



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113678381 B

(45) 授权公告日 2024. 01. 30

(21) 申请号 202080026721.3

(22) 申请日 2020.04.07

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113678381 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(66) 本国优先权数据
201910292377.1 2019.04.12 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.09.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2020/083558 2020.04.07

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/207384 ZH 2020.10.15

(73) 专利权人 索尼集团公司
地址 日本东京

(72) 发明人 沙子渊 王昭诚 曹建飞

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理师 刘前红

(51) Int.Cl.
H04B 7/0408 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103688583 A, 2014.03.26
CN 103974272 A, 2014.08.06
CN 106160822 A, 2016.11.23
CN 107113619 A, 2017.08.29
CN 107409397 A, 2017.11.28
CN 108337065 A, 2018.07.27
KR 20130029323 A, 2013.03.22
US 2009061842 A1, 2009.03.05
US 2013115999 A1, 2013.05.09
WO 2013058571 A1, 2013.04.25

审查员 倪静

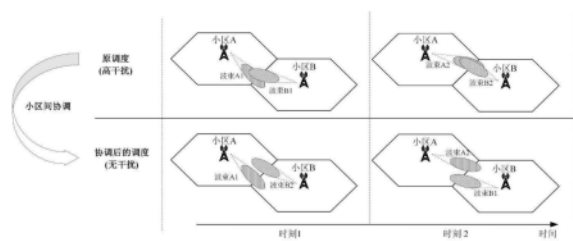
权利要求书4页 说明书28页 附图25页

(54) 发明名称

基站设备、通信方法和存储介质

(57) 摘要

本公开涉及无线通信系统中的基站设备、通信方法和存储介质。提供了一种基站设备,包括处理电路,该处理电路被配置为:基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。



1. 一种基站设备,包括:

处理电路,被配置为:

基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;

响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于所述至少一个冲突波束的波束索引和本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息,使得所述相邻小区的基站基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于所述相邻小区的下行传输的一组发射波束当中包括与所述至少一个冲突波束相关联的至少一个相邻小区波束,并基于所述波束调度信息,为所述至少一个相邻小区波束分配时频资源,

其中,所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之间的小区间干扰中涉及的相互关联的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。

2. 如权利要求1所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从本小区中的第一UE接收对于来自相邻小区的干扰的测量报告;

将与所述第一UE对应的特定发射波束确定为冲突波束;

在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

3. 如权利要求2所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

向相邻小区的基站发送关于所述第一UE测量到来自相邻小区的干扰的时间信息,使得相邻小区的基站能够基于该时间信息确定对所述第一UE产生干扰的相邻小区波束。

4. 如权利要求1所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从所述相邻小区的基站接收关于相邻小区中的第二UE测量到来自本小区的干扰的时间信息;

基于所述时间信息,确定对所述第二UE产生干扰的本小区的特定发射波束;

将所述特定发射波束确定为冲突波束;

在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

5. 如权利要求4所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从相邻小区的基站接收与所述第二UE对应的相邻小区波束的波束索引;

在所述冲突波束列表中以与所述特定发射波束的波束索引对应的方式存储所述相邻小区波束的波束索引。

6. 如权利要求3或5所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为向所述相邻小区的基站发送所述特定发射波束的波束索引。

7. 如权利要求1所述的基站设备,其中,所述时频资源包括所述未来特定时段内的一组时域资源或一组频域资源。

8. 如权利要求7所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括关于为所述至少一个冲突波束中的每个冲突波束分配的时域资源或频域资源的信息。

9. 如权利要求7所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括:关于为所述至少一个冲突波束分配的时域资源靠近所述一组时域资源的哪一端的信息,或者关于为所述至少一个冲突波束分配的频域资源靠近所述一组频域资源的哪一端的信息。

10. 如权利要求8所述的基站设备,其中,所述波束调度信息以比特图的形式描述关于

为所述一组发射波束中的所述至少一个冲突波束和其它发射波束分配的时域资源或频域资源。

11. 如权利要求9所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为:

对于所述至少一个冲突波束中的特定冲突波束,总是将该特定冲突波束的时频资源分配靠近所述一组时域资源或所述一组频域资源的固定的一端。

12. 一种基站设备,包括:

处理电路,被配置为:

从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息包括关于至少一个相邻小区波束的波束索引和所述相邻小区为所述至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;

基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束;以及

响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个冲突波束分配时频资源,其中,所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之间的小区间干扰中涉及的相互关联的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。

13. 如权利要求12所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从本小区中的第一UE接收对于来自相邻小区的干扰的测量报告;

将与所述第一UE对应的特定发射波束确定为冲突波束;

在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

14. 如权利要求13所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

向相邻小区的基站发送关于所述第一UE测量到来自相邻小区的干扰的时间信息,使得相邻小区的基站能够基于该时间信息确定对所述第一UE产生干扰的相邻小区波束。

15. 如权利要求12所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从相邻小区的基站接收相邻小区中的第二UE测量到来自本小区的干扰的时间信息;

基于所述时间信息,确定对所述第二UE产生干扰的本小区的特定发射波束;

将所述特定发射波束确定为冲突波束;

在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

16. 如权利要求15所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:

从相邻小区的基站接收与相邻小区的所述第二UE对应的相邻小区波束的波束索引;

在所述冲突波束列表中以与所述特定发射波束的波束索引对应的方式存储所述相邻小区波束的波束索引。

17. 如权利要求14或16所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为向所述相邻小区的基站发送所述特定发射波束的波束索引。

18. 如权利要求12所述的基站设备,其中,所述时频资源包括所述未来特定时段内的一组时域资源或一组频域资源。

19. 如权利要求18所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括关于为所述至少一个相邻小区波束中的每个相邻小区波束分配的时域资源或频域资源的信息。

20. 如权利要求18所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括:关于为所述至少一个相邻小区波束分配的时域资源靠近所述一组时域资源的哪一端的信息,或者关于为所述

至少一个相邻小区波束分配的频域资源靠近所述一组频域资源的哪一端的信息。

21. 如权利要求12所述的基站设备,其中,所述波束调度信息以比特图的形式描述关于为相邻小区的一组发射波束中的所述至少一个相邻小区波束和其它发射波束分配的时频资源。

22. 如权利要求12所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为:

为所述至少一个冲突波束中的每个冲突波束分配时频资源,使得被分配给该冲突波束的时频资源不同于在所述波束调度信息中指示的被分配给所述至少一个相邻小区波束的时频资源。

23. 如权利要求12所述的基站设备,

其中,所述处理电路被配置为向所述至少一个冲突波束中的每个冲突波束分配时频资源,使得被分配给该冲突波束的时频资源不同于在所述波束调度信息中指示的被分配给在冲突波束列表中与该冲突波束对应的相邻小区波束的时频资源。

24. 如权利要求20所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为对于所述至少一个冲突波束当中与所述至少一个相邻小区波束中的特定相邻小区波束对应的冲突波束:

在所述特定相邻小区波束被分配的时域资源靠近所述一组时域资源的一端时,为所述冲突波束分配靠近所述一组时域资源的另一端的时域资源;或者

在所述特定相邻小区波束被分配的频域资源靠近所述一组频域资源的一端时,为所述冲突波束分配靠近所述一组频域资源的另一端的频域资源。

25. 一种无线通信系统,包括:

UE;

第一基站;以及

第二基站,

其中所述UE连接到与第一基站对应的第一小区并且受到来自与第二基站对应的第二小区的干扰,

其中,第一基站:

基于第一小区的冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于与所述UE的下行传输的至少一个第一发射波束是冲突波束;

响应于所述确定,向第二基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于所述至少一个第一发射波束的波束索引和第一小区为所述至少一个第一发射波束分配的时频资源的信息,

并且其中,第二基站:

从第一基站接收所述波束调度信息;

基于第二小区的冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于第二小区的下行传输的至少一个第二发射波束是与所述至少一个第一发射波束相关联的冲突波束;以及

响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个第二发射波束分配时频资源,

其中,所述冲突波束列表指示在第一小区和第二小区之间的小区干扰中涉及的相互关联的第一小区的一组冲突波束和第二小区的一组冲突波束。

26. 如权利要求25所述的无线通信系统,其中,第二基站为每个第二发射波束分配的时

频资源不同于第一基站为相应的第一发射波束分配的时频资源。

27. 一种通信方法, 包括:

基于冲突波束列表, 确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;

响应于所述确定, 向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息, 该波束调度信息至少包括关于所述至少一个冲突波束的波束索引和本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息, 使得所述相邻小区的基站基于冲突波束列表, 确定在所述未来特定时段内被用于所述相邻小区的下行传输的一组发射波束当中包括与所述至少一个冲突波束相关联的至少一个相邻小区波束, 并基于所述波束调度信息, 为所述至少一个相邻小区波束分配时频资源,

其中, 所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之间的小区间干扰中涉及的相互关联的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。

28. 一种通信方法, 包括:

从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息, 该波束调度信息包括关于至少一个相邻小区波束的波束索引和所述相邻小区为所述至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;

基于波束冲突列表, 确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一个或多个发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束; 以及

响应于所述确定, 基于所述波束调度信息, 为所述至少一个冲突波束分配时频资源,

其中, 所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之间的小区间干扰中涉及的相互关联的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。

29. 一种存储有可执行指令的非暂时性计算机可读存储介质, 所述可执行指令当被执行时实现如权利要求27或28所述的通信方法。

基站设备、通信方法和存储介质

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及无线通信系统中的小区间干扰协调(inter-cell interference coordination, ICIC)。更具体地,本公开涉及利用基于波束的小区间干扰协调的无线通信系统以及基站设备、通信方法和存储介质。

背景技术

[0002] 受益于无线通信技术的发展,诸如移动互联网的许多应用业务日益普及。为了提供更高的通信质量和容量,作为下一代无线通信标准的5G NR(New Radio,新无线电)使用更高的频段,例如毫米波频段,并且应用大规模天线技术和多波束系统,从而能够提供更高的系统速率和频谱效率。大规模MIMO(Massive MIMO)技术进一步扩展了对于空间域の利用,而波束赋形(Beamforming)技术通过形成较窄的指向性波束来对抗高频信道中存在的较大的路径损耗,它们均已经成为5G通信的关键技术。

[0003] 然而,在大规模MIMO系统中,虽然接收端的信噪比(SNR)可以通过波束赋形增益而得到显著改善,但是来自相邻小区的干扰同样由于波束赋形而增强,从而小区间干扰(inter-cell interference, ICI)仍然是5G通信系统中的基本限制。

[0004] 目前已经存在若干用于管理小区间干扰的方法。例如,在现有的LTE通信系统中应用的小区间干扰协调方法主要基于本小区和相邻小区之间的时频资源的协调,例如把位于小区边缘的可能受干扰的用户设备(UE)调度至相邻小区的发射功率较小的时频资源上。

[0005] 然而,现有的小区间干扰协调方法都是主要针对非大规模MIMO系统的。非大规模MIMO系统(例如,LTE系统)在时间和频率维度上对用户进行调度,没有利用空间维度的资源。对于大规模MIMO系统,这种小区间干扰协调作用于小区的整个波束集合,尽管来自相邻小区的干扰仅仅是相邻小区的少数波束,这导致通信系统的效率受到不利的影響。

[0006] 因此,存在通过利用基于波束的资源调度协调来缓和小区间干扰的需求。

发明内容

[0007] 本公开提供了适用于大规模MIMO系统的小区间干扰协调技术。通过应用本公开的一个或多个方面,上述需求得到满足。

[0008] 在此部分给出了关于本公开的简要概述,以便提供关于本公开的一些方面的基本理解。但是,应当理解,这个概述并不是关于本公开的穷举性概述。它并不是意图用来确定本公开的关键性部分或重要部分,也不是意图用来限定本公开的范围。其目的仅仅是以简化的形式给出关于本公开的某些概念,以此作为稍后给出的更详细描述的前序。

[0009] 根据本公开的一个方面,提供了一种基站设备,包括:处理电路,被配置为:基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。

[0010] 根据本公开的一个方面,提供了一种基站设备,包括:处理电路,被配置为:从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息包括关于所述相邻小区为至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个冲突波束分配时频资源。

[0011] 根据本公开的一个方面,提供了一种无线通信系统,包括:UE;第一基站;以及第二基站,其中所述UE连接到与第一基站对应的第一小区并且受到来自与第二基站对应的第二小区的干扰,其中,第一基站:基于第一小区的冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于与所述UE的下行传输的至少一个第一发射波束是冲突波束;响应于所述确定,向第二基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于第一小区为所述至少一个第一发射波束分配的时频资源的信息,并且其中,第二基站:从第一基站接收所述波束调度信息;基于第二小区的冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于第二小区的下行传输的至少一个第二发射波束是与所述至少一个第一发射波束相关联的冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个第二发射波束分配时频资源。

[0012] 根据本公开的一个方面,提供了一种通信方法,包括:基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。

[0013] 根据本公开的一个方面,提供了一种通信方法,包括:从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息包括关于所述相邻小区为至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一个或多个发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个冲突波束分配时频资源。

[0014] 根据本公开的一个方面,提供了一种存储有可执行指令的非暂时性计算机可读存储介质,所述可执行指令当被执行时实现上面的任一个通信方法。

[0015] 本公开的实施例提供了基于波束的小区间干扰协调,在减少或消除小区间干扰的同时维持较高的通信效率。

附图说明

[0016] 本公开可以通过参考下文中结合附图所给出的详细描述而得到更好的理解,其中在所有附图中使用了相同或相似的附图标记来表示相同或者相似的要素。所有附图连同下面的详细说明一起包含在本说明书中并形成说明书的一部分,用来进一步举例说明本公开的实施例和解释本公开的原理和优点。其中:

[0017] 图1是示出了NR通信系统的体系架构的简化示图;

[0018] 图2A和2B分别是用户平面和控制平面的NR无线电协议架构;

[0019] 图3A和3B分别例示了相邻的两个小区发生波束冲突和不发生波束冲突的情况;

- [0020] 图4A例示了根据本公开的基站设备的框图；
- [0021] 图4B例示了根据本公开的通信方法的流程图；
- [0022] 图5A例示了根据本公开的基站设备的框图；
- [0023] 图5B例示了根据本公开的通信方法的流程图；
- [0024] 图6例示了根据本公开的小区间干扰协调的示例性流程图；
- [0025] 图7例示了根据本公开的小区间干扰协调的效果的示意图；
- [0026] 图8例示了根据第一实施例的冲突波束列表的例子；
- [0027] 图9A和9B是例示了根据第一实施例的生成或更新冲突波束列表的流程图的例子；
- [0028] 图10例示了NR通信系统中的帧结构的示图；
- [0029] 图11中例示了包含三个相邻的小区的小区模型；
- [0030] 图12例示了根据第一实施例的冲突波束列表；
- [0031] 图13例示了小区A的可能的波束调度方案；
- [0032] 图14例示了根据第一实施例的基于完整调度信息的波束调度；
- [0033] 图15例示了根据第一实施例的基于前端/后端信息的波束调度；
- [0034] 图16例示了各个小区存储冲突波束的调度倾向的示图；
- [0035] 图17例示了根据第二实施例的冲突波束列表的例子；
- [0036] 图18A和18B是例示了根据第二实施例的生成或更新冲突波束列表的流程图的例子；
- [0037] 图19例示了根据第二实施例的冲突波束列表；
- [0038] 图20例示了根据第二实施例的基于完整调度信息的波束调度；
- [0039] 图21例示了根据第二实施例的基于前端/后端信息的波束调度；
- [0040] 图22是仿真结果图；
- [0041] 图23例示了根据本公开的基站的示意性配置的第一示例；
- [0042] 图24例示了根据本公开的基站的示意性配置的第二示例；
- [0043] 图25例示了根据本公开的智能电话的示意性配置示例；
- [0044] 图26例示了根据本公开的汽车导航设备的示意性配置示例。
- [0045] 通过参照附图阅读以下详细描述,本公开的特征和方面将得到清楚的理解。

具体实施方式

[0046] 在下文中将参照附图来详细描述本公开的各种示例性实施例。为了清楚和简明起见,在本说明书中并未描述实施例的所有特征。然而应注意,在实现本公开的实施例时可以根据特定需求做出很多特定于实现方式的设置,以便实现开发人员的具体目标,例如,符合与设备及业务相关的限制条件,并且这些限制条件可能会随着实现方式的不同而有所改变。此外,还应该了解,虽然开发工作有可能是较复杂和费事的,但对得益于本公开内容的本领域技术人员来说,这种开发公开仅仅是例行的任务。

[0047] 此外,还应注意,为了避免因不必要的细节而模糊了本公开,在附图中仅仅示出了与本公开的技术方案密切相关的处理步骤和/或设备结构,而省略了与本公开关系不大的其他细节。以下对于示例性实施例的描述仅仅是说明性的,不意在作为对本公开及其应用的任何限制。

[0048] 为了方便解释本公开的技术方案,下面将在5G NR的背景下描述本公开的各个方面,即,以NR通信系统作为大规模天线系统的示例。但是应注意,这不是对本公开的应用范围的限制,本公开的一个或多个方面还可以被应用于采用了大规模天线技术的各种现有无线通信系统,例如4G LTE/LTE-A等,或者未来发展的各种无线通信系统。下面的描述中提及的架构、实体、功能、过程等可以在NR或其它的通信标准中找到对应。

[0049] **【概述】**

[0050] 图1是示出了NR通信系统的体系架构的简化示图。如图1中所示,在网络侧,NR通信系统的无线接入网(NG-RAN)节点包括gNB和ng-eNB,其中gNB是在5G NR通信标准中新定义的节点,其经由NG接口连接到5G核心网(5GC),并且提供与终端设备(也可称为“用户设备”,下文中简称为“UE”)终接的NR用户平面和控制平面协议;ng-eNB是为了与4G LTE通信系统兼容而定义的节点,其可以是LTE无线接入网的演进型节点B(eNB)的升级,经由NG接口连接设备到5G核心网,并且提供与UE终接的演进通用陆地无线接入(E-UTRA)用户平面和控制平面协议。在NG-RAN节点(例如,gNB、ng-eNB)之间具有Xn接口,以便于节点之间的相互通信。下文中将gNB和ng-eNB统称为“基站”。

[0051] 但是应注意,本公开中所使用的术语“基站”不仅限于上面这两种节点,而是涵盖网络侧的各种控制设备,具有其通常含义的全部广度。例如,除了5G通信标准中规定的gNB和ng-eNB之外,取决于本公开的技术方案被应用的场景,“基站”例如还可以是LTE通信系统中的eNB、远程无线电头端、无线接入点、无人机控制塔台、自动化工厂中的控制节点或者执行类似功能的通信装置或其元件。后面的章节将详细描述基站的应用示例。

[0052] 基站的覆盖范围可以称为“小区”。本公开中所使用的“小区”包括各种类型的小区,例如,取决于基站的发射功率和覆盖范围,小区可以包括宏小区、微小区、微微小区、家庭小区等。小区通常由小区号(cell_id)标识。典型地,基站与小区是一一对应的,但是也可能存在基站与小区的其它对应关系。应理解,在本公开中描述小区的行为时,虽然这些行为实际上是由基站完成的,但是为了便于理解,常常可互换地使用“小区”和“基站”。

[0053] 另外,本公开中所使用的术语“UE”具有其通常含义的全部广度,包括与基站通信的各种终端设备或车载设备。作为例子,UE例如可以是移动电话、膝上型电脑、平板电脑、车载通信设备、无人机、自动化工厂中的传感器和执行器等之类的终端设备或其元件。后面的章节将详细描述UE的应用示例。

[0054] 接下来结合图2A和2B来描述用于图1中的基站和UE的NR无线电协议架构。图2A示出了用于UE和gNB的用户平面的无线电协议栈,图2B示出了用于UE和gNB的控制平面的无线电协议栈。无线电协议栈被示为具有三层:层1、层2和层3。

[0055] 层1(L1)是最低层并实现各种物理层信号处理以提供信号的透明传输功能。L1层有时也被称为物理层(PHY)。

[0056] 在层1中,基站实现物理层的各种信号处理功能,包括编码和交织以促成UE的前向纠错(FEC)以及基于各种调制方案(例如,二进制相移键控(BPSK)、正交相移键控(QPSK)、M相移键控(M-PSK)、M正交振幅调制(M-QAM)等)向信号星座进行的映射。随后,经编码和调制的码元被拆分成并行流。每个流随后与参考信号一起用于产生携带时域码元流的物理信道。该码元流被空间预编码以产生一个或多个空间流。信道估计可被用来确定编码和调制方案以及用于空间处理。该信道估计可以从由UE传送的参考信号和/或信道状况反馈推导

出来。每个空间流随后经由分开的发射机被提供给不同的天线。每个发射机用各自的空间流来调制RF载波以供传输。

[0057] 在UE处,每个接收机通过其各自相应的天线来接收信号。每个接收机恢复出被调制到射频(RF)载波上的信息并将该信息提供给物理层的各种信号处理功能。在物理层对该信息执行空间处理以恢复出以UE为目的地的任何空间流。如果有多个空间流以UE为目的地,那么它们可被组合成单个码元流。随后将该码元流从时域转换到频域。通过确定最有可能由基站传送了的信号星座点来恢复和解调每个码元、以及参考信号。这些软判决可以基于信道估计。这些软判决随后被解码和解交织以恢复出原始由基站在物理信道上传送的数据和控制信号。这些数据和控制信号随后被提供给更高层处理。

[0058] 层2(L2层)在物理层之上并且负责管理UE与基站之间的无线链路。在用户平面中,L2层包括介质接入控制(MAC)子层、无线链路控制(RLC)子层、分组数据汇聚协议(PDCP)子层、以及业务数据适配协议(SDAP)子层。另外,在控制平面中,L2层包括MAC子层、RLC子层、PDCP子层。这些子层的关系在于:物理层为MAC子层提供传输信道,MAC子层为RLC子层提供逻辑信道,RLC子层为PDCP子层提供RLC信道,PDCP子层为SDAP子层提供无线电承载。特别地,MAC子层负责在各个UE间分配一个蜂窝小区中的各种无线电资源(例如,时频资源块)。

[0059] 在控制平面中,UE和基站中还包括层3(L3层)中的无线电资源控制(RRC)子层。RRC子层负责获得无线电资源(即,无线电承载)以及负责使用基站与UE之间的RRC信令来配置各下层。另外,UE中的非接入层(NAS)控制协议执行例如认证、移动性管理、安全控制等功能。

[0060] 为了支持大规模MIMO技术的应用,基站和UE均具有许多天线,例如几十根、几百根甚至上千根。对于天线模型,一般围绕天线定义了三级的映射关系,使其能够顺利承接信道模型和通信标准。

[0061] 第一级是最基本的物理单元——天线,也可以称为天线阵元。每个天线阵元按照各自的幅度参数和相位参数辐射电磁波。

[0062] 天线阵元按照矩阵的形式被布置成一个或多个天线阵列。一个天线阵列可以由整行、整列、多行、多列的天线阵元构成。在这一级,每个天线阵列实际上构成一个收发单元(Transceiver Unit, TXRU)。每一个TXRU都是可独立配置的。通过配置组成该TXRU的天线阵元的幅度参数和/或相位参数,实现对该TXRU天线图样的调整,天线阵列内的所有天线阵元发射的电磁波辐射形成指向特定空间方向的较窄的波束,即,实现波束赋形。

[0063] 最后,一个或多个TXRU通过逻辑映射构成系统层面上看到的天线端口(Antenna Port)。“天线端口”被定义为使得运送某个天线端口上的符号的信道可以从运送同一天线端口上的另一符号的信道推断出。

[0064] 简单描述基站或UE利用天线阵列发送数据的过程。首先,表示用户数据流的基带信号通过数字预编码被映射到 m ($m \geq 1$)个射频链路上。每个射频链路对基带信号进行上变频以得到射频信号,并将射频信号传输到对应的天线端口的天线阵列上。天线阵列通过调节幅度和相位来对射频信号进行波束赋形以形成对准发射方向的较窄波束,该处理也可以被称为“模拟预编码”。天线阵列接收波束则具有相反的过程。在一个例子中,模拟波束赋形参数可以体现为空间域滤波器,此时,特定的空间域发射滤波器对应于发射端所使用的“发射波束”,而特定的空间域接收滤波器对应于接收到所使用的“接收波束”。

[0065] 另外,通过在天线端口层面上进行数字预编码操作,可以实现更为灵活的数字波束赋形,例如针对单用户或者多用户的预编码,实现多流或多用户传输。

[0066] 通过采用波束赋形,辐射能量可以主要集中于特定的方向上,形成具有较窄的指向性的空间波束,以在特定的方向上提供较强的功率覆盖,从而对抗高频信道中存在的路径损耗。为了实现小区覆盖,基站和UE需要支持多波束。以基站为例,基站可以具有包含许多不同方向的波束的可用波束集合,每个波束具有不同的方位角和仰角,从而基站可以通过调度波束来实现小区覆盖。

[0067] 对于基站服务的UE来说,基站可以通过波束扫描或者信道方向评估,从其波束集合中选择最匹配基站与该UE之间的无线信道的波束。所选择的波束可以用于与该UE的数据传输,除非信道环境发生变化或者UE移动到这个波束的覆盖范围以外,那时基站可以重新选择最匹配的波束。

[0068] 当UE处于小区边缘时,对于该UE的下行传输可能受到相邻小区的信号干扰。尤其是在频率资源复用的两个小区之间,位于两个小区中的不同UE可能被分配相同的时频资源块,从而相互之间产生干扰。

[0069] 在非大规模MIMO系统中,例如在使用相对低频段的LTE通信系统中,基站辐射波束很宽趋于全向,相邻小区对小区边缘处的UE的干扰持续存在。为了避免小区间干扰,传统的小区间干扰协调方法通常是在一个小区利用某个时域资源和/或频域资源进行传输时,让相邻的一个或多个小区在此时域资源和/或频域资源上静默。

[0070] 然而,这种基于小区的资源协调方式会作用于小区的整个波束集合,不可避免地造成静默的小区的通信速率损失和整个通信系统的效率降低。

[0071] 在大规模MIMO系统中,使用毫米波段的波束信号的指向性更高,但覆盖区域更小,小区间干扰的发生不仅需要满足时间维度、频率维度上的条件,还需要满足空间维度上的条件。如图3A中所示,小区A中的UE位于小区A的边缘,由小区A的波束A1提供下行传输,同时由于小区B的波束B1也能够覆盖到UE所在的位置,从而UE可能接收到较高的来自小区B的干扰信号。相反,如图3B中所示,小区B的波束B2的方向不同于波束B1,不覆盖UE所在的位置,因此UE未受到来自小区B的干扰。

[0072] 因此可以看出,在大规模MIMO系统中,UE受到相邻小区的干扰往往与相邻小区使用的少数波束紧密相关,这些波束的覆盖范围与本小区的波束的覆盖范围产生了交叠,或者说这两个小区的波束在空间上发生了冲突。

[0073] 在本公开中,如果某个小区的波束与相邻小区的波束发生冲突,即,两个波束的覆盖范围有交叠,则定义这一对波束是“冲突波束”。由于覆盖范围是相互交叠的,一对冲突波束的干扰效果一般也是相互的。例如在图3A所示的例子中,小区A的波束A1与小区B的波束B1构成一对冲突波束,对于小区A边缘的UE来说,小区A的波束A1是被干扰波束,小区B的波束B1是干扰波束,而对于小区B边缘的UE(未示出)来说,小区A的波束A1是干扰波束,小区B的波束B1是被干扰波束。应理解,“干扰”与“被干扰”是相对于UE在哪个小区而言的。因此,如本公开中所使用的,某个小区的冲突波束既包括受到相邻小区干扰的波束,也包括对相邻小区产生干扰的波束。当然,考虑到波束的信号功率差异,也可能存在某个小区的弱波束受到相邻小区的强波束的干扰但是几乎不对相邻小区产生干扰,或者某个小区的强波束对相邻小区产生干扰但是几乎不受到相邻小区的弱波束的干扰的情况,这样的波束也属于本

公开所讨论的冲突波束。

[0074] 基于上面的讨论可以看出,在大规模MIMO系统中,不同小区的波束发生冲突是产生小区间干扰的必要条件,即如果发生覆盖范围交叠,则有可能产生小区间干扰,而如果没有发生覆盖范围交叠,则不会产生小区间干扰。

[0075] 本公开提出了基于波束的小区间干扰协调,旨在在波束级别而非在小区级别实现资源的灵活调度,通过避免波束冲突的发生来避免小区间干扰的发生。

[0076] 图4A和4B分别例示了根据本公开的基站设备及其通信方法。图4A例示了根据本公开的基站设备100的框图。基站设备100可以被实现为基站中的设备或电子元件。基站设备100可以与下面将描述的基站设备200执行基站间通信。

[0077] 如图4A中所示,基站设备100包括处理电路101,处理电路101至少包括冲突波束确定单元102和波束调度信息发送单元103。处理电路101可被配置为执行图4B中所示的通信方法。处理电路101可以指在计算系统中执行功能的数字电路系统、模拟电路系统或混合信号(模拟信号和数字信号的组合)电路系统的各种实现。处理电路可以包括例如诸如集成电路(IC)、专用集成电路(ASIC)之类的电路、单独处理器核心的部分或电路、整个处理器核心、单独的处理器、诸如现场可编程门阵列(FPGA)的可编程硬件设备、和/或包括多个处理器的系统。

[0078] 处理电路101的冲突波束确定单元102被配置为基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束(即,执行图4B中步骤S101)。在一些实施例中,冲突波束列表至少指示在本小区和某个相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束,并且在其它实施例中,冲突波束列表指示在本小区和某个相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。上述未来特定时段对应于资源调度周期,例如可以是一个时隙。

[0079] 如果冲突波束确定单元102确定为未来特定时段调度的一组发射波束当中包括冲突波束,则由波束调度信息发送单元103向相邻小区的基站发送针对未来特定时段的波束调度信息(即,执行图4B中的步骤S102)。波束调度信息至少包括关于本小区为所确定的至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。时频资源可以包括上述未来特定时段内的一组时域资源,诸如一组连续的OFDM符号,或者一组频域资源,诸如一组连续的子载波。在一些实施例中,波束调度信息可以指示本小区为冲突波束分配了哪些时域资源或频域资源。在其它实施例中,波束调度信息可以指示本小区为冲突波束分配的时域资源靠近一组时域资源的前端还是后端,或者本小区为冲突波束分配的频域资源靠近一组频域资源的前端还是后端。通过接收并参考这种波束调度信息,相邻小区的基站可以尽可能地避免为相互冲突的波束分配相同的时域资源或频域资源,从而减少波束冲突以缓解小区间干扰。

[0080] 基站设备100还可以包括例如通信单元105。通信单元105可以被配置为在处理电路101的控制下与相邻小区的基站(例如下面描述的基站设备200)进行通信。在一个示例中,通信单元105可以被实现为收发机,包括天线阵列和/或射频链路等通信部件。通信单元105用虚线绘出,因为它还可以位于电子设备100外。通信单元105可以用于向相邻小区的基站发送波束调度信息等。

[0081] 基站设备100还可以包括存储器106。存储器106可以存储各种数据和指令,例如用于基站设备100操作的程序和数据、由处理电路101产生的各种数据、冲突波束列表、将由通

信单元105发送的波束调度信息等。存储器106用虚线绘出,因为它还可以位于处理电路101内或者位于基站设备100外。存储器106可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。例如,存储器106可以包括但不限于随机存储存储器(RAM)、动态随机存储存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、闪存存储器。

[0082] 图5A和5B分别例示了根据本公开的基站设备及其通信方法。图5A例示了根据本公开的基站设备200的框图。基站设备200可以被实现为基站中的设备或电子元件。基站设备200可以与上面描述的基站设备100执行基站间通信。

[0083] 如图5A中所示,基站设备200包括处理电路201,处理电路201至少包括波束调度信息接收单元202、冲突波束确定单元203和资源分配单元204。处理电路201可被配置为执行图5B中所示的通信方法。类似于处理电路101,处理电路201可以指在计算系统中执行功能的数字电路系统、模拟电路系统或混合信号(模拟信号和数字信号的组合)电路系统的各种实现。处理电路可以包括例如诸如集成电路(IC)、专用集成电路(ASIC)之类的电路、单独处理器核心的部分或电路、整个处理器核心、单独的处理器、诸如现场可编程门阵列(FPGA)的可编程硬件设备、和/或包括多个处理器的系统。

[0084] 处理电路201的波束调度信息接收单元202被配置为从相邻小区的基站(例如,上述基站设备100)接收针对未来特定时段的波束调度信息(即,执行图5B中步骤S201)。波束调度信息至少包括关于相邻小区为至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息。时频资源可以包括上述未来特定时段内的一组时域资源,诸如一组连续的OFDM符号,或者一组频域资源,诸如一组连续的子载波。上述至少一个相邻小区波束包括相邻小区的冲突波束。在一些实施例中,波束调度信息可以指示相邻小区为其冲突波束分配了哪些时域资源或频域资源。在其它实施例中,波束调度信息可以指示相邻小区为其冲突波束分配的时域资源靠近一组时域资源的前端还是后端,或者分配的频域资源靠近一组频域资源的前端还是后端。

[0085] 冲突波束确定单元203被配置为基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束(即,执行图5B中步骤S202)。在一些实施例中,冲突波束列表至少指示在本小区和某个相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束,并且在其它实施例中,冲突波束列表指示在本小区和某个相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束。

[0086] 如果冲突波束确定单元203确定为未来特定时段调度的一组发射波束当中包括冲突波束,则由资源分配单元204基于由波束调度信息接收单元202接收的波束调度信息,为那些冲突波束分配时频资源(即,执行图5B中的步骤S203)。通过参考来自相邻小区的波束调度信息,本小区可以尽可能地避免为相互冲突的波束分配相同的时域资源或频域资源,从而减少波束冲突以缓解小区间干扰。

[0087] 基站设备200还可以包括例如通信单元205。通信单元205可以被配置为在处理电路201的控制下与相邻小区的基站(例如上面描述的基站设备100)进行通信。在一个示例中,通信单元205可以被实现为收发机,包括天线阵列和/或射频链路等通信部件。通信单元205用虚线绘出,因为它还可以位于基站设备200外。通信单元205可以用于从相邻小区的基站接收波束调度信息等。

[0088] 基站设备200还可以包括存储器206。存储器206可以存储各种数据和指令,例如用于基站设备200操作的程序和数据、由处理电路201产生的各种数据、冲突波束列表、从通信单元205接收的波束调度信息等。存储器206用虚线绘出,因为它还可以位于处理电路201内或者位于基站设备200外。存储器206可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。例如,存储器206可以包括但不限于随机存储存储器(RAM)、动态随机存储存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、闪存存储器。

[0089] 图6例示了根据本公开的基于波束的小区间干扰协调的信令流程图。无线通信系统至少包括相邻的小区A和小区B。小区A和小区B分别维护各自的冲突波束列表。

[0090] 如图6中所示,小区B先行确定针对未来特定时段的波束调度方案,然后小区B基于与小区A相关联的冲突波束列表,确定被调度用于上述未来特定时段的下行传输的一组第一发射波束是否包括冲突波束。如果是,则小区B向相邻的小区A发送波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于小区B为所确定的冲突波束分配的时频资源的信息。如果否,则小区B无需发送波束调度信息。

[0091] 当小区A从小区B接收到波束调度信息时,小区A可以基于与小区B相关联的冲突波束列表,判断被调度用于上述未来特定时段的下行传输的一组第二发射波束当中是否包括与小区B确定的冲突波束相关联的冲突波束。如果小区B通过查阅它的冲突波束列表,确定小区A调度的至少一个波束与小区B调度的波束相冲突,则需要在分配时频资源时考虑上述波束调度信息,便于避免为相互冲突的波束分配相同的时频资源。反之,如果小区B确定其调度的波束与小区A调度的波束都不冲突,则可以在分配时频资源时忽略上述波束调度信息。

[0092] 图7例示了根据本公开的小区间干扰协调的效果的示意图。如图7中所示,根据原来的调度,小区A和小区B利用相同的资源块(在图7中为时域资源),例如在图7中的时刻1各自发射波束A1和波束B1,在时刻2各自发射波束A2和波束B2,由于波束冲突,该调度方案可能出现较高的小区间干扰。经过根据本公开的小区间协调,小区A和小区B在时刻1各自发射波束A1和波束B2,在时刻2各自发射波束A2和波束B1,这种调度方案避开了波束冲突,从而使得无小区间干扰发生,同时没有造成通信速率的损失。

[0093] 相比于基于小区静默的协调方式,本公开的技术方案能够在缓解小区间干扰的同时维持较高的通信效率。

[0094] 下面参照附图详细描述本公开的示例性实施例。

[0095] **【第一实施例】**

[0096] 根据本公开的第一实施例,小区的基站判断要进行调度的下行发射波束是否是冲突波束,并仅针对冲突波束与相邻小区进行资源协调。

[0097] 判断发射波束是否是冲突波束可以基于冲突波束列表。对于本小区周围的每个相邻小区,可以维护与该相邻小区关联的一个冲突波束列表,其中记录的冲突波束都与该相邻小区的波束发生覆盖范围交叠。

[0098] 图8例示了根据第一实施例的冲突波束列表的示例。如图8中所示,小区A和小区B是相邻的小区,小区A使用 4×2 个方向的发射波束(分别索引为A1~A8),分别具有4个不同的方位角和2个不同的仰角。每个波束的覆盖范围由相应的索引所在的区域表示,类似地,小区B使用8个发射波束(分别索引为B1~B8),每个波束的覆盖范围由相应的索引所在的区

域表示。应理解,图8所示的波束的数量、索引方式、覆盖范围仅仅是例示性的。

[0099] 这两个小区的部分波束具有重叠的覆盖范围。例如,小区A的波束A6与小区B的波束B5的覆盖范围交叠,小区A或小区B的用户当在交叠的覆盖区域中时,可能受到来自相邻小区的干扰。因此,小区A的波束A6与小区B的波束B5分别是各自小区的冲突波束,被包含在各自小区的冲突波束列表中。此外,小区B的波束B6也与小区A的波束A6的覆盖范围交叠,小区A或小区B的用户当在交叠的覆盖区域中时,可能受到来自相邻小区的干扰。因此,小区B的波束B6也是小区B的冲突波束,被包含在小区B的冲突波束列表中。

[0100] 在图8所示的例子中,小区A的波束A6~A8都是冲突波束,因此被记录在小区A的冲突波束列表中,而波束A5与小区B的任何波束没有发生覆盖范围交叠,从而不是冲突波束。类似地,由小区B的波束B5~B7都是冲突波束,被记录在小区B的冲突波束列表中,而波束B8不是冲突波束。

[0101] 基站利用波束索引来标识和记录波束。作为示例,波束索引可以是与波束对应的参考信号的标识符,例如,同步信号及物理广播信道块(SSB)资源的标识符(SSBRI)或信道状态信息参考信号(CSI-RS)资源的标识符(CRI)。作为替代,波束索引可以是基站内部对于其波束集合中的每个波束的编号。各种索引方式都是可行的,只要基站能够通过波束索引识别相应的波束即可。在本公开的第一实施例中,一个基站无法识别另一个基站采用的波束索引。在本公开中为了便于说明,波束索引采用简单的编号A1~A8等,但是应理解,波束索引方式不限于此。

[0102] 图9A是例示了根据第一实施例的生成或更新冲突波束列表的流程图的例子。

[0103] 如图9A中所示,小区A的基站可以从其UE接收干扰测量报告,以确定用于与该UE的下行传输的波束的冲突情况。作为示例,基站可以在某个时频资源块上为UE分配零功率参考信号,诸如零功率信道状态信息参考信号(ZP-CSI-RS),这相当于基站不向UE发射信号,由此UE接收的信号都可以看作是干扰信号。UE可以测量干扰信号的信号强度或接收功率作为测量结果。可选地,UE可以将测量结果与预定阈值进行比较,并且当测量结果超过预定阈值时,才选择以干扰测量报告的形式向基站反馈已经测量到了来自相邻小区的干扰。

[0104] 应理解,也可以通过其它的方式来实施干扰测量。例如,取决于UE的设备能力,UE能够在接收时确定来自本小区的信号上叠加了来自其它小区的干扰,并向基站发送干扰测量报告以反馈小区间干扰的存在,而无需基站分配ZP-CSI-RS。

[0105] 由UE反馈的干扰测量报告至少包括测量到小区间干扰的时间信息。希望这种时间信息具有尽可能小的粒度,并且尽可能精确,例如精确至哪个时隙的粒度,甚至时隙中的哪些符号。

[0106] 如图9A中所示,一方面,响应于从UE接收到干扰测量报告,小区A的基站可以知道UE在干扰测量报告中包含的时间信息所指示的时段内受到来自小区间干扰,即,相邻小区的波束覆盖到了UE所在的位置。因此,基站可以将用于该UE的下行传输的波束确定为冲突波束,例如图9A的(b)部分中所示的波束A7,并相应地更新小区A的冲突波束列表。如果在冲突波束列表中尚未记录该波束,则基站可以在冲突波束列表中创建新的条目,并存储该波束的波束索引。如果冲突波束列表中已经记录该波束,则无需动作。

[0107] 另一方面,小区A的基站可以从干扰测量报告中提取UE测量到干扰的时间信息,并生成包含这种时间信息的干扰波束指示,通过基站之间的接口(例如,Xn接口)发送给相邻

小区。小区B的基站从干扰波束指示中提取时间信息,确定在该时间信息所指示的时段内使用了哪个波束。结合图9A的(b)部分所示的例子,如果小区B的基站确定在该时段内发射了波束B6,则可以做出如下假设:波束B6对小区A的UE产生了干扰。小区B的基站可以确定波束B6是冲突波束,并相应地更新小区B的冲突波束列表。如果在冲突波束列表中尚未记录该波束,则基站可以在冲突波束列表中创建新的条目,并存储该波束的波束索引(B6)。如果冲突波束列表中已经记录该波束,则无需动作。

[0108] 上面讨论了一个相邻小区的情况,但是在实际场景中,除了小区B以外,小区A可能还与其他的小区相邻。小区A的基站可以通过基站之间的接口(例如,Xn接口)将相同的干扰波束指示发送给所有的相邻小区。基于所接收的干扰波束指示中包含的时间信息,每个相邻小区可以确定在此时段内发射的波束。但是,不是所有相邻小区确定的波束都对小区A的UE产生了干扰。为了进一步确定是哪个相邻小区对小区A的UE产生干扰,小区A的基站向相邻小区发送的干扰波束指示还可以包括其它信息,诸如UE的位置信息、方位信息等等,以便于各相邻小区准确地确定冲突波束。

[0109] 同样地,小区B也可以实施上述过程。如图9B中所示,小区B的基站可以从小区B服务的UE接收关于测量到小区间干扰的干扰测量报告。一方面,小区B的基站可以确定用于该UE的下行传输的波束是冲突波束,例如在图9B的(b)部分所示的例子中是小区B的波束B7,并相应地更新冲突波束列表。另一方面,小区B的基站可以向诸如小区A之类的相邻小区发送干扰波束指示,干扰波束指示包含UE接收到干扰的时间信息,使得小区A能够确定在该时间信息所指示的时段内发射的波束是冲突波束,例如图9B的(b)部分所例示的小区A的波束A8。小区A的基站相应地更新其冲突波束列表。

[0110] 通过重复实施上述过程,小区A和小区B的基站都可以不断地丰富其冲突波束列表,最终能够获知本小区与相邻小区的所有波束冲突,使得冲突波束列表能够完整地记录基站的所有冲突波束,以得到如图8中所示的完备的冲突波束列表。一般来说,在小区分布固定的情况下,每个小区的每个波束的覆盖范围也是固定的,除非周围环境发生明显变化。因此,冲突波束列表中记录的冲突波束信息也是长时间有效的,所以冲突波束列表的更新频率最后会很慢,这意味用于更新冲突波束列表的UE干扰测量资源开销、小区间的通知开销也会较小。

[0111] 基站中维护的冲突波束列表可以被用于针对每个UE(也即是波束)的波束调度,以实现基于波束的小区间干扰协调。

[0112] 具体而言,基站中的资源调度器执行波束的资源调度过程,该资源调度器工作在MAC子层,不仅要考虑如何给单个UE分配诸如时域资源、频域资源、码域资源、功率资源等资源,还要考虑多个UE之间的协调、优先级问题。多个UE之间的协调通过多用户调度算法实现,这里不做详细阐述。

[0113] 对于下行链路的资源调度,资源调度器以调度周期为单位,提前分配该调度周期内的时频资源。具体而言,资源调度器收集由UE反馈的下行链路信道质量,确定适合的调制方式和最高码率,并基于需要传输给各个UE的数据量来确定分配多少物理资源。资源调度方案可以通过例如物理下行控制信道(PDCCH)之类的信道下发给相应的UE,通知UE在什么时频资源块、以什么样的调制编码方式接收下行数据。随后,在与调度周期对应的未来某个时段内,基站通过例如物理下行共享信道(PDSCH)将下行数据发送给UE,UE则根据所接收的

资源调度方案监听PDSCH,以实现数据接收。

[0114] 调度周期可以是不同粒度的时间单位。如5G NR的第一个标准R15中规定的,NR的上行传输和下行传输被组织成帧。图10例示了NR通信系统中的帧结构的示图。如图10中所示,每个帧的长度为10ms,被划分成两个相等大小的半帧,并进一步被划分为10个相等大小的子帧,每个子帧为1ms。与LTE通信系统的不同之处在于,NR通信系统中的帧结构具有根据子载波间隔的灵活构架。每个子帧的时隙可配置,可包括 $N_{\text{slot}}^{\text{subframe},\mu}$ 个连贯的时隙,每个时隙

的符号数也可配置,可包括 $N_{\text{symb}}^{\text{slot}}$ 个OFDM符号,从而每个子帧的连续符号数

$$N_{\text{symb}}^{\text{subframe},\mu} = N_{\text{symb}}^{\text{slot}} N_{\text{slot}}^{\text{subframe},\mu}。$$

[0115] 下面的表1示出了在常规循环前缀的情况下不同子载波间隔配置 μ (μ 的值可为0、1、2、3、4)的每时隙符号数、每子帧时隙数和每子帧符号数,表2示出了在扩展循环前缀的情况下不同子载波间隔配置 μ (μ 的值可为2)的每时隙符号数、每子帧时隙数和每子帧符号数。每个时隙包括若干个资源块(RB)。可使用资源元素(RE)的网格来表示时隙。在一个例子中,每个时隙的资源块可以包含频域中的12个连贯子载波,并且对于常规循环前缀,可包含时域中的14个连贯的OFDM符号,也就是说每个时隙可以分配 $12 \times 14 = 168$ 个资源元素。

[0116] 表1对于常规循环前缀的每时隙符号数、每子帧时隙数和每子帧符号数

μ	$N_{\text{symb}}^{\text{slot}}$	$N_{\text{slot}}^{\text{frame},\mu}$	$N_{\text{slot}}^{\text{subframe},\mu}$
0	14	10	1
1	14	20	2
2	14	40	4
3	14	80	8
4	14	160	16

[0118] 表2对于扩展循环前缀的每时隙符号数、每子帧时隙数和每子帧符号数

μ	$N_{\text{symb}}^{\text{slot}}$	$N_{\text{slot}}^{\text{frame},\mu}$	$N_{\text{slot}}^{\text{subframe},\mu}$
2	12	40	4

[0120] NR通信系统目前支持以一个时隙作为调度单位,将一个时隙内的OFDM符号以连续的方式分配给各个UE使用。然而,应理解,取决于通信系统使用的具体资源调度算法,调度周期也可以是一个子帧、一个半帧、甚至一个帧等等。

[0121] 下面将参照图11中例示的小区模型来详细描述根据本公开的实施例。图11中例示了三个相邻的小区,并且示出了各个小区的部分波束及其覆盖范围的简化示意图。应理解,图11中所示的波束冲突情况仅仅是例示性的。

[0122] 图12例示了图11中例示的各个小区的冲突波束列表。例如,对于小区A来说,波束A5与小区B的波束B8相冲突,波束A6与小区B的波束B7相冲突,因此小区A维护了对于小区B的冲突波束列表,其中指示小区A的冲突波束A5、A6。另外,小区A的波束A7与小区C的波束C6相冲突,波束A8与小区C的波束C5相冲突,因此小区A还维护了对于小区C的冲突波束列表,其中指示小区A的冲突波束A7、A8。类似地,小区B可以维护对于小区A的冲突波束列表,其中指示小区B的冲突波束B7、B8,以及对于小区C的冲突波束列表,其中指示小区B的冲突波束

B5、B6。小区C可以维护对于小区A的冲突波束列表,其中指示小区C的冲突波束C5、C6,以及对于小区B的冲突波束列表,其中指示小区C的冲突波束C7、C8。

[0123] 回到图11,假定小区A的相邻小区B已经先行决定了它在某个调度周期内的波束调度。在这个例子中,调度周期是一个时隙,基站资源调度器可以调度该时隙中的OFDM符号资源和子载波资源。例如,如图11中所示,小区B的资源调度器为要在该时隙内服务的UE分配了一组时域资源,14个OFDM符号,例如一个UE(由波束B8表示)被分配了该时隙中的前8个连续的符号,可以表示为($S=0, L=8$),其中S表示起始符号索引,L表示所分配的连续符号个数,另一个UE(由波束B6表示)被分配了该时隙中的后6个连续的OFDM符号,可以表示为($S=8, L=6$)。

[0124] 通过图6中描述的信令流程,小区B(例如,由基站设备100的冲突波束确定单元102)通过查阅其对于小区A的冲突波束列表,确定在上述时隙内被用于下行传输的波束当中包括了冲突波束B8,因此(例如,由基站设备100的波束调度信息发送单元103)向小区A发送了针对该时隙的波束调度信息,。

[0125] 类似地,假定小区A的相邻小区C也已经先行决定了它在同一调度周期内的波束调度。例如,如图11中所示,小区C的资源调度器为要在该时隙内服务的一个UE(由波束C3表示)分配了该时隙中的前9个连续的OFDM符号,可以表示为($S=0, L=9$),为另一个UE(由波束C5表示)分配了该时隙中的后5个连续的OFDM符号,可以表示为($S=9, L=5$)。

[0126] 小区C(例如,由基站设备100的冲突波束确定单元102)通过查阅其对于小区A的冲突波束列表,确定在上述时隙内被用于下行传输的波束当中包括了冲突波束C5,因此(例如,由基站设备100的波束调度信息发送单元103)向小区A发送了针对该时隙的波束调度信息。

[0127] 假定小区A已经决定了上述时隙内要调度的波束A2、A5、A8,以及要为各个波束分配的OFDM符号数量。例如,取决于要传输给UE的数据量,需要为波束A2分配4个符号,为波束A5分配5个符号,为波束A8分配5个符号。此时,小区A可能采用的波束调度方案可以有6种,如图13的左边所示。但是,基于小区A的冲突波束列表,小区A(例如,由基站设备200的冲突波束确定单元203)确定要调度的波束当中包括与小区B的波束相冲突的波束A5以及与小区C的波束相冲突的波束A8,不同的波束调度方案会造成不同程度的小区间干扰。图13的右边示出了小区A的最佳调度与最差调度。在最佳调度的情况中,小区A完全避开了与小区B和小区C的波束冲突,没有造成小区间干扰。而在最差调度的情况中,小区A的波束A5与小区B的波束B8具有5个符号的波束冲突,并且小区A的波束A8与小区C的波束C5也具有5个符号的波束冲突,因此小区A中UE可能在这个时隙内的71%时间内受到来自相邻小区的干扰。

[0128] 为了获得最佳的调度效果,小区A可以(例如,由波束调度信息接收单元202)接收来自小区B和小区C的波束调度信息,并且(例如,由资源分配单元204)基于所接收的波束调度信息来调度波束。

[0129] 来自小区B和小区C的波束调度信息均至少指示了各自小区要调度的冲突波束的资源分配信息。

[0130] 在一个示例中,波束调度信息是具体地指示每个冲突波束的资源分配情况的完整调度信息。

[0131] 以小区B为例,小区B可以生成波束调度信息来指示其冲突波束被分配了哪些符

号。例如,小区B可以生成比特图形式的波束调度信息[1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0],其中用“1”表示冲突波束,而“0”表示非冲突波束,这是因为小区A无法区分小区B的具体波束。小区B还可以利用(S,L)的二元组来表示每个冲突波束被分配的资源,其中S表示起始符号位置,L表示连续符号个数,则小区B的波束调度信息可以表示为(S=0,L=8)。波束调度信息可以是任何其它形式,只要它能够指示至少冲突波束的资源分配情况。波束调度信息还可以被编码以减小信令传输负荷。

[0132] 类似地,小区A接收来自小区B的波束调度信息和来自小区C的波束调度信息,从中提取出小区B和小区C的冲突波束的资源分配信息。如图14中所示,基于小区B的波束调度信息,小区A获知小区B已将该时隙内的前8个符号分配给冲突波束,因此希望避免在前8个符号分配给与小区B相关联的所有冲突波束A5、A6。另外,基于小区C的波束调度信息,小区A获知小区C已将该时隙内的后5个符号分配给冲突波束,因此希望避免在后5个符号分配给与小区C相关联的所有冲突波束A7、A8。作为结果,小区A可以从其可能的波束调度方案中选择波束冲突最少的波束调度方案,例如图13中所示的最佳调度方案。

[0133] 在另一个示例中,波束调度信息是指示每个冲突波束的大致资源分配情况的前端/后端信息,以表明冲突波束被分配在一组资源的前端还是后端。

[0134] 同样以小区B为例,小区B可以生成波束调度信息来指示其冲突波束的资源被分配为靠近一组OFDM符号的前端。这种指示前端还是后端的波束调度信息可以是比特图形式的,例如(1,0)表示冲突波束的资源靠近前端,(0,1)表示冲突波束的资源靠近后端,(1,1)表示前端和后端都被分配了冲突波束的资源。小区B为冲突波束B8分配的符号靠近该时隙的前端,因此向小区A发送的波束调度信息包含前端信息。类似地,小区C为冲突波束C5分配的符号靠近该时隙的后端,因此向小区A发送的波束调度信息包含后端信息。

[0135] 小区A接收来自小区B的波束调度信息和来自小区C的波束调度信息,从中提取出小区B和小区C的冲突波束的资源分配信息。如图15中所示,基于小区B的波束调度信息,小区A获知小区B已将冲突波束的资源分配在时隙的前端,因此最好将与小区B相关联的所有冲突波束A5、A6的资源分配在时隙的后端。另外,基于小区C的波束调度信息,小区A获知小区C已将冲突波束的资源分配在时隙的后端,因此最好将与小区C相关联的所有冲突波束A7、A8的资源分配在时隙的前端。作为结果,小区A可以从其可能的波束调度方案中选择波束冲突最少的波束调度方案,例如图13中所示的最佳调度方案。

[0136] 为了减少基站间的信令传输负荷,两个小区之间对于冲突波束在一组资源(例如,诸如OFDM符号的时域资源,或者诸如子载波的频域资源)的前端还是后端的安排可以是半永久的。具体而言,如果小区A按照图15中所示的那样,将其冲突波束的资源分配在与相邻小区的冲突波束的资源不同的一端,则小区A可以向相邻小区发送一个确认消息,以告知相邻小区当前的波束调度方案趋于错开两个小区的冲突波束。例如,经过根据第一实施例的小区间干扰协调过程,小区A可以向小区B发送确认消息,指示小区A已将与小区B的波束相冲突的波束(例如,波束A5、A6)分配在资源集合的后端,并且在以后的波束调度中仍然倾向于这种调度。响应于接收到这种确认消息,小区B在以后的波束调度中倾向于将与小区A的波束相冲突的波束(例如,波束B8)分配在资源集合的前端。类似地,在小区A和小区C之间,小区A可以在以后的波束调度中倾向于将与小区C的波束相冲突的波束(例如,波束A7、A8)分配在资源集合的前端,而小区C可以在以后的波束调度中倾向于将与小区A的波束相冲突

的波束(例如,波束C5)分配在资源集合的后端。图16例示了各个小区记录冲突波束的调度倾向以便于后续对于冲突波束的无冲突调度的例子,其中图16中的表格仅例示了根据图15描述的示例而得到的调度倾向,但是在实际情况中,小区可以逐渐地丰富这种调度倾向信息。通过这种方式,可以减少小区A与小区B之间的波束调度信息的发送。

[0137] 相比于发送完整调度信息,基于前端/后端信息的波束调度协调虽然更加粗糙,但是所需要的信息交换量大大减少,并且一次信息交换可长期有效,无需针对每个调度周期都发送一次波束调度信息。

[0138] 尽管上面以调度周期内的一组时域资源(OFDM符号)为例描述了在时间维度上的小区间波束调度协调,但是应理解,本公开的实施例还包括在频率维度上执行小区间波束调度协调。例如,小区的基站所执行的波束调度可以包括对于一组频域资源(例如,一组连续的子载波)的调度,波束调度信息可以指示为冲突波束分配的频域资源的完整调度信息或前端/后端信息,使得接收到波束调度信息的小区可以在频率维度上避开相互冲突的波束。

[0139] 在时间维度上执行小区间波束调度协调时,单个小区内的多个波束可以在相同频率、不同时间上发射,基站每个时间仅发射一个波束,而在频率维度上执行小区间波束调度协调时,单个小区内的多个波束可以在相同时间、不同频率上发射,这要求基站具备同一时间发射不止一个波束的能力。

[0140] **【第二实施例】**

[0141] 在本公开的第一实施例中,描述了各个小区不对相邻小区的波束进行区分的场景。在本公开的第二实施例中,将主要描述各个小区能够区分相邻小区的波束的场景。

[0142] 根据本公开的第二实施例,各个基站中维护的冲突波束列表除了指示在本小区与相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束以外,还指示在本小区与相邻小区之间的小区间干扰中涉及的相邻小区的一组冲突波束,其中本小区的一组冲突波束和相邻小区的一组冲突波束相关联,即,相互冲突。

[0143] 图17例示了根据第二实施例的冲突波束列表的示例。与图8中所示的冲突波束列表不同的是,图17中所示的冲突波束列表成对地存储小区A和小区B的相互冲突的波束。

[0144] 例如,小区A的波束A6与小区B的波束B5的覆盖范围交叠,小区A或小区B的用户当在交叠的覆盖区域中时,可能受到来自相邻小区的干扰。因此,小区A的波束A6与小区B的波束B5分别是各自小区的冲突波束,这两个波束的波束索引都被存储在小区A和小区B的冲突波束列表中。

[0145] 作为示例,波束索引可以是与波束对应的参考信号的标识符,例如,SSB资源的标识符(SSBRI)或CSI-RS资源的标识符(CRI)。作为替代,波束索引可以是基站内部对于其波束集合中的每个波束的编号。各种索引方式都是可行的,只要基站能够通过波束索引识别相应的波束即可。在本公开中为了便于说明,波束索引采用简单的编号A1~A8等,但是应理解,波束索引方式不限于此。

[0146] 在图17所示的例子中,小区A的波束A6~A8都是冲突波束,而波束A5与小区B的任何波束没有发生覆盖范围交叠,从而不是冲突波束。类似地,由小区B的波束B5~B7都是冲突波束,而波束B8不是冲突波束。通过成对地存储冲突波束,小区A和小区B可以维护一份相同的冲突波束列表,其中清楚地体现了小区A和小区B的具体波束冲突情况。

[0147] 图18A是例示了根据第二实施例的生成或更新冲突波束列表的流程图的例子。

[0148] 如图18A中所示,小区A的基站可以从其UE接收干扰测量报告,以确定用于与该UE的下行传输的波束的冲突情况。作为示例,基站可以在某个时频资源块上为UE分配零功率参考信号,诸如零功率信道状态信息参考信号(ZP-CSI-RS),这相当于基站不向UE发射信号,由此UE接收的信号都是干扰信号。UE可以测量干扰信号的信号强度或接收功率作为测量结果。可选地,UE可以将测量结果与预定阈值进行比较,并且当测量结果超过预定阈值时,才选择以干扰测量报告的形式向基站反馈已经测量到了来自相邻小区的干扰。当然,也可以通过其它的方式来实施干扰测量。

[0149] 由UE反馈的干扰测量报告至少包括测量到小区间干扰的时间信息。希望这种时间信息具有尽可能小的粒度,并且尽可能精确,例如精确至哪个时隙的粒度,甚至时隙中的哪些符号。

[0150] 如图18A中所示,一方面,响应于从UE接收到干扰测量报告,小区A的基站可以知道UE在干扰测量报告中包含的时间信息所指示的时段内受到来自小区间干扰,即,相邻小区的波束覆盖到了UE所在的位置。因此,基站可以将用于该UE的下行传输的波束确定为冲突波束,例如图18A的(b)部分中所示的波束A7,并相应地更新小区A的冲突波束列表。如果在冲突波束列表中尚未记录该波束,则基站可以在冲突波束列表中创建新的条目,并存储该波束的波束索引。如果冲突波束列表中已经记录该波束,则无需动作。

[0151] 另一方面,小区A的基站可以从干扰测量报告中提取UE测量到干扰的时间信息,并生成包含这种时间信息的干扰波束指示,通过基站之间的接口(例如,Xn接口)发送给相邻小区。与第一实施例不同的是,根据第二实施例,干扰波束指示还包括小区A确定的冲突波束的波束索引,例如波束A7。小区B的基站从干扰波束指示中提取时间信息和波束索引,确定在该时间信息所指示的时段内使用了哪个波束。结合图18A的(b)部分所示的例子,如果小区B的基站确定在该时段内发射了波束B6,则可以做出如下假设:波束B6对小区A的波束A7产生了干扰。小区B的基站可以确定波束B6是冲突波束,并相应地更新小区B的冲突波束列表。如果在冲突波束列表中尚未记录该波束,则基站可以在冲突波束列表中创建新的条目,并成对地存储波束B6和波束A7的波束索引。如果冲突波束列表中已经记录该波束,则无需动作。此外,小区B可以向小区A发送干扰波束确认,该干扰波束确认包含小区B确认的冲突波束的波束索引(例如,B6),从而小区A可以更新它自己的冲突波束列表,成对地存储波束B6和波束A7的波束索引。

[0152] 同样地,小区B也可以实施上述过程。如图18B中所示,小区B的基站可以从小区B服务的UE接收关于测量到小区间干扰的干扰测量报告。一方面,小区B的基站可以确定用于该UE的下行传输的波束是冲突波束,例如在图18B的(b)部分所示的例子中是小区B的波束B7,并相应地更新冲突波束列表。另一方面,小区B的基站可以向诸如小区A之类的相邻小区发送干扰波束指示,干扰波束指示包含UE接收到干扰的时间信息和被干扰波束的波束索引,使得小区A能够确定在该时间信息所指示的时段内发射的波束是冲突波束,例如图18B的(b)部分所例示的小区A的波束A8。小区A的基站相应地更新其冲突波束列表。小区A可以在其冲突波束列表中成对地存储所确定的冲突波束A8和干扰波束指示中包含的小区B的冲突波束B7。此外,小区A可以向小区B发送干扰波束确认,该干扰波束确认包含小区A确认的冲突波束的波束索引(例如,A8),从而小区B可以更新它自己的冲突波束列表,成对地存储波

束A8和波束B7的波束索引。

[0153] 通过重复实施上述过程,小区A和小区B的基站都可以不断地丰富其冲突波束列表,最终能够获知本小区与相邻小区的所有波束冲突,使得冲突波束列表能够完整地记录基站的所有冲突波束,以得到如图17中所示的完备的冲突波束列表。一般来说,在小区分布固定的情况下,每个小区的每个波束的覆盖范围也是固定的,除非周围环境发生明显变化。因此,冲突波束列表中记录的冲突波束信息也是长时间有效的,所以冲突波束列表的更新频率最后会很慢,这意味用于更新冲突波束列表的UE干扰测量资源开销、小区间的通知开销也会较小。

[0154] 下面将同样参照图11中例示的小区模型来详细描述根据本公开的第二实施例。

[0155] 图19例示了图11中例示的各个小区的冲突波束列表。例如,对于小区A来说,波束A5与小区B的波束B8相冲突,波束A6与小区B的波束B7相冲突,因此小区A维护对于小区B的冲突波束列表,其中指示小区A的波束A5与小区B的波束B8、小区A的波束A6与小区B的B7之间的冲突情况。另外,小区A的波束A7与小区C的波束C6相冲突,波束A8与小区C的波束C5相冲突,因此小区A还维护对于小区C的冲突波束列表,其中指示小区A的波束A7与小区C的波束C6、小区A的波束A8与小区C的C5之间的冲突情况。类似地,小区B可以维护对于小区A和小区C的冲突波束列表,小区C可以维护对于小区A和小区B的冲突波束列表,如图19中所示。

[0156] 回到图11,假定小区A的相邻小区B和小区C已经先行决定了它在某个调度周期内的波束调度。在这个例子中,调度周期是一个时隙,基站的资源调度器可以调度该时隙中的OFDM符号资源和子载波资源。

[0157] 通过图6中描述的信令流程,小区B(例如,由冲突波束确定单元102)通过查阅其对于小区A的冲突波束列表,确定在上述时隙内被用于下行传输的波束当中包括了冲突波束B8,因此(例如,由波束调度信息发送单元103)向小区A发送了针对该时隙的波束调度信息。类似地,小区C(例如,由冲突波束确定单元102)通过查阅其对于小区A的冲突波束列表,确定在上述时隙内被用于下行传输的波束当中包括了冲突波束C5,因此(例如,由波束调度信息发送单元103)向小区A发送了针对该时隙的波束调度信息。

[0158] 假定小区A已经决定了上述时隙内要调度的波束A2、A5、A8,以及要为各个波束分配的OFDM符号数量。例如,取决于要传输给UE的数据量,需要为波束A2分配4个符号,为波束A5分配5个符号,为波束A8分配5个符号。为了获得最佳的调度效果,小区A可以基于来自小区B和小区C的波束调度信息来调度波束。

[0159] 来自小区B和小区C的波束调度信息均至少指示了各自小区要调度的冲突波束的资源分配信息。

[0160] 在一个示例中,波束调度信息是具体地指示每个冲突波束的资源分配情况的完整调度信息。

[0161] 以小区B为例,小区B可以生成波束调度信息来指示其冲突波束被分配了哪些符号。例如,由于小区A能够区分小区B的具体波束,所以波束调度信息中还指示小区B的冲突波束的波束索引。例如,小区B可以生成通过波束索引在资源网格中的占位情况来指示波束的资源分配情况的波束调度信息,如图20中的波束调度信息所示。另外,小区B还可以利用(S,L,Index)的三元组来表示每个冲突波束被分配的资源,其中S表示起始符号位置,L表示连续符号个数,Index表示冲突波束的索引。则小区B的波束调度信息可以表示为(S=0,L=

8, B8)。波束调度信息可以是任何其它形式,只要它能够指示至少冲突波束的资源分配情况。波束调度信息还可以被编码以减小信令传输负荷。

[0162] 小区A(例如,由波束调度信息接收单元202)接收来自小区B的波束调度信息和来自小区C的波束调度信息,从中提取出小区B和小区C的冲突波束的资源分配信息。如图20中所示,基于小区B的波束调度信息,小区A获知小区B已将时隙内的前8个符号分配给冲突波束B8,因此(例如,资源分配单元204)希望避免在前8个符号调度给与小区B的波束B8相冲突的波束A5。另外,基于小区C的波束调度信息,小区A获知小区C已将时隙内的后5个符号分配给冲突波束C5,因此(例如,资源分配单元204)希望避免在后5个符号调度给与小区C的波束C5相冲突的波束A8。作为结果,小区A可以从其可能的波束调度方案中选择波束冲突最少的波束调度方案,例如图13中所示的最佳调度方案。

[0163] 在另一个示例中,波束调度信息指示每个冲突波束的大致资源分配情况,例如冲突波束被分配在一组资源的前端还是后端。

[0164] 同样以小区B为例,小区B可以生成波束调度信息来指示其冲突波束B8被分配为靠近一组OFDM符号的前端,因此向小区A发送的波束调度信息包含前端信息。此外,波束调度信息还指示小区B的冲突波束索引B8。类似地,小区C为冲突波束C5分配的符号靠近该时隙的后端,因此向小区A发送的波束调度信息包含后端信息。此外,波束调度信息还指示小区C的冲突波束索引C5。

[0165] 小区A(例如,由波束调度信息接收单元202)接收来自小区B的波束调度信息和来自小区C的波束调度信息,从中提取出小区B和小区C的冲突波束的资源分配信息。如图21中所示,基于小区B的波束调度信息,小区A获知小区B已将冲突波束B8的资源分配在时隙的前端,因此(例如,资源分配单元204)最好将与小区B的波束B8相冲突的波束A5的资源分配在时隙的后端。另外,基于小区C的波束调度信息,小区A获知小区C已将冲突波束C5的资源分配在时隙的后端,因此(例如,资源分配单元204)最好将与小区C的波束C5相冲突的波束A8的资源分配在时隙的前端。作为结果,小区A可以从其可能的波束调度方案中选择波束冲突最少的波束调度方案,例如图13中所示的最佳调度方案。

[0166] 与第一实施例相似,为了减少基站间的信令传输负荷,两个小区之间对于冲突波束在一组资源(例如,诸如OFDM符号的时域资源,或者诸如子载波的频域资源)的前端还是后端的安排可以是半永久的。具体而言,如果小区A按照图21中所示的那样,经过根据第二实施例的小区间干扰协调过程,小区A可以向小区B发送确认消息,指示小区A已将与小区B的波束相冲突的波束(例如,波束A5)分配在资源集合的后端,并且在以后的波束调度中仍然倾向于这种调度。响应于接收到这种确认消息,小区B在以后的波束调度中倾向于将与小区A的波束相冲突的波束(例如,波束B8)分配在资源集合的前端。类似地,在小区A和小区C之间,小区A可以在以后的波束调度中倾向于将与小区C的波束相冲突的波束(例如,波束A8)分配在资源集合的前端,而小区C可以在以后的波束调度中倾向于将与小区A的波束相冲突的波束(例如,波束C5)分配在资源集合的后端。通过记录冲突波束的调度倾向方式,可以减少小区A与小区B之间的波束调度信息的发送。

[0167] 尽管上面以调度周期内的一组时域资源(OFDM符号)为例描述了在时间维度上的小区间波束调度协调,但是应理解,本公开的实施例还包括在频率维度上执行小区间波束调度协调。例如,小区的基站所执行的波束调度可以包括对于一组频域资源(例如,一组连

续的子载波)的调度,波束调度信息可以指示为冲突波束分配的频域资源的完整调度信息或前端/后端信息,使得接收到波束调度信息的小区可以在频率维度上避开相互冲突的波束。

[0168] 【仿真结果】

[0169] 发明人通过仿真验证了根据本公开的小区间干扰协调的效果。仿真基于图11中例示的三小区场景,每个小区使用 4×2 或 8×2 个不同方向的波束。每个小区中随机设定3个UE,且每个UE被不同的波束服务。调度周期为1个时隙,即14个符号,每小区3个UE所占用的符号数随机生成,但是满足3个UE占用符号数的总和为14。

[0170] 仿真对比了随机调度方法(即无ICIC)和本公开的不区分相邻小区波束(第一实施例)和区分相邻小区波束(第二实施例)两种情况下的共4种ICIC方法的性能。对于两种情况下的基于完整调度信息的ICIC,仿真假定小区B与小区C将完整的波束调度信息发送至小区A。对于两种情况下的基于波束调度前端/后端信息的ICIC,仿真假定小区A和小区B之间、小区A和小区C之间存在前端/后端信息交互。

[0171] 经过10000次随机生成的仿真,以上各个方法中小区A与小区B、C的平均波束冲突次数如图22所示。由图可见,随机调度产生明显高于本公开的4种方法的平均波束冲突次数,这说明根据本公开的ICIC方法可以显著减少波束冲突,进而避免小区间干扰发生。此外,区分相邻小区波束的ICIC方法的波束冲突次数要明显低于不区分相邻小区波束的ICIC方法,这是因为不区分相邻小区波束的ICIC对波束冲突的避免方式更加粗糙。与此同时,可见在区分相邻小区波束的情况下,基于完整调度信息的ICIC的波束冲突次数低于基于前端/后端信息的波束冲突次数,这是因为完整调度信息比前端/后端信息更加精细,因此也能够实现更低的波束冲突次数,但是其代价是小区间交换信息量要显著高于波束调度前后信息。然而,在不区分相邻小区的波束下,基于前端/后端信息的ICIC与基于完整调度信息的ICIC性能相近,甚至略优于基于完整调度信息的ICIC性能。

[0172] 上面已经详细描述了本公开的实施例的各个方面,但是应注意,上面为了描述了所示出的天线阵列的结构、布置、类型、数量等,端口,参考信号,通信设备,通信方法等等,都不是为了将本公开的方面限制到这些具体的示例。

[0173] 应当理解,上述各实施例中描述的电子设备100、200的各个单元仅是根据其所实现的具体功能划分的逻辑模块,而不是用于限制具体的实现方式。在实际实现时,上述各单元可被实现为独立的物理实体,或者也可以由单个实体(例如,处理器(CPU或DSP等)、集成电路等)来实现。

[0174] 【本公开的示例性实现】

[0175] 根据本公开的实施例,可以想到各种实现本公开的概念的实现方式,包括但不限于:

[0176] 1)、一种基站设备,包括处理电路,被配置为:基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时间段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。

[0177] 2)、如1)所述的基站设备,其中,所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之间的小区间干扰中涉及的本小区的一组冲突波束。

[0178] 3)、如2)所述的基站设备,其中,所述冲突波束列表还指示在本小区和相邻小区之间的小区干扰中涉及的相邻小区的一组冲突波束。

[0179] 4)、如2)或3)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:从本小区中的第一UE接收对于来自相邻小区的干扰的测量报告;将与所述第一UE对应的特定发射波束确定为冲突波束;在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

[0180] 5)、如4)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:向相邻小区的基站发送关于所述第一UE测量到来自相邻小区的干扰的时间信息,使得相邻小区的基站能够基于该时间信息确定对所述第一UE产生干扰的相邻小区波束。

[0181] 6)、如2)或3)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:从所述相邻小区的基站接收关于相邻小区中的第二UE测量到来自本小区的干扰的时间信息;基于所述时间信息,确定对所述第二UE产生干扰的本小区的特定发射波束;将所述特定发射波束确定为冲突波束;在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

[0182] 7)、如6)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:从相邻小区的基站接收与所述第二UE对应的相邻小区波束的波束索引;在所述冲突波束列表中以与所述特定发射波束的波束索引对应的方式存储所述相邻小区波束的波束索引。

[0183] 8)、如5)或7)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为向所述相邻小区的基站发送所述特定发射波束的波束索引。

[0184] 9)、如1)所述的基站设备,其中,所述时频资源包括所述未来特定时段内的一组时域资源或一组频域资源。

[0185] 10)、如9)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括关于为所述一个或多个发射波束中的每个发射波束分配的时域资源或频域资源的信息。

[0186] 11)、如9)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括:关于为所述至少一个冲突波束分配的时域资源靠近所述一组时域资源的哪一端的信息,或者关于为所述至少一个冲突波束分配的频域资源靠近所述一组频域资源的哪一端的信息。

[0187] 12)、如1)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息还至少包括所述至少一个冲突波束的波束索引。

[0188] 13)、如10)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息以比特图的形式描述关于为所述一个或多个发射波束中的所述至少一个冲突波束和其它发射波束分配的时域资源或频域资源。

[0189] 14)、如11)所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为:对于所述至少一个冲突波束中的特定冲突波束,总是将该特定冲突波束的时频资源分配靠近所述一组时域资源或所述一组频域资源的固定的一端。

[0190] 15)、一种基站设备,包括处理电路,被配置为:从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息包括关于所述相邻小区为至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个冲突波束分配时频资源。

[0191] 16)、如15)所述的基站设备,其中,所述冲突波束列表指示在本小区和相邻小区之

间的小区干扰中涉及的本小区的一组冲突波束。

[0192] 17)、如15)所述的基站设备,其中,所述冲突波束列表还指示在本小区和相邻小区之间的小区干扰中涉及的相邻小区的一组冲突波束。

[0193] 18)、如16)或17)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:从本小区中的第一UE接收对于来自相邻小区的干扰的测量报告;将与所述第一UE对应的特定发射波束确定为冲突波束;在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

[0194] 19)、如18)所述的电子设备,其中,所述处理电路还被配置为:向相邻小区的基站发送关于所述第一UE测量到来自相邻小区的干扰的时间信息,使得相邻小区的基站能够基于该时间信息确定对所述第一UE产生干扰的相邻小区波束。

[0195] 20)、如16)或17)所述的电子设备,其中,所述处理电路还被配置为:从相邻小区的基站接收相邻小区中的第二UE测量到来自本小区的干扰的时间信息;基于所述时间信息,确定对所述第二UE产生干扰的本小区的特定发射波束;将所述特定发射波束确定为冲突波束;在冲突波束列表中存储所述特定发射波束的波束索引。

[0196] 21)、如20)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为:从相邻小区的基站接收与相邻小区的所述第二UE对应的相邻小区波束的波束索引;在所述冲突波束列表中以与所述特定发射波束的波束索引对应的方式存储所述相邻小区波束的波束索引。

[0197] 22)、如19)或21)所述的基站设备,其中,所述处理电路还被配置为向所述相邻小区的基站发送所述特定发射波束的波束索引。

[0198] 23)、如15)所述的基站设备,其中,所述时频资源包括所述未来特定时段内的一组时域资源或一组频域资源。

[0199] 24)、如23)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括关于为所述一组发射波束中的每个发射波束分配的时域资源或频域资源的信息。

[0200] 25)、如23)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息包括:关于为所述至少一个冲突波束分配的时域资源靠近所述一组时域资源的哪一端的信息,或者关于为所述至少一个冲突波束分配的频域资源靠近所述一组频域资源的哪一端的信息。

[0201] 26)、如15)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息还至少包括所述至少一个冲突波束的波束索引。

[0202] 27)、如15)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息以比特图的形式描述关于为所述一组发射波束中的所述至少一个冲突波束和其它发射波束分配的时频资源。

[0203] 28)、如16)所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为:为所述至少一个冲突波束中的每个冲突波束分配时频资源,使得被分配给该冲突波束的时频资源不同于在所述波束调度信息中指示的被分配给所述至少一个相邻小区波束的时频资源。

[0204] 29)、如17)所述的基站设备,其中,所述波束调度信息还至少包括所述至少一个相邻小区波束的波束索引,并且其中,所述处理电路被配置为向所述至少一个冲突波束中的每个冲突波束分配时频资源,使得被分配给该冲突波束的时频资源不同于在所述波束调度信息中指示的被分配给在冲突波束列表中与该冲突波束对应的相邻小区波束的时频资源。

[0205] 30)、如25)所述的基站设备,其中,所述处理电路被配置为对于所述至少一个冲突波束当中与所述至少一个相邻小区波束中的特定相邻小区波束对应的冲突波束:在所述特定相邻小区波束被分配的时域资源靠近所述一组时域资源的一端时,为所述冲突波束分配

靠近所述一组时域资源的另一端的时域资源;或者在所述特定相邻小区波束被分配的频域资源靠近所述一组频域资源的一端时,为所述冲突波束分配靠近所述一组频域资源的另一端的频域资源。

[0206] 31)、一种无线通信系统,包括:UE;第一基站;以及第二基站,其中所述UE连接到与第一基站对应的第一小区并且受到来自与第二基站对应的第二小区的干扰,其中,第一基站:基于第一小区的冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于与所述UE的下行传输的至少一个第一发射波束是冲突波束;响应于所述确定,向第二基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于第一小区为所述至少一个第一发射波束分配的时频资源的信息,并且其中,第二基站:从第一基站接收所述波束调度信息;基于第二小区的冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于第二小区的下行传输的至少一个第二发射波束是与所述至少一个第一发射波束相关联的冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个第二发射波束分配时频资源。

[0207] 32)、如31)所述的无线通信系统,其中,第二基站为每个第二发射波束分配的时频资源不同于第一小区为相应的第一发射波束分配的时频资源。

[0208] 33)、一种通信方法,包括:基于冲突波束列表,确定在未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一组发射波束当中包括至少一个冲突波束;响应于所述确定,向相邻小区的基站发送针对所述未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息至少包括关于本小区为所述至少一个冲突波束分配的时频资源的信息。

[0209] 34)、一种通信方法,包括:从相邻小区的基站接收针对未来特定时段的波束调度信息,该波束调度信息包括关于所述相邻小区为至少一个相邻小区波束分配的时频资源的信息;基于冲突波束列表,确定在所述未来特定时段内被用于本小区的下行传输的一个或多个发射波束当中包括与所述至少一个相邻小区波束相关联的至少一个冲突波束;以及响应于所述确定,基于所述波束调度信息,为所述至少一个冲突波束分配时频资源。

[0210] 35)、一种存储有可执行指令的非暂时性计算机可读存储介质,所述可执行指令当被执行时实现如33)或34)所述的通信方法。

[0211] 【本公开的应用实例】

[0212] 本公开中描述的技术能够应用于各种产品。

[0213] 例如,根据本公开的实施例的电子设备100可以被实现为各种基站或者安装在基站中,电子设备200可以被实现为各种用户设备或被安装在各种用户设备中。

[0214] 根据本公开的实施例的通信方法可以由各种基站或用户设备实现;根据本公开的实施例的方法和操作可以体现为计算机可执行指令,存储在非暂时性计算机可读存储介质中,并可以由各种基站或用户设备执行以实现上面所述的一个或多个功能。

[0215] 根据本公开的实施例的技术可以制成各个计算机程序产品,被用于各种基站或用户设备以实现上面所述的一个或多个功能。

[0216] 本公开中所说的基站可以被实现为任何类型的基站,优选地,诸如3GPP的5G NR标准中定义的宏gNB和Ing-eNB。gNB可以是覆盖比宏小区小的小区的gNB,诸如微微gNB、微gNB和家庭(毫微微)gNB。代替地,基站可以被实现为任何其他类型的基站,诸如NodeB、eNodeB和基站收发台(BTS)。基站还可以包括:被配置为控制无线通信的主体以及设置在与主体不同的地方的一个或多个远程无线头端(RRH)、无线中继站、无人机塔台、自动化工厂中的控

制节点等。

[0217] 用户设备可以被实现为移动终端(诸如智能电话、平板个人计算机(PC)、笔记本式PC、便携式游戏终端、便携式/加密狗型移动路由器和数字摄像装置)或者车载终端(诸如汽车导航设备)。用户设备还可以被实现为执行机器对机器(M2M)通信的终端(也称为机器类型通信(MTC)终端)、无人机、自动化工厂中的传感器和执行器等。此外,用户设备可以为安装在上述终端中的每个终端上的无线通信模块(诸如包括单个晶片的集成电路模块)。

[0218] 下面简单介绍可以应用本公开的技术的基站和用户设备的示例。

[0219] 应当理解,本公开中使用的术语“基站”具有其通常含义的全部广度,并且至少包括被用于作为无线通信系统或无线电系统的一部分以便于通信的无线通信站。基站的例子可以例如是但不限于以下:GSM通信系统中的基站收发信机(BTS)和基站控制器(BSC)中的一者或两者;3G通信系统中的无线电网络控制器(RNC)和NodeB中的一者或两者;4G LTE和LTE-A系统中的eNB;5G通信系统中的gNB和ng-eNB。在D2D、M2M以及V2V通信场景下,也可以将对通信具有控制功能的逻辑实体称为基站。在认知无线电通信场景下,还可以将起频谱协调作用的逻辑实体称为基站。在自动化工厂中,可以将提供网络控制功能的逻辑实体称为基站。

[0220] 基站的第一应用示例

[0221] 图23是示出可以应用本公开内容的技术的基站的示意性配置的第一示例的框图。在图23中,基站可以实现为gNB1400。gNB 1400包括多个天线1410以及基站设备1420。基站设备1420和每个天线1410可以经由RF线缆彼此连接。在一种实现方式中,此处的gNB 1400(或基站设备1420)可以对应于上述基站设备100或基站设备200。

[0222] 天线1410包括多个天线元件,诸如用于大规模MIMO的多个天线阵列。天线1410例如可以被布置成天线阵列矩阵,并且用于基站设备1420发送和接收无线信号。例如,多个天线1410可以与gNB 1400使用的多个频段兼容。

[0223] 基站设备1420包括控制器1421、存储器1422、网络接口1423以及无线通信接口1425。

[0224] 控制器1421可以为例如CPU或DSP,并且操作基站设备1420的较高层的各种功能。例如,控制器1421可以包括上面所述的处理电路101或201,执行图4B或5B中描述的通信方法,或者控制基站设备100、200的各个部件。例如,控制器1421根据由无线通信接口1425处理的信号中的数据来生成数据分组,并经由网络接口1423来传递所生成的分组。控制器1421可以对来自多个基带处理器的数据进行捆绑以生成捆绑分组,并传递所生成的捆绑分组。控制器1421可以具有执行如下控制的逻辑功能:该控制诸如为无线资源控制、无线承载控制、移动性管理、接纳控制和调度。该控制可以结合附近的gNB或核心网节点来执行。存储器1422包括RAM和ROM,并且存储由控制器1421执行的程序和各种类型的控制数据(诸如终端列表、传输功率数据以及调度数据)。

[0225] 网络接口1423为用于将基站设备1420连接至核心网1424(例如,5G核心网)的通信接口。控制器1421可以经由网络接口1423而与核心网节点或另外的gNB进行通信。在此情况下,gNB1400与核心网节点或其他gNB可以通过逻辑接口(诸如NG接口和Xn接口)而彼此连接。网络接口1423还可以为有线通信接口或用于无线回程线路的无线通信接口。如果网络接口1423为无线通信接口,则与由无线通信接口1425使用的频段相比,网络接口1423可以

使用较高频段用于无线通信。

[0226] 无线通信接口1425支持任何蜂窝通信方案(诸如5G NR),并且经由天线1410来提供到位于gNB 1400的小区中的终端的无线连接。无线通信接口1425通常可以包括例如基带(BB)处理器1426和RF电路1427。BB处理器1426可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用,并且执行各层(例如物理层、MAC层、RLC层、PDCP层、SDAP层)的各种类型的信号处理。代替控制器1421, BB处理器1426可以具有上述逻辑功能的一部分或全部。BB处理器1426可以为存储通信控制程序的存储器,或者为包括被配置为执行程序的处理器和相关电路的模块。更新程序可以使BB处理器1426的功能改变。该模块可以为插入到基站设备1420的槽中的卡或刀片。可替代地,该模块也可以为安装在卡或刀片上的芯片。同时, RF电路1427可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线1410来传送和接收无线信号。虽然图23示出一个RF电路1427与一根天线1410连接的示例,但是本公开并不限于该图示,而是一个RF电路1427可以同时连接多根天线1410。

[0227] 如图23所示,无线通信接口1425可以包括多个BB处理器1426。例如,多个BB处理器1426可以与gNB 1400使用的多个频段兼容。如图23所示,无线通信接口1425可以包括多个RF电路1427。例如,多个RF电路1427可以与多个天线元件兼容。虽然图23示出其中无线通信接口1425包括多个BB处理器1426和多个RF电路1427的示例,但是无线通信接口1425也可以包括单个BB处理器1426或单个RF电路1427。

[0228] 在图23中示出的gNB 1400中,参照图4A描述的处理电路101或参照图5A描述的处理电路201中包括的一个或多个单元(例如波束调度信息发送103、波束调度信息接收单元202)可被实现在无线通信接口825中。可替代地,这些组件中的至少一部分可被实现在控制器821中。例如,gNB 1400包含无线通信接口1425的一部分(例如, BB处理器1426)或者整体,和/或包括控制器1421的模块,并且一个或多个组件可被实现在模块中。在这种情况下,模块可以存储用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序(换言之,用于允许处理器执行一个或多个组件的操作的程序),并且可以执行该程序。作为另一个示例,用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被安装在gNB 1400中,并且无线通信接口1425(例如, BB处理器1426)和/或控制器1421可以执行该程序。如上所述,作为包括一个或多个组件的装置,gNB 1400、基站设备1420或模块可被提供,并且用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被提供。另外,将程序记录在其中的可读介质可被提供。

[0229] 基站的第二应用示例

[0230] 图24是示出可以应用本公开的技术的基站的示意性配置的第二示例的框图。在图24中,基站被示出为gNB 1530。gNB 1530包括多个天线1540、基站设备1550和RRH 1560。RRH 1560和每个天线1540可以经由RF线缆而彼此连接。基站设备1550和RRH 1560可以经由诸如光纤线缆的高速线路而彼此连接。在一种实现方式中,此处的gNB 1530(或基站设备1550)可以对应于上述基站设备100或基站设备200。

[0231] 天线1540包括多个天线元件,诸如用于大规模MIMO的多个天线阵列。天线1540例如可以被布置成天线阵列矩阵,并且用于基站设备1550发送和接收无线信号。例如,多个天线1540可以与gNB 1530使用的多个频段兼容。

[0232] 基站设备1550包括控制器1551、存储器1552、网络接口1553、无线通信接口1555以及连接接口1557。控制器1551、存储器1552和网络接口1553与参照图24描述的控制器1421、

存储器1422和网络接口1423相同。

[0233] 无线通信接口1555支持任何蜂窝通信方案(诸如5G NR),并且经由RRH 1560和天线1540来提供到位于与RRH 1560对应的扇区中的终端的无线通信。无线通信接口1555通常可以包括例如BB处理器1556。除了BB处理器1556经由连接接口1557连接到RRH 1560的RF电路1564之外,BB处理器1556与参照图23描述的BB处理器1426相同。如图24所示,无线通信接口1555可以包括多个BB处理器1556。例如,多个BB处理器1556可以与gNB 1530使用的多个频段兼容。虽然图24示出其中无线通信接口1555包括多个BB处理器1556的示例,但是无线通信接口1555也可以包括单个BB处理器1556。

[0234] 连接接口1557为用于将基站设备1550(无线通信接口1555)连接至RRH 1560的接口。连接接口1557还可以为用于将基站设备1550(无线通信接口1555)连接至RRH 1560的上述高速线路中的通信的通信模块。

[0235] RRH 1560包括连接接口1561和无线通信接口1563。

[0236] 连接接口1561为用于将RRH 1560(无线通信接口1563)连接至基站设备1550的接口。连接接口1561还可以为用于上述高速线路中的通信的通信模块。

[0237] 无线通信接口1563经由天线1540来传送和接收无线信号。无线通信接口1563通常可以包括例如RF电路1564。RF电路1564可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线1540来传送和接收无线信号。虽然图24示出一个RF电路1564与一根天线1540连接的示例,但是本公开并不限于该图示,而是一个RF电路1564可以同时连接多根天线1540。

[0238] 如图24所示,无线通信接口1563可以包括多个RF电路1564。例如,多个RF电路1564可以支持多个天线元件。虽然图24示出其中无线通信接口1563包括多个RF电路1564的示例,但是无线通信接口1563也可以包括单个RF电路1564。

[0239] 在图24中示出的gNB 1500中,参照图4A描述的处理电路101或参照图5A描述的处理电路201中包括的一个或多个单元(例如波束调度信息发送103、波束调度信息接收单元202)可被实现在无线通信接口1525中。可替代地,这些组件中的至少一部分可被实现在控制器1521中。例如,gNB 1500包含无线通信接口1525的一部分(例如,BB处理器1526)或者整体,和/或包括控制器1521的模块,并且一个或多个组件可被实现在模块中。在这种情况下,模块可以存储用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序(换言之,用于允许处理器执行一个或多个组件的操作的程序),并且可以执行该程序。作为另一个示例,用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被安装在gNB 1500中,并且无线通信接口1525(例如,BB处理器1526)和/或控制器1521可以执行该程序。如上所述,作为包括一个或多个组件的装置,gNB 1500、基站设备1520或模块可被提供,并且用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被提供。另外,将程序记录在其中的可读介质可被提供。

[0240] 用户设备的第一应用示例

[0241] 图25是示出可以应用本公开内容的技术的智能电话1600的示意性配置的示例的框图。在一个示例中,智能电话1600可以被实现为本公开中描述的UE。

[0242] 智能电话1600包括处理器1601、存储器1602、存储装置1603、外部连接接口1604、摄像装置1606、传感器1607、麦克风1608、输入装置1609、显示装置1610、扬声器1611、无线通信接口1612、一个或多个天线开关1615、一个或多个天线1616、总线1617、电池1618以及辅助控制器1619。

[0243] 处理器1601可以为例如CPU或片上系统 (SoC), 并且控制智能电话1600的应用层和另外层的功能。存储器1602包括RAM和ROM, 并且存储数据和由处理器1601执行的程序。存储装置1603可以包括存储介质, 诸如半导体存储器和硬盘。外部连接接口1604为用于将外部装置 (诸如存储卡和通用串行总线 (USB) 装置) 连接至智能电话1600的接口。

[0244] 摄像装置1606包括图像传感器 (诸如电荷耦合器件 (CCD) 和互补金属氧化物半导体 (CMOS)), 并且生成捕获图像。传感器1607可以包括一组传感器, 诸如测量传感器、陀螺仪传感器、地磁传感器和加速度传感器。麦克风1608将输入到智能电话1600的声音转换为音频信号。输入装置1609包括例如被配置为检测显示装置1610的屏幕上的触摸的触摸传感器、小键盘、键盘、按钮或开关, 并且接收从用户输入的操作或信息。显示装置1610包括屏幕 (诸如液晶显示器 (LCD) 和有机发光二极管 (OLED) 显示器), 并且显示智能电话1600的输出图像。扬声器1611将从智能电话1600输出的音频信号转换为声音。

[0245] 无线通信接口1612支持任何蜂窝通信方案 (诸如4G LTE或5G NR等等), 并且执行无线通信。无线通信接口1612通常可以包括例如BB处理器1613和RF电路1614。BB处理器1613可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用, 并且执行用于无线通信的各种类型的信号处理。同时, RF电路1614可以包括例如混频器、滤波器和放大器, 并且经由天线1616来传送和接收无线信号。无线通信接口1612可以为其上集成有BB处理器1613和RF电路1614的一个芯片模块。如图25所示, 无线通信接口1612可以包括多个BB处理器1613和多个RF电路1614。虽然图25示出其中无线通信接口1612包括多个BB处理器1613和多个RF电路1614的示例, 但是无线通信接口1612也可以包括单个BB处理器1613或单个RF电路1614。

[0246] 此外, 除了蜂窝通信方案之外, 无线通信接口1612可以支持另外类型的无线通信方案, 诸如短距离无线通信方案、近场通信方案和无线局域网 (LAN) 方案。在此情况下, 无线通信接口1612可以包括针对每种无线通信方案的BB处理器1613和RF电路1614。

[0247] 天线开关1615中的每一个在包括在无线通信接口1612中的多个电路 (例如用于不同的无线通信方案的电路) 之间切换天线1616的连接目的地。

[0248] 天线1616包括多个天线元件, 诸如用于大规模MIMO的多个天线阵列。天线1616例如可以被布置成天线阵列矩阵, 并且用于无线通信接口1612传送和接收无线信号。智能电话1600可以包括一个或多个天线面板 (未示出)。

[0249] 此外, 智能电话1600可以包括针对每种无线通信方案的天线1616。在此情况下, 天线开关1615可以从智能电话1600的配置中省略。

[0250] 总线1617将处理器1601、存储器1602、存储装置1603、外部连接接口1604、摄像装置1606、传感器1607、麦克风1608、输入装置1609、显示装置1610、扬声器1611、无线通信接口1612以及辅助控制器1619彼此连接。电池1618经由馈线向图25所示的智能电话1600的各个块提供电力, 馈线在图中被部分地示为虚线。辅助控制器1619例如在睡眠模式下操作智能电话1600的最小必需功能。

[0251] 在图25中示出的智能电话1600中, 处理电路中包括的一个或多个组件可被实现在无线通信接口1612中。可替代地, 这些组件中的至少一部分可被实现在处理器1601或者辅助控制器1619中。作为一个示例, 智能电话1600包含无线通信接口1612的一部分 (例如, BB处理器1613) 或者整体, 和/或包括处理器1601和/或辅助控制器1619的模块, 并且一个或多个组件可被实现在该模块中。在这种情况下, 该模块可以存储允许处理起一个或多个组件

的作用的程序(换言之,用于允许处理器执行一个或多个组件的操作的程序),并且可以执行该程序。作为另一个示例,用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被安装在智能电话1600中,并且无线通信接口1612(例如,BB处理器1613)、处理器1601和/或辅助控制器1619可以执行该程序。如上所述,作为包括一个或多个组件的装置,智能电话1600或者模块可被提供,并且用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被提供。另外,将程序记录在其中的可读介质可被提供。

[0252] 用户设备的第二应用示例

[0253] 图26是示出可以应用本公开的技术的汽车导航设备1720的示意性配置的示例的框图。汽车导航设备1720包括处理器1721、存储器1722、全球定位系统(GPS)模块1724、传感器1725、数据接口1726、内容播放器1727、存储介质接口1728、输入装置1729、显示装置1730、扬声器1731、无线通信接口1733、一个或多个天线开关1736、一个或多个天线1737以及电池1738。在一个示例中,汽车导航设备1720可以被实现为本公开中描述的UE。

[0254] 处理器1721可以为例如CPU或SoC,并且控制汽车导航设备1720的导航功能和另外的功能。存储器1722包括RAM和ROM,并且存储数据和由处理器1721执行的程序。

[0255] GPS模块1724使用从GPS卫星接收的GPS信号来测量汽车导航设备1720的位置(诸如纬度、经度和高度)。传感器1725可以包括一组传感器,诸如陀螺仪传感器、地磁传感器和空气压力传感器。数据接口1726经由未示出的终端而连接到例如车载网络1741,并且获取由车辆生成的数据(诸如车速数据)。

[0256] 内容播放器1727再现存储在存储介质(诸如CD和DVD)中的内容,该存储介质被插入到存储介质接口1728中。输入装置1729包括例如被配置为检测显示装置1730的屏幕上的触摸的触摸传感器、按钮或开关,并且接收从用户输入的操作或信息。显示装置1730包括诸如LCD或OLED显示器的屏幕,并且显示导航功能的图像或再现的内容。扬声器1731输出导航功能的声音或再现的内容。

[0257] 无线通信接口1733支持任何蜂窝通信方案(诸如4G LTE或5G NR),并且执行无线通信。无线通信接口1733通常可以包括例如BB处理器1734和RF电路1735。BB处理器1734可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用,并且执行用于无线通信的各种类型的信号处理。同时,RF电路1735可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线1737来传送和接收无线信号。无线通信接口1733还可以为其上集成有BB处理器1734和RF电路1735的一个芯片模块。如图26所示,无线通信接口1733可以包括多个BB处理器1734和多个RF电路1735。虽然图26示出其中无线通信接口1733包括多个BB处理器1734和多个RF电路1735的示例,但是无线通信接口1733也可以包括单个BB处理器1734或单个RF电路1735。

[0258] 此外,除了蜂窝通信方案之外,无线通信接口1733可以支持另外类型的无线通信方案,诸如短距离无线通信方案、近场通信方案和无线LAN方案。在此情况下,针对每种无线通信方案,无线通信接口1733可以包括BB处理器1734和RF电路1735。

[0259] 天线开关1736中的每一个在包括在无线通信接口1733中的多个电路(诸如用于不同的无线通信方案的电路)之间切换天线1737的连接目的地。

[0260] 天线1737包括多个天线元件,诸如用于大规模MIMO的多个天线阵列。天线1737例如可以被布置成天线阵列矩阵,并且用于无线通信接口1733传送和接收无线信号。

[0261] 此外,汽车导航设备1720可以包括针对每种无线通信方案的天线1737。在此情况

下,天线开关1736可以从汽车导航设备1720的配置中省略。

[0262] 电池1738经由馈线向图26所示的汽车导航设备1720的各个块提供电力,馈线在图中被部分地示为虚线。电池1738累积从车辆提供的电力。

[0263] 在图26中示出的汽车导航装置1720中,处理电路中包括的一个或多个组件可被实现在无线通信接口1733中。可替代地,这些组件中的至少一部分可被实现在处理器1721中。作为一个示例,汽车导航装置1720包含无线通信接口1733的一部分(例如,BB处理器1734)或者整体,和/或包括处理器1721的模块,并且一个或多个组件可被实现在该模块中。在这种情况下,该模块可以存储允许处理起一个或多个组件的作用的程序(换言之,用于允许处理器执行一个或多个组件的操作的程序),并且可以执行该程序。作为另一个示例,用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被安装在汽车导航装置1720中,并且无线通信接口1733(例如,BB处理器1734)和/或处理器1721可以执行该程序。如上所述,作为包括一个或多个组件的装置,汽车导航装置1720或者模块可被提供,并且用于允许处理器起一个或多个组件的作用的程序可被提供。另外,将程序记录在其中的可读介质可被提供。

[0264] 本公开的技术也可以被实现为包括汽车导航设备1720、车载网络1741以及车辆模块1742中的一个或多个块的车载系统(或车辆)1740。车辆模块1742生成车辆数据(诸如车速、发动机速度和故障信息),并且将所生成的数据输出至车载网络1741。

[0265] 以上参照附图描述了本公开的示例性实施例,但是本公开当然不限于以上示例。本领域技术人员可在所附权利要求的范围内得到各种变更和修改,并且应理解这些变更和修改自然将落入本公开的技术范围内。

[0266] 例如,在以上实施例中包括在一个单元中的多个功能可以由分开的装置来实现。替代地,在以上实施例中由多个单元实现的多个功能可分别由分开的装置来实现。另外,以上功能之一可由多个单元来实现。无需说,这样的配置包括在本公开的技术范围内。

[0267] 在该说明书中,流程图中所描述的步骤不仅包括以所述顺序按时间序列执行的处理,而且包括并行地或单独地而不是必须按时间序列执行的处理。此外,甚至在按时间序列处理的步骤中,无需说,也可以适当地改变该顺序。

[0268] 虽然已经详细说明了本公开及其优点,但是应当理解在不脱离由所附的权利要求所限定的本公开的精神和范围的情况下可以进行各种改变、替代和变换。而且,本公开实施例的术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

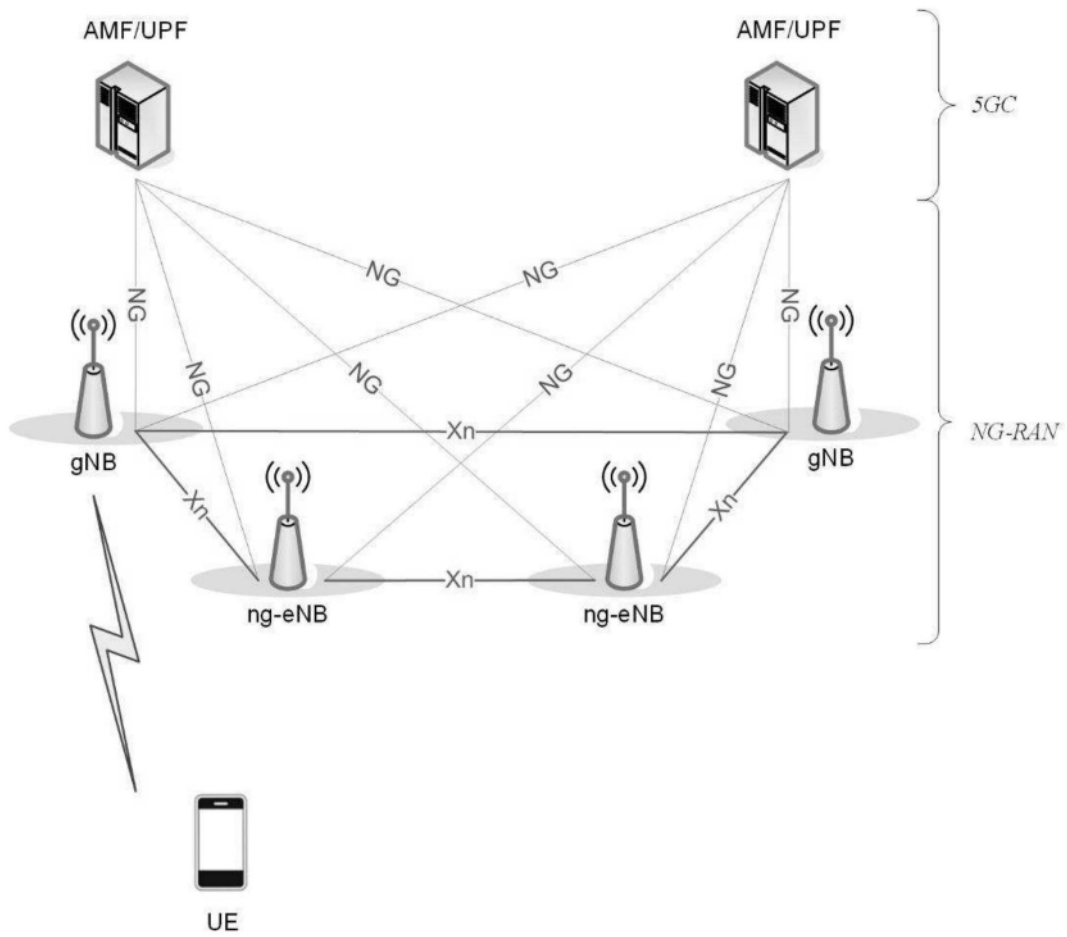


图1

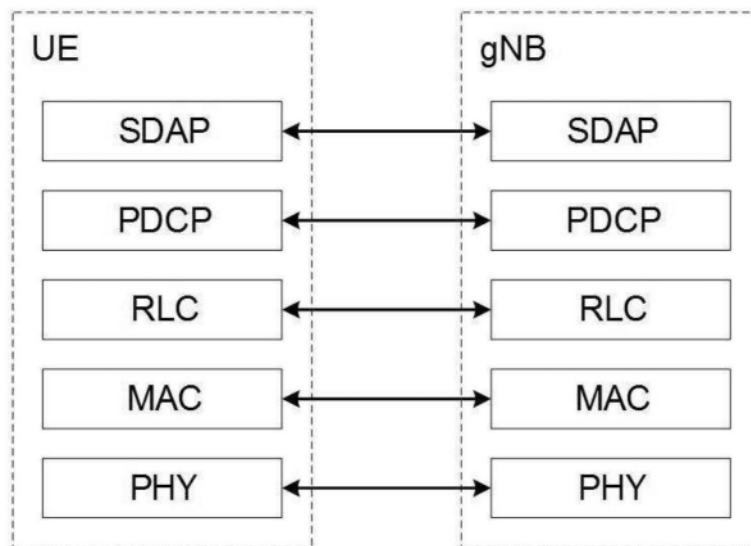


图2A

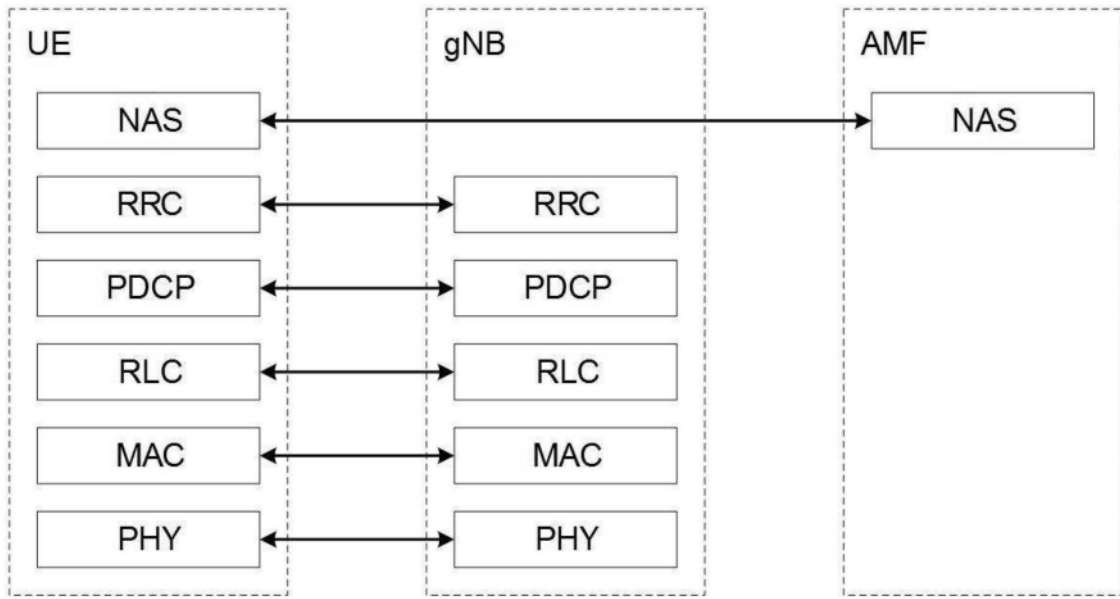


图2B

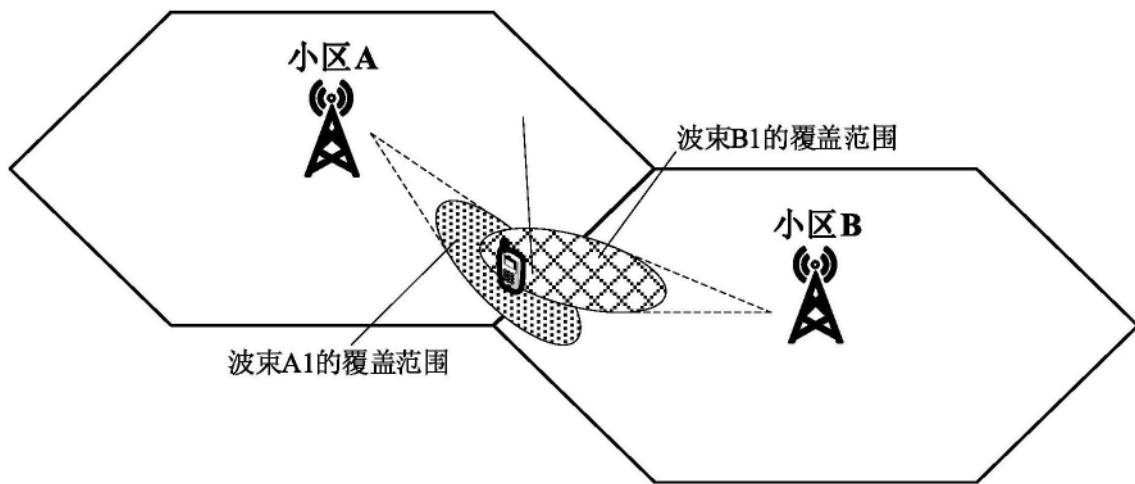


图3A

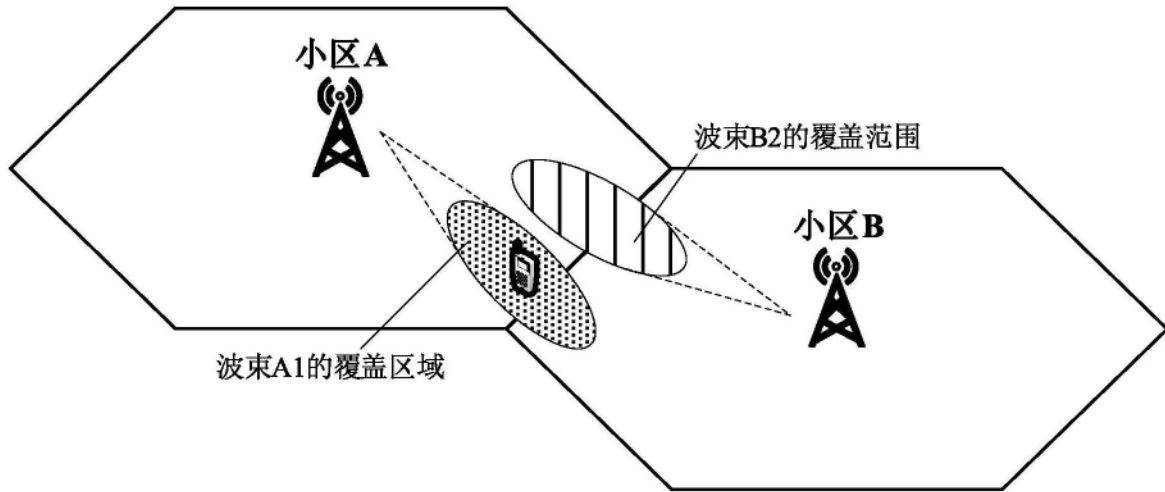


图3B

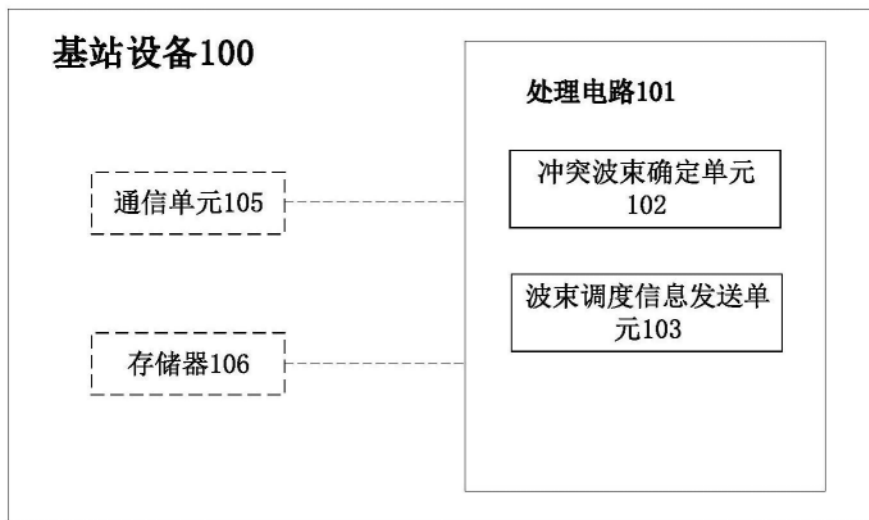


图4A

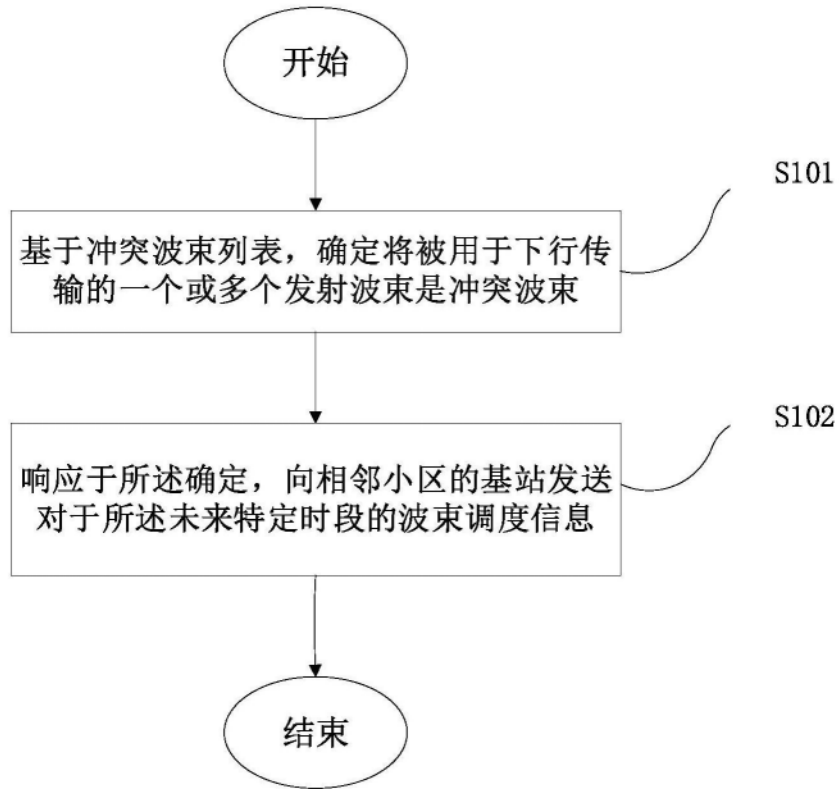


图4B

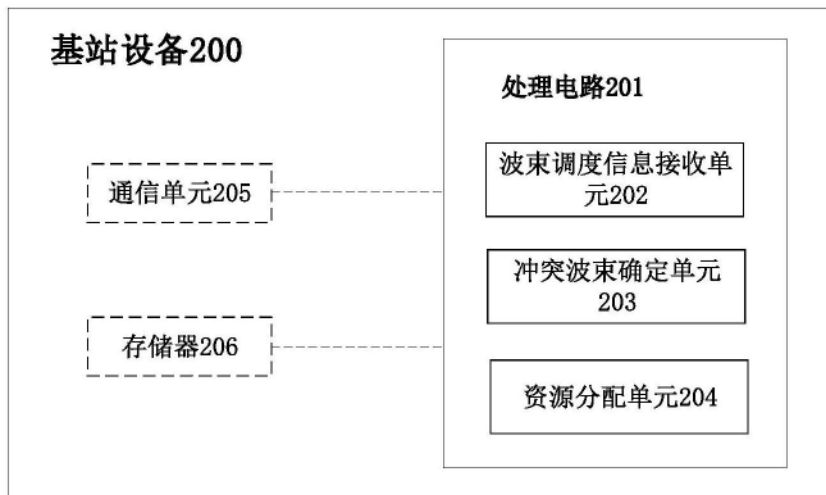


图5A

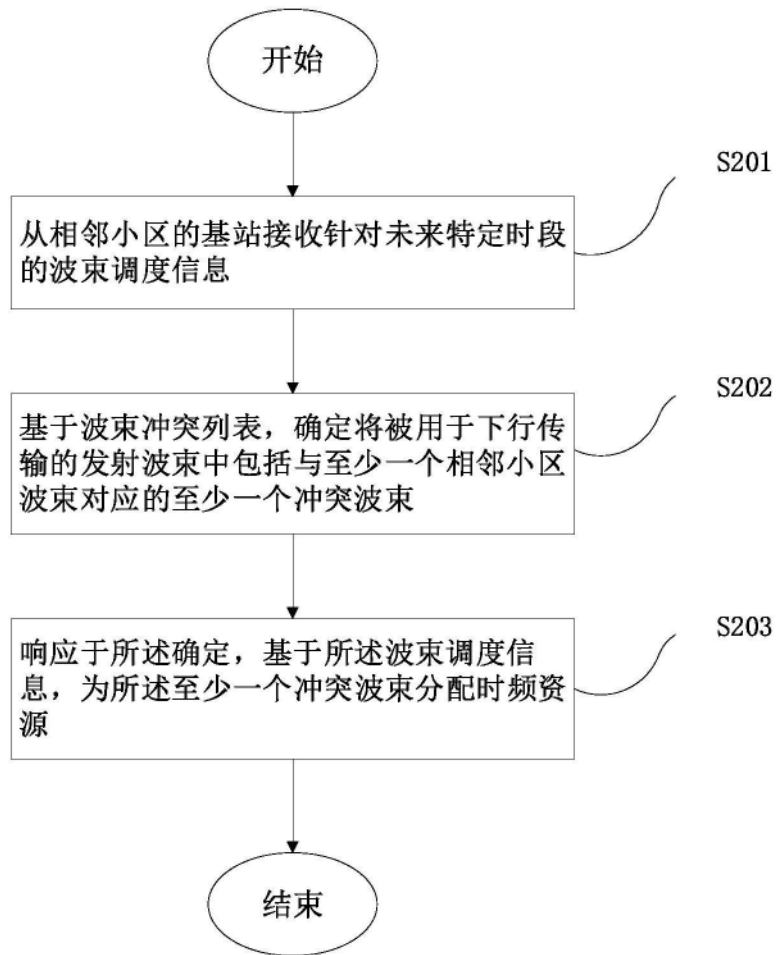


图5B

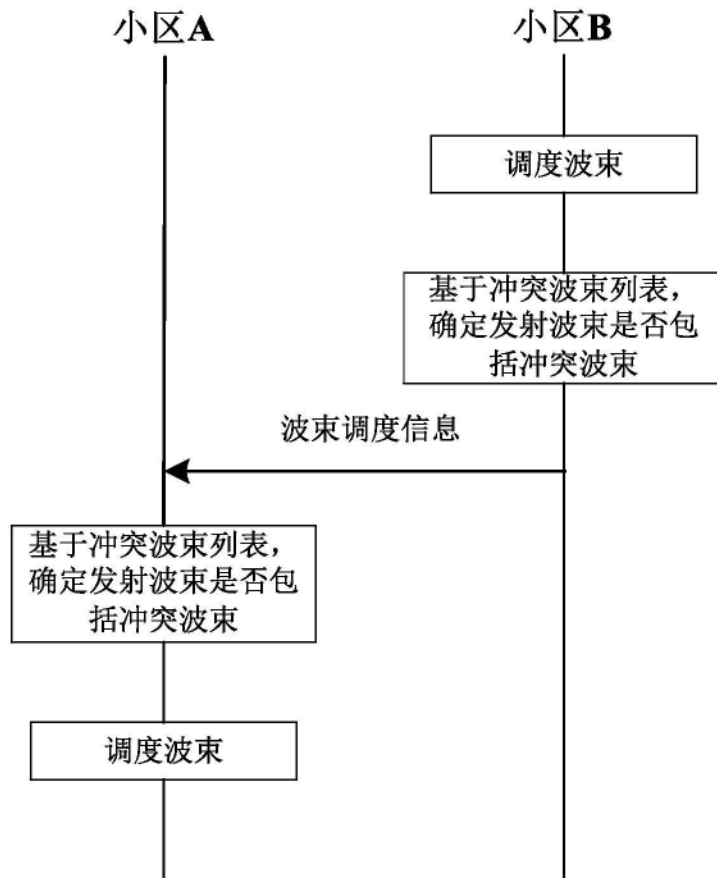


图6

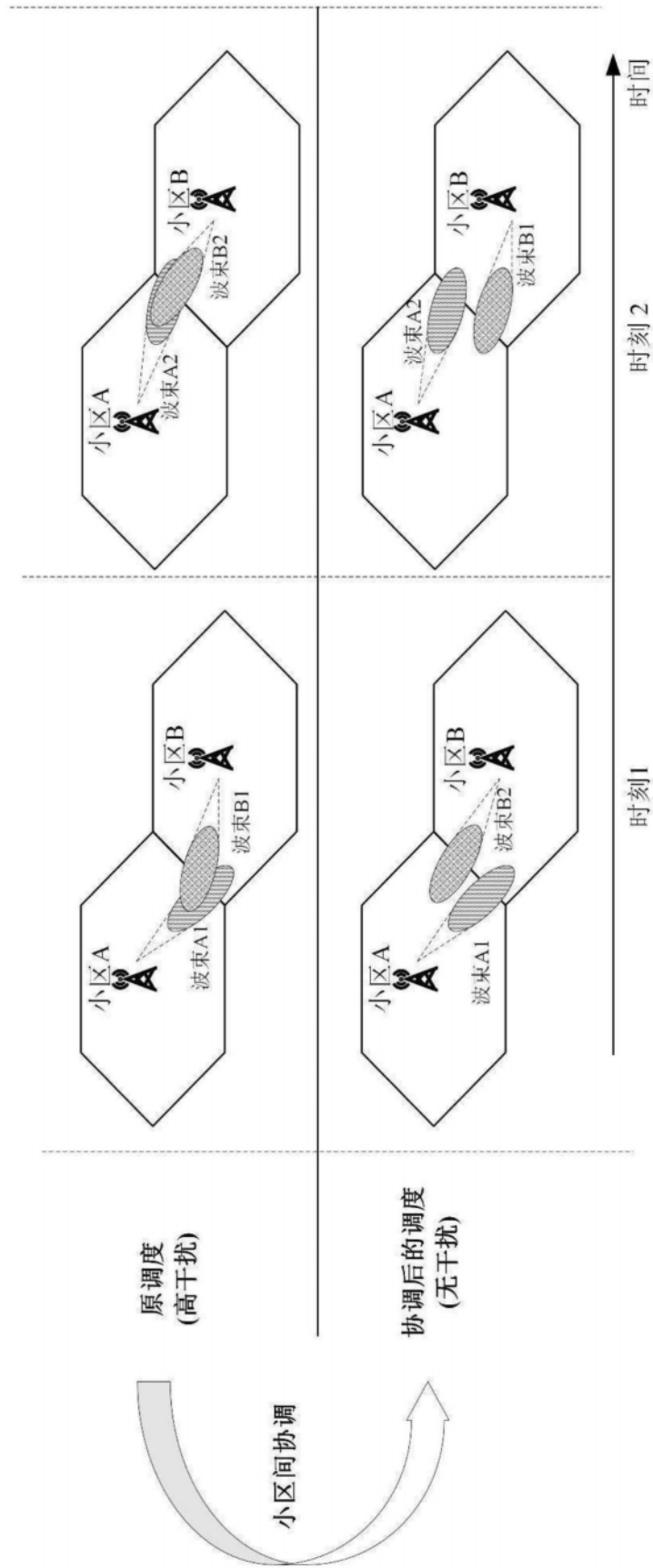


图7

小区A的冲突波束列表
(对于小区B)

A6
A7
A8

小区B的冲突波束列表
(对于小区A)

B5
B6
B7

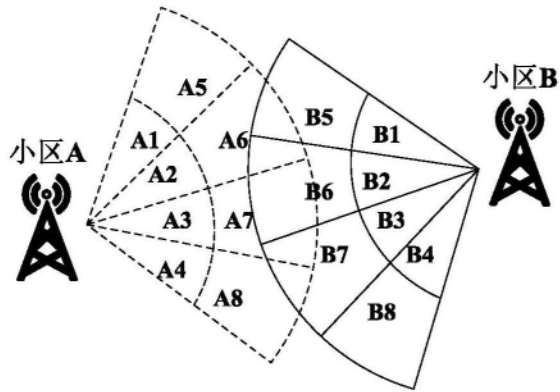


图8

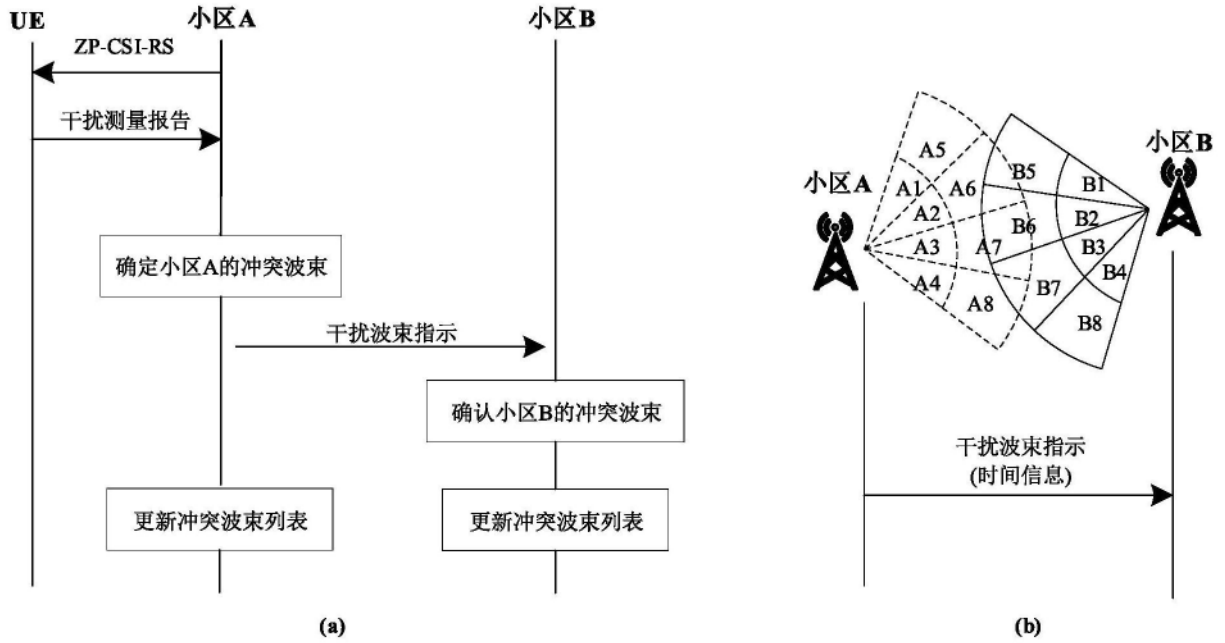


图9A

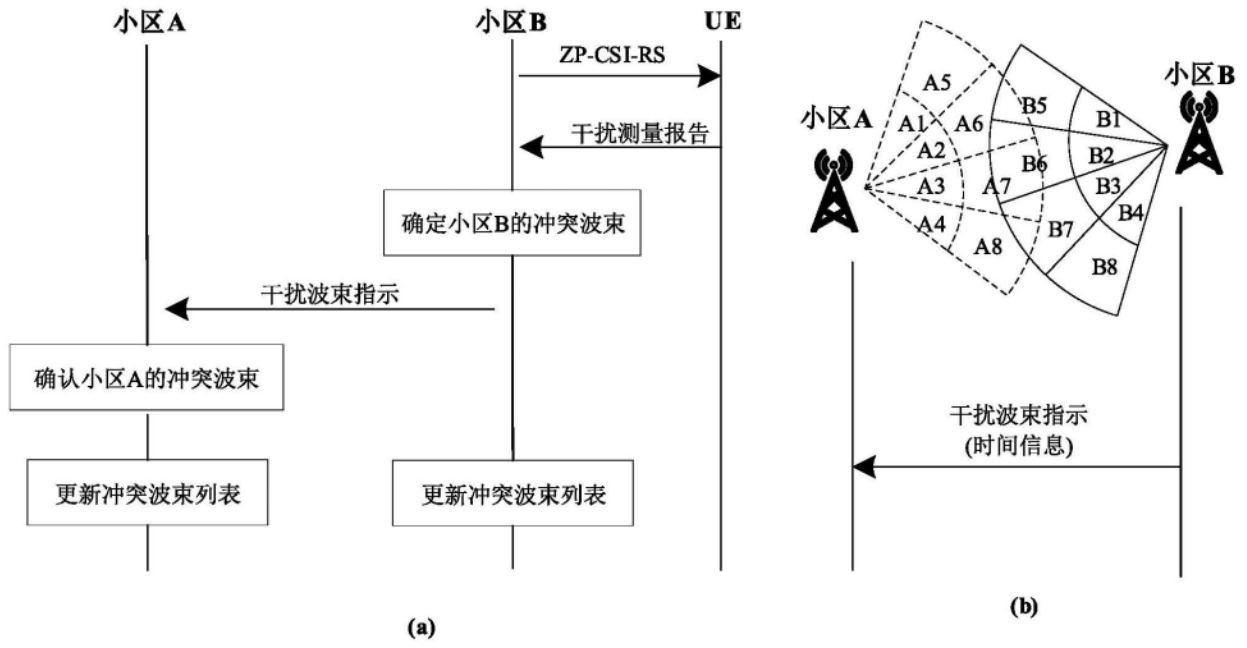


图9B

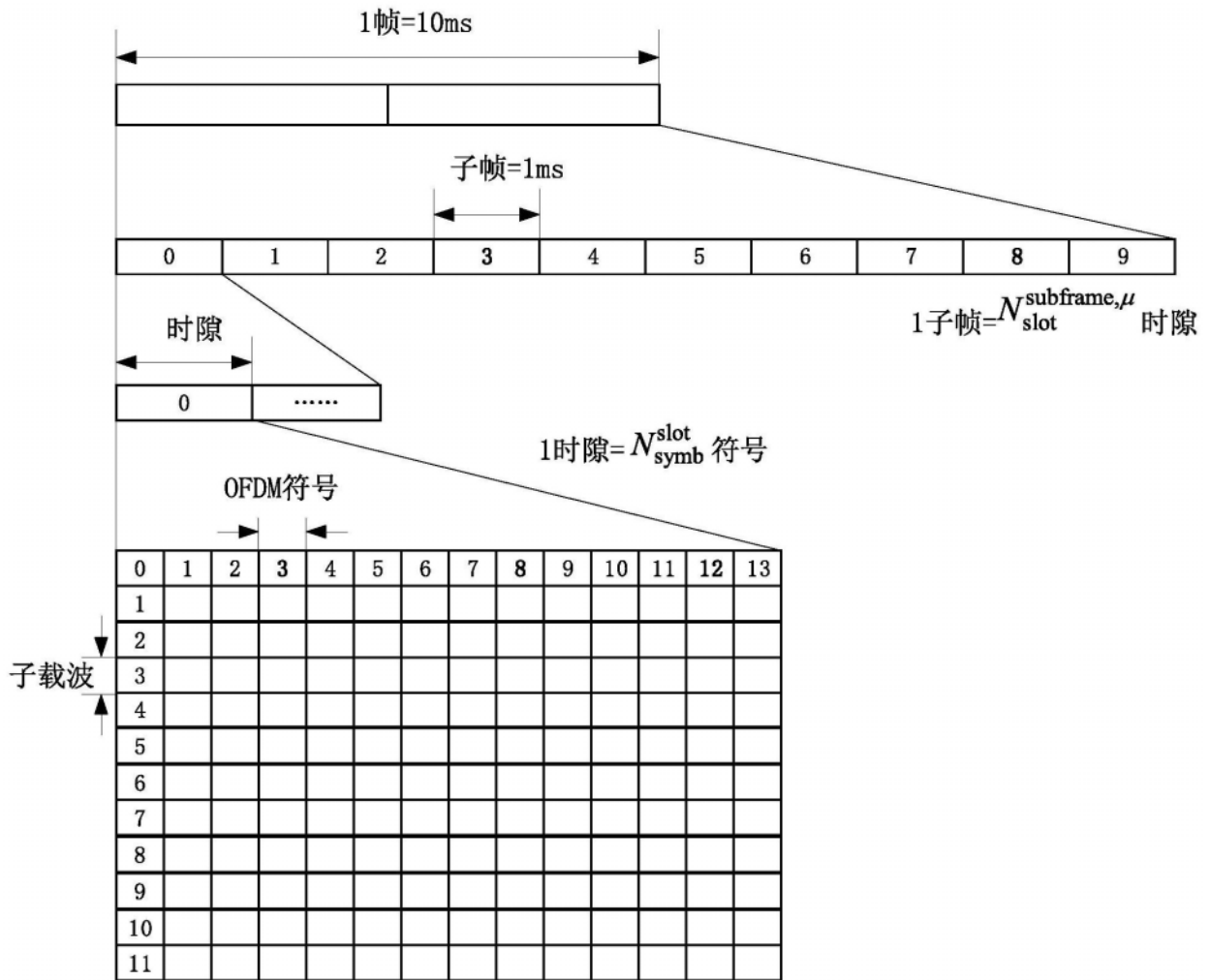


图10

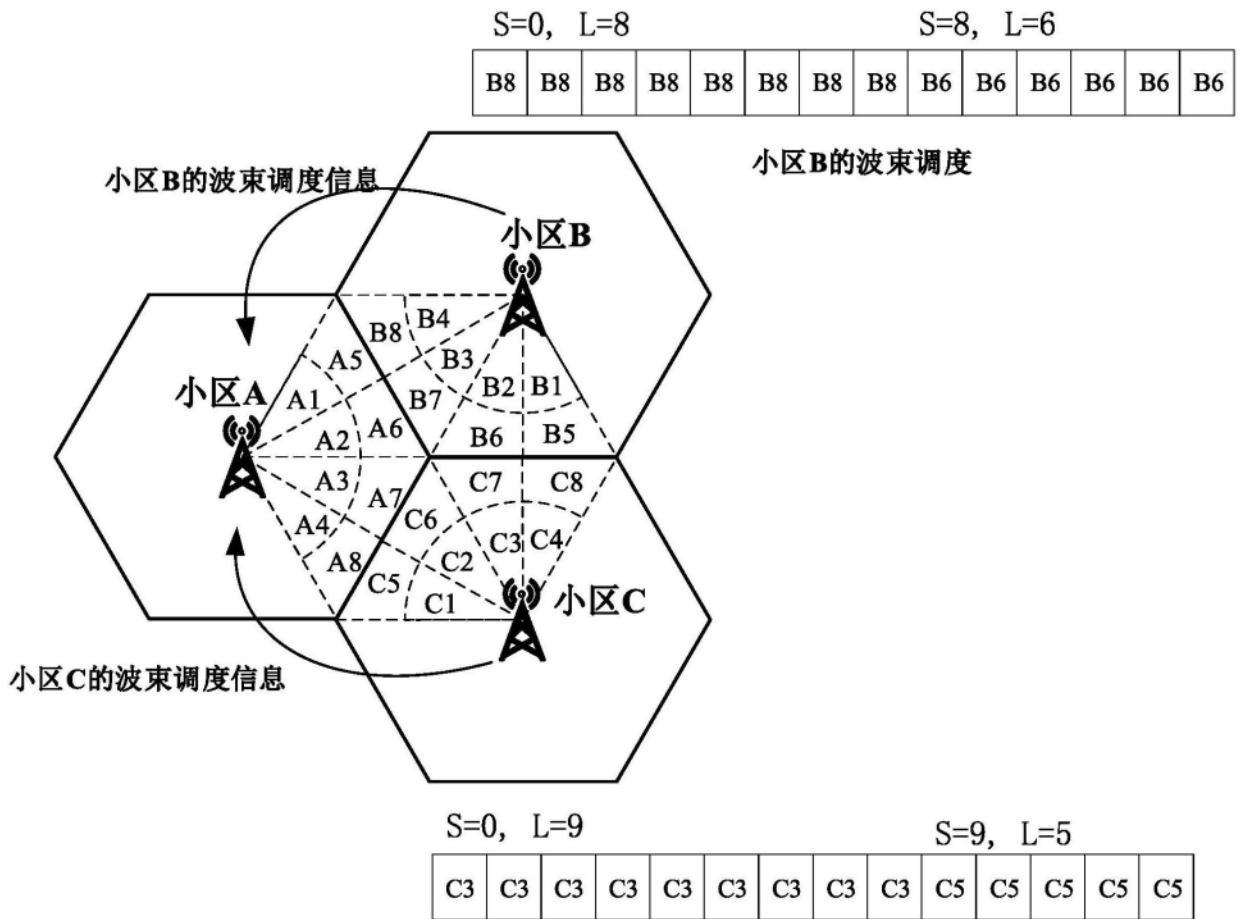


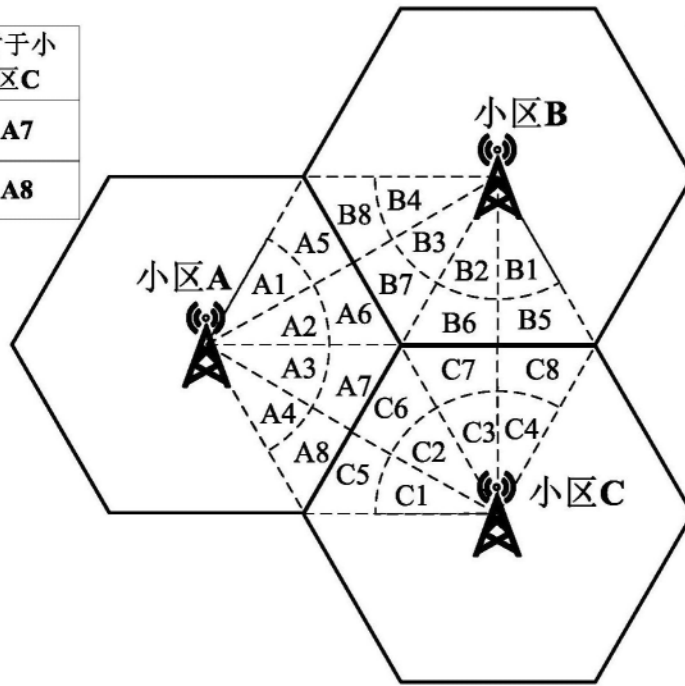
图11

小区A的冲突波束列表

对于小区B	对于小区C
A5	A7
A6	A8

小区B的冲突波束列表

对于小区A	对于小区C
B7	B5
B8	B6



小区C的冲突波束列表

对于小区A	对于小区B
C5	C7
C6	C8

图12

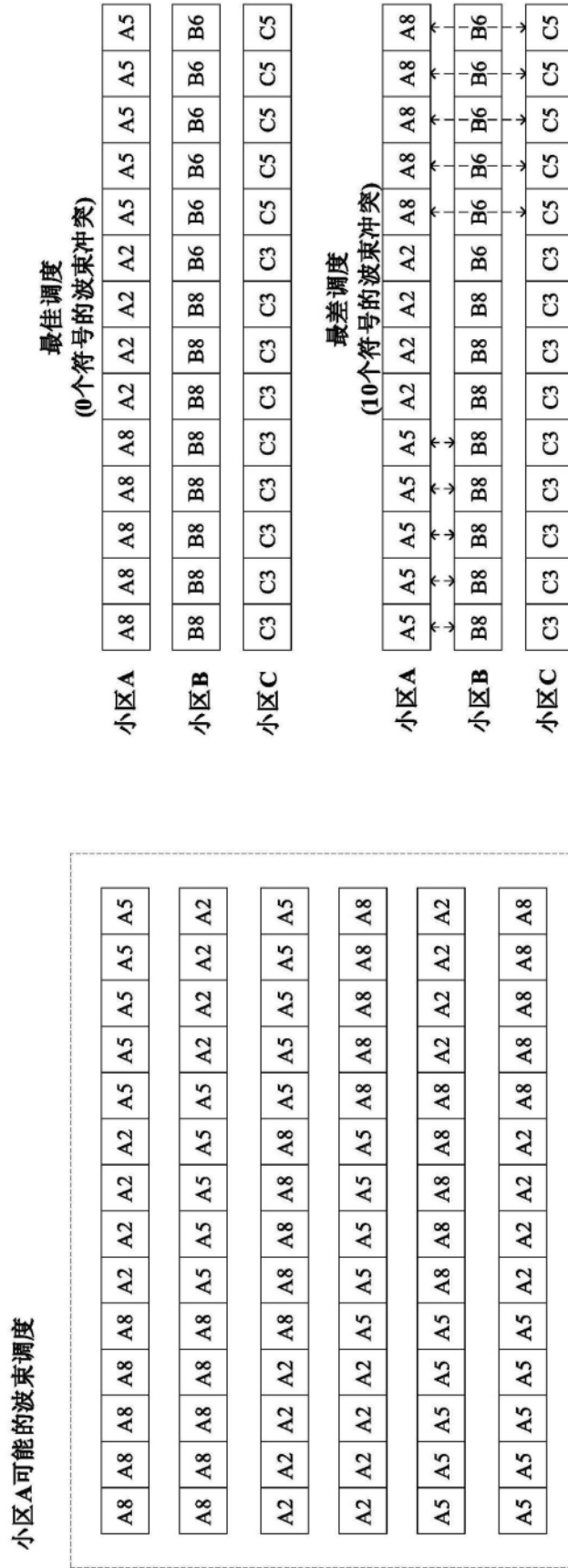


图13

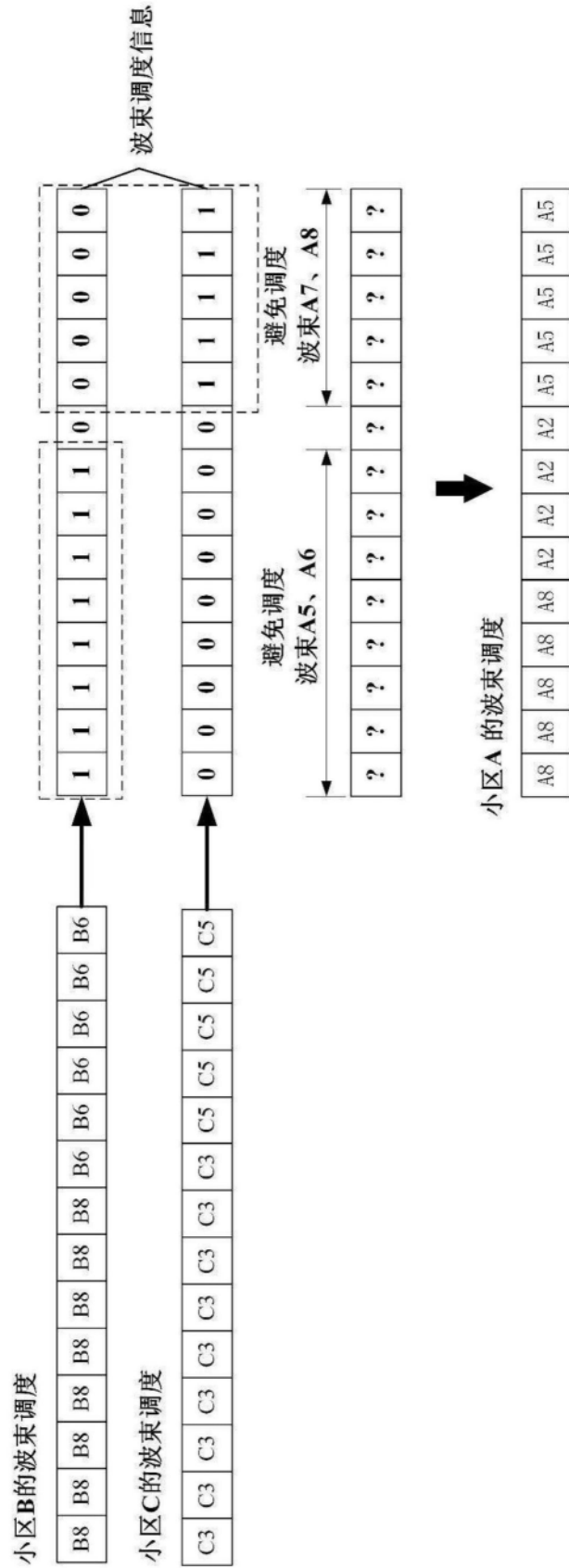


图14

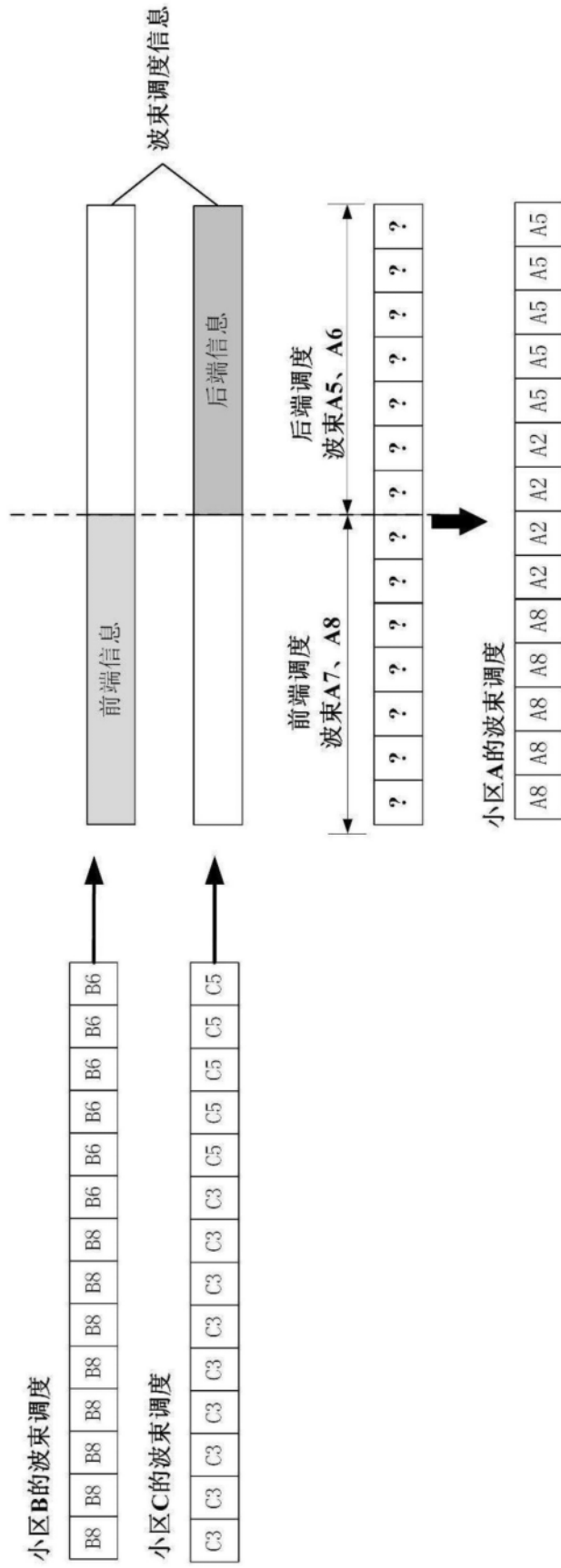


图15

小区A:

前端	后端
A7	A5
A8	A6

小区B:

前端	后端
B8	

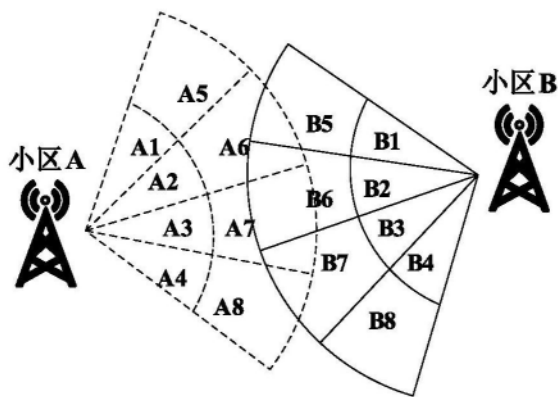
小区C:

前端	后端
	C5

图16

小区A的冲突波束列表

A6	B5
A6	B6
A7	B6
A7	B7
A8	B7



小区B的冲突波束列表

B5	A6
B6	A6
B6	A7
B7	A7
B7	A8

图17

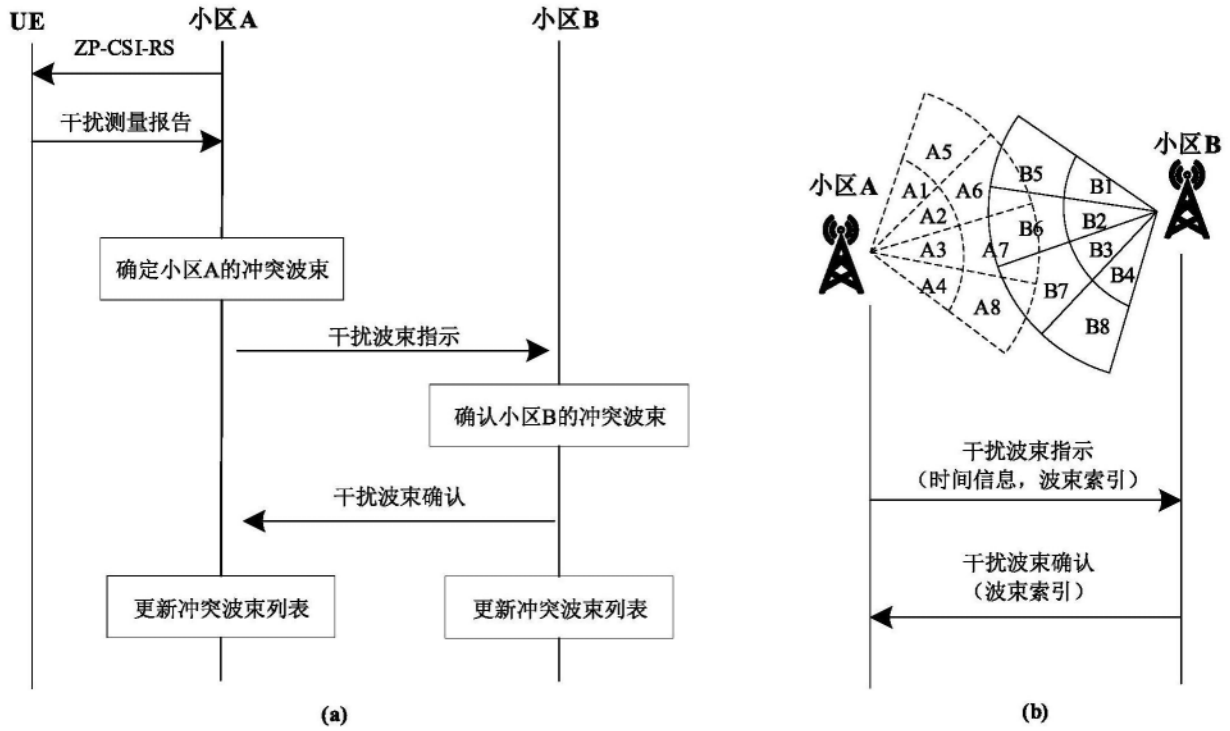


图18A

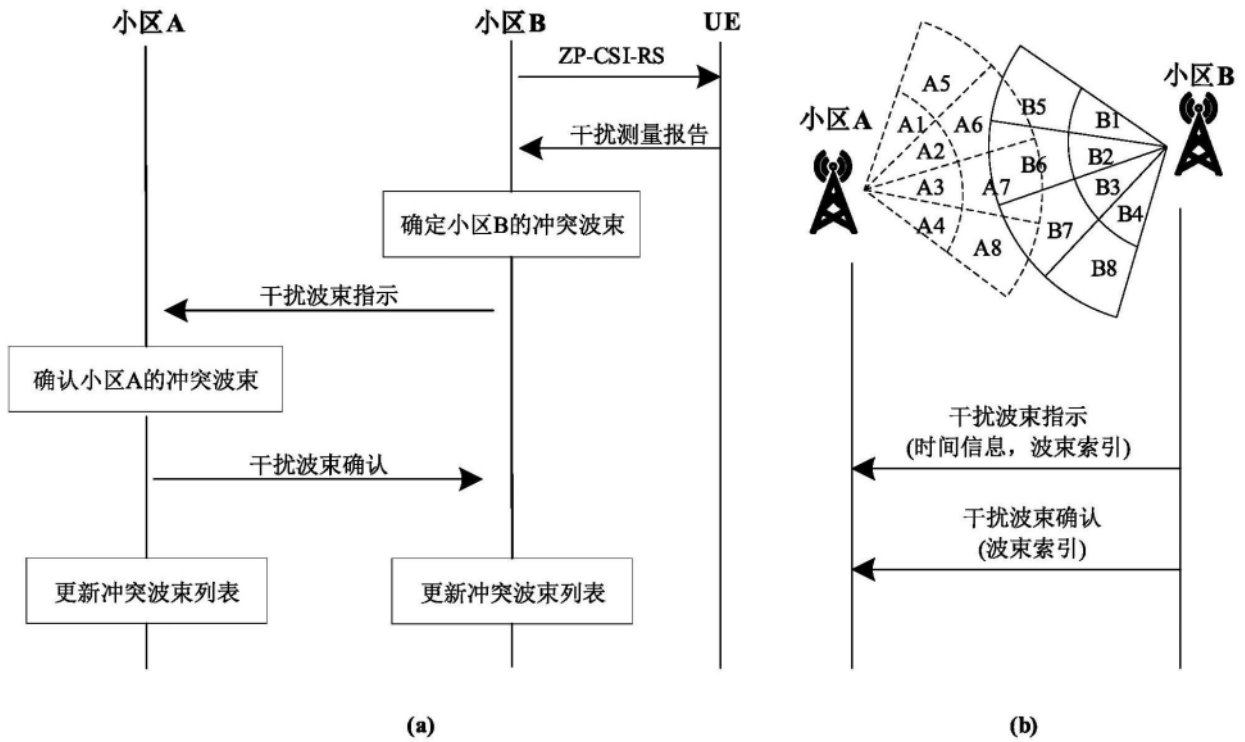


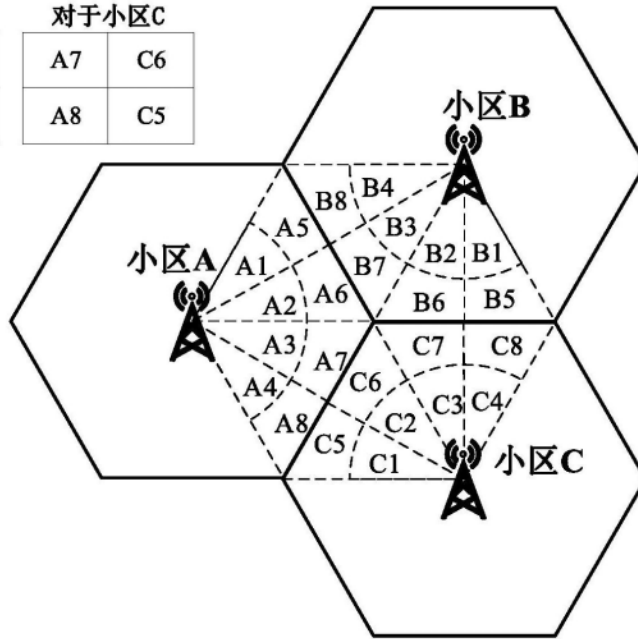
图18B

小区A的冲突波束列表

对于小区B		对于小区C	
A5	B8	A7	C6
A6	A7	A8	C5

小区B的冲突波束列表

对于小区B		对于小区C	
B8	A5	B6	C7
B7	A6	B5	C8



小区C的冲突波束列表

对于小区A		对于小区B	
C6	A7	C7	B6
C5	A8	C8	B5

图19

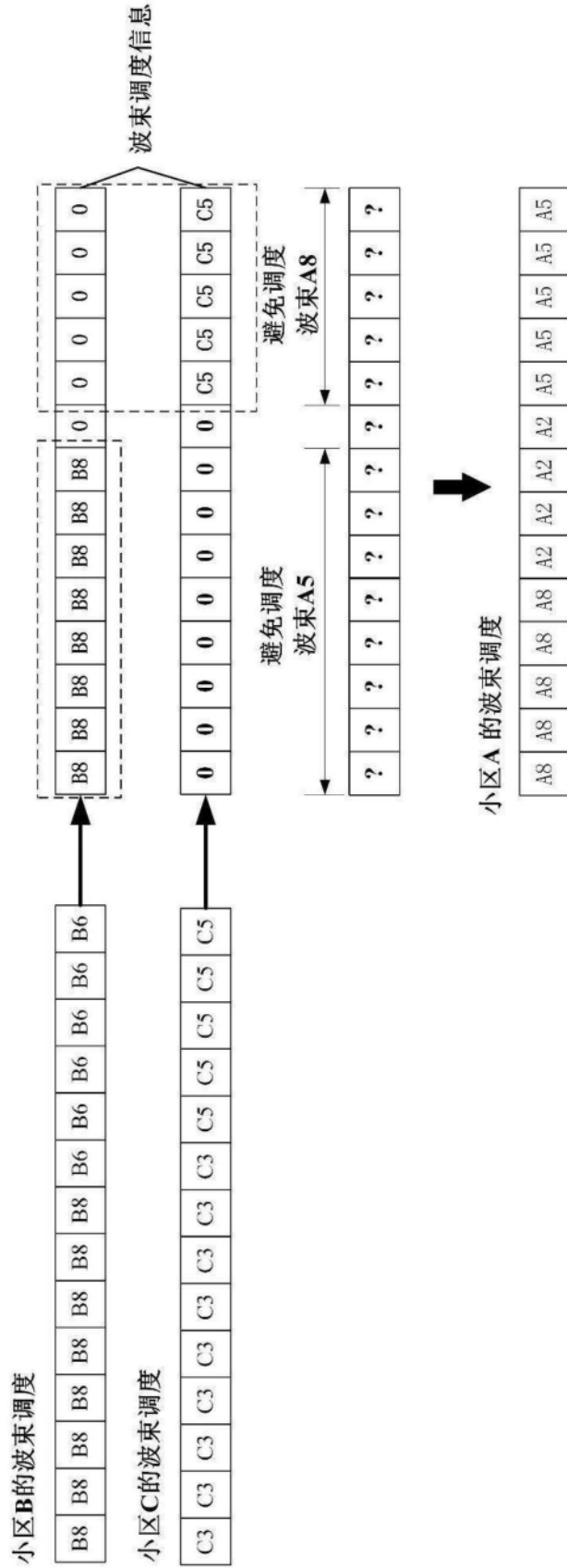


图20

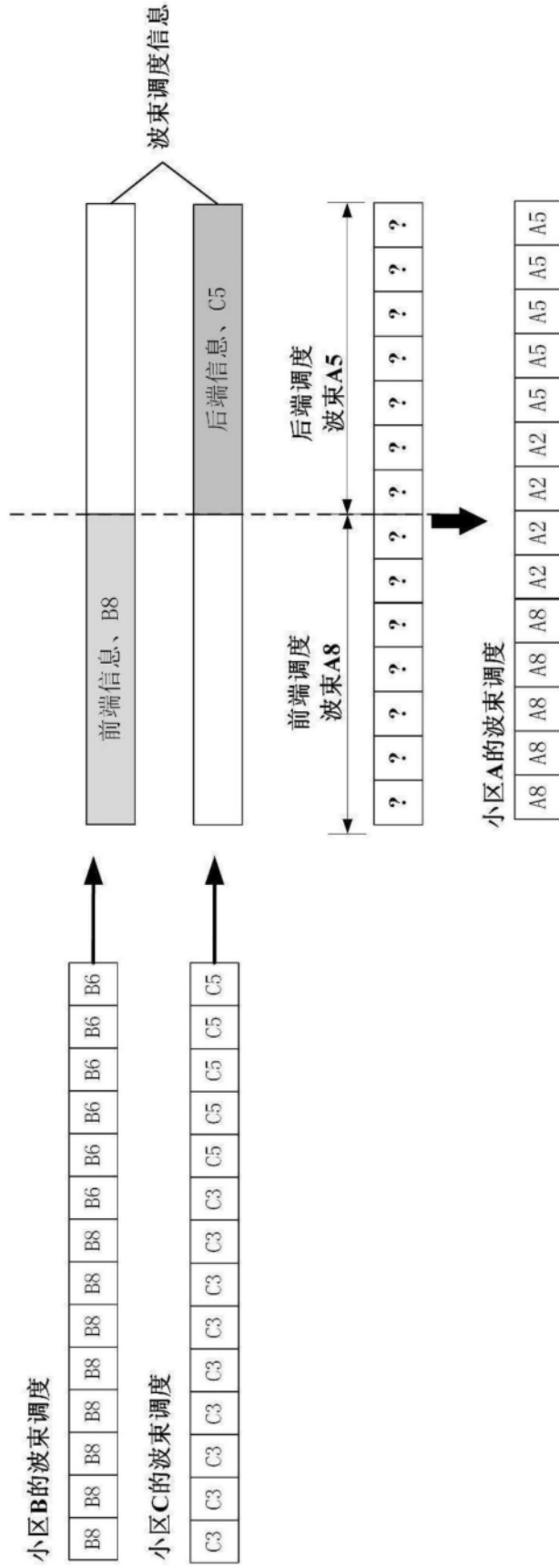


图21

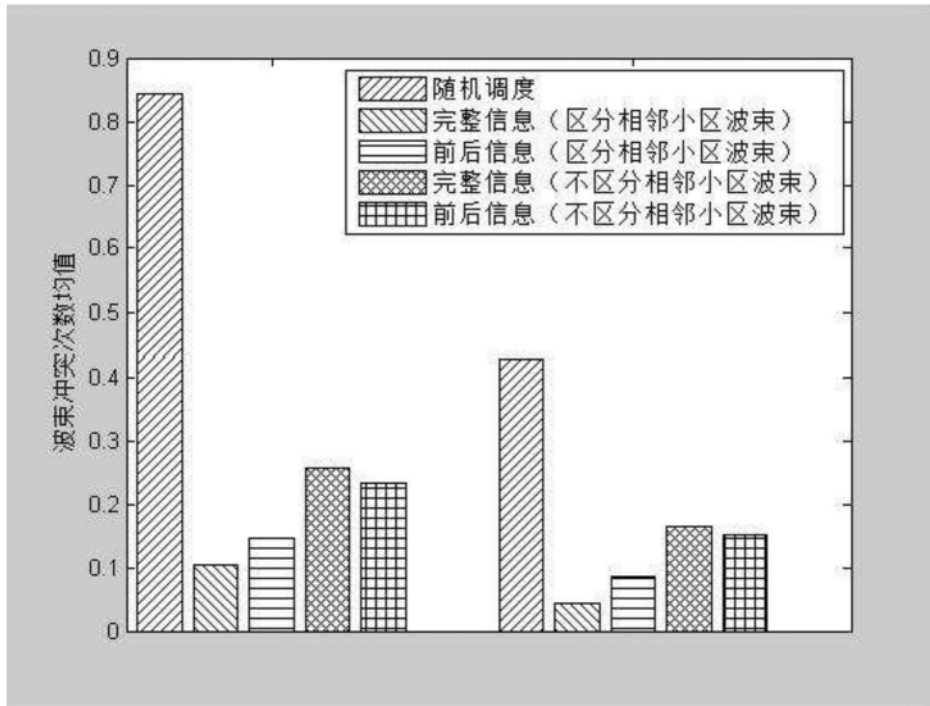


图22

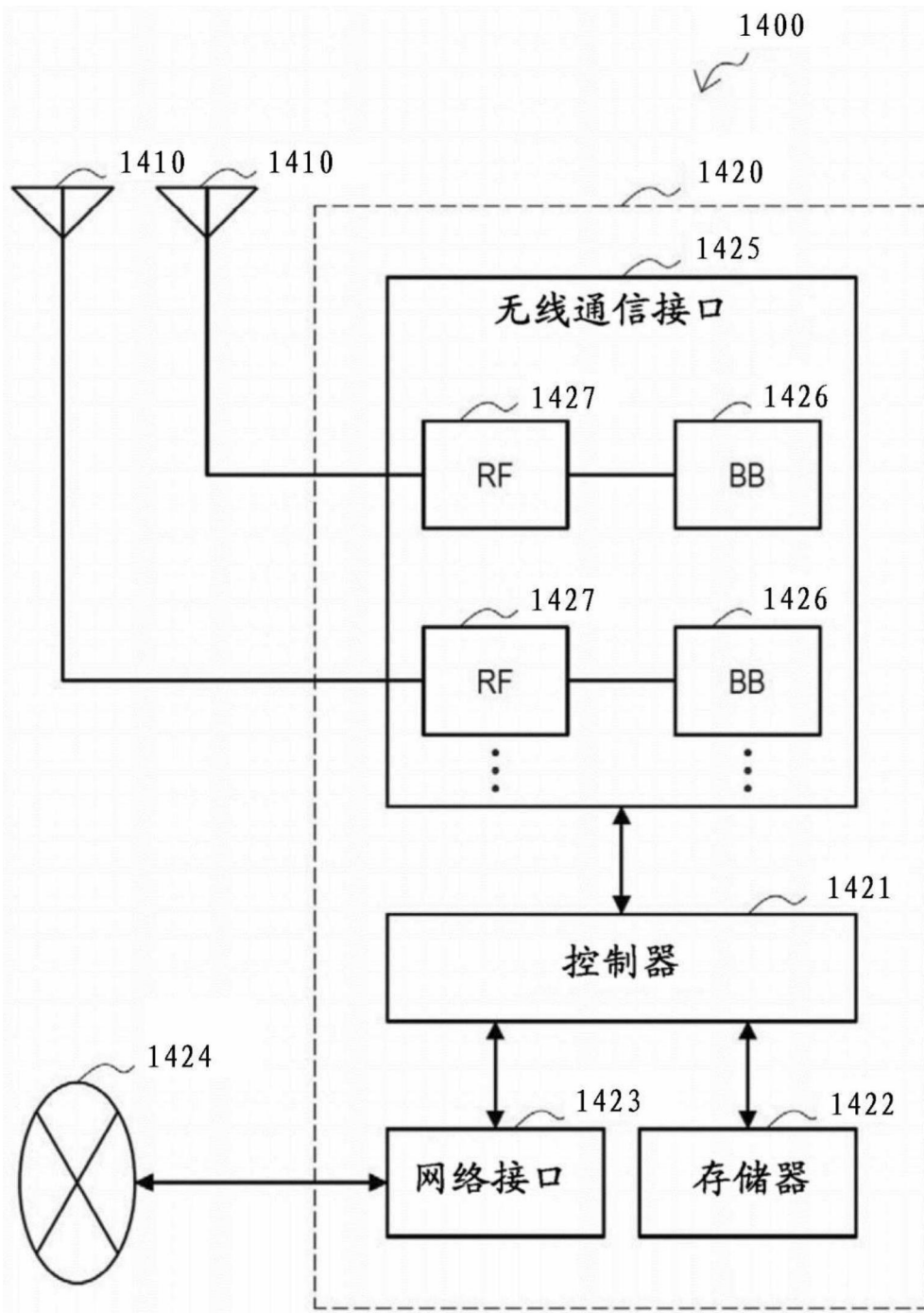


图23

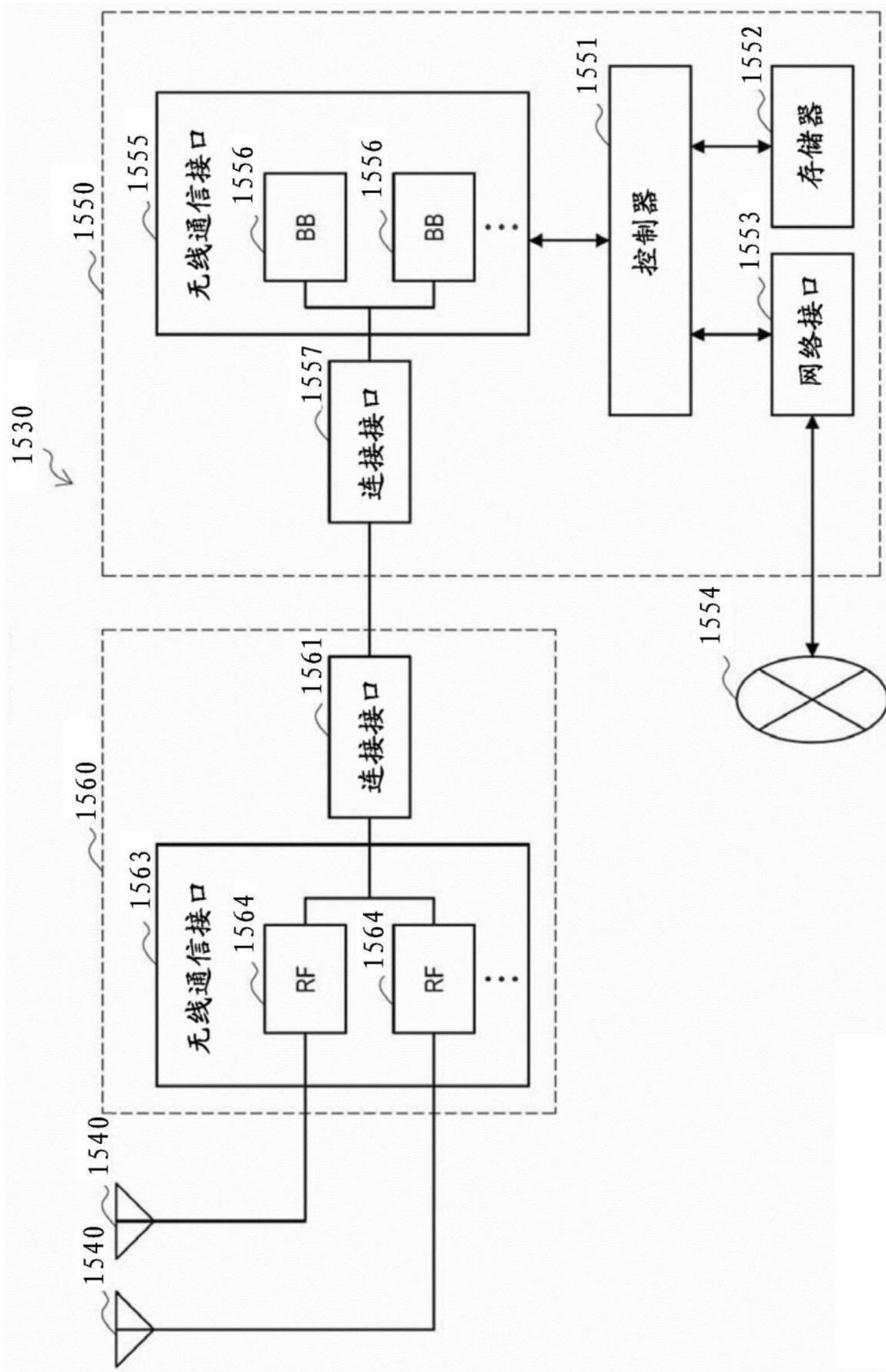


图24

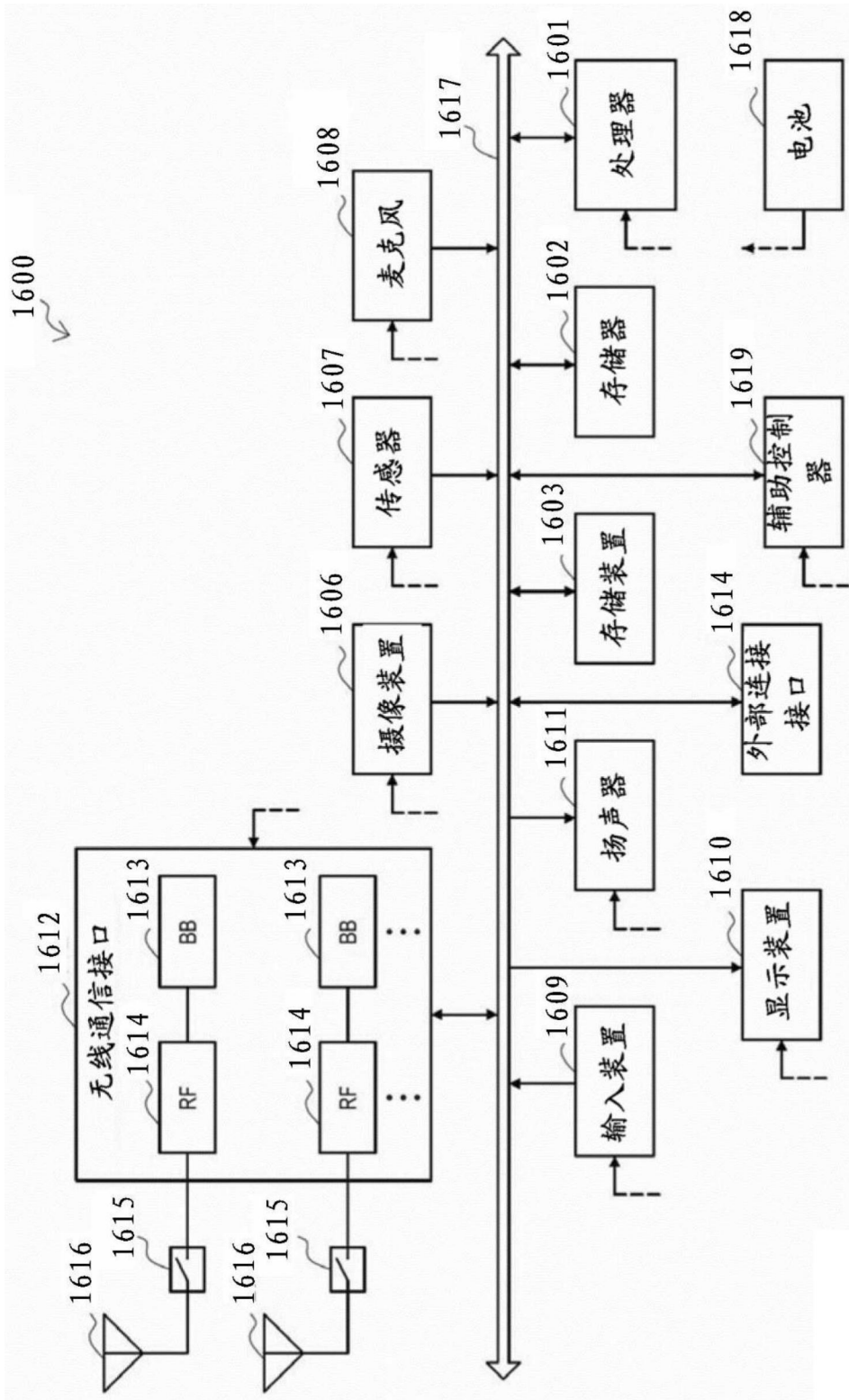


图25

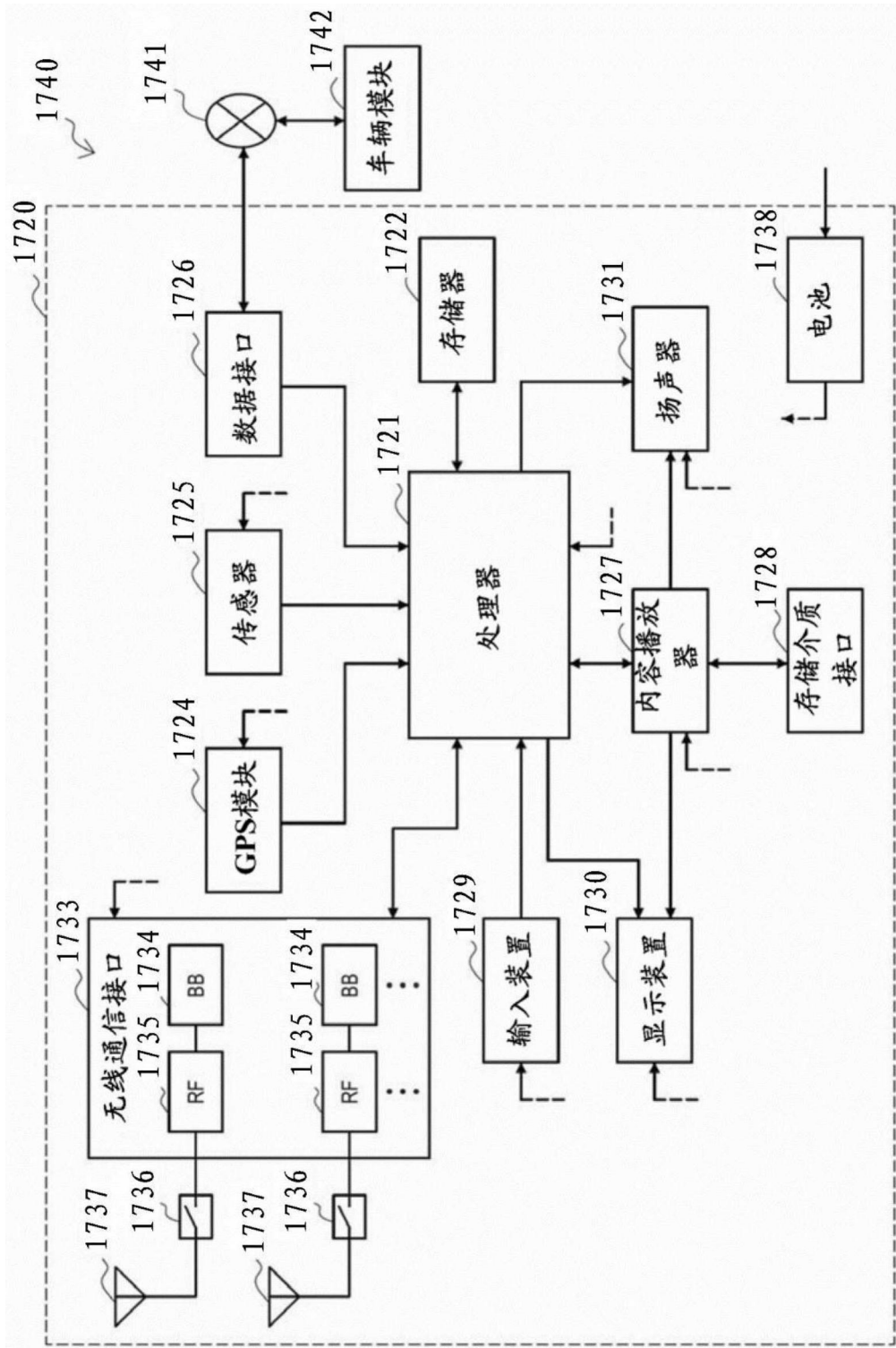


图26