或SS,触发来自UE的非周期性波束状态报告的单元1316可以包括:基站610使用例如控制器/处理器675、存储器676、TX处理器616、发射器618和相关电路(图6),利用周期性的CSI-RS或SS来触发来自UE的非周期性波束状态报告。

[0156] 装置1300还包括:用于更新配置的单元1318。在某些实施例中,用于更新配置的单元1318可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1218中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于更新配置的单元1318可以包括:基站610使用例如控制器/处理器675、存储器676、TX处理器616、发射器618、控制器/处理器659、存储器660、TX处理器668、发射器654和相关电路(图6)来更新一个或多个配置。

[0157] 装置1300还包括:用于发送具有新波束信息的波束状态报告的单元1322。在某些实施例中,用于发送具有新波束信息的波束报告的单元1322可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1222中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于发送具有新波束信息的波束状态报告的单元1322可以包括:在从基站接收到非周期性CSI-RS传输(框1314)之后,或者在从基站接收到针对基于周期性CSI-RS信号或周期性SS信号的非周期性波束报告的请求(框1316)之后,UE 650使用例如控制器/处理器659、存储器660、RX处理器656、接收器654和相关电路(图6),向基站发送具有新波束信息的波束报告。

[0158] 装置1300还包括:用于基于UE波束状态报告来发送新BPL添加消息的单元1324。在某些实施例中,用于基于UE波束状态报告来发送新BPL添加消息的单元1324可以被配置为执行方法1200(图12)的操作框1224中描述的功能里的一个或多个。在示例性实施例中,用于基于UE波束状态报告来发送新BPL添加消息的单元1324可以包括:基站610使用例如控制器/处理器675、存储器676、TX处理器616、发射器618、控制器/处理器659、存储器660、TX处理器668、发射器654和相关电路(图6),向UE发送新的BPL信息。

[0159] 在示例性实施例中,对于接入网络,多个控制链路可以来自不同的小区或基站。例如,UE可以通过不同的技术(例如,载波聚合(CA)、双重连接等等)而具有多个链路。对于集成接入和回程,回程节点可以与多个节点连接以提高通信信道的健壮性。对于在多节点环境中发生的部分BPL丢失,具有良好链路的节点可以协助具有故障链路的节点进行波束恢复。

[0160] 图14是根据本公开内容的各个方面,用于通信系统的呼叫流程图1400。呼叫流程图1400示出了UE 1402(其称为UEF),其中UE 1402可以指代与接入网络或回程网络相关联的UE。第一节点(节点1 1406)可以耦合到UEF 1402,并且耦合到第二节点(节点2 1407)。如图14中所示,UEF 1402和节点1 1406之间的通信链路发生故障。第一节点(节点1 1406)和第二节点(节点2 1407)可以是通信设备(例如,基站或其它通信设备)。

[0161] 在该示例性实施例中,具有良好通信链路的节点(节点2 1407)协助具有故障链路的节点(节点1 1406)进行波束恢复。

[0162] 在呼叫1410中,UEF 1402向节点2 1407通知该UEF与节点1 1406丢失了BPL。

[0163] 在呼叫1412中,节点2 1407将BPL丢失通知转发到节点1 1406。

[0164] 在呼叫1414中,节点1 1406使用关于CSI-RS通信的资源分配进行响应以用于波束搜索。

[0165] 在呼叫1416中,节点2 1407执行非周期性CSI-RS的交叉节点调度,并触发针对节点1 1406的波束状态报告。

[0166] 在呼叫1418中,节点1 1406向UEF 1402发送非周期性CSI-RS传输以执行波束扫描。

[0167] 在过程1420中,UEF 1402识别用于节点1 1406的候选通信波束。

[0168] 在呼叫1422中,UEF 1402向节点2 1407发送具有针对节点1 1406的候选波束的波束状态报告。

[0169] 在呼叫1424中,节点2 1407将波束报告转发给节点1 1406。

[0170] 在呼叫1426中,节点1 1406使用新BPL添加通信来响应节点2 1407。

[0171] 在呼叫1428中,节点2 1407向UEF 1402发送针对节点1 1406的新BPL添加消息。

[0172] 在呼叫1430中,UEF 1402和节点1 1406现在通过新添加的BPL进行通信。

[0173] 如图14中所示,在在良好链路的UEF 1402和节点2 1407之间完成图12的步骤1210、1214、1222和1224(替代方案1),以帮助在UEF 1402和节点1 1406之间建立新的链路。在该示例性实施例中,具有良好链路的节点(节点2 1407)支持与UEF 1402进行针对具有故障链路的节点(节点1 1406)的消息接收和发送。具有良好链路的节点与故障链路的节点交换信息以进行波束恢复。

[0174] 图15是根据本公开内容的各个方面,用于通信系统的呼叫流程图1500。呼叫流程图1500示出了UEF 1402、第一节点(节点1 1406)和第二节点(节点2 1407)。如图15中所示,UEF 1402和节点1 1406之间的通信链路发生故障。

[0175] 在该示例性实施例中,具有良好通信链路的节点(节点2 1407)协助具有故障链路的节点(节点1 1406)进行波束恢复。

[0176] 在呼叫1510中,UEF 1402向UE 2 1407通知该UEF与节点1 1406的BPL丢失。

[0177] 在呼叫1512中,节点2 1407将BPL丢失通知转发给节点1 1406。

- [0178] 在呼叫1514中,节点1 1406使用关于CSI-RS通信的资源分配进行响应以用于波束搜索。
- [0179] 在呼叫1516中,节点2 1407触发UEF 1402生成针对节点1 1406的非周期性波束状态报告。
- [0180] 在呼叫1518中,节点1 1406向UEF发送定期CSI-RS传输或SS传输以执行波束扫描。
- [0181] 在过程1520中,UEF 1402识别用于节点1 1406的候选通信波束。
- [0182] 在呼叫1522中,UEF 1402向节点2 1407发送具有针对节点1 1406的候选波束的波束状态报告。
- [0183] 在呼叫1524中,节点2 1407将波束状态报告转发给节点1 1406。
- [0184] 在呼叫1526中,节点1 1406使用新BPL添加通信来响应节点2 1407。
- [0185] 在呼叫1528中,节点2 1407向UEF 1402发送针对节点1 1406的新BPL添加消息。
- [0186] 在呼叫1530中,UEF 1402和节点1 1406现在通过新添加的BPL进行通信。
- [0187] 如图15中所示,类似于图14中所示的步骤来执行图12的步骤1210、1216、1222和1224(替代方案2),除了在图15中,具有良好链路的节点(节点2 1407)不执行非周期性CSI-RS传输的交叉节点调度。
- [0188] 图16是根据本公开内容的各个方面,用于通信系统的呼叫流程图1600。呼叫流程图1600示出了UEF 1402、第一节点(节点1 1406)和第二节点(节点2 1407)。如图16中所示,UEF 1402和节点1 1406之间的通信链路发生故障。
- [0189] 在该示例性实施例中,具有良好通信链路的节点(节点2 1407)协助具有故障链路的节点(节点1 1406)进行波束恢复。
- [0190] 在呼叫1610中,UEF 1402向UE 2 1407通知该UEF与节点1 1406的BPL丢失。
- [0191] 在呼叫1612中,节点2 1407将BPL丢失通知转发给节点1 1406。
- [0192] 在呼叫1614中,节点1 1406更新针对波束故障恢复过程的配置。
- [0193] 在呼叫1616中,节点2 1407将节点1的1406更新配置中继到UEF 1402。
- [0194] 在呼叫1618中,UEF 1402和节点1 1406根据更新后的配置来执行波束故障恢复。
- [0195] 如图16中所示,执行图12的步骤1210、1218、1222和1224(替代方案3),使得具有良好链路的节点(节点2 1407)通过转发来自UEF 1402的丢失指示并将更新的配置中继到UEF 1402,来辅助具有故障链路的节点(节点1 1406)。在具有良好链路的节点(节点2 1407)与具有良好链路的节点(节点1 1406)之间不存在交叉调度,并且存在很少的协调和较小的延迟。
- [0196] 图17是根据本公开内容的各个方面用于通信系统1700的图。通信系统1700示出了UEF 1702、节点1 1706、节点2 1707、节点3 1708和节点4 1709。在该例子中,具有良好链路的节点还可以联系可能处于省电模式的其它备用节点以参与波束故障恢复过程。例如,在UEF 1702和节点1 1706之间接收到BPL丢失指示之后,节点2 1707可以唤醒备用节点3 1708和节点4 1709,并请求它们更频繁地发送SS信号,从而UEF 1702具有识别候选波束的更多机会。
- [0197] 图18是根据本公开内容的各个方面用于通信系统的呼叫流程图1800。呼叫流程图1800示出了与基站1806进行通信的UE 1802。
- [0198] 在呼叫1810中,UE 1802向基站1806通知该UE与基站1806的BPL丢失。

- [0199] 在呼叫1818中,基站可以向UE调度非周期性CSI-RS,并触发来自UE的非周期性波束报告。替代地,基站可以基于周期性的CSI-RS或SS,来触发来自UE的非周期性波束报告。
- [0200] 在呼叫1822中,UE 1802向基站1806发送具有候选波束的波束状态报告。
- [0201] 在呼叫1826中,基站向UE 1802发送新BPL添加消息。
- [0202] 在呼叫1830中,UE 1802和基站1806现在通过新添加的BPL进行通信。
- [0203] 在示例性实施例中,部分BPL丢失恢复使用至少一个良好控制BPL,以便UE与基站进行通信。使用该良好控制BPL,可以在检测到BPL丢失之后立即触发非周期性CSI-RS,以使UE搜索新的候选波束,而无需等待下一个周期性的CSI-RS或SS机会。
- [0204] 在示例性实施例中,对于部分BPL丢失恢复,可以在例如PUCCH通信中通过良好BPL来发送恢复请求消息,并且网络仅需要保留与服务控制波束数量相对应数量的上行链路(UL)资源。
- [0205] 期望尽可能多地在波束管理的现有框架中处理部分BPL丢失。现有的波束管理框架定义了用于波束确定、波束测量、波束报告和波束扫描的过程,但所有这些过程都是由网络触发和控制的。
- [0206] 在示例性实施例中,可以在第1层或第2层中规定UE发起的请求消息,以向基站显式地或隐式通知部分BPL丢失,并在UE进行部分BPL丢失检测后立即请求进一步的波束管理过程。
- [0207] 在示例性实施例中,在5G或NR环境中操作的基站可以在第1层或第2层中支持UE发起的请求消息,以使UE显式地或隐式地向基站通知部分BPL丢失并进一步请求波束管理步骤。对于部分BPL丢失的情况,UE可以使用例如使用良好BPL的PUCCH通信来发送部分BPL丢失恢复请求消息。网络可以保留与服务控制波束的数量相对应的UL资源的数量,从而UE可以使用与良好BPL相对应的资源之一来发送请求。
- [0208] 在示例性实施例中,在5G或NR环境中操作的基站可以保留与服务控制波束的数量相对应的UL资源的数量。UE可以例如在PUCCH通信中,使用与良好BPL相对应的UL资源来发送部分BPL丢失恢复请求消息。在LTE中,在PUCCH中仅定义了一个请求信号,该请求信号是用于请求UL授权的调度请求(SR)。但是,在具有波束管理的5G或NR中,除了SR之外,可以还存在其它不同请求类型的请求,例如,针对部分BPL丢失恢复的请求、波束细化请求、PUCCH上的波束故障恢复请求。可以设计新的PUCCH格式,以指示由UE发起的不同请求类型。由于请求消息是UE基于某些触发条件来触发的,因此为了节省UE功率,该请求消息应当是通断信号。
- [0209] 在示例性实施例中,在5G或NR环境中操作的基站可以支持新的开-关PUCCH格式的设计,以指示由UE发起的不同请求消息,这些请求消息之一与部分BPL丢失的恢复有关。
- [0210] 本文所描述的技术可以用于各种无线通信系统,比如,CDMA、TDMA、FDMA、OFDMA、SC-FDMA和其它系统。术语“系统”和“网络”通常可互换地使用。CDMA系统可以实现诸如CDMA 2000、通用陆地无线接入(UTRA)等等之类的无线电技术。CDMA 2000覆盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。IS-2000版本0和A通常称为CDMA 2000 1x、1x等等。IS-856(TIA-856)通常称为CDMA 2000 1xEV-DO、高速分组数据(HRPD)等等。UTRA包括宽带CDMA(WCDMA)和其它CDMA的变形。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系统可以实现诸如超移动宽带(UMB)、演进的UTRA(E-UTRA)、IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16

(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM等等之类的无线电技术。UTRA和E-UTRA是通用移动通信系统(UMTS)的一部分。3GPP长期演进(LTE)和改进的LTE(LTE-A)是UMTS的采用E-UTRA的新版本。在来自名为“第三代合作伙伴计划”(3GPP)的组织的文档中描述了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)的组织的文档中描述了CDMA2000和UMB。本文所描述的技术可以用于上面所提及的系统和无线电技术以及其它系统和无线电技术,其包括免许可和/或共享带宽上的蜂窝(例如,LTE)通信。虽然为了举例目的而描述了LTE/LTE-A系统,并在大部分的上面描述中使用LTE术语,但这些技术也可适用于LTE/LTE-A应用之外。

[0211] 上面结合附图阐述的具体实施方式描述了一些示例,但其并不表示可以实现的所有示例,也不表示落入权利要求书的保护范围之内的所有示例。当在本说明书中使用“示例性”和“示例”一词时,其意味着“用作例子、例证或说明”,而不是意味着比其它示例“更优选”或“更具优势”。具体实施方式包括用于提供所描述技术的透彻理解的特定细节。但是,可以在不使用这些特定细节的情况下实现这些技术。在一些实例中,为了避免对所描述的示例的概念造成模糊,以框图形式示出了公知的结构和装置。

[0212] 信息和信号可以使用多种不同的技术和方法中的任意一种来表示。例如,在贯穿上面的描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片可以用电压、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。

[0213] 可以使用用于执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、ASIC、FPGA或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件部件或者其任意组合,来实现或执行结合本文所公开内容描述的各种示例性的框和组件。通用处理器可以是微处理器,或者,该处理器也可以是任何常规的处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器也可以实现为计算设备的组合(例如,DSP和微处理器的组合、若干微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合,或者任何其它此种结构)。

[0214] 本文所述功能可以用硬件、处理器执行的软件、固件或者其任意组合的方式来实现。当用处理器执行的软件实现时,可以将这些功能作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上,或者通过计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。其它示例和实现也落入本公开内容及其所附权利要求书的保护范围和精神之内。例如,由于软件的本质,上文所描述的功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬件连线或者其任意组合来实现。用于实现功能的特征可以物理地分布在多个位置,其包括分布在不同的物理位置以实现功能的一部分。如本文(包括在权利要求书中)所使用的,当在两个或更多项的列表中使用“和/或”一词时,其意味着可以使用所列出的项中的任何一个,或者使用所列出的项中的两个或更多的任意组合。例如,如果将一个复合体描述成包含组件A、B和/或C,则该复合体可以只包含A;只包含B;只包含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(其包括权利要求书)所使用的,如一个列表项(例如,以诸如“中的至少一个”或“中的一个或多个”之类的短语前缀的列表项)中所使用的“或”指示分离的列表,使得例如,“A、B或C中的至少一个”列表意味着:A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。

[0215] 计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质,其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或特殊用途计算机能

够存取的任何可用介质。举例而言,但非做出限制,计算机可读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、闪存、CD-ROM或其它光盘存储器、磁盘存储器或其它磁存储设备、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能够由通用或特殊用途计算机、或者通用或特殊用途处理器进行存取的任何其它介质。此外,可以将任何连接适当地称作计算机可读介质。举例而言,如果软件是使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或者诸如红外线、无线和微波之类的无线技术,从网站、服务器或其它远程源传输的,那么所述同轴电缆、光纤光缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线和微波之类的无线技术包括在所述介质的定义中。如本文所使用的,磁盘和光盘包括压缩光盘(CD)、激光光盘、光盘、数字通用光盘(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。上述的组合也应当包括在计算机可读介质的保护范围之内。

[0216] 如本申请中所使用的,术语“组件”、“数据库”、“模块”、“系统”等等旨在包括与计算机相关的实体,无论是硬件、固件、硬件和软件的结合、软件或运行中的软件。例如,组件可以是,但不限于:在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行的线程、程序和/或计算机。举例而言,在计算设备上运行的应用和该计算设备都可以是组件。一个或多个组件可以存在于过程和/或执行线程中,组件可以位于一个计算机中和/或分布在两个或更多计算机之间。此外,这些组件能够从其上存储有各种数据结构的各种计算机可读介质中执行。这些组件可以通过诸如根据具有一个或多个数据分组的信号(例如,来自一个组件的数据,该组件与本地系统、分布式系统中的另一个组件进行交互和/或以信号的方式通过诸如互联网之类的网络与其它系统进行交互),以本地和/或远程过程的方式进行通信。

[0217] 虽然在本申请中通过对一些示例的说明描述了各方面和实施例,但本领域普通技术人员应当理解,可以在许多不同的布置和场景中实现另外的实现和用例。本文所描述的创新可以跨多个不同的平台类型、设备、系统、形状、尺寸、包装布置来实现。例如,实施例和/或用途可以通过集成芯片实施例和其它基于非模块组件的设备(例如,终端用户设备、车辆、通信设备、计算设备、工业设备、零售/购买设备、医疗设备、支持AI的设备等等)来实现。虽然一些示例可能专门针对于用例或应用,也可能不是专门针对于用例或应用,但是可能出现所描述的创新的各种各样的适用性。实现的范围可以是从芯片级或模块化组件到非模块化、非芯片级实现,并且还可以是包含所描述的创新的一个或多个方面的聚合式、分布式或OEM设备或系统。在一些实际设置中,包含所描述的方面和特征的设备还可以包括用于实现和实践所要求保护和描述的实施例的其它组件和特征。例如,无线信号的传输和接收必须包括用于模拟和数字目的的多个组件(例如,包括天线、RF链、功率放大器、调制器、缓冲器、处理器、交织器、加法器/累加器等等的硬件组件)。可以在具有不同尺寸、形状和构造的各种各样的设备、芯片级组件、系统、分布式布置、终端用户设备等等中实践本文所描述的创新。

[0218] 为使本领域任何普通技术人员能够实现或者使用本公开内容,上面围绕本公开内容进行了描述。对于本领域普通技术人员来说,对本公开内容进行各种修改是显而易见的,并且,本文定义的通用原理也可以在不脱离本公开内容的保护范围的基础上适用于其它变型。因此,本公开内容并不限于本文所描述的例子和设计方案,而是与本文公开的原理和新颖性特征的最广范围相一致。

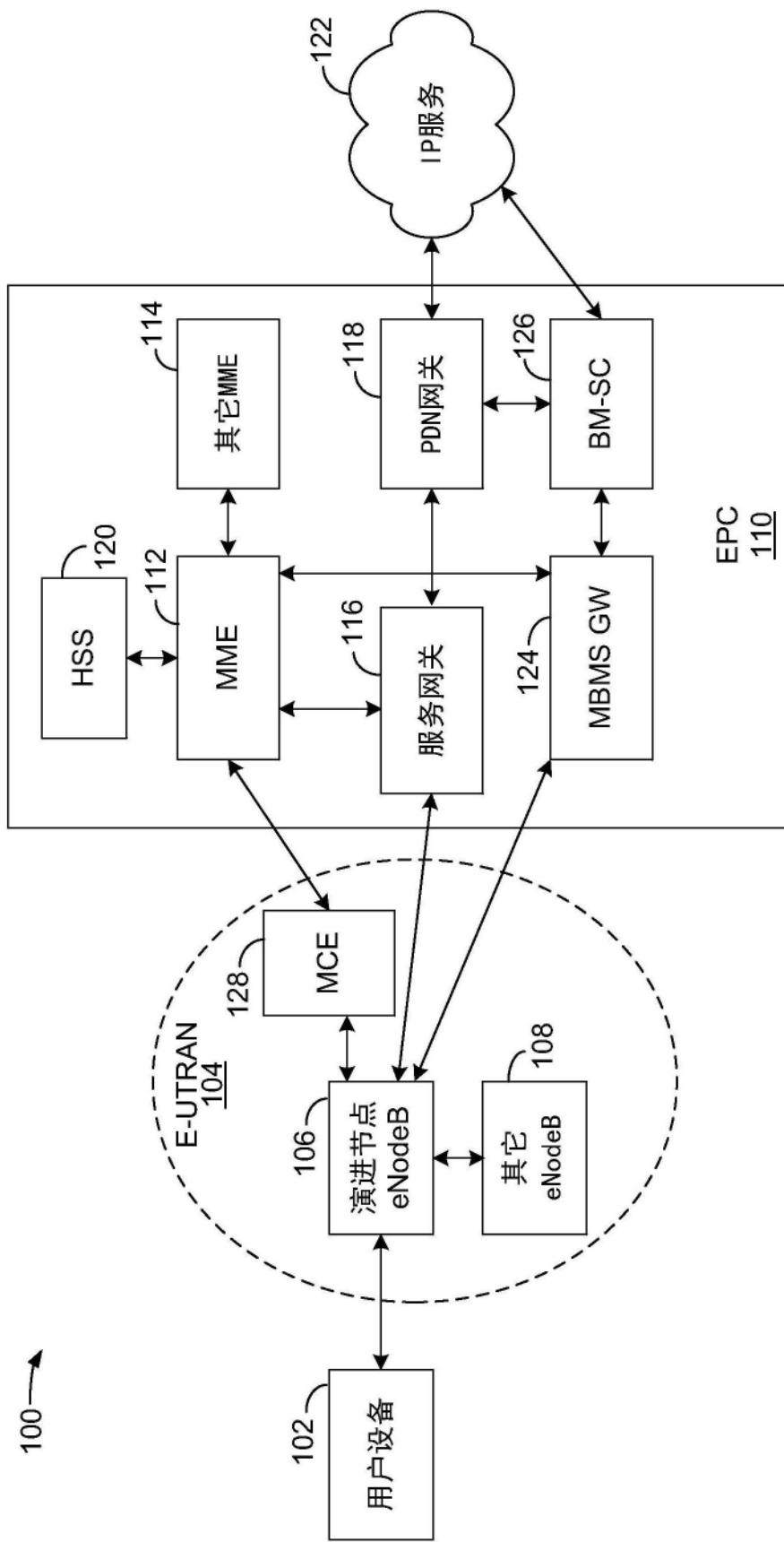


图1

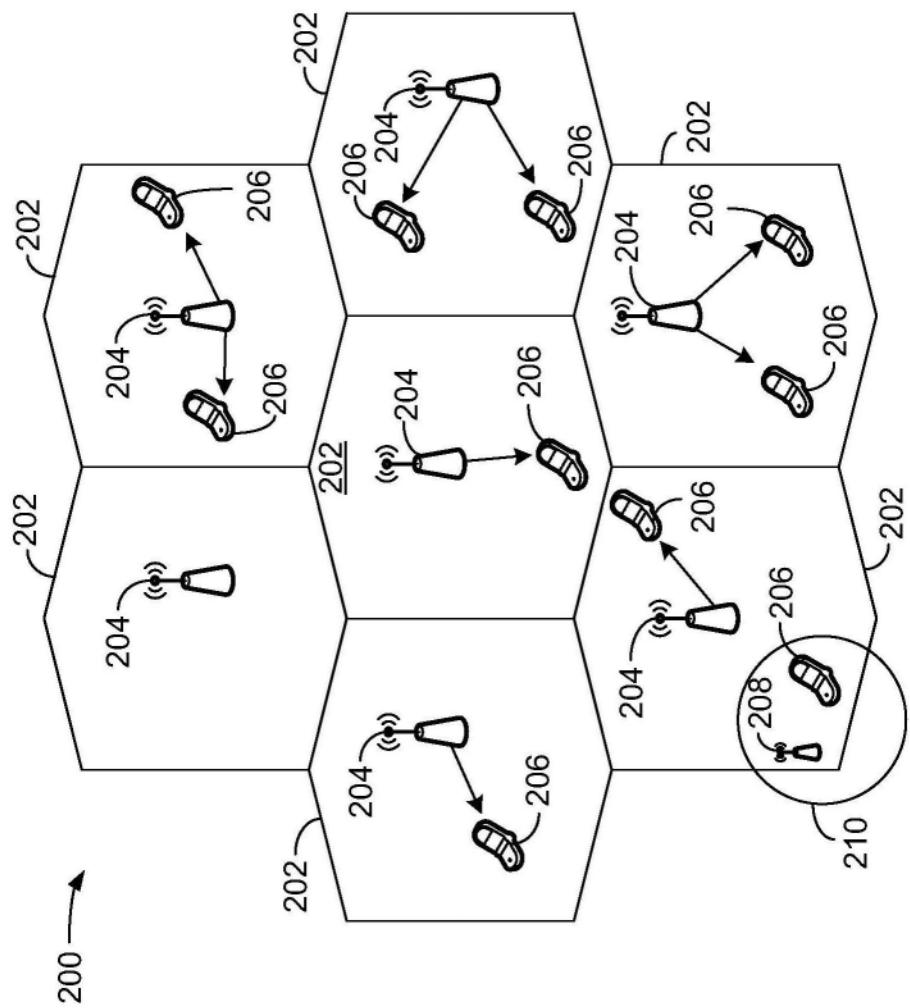


图2

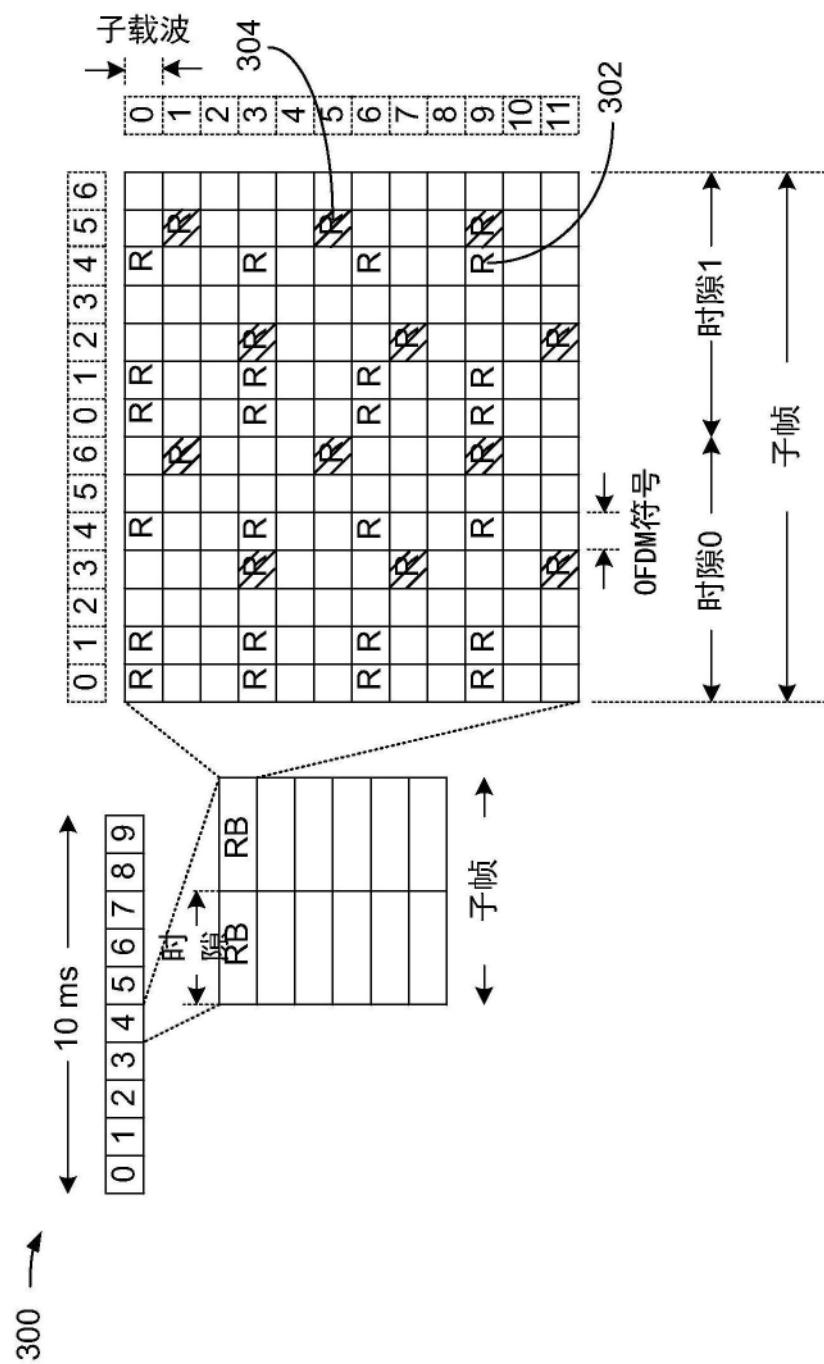


图3

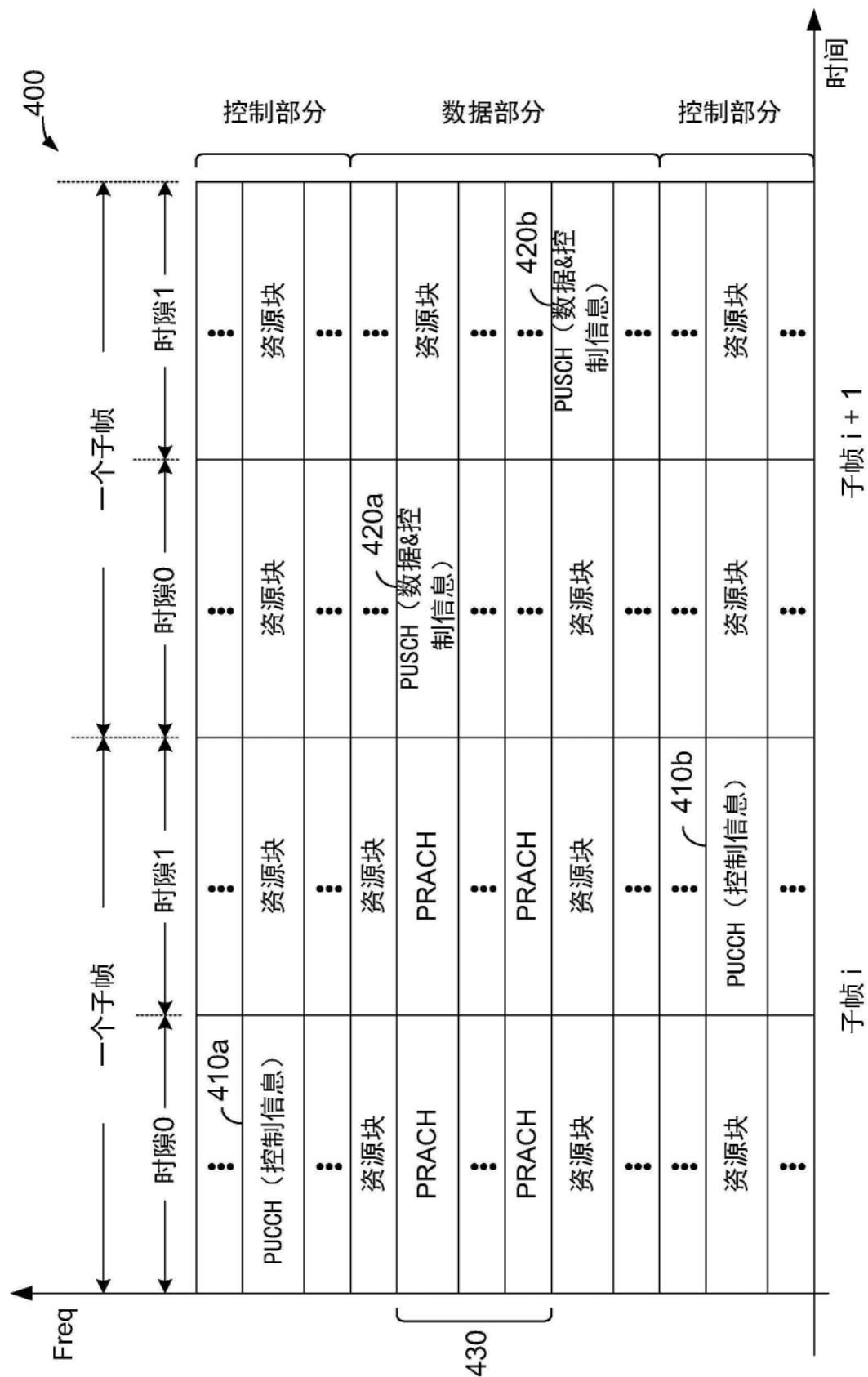


图4

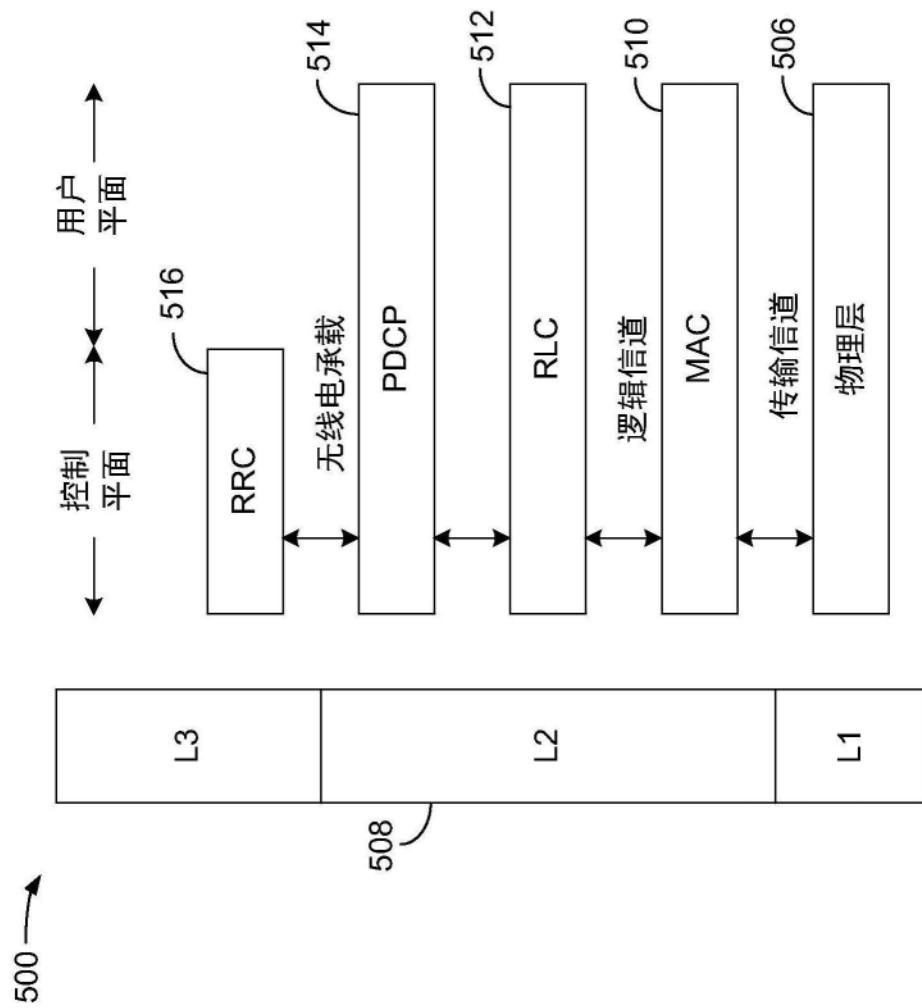


图5

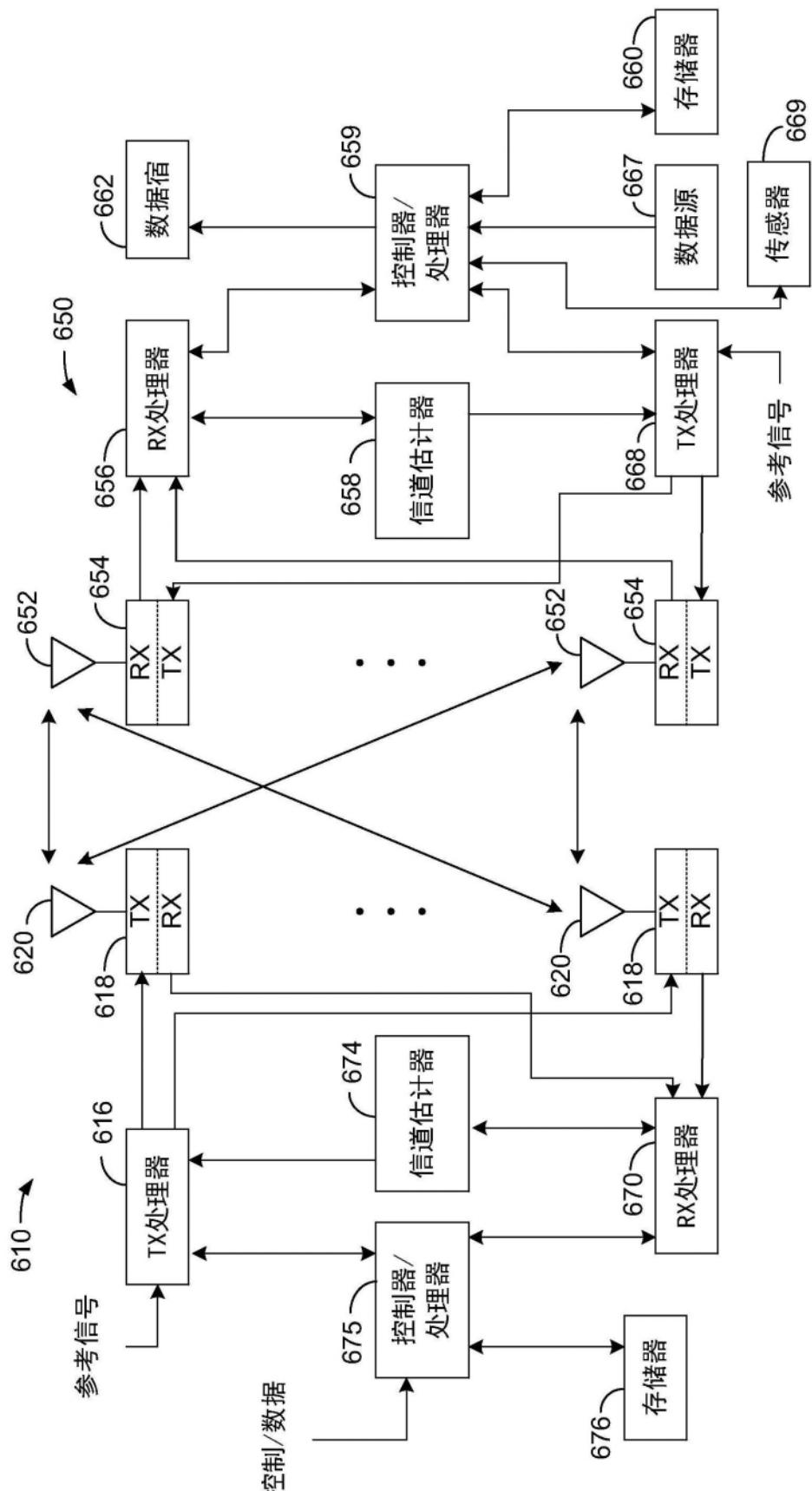
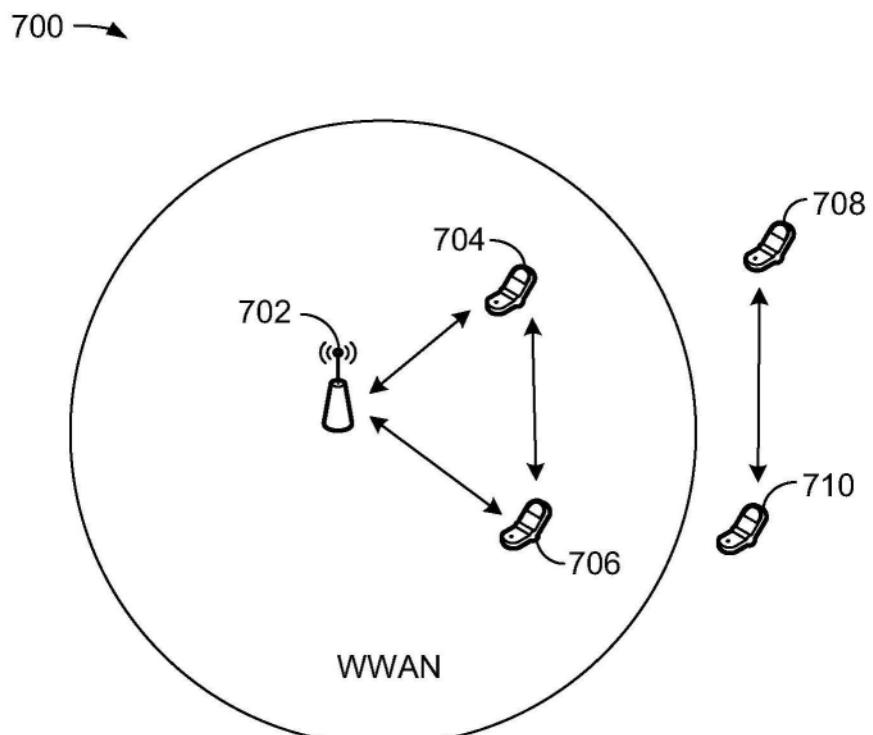


图6



设备到设备通信系统

图7

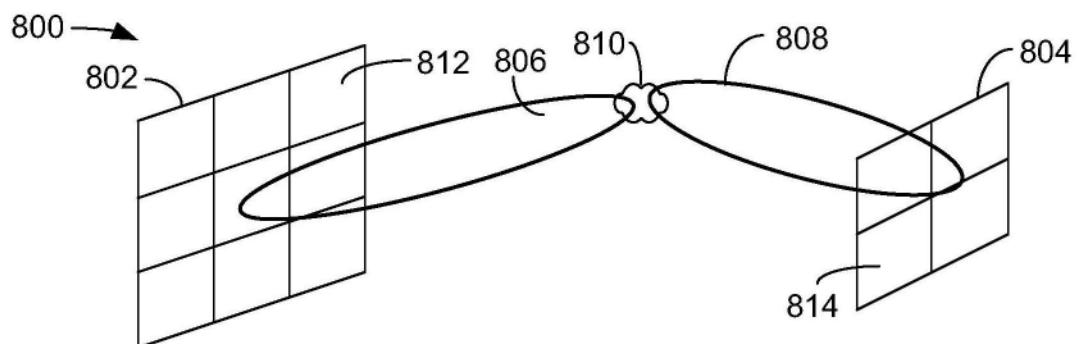


图8

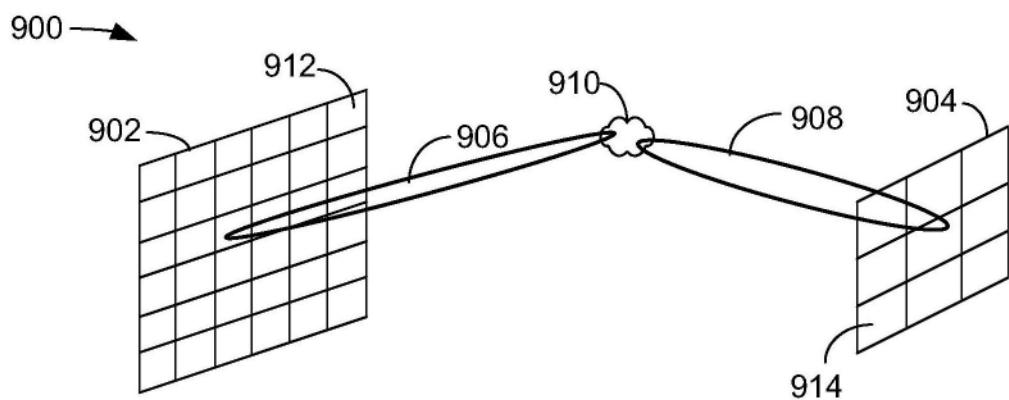


图9

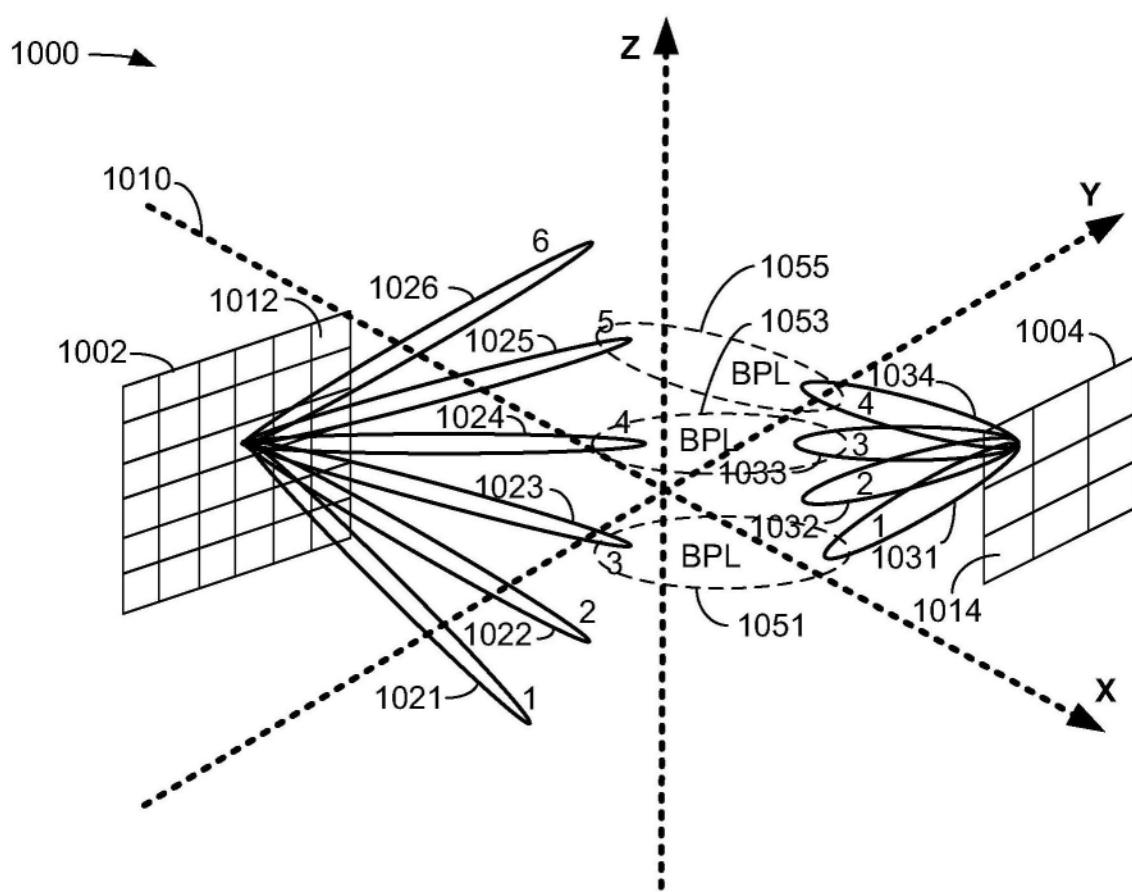


图10

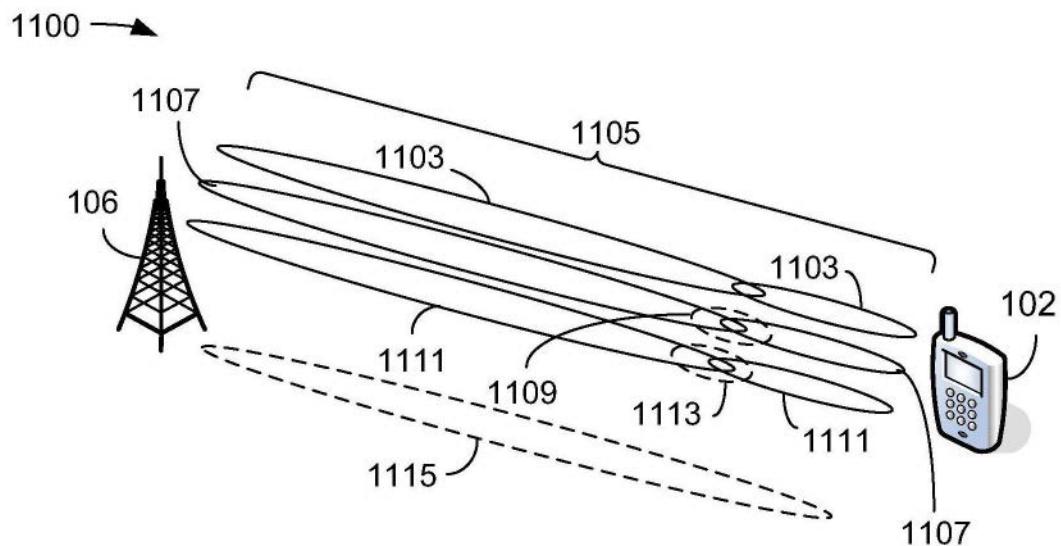


图11A

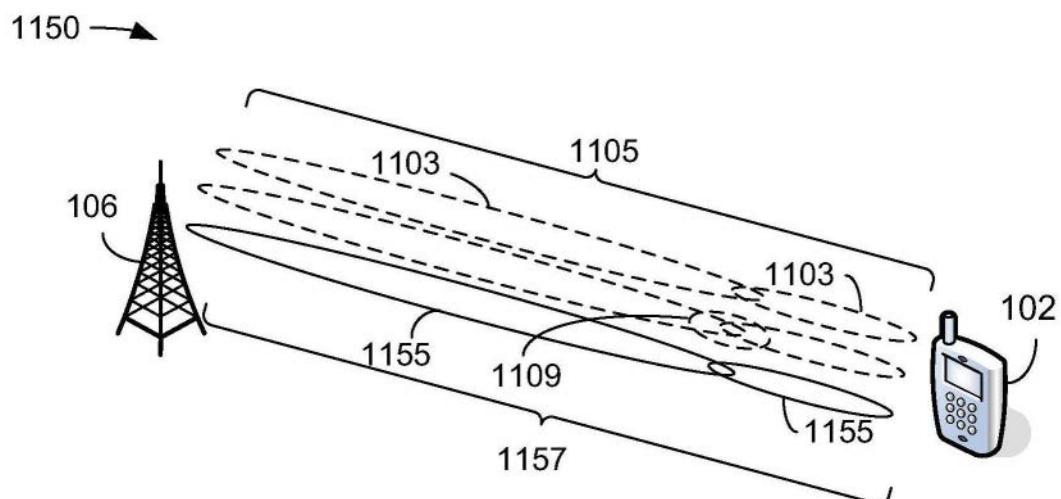


图11B

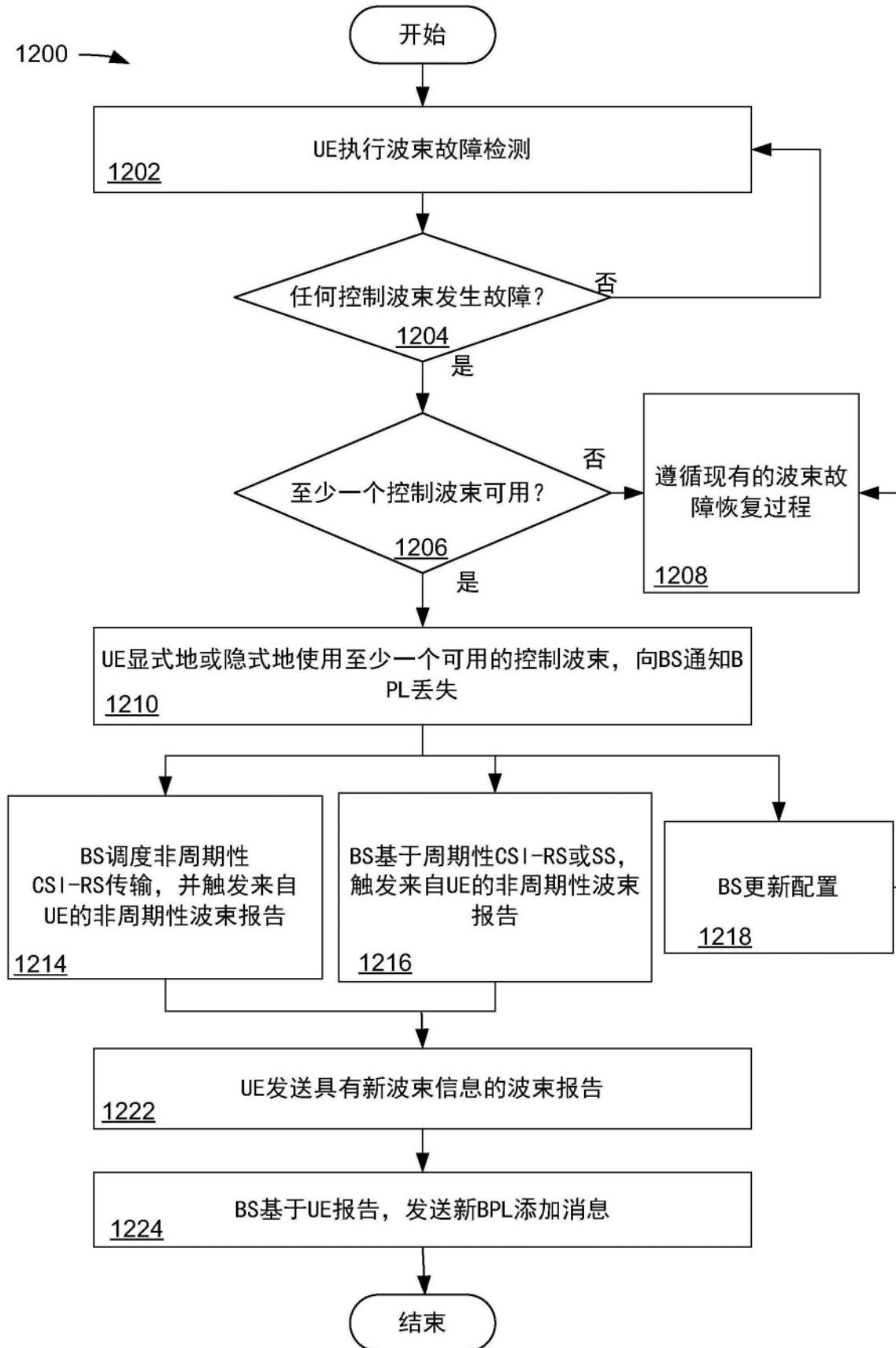


图12

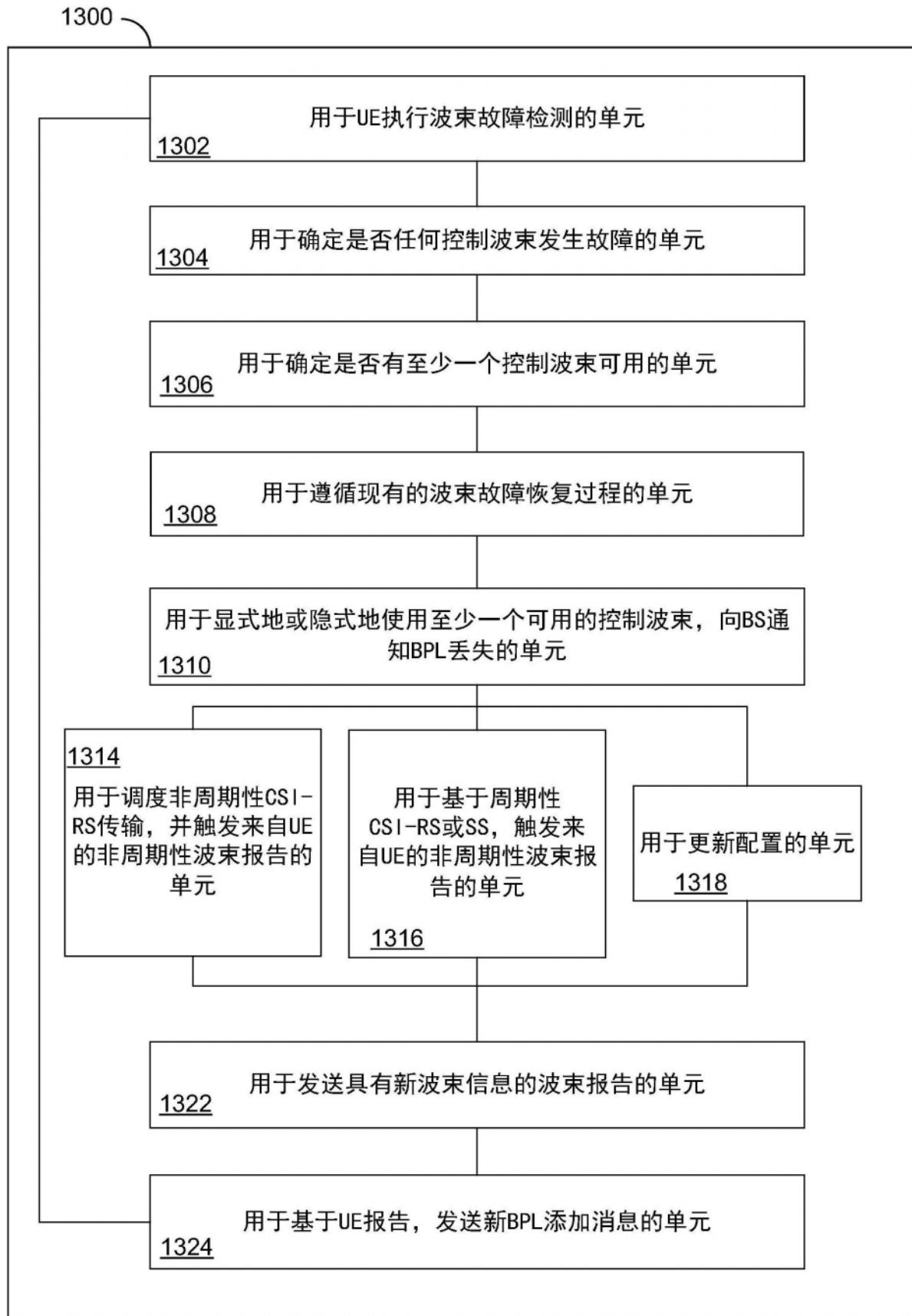


图13

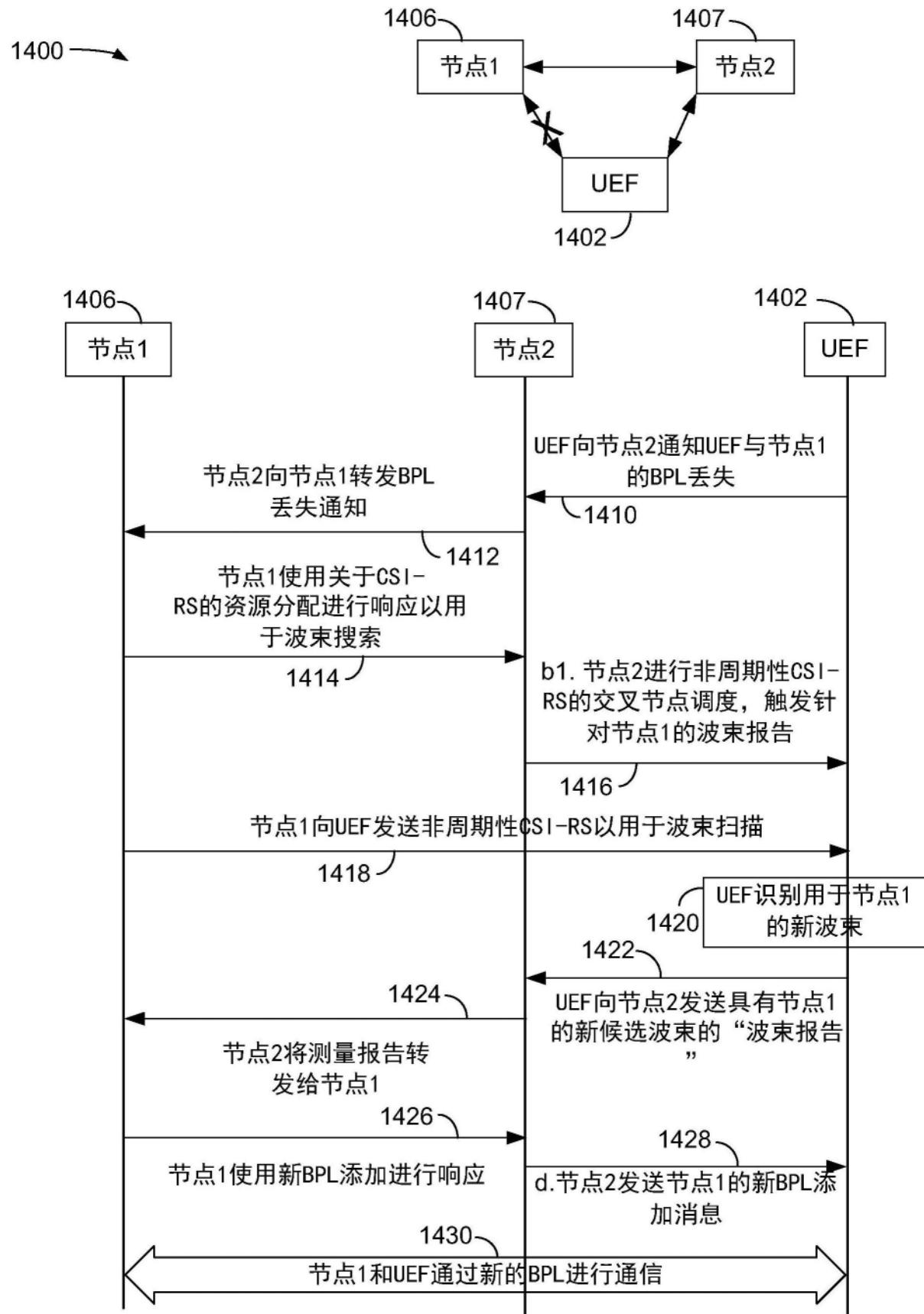


图14

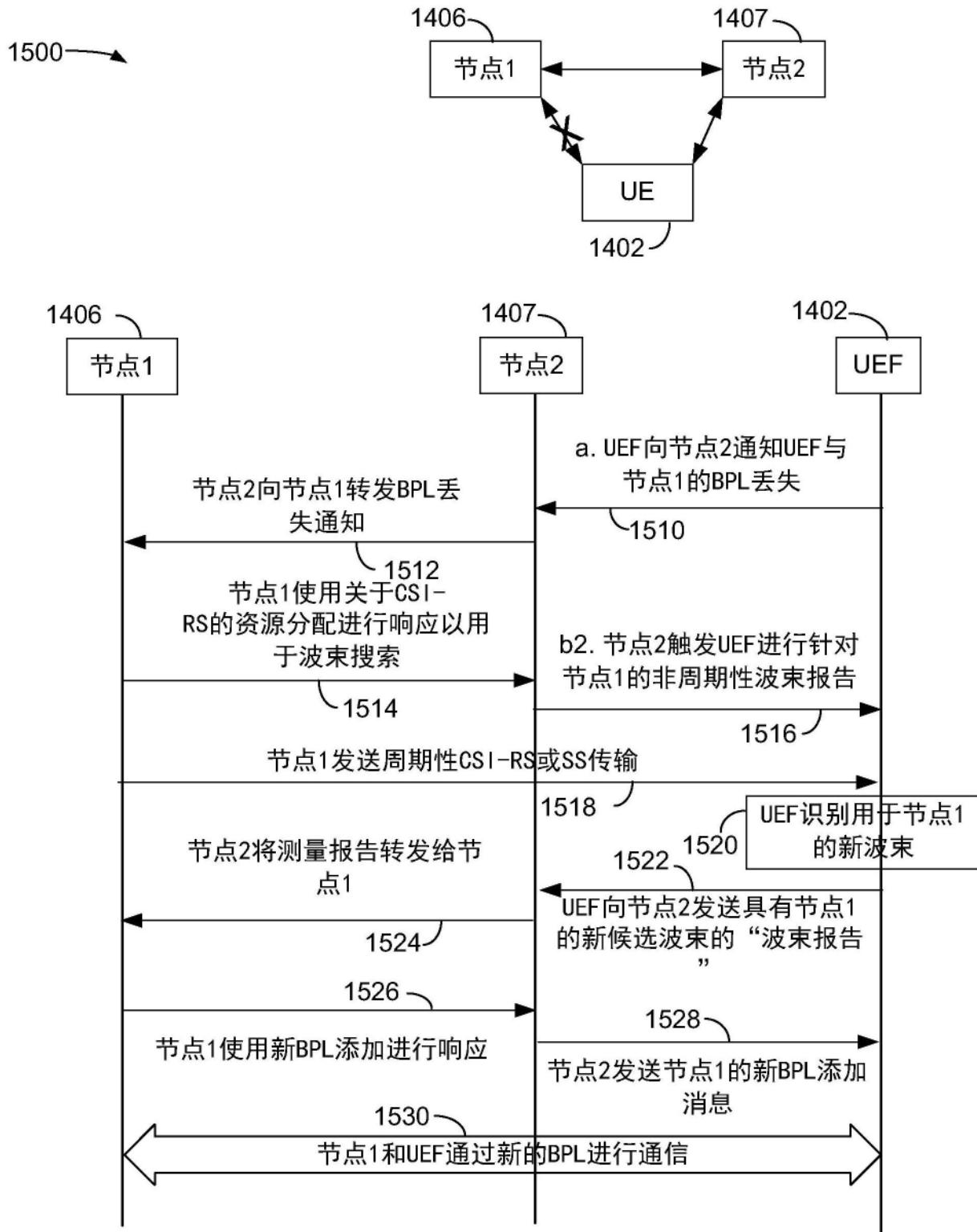


图15

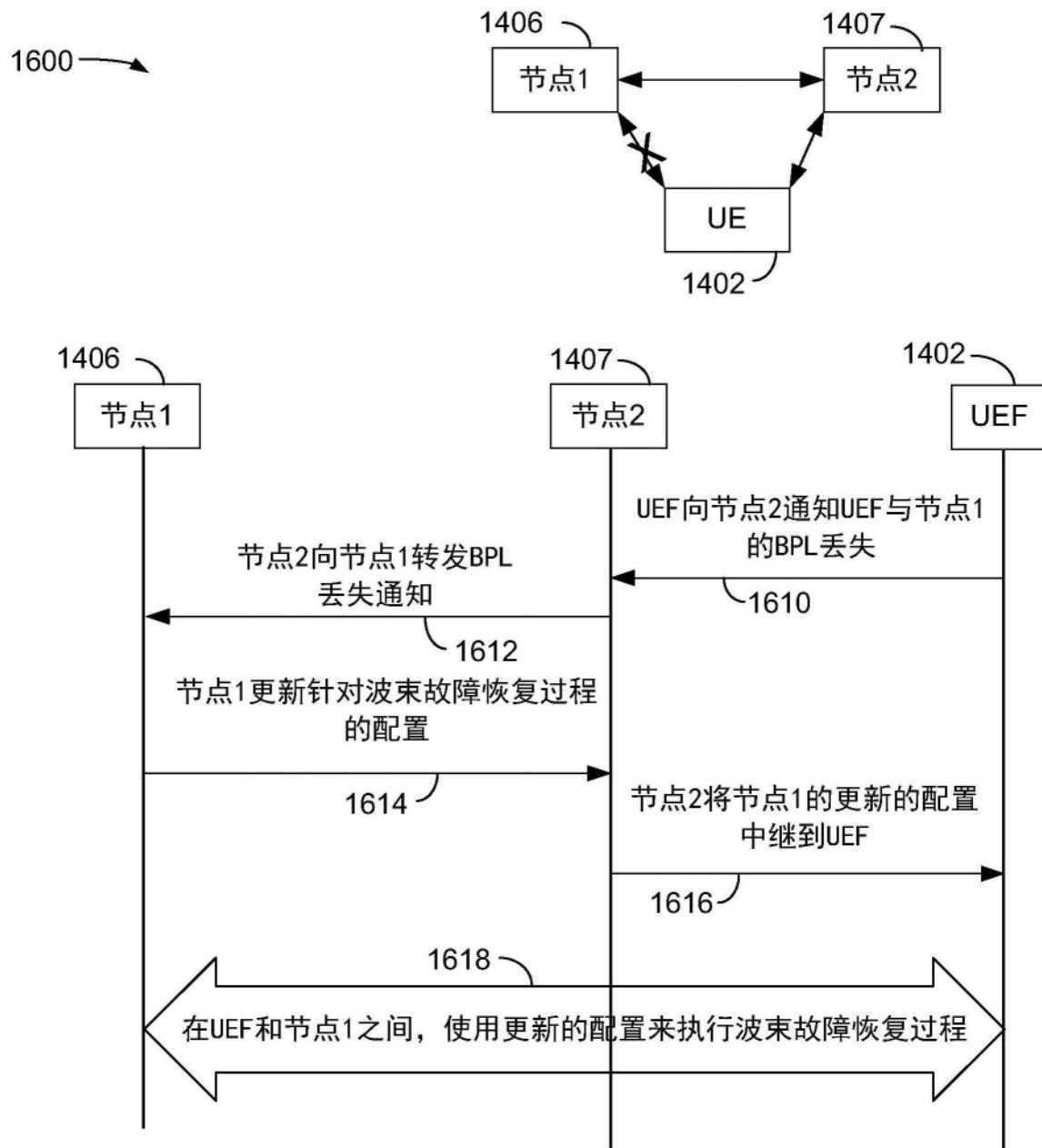


图16

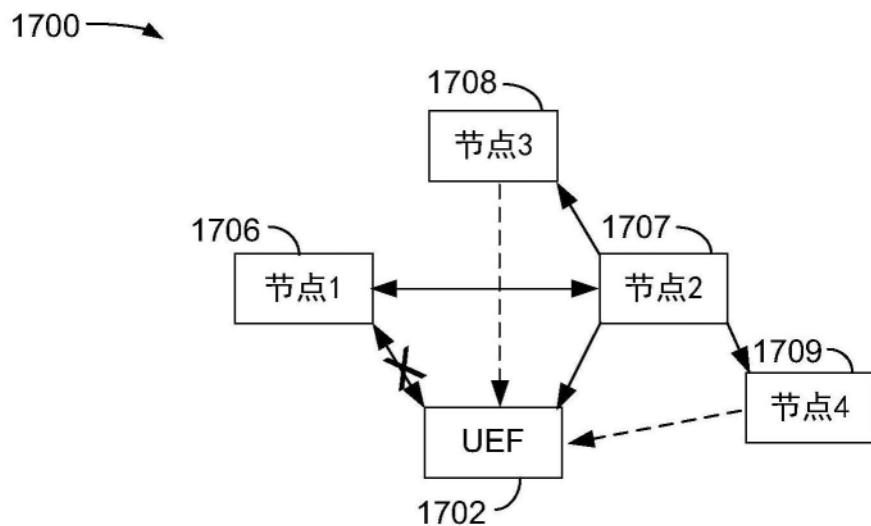


图17

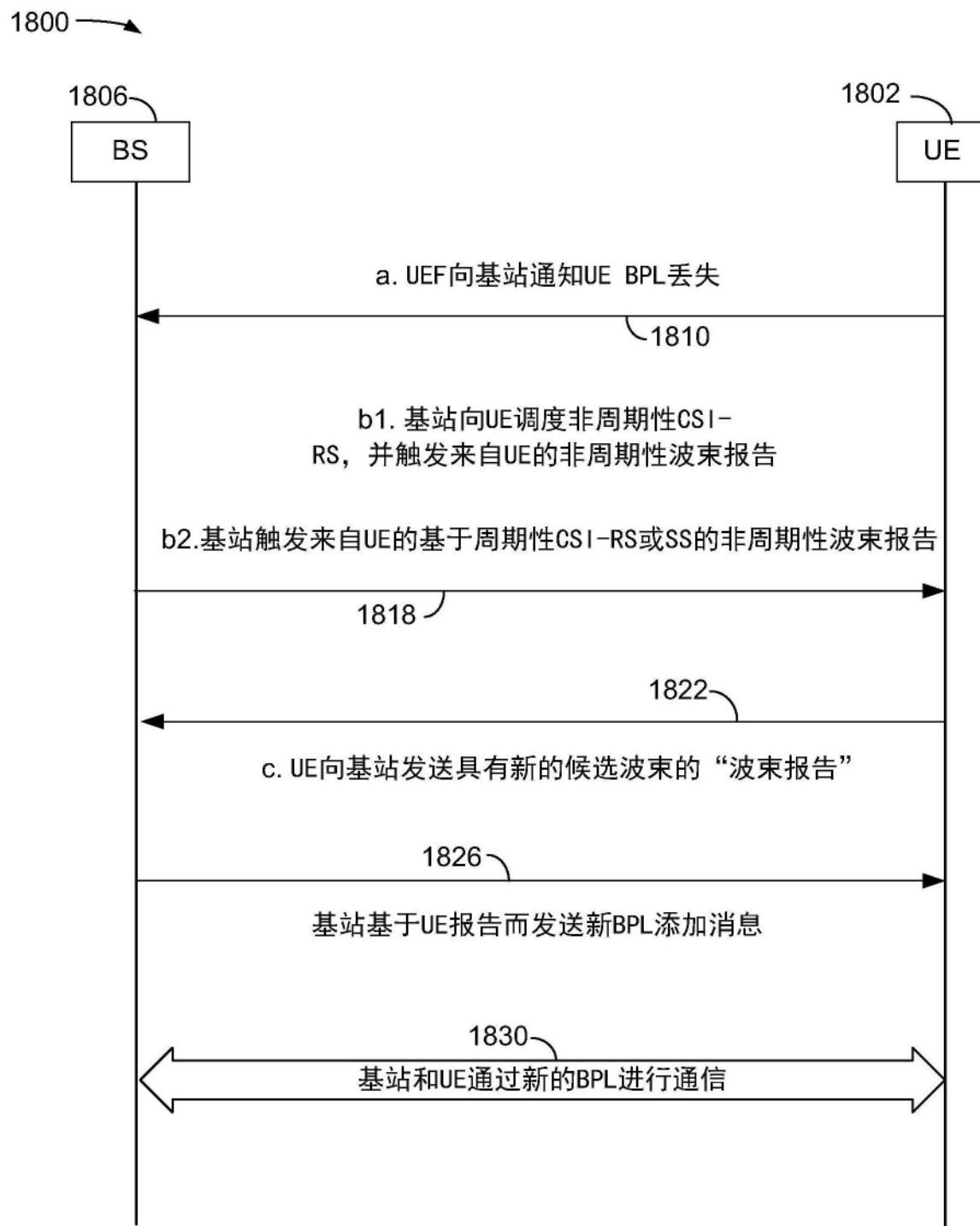


图18