



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110832790 B

(45) 授权公告日 2023.11.10

(21) 申请号 201880038347.1

J·塞尚 厉隽怿

(22) 申请日 2018.06.08

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110832790 A

72002

(43) 申请公布日 2020.02.21

专利代理人 张海燕

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

62/519,769 2017.06.14 US

H04B 7/06 (2006.01)

62/567,062 2017.10.02 US

H04W 72/04 (2006.01)

16/002,876 2018.06.07 US

H04W 74/08 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2019.12.10

WO 2013096555 A1, 2013.06.27

(86) PCT国际申请的申请数据

CA 2659462 A1, 2008.02.28

PCT/US2018/036763 2018.06.08

US 2013163535 A1, 2013.06.27

(87) PCT国际申请的公布数据

Samsung."R2-1703712 NR beam recovery

W02018/231655 EN 2018.12.20

procedure".《3GPP tsg_ran\wg2_r12》.2017,

(73) 专利权人 高通股份有限公司

CHTLL.R1-1708380 "Discussion on beam

地址 美国加利福尼亚

failure recovery".《3GPP tsg_ran\WG1_RL1》

(72) 发明人 M·N·伊斯兰 S·苏布拉玛尼安

.2017,

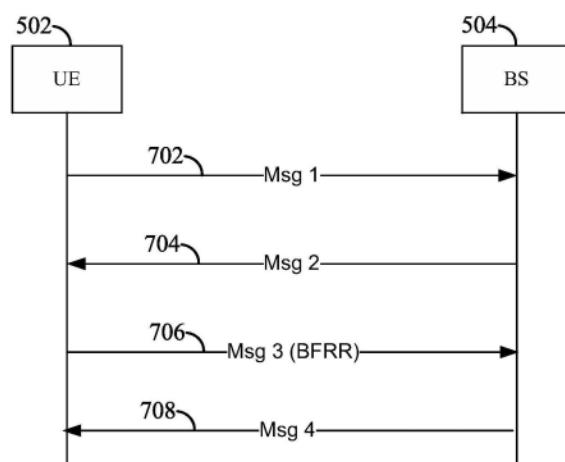
权利要求书5页 说明书23页 附图16页

(54) 发明名称

用于发送波束故障恢复请求的系统和方法

(57) 摘要

用户设备(UE)可以使用基于争用的物理随机接入信道(PRACH)资源来发送波束故障恢复请求,以补充和/或替换用于发送波束故障恢复请求的基于非争用的资源。UE可以通过在随机接入信道(RACH)过程期间发送波束故障恢复请求,通过通知其对波束故障恢复的意图,来减少波束恢复时延。基站可以专用RACH资源集合,该集合可以用于发送常规基于争用的RACH消息和波束故障恢复请求二者。



1. 一种用于用户设备(UE)处的无线通信的方法,包括:
确定与调度实体的当前波束的波束故障;
响应于所述波束故障的所述确定,使用基于争用的随机接入信道(RACH)资源来发送RACH前导码;
从所述调度实体接收RACH响应;以及
向所述调度实体发送无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
检测来自所述调度实体的波束的集合;
从所述波束的集合中选择波束来替换所述当前波束以便从所述波束故障中恢复;
确定与所选择的波束相对应的所述基于争用的RACH资源或波形中的至少一项;以及
使用所述基于争用的RACH资源或所述波形中的所述至少一项来发送所述RACH前导码。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述RACH响应向所述UE询问是否在执行RACH过程以发送所述波束故障恢复请求。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中,只有当所述RACH响应向所述UE询问是否执行所述RACH过程来发送所述波束故障恢复请求时,所述RRC连接请求指示执行所述RACH过程以发送所述波束故障恢复请求。
5. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
从所述调度实体接收波束细化参考信号(BRRS)或信道状态信息参考信号(CSI-RS);以及
基于所述BRRS或所述CSI-RS来选择细化波束。
6. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
通过下列各项中的至少一项来接收所述基于争用的RACH资源的分配信息:主信息块(MIB)、系统信息块(SIB)、主系统信息块(MSIB)、剩余最小系统信息(RMSI)、其它SIB(OSIB)或无线电资源控制(RRC)信令。
7. 根据权利要求1所述的方法,还包括:
通过物理下行链路控制信道(PDCCH)或物理下行链路共享信道(PDSCH)来接收所述基于争用的RACH资源的分配信息,其中,所述基于争用的RACH资源的至少一部分是分配给所述波束故障恢复请求的传输的。
8. 一种在调度实体处可操作的波束故障恢复的方法,包括:
在随机接入信道(RACH)过程中使用基于争用的RACH资源从用户设备(UE)接收RACH前导码;
向所述UE发送RACH响应;以及
从所述UE接收无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述RACH响应向所述UE询问是否执行所述RACH过程以发送所述波束故障恢复请求。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,只有当所述RACH响应向所述UE询问是否执行所述RACH过程来发送所述波束故障恢复请求时,所述RRC连接请求指示执行所述RACH过程以

发送所述波束故障恢复请求。

11. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

从所述UE接收对发送波束细化参考信号(BRRS)或信道状态信息参考信号(CSI-RS)的请求。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括:

在多个细化波束中的每个细化波束中发送所述BRRS或所述CSI-RS。

13. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

通过下列各项中的至少一项来发送所述基于争用的RACH资源的分配信息:主信息块(MIB)、系统信息块(SIB)、主系统信息块(MSIB)、剩余最小系统信息块(RMSI)、其它SIB(OSIB)或无线电资源控制(RRC)信令。

14. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

通过物理下行链路控制信道(PDCCH)或物理下行链路共享信道(PDSCH)来发送所述基于争用的RACH资源的分配信息,其中,所述基于争用的RACH资源的至少一部分是分配给所述波束故障恢复请求的传输的。

15. 根据权利要求8所述的方法,还包括:

向所述UE发送RRC连接建立消息,所述RRC连接建立消息包括波束细化资源的分配信息。

16. 一种用于无线通信的装置,包括:

通信接口,其被配置为与调度实体通信;

存储器,其存储有可执行代码;以及

处理器,其可操作地耦接到所述通信接口和所述存储器,

其中,所述处理器由所述可执行代码配置以执行以下操作:

确定与所述调度实体的当前波束的波束故障;

响应于所述波束故障的所述确定,使用基于争用的随机接入信道(RACH)资源来发送RACH前导码;

从所述调度实体接收RACH响应;以及

向所述调度实体发送无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:

检测来自所述调度实体的波束的集合;

从所述波束的集合中选择波束来替换所述当前波束以便从所述波束故障中恢复;

确定与所选择的波束相对应的所述基于争用的RACH资源或波形中的至少一项;以及

使用所述基于争用的RACH资源或所述波形中的所述至少一项来发送所述RACH前导码。

18. 根据权利要求16所述的装置,其中,所述RACH响应向所述装置询问是否执行RACH过程以发送所述波束故障恢复请求。

19. 根据权利要求18所述的装置,其中,只有当所述RACH响应向所述装置询问是否执行所述RACH过程来发送所述波束故障恢复请求时,所述RRC连接请求指示执行所述RACH过程以发送所述波束故障恢复请求。

20. 根据权利要求16所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:

从所述调度实体接收波束细化参考信号(BRRS)或信道状态信息参考信号(CSI-RS);以及

基于所述BRRS或CSI-RS来选择细化波束。

21.根据权利要求16所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:

通过下列各项中的至少一项来接收所述基于争用的RACH资源的分配信息:主信息块(MIB)、系统信息块(SIB)、主系统信息块(MSIB)、剩余最小系统信息(RMSI)、其它SIB(OSIB)、无线电资源控制(RRC)信令、物理下行链路控制信道(PDCCH)或物理下行链路共享信道(PDSCH),

其中,所述基于争用的RACH资源的至少一部分是分配给所述波束故障恢复请求的传输的。

22.一种在调度实体处可操作的波束故障恢复的方法,包括:

向包括用户设备(UE)的多个被调度实体指派相同的随机接入信道(RACH)资源,以用于传送波束故障恢复请求(BFRR);

使用所指派的RACH资源,在RACH过程的第一消息中从所述UE接收所述BFRR;

在所述RACH过程中请求所述UE提供小区无线网络临时标识符(C-RNTI);

在所述RACH过程中从所述UE接收所述C-RNTI;以及

确认从所述UE接收到的所述C-RNTI对应于在所述调度实体中存储的C-RNTI。

23.根据权利要求22所述的方法,还包括:

使用下列各项中的至少一项向所述多个被调度实体发送所述相同的RACH资源的分配信息:

主同步信号(PSS);

辅同步信号(SSS);

物理广播信道(PBCH);

剩余最小系统信息(RMSI);

其它系统信息(OSI);

物理下行链路控制信道(PDCCH);

无线电资源控制(RRC)消息;或者

切换消息。

24.根据权利要求22所述的方法,还包括:

放弃在所述RACH过程中向所述UE发送临时C-RNTI。

25.根据权利要求22所述的方法,其中,所述相同的RACH资源包括下列各项中的至少一项:

RACH前导码;或者

时间-频率资源。

26.根据权利要求22所述的方法,其中,所述RACH过程是基于争用的随机接入过程。

27.一种由包括调度实体和用户设备(UE)的系统可操作的波束故障恢复的方法,包括:

在所述调度实体处向包括所述UE的多个被调度实体指派用于传送波束故障恢复请求(BFRR)的相同的随机接入信道(RACH)资源;

在所述UE处从所述调度实体接收对用于传送BFRR的所述RACH资源的指派;以及

使用所指派的RACH资源,在RACH过程的第一消息中从所述UE向所述调度实体发送所述BFRR;

在所述UE处在所述RACH过程中从所述调度实体接收对提供小区无线网络临时标识符(C-RNTI)的请求;

在所述UE处在所述RACH过程中向所述调度实体发送所述C-RNTI;以及

一旦由所述调度实体确认被发送的C-RNTI对应于在所述调度实体中存储的C-RNTI,所述UE就完成与所述调度实体的波束故障恢复。

28.根据权利要求27所述的方法,还包括:

在所述UE处使用下列各项中的至少一项从所述调度实体接收所述RACH资源的分配信息:

主同步信号(PSS);

辅同步信号(SSS);

物理广播信道(PBCH);

剩余最小系统信息(RMSI);

其它系统信息(OSI);

物理下行链路控制信道(PDCCH);

无线电资源控制(RRC)消息;或者

切换消息。

29.根据权利要求27所述的方法,还包括:

在所述UE处放弃在所述RACH过程中从所述调度实体接收临时C-RNTI。

30.根据权利要求27所述的方法,其中,所述RACH资源包括下列各项中的至少一项:

RACH前导码;或者

时间-频率资源。

31.根据权利要求27所述的方法,其中,所述RACH过程是基于争用的随机接入过程。

32.一种包括调度实体和用户设备(UE)的系统,

所述调度实体包括:

用于向包括所述用户设备(UE)的多个被调度实体指派相同的随机接入信道(RACH)资源,以用于传送波束故障恢复请求(BFRR)的单元;以及

所述用户设备(UE)包括:

用于从所述调度实体接收对向包括所述UE的多个被调度实体指派用于传送波束故障恢复请求(BFRR)的所述随机接入信道(RACH)资源的指派的单元;

用于使用所指派的RACH资源,在RACH过程的第一消息中向所述调度实体发送所述BFRR的单元;

用于在所述RACH过程中接收来自所述调度实体的提供小区无线网络临时标识符(C-RNTI)的请求的单元;

用于在所述RACH过程中向所述调度实体发送所述C-RNTI的单元;以及

用于一旦由所述调度实体确认被发送的C-RNTI对应于在所述调度实体中存储的C-RNTI,就完成与所述调度实体的波束故障恢复的单元。

33.根据权利要求32所述的系统,其中,所述调度实体包括:

用于使用下列各项中的至少一项向所述多个被调度实体发送所述资源的分配信息的单元：

主同步信号 (PSS)；
辅同步信号 (SSS)；
物理广播信道 (PBCH)；
剩余最小系统信息 (RMSI)；
物理下行链路控制信道 (PDCCH)；
物理下行链路控制信道 (PDCCH)；
无线电资源控制 (RRC) 消息；或者
切换消息。

34. 根据权利要求32所述的系统，其中，所述调度实体包括：

用于放弃在所述RACH过程中向所述UE发送临时C-RNTI的单元。

35. 根据权利要求32所述的系统，其中，所述资源包括下列各项中的至少一项：

RACH前导码；或者
时间-频率资源。

36. 根据权利要求32所述的系统，其中，所述资源包括基于争用的RACH资源。

用于发送波束故障恢复请求的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年6月14日向美国专利局递交的美国临时专利申请no.62/519,769,于2017年10月2日向美国专利局递交的美国临时专利申请no.62/567,062以及于2018年6月7日向美国专利局递交的美国非临时专利申请no.16/002,876的优先权和权益。

技术领域

[0003] 概括地说,下文所讨论的技术涉及无线通信系统,并且更具体地说,下文所讨论的技术涉及波束成形的通信以及波束故障恢复过程。

背景技术

[0004] 下一代无线网络,例如5G新无线电(NR),可以使用基站和用户设备(UE)之间的毫米波(mmW)通信。波长在1毫米和10毫米之间的无线电波可以被称为毫米波。近mmW可以向下延伸至大约3GHz的频率,波长为100毫米。使用mmW或近mmW的射频频带的无线通信与较低频率的无线通信相比通常具有更高的路径损耗和更短的距离。

[0005] 在5G NR中,基站和UE可以使用波束成形技术来补偿mmW通信的高路径损耗和短距离。波束成形是与用于定向信号发送和/或接收的天线阵列一起使用的信号处理技术。天线阵列中的每个天线以特定角度的信号经历相长干涉而其它信号经历相消干涉的方式来发送与同一阵列的其它天线的其它信号组合的信号。相长干涉可以产生一个或多个信号波束。随着对移动宽带接入需求的不断增长,研究和开发继续推进使用波束成形技术的通信,以减轻mmW和近mmW无线通信的高路径损耗和短距离。

发明内容

[0006] 为了提供对本公开内容的一个或多个方面的基本理解,下面给出了对这些方面的简单概述。该概述不是对本公开内容的所有所考虑的特征的详尽的综述,并且既不旨在标识本公开内容的所有方面的关键或重要要素,也不旨在描述本公开内容任意或所有方面的范围。其唯一目的是以简化的形式呈现本公开内容的一个或多个方面的一些概念,作为后面所呈现的更加详细的描述的序言。

[0007] 在本公开内容的一些方面中,用户设备(UE)可以使用波束成形技术与基站通信。当UE经历波束故障时,UE可以使用基于争用的物理随机接入信道(PRACH)资源来发送波束故障恢复请求(BFRR)以补充和/或替换用于发送BFRR的基于非争用的资源。UE可以通过在随机接入信道(RACH)过程期间传达其对波束故障恢复的意图,来减少波束恢复时延。为此,基站可以专用或分配可用于发送常规基于争用的RACH消息和波束故障恢复请求的资源集合。在一些示例中,在RACH过程期间,基站可以询问UE执行RACH过程的意图,并且UE可以指示可以出于发送BFRR的目的而执行RACH过程。在本公开内容的一些方面中,可以将相同的基于争用的RACH资源指派或分配给多个UE用于发送BFRR。

[0008] 本公开内容的一个方面提供了一种用户设备(UE)处的无线通信的方法。所述UE确

定与调度实体的当前波束的波束故障。所述UE响应于所述波束故障的所述确定来发送随机接入信道(RACH)前导码。所述UE从所述调度实体接收RACH响应。所述UE向所述调度实体发送无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。

[0009] 本公开内容的另一个方面提供了一种在调度实体处可操作的波束故障恢复的方法。所述调度实体在RACH过程中从用户设备(UE)接收随机接入信道(RACH)前导码。所述调度实体向所述UE发送RACH响应。所述调度实体从所述UE接收无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。

[0010] 本公开内容的另一个方面提供了一种用于无线通信的装置。所述装置包括:被配置为与调度实体通信的通信接口;存储有可执行代码的存储器;以及可操作地耦接到所述通信接口和所述存储器的处理器。所述处理器由所述可执行代码配置以执行各种功能。所述处理器确定与所述调度实体的当前波束的波束故障。所述处理器响应于所述波束故障的所述确定来发送随机接入信道(RACH)前导码。所述处理器从所述调度实体接收RACH响应。所述处理器向所述调度实体发送无线电资源控制(RRC)连接请求,其中,所述RRC连接请求指示所述RACH前导码包括波束故障恢复请求。

[0011] 本公开内容的另一个方面提供了一种在调度实体处可操作的波束故障恢复的方法。所述调度实体向包括用户设备(UE)的多个被调度实体指派随机接入信道(RACH)资源以用于传达波束故障恢复请求(BFRR)。所述调度实体使用所指派的RACH资源,在RACH过程中从所述UE接收所述BFRR。

[0012] 本公开内容的另一个方面提供了一种在用户设备(UE)处可操作的波束故障恢复的方法。所述UE从调度实体接收指派给包括所述UE的多个被调度实体的用于传达波束故障恢复请求(BFRR)的随机接入信道(RACH)资源的指派。所述UE使用所指派的RACH资源,在RACH过程中向所述调度实体发送所述BFRR。

[0013] 本公开内容的另一个方面提供了一种用于无线通信的装置。所述装置包括:被配置为与用户设备(UE)通信的通信接口;存储器;以及可操作地耦接到所述通信接口和所述存储器的处理器。所述处理器和所述存储器被配置为执行各种功能。所述处理器向包括用户设备(UE)的多个被调度实体指派随机接入信道(RACH)资源以用于传达波束故障恢复请求(BFRR)。所述处理器使用所指派的RACH资源,在RACH过程中从所述UE接收所述BFRR。

[0014] 通过浏览下面的详细描述,将更完整地理解本发明的这些及其它方面。当结合附图浏览对本发明的具体、示例性实施例的下述描述时,本发明的其它方面、特征和实施例对本领域的普通技术人员来说将变得显而易见。虽然可能参照下文的某些实施例和图讨论了本发明的特征,但本发明的所有实施例可以包括本文所讨论的优选的特征中的一个或多个。换句话说,尽管一个或多个实施例可以被讨论为具有某些优选的特征,但这些特征中的一个或多个也可以结合本文所讨论的本发明的各个实施例来使用。以类似的方式,虽然可以在下文中将示例性实施例作为设备、系统或方法实施例来讨论,但应当理解的是可以使用各种设备、系统和方法来实现这些示例性实施例。

附图说明

[0015] 图1是无线通信系统的示意图。

- [0016] 图2是无线接入网的示例的概念图。
- [0017] 图3是示出支持多输入多输出(MIMO)通信的无线通信系统的框图。
- [0018] 图4是使用正交频分复用(OFDM)的空中接口中的无线资源的组织的示意图。
- [0019] 图5A-图5G根据本公开内容的一些方面示出了使用波束成形技术的基站和用户设备(UE)之间的通信的示例。
- [0020] 图6是根据本公开内容的一些方面概念性地示出上行链路(UL)时隙内的示例性资源分配的图。
- [0021] 图7是根据本公开内容的一些方面示出随机接入信道(RACH)过程的图。
- [0022] 图8是根据本公开内容的一些方面示出使用处理系统的调度实体的硬件实现的示例的框图。
- [0023] 图9是根据本公开内容的一些方面示出使用处理系统的被调度实体的硬件实现的示例的框图。
- [0024] 图10是根据本公开内容的一些方面示出在用户设备(UE)处可操作的波束故障恢复过程的流程图。
- [0025] 图11是根据本公开内容的一些方面示出在基站处可操作的波束故障恢复过程的流程图。
- [0026] 图12是根据本公开内容的一些方面示出用于使用共同分配给多个UE的RACH资源传送波束故障恢复请求(BFRR)的信令的图。
- [0027] 图13是根据本公开内容的一些方面示出在调度实体处可操作的波束故障恢复过程的流程图。
- [0028] 图14是根据本公开内容的一些方面示出在UE处可操作的波束故障恢复过程的流程图。

具体实施方式

[0029] 下文结合附图给出的具体实施方式旨在作为各种配置的描述,而不是表示仅仅以这些配置才可以实现本文中所描述的设计构思。出于提供对各种设计构思的全面理解的目的,具体实施方式包括具体细节。然而,对于本领域技术人员来说显而易见的是:可以不用这些具体细节实现这些设计构思。在一些情况下,以框图的形式示出了公知的结构和组件以避免模糊这些设计构思。

[0030] 虽然在本申请中通过对一些示例的说明来描述了各方面和实施例,但本领域技术人员将理解:在许多不同的布置和场景中可能会出现额外的实现和用例。本文中描述的创新可以跨越许多不同的平台类型、设备、系统、形状、尺寸、封装布置来实现。例如,实施例和/或使用可以经由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、具有AI功能的设备等)出现。虽然某些示例可能会或可能不会专门针对用例或应用,但可能会出现所描述的创新的广泛适用性。实现可以具有从芯片级或模块化组件到非模块化、非芯片级实现的范围,并且进一步涉及纳入所描述的创新的一个或多个方面的聚合的、分布式或OEM设备或系统。在一些实际设置中,纳入所描述的方面和特征的设备还可以必然包括用于所要求和描述的实施例的实现和实施的附加组件和特征。例如,无线信号的发送和接收必定包括用于模拟和数

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/相加器等的硬件组件)。目的在于:本文中描述的创新可以在具有各种尺寸、形状和构造的各种设备、芯片级组件、系统、分布式布置、终端用户设备等中实施。

[0031] 在使用毫米波(mmW)或近mmW的无线通信系统中,在一些情况下,路径损耗可能非常高并且范围可能是受限的。通常,mmW频带是指24GHz以上的频带,其相对于较低的频率提供较大的带宽。波束成形是可用于将无线信号引导或集中到所期望的方向以形成一个或多个波束以便减轻路径损耗和/或延长通信距离的技术。在波束成形的信号传输中,可以对从天线阵列中的每个天线发送的信号的幅度和相位进行控制(例如,预编码、加权),以便在波阵面中创建预先确定的(例如,定向的)相长干涉和相消干涉的模式。因此,信号波束(被称为“波束”)可以在到接收机的某一方向上提供更多的能量或范围。

[0032] 为了便于波束形成的传输,发射机(例如,基站)可以通过在全部或一些预定方向上扫描来传送一个或多个波束参考信号,使得用户设备(UE)可以基于波束参考信号来识别或选择一个或多个最佳/更好的“粗略”波束。例如,UE可以基于波束参考信号的接收功率和/或信号质量来选择粗略波束。此外,基站可以基于所选择的粗略波束来发送波束细化请求信号,使得UE可以跟踪“精细”波束。当由UE识别的“粗略”波束改变时,UE可以通知基站,使得基站可以训练一个或多个新的“精细”波束用于UE。在一些示例中,当UE不再能“看见”或者丢失了当前波束时,这种状况被称为波束故障。当当前/所选择波束的信号质量和/或强度低于预先确定的阈值或根本检测不到时,UE可以确定存在波束故障状况。在波束故障恢复过程中,UE可以向基站发送波束故障恢复请求(BFRR)。BFRR可以指示由UE从由基站周期性发送的波束集合中检测到的新波束(例如,最佳的“粗略”波束)。然后,基站和UE可以使用新波束来替换当前波束以保持波束成形的通信。

[0033] 在本公开内容的各个方面中,UE可以使用专用或分配给新波束和/或BFRR的无线通信资源(例如,时频资源)来发送BFRR。在一些示例中,该资源可以包括基于非争用的和基于争用的物理随机接入信道(PRACH)资源。在一些示例中,UE可以使用随机接入信道(RACH)过程向基站通知其要发送BFRR意图,使得与波束恢复相关联的时延可以减少。

[0034] 定义

[0035] NR:新无线电。通常是指3GPP在版本15中正在进行定义和标准化的5G技术和新的无线电接入技术。

[0036] mmWave:毫米波。通常是指24GHz以上的高频带,其可以提供非常大的带宽。

[0037] 波束成形:定向信号发送或接收。对于波束成形的传输,可以对天线阵列中的每个天线的幅度和相位进行预编码或控制,以便在波阵面中创建期望的(例如,定向的)相长干涉和相消干涉的模式。

[0038] MIMO:多输入多输出。MIMO是一种利用多路径信号传播的多天线技术,其使得无线链路的信息承载容量可以通过在发射机和接收机处使用多个天线发送多个同步流而倍增。在多天线发射机处,应用合适的预编码算法(对各个流的幅度和相位进行调节)(在一些示例中,基于已知的信道状态信息)。在多天线接收机处,各个流的不同空间签名(以及在一些示例中,已知的信道状态信息)可以实现这些流彼此分离。

[0039] 1、在单用户MIMO中,发射机向同一个接收机发送一个或多个流,利用与在丰富散射环境中使用多个Tx、Rx天线相关联的容量增益,其中,可以跟踪该环境中的信道变化。

[0040] 2、接收机可以跟踪这些信道变化并向发射机提供相应的反馈。该反馈可以包括信道质量信息 (CQI)、优选数据流的数量(例如,速率控制、秩指示符 (RI)) 和预编码矩阵索引 (PMI)。

[0041] 大规模MIMO:具有非常大数量的天线的MIMO系统(例如,大于 8×8 阵列)。

[0042] MU-MIMO:一种多天线技术,其中,与大量UE通信的基站可以利用多路径信号传播来通过增加吞吐量和频谱效率并减少所需的传输能量来增加整体网络容量。

[0043] 1、发射机可以尝试通过同时使用其多个发射天线向多个用户进行发送并且还使用相同的所分配的时间-频率资源来增加容量。接收机可以发送包括信道的量化版本的反馈,使得发射机可以用良好的信道分离来调度接收机。对所发送的数据进行预编码以使用于用户的吞吐量最大化并且使用户间干扰最小化。

[0044] 贯穿本公开内容给出的各种概念可以在多种多样的电信系统、网络架构和通信标准中实现。现在参考图1,作为非限制性的说明性示例,参考无线通信系统100示出了本公开内容的各个方面。无线通信系统100包括三个交互域:核心网102、无线电接入网 (RAN) 104和用户设备 (UE) 106。借助于无线通信系统100,可以使得UE 106能够与外部数据网络110(诸如(但不限于)互联网)进行数据通信。

[0045] RAN 104可以实现任何合适的无线通信技术来向UE 106提供无线电接入。作为一个示例,RAN 104可以根据通常被称为5G的第三代合作伙伴计划 (3GPP) 新无线电 (NR) 规范来进行操作。作为另一个示例,RAN 104可以在5G NR和通常被称为LTE的演进型通用陆地无线电接入网络 (eUTRAN) 标准的混合下操作。3GPP将该混合RAN称为下一代RAN或NG-RAN。当然,在本公开内容的范围内可以使用许多其它示例。

[0046] 如图所示,RAN 104包括多个基站108。广义地说,基站是无线电接入网络中负责一个或多个小区中去往UE的无线发送或者来自UE的无线接收的网络单元。在不同的技术、标准或上下文中,基站还可以被本领域技术人员不同地称为基站收发机 (BTS)、无线基站、无线收发机、收发机功能、基本服务集 (BSS)、扩展服务集 (ESS)、接入点 (AP)、节点B (NB)、eNodeB (eNB)、gNode B (gNB) 或某种其它合适的术语。

[0047] 无线电接入网络104还被示出为支持多个移动装置的无线通信。移动装置在3GPP标准中可以被称为用户设备 (UE),但还可以由本领域普通技术人员称为移动站 (MS)、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 (AT)、移动终端、无线终端、远程终端、手持装置、终端、用户代理、移动客户端、客户端、或者某种其它适当的术语。UE可以是向用户提供对网络服务的接入的装置。

[0048] 在本文中,“移动”装置不一定具有移动的能力,并且可以是静止的。术语移动装置或移动设备泛指各种各样的设备和技术。UE可以包括大小、形状和布置成帮助通信的多个硬件结构组件;这样的组件可以包括彼此电耦合的天线、天线阵列、RF链、放大器、一个或多个处理器等。例如,移动装置的一些非限制性示例包括移动台、蜂窝(小区)电话、智能电话、会话发起协议 (SIP) 电话、膝上型计算机、个人计算机 (PC)、笔记本电脑、上网本、智能本、平板电脑、个人数字助理 (PDA) 和各种各样的嵌入式系统(例如,对应于“物联网” (IoT))。此外,移动装置还可以是汽车或其它运输车辆、远程传感器或致动器、机器人或机器人设备、卫星无线电、全球定位系统 (GPS) 设备、对象跟踪设备、无人机、多轴飞行器、四轴飞行器、遥

控设备、消费者和/或可穿戴设备,诸如眼镜、可佩戴照相机、虚拟现实设备、智能手表、健康或健身追踪器、数字音频播放器(例如,MP3播放器)、相机、游戏控制台等。此外,移动装置可以是数字家庭或智能家庭设备,诸如家庭音频、视频和/或多媒体设备、电器、自动售货机、智能照明、家庭安全系统、智能电表等。移动装置还可以是智能能源设备、安全设备、太阳能电池板或太阳能电池阵列、控制电力(例如,智能电网)、照明、水等的市政基础设施设备;工业自动化和企业设备;物流控制器;农业设备;军事防御设备、车辆、飞机、船舶和武器等。更进一步,移动装置可以提供连接的医疗或远程医疗支持,例如,远距离的健康护理。远程医疗设备可以包括远程医疗监测设备和远程医疗管理设备,其通信可以相对于其它类型的信息被给予优先处理或者优先访问,例如,在对关键服务数据的传输的优先访问方面和/或关键服务数据的传输的相关QoS方面。

[0049] RAN 104与UE 106之间的无线通信可以被描述为利用空中接口。通过空中接口从基站(例如,基站108)到一个或多个UE(例如,UE 106)的传输可以被称为下行链路(DL)传输。根据本公开内容的某些方面,术语下行链路可指代在调度实体(下文中进一步描述的,例如,基站108)处发起的点对多点传输。描述该方案的另一种方式可以是使用术语广播信道复用。从UE(例如,UE 106)到基站(例如,基站108)的传输可以被称为上行链路(UL)传输。根据本公开内容的另外一些方面,术语上行链路可以指起始于被调度实体(下文中进一步描述;例如UE 106)的点对点传输。

[0050] 在一些示例中,可以调度对空中接口的接入,其中,调度实体(例如,基站108)为其服务区域或小区内的一些或全部设备和装置之间的通信分配资源。在本公开内容内,如下文进一步讨论的,调度实体可以负责调度、分配、重新配置和释放用于一个或多个被调度实体的资源。也就是说,对于被调度的通信,UE 106(其可以是被调度实体)可以使用调度实体108分配的资源。

[0051] 基站108不是唯一可以用作调度实体的实体。也就是说,在一些示例中,UE可以用作调度实体,为一个或多个被调度实体(例如,一个或多个其它UE)调度资源。

[0052] 如图1中所示,调度实体108可以向一个或多个被调度实体106广播下行链路业务112。概括地说,调度实体108是负责对无线通信网络中的业务进行调度的节点或设备,这些业务包括下行链路业务112以及(在一些示例中)从一个或多个被调度实体106到调度实体108的上行链路业务116。另一方面,被调度实体106是接收下行链路控制信息114的节点或设备,这些信息包括但不限于调度信息(例如,准许)、同步或定时信息、或者来自无线通信网络中的另一个实体(如调度实体108)的其它控制信息。

[0053] 通常,基站108可以包括用于与无线通信系统的回程部分120通信的回程接口。回程120可以提供基站108与核心网102之间的链路。此外,在一些示例中,回程网络可以提供各个基站108之间的互连。可以采用各种类型的回程接口,如使用任何合适的传输网络的直接物理连接、虚拟网络等。

[0054] 核心网102可以是无线通信系统100的一部分,并且可以独立于RAN104中使用的无线电接入技术。在一些示例中,可以根据5G标准(例如,5GC)来配置核心网102。在其它示例中,可以根据4G演进型分组核心(EPC)或任何其它合适的标准或配置来配置核心网102。

[0055] 图2是无线接入网(RAN)200的示例的概念图。在一些示例中,RAN200可以与上文描述并且在图1中示出的RAN 104相同。由RAN 200覆盖的地理区域可以划分成蜂窝区域(小

区),其可以由用户设备(UE)基于从一个接入点或基站广播的标识来唯一地识别。图2示出了宏小区202、204和206,以及小型小区208,其中的每一个可以包括一个或多个扇区(未示出)。扇区是小区的子区域。一个小区内的所有扇区都由同一个基站来服务。扇区内的无线电链路可以由属于该扇区的单个逻辑标识来识别。在被划分为扇区的小区中,小区内的多个扇区可以通过天线组来形成,每个天线负责与小区的一部分中的UE进行通信。

[0056] 在图2中,在小区202和204中示出了两个基站210和212;并且示出了第三基站214控制小区206中的远程无线电头端(RRH)216。也就是说,基站可以具有集成天线,或者可以通过馈电电缆连接到天线或RRH。在图示示例中,当基站210、212和214支持具有大尺寸的小区时,小区202、204和206可以被称为宏小区。此外,在可与一个或多个宏小区重叠的小型小区208(例如,微小区、微微小区、毫微微小区、家庭基站、家庭节点B、家庭eNodeB等)中示出了基站218。在该示例中,由于基站218支持具有相对较小尺寸的小区,因此小区208可以被称为小型小区。可以根据系统设计以及组件约束来完成小区尺寸调整。

[0057] 应该理解的是:无线电接入网络200可以包括任何数量的无线基站和小区。此外,可以部署中继节点来对给定小区的尺寸或覆盖区域进行扩展。基站210、212、214、218为任意数量的移动装置提供到核心网的无线接入点。在一些示例中,基站210、212、214和/或218可以与上文描述并在图1中示出的基站/调度实体108相同。

[0058] 图2还包括四轴飞行器或无人机220,其可以被配置为用作基站。也就是说,在一些示例中,小区可能不一定是静止的,并且小区的地理区域可以根据移动基站(如四轴飞行器220)的位置而移动。

[0059] 在RAN 200内,小区可以包括可以与每个小区的一个或多个扇区进行通信的UE。另外,每个基站210、212、214、218和220可以被配置为向各个小区中的所有UE提供到核心网102(参加图1)的接入点。例如,UE 222和UE 224可以与基站210通信;UE 226和UE 228可以与基站212通信;UE 230和UE 232可以通过RRH 216的方式与基站214通信;UE 234可以与基站218通信;以及UE 236可以与移动基站220通信。在一些示例中,UE 222、224、226、228、230、232、234、236、238、240和/或242可以与上文描述并在图1中示出的UE/被调度实体106相同。

[0060] 在一些示例中,移动网络节点(例如,四轴飞行器220)可以被配置为充当UE。例如,四轴飞行器220可以通过与基站210通信而在小区202内进行操作。

[0061] 在RAN 200的其它示例中,可以在UE之间使用侧链路信号,而不必依赖来自基站的调度或控制信息。例如,两个或更多个UE(例如,UE 226和UE 228)可以使用对等(P2P)或侧链信号227LAI彼此通信,而不通过基站(例如,基站212)来中继通信。在另外的示例中,UE 238示为与UE 240和242进行通信。在此,UE 238可以用作调度实体或主要侧链路设备,并且UE 240和242可以用作被调度实体或非主要(例如,次要)侧链路设备。在又一个示例中,UE可以用作设备对设备(D2D)、对等(P2P)或车辆对车辆(V2V)网络和/或网状网络中的调度实体。在网状网络示例中,除了与调度实体238通信之外,UE 240和242可以可选地直接与彼此通信。因此,在具有被调度的时频资源接入并且具有蜂窝配置、P2P配置或者网状配置的无线通信系统中,调度实体和一个或多个被调度实体可以使用调度的资源来进行通信。

[0062] 在无线电接入网络200中,UE在移动的同时与其位置无关地进行通信的能力被称为移动性。UE和无线电接入网络之间的各种物理信道通常在接入和移动性管理功能(AMF,

未示出,是图1中的核心网102的一部分)的控制下建立、维护和释放,AMF可以包括对控制平面和用户平面功能二者的安全上下文进行管理的安全性上下文管理功能(SCMF)以及执行认证的安全锚功能(SEAF)。

[0063] 在本公开内容的各个方面中,无线电接入网络200可以使用基于DL的移动性或基于UL的移动性来实现移动性和切换(即,将UE的连接从一个无线电信道转移到另一个无线电信道)。在被配置用于基于DL的移动性的网络中,在与调度实体的呼叫期间或者在任何其它时间,UE可以监视来自其服务小区的信号的各种参数以及相邻小区的各种参数。根据这些参数的质量,UE可以保持与这些相邻小区中的一个或多个相邻小区的通信。在此期间,如果UE从一个小区移动到另一个小区,或者如果来自相邻小区的信号质量超过来自服务小区的信号质量达给定时间量时,则UE可以进行从服务小区向相邻(目标)小区的移交或切换。例如,UE 224(被示为车辆,尽管可以使用任何适当形式的UE)可以从与其服务小区202相对应的地理区域移动到与相邻小区206相对应的地理区域。当来自相邻小区206的信号强度或质量超过其服务小区202的信号强度或质量达给定时间量时,UE 224可向其服务基站210发送指示该情况的报告消息。作为响应,UE 224可以接收切换命令,并且UE可以经历向小区206的切换。

[0064] 在被配置用于基于UL的移动性的网络中,来自每个UE的UL参考信号可由网络用来为每个UE选择服务小区。在一些示例中,基站210、212和214/216可以广播统一的同步信号(例如,统一的主同步信号(PSS)、统一的辅同步信号(SSS)和统一的物理广播信道(PBCH))。UE 222、224、226、228、230和232可以接收统一的同步信号,从同步信号导出载波频率和时隙定时,并且响应于导出定时来发送上行链路导频或参考信号。由UE(例如,UE 224)发送的上行链路导频信号可以由无线电接入网络200内的两个或更多个小区(例如,基站210和214/216)同时接收。这些小区中的每个小区可以对导频信号的强度进行测量,并且无线电接入网络(例如,基站210和214/216中的一个或多个和/或核心网内的中央节点)可以确定针对UE 224的服务小区。随着UE 224移动通过无线电接入网络200,网络可以继续监测由UE 224发送的上行链路导频信号。当由相邻小区测量的导频信号的信号强度或质量超过由服务小区测量的导频信号的信号强度或质量时,网络200可以在通知或不通知UE 224的情况下将UE 224从服务小区切换到相邻小区。

[0065] 尽管由基站210、212和214/216发送的同步信号可以是统一的,但同步信号可以不识别特定的小区,而是可以识别在相同频率上和/或使用同样定时操作的多个小区的区域。由于需要在UE和网络之间交换的移动性消息的数量可以减少,因此使用5G网络或其它下一代通信网络中的区域实现了基于上行链路的移动性框架并且提高了UE和网络二者的效率。

[0066] 在各种实现中,无线电接入网络200中的空中接口可以使用经许可频谱、非许可频谱或共享频谱。经许可频谱提供了部分频谱的专用,通常凭借移动网络运营商从政府监管机构购买许可证。非许可频谱提供了部分频谱的共享使用,而无需政府授权许可。尽管通常仍需遵守一些技术规则来接入非许可频谱,但通常任何运营商或设备都可以获得接入。共享频谱可能落在经许可和非许可频谱之间,其中可能需要技术规则或限制来接入频谱,但频谱仍然可以由多个运营商和/或多个RAT共享。例如,经许可频谱部分的许可证持有者可以提供经许可的共享接入(LSA),以便与其它方共享该频谱,例如以合适的被许可方确定的条件来获得接入。

[0067] 无线电接入网络200中的空中接口可以使用一种或多种双工算法。双工是指点对点通信链路，其中两个端点可以在两个方向上彼此通信。全双工意味着两个端点都可以同时彼此通信。半双工意味着一次只有一个端点可以向另一个端点发送信息。在无线链路中，全双工信道通常依赖于发射机和接收机的物理隔离以及合适的干扰消除技术。时常通过使用频分双工(FDD)或时分双工(TDD)，针对无线链路实施全双工仿真。在FDD中，不同方向上的传输在不同的载波频率上进行操作。在TDD中，使用时分复用将给定信道上的不同方向上的传输彼此分隔开。也就是说，在某些时候，信道专用于一个方向的传输，而在其它时间，信道专用于另一个方向的传输，其中，方向可以非常迅速地变化，例如，每时隙几次。

[0068] 在本公开内容的一些方面中，调度实体和/或被调度实体可以被配置用于波束成形和/或多输入多输出(MIMO)技术。图3示出了支持MIMO的无线通信系统300的示例。在MIMO系统中，发射机302包括多个发射天线304(例如，N个发射天线)，并且接收机306包括多个接收天线308(例如，M个接收天线)。因此，存在从发送天线304到接收天线308的 $N \times M$ 个信号路径310。发射机302和接收机306中的每一个可以例如在调度实体108、被调度实体106或任何其它合适的无线通信设备内实现。

[0069] 该多天线技术的使用使得无线通信系统能够利用空间域来支持空间复用、波束成形以及发射分集。空间复用可用于在相同的时间-频率资源上同时发送不同的数据流(也被称为层)。可以将数据流发送给单个UE以增大数据速率，或者发送给多个UE以增大整体系统容量，后者被称为多用户MIMO(MU-MIMO)。这是通过对每个数据流进行空间预编码(即，将数据流乘以不同的权重和相移)以及然后在下行链路上通过多个发射天线来发送每个经空间预编码的流来实现的。经空间预编码的数据流以不同的空间签名到达UE处，不同的空间签名使得UE中的每一个UE能够恢复以该UE为目的地的一个或多个数据流。在上行链路上，每个UE发送经空间预编码的数据流，这使得基站能够识别每个经空间预编码的数据流的来源。

[0070] 数据流或层的数量与传输的秩相对应。通常，MIMO系统300的秩受限于发送天线或接收天线304或308的数量中的较低者。另外，UE处的信道状况以及其它考虑因素(如基站处的可用资源)也可以影响传输秩。例如，可以基于从UE向基站发送的秩指示符(RI)来确定在下行链路上指派给特定UE的秩(并因此确定数据流的数量)。可以基于天线配置(例如，发射天线和接收天线的数量)以及每个接收天线上的测量的信号与干扰和噪声比(SINR)来确定RI。例如，RI可以指示在当前信道状况下可以支持的层数。基站可以使用RI以及资源信息(例如，可用资源和要为UE调度的数据量)来向UE指派传输秩。

[0071] 在时分双工(TDD)系统中，UL和DL是互易的，因为它们各自使用相同频率带宽的不同时隙。因此，在TDD系统中，基站可以基于UL SINR测量(例如，基于从UE发送的探测参考信号(SRS)或其它导频信号)来为DL MIMO传输指派秩。基于所指派的秩，基站然后可以针对每个层使用单独的C-RS序列来发送CSI-RS以提供多层次信道估计。根据CSI-RS，UE可以跨越层和资源块来测量信道质量，并且向基站反馈CQI和RI值以用于更新秩并指派用于未来的下行链路传输的RE。

[0072] 在最简单的情况下，如图3所示，2x2 MIMO天线配置上的秩-2空间复用传输将从每个发射天线304发送一个数据流。每个数据流沿着不同的信号路径310到达每个接收天线308。接收机306然后可以使用来自每个接收天线308的接收信号来重新构建数据流。

[0073] 为了使无线接入网络200上的传输获得低误块率(BLER)同时仍然实现非常高的数据速率,可以使用信道编码。也就是说,无线通信通常可以使用合适的纠错块码。在典型的块码中,信息消息或序列被分解成码块(CB),并且发送设备处的编码器(例如,编解码器)然后以数学的方式向信息消息添加冗余。在经编码信息消息中利用这种冗余可以提高消息的可靠性,从而能够校正由于噪声而可能发生的任何比特错误。

[0074] 在早期的5G NR规范中,用户数据是使用具有两个不同基本图的准循环低密度奇偶校验(LDPC)进行编码的:一个基本图用于较大的码块和/或较高的码率,而另一个基本图用于其它情况。控制信息和物理广播信道(PBCH)是使用基于嵌套序列的极性编码来编码的。对于这些信道,打孔、缩短和重复可以用于速率匹配。

[0075] 然而,本领域普通技术人员将明白:可以使用任何合适的信道码来实现本公开内容的方面。调度实体108和被调度实体106的各种实现可以包括用于使用这些信道码中的一个或多个信道码来进行无线通信的合适的硬件和能力(例如,编码器、解码器和/或编解码器)。

[0076] 无线电接入网络200中的空中接口可以使用一种或多种多路复用和多址算法来实现各种设备的同时通信。例如,5G NR规范为从UE 222和224到基站210的UL传输提供了多址,并且为了从基站210到一个或多个UE 222和224的DL传输提供了复用,利用具有循环前缀(CP)的正交频分复用(OFDM)。另外,对于UL传输,5G NR规范提供了对具有CP的离散傅里叶变换-扩展-OFDM(DFT-s-OFDM)(也被称为单载波FDMA(SC-FDMA))的支持。然而,在本公开内容的范围内,复用和多址不限于上述方案,并且可以利用时分多址(TDMA)、码分多址(CDMA)、频分多址(FDMA)、稀疏码多址(SCMA)、资源扩展多址(RSMA)或其它合适的多址方案来提供。另外,可以使用时分复用(TDM)、码分复用(CDM)、频分复用(FDM)、正交频分复用(OFDM)、稀疏码复用(SCM)或其它合适的复用方案来提供对从基站210到UE 222和UE 224的DL传输的复用。

[0077] 将参考图4中示意性示出的OFDM波形来描述本公开内容的各个方面。本领域普通技术人员应该理解的是:本公开内容的各个方面可以以与下文描述的基本相同的方式应用于DFT-s-OFDMA波形。也就是说,尽管为了清楚起见,本公开内容的一些示例可以关注OFDM链路,但应该理解的是:相同的原理也可以应用于DFT-s-OFDMA波形。

[0078] 在本公开内容内,帧指的是用于无线传输的预先确定的持续时间(例如,10ms的持续时间),其中每个帧由预先确定数量的子帧(例如,每个为1ms的10个子帧)组成。在给定的载波上,UL中可能有一组帧,DL中可能有另一组帧。现在参照图4,示出了示例性DL子帧402的扩展视图,其示出了OFDM资源栅格404。然而,如本领域技术人员将容易意识到的,用于任何特定应用的PHY传输结构可以根据任何数量的因素与本文中描述的示例不同。在此,时间是以OFDM符号为单位在水平方向上;并且频率是以子载波或音调为单位在垂直方向上。

[0079] 资源栅格404可以用于示意性地表示给定天线端口的时间-频率资源。也就是说,在具有多个天线端口可用的MIMO实现中,相应的多个资源栅格404可用于通信。资源栅格404被划分为多个资源单元(RE)406。RE(其是1个子载波×1个符号)是时间-频率栅格的最小离散部分,并且包含表示来自物理信道或信号的数据的单个复数值。取决于在特定实现中使用的调制,每个RE可以表示一个或多个信息比特。在一些示例中,可以将RE块称为物理资源块(PRBS),或者更简单地称为资源块(RB)408,其在频域中包含任何合适数量的连续子

载波。在一个示例中, RB可以包括12个子载波, 这是一个独立于所使用的数字学的数字。在一些示例中, 根据数字学, RB可以在时域中包括任何合适数量的连续OFDM符号。在本公开内容内, 假设单个RB(如RB 408)完全与单个通信方向(针对给定设备的发送或接收)相对应。

[0080] UE通常仅使用资源栅格404的子集。RB可以是可以分配给UE的最小资源单位。因此, 为UE调度的RB越多, 为空中接口选择的调制方案越高, 则UE的数据速率越高。在一些示例中, 调度实体可以向UE分配特定RB用于特定控制业务, 例如, 随机接入控制以及波束成形控制和通信。

[0081] 在该图示中, RB 408被示为占用小于子帧402的整个带宽, 其中在RB 408上方和下方示出了一些子载波。在给定的实现中, 子帧402可以具有与任何数量的一个或多个RB 408相对应的带宽。此外, 在该图示中, RB 408被示为占用小于子帧402的整个持续时间, 尽管这仅仅是一个可能的示例。

[0082] 每个子帧(例如, 1ms子帧402)可以由一个或多个相邻时隙组成。在图4所示的示例中, 作为说明性示例, 一个子帧402包括四个时隙410。在一些示例中, 可以根据具有给定循环前缀(CP)长度的指定数量的OFDM符号来定义时隙。例如, 时隙可以包括具有标称CP的7或14个OFDM符号。其它示例可以包括具有较短持续时间(例如, 一个或两个OFDM符号)的微时隙。这些微时隙在一些情况下可以占用针对相同或不同的UE而被调度用于正在进行的时隙传输的资源来被发送。

[0083] 时隙410中的一个时隙的展开图示出了包括控制区域412和数据区域414的时隙410。通常, 控制区域412可以携带控制信道(例如, PDCCH), 并且数据区域414可以携带数据信道(例如, PDSCH或PUSCH)。当然, 时隙可以包含全部DL、全部UL或者至少一个DL部分和至少一个UL部分。图4中所示的简单结构在本质上仅仅是示例性的, 并且可以使用不同的时隙结构, 并且可以包括控制区域和数据区域中的每个区域的一个或多个。

[0084] 尽管在图4中没有示出, 但是可以调度RB 408内的各个RE 406以携带一个或多个物理信道, 包括控制信道、共享信道、数据信道等。RB 408内的其它RE 406还可以携带导频或参考信号, 包括但不限于解调参考信号(DMRS)、控制参考信号(CRS)或探测参考信号(SRS)。这些导频或参考信号可以提供给接收设备以执行相应信道的信道估计, 这可以实现RB 408内的控制和/或数据信道的相干解调/检测。

[0085] 在DL传输中, 发送设备(例如, 调度实体108)可以分配一个或多个RE 406(例如, 在控制区域412内)以便向一个或多个被调度实体106携带包括一个或多个DL控制信道(如PBCH、PSS、SSS、物理控制格式指示符信道(PCFICH)、物理混合自动重传请求(HARQ)指示符信道(PHICH)和/或物理下行链路控制信道(PDCCH)等)的DL控制信息114。PCFICH提供信息以帮助接收设备接收和解码PDCCH。PDCCH携带下行链路控制信息(DCI), DCI包括但不限于功率控制命令、调度信息、准许和/或用于DL和UL传输的RE的分配。PHICH携带HARQ反馈传输, 如确认(ACK)或否定确认(NACK)。HARQ是本领域普通技术人员公知的技术, 其中, 可以为准确性在接收侧检查分组传输的完整性, 例如, 利用任何合适的完整性检查机制, 如校验和或循环冗余校验(CRC)。如果传输的完整性得到确认, 则可以发送ACK, 而如果没有得到确认, 则可以发送NACK。响应于NACK, 发送设备可以发送HARQ重传, 其可以实现追加组合、增量冗余等。

[0086] 在UL传输中, 发送设备(例如, 被调度实体106)可以利用一个或多个RE 406将包括

一个或多个UL控制信道(如物理上行链路控制信道(PUCCH))的UL控制信息118携带给调度实体108。UL控制信息可以包括各种分组类型和类别,包括导频、参考信号以及被配置为实现或辅助对上行数据传输进行解码的信息。在一些示例中,控制信息118可以包括调度请求(SR),例如,对调度实体108来调度上行链路传输的请求。在本文中,响应于在控制信道118上发送的SR,调度实体108可以发送下行链路控制信息114,其可以调度用于上行链路分组传输的资源。UL控制信息还可以包括HARQ反馈、信道状态反馈(CSF)或任何其它合适的UL控制信息。

[0087] 除了控制信息之外,还可以为用户数据或业务数据分配一个或多个RE406(例如,在数据区域414内)。这种业务可以被携带在一个或多个业务信道上,诸如,对于DL传输而言的物理下行链路共享信道(PDSCH);或者对于UL传输而言的物理上行链路共享信道(PUSCH)。在一些示例中,数据区域414内的一个或多个RE 406可以被配置为携带系统信息块(SIB),其携带可以实现对给定小区的接入的信息。

[0088] 上文描述以及图1和图4中所示的信道或载波不一定是在调度实体108和被调度实体106之间使用的所有信道或载波,并且本领域普通技术人员将认识到:除了所示出的那些信道或载波之外,还可以使用其它信道或载波(如其它业务、控制和反馈信道)。

[0089] 这些上述物理信道通常被复用并映射到传输信道,以用于在介质访问控制(MAC)层处进行处理。传输信道携带被称为传输块(TB)的信息块。基于调制和编码方案(MCS)以及给定传输中RB的数量,传输块大小(TBS)(其可以与信息比特的数量相对应)可以是受控参数。

[0090] 图5A至图5G是示出了根据本公开内容的一些方面使用波束成形技术的基站(BS)504和UE 502之间的通信的图。基站504可以是图1、图2和/或图3中所示的任何基站或调度实体。UE 502可以是图1、图2和/或图3中所示的任何UE或被调度实体。应该指出的是:尽管在这些图中一些波束示为彼此相邻,但是这样的布置在不同的示例中可以是不同的。在一些示例中,在相同符号或时隙期间发送的波束可以不彼此相邻。在一些示例中,BS 504可以发送分布在全部或不同方向上(例如,360度或更小)的更多或更少的波束。

[0091] 在一个示例中,波束集合可以包含预先确定数量的不同波束。图5A示出了八个不同方向上的八个示例性波束521、522、523、524、525、526、527和528。每个波束可以由相应的波束索引来标识。在本公开内容的一些方面中,BS 504可以被配置为向UE 502发送波束521、522、523、524、525、526、527、528中的至少一个波束。例如,BS 504可以在同步时隙期间使用八个端口(例如,天线端口)在八个方向上扫描或发送波束。在一些示例中,同步时隙可以是图4的时隙410中的一个。例如,在时隙410的控制部分412中,BS 504可以在同步时隙期间在不同波束方向上发送针对每个波束的波束参考信号(BRS)。在一些示例中,波束之间的空间距离可以是BS能够达到的最小距离。接收机(例如,UE 502)可以通过对每个接收波束的BRS执行例如接收功率测量,来使用BRS识别或检测波束。

[0092] 在另一个示例中,参照图5B,BS 504可以在四个方向上发送波束521、523、525、527的第一集合。例如,BS 504可以在所发送的波束521、523、525、527中的每个波束的同步时隙中发送BRS。在一个示例中,在四个方向上发送的这些波束521、523、525、527可以是用于波束集合的可能八个方向中的四个方向的奇数索引波束。例如,BS 504可以能够在与BS 504被配置为进行发送的其它波束522、524、526、528相邻的方向上发送波束521、523、525、527。

在该示例中，其中BS 504为四个方向发送波束521、523、525、527的这种配置可以被认为是“粗略”波束集合。在粗略波束集合中，波束的空间间距大于BS 504能够达到的最小间距。BS可以通过发送粗略波束集合而不是所有可能的波束来减少信令和/或处理开销。

[0093] 参照图5C，UE 502可以确定或选择粗略波束集合中最优的波束(例如，最佳信号质量)。例如，UE 502可以确定携带BRS的波束525是最优的。在一些示例中，UE 502可以通过测量与粗略波束521、523、525、527的第一集合中的每个波束相关联的接收功率和/或信号质量；对这些测量进行相互比较；以及选择与最大、最高或最佳测量相对应的波束(例如，波束索引)来选择波束。所选择的波束可以通过BS 504已知的相应波束索引来标识。UE 502可以在上行链路(UL)传输中向BS 504发送包括该波束索引的指示560。在一个示例中，指示560可以包括对BS 504发送波束细化参考信号(BRRS)或信道状态信息参考信号(CSI-RS)的请求，UE可以基于BRRS或CSI-RS来选择细化波束。在一些示例中，在不偏离本公开内容的情况下，可以通过的不同术语来指代BRRS，如波束细化信号、波束跟踪信号或另外的术语。

[0094] 在本公开内容的各个方面中，UE 502可以确定与所选择的波束或波束索引相对应或被指派给其的资源(例如，时间、频率和/或前导码)。资源被用于促进使用相应波束的通信。例如，该资源可以包括无线电帧、子帧、时隙、符号、子载波区域、前导码、序列或RE中的一项。每个资源可以与值(例如，无线电帧索引、子帧索引、时隙索引、符号索引或子载波区域)相对应。在一个示例中，UE 502可以在其中已经存储了映射表(例如，图9的查找表960)或可以访问该映射表，该映射表指示波束索引所对应的相应资源(例如，值或索引)。例如，UE 502可以确定波束索引，然后访问查找表以确定与所确定的波束索引相对应的资源索引或区域。

[0095] 在一个示例中，该资源可以包括在PUCCH的资源中。在一个示例中，该资源可以包括在与随机接入信道(RACH)过程相关联的时隙的资源中。例如，该资源可以包括在为RACH传输保留的带宽或载波中。BS 504可以接收包括对波束跟踪的请求(例如，对BRRS的请求)的指示560。基于指示560，BS 504可以确定与用于接收指示的所选择的波束525相对应的索引。在一个示例中，UE可以使用与所选择的波束525的索引相对应的资源来发送指示560。在本公开内容的一个方面中，BS 504可以在其中已经存储了映射表(例如，图8的查找表830)或可以访问该映射表，该映射表指示波束索引所对应的相应资源(例如，值或索引)。例如，BS 504可以确定在其上接收到指示560的资源，然后访问查找表以确定与所确定的波束索引相对应的波束索引(例如，与所选择的波束525相对应的索引)或资源区域。因此，BS 504可以基于用于接收指示560的资源来确定波束索引。

[0096] 参照图5D，BS 504可以基于包括在指示560中的索引来发送第二波束集合。例如，UE 502可以指示第一波束525是最优的，并且作为响应，BS 504可以基于所指示的波束索引向UE 502发送波束524、525、526的第二集合。在本公开内容的一个方面中，与第一波束集合(粗略波束集合)中的那些其它波束521、523、527相比较，基于所指示的波束索引发送的波束524、525、526的第二集合可以更靠近(例如，在空间上和/或方向上)所选择的波束525。基于所指示的波束索引发送的波束524、525、526的第二集合可被认为是“精细”波束集合或细化波束。精细波束集合中两个相邻波束之间的间距小于粗略波束集合中两个相邻波束之间的间距。在一个示例中，可以在精细波束集合中的每个波束524、525、526中发送

BRRS。在一个示例中,精细波束集合中的波束524、525、526可以是具有BS 504能够达到的最小间距的相邻波束。

[0097] 基于在精细波束集合的波束524、525、526中接收到的一个或多个BRRS,UE 502可以向BS 504发送第二指示565以指示最佳、优选的或所选择的“精细”波束或细化波束。在一个示例中,第二指示565可以使用两(2)个或更多个比特(例如,索引值)来指示所选择的波束。例如,UE 502可以发送指示与所选择的波束525相对应的索引的指示565。BS 504然后可以在随后的经波束成形的通信中使用所选择的波束525来向UE 502进行发送。

[0098] 在另一个示例中,参照图5E,BS 504可以在同步时隙期间在多个方向上发送BRS。BS 504可以连续地或周期性地发送BRS,例如,甚至在如上文参考图5D所描述的在UE 502已经传送所选择的波束525(例如,精细波束)的第二指示565之后。例如,BS 504可以同时发送或扫描分别包括BRS的波束521、523、525、527(例如,“粗略”波束集合)。可以周期性地或以预先确定的时间间隔来发送BRS。

[0099] 参照图5F,所选择的波束525(参见图5E)的质量由于各种原因(例如,UE移动和/或干扰)可能恶化或失败,从而使得UE 502可能不再能够使用所选择的波束525看到BS 504或与之通信。在那种情况下,基于在同步时隙中发送的BRS(例如,连续地或周期性地发送),UE 502可以找到在其上与BS 504通信的新波束523。例如,UE 502可以确定携带BRS的波束523是最强的、最好的或优选的。UE 502可以通过测量与粗略波束521、523、525、527的集合中的每个波束相关联的接收功率和/或接收质量;对波束的测量进行相互比较;并且选择最佳或优选的波束来选择波束。所选择的波束可以与BS 504已知的波束索引相对应。UE 502可以向BS 504发送指示该波束索引的请求570。在一个示例中,指示(请求570)可以包括波束故障恢复请求(BFRR)。

[0100] 在本公开内容的一个方面中,用于发送波束故障恢复请求(例如,图5F的请求570)的资源可以包括在与可以用于RACH过程的PRACH相关联的资源中。在一个示例中,该资源可以包括在为RACH传输保留的带宽或子载波中。在一个示例中,用于发送波束故障恢复请求(BFRR)的资源可以是与分配给PRACH的资源正交的资源。在另一个示例中,用于发送BFRR的资源可以是基于争用的RACH资源。在基于争用的RACH过程中,多个UE可以在同一个时隙中选择相同的PRACH前导码,并且BS执行争用解决过程以解决冲突。在基于非争用的RACH过程中,BS向UE指派不同的PRACH前导码以避免争用。

[0101] 仍然参照图5F,在BS 504从UE 502接收具有BFRR的请求570(参见图5F)之后,BS 504可以基于请求和/或携带请求570的资源中的至少一项来确定波束索引。波束索引可以与图5E中所示的波束集合中的波束相对应。例如,BS 504可以确定请求570被携带在与所选择的波束523的索引相对应的资源上。在一个示例中,BS 504可以在其中已经存储了映射表(例如,查找表830)或可以访问该映射表,该映射表指示与波束索引相对应的相应资源(例如,值或索引)。例如,BS 504可以确定在其上接收到请求570的资源,然后访问查找表以确定与所确定的波束索引相对应的波束索引(例如,与所选择的波束523相对应的索引)或资源区域。在一个示例中,请求570的接收期间的上行链路波束可以是波束521、523、525、527的第一集合中的一个波束。

[0102] 在本公开内容的一个方面中,参照图5G,BS 504可以基于请求570和/或其上携带请求570的资源中的至少一项来发送波束522、523、524的第二集合。在一个示例中,BS 504

可以从请求570和/或携带请求570的至少一个资源,来确定索引的范围。在一个示例中,BS 504基于在其上携带请求570的至少一个资源中的至少一个子载波来确定波束索引。

[0103] 在本公开内容的一个方面中,BS 504基于在通过其接收请求570的BS 504的不同接收链中的信号(例如,参考信号)的强度和/或质量,从索引范围内确定波束索引。例如,BS 504可以通过BS 504的多个接收链接收请求570。BS 504可以确定针对通过其接收请求570的每个接收链的请求570的信号强度。BS 504可以确定每个接收链与至少一个波束索引(例如,波束523的波束索引)相关联,并且因此BS 504可以确定与在其中检测到请求570的最高或最强信号强度的接收链相对应的波束索引。

[0104] 在本公开内容的一个方面中,BS 504可以向UE 502发送执行波束细化的指令。在一个示例中,用于执行波束细化的指令可以基于由UE 502向BS 504指示的所选的波束523。在一个示例中,BS 504可以在波束522、523、524的第二集合的一个或多个同步时隙中发送一个或多个BRRS。UE 502可以在所调度的时隙中测量BRRS以确定BS 504的最佳波束,如通过测量波束522、523、524的第二集合中的每个波束的接收功率和/或接收质量,并将测量值相互比较以确定与波束522、523、524的第二集合中的最强或最佳波束相对应的最高值。

[0105] 尽管以UE发送波束故障恢复请求(BFRR)描述了上述波束故障恢复过程,但是在不脱离本公开内容的范围的前提下,基站可以使用类似的过程来发送波束故障恢复请求。

[0106] 图6根据本公开内容的一些方面示出了上行链路(UL)时隙600内的示例性资源分配。在一些示例中,UL时隙600可以与关于图4示出和描述的时隙或子帧相对应。图6表示时间和频率域中的UL时隙600的资源(例如,RB 408)。时间在水平方向上表示,频率在垂直方向上表示。物理随机接入信道(PRACH)602可以基于PRACH配置在一个或多个时隙内。在一些示例中,PRACH 602可以包括一个或多个时隙内的连续资源(例如,RB)。UE使用PRACH来执行初始系统接入并使用接入过程(例如,RACH过程)来实现UL同步。物理上行链路控制信道(PUCCH)604可以位于例如UL系统带宽的边缘。PUCCH 604可以携带上行链路控制信息(UCI),例如调度请求、信道质量指示符(CQI)、预编码矩阵指示符(PMI)、秩指示符(RI)和HARQ ACK/NACK反馈。调度实体(例如,基站、eNB、gNB)还可以将UL时隙600的某些资源分配给携带用户数据并且可以另外携带缓冲器状态报告(BSR)、功率余量报告(PHR)和/或UCI的UL数据信道(例如,PUSCH)。

[0107] 在本公开内容的一些方面中,UE可以使用与其它RACH资源602正交的基于非争用的RACH资源(例如,不同的载波和/或序列),来在信道606上发送波束故障恢复请求(例如,图5F的请求570)。在RACH过程中,UE在PRACH上发送随机接入前导码。在该示例中,基于非争用的信道606使用与基于争用的PRACH 602的子载波不同的子载波。但是,在具有大量设备的系统或网络中,这种基于非争用的方法可能会消耗大量的网络资源。

[0108] 在本公开内容的一些方面中,UE可以使用基于争用的资源来补充和/或替代用于发送波束故障恢复请求(BFRR)或调度请求(SR)的基于非争用的资源。在基于争用的RACH过程中,参照图7,UE 502可以使用基于争用的RACH资源来向BS 504发送(在702处)RACH前导码(消息1)。响应于RACH前导码,BS 504向UE 502发送(在704处)随机接入响应(消息2)。随机接入响应可以包括与UE的UL资源有关的信息,诸如定时提前、临时小区无线电网络临时标识符(C-RNTI)、UL准许等。然后,UE可以基于临时C-RNTI向BS 504发送(在706处)RRC连接请求消息(消息3)。在一些示例中,UE可以在RRC连接请求消息中指示:RACH过程的执行是出

于传送BFRR的目的。在RACH过程结束时,UE 502可以从BS 504接收(在708处)RRC连接建立消息(消息4)。在该示例中,UE 502需要在其可以发送BFRR之前完成上述4个步骤的基于争用的RACH过程。因此,在RACH过程完成之前,BS 504不知道UE对波束恢复的意图。这种方法增加了波束故障恢复的时延。

[0109] 在本公开内容的一些方面中,UE可以通过使用RACH过程向基站传送BFRR来向基站通知其波束故障恢复的意图,从而减少波束恢复时延。在一些示例中,基站可以专用或分配用于发送基于争用的RACH消息(用于初始接入、切换、寻呼响应等)和BFRR二者的RACH资源的集合。专用于基于争用的RACH通信和波束故障恢复请求二者的资源的集合可以包括所有RACH资源(例如,RACH资源602)的全部或部分。资源可以包括时间(例如,时隙)、频率(例如,载波或音调)和/或前导码。

[0110] 图8是示出了使用处理系统814的调度实体800的硬件实现的示例的框图。例如,调度实体800可以是如图1、图2、图3、图5A-图5G、图7和/或图12中的任意一个或多个图中所示的用户设备(UE)。在另一个示例中,调度实体800可以是如图1、图2、图3、图5A-图5G、图7和/或图12中的任意一个或多个图中所示的基站。

[0111] 调度实体800可以用包括一个或多个处理器804的处理系统814来实现。处理器804的示例包括被配置为执行贯穿本公开内容所描述的各种功能的微处理器、微控制器、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑器件(PLD)、状态机、门控逻辑、分立硬件电路以及其它适当的硬件。在各个示例中,调度实体800可以被配置为执行本文中描述的功能和算法中的任意一个或多个。也就是说,处理器804(如在调度实体800中所使用的)可用于实现下文中描述的以及图11-图14中示出的过程和程序中的任意一个或多个。

[0112] 在该示例中,可以用总线架构(其通常用总线802表示)来实现处理系统814。总线802可以包括任何数量的互连总线以及桥,这取决于处理系统814的具体应用以及总体的设计约束。总线802将包括一个或多个处理器(通常由处理器804表示)、存储器805和计算机可读介质(通常由计算机可读介质806表示)的各种电路通信地耦接在一起。总线802还可以将诸如定时源、外围设备、电压调节器以及功率管理电路的各种其它电路链接在一起,这些电路是本领域中公知的,因此将不再进一步描述。总线接口808提供总线802与收发机810之间的接口。收发机810提供通信接口或者用于在传输介质上与各种其它装置进行通信的单元。根据装置的性质,还可以提供用户接口812(例如,键盘、显示器、扬声器、麦克风、操纵杆)。当然,这样的用户接口812是可选的,并且在一些示例(如基站)中可以省略。

[0113] 在本公开内容的一些方面中,处理器804可以包括被配置用于各种功能的电路,包括例如处理电路840、通信电路842、RACH电路844和波束成形通信电路846。处理电路840可以被配置为执行各种数据处理和逻辑功能。通信电路842可以被配置为使用收发机810来执行各种UL和DL通信功能。UL通信功能可以包括用于从一个或多个被调度实体接收UL控制和数据的各种功能。DL通信功能可以包括用于向一个或多个被调度实体发送DL控制和数据的各种功能。RACH电路844可以被配置为执行基于争用和/或基于非争用的RACH过程。波束成形通信电路846可以被配置为执行贯穿本公开内容所描述的各种波束成形功能。举例来说,波束成形通信电路846可以被配置为使用收发机810及天线阵列820用于在RACH过程期间使用基于争用的资源来执行波束故障恢复过程。

[0114] 处理器804负责管理总线802和一般处理,包括执行计算机可读介质806上存储的

软件。当处理器804执行软件时,软件使处理系统814为任何特定的装置执行下述各种功能。计算机可读介质806和存储器805还可以被用于存储由处理器804在执行软件时操控的数据。调度实体可以将包括多个波束索引的查找表830存储在存储器805中。每个波束索引与可用于波束成形通信的波束及其相关联的资源相对应。

[0115] 处理系统中的一个或多个处理器804可以执行软件。无论是被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或其它名称,软件应该被广义地解释为意指指令、指令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用、软件应用、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行线程、过程、函数等。软件可以位于计算机可读介质806上。计算机可读介质806可以是非临时性计算机可读介质。举例而言,非临时性计算机可读介质包括磁存储设备(例如,硬盘、软盘、磁带)、光盘(例如,压缩光盘(CD)或数字多功能光盘(DVD))、智能卡、闪存设备(例如,卡、棒或密钥驱动器)、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、寄存器、可移动磁盘、以及用于存储可以由计算机访问和读取的软件和/或指令的任何其它合适的介质。计算机可读介质806可以位于处理系统814之中、处理系统814之外、或者分布在包括处理系统814的多个实体中。计算机可读介质806可以通过计算机程序产品来体现。举例而言,计算机程序产品可以包括封装材料中的计算机可读介质。本领域的技术人员将会认识到如何根据特定应用和施加于整个系统的整体设计约束来最佳地实现贯穿本公开内容所呈现的描述的功能。

[0116] 在一个或多个示例中,计算机可读存储介质806可以包括被配置用于各种功能的软件,包括例如处理指令852、通信指令854、RACH指令856和波束成形通信指令858。与处理电路840协作的处理指令852可以执行各种数据处理和逻辑功能。与通信电路842协作的通信指令854可以使用收发机810来执行各种UL和DL通信功能。与RACH电路844协作的RACH指令856可以执行基于争用和/或基于非争用的RACH过程。与波束成形通信电路846协作的波束成形通信指令858可以执行贯穿本公开内容所描述的各种波束成形功能。

[0117] 图9是示出了使用处理系统914的示例性被调度实体900的硬件实现的示例的概念图。根据本公开内容的各个方面,要素或者要素的任何部分或者要素的任何组合可以用包括一个或多个处理器904的处理系统914来实现。例如,被调度实体900可以是如图1、图2、图3、图5A-图5G、图7和/或图12中的任意一个或多个图中所示的UE或被调度实体。

[0118] 处理系统914实质上可与图8中示出的处理系统814相同,包括:总线接口908、总线902、存储器905、处理器904以及计算机可读介质906。另外,被调度实体900可以包括本质上与上面图8中所描述的那些内容类似用户接口912、收发机910以及天线阵列920。也就是说,处理器904(如在被调度实体900中所使用的)可用于实现图11-图14中所描述和示出的过程和功能中的任意一个或多个。在一些示例中,被调度实体可以将映射或查找表960存储在存储器905中。查找表960包括多个波束索引以及与波束索引相关联的相应资源。

[0119] 在本公开内容的一些方面中,处理器904可以包括被配置用于本公开内容中描述的各种功能的各种电路。处理器904可以包括与波束检测指令950协作的波束检测电路940,其被配置为执行各种波束检测功能。例如,波束检测电路940可以被配置为:使用天线阵列920检测来自基站的波束集合,如通过检测在每个波束的同步时隙中发送的波束参考信号(BRS)。基站可以周期性地在每个波束中发送BRS。处理器904还可以包括与波束选择指令952协作的波束选择电路942,其被配置为选择波束。例如,被调度实体可以通过测量与波束

集合中的每个波束相关联的接收功率和/或质量并且选择与最高功率和/或信号质量相对应的波束,来选择波束。

[0120] 处理器904还可以包括与波束恢复指令954协作的波束恢复电路944,其被配置为执行各种波束故障恢复功能。例如,波束恢复电路944可以被配置为:基于所选择的波束或索引来确定用于发送波束故障恢复请求(BFRR)的资源(例如,时间、频率和前导码)。被调度实体可以使用基于争用的RACH资源来发送BFRR。处理器904还可以包括与通信指令956协作的通信电路946,其被配置为执行各种无线通信功能。例如,通信电路946可以被配置为执行RACH过程,包括发送/接收RACH前导码、RACH响应、RRC连接请求以及RRC连接建立消息。通信电路946可以被配置为在RACH过程期间发送或接收BFRR。

[0121] 图10是根据本公开内容的一些方面示出在UE或被调度实体处可操作的波束故障恢复过程1000的流程图。如下所述,在本公开内容的范围内的特定实现中可以省略一些或全部图示特征,并且对于所有实施例的实现来说,一些图示特征可能是不需要的。在一些示例中,过程1000可以由图9中所示的被调度实体900来执行。在一些示例中,过程1000可以由用于执行下文描述的功能或算法的任何合适的装置或手段来执行。

[0122] 被调度实体900(例如,UE)可以使用与图5A-图5G中示出的示例类似的波束成形来与基站或调度实体进行通信。当被调度实体丢失其用于与基站通信的当前波束时,被调度实体可以执行波束故障恢复过程1000来恢复。在框1001处,被调度实体可以利用其波束检测电路940来确定与调度实体(例如,基站)的当前波束的波束故障。例如,当波束的信号强度低于特定阈值或检测不到时,被调度实体可检测到波束故障状况(例如,波束丢失或失败)。在框1002处,被调度实体可利用波束检测电路940来检测来自基站的波束集合,例如通过检测在每个波束的同步时隙中发送的波束参考信号(BRS)。例如,参考图5E,被调度实体可以通过检测在每个波束521、523、525、527的同步时隙中发送的BRS来检测波束521、523、525、527的第一集合。基站可以周期性地在每个波束中发送BRS。

[0123] 在框1004处,被调度实体可以利用其波束选择电路942来从该波束集合中选择波束替换当前波束,以从波束故障状况中恢复。例如,被调度实体可以对与波束521、523、525、527的第一集合中的每个波束相关联的接收功率和/或质量进行测量。然后,被调度实体可以选择具有最高功率和/或最佳质量的波束。所选择的波束可以与基站或调度实体已知的波束索引相对应。例如,被调度实体可以将包括多个波束索引的查找表830存储在存储器805中。在一个示例中,被调度实体可以选择具有最高功率和/或最佳质量的波束(例如,图5F的波束523)。被调度实体可以基于波束的BRS来确定功率和质量。

[0124] 在框1006处,被调度实体可以利用其波束恢复电路944,基于所选择的波束或索引来确定用于发送波束故障恢复请求(BFRR)的资源(例如,时间、频率和前导码)、序列和/或波形。例如,被调度实体可以确定资源包括某些基于争用的RACH资源当中可以用于向基站传送BRFF的某些符号、子载波和/或前导码。该资源可以是由被调度实体用来发送PRACH的时间和频率资源位置(例如,RACH资源602)。被调度实体可以使用任何合适的序列在PRACH上进行发送。例如,被调度实体可以使用Zadoff Chu序列在PRACH上进行发送,并且Zadoff Chu序列的所选根和循环移位可以被认为是波形的部分。波形、序列和RACH资源的组合也可以表示为前导码。在本公开内容的一些方面中,调度实体可以通过下列各项中的一项或多项来向被调度实体通知这些基于争用的RACH资源:主信息块(MIB)、系统信息块(SIB)、最小

系统信息(MSI)、主系统信息块(MSIB)、剩余最小系统信息(RMSI)块、其它系统信息(OSI)以及无线电资源控制(RRC)信令。调度实体(例如,基站,eNB,gNB)可以周期性地、非周期性地和/或按需发送信息。在一些示例中,调度实体可以提供关于专用于UE的PDCCH和/或物理下行链路共享信道(DPSCH)的信息。在5G NR中,网络可以在各种系统信息块(例如,SIB1、SIB2、SIB3等)中广播系统信息。SIB1和SIB2一起可以被称为RMSI,它是UE需要经过RACH程序以进入系统的系统信息的绝对最小值。SIB3加上所有其它SIB(不包括SIB2和SIB2)可被称为其它系统信息(OSI)。

[0125] 在本公开内容的一个方面中,被调度实体可以在其中已经存储了映射或表格(例如,图9的查找表960)或可以访问该映射或表格,该映射或表格指示波束索引所对应的相应资源(例如,值或索引)。例如,UE可以确定波束索引,然后访问查找表以确定与所确定的波束索引相对应的资源索引或区域。

[0126] 在框1008处,被调度实体可以在所确定的资源上向基站发送BFRR作为RACH前导码(消息1)。例如,基站可以专用一个或多个前导码来传送BFRR。被调度实体可以利用其通信电路946和/或收发机910来经由天线阵列920发送RACH前导码(BFRR)。用于发送RACH前导码的资源可以指示传输的目的是发送BFRR。资源可以和与所选择的波束相关联的索引相对应。因此,RACH前导码传输实际上将BFRR传送给调度实体。例如,被调度实体可以利用通信电路946和收发机910向基站发送BFRR作为RACH前导码。在本公开内容的一个方面中,用于发送BFRR的资源可以包括在专用于基于争用的RACH和BFRR的基于争用的RACH资源602中。基站或调度实体可以接收RACH前导码,该RACH前导码使用与所确定的资源或波束索引相对应的所选择的波束来传达BFRR。

[0127] 在框1010处,被调度实体可以从基站接收响应于RACH前导码(即,BFRR)的RACH响应(消息2)。被调度实体可以利用通信电路946、收发机910和天线阵列920来接收RACH响应。在本公开内容的一些方面中,基站可以在RACH响应中向被调度实体询问:被调度实体是否在执行RACH过程来传送或发送BFRR。例如,RACH响应可以包括标志或字段(例如,一比特字段),其可以被设置为预先确定的值以指示该询问。

[0128] 在框1012处,被调度实体可以利用通信电路946和收发机910来向基站发送RRC连接请求(消息3)。在本公开内容的一个方面中,被调度实体可以使用RRC连接请求来向基站通知:在执行当前RACH过程以发送BFRR。也就是说,RRC连接请求可以被配置为指示:出于传达BFRR的目的而发送了RACH前导码。例如,RRC连接请求可以包括标志或字段(例如,一比特字段),其可以被设置为预先确定的值以指示在执行RACH过程以发送BFRR。在本公开内容的一个方面中,只有当基站在RACH响应(消息2)中询问UE的意图时,被调度实体才可以在消息3中指示其波束恢复意图。

[0129] 在框1014处,被调度实体从基站接收RRC连接建立消息(例如,消息4)。在一些示例中,基站可以在RRC连接建立消息期间或之后分配一些波束细化资源。在一些示例中,基站可以在RRC连接建立消息期间或之后基于该请求向被调度实体发送波束跟踪或细化信号(例如,BRRS)。被调度实体可以基于上文关于图5A-图5G或其它波束恢复过程所描述的过程来执行波束细化。

[0130] 图11是根据本公开内容的一些方面示出在调度实体处可操作的波束故障恢复过程1100的流程图。如下所述,在本公开内容的范围内的特定实现中可以省略一些或全部图

示特征，并且对于所有实施例的实现来说，一些图示特征可能是不需要的。在一些示例中，过程1100可以由图8中所示的调度实体800来执行。在一些示例中，过程1100可以由用于执行下文描述的波束故障恢复功能或算法的任何合适的装置或手段来执行。

[0131] 在本公开内容的一些方面中，调度实体800可以专用RACH资源的集合(例如，时间、频率和/或前导码)来发送基于争用的RACH消息以及波束故障恢复请求(BFRR)，类似于上文关于图6和图10所描述的那些内容。

[0132] 在框1102处，调度实体可以使用通信电路842、收发机810和天线阵列820(参见图8)来从UE或被调度实体接收RACH前导码。可以在专用于基于争用的RACH和BFRR二者的通信资源(例如，图6的PRACH 602)上接收RACH前导码。使用特定资源来接收RACH前导码指示与从其接收到RACH前导码的波束相对应的波束索引。也就是说，调度实体可以在与关联于基于争用的RACH资源的波束索引或资源相对应的波束上接收BFRR。

[0133] 在框1104处，响应于RACH前导码，调度实体可以向UE发送RACH响应(消息2)。调度实体可以使用其RACH电路844基于所接收的RACH前导码来确定RACH响应。调度实体还可以使用通信电路842和收发机810/天线阵列820来向UE发送RACH响应。在本公开内容的一些方面中，调度实体可以在RACH响应中向UE询问：UE是否出于发送或传达BFRR的目的在执行RACH过程。例如，RACH响应可以包括标志或字段(例如，一比特字段)，其可以被设置为预先确定的值以指示该询问。

[0134] 在框1106处，调度实体可以使用通信电路842和收发机810/天线阵列820来从UE接收RRC连接请求(消息3)。在本公开内容的一个方面中，RRC连接请求可以指示UE执行RACH过程的意图是出于波束故障恢复的目的。也就是说，RRC连接请求可以指示先前发送的RACH前导码包括BFRR。例如，RRC连接请求可以包括标志或字段(例如，一比特字段)，其被设置为预先确定的值以指示执行RACH过程以发送或传送BFRR。在本公开内容的一个方面中，仅在调度实体在框1104处在RACH响应(消息2)中询问UE的意图的情况下，UE才通知其在执行RACH过程中的波束恢复意图。

[0135] 在框1108处，调度实体可以向UE发送RRC连接建立消息(消息4)。调度实体可以使用RACH电路844来确定RRC连接建立消息，并且使用通信电路842和收发机810/天线阵列820来向UE发送RRC连接建立消息。在一些示例中，调度实体可以在RRC连接建立消息期间或之后，利用其波束成形电路846分配波束细化资源。在一些示例中，调度实体可以在RRC连接建立消息期间或之后使用波束形成电路846来向UE发送波束追踪或细化信号(例如，BRRS)。在其它示例中，调度实体可以在RACH过程之后执行其它波束成形功能。

[0136] 图12是根据本公开内容的一些方面示出用于使用共同分配给多个UE的RACH资源发送波束故障恢复请求(BFRR)的信令的图。基站(BS)1202或调度实体可以向多个UE 1204或被调度实体分配相同的RACH资源(例如，RACH前导码和/或时间-频率资源)，使得可以减少资源使用的开销。基站1202可以是图1-图3、图5A-图5G、图7和/或图12中所示的任何基站或调度实体。UE 1204(例如，UE1和UE2)可以是图1-图3、图5A-图5G、图7和/或图12中所示的任何UE或被调度实体。

[0137] 参考图12，第一UE 1204(UE1)可以使用被指派或分配给多个UE的基于争用的RACH资源602(参见图6)来向基站1202发送第一RACH前导码1206(消息1)。在一些示例中，UE1可以发送第一RACH前导码1206以传送BFRR或调度请求。第二UE 1204(UE2)可以使用相同的

RACH资源来向基站发送相同的RACH前导码1206。在这种情况下,因为相同的RACH资源(例如,RACH前导码和/或时间-频率资源)被指派给多个UE1204,因此基站1202需要确定这些UE中的哪个UE(UE1或UE2)发送了RACH前导码1206。在这种情况下,如果这些UE 1204已经在与基站相关联的小区内或驻留在与基站相关联的小区上,则UE1和UE2可能对基站1202而言不是完全“新”的。在这种情况下,UE 1204中的每个UE可能已经具有先前由基站分配的C-RNTI等,并且基站1202不在RACH响应中分配临时C-RNTI。

[0138] 在RACH响应1208(消息2)中,基站1202可以请求UE 1204在其第一UL消息中揭示它们各自的C-RNTI。例如,UE 1204可以向基站1202发送包括它们各自的C-RNTI的RRC连接请求消息(消息3)1210。然后,基站1202可以在DL消息中确认UE的C-RNTI。例如,基站可以使用其相应的C-RNTI来向每个UE发送RRC连接建立消息1212(消息4)。如果C-RNTI匹配,则基站和UE可以完成波束故障恢复过程。

[0139] 在一个示例中,如果基站确定所接收的C-RNTI与可以使用RACH过程来传达BFRR的UE的C-RNTI相匹配,则基站可以通过RACH过程的消息4来发送波束细化信号。在一些示例中,基站可以通过消息2发送波束细化信号或CSI-RS。基站可以分配某些RACH时间-频率资源和前导码来传达常规RACH消息(旨在用于初始接入/切换等)和BFRR二者。当基站通过这些资源接收到RACH前导码(消息1)时,基站可以假定发送了RACH消息来传达BFRR。然后,基站可以在消息2中向UE发送波束RS或CSI-RS,假定UE可能尽可能早地需要这些波束细化信号。在这种情况下,基站使波束故障恢复优先于这些资源区域中的其它信号(例如,RACH)。可以基于UE选择用于发送BFRR的波束来确定细化波束。如果所接收的C-RNTI与可以使用RACH过程发送BFRR的UE的C-RNTI不匹配,则在一个示例中,基站可以中止RACH过程,因为该UE是不应该通过该前导码来发送BRFF的。在这种情况下,基站可以不发送消息4(即,对RRC连接请求的响应)。换句话说,基站不发送由C-RNTI加扰的消息4(例如,PDCCH)。如果UE没有接收到由其先前发送的C-RNTI加扰的消息4/PDCCH,则UE在例如争用解决定时器(ContentionResolutionTimer)结束时中止RACH过程。

[0140] 在另一个示例中,即使当所接收的C-RNTI与可以使用RACH过程发送BFRR的UE的C-RNTI不匹配时,基站也可以继续RACH过程,因为UE可能已经尝试了其指派的前导码若干次,但是出于各种原因而并没有通过。例如,如果UE使用了“错误的”前导码,则基站仍然可以在RACH过程中通过消息4发送波束细化/跟踪信号。

[0141] 在本公开内容的一些方面中,上文关于图10-图12描述的RACH过程可以由UE适配或用于向基站发送调度请求。

[0142] 图13是根据本公开内容的一些方面示出在调度实体处可操作的波束故障恢复过程1300的流程图。如下所述,在本公开内容的范围内的特定实现中可以省略一些或全部图示特征,并且对于所有实施例的实现来说,一些图示特征可能是不需要的。在一些示例中,过程1300可以由图8中所示的调度实体800来执行。在一些示例中,过程1300可以由用于执行下文描述的波束故障恢复功能或算法的任何合适的装置或手段来执行。

[0143] 在框1302处,调度实体可以使用RACH电路844来向包括UE的多个被调度实体指派RACH资源(例如,RACH前导码和/或时间-频率资源)以用于传达或传送波束故障恢复请求(BFRR)。在一个示例中,被调度实体可以是图12的UE 1204。调度实体可以使用通信电路842和收发机810在例如PSS、SSS、PBCH、RMSI、其它系统信息(OSI)、PDCCH、RRC消息或切换消息

中向多个被调度实体发送RACH资源的资源分配信息。该资源可以包括预先确定的RACH前导码和/或时间-频率资源。

[0144] 在框1304处,调度实体可以使用通信电路842和收发机810使用所指派的RACH资源在RACH过程中从UE接收BFRR。例如,RACH过程可以与上文关于图12描述的RACH过程相同。在框1306处,调度实体可以使用RACH电路844来在RACH过程中请求UE提供C-RNTI或UE ID。在该示例中,调度实体不在RACH过程中向UE指派临时C-RNTI,因为UE对于网络来说已经是已知的。在框1308处,调度实体可以使用通信电路842在RACH过程中从UE接收C-RNTI。使用关于图12和图13描述的以上过程,调度实体可以通过将相同的基于争用的RACH资源指派给可以使用基于争用的RACH过程来发送BFRR的多个UE,来减少RACH资源使用的开销。

[0145] 图14是根据本公开内容的一些方面示出在UE或被调度实体处可操作的波束故障恢复过程1400的流程图。如下所述,在本公开内容的范围内的特定实现中可以省略一些或全部图示特征,并且对于所有实施例的实现来说,一些图示特征可能是不需要的。在一些示例中,过程1400可以由图9中所示的被调度实体900来执行。在一些示例中,过程1400可以由用于执行下文描述的波束故障恢复功能或算法的任何合适的装置或手段来执行。

[0146] 在框1402处,UE可以使用其通信电路946从调度实体接收对指派给包括UE的多个被调度实体的用于传达或传送波束故障恢复请求(BFRR)的RACH资源的指派。例如,多个被调度实体可以包括图12的UE1和UE2。UE可以在PSS、SSS、PBCH、RMSI、OSI、PDCCH、RRC消息或切换消息中接收RACH资源的分配信息。RACH资源可以包括RACH前导码和/或时间-频率资源。

[0147] UE可以使用其波束检测电路940来确定其当前波束丢失或失败。在框1404处,UE可以使用其波束恢复电路944和通信电路946来利用所指派的RACH资源在RACH过程中向调度实体发送BFRR。例如,RACH过程可以与上文关于图11和图12描述的RACH过程相同。

[0148] 在框1406处,UE可以使用其通信电路946从调度实体接收提供C-RNTI或UE ID的请求。在该示例中,基站不向UE指派临时C-RNTI,因为UE对于网络来说可能是已知的。在框1408处,UE可以使用通信电路946在RACH过程中向调度实体发送C-RNTI。在该过程1400中,UE使用指派给多个UE的基于争用的RACH过程以及基于争用的RACH资源来发送BFRR,使得可以减少资源使用或开销。

[0149] 在一种配置中,用于无线通信的装置800和/或900包括用于如上文关于图10-图14所描述的在RACH过程中执行波束故障恢复的单元。在一个方面中,上述单元可以是图8/9中所示的被配置为执行通过上述单元所记载的功能的处理器804/904。在另一个方面中,上述单元可以是被配置为执行通过上述单元所记载的功能的电路或者任何装置。

[0150] 当然,在以上示例中,提供包括在处理器804/904中的电路仅作为示例,并且用于执行所描述的功能的其它手段可以包括在本公开内容的各个方面内,包括但不限于存储在计算机可读存储介质806/904中的指令,或者在图1、图2、图3、图5A-图5G、图7和/或图12中的任何一个图中描述的任何其它合适的装置或单元,并且利用例如在本文中关于图10-图14描述的过程和/或算法。

[0151] 已经参考示例性实现给出了无线通信网络的若干方面。如本领域技术人员将容易理解的,可以将贯穿本公开内容所述的各个方面扩展至其它电信系统、网络架构和通信标准。

[0152] 举例来说,可以在由3GPP定义的其它系统(如长期演进(LTE)、演进分组系统(EPS)、通用移动电信系统(UMTS)和/或全球移动系统(GSM))内实现各个方面。各个方面还可以扩展到由第三代合作伙伴计划2(3GPP2)定义的系统,诸如CDMA2000和/或演进数据优化(EV-DO)。其它示例可以在采用IEEE 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、超宽带(UWB)、蓝牙和/或其它合适系统的系统内实现。所采用的实际的电信标准、网络架构和/或通信标准将取决于具体的应用和对该系统所施加的总体设计约束。

[0153] 在本公开内容中,“示例性”一词意指“用作示例、实例或说明”。在本文中被描述为“示例性”的任何实现或方面不一定被解释为优选的或者比本公开内容的其它方面更有优势。同样地,术语“方面”并不要求本公开内容的所有方面包括所讨论的特征、优点或操作模式。在本文中使用术语“耦接”来指代两个对象之间的直接或间接耦接。例如,如果对象A物理地接触对象B,并且对象B接触对象C,那么仍然可认为对象A和C彼此耦接—即使它们并未直接物理地接触彼此。例如,第一对象可耦接到第二对象,即使第一对象从未与第二对象直接物理地接触。术语“电路”和“电路系统”被广义地使用,并旨在包括电子设备和导体的硬件实现(当其被连接和配置时能够执行本公开内容中所描述的功能,没有对电子电路类型的限制)以及信息和指令的软件实现(当由处理器执行时,其能够执行本公开内容中描述的功能)二者。

[0154] 可以将图1-图14中示出的组件、步骤、特征和/或功能中的一个或多个重新布置和/或组合成单个组件、步骤、特征或功能,或者体现在若干个组件、步骤或功能中。在不脱离本文所公开的新颖性特征的前提下,也可以添加额外的要素、组件、步骤和/或功能。图1-14中示出的装置、设备和/或组件可以被配置为执行本文中描述的方法、特征或步骤中的一个或多个。本文中描述的新颖性算法还可以在软件中有效地实现和/或嵌入硬件中。

[0155] 应当理解的是,所公开的方法中的步骤的具体顺序或层次是示例性方法的说明。应当理解的是,根据设计偏好,可以重新布置这些方法中的步骤的具体顺序或层次。所附的方法权利要求以示例顺序给出各种步骤的要素,除非在该处特别说明,否则并不意味着受限于所给出的具体顺序或层次。

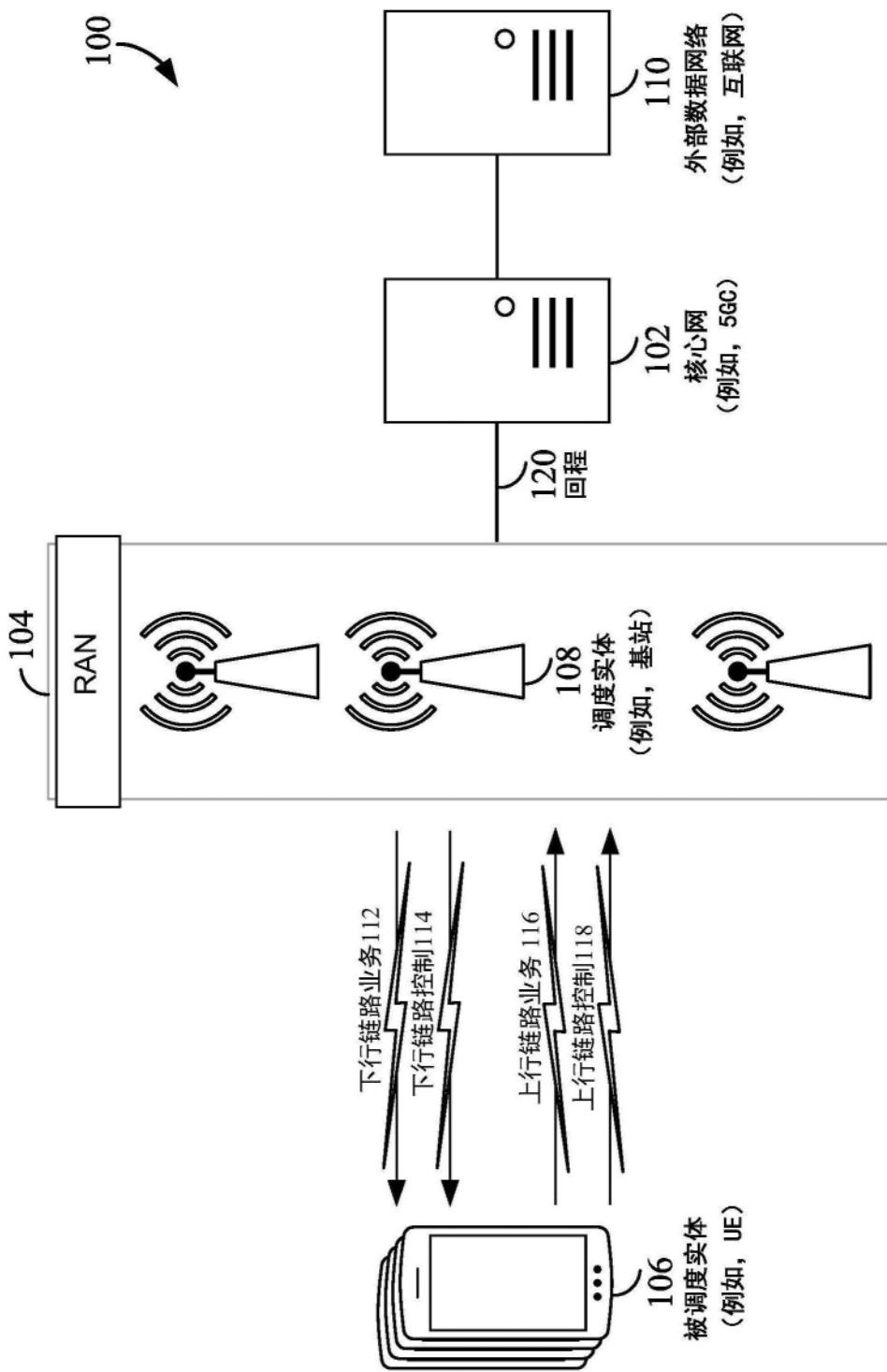


图1

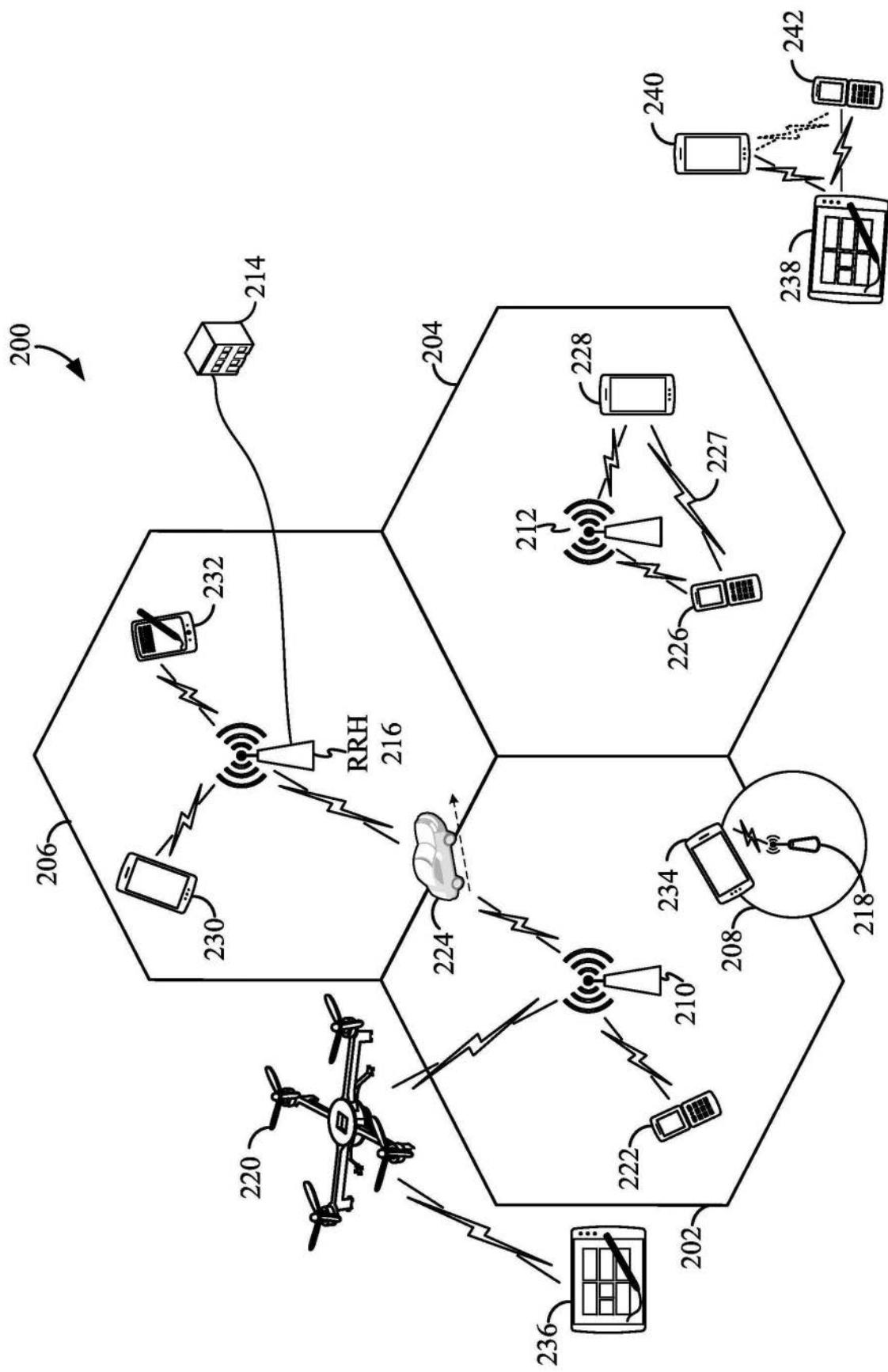


图2

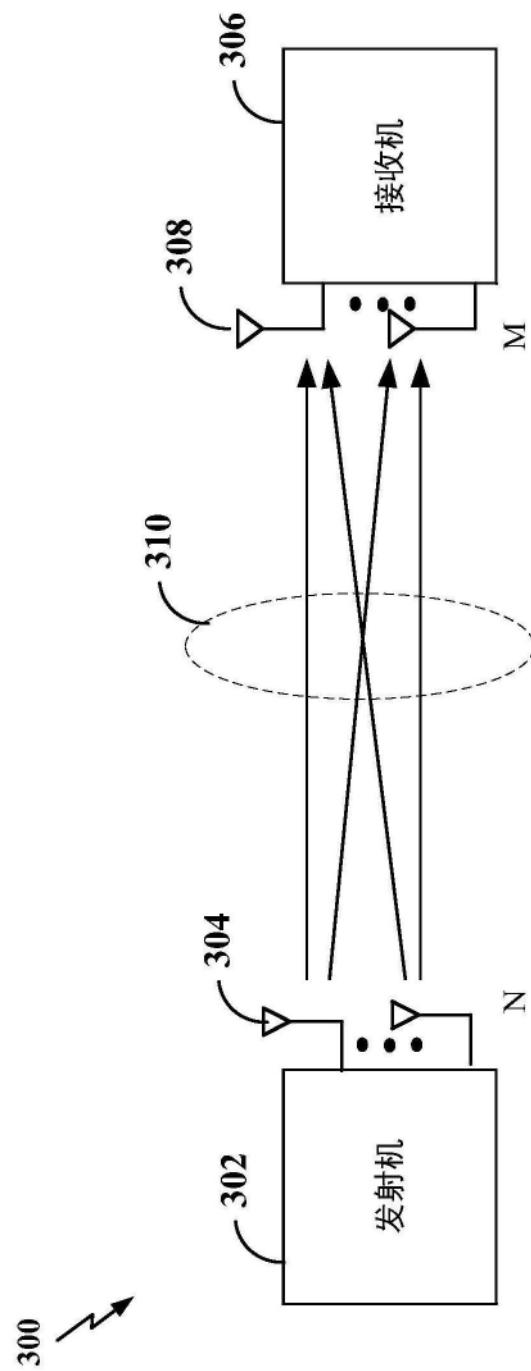


图3

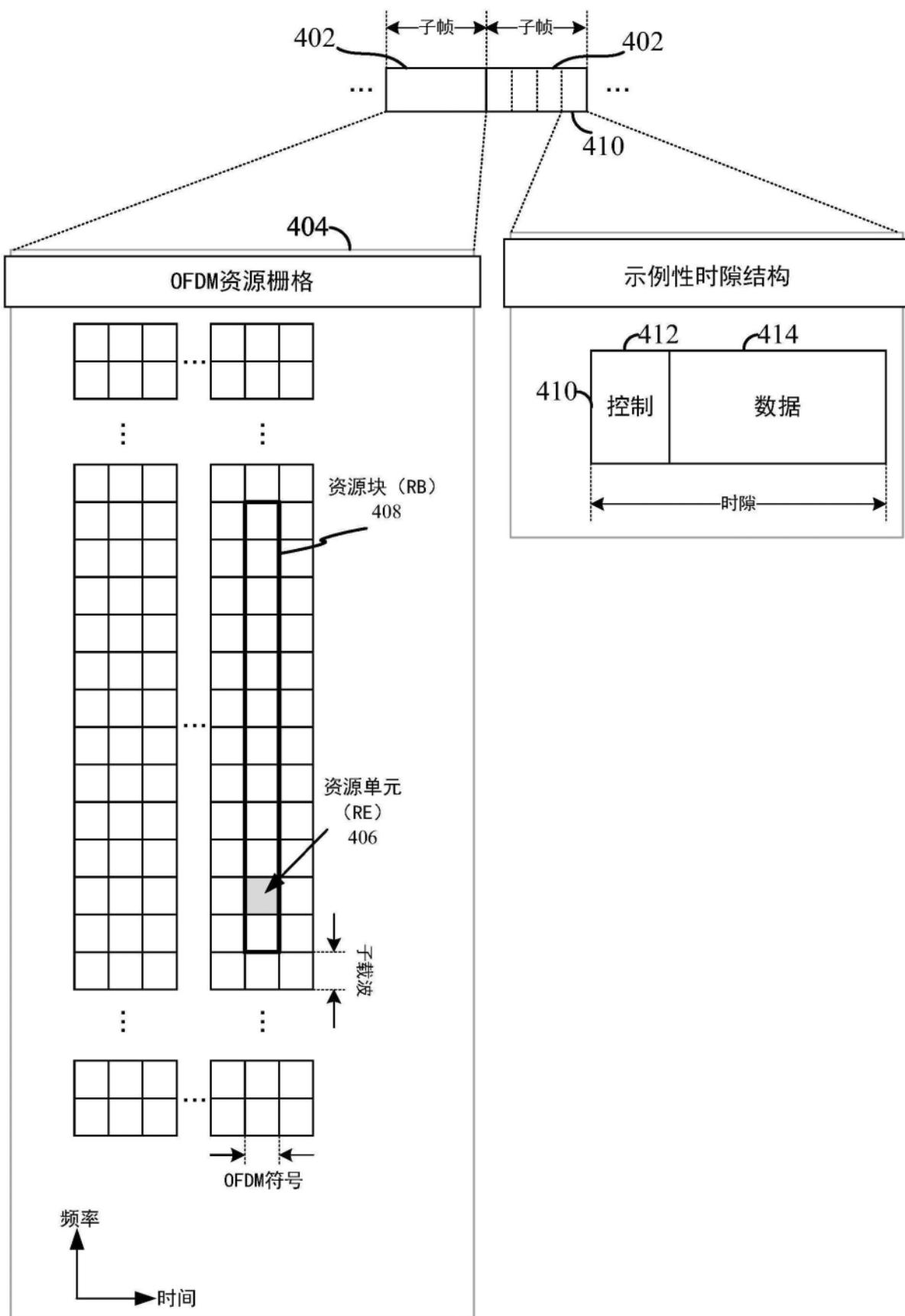


图4

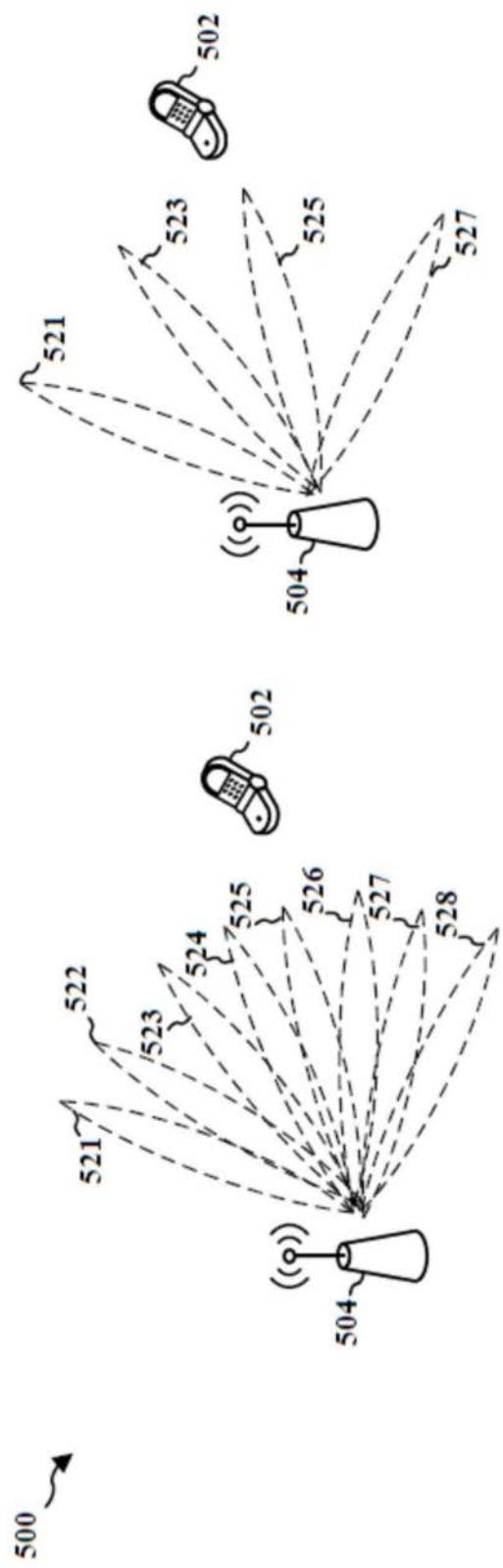


图5B

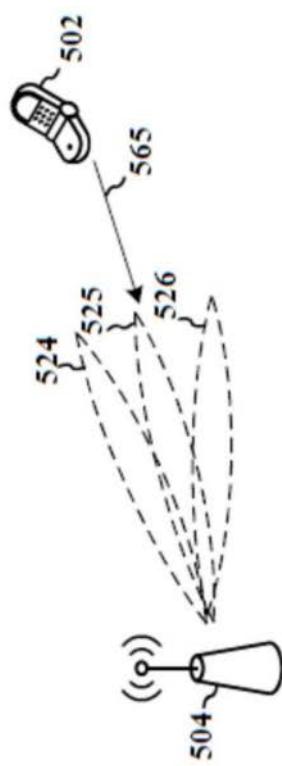
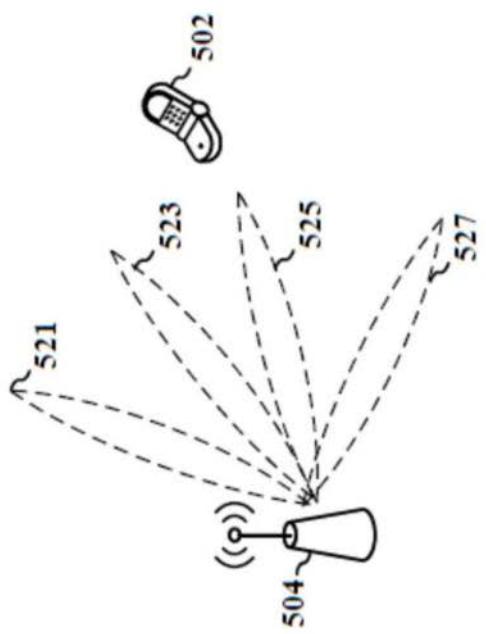


图5D

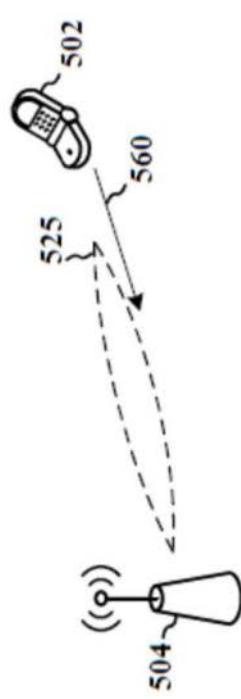


图5A

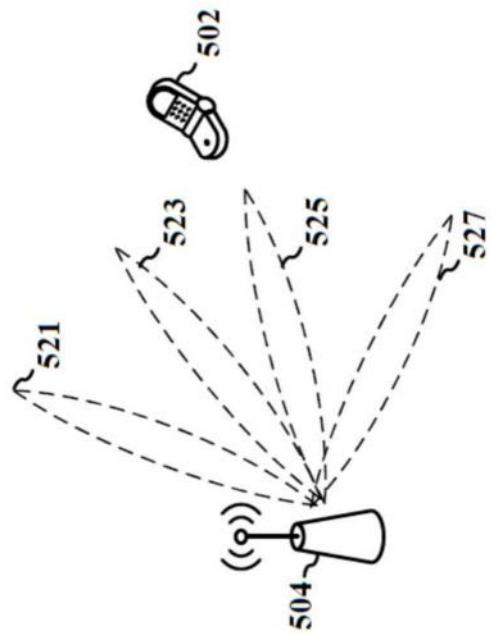


图5E

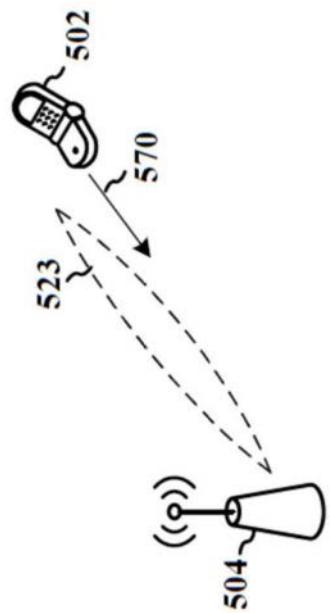


图5F

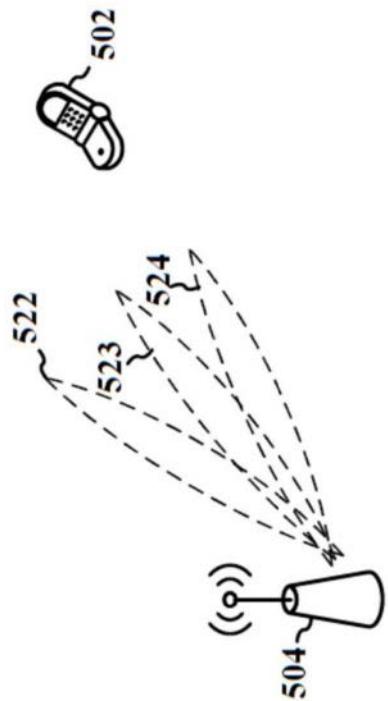


图5G

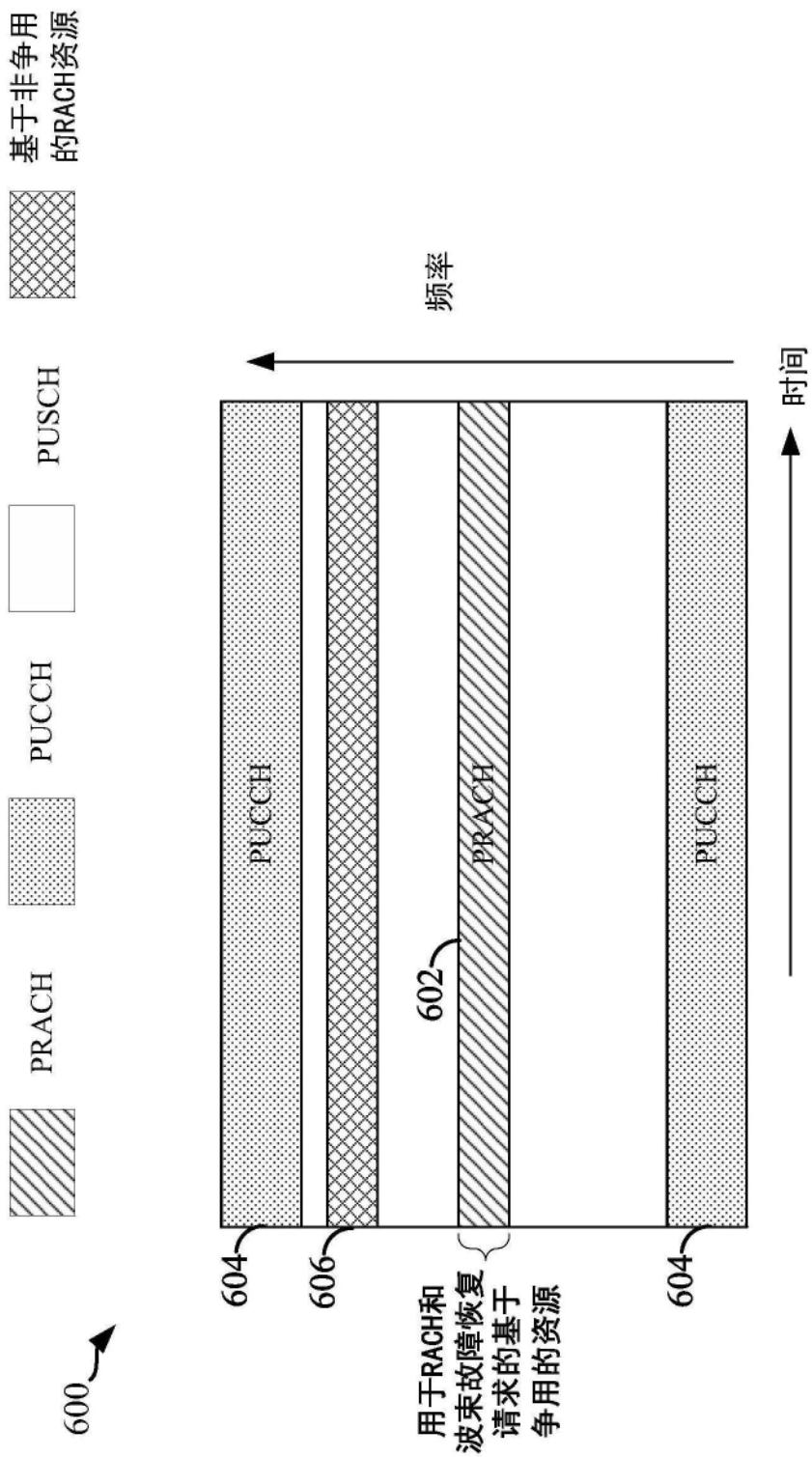


图6

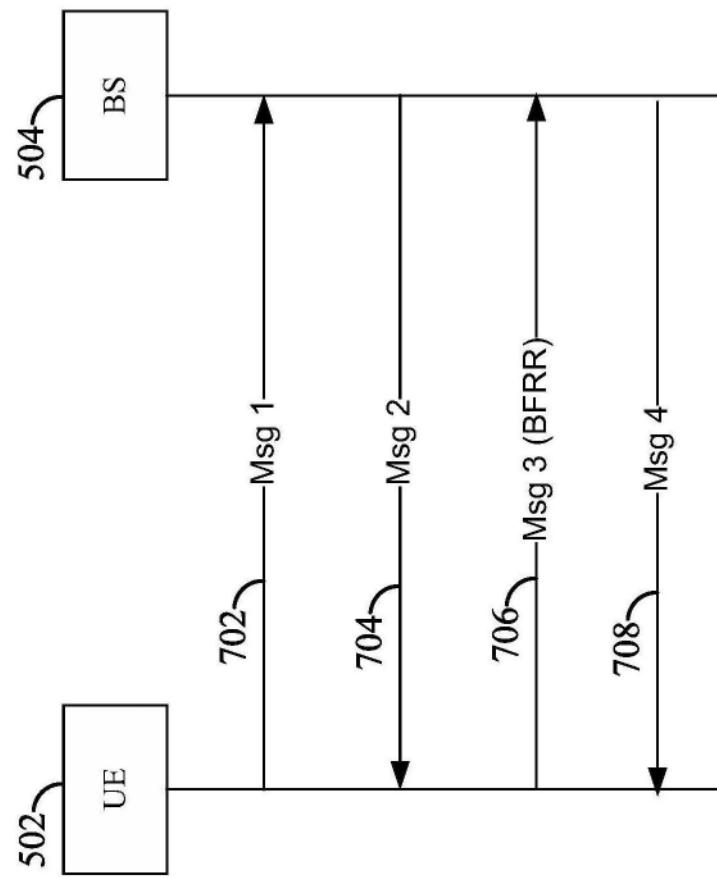


图7

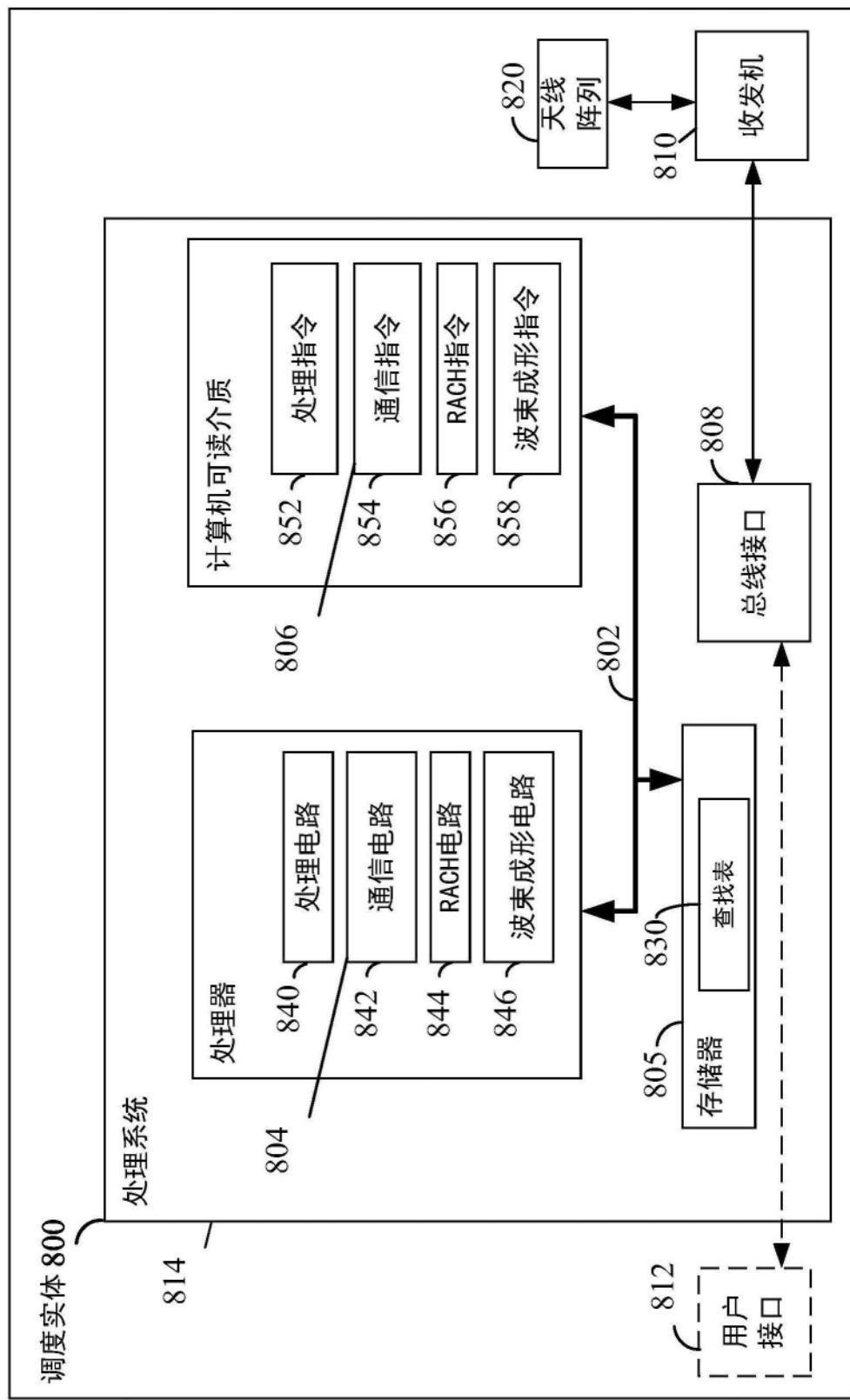


图8

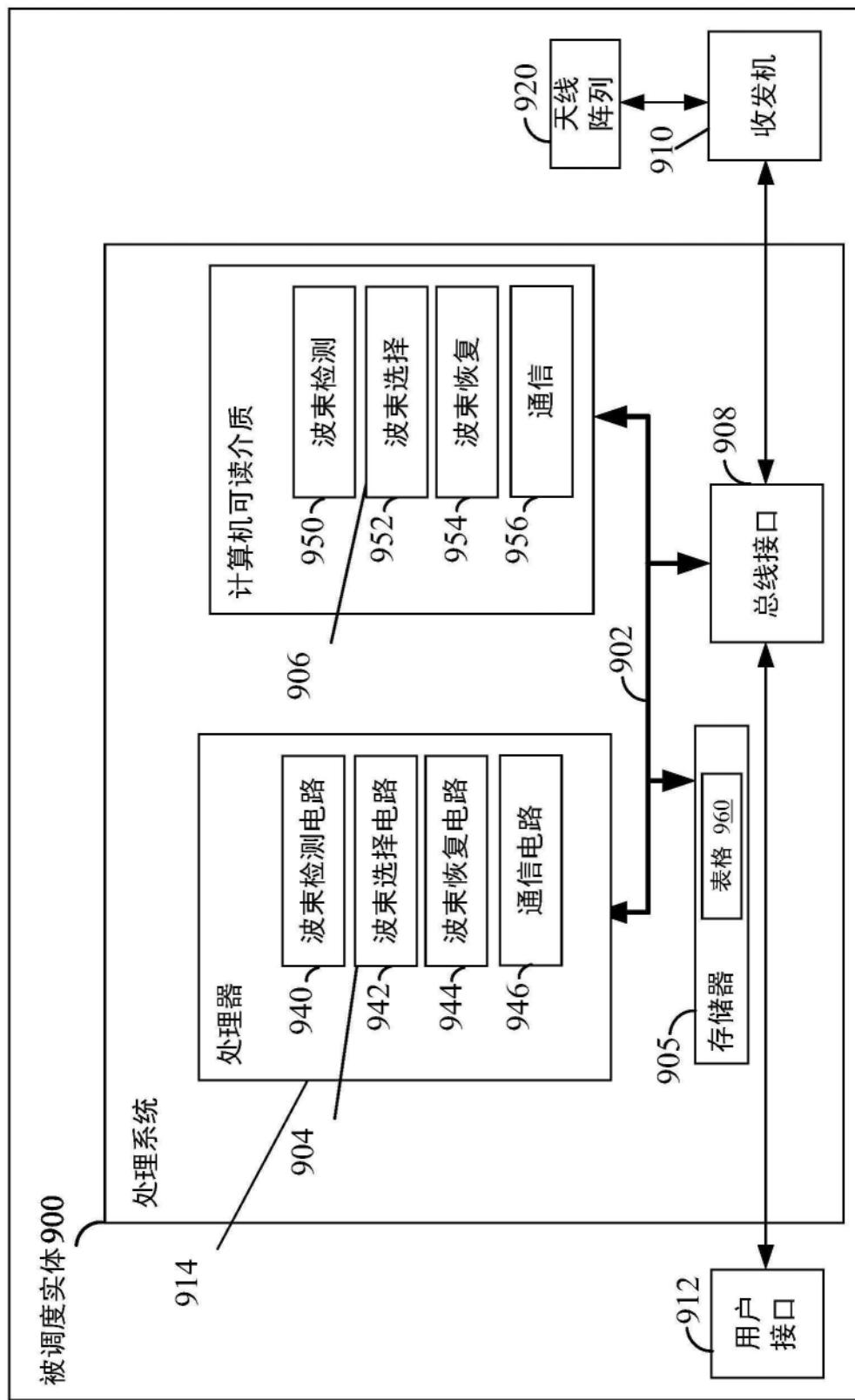


图9

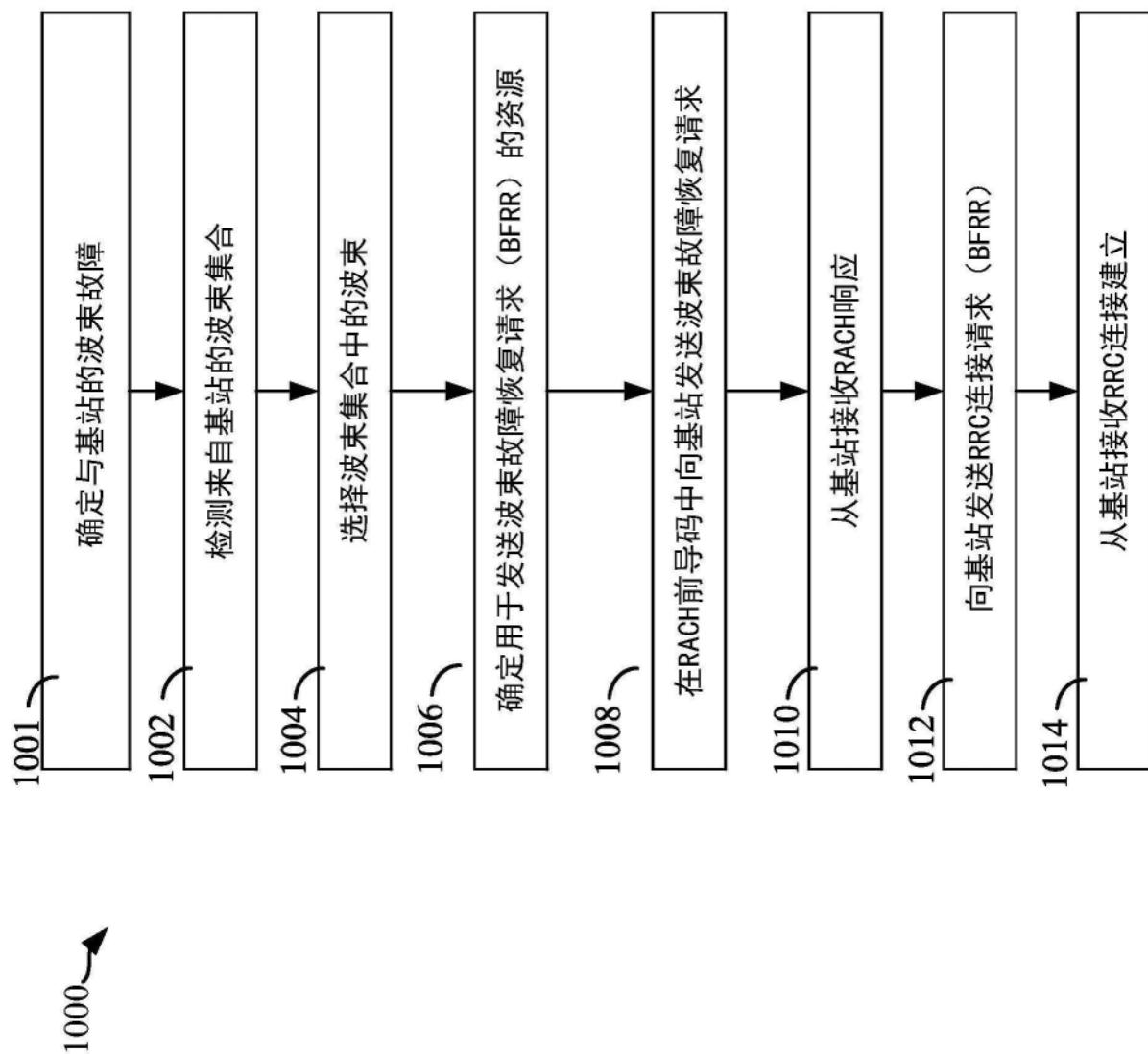


图10

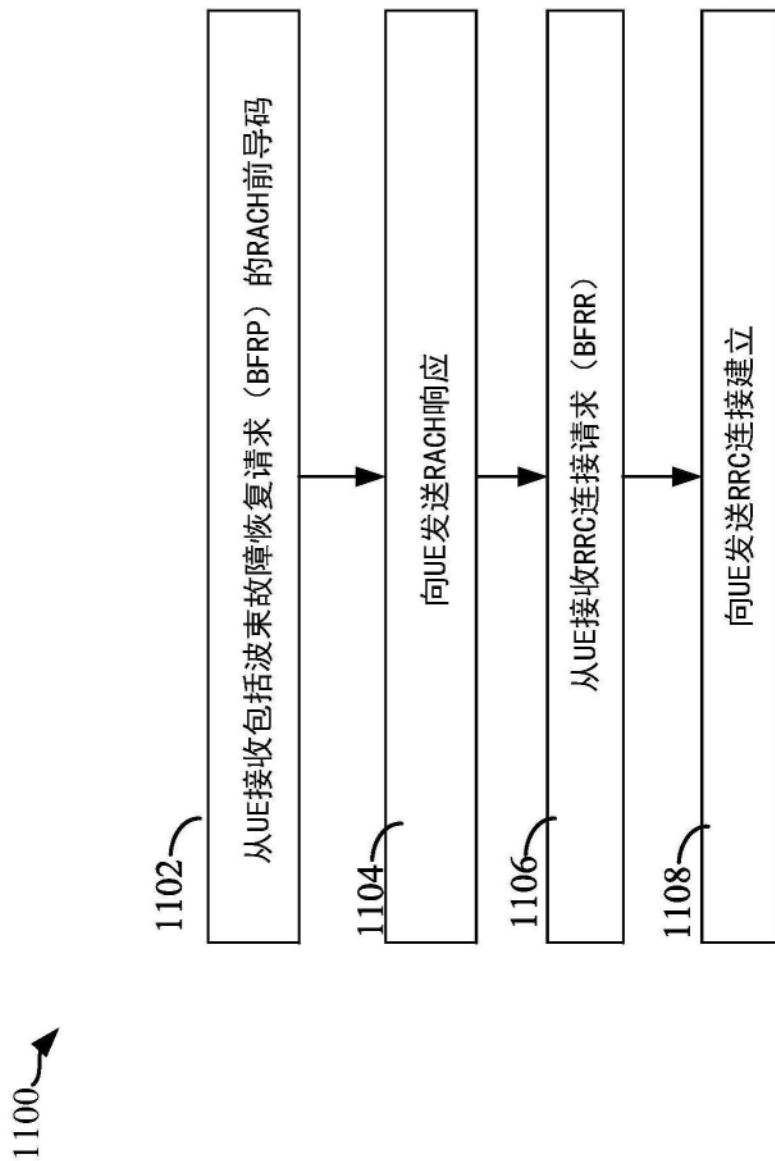


图11

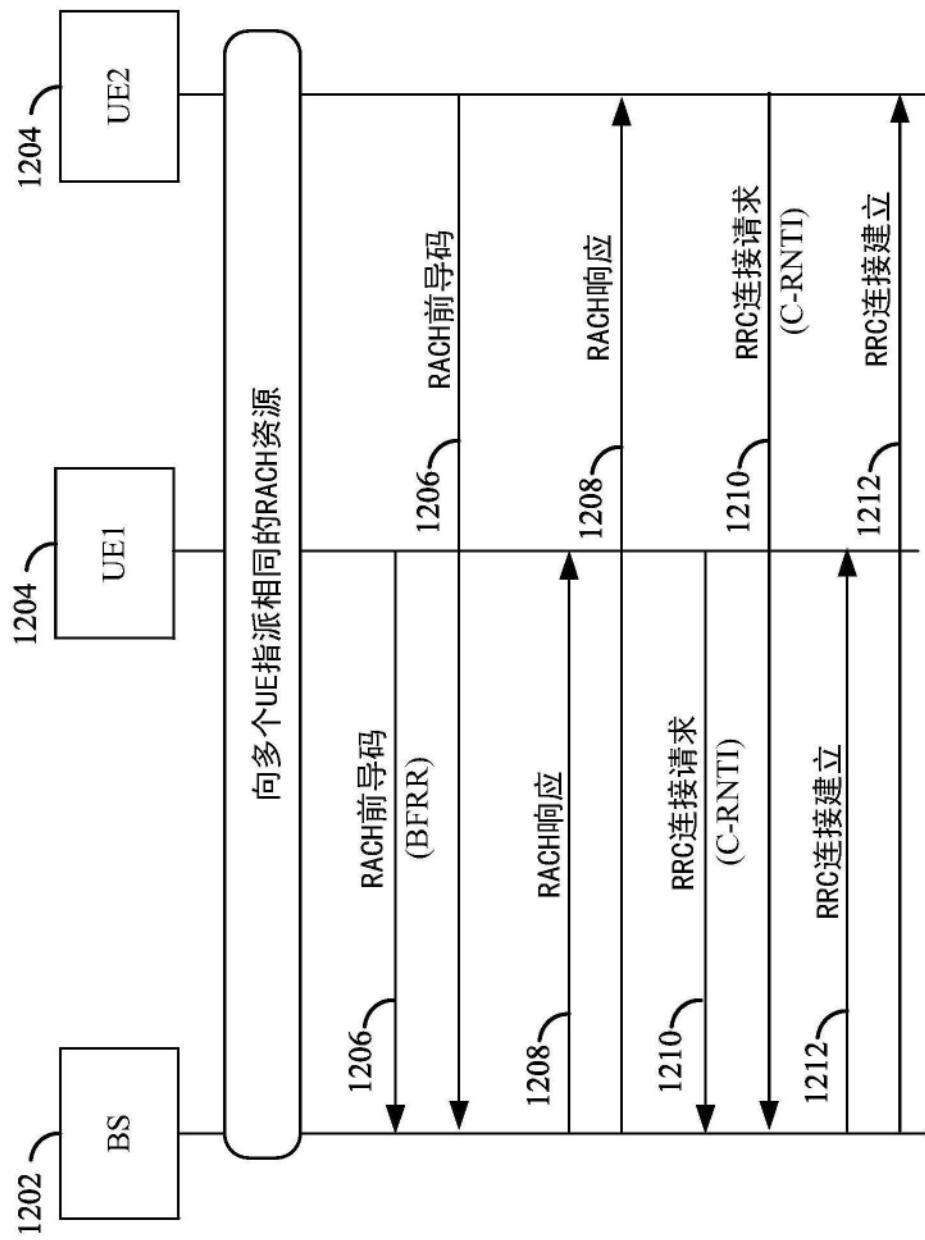


图12

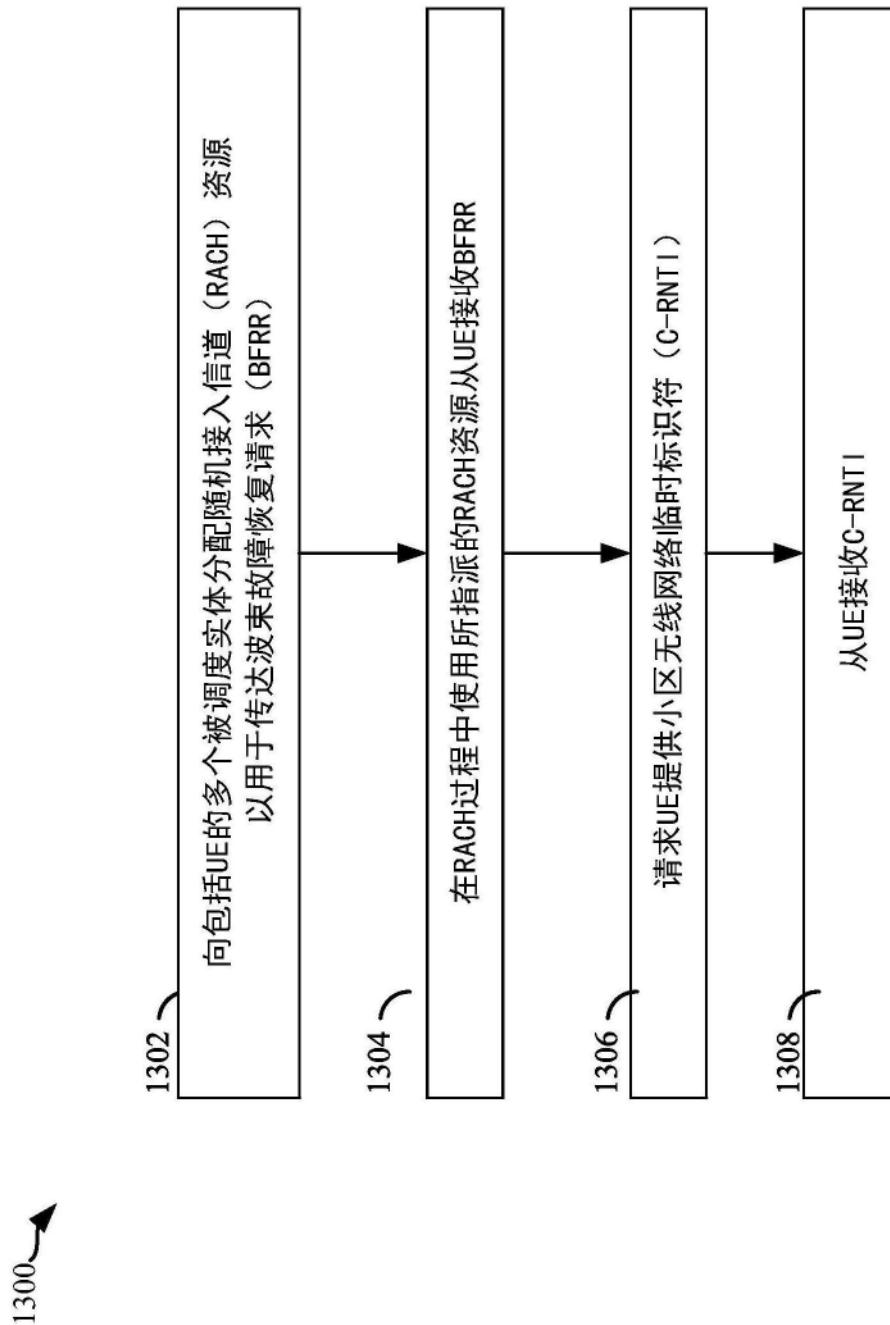


图13

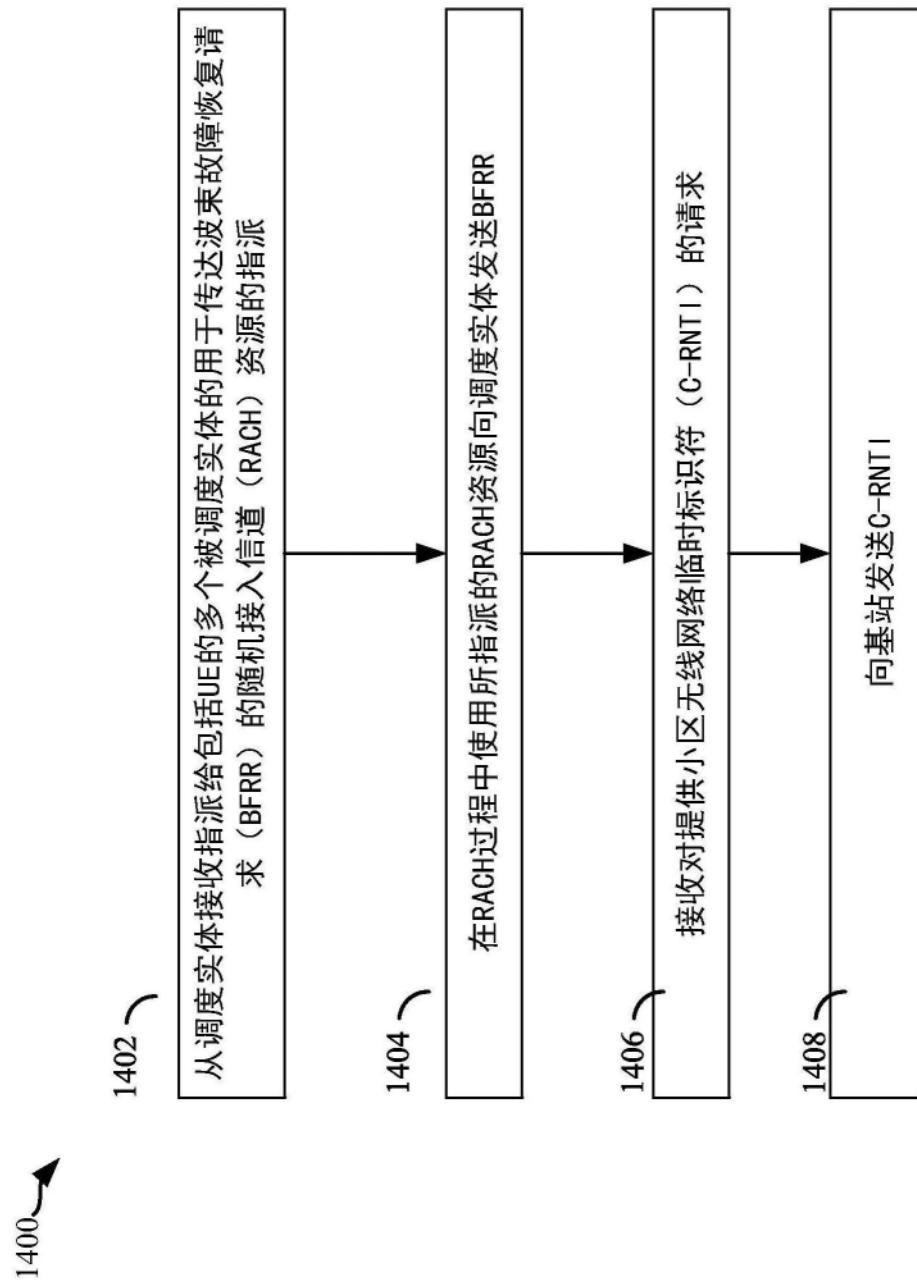


图14