



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108880630 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201710340801.6

(22)申请日 2017.05.12

(71)申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 曹建飞

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 程晨

(51)Int. Cl.

H04B 7/04(2017.01)

H04B 7/06(2006.01)

H04B 7/08(2006.01)

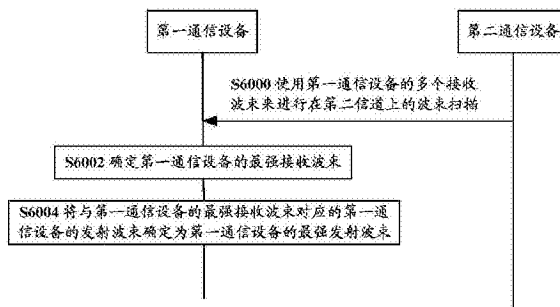
权利要求书3页 说明书25页 附图14页

(54)发明名称

电子设备和通信方法

(57)摘要

本公开涉及电子设备和通信方法。用于第一通信设备侧的电子设备包括处理电路,所述处理电路被配置为根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将要在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。



1. 一种用于第一通信设备侧的电子设备,包括:  
处理电路,所述处理电路被配置为:  
根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将要在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。
2. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,第一通信设备的收发波束对称性信息用于指示第一通信设备的最强发射波束与最强接收波束的对应关系。
3. 根据权利要求1所述的电子设备,所述处理电路还被配置为:  
获取第一通信设备的收发波束对称性信息。
4. 根据权利要求3所述的电子设备,其中,通过在第一信道和第二信道上预先执行的波束扫描来获取第一通信设备的收发波束对称性信息。
5. 根据权利要求4所述的电子设备,其中,通过在第一信道和第二信道上预先执行的波束扫描来获取第一通信设备的收发波束对称性信息包括:  
使用第一通信设备的多个发射波束来进行在第一信道上的波束扫描,以使第二通信设备确定第一通信设备的最强发射波束;  
从第二通信设备获取第一通信设备的最强发射波束;  
使用第一通信设备的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描,以确定第一通信设备的最强接收波束;以及  
根据第一通信设备的最强发射波束和最强接收波束来确定第一通信设备的收发波束对称性信息。
6. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电子设备,其中,在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案包括:  
使用第一通信设备的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描,以确定第一通信设备的最强接收波束;以及  
将与第一通信设备的最强接收波束对应的第一通信设备的发射波束确定为第一通信设备的最强发射波束。
7. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电子设备,其中,在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案包括:  
使用第一通信设备的多个发射波束来进行在第一信道上的波束扫描,以使第二通信设备确定第一通信设备的最强发射波束;以及  
从第二通信设备获取所确定的第一通信设备的最强发射波束,并将与第一通信设备的最强发射波束对应的第一通信设备的接收波束确定为第一通信设备的最强接收波束。
8. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电子设备,其中,在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案包括:  
使用第一通信设备的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描,以确定第一通信设备的最强接收波束;  
使用包括第一通信设备的最强接收波束的第一预定覆盖范围内的多个发射波束进行在第一信道上的波束扫描,以使第二通信设备确定第一通信设备的最强发射波束;以及

从第二通信设备获取所确定的第一通信设备的最强发射波束。

9. 根据权利要求1至5中的任一项所述的电子设备,其中,在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案包括:

使用第一通信设备的多个发射波束来进行在第一信道上的波束扫描,以使第二通信设备确定第一通信设备的最强发射波束;

从第二通信设备获取第一通信设备的最强发射波束;以及

使用包括第一通信设备的最强发射波束的第一预定覆盖范围内的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描,以确定第一通信设备的最强接收波束。

10. 根据权利要求8或9所述的电子设备,其中,在第一通信设备的最强发射波束与最强接收波束部分重叠的情况下,第一通信设备具有部分收发波束对称性。

11. 根据权利要求8至10中的任一项所述的电子设备,其中,通过对第一通信设备进行预先配置来获取所述第一预定覆盖范围。

12. 根据权利要求6所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备具有收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案还包括:

向第二通信设备通知根据在第二信道上的波束扫描而确定的第二通信设备的最强发射波束,

其中,在波束扫描的简化方案中不进行第一信道上的波束扫描。

13. 根据权利要求7所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备具有收发波束对称性的情况下,在波束扫描的简化方案中不进行第二信道上的波束扫描。

14. 根据权利要求6所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备不具有收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案还包括:

使用第一通信设备的最强发射波束来进行第一信道上的波束扫描。

15. 根据权利要求7所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备不具有收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案还包括:

使用第一通信设备的最强接收波束来进行第二信道上的波束扫描。

16. 根据权利要求8所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,波束扫描的简化方案还包括:

向第二通信设备通知根据在第二信道上的波束扫描而确定的第二通信设备的最强发射波束,

其中,在波束扫描的简化方案中,使用第一预定覆盖范围内的第一通信设备的多个发射波束以及包括第二通信设备的最强发射波束的第二预定覆盖范围内的第二通信设备的多个接收波束来进行在第一信道上的波束扫描。

17. 根据权利要求9所述的电子设备,其中,在第二通信设备的收发波束对称性信息指示第二通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,在波束扫描的简化方案中,使用第一预定覆盖范围内的第一通信设备的多个接收波束以及包括第二通信设备的最强接收波束的第二预定覆盖范围内的第二通信设备的多个发射波束来进行在第二信道上的波束扫描,其中,第二通信设备的最强接收波束根据在第一信道上的波束扫描而确定。

18. 根据权利要求16或17所述的电子设备,其中,在第二通信设备的最强发射波束与最强接收波束部分重叠的情况下,第二通信设备具有部分收发波束对称性。

19. 根据权利要求16至18中的任一项所述的电子设备,其中,通过对第二通信设备进行预先配置来获取所述第二预定覆盖范围。

20. 根据权利要求1所述的电子设备,所述处理电路还被配置为:

从第二通信设备获取第二通信设备的收发波束对称性信息。

21. 根据权利要求12至20中的任一项所述的电子设备,其中,第二通信设备的收发波束对称性信息用于指示第二通信设备的最强发射波束与最强接收波束的对应关系。

22. 根据权利要求1至21中的任一项所述的电子设备,其中,所述电子设备包括多个天线子阵列,根据与所述多个天线子阵列分别对应的第一通信设备的多个收发波束对称性信息来确定波束扫描的简化方案。

23. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,周期性地对波束扫描的简化方案的确定。

24. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,在第一通信设备的收发波束对称性信息发生改变时,对波束扫描的简化方案的确定。

25. 根据权利要求1至24中的任一项所述的电子设备,其中,第一通信设备是终端设备,第二通信设备是基站。

26. 根据权利要求1至24中的任一项所述的电子设备,其中,第一通信设备是基站,第二通信设备是终端设备。

27. 一种通信方法,包括:

根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将要在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。

28. 一种非瞬态存储介质,其中存储有使处理器执行如权利要求27所述的通信方法的指令。

## 电子设备和通信方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及电子设备和通信方法,更具体地,本公开涉及用于无线通信系统的波束扫描(Beam Sweeping)的电子设备和通信方法。

### 背景技术

[0002] 在无线通信技术例如3GPP(3rd Generation Partnership Project,第三代合作伙伴计划)的不断演进过程中,随着使用频段的增加(比如26GHz、60GHz或者更高),无线信道的路径损耗也会增加。通过使用多输入多输出(Multi-Input Multi-Output, MIMO)技术(例如大规模天线(Massive MIMO)技术)提高波束赋形增益(Beamforming Gain),可以弥补高频段信道存在的较大的路径损耗。

[0003] 在高频MIMO系统中,基站(作为系统中的网络侧通信设备或通信节点的示例)和终端设备(也可称为用户设备(UE),作为系统中的用户侧通信设备或通信节点的示例)具有支持MIMO技术的多个天线。基站天线和UE天线可以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,从而对抗高频段信道存在的较大的路径损耗。然而,由于这些空间波束的指向性较强且覆盖范围较窄,需要从基站和UE的多个发射和接收波束中选择适当的发射和接收波束来进行上下行信道上的数据和/或控制信号的传输。

[0004] 可以通过波束扫描来选择适当的发射和接收波束。具体而言,通过进行基站到UE的下行波束扫描,在基站的多个发射波束上发射下行参考信号,并且用UE的多个接收波束接收该下行参考信号,可以选择基站的最强发射波束和UE的最强接收波束。同样地,通过进行UE到基站的上行波束扫描,可以选择基站的最强接收波束和UE的最强发射波束。

[0005] 然而,在已知的波束扫描方案中,需要独立地进行上行波束扫描和下行波束扫描,并且在上下行波束扫描过程中需要遍历基站和UE的所有空间波束,从而消耗大量的系统资源。因此,需要对已知的波束扫描方案进行简化设计。

### 发明内容

[0006] 在下文中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。

[0007] 根据本公开的一个方面,提供了一种用于第一通信设备侧的电子设备。该电子设备可以包括处理电路,所述处理电路被配置为:根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将要在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。

[0008] 根据本公开的另一方面,提供了一种通信方法。该方法可以包括:根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将要在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。

[0009] 根据本公开的又一方面,提供了一种非瞬态存储介质,其中存储有使处理器执行根据本公开的通信方法的指令。

[0010] 根据本公开的一个或多个实施例,可以简化波束管理尤其是波束扫描方案,减小波束扫描的开销,从而减小系统资源的消耗。

### 附图说明

[0011] 构成说明书的一部分的附图描述了本公开的实施例,并且连同说明书一起用于解释本公开的原理。

[0012] 参照附图,根据下面的详细描述,可以更清楚地理解本公开,其中:

[0013] 图1是示出无线通信系统中的波束扫描过程的示意图;

[0014] 图2A-2E是示出根据本公开的实施例的收发波束对称性的示意图;

[0015] 图3是示出根据本公开的实施例的获取收发波束对称性信息的信令图;

[0016] 图4是示出根据本公开的实施例的用于第一通信设备侧的电子设备的配置框图;

[0017] 图5是示出根据本公开的实施例的用于无线通信系统的第一终端设备侧的通信方法的流程图;

[0018] 图6-15是示出根据本公开的实施例的波束扫描的简化方案的信令图;

[0019] 图16是示出根据本公开的实施例的波束对称性的测量和报告与波束扫描过程在时间尺度上的关系的图;

[0020] 图17是示出根据本公开的实施例的gNB的示意性配置的第一示例的框图;

[0021] 图18是示出根据本公开的实施例的gNB的示意性配置的第二示例的框图;

[0022] 图19是示出根据本公开的实施例的智能电话的示意性配置的示例的框图;以及

[0023] 图20是示出根据本公开的实施例的汽车导航设备的示意性配置的示例的框图。

### 具体实施方式

[0024] 现在将参照附图来详细描述本公开的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本公开的范围。

[0025] 同时,应当明白,为了便于描述,附图中所示出的各个部分的尺寸并不是按照实际的比例关系绘制的。

[0026] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。

[0027] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0028] 在这里示出和讨论的所有示例中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它示例可以具有不同的值。

[0029] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0030] 为便于更好地理解根据本公开的技术方案,下面简单介绍一些本公开所使用的概念。

[0031] 基站和UE具有支持MIMO技术的多个天线。MIMO技术的使用使得基站和UE能够利用空域来支持空间复用、波束赋形和发射分集。空间复用可被用于在相同频率上同时传送不同的数据流。这些数据流可被传送给单个UE以提高数据率(可归为SU-MIMO技术)或传送给多个UE以增加系统总容量(可归为MU-MIMO技术)。这是藉由对每一数据流进行空间预编码(即,在基带进行应用振幅的比例缩放和相位调整)并且随后通过多个发射天线在从基站到UE的下行链路(DL)上传送每一经空间预编码的流来达成的。经空间预编码的数据流带有不同空间签名地抵达(诸)UE处,这使得(诸)UE中每个UE能够经由其的多个天线接收数据流并且恢复以该UE为目的地的一个或多个数据流。在从UE到基站的上行链路(UL)上,每个UE通过其的多个天线传送经空间预编码的数据流,这使得基站能够通过其的天线接收数据流,并且标识每个经空间预编码的数据流的源。

[0032] 除了在基带进行空间预编码,还可以调整每个射频链路所连接的多个天线的相位以使用波束赋形来将相应射频链路的发射/接收能量集中在特定方向上从而提高信号发射/接收强度。本公开以下实施例中所提到的波束主要是通过这种方式形成的。

[0033] 接下来解说LTE(长期演进)、NR(新无线电)中用于用户面和控制面的无线电协议架构。用于UE和eNB的无线电协议架构被示为具有三层:层1、层2和层3。层1(L1层)是最低层并实现各种物理层信号处理功能。L1层将在本文中被称为物理层。层2(L2层)在物理层之上并且负责UE与eNB、gNB之间在物理层之上的链路。

[0034] 在用户面中,L2层包括媒体接入控制(MAC)子层、无线链路控制(RLC)子层、以及分组数据汇聚协议(PDCP)子层,它们在网络侧上终接于eNB、gNB处。UE在L2层之上还可具有若干个上层,包括在网络侧终接于PDN网关处的网络层(例如,IP层)、以及终接于连接的另一端(例如,远端UE、服务器等)的应用层。

[0035] PDCP子层提供不同无线电承载与逻辑信道之间的复用。PDCP子层还提供对上层数据分组的报头压缩以减少无线电传输开销,通过将数据分组暗码化来提供安全性,以及提供对UE在各eNB、gNB之间的切换支持。RLC子层提供对上层数据分组的分段和重装、对丢失数据分组的重传、以及对数据分组的重排序以补偿因混合自动重传请求(HARQ)而引起的脱序接收。MAC子层提供逻辑信道与传输信道之间的复用。MAC子层还负责在各UE间分配一个蜂窝小区中的各种无线电资源(例如,资源块)。MAC子层还负责HARQ操作。

[0036] 在控制面中,用于UE和eNB、gNB的无线电协议架构对于物理层和L2层而言基本相同,区别在于对控制面而言没有头部压缩功能。控制面还包括层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eNB、gNB与UE之间的RRC信令来配置各下层。

[0037] 简要介绍基站侧实现L1层(即,物理层)的各种信号处理功能。这些信号处理功能包括编码和交织以促成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))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。

[0038] 在UE处,每个接收机通过其各自相应的天线来接收信号。每个接收机恢复出调制到射频(RF)载波上的信息并将该信息提供给L1层的各种信号处理功能。在L1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eNB、gNB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eNB、gNB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。

[0039] 下面结合图1简单介绍无线通信系统中的波束扫描过程。图1中的向右的箭头表示从基站1000到终端设备1004的下行链路方向,向左的箭头表示从终端设备1004到基站1000的上行链路方向。如图1所示,基站1000包括 $n_{t\_DL}$ 个下行发射波束( $n_{t\_DL}$ 为大于等于1的自然数,图1中例示为 $n_{t\_DL}=9$ ),终端设备1004包括 $n_{r\_DL}$ 个下行接收波束( $n_{r\_DL}$ 为大于等于1的自然数,图1中例示为 $n_{r\_DL}=5$ )。另外,在图1所示的无线通信系统中,基站1000的上行接收波束的个数 $n_{r\_UL}$ 以及各波束的覆盖范围与下行发射波束相同,终端设备1004的上行发射波束的个数 $n_{t\_UL}$ 以及各波束的覆盖范围与下行接收波束相同。应当理解,根据系统需求和设定,基站的上行接收波束和下行发射波束的覆盖范围以及数量可以不同,终端设备也是如此。

[0040] 如图1所示,在下行波束扫描过程中,基站1000的 $n_{t\_DL}$ 个下行发射波束中的每个下行发射波束1002向终端设备1004发送 $n_{r\_DL}$ 个下行参考信号,终端设备1004通过 $n_{r\_DL}$ 个下行接收波束分别接收该 $n_{r\_DL}$ 个下行参考信号。以这种方式,基站1000的 $n_{t\_DL}$ 个下行发射波束依次向终端设备1004发送 $n_{t\_DL} \times n_{r\_DL}$ 个下行参考信号,终端设备1004的每个下行接收波束1006接收 $n_{t\_DL}$ 个下行参考信号,即终端设备1004的 $n_{r\_DL}$ 个下行接收波束共接收来自基站1000的 $n_{t\_DL} \times n_{r\_DL}$ 个下行参考信号。终端设备1004对该 $n_{t\_DL} \times n_{r\_DL}$ 个下行参考信号进行测量(例如测量下行参考信号的接收信号功率(例如参考信号接收功率RSRP)、信道质量(例如信道质量指示符CQI)),从而确定基站1000的最强下行发射波束和终端设备1004的最强下行接收波束。

[0041] 在上行波束扫描过程中,与下行波束扫描类似地,终端设备1004的 $n_{t\_UL}$ 个上行发射波束中的每个上行发射波束1006向基站1000发送 $n_{r\_UL}$ 个上行参考信号,基站1000通过 $n_{r\_UL}$ 个上行接收波束分别接收该 $n_{r\_UL}$ 个上行参考信号。以这种方式,终端设备1004的 $n_{t\_UL}$ 个上行发射波束依次向基站1000发送 $n_{t\_UL} \times n_{r\_UL}$ 个上行参考信号,基站1000的每个上行接收波束1002接收 $n_{t\_UL}$ 个上行参考信号,即基站1000的 $n_{r\_UL}$ 个上行接收波束共接收来自终端设备1004的 $n_{r\_UL} \times n_{t\_UL}$ 个上行参考信号。基站1000对该 $n_{r\_UL} \times n_{t\_UL}$ 个上行参考信号进行测量(例如测量上行参考信号的接收信号功率(例如RSRP)、信道质量(例如CQI)),从而确定终端设备1004的最强上行发射波束和基站1000的最强上行接收波束。

[0042] 应理解,基站的上行接收波束和下行发射波束的覆盖范围以及数量可以不同以及终端设备的上行发射波束和下行接收波束的覆盖范围以及数量可以不同,而上述确定操作仍可被类似地执行。

[0043] 在完成了下行波束扫描和上行波束扫描过程之后,利用所确定的基站的最强收发波束和终端设备的最强收发波束来进行接下来的数据和/或控制信号的传输。上述通过波束扫描来确定基站和终端设备的最强收发波束的过程有时也称为波束训练过程。

[0044] 基站以及终端设备的接收波束和发射波束可以通过DFT(Discrete Fourier



Transform, 离散傅立叶变换) 向量来产生。下面以基站侧的下行发射波束为例进行介绍, 基站侧的上行接收波束以及终端设备侧的收发波束也可以通过类似的方法产生。

[0045] 例如, 假设在基站侧配备有 $n_t$ 根发射天线, 则基站到终端设备的等效信道可以表示为一个 $n_t \times 1$ 的向量 $H$ 。DFT向量 $u$ 可以表示为:

[0046] [式1]

$$[0047] \quad u = [1 \quad e^{j\frac{2\pi}{C}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi(n_t-1)}{C}}]^T$$

[0048] 其中, DFT向量 $u$ 的长度为 $n_t$ ,  $C$ 表示用于调节波束的宽度和赋形增益的参数, “T”表示转置运算符。

[0049] 将基站到终端设备的等效信道 $H$ 与DFT向量 $u$ 相乘可以得到基站的一个发射波束(例如图1中所示的下行发射波束中的一个)。

[0050] 在一个实施例中, 式1中的用于调节波束的宽度和赋形增益的参数 $C$ 可以用两个参数 $O_2$ 、 $N_2$ 的乘积来表示, 通过分别调节两个参数 $O_2$ 、 $N_2$ , 可以调整波束的宽度和赋形增益。一般来说, 天线的数量 $n_t$ 越大, 或者参数 $C$ (例如 $O_2$ 、 $N_2$ 的乘积)越大, 则所得到的波束的空间指向性越强, 但波束宽度一般也越窄。在一个实施例中, 可以取 $O_2 = 1$ 并且 $N_2 = 1$ , 这样得到的DFT向量 $u$ 是 $n_t$ 个元素都为1的向量。

[0051] 在如根据图1所描述的现有的波束扫描过程中, 上行波束扫描和下行波束扫描独立进行, 并且需要遍历基站和终端设备的所有上行收发波束和下行收发波束来选择最适合的收发波束。这样的波束扫描过程需要消耗大量的系统资源。

[0052] 在无线通信系统中, 存在如下的信道互易性: 当上下行信道处在相关时间和带宽内时, 可以在上下行信道上观察到相同的信道冲击响应(Channel Impulse Response, CIR), 此时可以认为上下行信道一致, 即存在信道互易性。本公开的发明人认识到, 当存在信道互易性时, 基站和终端设备的射频波束之间可能存在一定的对应关系, 即波束对称性(beam correspondence)(有时也称为波束互易性或波束一致性)。例如, 波束对称性可能包括基站和终端设备中的每一个的波束对称性, 如下文描述的收发波束对称性, 也可能包括基站和终端设备两者之间的波束对称性, 如下文描述的波束对对称性。本公开的发明人发现, 可以利用波束对称性来对波束扫描过程进行简化, 确定波束扫描的简化方案, 从而减少在波束扫描过程中所需要使用的波束的数量, 减小系统资源的消耗。

[0053] 图2A-图2E示出了根据本公开的实施例的收发波束对称性的示意图。根据本公开的实施例, 收发波束对称性表示通信链路的一侧的通信设备(例如基站或者终端设备)的最强接收波束与最强发射波束的对应关系。

[0054] 在图2A-2D中, 在从基站到终端设备的下行链路中(如图2A-2D中向右的箭头所示), 用阴影标识出了基站的最强下行发射波束以及终端设备的最强下行接收波束; 在从终端设备到基站的上行链路中(如图2A-2D中向左的箭头所示), 用阴影标识出了终端设备的最强上行发射波束以及基站的最强上行接收波束。

[0055] 如图2A所示, 基站的最强下行发射波束与最强上行接收波束相同, 也就是说, 基站具有收发波束对称性。另外, 终端设备的最强下行接收波束与最强上行发射波束相同, 即终端设备也具有收发波束对称性。在这样的情况中, 收发波束对称也可以被称为完全收发波束对称。

[0056] 在图2B中,与图2A中同样地,基站具有收发波束对称性。然而,终端设备的最强下行接收波束与最强上行发射波束不同,即终端设备不具有收发波束对称性。

[0057] 类似地,在图2C中,基站不具有收发波束对称性,而终端设备具有收发波束对称性。在图2D中,基站和终端设备都不具有收发波束对称性。

[0058] 以上参照图2A-2D描述了基站和终端设备的波束对称性的四种情况,其中,基站的发射波束与接收波束的覆盖范围相同,并且终端设备的接收波束与发射波束的覆盖范围也相同。在一种实现中,利用1比特的波束对称性指示(BCI, Beam Correspondence Indicator)来表示波束对称性的以上四种情况。例如,在基站侧,BCI=0表示基站具有收发波束对称性,BCI=1表示基站不具有收发波束对称性。在终端设备侧,同样地,BCI=0表示终端设备具有波束对称性,BCI=1表示终端设备不具有波束对称性。

[0059] 然而,根据通信双方设备的波束赋形能力的不同或者收发方案不同,基站的发射波束与接收波束的覆盖范围可以不同,而终端设备的发射波束与接收波束的覆盖范围也可以不同。在本公开中,对收发波束的覆盖范围不同的情况下的波束对称性进行进一步分析。

[0060] 根据本公开的一个实施例,在通信设备(例如基站或终端设备)的最强发射波束与最强接收波束的覆盖范围部分重叠的情况下,该通信设备具有部分收发波束对称性。接下来,将参照图2E具体描述部分收发波束对称性。

[0061] 如图2E所示,基站2000具有9个覆盖范围较窄的发射波束(用实线波束表示)以及3个覆盖范围较宽的接收波束(用虚线波束表示),其中基站2000的最强下行发射波束2004(用阴影线表示)被包括在最强上行接收波束2006的覆盖范围内。也就是说,基站2000的最强发射波束与最强接收波束的覆盖范围部分重叠,基站2000具有部分收发波束对称性。

[0062] 另外,终端设备2002具有4个覆盖范围较窄的发射波束(用实线表示)以及2个覆盖范围较宽的接收波束(用虚线表示),其中终端设备2002的最强上行发射波束2008(用阴影线表示)被包括在最强下行接收波束2010的覆盖范围内。也就是说,终端设备2002的最强发射波束与最强接收波束的范围部分重叠,终端设备2002具有部分收发波束对称性。

[0063] 应当理解,图2E示出了发射波束的覆盖范围被包括在接收波束的覆盖范围内的情况下具有部分收发波束对称性,但是部分收发对称性不限于图2E例示的情况。在接收波束的覆盖范围与发射波束的覆盖范围部分重叠的其它情况下也具有部分收发波束对称性,例如接收波束的覆盖范围被包括在发射波束的覆盖范围内,或者接收波束的覆盖范围与发射波束的覆盖范围交叠等。

[0064] 根据本公开的一个实施例,可以通过通信设备(例如基站或终端设备)的收发波束对称性信息来指示该通信设备的波束对称性的情况。在一个实施例中,通信设备的收发波束对称性信息可以指示该通信设备的最强发射波束与最强接收波束的对应关系。

[0065] 在一个实施例中,收发波束对称性信息可以在通信设备之间传递。在一种优选的实现中,可以通过物理层信令来承载收发波束对称性信息。例如,可以将基站的收发波束对称性信息包含于在物理下行控制信道(PDCCH)或物理下行共享信道(PDSCH)上承载的物理层控制信息(例如下行控制信息(DCI))中;可以将终端设备的收发波束对称性信息包含于在物理上行控制信道(PUCCH)或物理上行共享信道(PUSCH)上承载的物理层控制信息(例如上行控制信息(UCI))中,例如作为波束测量报告的一部分,从而实现快速的波束对称性通知。或者在另一种实现中,可以通过更高层的信令来承载收发波束对称性信息,例如可以将

基站的收发波束对称性信息包含于在PDSCH上承载的高层专用信令(诸如RRC子层的RRC信令等)中;可以将终端设备的收发波束对称性信息包含于在PUSCH上承载的高层专用信令(诸如RRC子层的RRC信令等)中;又或者将基站或终端设备的收发波束对称性信息配置于媒体接入控制(MAC)子层的MAC控制元素当中,从而能够保证一定的波束对称性通知的时效性同时节约物理层信令开销。可以理解,收发波束对称性信息并不一定在基站和终端设备之间进行双向的传递,在一些实现中,由于主要由基站执行波束管理,可以设定仅由终端设备单向地向基站报告终端设备的收发波束对称性,基站可以结合本身的收发波束对称性而获得全局信息用以简化波束扫描,在这样的示例中则仅需设计相应的上行信令来承载终端设备的收发波束对称性信息。

[0066] 在一个实施例中,收发波束对称性信息可以包括波束对称性指示(BCI)。然而,在考虑部分波束对称性的情况下,1比特的BCI将无法表示波束对称性的所有情况。

[0067] 在一个实施例中,可以将BCI扩充到2比特,以表示图2A-2E中所示的基站和终端设备的收发波束对称性的所有情况。例如,如以下表1所示,比特串“00”表示具有收发波束对称性(对应于图2A、图2B的基站侧以及图2A、2C的终端设备侧所示的情况),比特串“01”表示具有部分收发波束对称性(对应于图2E的基站侧以及终端设备侧所示的情况),比特串“11”表示不具有收发波束对称性(对应于图2C、2D的基站侧以及图2B、2D的终端设备侧所示的情况)。

[0068] [表1]

[0069]

	图2A	图2B	图2C	图2D	图2E
基站	00	00	11	11	01
终端设备	00	11	00	11	01

[0070] 上文参照图2A-2E以及表1讨论了通信链路的一侧的通信设备(例如基站或终端设备)的收发波束对称性。根据本公开的一个实施例,也可以同时考虑通信链路的两侧的通信设备(例如基站和终端设备)的波束对对称性,即由相对应的上行和下行波束组成的上下行波束对的对称性。接下来将以图2A-2E为例来说明上下行波束对的对称性。

[0071] 在图2A中,最强下行发射接收波束对(即基站的最强下行发射波束与相对应的终端设备的最强下行接收波束)和最强上行接收发射波束对(即基站的最强上行接收波束与相对应的终端设备的最强下行发射波束)完全一致,则具有上下行波束对的对称性,也可被称为完全上下行波束对的对称性。

[0072] 在图2B~2D中,最强下行发射接收波束对和最强上行接收发射波束对不是完全一致的,即存在如下两种情形中的至少之一:最强下行发射接收波束对中的基站的最强下行发射波束与最强上行接收发射波束对中的基站的最强上行接收波束完全不同以及最强下行发射接收波束对中的终端设备的最强下行接收波束与最强上行接收发射波束对中的终端设备的最强上行发射波束完全不同,此时不具有上下行波束对的对称性。

[0073] 另外,在图2E中,最强下行发射接收波束对和最强上行接收发射波束对部分重叠,即最强下行发射接收波束对中的基站的最强下行发射波束与最强上行接收发射波束对中的基站的最强上行接收波束的覆盖范围部分重叠且最强下行发射接收波束对中的终端设备的最强下行接收波束与最强上行接收发射波束对中的终端设备的最强上行发射波束的

覆盖范围部分重叠,此时具有部分上下行波束对的对称性。

[0074] 在一个实施例中,可以用上下行波束对的对称性信息来表示上下行波束对的对称性。在一个实施例中,可以与上文所描述的收发波束对称性信息类似地对上下行波束对的对称性信息进行配置。例如,可以在信令资源中用2比特的信息来表示图2A-2E中所示的基站和终端设备的上下行波束对的对称性信息。例如,如以下表2所示,比特串“00”表示具有上下行波束对的对称性(对应于图2A所示的情况),比特串“01”表示具有部分上下行波束对的对称性(对应于图2E所示的情况),比特串“11”表示不具有上下行波束对的对称性(对应于图2B至图2D所示的情况)。

[0075] [表2]

[0076]

图2A	图2B	图2C	图2D	图2E
00	11	11	11	01

[0077] 在本公开中,收发波束对称性信息与上下行波束对的对称性信息可以相互转换。例如,当基站以及终端设备分别具有收发波束对称性时,可以等同于基站与终端设备具有上下行波束对的对称性。另外,还可以采用其它方法来表示基站以及终端设备的收发波束之间的对称性,只要这样的对称性可以在上下行通信中被用合适的信息指示即可。

[0078] 在一个实施例中,上下行波束对的对称性信息可以在双方通信设备之间传递。在一个实现中,上下行波束对的对称性信息可以和终端设备的收发波束对称性信息结合使用,例如首先终端设备通过上述实施例中的方式将收发波束对称性信息发送至基站,基站综合自身的收发波束对称性信息反馈上下行波束对的对称性信息给终端设备。在一种优选的实现中,可以通过物理层信令来承载上下行波束对的对称性信息。例如,可以将上下行波束对的对称性信息包含于在PDCCH或PDSCH上承载的物理层控制信息(例如DCI)中;可以将上下行波束对的对称性信息包含于在PUCCH或PUSCH上承载的物理层控制信息(例如UCI)中,例如作为波束测量报告的一部分,从而实现快速的波束对称性通知。或者在另一种实现中,可以通过更高层的信令来承载上下行波束对的对称性信息,例如可以将上下行波束对的对称性信息包含于在PDSCH上承载的高层专用信令(诸如RRC子层的RRC信令等)中;可以将上下行波束对的对称性信息包含于在PUSCH上承载的高层专用信令(诸如RRC子层的RRC信令等)中;又或者将上下行波束对的对称性信息配置于MAC子层的MAC控制元素当中,从而能够保证一定的波束对称性通知的时效性同时节约物理层信令开销。

[0079] 在另一些实施例中,双方通信设备之间的上下行波束对的对称性信息被传送至第三通信设备。例如,通过基站间的通信接口(例如3GPP下一代接入技术中gNodeB/eNodeB之间的Xn接口)提供给相邻的基站以用于抑制干扰,或者辅助终端设备快速切换至相邻基站。又例如,在双方通信设备实现为不具备高级处理能力的发射接收点(Transmit-Receive Point, TRP)和终端设备的情况下,TRP可以根据终端设备的收发波束对称性信息和TRP的收发波束对称性信息生成上下行波束对的对称性信息并提供给控制该TRP的高级网络节点以进行波束管理。

[0080] 在下文中,将描述根据收发波束对称性信息来对波束扫描方案进行简化的实施例。然而,应当理解,本公开不限于此,本领域技术人员在本公开的教导下,能够根据上下行波束对的对称性信息或其它指示波束对称性的信息来对波束扫描方案进行简化。

[0081] 根据本公开的一个实施例,可以通过执行波束扫描来获取收发波束对称性信息。接下来,将参照图3来描述根据本公开的实施例的获取收发波束对称性信息的信令图。

[0082] 在下文中,第一信道表示从第一通信设备到第二通信设备的信道,第二信道表示从第二通信设备到第一通信设备的信道。在一个实施例中,第一通信设备是基站,第二通信设备是终端设备,第一信道是下行信道,第二信道是上行信道。在另一个实施例中,第一通信设备是终端设备,第二通信设备是基站,第一信道是上行信道,第二信道是下行信道。

[0083] 根据本公开的一个实施例,可以通过在第一信道和第二信道上预先执行的波束扫描来获取第一通信设备的收发波束对称性信息。

[0084] 在一个实施例中,如图3所示,在步骤S3000中,使用第一通信设备的多个发射波束和第二通信设备的多个接收波束进行在第一信道上的波束扫描。在一个实施例中,可以通过从第一通信设备向第二通信设备发送第一信道上的第一参考信号来进行第一信道上的波束扫描。在一个实施例中,第一参考信号可以是根据波束对称性检测需求而专门设计的参考信号,具体的设计方案并不是本公开要解决的问题,因此不予赘述。在另一个实施例中,第一参考信号可以至少基于LTE通信系统中的下行CSI-RS(Channel State Information Reference Signal:信道状态信息参考信号)或上行SRS(Sounding Reference Signal:探测参考信号)来实现。

[0085] 在步骤S3002中,第二通信设备确定第一通信设备的最强发射波束和第二通信设备的最强接收波束。在一个实施例中,第二通信设备通过对第一参考信号进行测量(例如测量第一参考信号的接收信号功率(例如RSRP)、信道质量(例如CQI)),可以确定第一通信设备的最强发射波束和第二通信设备的最强接收波束。

[0086] 在第一通信设备是基站、第二通信设备是终端设备的情况下,以上描述的步骤S3000和S3002可以对应于参照图1所描述的下行波束扫描过程。

[0087] 在步骤S3004中,第二通信设备向第一通信设备反馈第一通信设备的最强发射波束。在第一通信设备实现为基站,第二通信设备实现为终端设备,而第一参考信号采用CSI-RS的示例中,基站将分配不同的时频资源以用于在不同的下行波束上发射CSI-RS,基站将时频资源的分配情况预先通知给终端设备,终端设备通过在相应的时频资源上进行CSI-RS的接收、测量以确定接收功率最强的基站发射波束,终端设备在S3004中将最强CSI-RS所在的资源指示符CRI(CSI-RS Resource Indicator)作为最强发射波束ID反馈给基站。可选地,第二通信设备还在反馈中包含对最强发射波束的接收质量,例如量化的接收功率、信噪比等。

[0088] 在步骤S3006中,第二通信设备使用其多个发射波束和第一通信设备使用其多个接收波束进行在第二信道上的波束扫描。在一个实施例中,可以通过从第二通信设备向第一通信设备发送第二信道上的第二参考信号来进行第二信道上的波束扫描。在一个实施例中,第二参考信号可以是根据波束对称性检测需求而专门设计的参考信号。在另一个实施例中,第二参考信号可以利用现有的参考信号(例如CSI-RS/SRS)来实现。

[0089] 在步骤S3008中,第一通信设备确定第一通信设备的最强接收波束和第二通信设备的最强发射波束。在一个实施例中,第一通信设备通过对第二参考信号进行测量(例如测量第二参考信号的接收信号功率(例如RSRP)、信道质量(例如CQI)),可以确定第一通信设备的最强接收波束和第二通信设备的最强发射波束。

[0090] 在第一通信设备是基站、第二通信设备是终端设备的情况下,以上描述的步骤S3006和S3008可以对应于参照图1所描述的上行波束扫描过程。

[0091] 在步骤S3010中,在第一通信设备侧,根据第一通信设备的最强发射波束和最强接收波束来确定第一通信设备的收发波束对称性信息。在一个实施例中,通过比较最强发射波束和最强接收波束是否相同来确定收发波束对称性信息。在一个实施例中,通过比较最强发射波束和最强接收波束的覆盖范围是否部分重叠来确定收发波束对称性信息。在一个实施例中,所确定的第一通信设备的收发对称性信息可以指示第一通信设备的收发波束对称(即完全对称)、收发波束部分对称或者收发波束不对称,例如可以用表1所示的比特串来表示。

[0092] 在步骤S3012中,第一通信设备向第二通信设备反馈第二通信设备的最强发射波束。

[0093] 在步骤S3014中,在第二通信设备侧,根据第二通信设备的最强发射波束和最强接收波束来确定第二通信设备的收发波束对称性信息。在一个实施例中,通过比较最强发射波束和最强接收波束是否相同来确定收发波束对称性信息。在一个实施例中,通过比较最强发射波束和最强接收波束的覆盖范围是否部分重叠来确定收发波束对称性信息。在一个实施例中,所确定的第二通信设备的收发对称性信息可以指示第二通信设备的收发波束对称(即完全对称)、收发波束部分对称以及收发波束不对称,例如可以用表1所示的比特串来表示。

[0094] 应当理解,上述步骤S3000~S3014仅仅是获取第一通信设备和第二通信设备的收发波束对称性信息的一种示例而不是限制,本领域技术人员在本公开的教导下,能够采用其它具体方式来获取通信设备的收发波束对称性信息。

[0095] 应当理解,上文主要描述了第一和第二通信设备的收发波束对称性的确定分别由第一和第二通信设备各自进行,但是收发波束对称性的确定可以由不同的设备执行。

[0096] 例如,上述的第一和第二通信设备的收发波束对称性的确定都可以在第一通信设备处执行(即S3014由第一通信设备完成),其中第二通信设备在S3004还反馈其自身最强接收波束给第一通信设备以供第一通信设备执行S3014。第一通信设备可以在上行/下行通信中利用上述的收发波束对称性信息将第二通信设备的对称性信息告知第二通信设备。在基于本示例的一些物联网的应用场景中,期待以低复杂度低成本实现终端设备,因此优选地将第一通信设备实现为基站,第二通信设备实现为终端设备。作为另一个例子,上述的第一和第二通信设备的收发波束对称性的确定都可以在第二通信设备处执行(即S3010由第二通信设备完成),其中第一通信设备在S3012还反馈其自身最强接收波束给第二通信设备以供第二通信设备执行S3010。第二通信设备可以在上行/下行通信中利用上述的收发波束对称性信息将第一通信设备的对称性信息告知第一通信设备。

[0097] 还作为例子,第一通信设备和第二通信设备的收发波束对称性的确定可以由不同于第一和第二通信设备的其它设备来进行,例如第一通信设备实现为TRP或远程无线头RRH,第二通信设备为终端设备,其它设备为gNodeB,该其它设备可获知关于第一通信设备的最强发射和接收波束的信息来确定第一通信设备的收发波束对称性,以及获知关于第二通信设备的最强发射和接收波束的信息来确定第二通信设备的收发波束对称性,并且在稍后第一和第二通信设备之间要进行波束扫描时将各自的收发波束对称性信息告知第一和

第二通信设备,以有助于简化扫描操作,或者其它设备直接确定简化的波束扫描操作并配置给第一和第二通信设备。

[0098] 根据本发明的实施例,还可以获得其它形式的波束对称性信息,例如上述的上下行波束对的对称性信息。

[0099] 例如,可以由第一通信设备、第二通信设备或者其它设备通过将最强下行发射接收波束对和最强上行接收发射波束对进行比较以判定上下行波束对的对称性是完全对称、部分对称还是不对称。

[0100] 接下来,参照图4和图5来说明根据本公开的实施例的用于第一通信设备侧的电子设备及其通信方法。

[0101] 图4示出根据本公开的实施例的用于第一通信设备侧的电子设备4000的配置框图。在一个实施例中,电子设备4000可以包括处理电路4010。

[0102] 电子设备4000的处理电路4010提供电子设备4000的各种功能。在本公开的一个实施例中,电子设备4000的处理电路4010可以被配置为执行用于第一通信设备侧的电子设备4000的波束扫描简化操作,例如后述图5中所示的用于第一通信设备侧的电子设备4000的通信方法中的步骤S5000。

[0103] 处理电路4010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(模拟和数字的组合)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)这样的电路、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。

[0104] 在一个实施例中,处理电路4010可以包括波束扫描简化方案确定单元4020,被配置为执行后述图5中所示的用于第一通信设备侧的电子设备4000的通信方法中的步骤S5000。

[0105] 在一个实施例中,电子设备4000还可以包括存储器(未图示)。电子设备4000的存储器可以存储由处理电路4010产生的信息以及用于电子设备4010操作的程序和数据。存储器可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。例如,存储器可以包括但不限于随机存取存储器(RAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)以及闪存存储器。

[0106] 另外,电子设备4000可以以芯片级来实现,或者也可以通过包括其它外部部件而以设备级来实现。在一个实施例中,电子设备4000可以作为整机而实现为第一终端设备,并且还可以包括多根天线。

[0107] 应当理解,上述各个单元仅是根据其所实现的具体功能所划分的逻辑模块,而不是用于限制具体的实现方式。在实际实现时,上述各个单元可被实现为独立的物理实体,或者也可由单个实体(例如,处理器(CPU或DSP等)、集成电路等)来实现。

[0108] 图5示出根据本公开的实施例的用于第一通信设备侧的通信方法的流程图。该通信方法例如可以用于如图4所示的电子设备4000。

[0109] 如图5所示,在步骤S5000中,根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定将在从第一通信设备到第二通信设备的第一信道以及从第二通信设备到第一通信设备的第二信道上执行的波束扫描的简化方案。

[0110] 根据本公开的实施例,能够根据收发波束对称性信息来确定接下来将要进行的波束扫描的简化方案,通过该波束扫描的简化方案可以以简化的方式确定通信链路的两侧的通信设备在将进行的波束扫描中要使用的最强收发波束,以用于接下来的数据和/或控制信号的传输,从而能够减小波束扫描的开销,减小系统资源的消耗。

[0111] 下面将参照图6-15来详细介绍根据本公开的实施例的波束扫描的简化方案的信令图。

[0112] 在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有收发波束对称性的情况下,可以对第一通信设备的波束扫描方案进行简化。例如,可以采用如图6和图7的信令图所示的波束扫描的简化方案。

[0113] 在第一通信设备是基站的情况下,第一通信设备具有收发波束对称性例如可以对应于图2A、2B所示的情况。另外,在第一通信设备是终端设备的情况下,第一通信设备具有收发波束对称性例如可以对应于图2A、2C所示的情况。

[0114] 在一个实施例中,如图6所示,在步骤S6000中,使用第一通信设备的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描。在一个实施例中,可以通过第一通信设备从第二通信设备接收第二信道上的第二参考信号来进行第二信道上的波束扫描。第二参考信号例如可以对应于参照图3中的步骤S3006描述的第二参考信号。

[0115] 在步骤S6002中,在第一通信设备侧确定第一通信设备的最强接收波束。在一个实施例中,可以通过对第二参考信号进行测量(例如测量第二参考信号的接收信号功率(例如RSRP)、信道质量(例如CQI))来确定第一通信设备的最强接收波束。

[0116] 步骤S6000与步骤S6002例如可以对应于现有的上行波束扫描和下行波束扫描中的一种。例如,在第一通信设备是基站、第二通信设备是终端设备的情况下,步骤S6000与步骤S6002可以对应于参照图1描述的上行波束扫描。

[0117] 在步骤S6004中,将与第一通信设备的最强接收波束对应的第一通信设备的发射波束确定为第一通信设备的最强发射波束。在一个实施例中,将与第一通信设备的最强接收波束相同的发射波束确定为最强发射波束。

[0118] 作为示例,与最强接收波束“对应”的发射波束可指的是与该最强接收波束相同的发射波束。

[0119] 在该实施例中,由于第一通信设备具有收发波束对称性,因此直接根据第一通信设备的最强接收波束来确定最强发射波束,而无需通过进行在第一信道上的波束扫描来确定。

[0120] 图7示出在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有收发波束对称性的情况下的另一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0121] 如图7所示,在步骤S7000中,使用第一通信设备的多个发射波束来进行在第一信道上的波束扫描。在一个实施例中,可以通过从第一通信设备向第二通信设备发送第一信道上的第一参考信号来进行第一信道上的波束扫描。第一参考信号例如可以对应于参照图3中的步骤S3000描述的第一参考信号。

[0122] 在步骤S7002中,在第二通信设备侧确定第一通信设备的最强发射波束。在一个实施例中,可以通过在第二通信设备侧对第一参考信号进行测量(例如测量第一参考信号的接收信号功率(例如RSRP)、信道质量(例如CQI))来确定第一通信设备的最强发射波束。



[0123] 步骤S7000与步骤S7002例如可以对应于现有的上行波束扫描和下行波束扫描中的一种。例如,在第一通信设备是基站,第二通信设备是终端设备的情况下,步骤S7000与步骤S7002可以对应于参照图1描述的下行波束扫描。

[0124] 在步骤S7004中,第二通信设备向第一通信设备反馈第一通信设备的最强发射波束。

[0125] 在步骤S7006中,在第一通信设备侧,将与第一通信设备的最强发射波束对应的第一通信设备的接收波束确定为第一通信设备的最强接收波束。在一个实施例中,将与第一通信设备的最强发射波束相同的接收波束确定为最强接收波束。

[0126] 作为示例,与最强发射波束“对应”的接收波束可指的是与该最强发射波束相同的接收波束。

[0127] 在该实施例中,由于第一通信设备具有收发波束对称性,因此直接根据第一通信设备的最强发射波束来确定最强接收波束,而无需通过进行在第二信道上的波束扫描来确定。

[0128] 图6和图7所示的波束扫描的简化方案都只进行第一信道和第二信道中的一个信道上的波束扫描,与常规的利用两个信道上的波束扫描的方案相比,能够节省在另一个信道上的波束扫描的过程,从而减小系统开销。

[0129] 根据本公开的一个实施例,在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,可以对第一通信设备的波束扫描方案进行简化。例如,可以采用如图8和图9的信令图所示的波束扫描的简化方案。

[0130] 第一通信设备具有部分收发波束对称性例如可以对应于图2E的基站侧或终端设备侧所示的情况。

[0131] 在一个实施例中,如图8所示,在步骤S8000中,使用第一通信设备的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描。在步骤S8002中,在第一通信设备侧确定第一通信设备的最强接收波束。步骤S8000和S8002例如可以分别对应于图6中的步骤S6000和S6002。

[0132] 在步骤S8004中,使用包括第一通信设备的最强接收波束的第一预定覆盖范围内的多个发射波束进行在第一信道上的波束扫描。在步骤S8006中,在第二通信设备侧,确定第一通信设备的最强发射波束。在步骤S8008中,第二通信设备向第一通信设备反馈第一通信设备的最强发射波束。

[0133] 在一个实施例中,步骤S8004中的包括第一通信设备的最强接收波束的第一预定覆盖范围可以是基于第一通信设备的最强接收波束的覆盖范围确定的,例如可以是第一通信设备的最强接收波束的覆盖范围与该最强接收波束对应的第一通信设备的发射波束的覆盖范围的合集。

[0134] 作为示例,与最强接收波束“对应”的发射波束可指的是与该最强接收波束至少部分重叠(例如,有交集)的发射波束。

[0135] 例如,在第一通信设备的最强接收波束的覆盖范围完整地包含数个发射波束时,第一预定覆盖范围为该最强接收波束(即该数个发射波束)的覆盖范围;如果第一通信设备的最强接收波束被完全包含于一个发射波束中,则该第一预定覆盖范围即为该发射波束的覆盖范围;如果第一通信设备的最强接收波束的覆盖范围与若干发射波束的覆盖范围部分重叠,则该第一预定覆盖范围为与该最强接收波束部分重叠的所有发射波束的覆盖范围所

共同组成的覆盖范围。

[0136] 例如,如图2E所示,基站2000具有部分收发波束对称性,则基站2000侧的第一预定覆盖范围可以是最强接收波束2006的覆盖范围与对应的发射波束2004的覆盖范围的合集。另外,由于最强接收波束2006的覆盖范围包括发射波束2004的覆盖范围,则图2E所示的基站2000侧的第一预定覆盖范围为最强接收波束2006的覆盖范围。另外,在图2E中,终端设备2002也具有部分收发波束对称性,则同样地,终端设备2002侧的第一预定覆盖范围可以是最强接收波束2010的覆盖范围。

[0137] 根据本公开的一个实施例,可以通过对第一通信设备进行预先配置来获取所述第一预定覆盖范围。在一个实施例中,可以对第一通信设备的波束赋形能力进行预先配置。波束赋形能力例如可以包括波束的数量以及各波束的覆盖范围信息。进而,可以根据第一通信设备的波束赋形能力来确定第一预定覆盖范围。

[0138] 在如图8所示的波束扫描的简化方案中,由于第一通信设备具有部分收发波束对称性,因此在步骤S8004中无需通过第一通信设备的所有发射波束进行在第一信道上的波束扫描,而是仅通过第一预定范围内的多个发射波束进行在第一信道上的波束扫描。因此,第一信道上的波束扫描的范围被缩小,能够节省第一信道上的波束扫描的开销,从而减小系统开销。

[0139] 图9示出在第一通信设备的收发波束对称性信息指示第一通信设备具有部分收发波束对称性的情况下的另一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0140] 如图9所示,在步骤S9000中,使用第一通信设备的多个发射波束来进行在第一信道上的波束扫描。在步骤S9002中,在第二通信设备侧确定第一通信设备的最强发射波束。在步骤S9004中,第二通信设备向第一通信设备反馈第一通信设备的最强发射波束。步骤S9000至S9004例如可以分别对应于图7中的步骤S7000至S7004。

[0141] 在步骤S9006中,使用包括第一通信设备的最强发射波束的第一预定覆盖范围内的多个接收波束来进行在第二信道上的波束扫描。在步骤S9008中,在第一通信设备侧确定第一通信设备的最强接收波束。

[0142] 在一个实施例中,步骤S9006中的包括第一通信设备的最强发射波束的第一预定覆盖范围可以是基于第一通信设备的最强发射波束的覆盖范围确定的,例如可以是第一通信设备的最强发射波束的覆盖范围与该最强发射波束对应的第一通信设备的接收波束的覆盖范围的合集。

[0143] 作为示例,与最强发射波束“对应”的接收波束可指的是与该最强发射波束至少部分重叠(例如,有交集)的接收波束。

[0144] 例如,如图2E所示,基站2000具有部分收发波束对称性,则基站2000侧的第一预定覆盖范围可以是最强发射波束2004的覆盖范围与对应的接收波束2006的覆盖范围的合集。另外,由于最强发射波束2004的覆盖范围被包括在接收波束2006的覆盖范围内,则图2E所示的基站2000侧的第一预定覆盖范围为最强发射波束2004对应的接收波束2006的覆盖范围。另外,在图2E中,终端设备2002也具有部分收发波束对称性,则同样地,终端设备2002侧的第一预定覆盖范围可以是最强发射波束2008对应的接收波束2010的覆盖范围。

[0145] 在如图9所示的波束扫描的简化方案中,由于第一通信设备具有部分收发波束对称性,因此在步骤S9006中无需通过第一通信设备的所有接收波束进行在第二信道上的波

束扫描,而是仅通过第一预定范围内的多个接收波束进行在第二信道上的波束扫描。因此,第二信道上的波束扫描的范围被缩小,能够节省第二信道上的波束扫描的开销,从而减小系统开销。

[0146] 以上参照图6-9描述了根据第一通信设备的收发波束对称性信息来确定针对第一通信设备的波束扫描的简化方案。在本公开的实施例中,还能够同时考虑第一通信设备以及第二通信设备的收发波束对称性信息,以确定针对第一通信设备以及第二通信设备的波束扫描的简化方案。接下来,将参照图10-15所示的根据本公开的实施例的波束扫描的简化方案的信令图来进行具体描述。

[0147] 根据本公开的一个实施例,第一通信设备可以从第二通信设备获取第二通信设备的收发波束对称性信息。

[0148] 根据本公开的一个实施例,在第一通信设备具有收发波束对称性并且第二通信设备也具有收发波束对称性的情况下,可以对第一通信设备以及第二通信设备的波束扫描方案进行简化。

[0149] 图10示出了在第一通信设备以及第二通信设备都具有收发波束对称性的情况下的一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0150] 图10所示的步骤S10000至S10004与图6所示的步骤S6000至S6004类似,不同之处在于,在步骤S10002中,除了确定第一通信设备的最强接收波束以外,还确定第二通信设备的最强发射波束。

[0151] 另外,在步骤S10006中,第一通信设备向第二通信设备反馈第二通信设备的最强发射波束。在步骤S10008中,在第二通信设备侧,将与第二通信设备的最强发射波束对应的、例如相同的第二通信设备的接收波束确定为第二通信设备的最强接收波束。

[0152] 另外,图10所示的各步骤可以不按照图中所示的顺序进行。例如,步骤S10006可以在步骤S10004之前执行,或者也可以与步骤S10004并行执行。

[0153] 在该实施例中,除了第一通信设备具有收发波束对称性以外,第二通信设备也具有收发波束对称性。因此,可以根据在第二信道上的波束扫描而确定的第二通信设备的最强发射波束来确定第二通信设备的最强接收波束。在该实施例中,无需再由第一通信设备进行第一信道上的发射波束扫描以确定第二通信设备的最强接收波束。

[0154] 图11示出在第一通信设备以及第二通信设备都具有收发波束对称性的情况下的另一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0155] 图11的步骤S11000至S11006与图7的步骤S7000至S7006类似,不同之处在于,在步骤S11002中,除了确定第一通信设备的最强发射波束以外,还确定第二通信设备的最强接收波束。

[0156] 另外,在步骤S11008中,在第二通信设备侧,将与第二通信设备的最强接收波束对应的、例如相同的第二通信设备的发射波束确定为第二通信设备的最强发射波束。

[0157] 另外,图11所示的各步骤可以不按照图中所示的顺序进行。例如,步骤S11008可以在步骤S11004或步骤S11006之前执行,或者也可以与步骤S11004或步骤S11006并行执行。

[0158] 在该实施例中,由于第二通信设备也具有收发波束对称性,因此可以直接根据在步骤S11002中确定的第二通信设备的最强接收波束来确定最强发射波束。在该实施例中,无需再由第二通信设备进行在第二信道上的发射波束扫描以确定第二通信设备的最强发

射波束。

[0159] 图10和图11所示的波束扫描的简化方案都只进行第一信道和第二信道中的一个信道上的波束扫描,与现有的波束扫描的方案相比,能够节省一个信道上的波束扫描的过程,减小系统开销。

[0160] 根据本公开的一个实施例,在第一通信设备具有收发波束对称性并且第二通信设备不具有收发波束对称性的情况下,可以对第一通信设备以及第二通信设备的波束扫描方案进行简化。

[0161] 图12示出在第一通信设备具有收发波束对称性并且第二通信设备不具有收发波束对称性的情况下的一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0162] 图12中的步骤S12000至S12004例如可以对应于图6中的步骤S6000至S6004。

[0163] 另外,在步骤S12006中,使用第一通信设备的最强发射波束来进行在第一信道上的波束扫描。通过第一信道上的波束扫描,可以确定第二通信设备的最强接收波束。

[0164] 在该实施例中,仅使用第一通信设备的最强发射波束进行在第一信道上的波束扫描,与常规的需要使用第一通信设备的所有发射波束进行第一信道上的波束扫描的方案相比,波束扫描的范围减小,能够节省系统开销。

[0165] 图13示出在第一通信设备具有收发波束对称性并且第二通信设备不具有收发波束对称性的情况下的另一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0166] 图13中的步骤S13000至S13006例如可以分别对应于图7中的步骤S7000至S7006。

[0167] 另外,在步骤S13008中,使用第一通信设备的最强接收波束来进行在第二信道上的波束扫描。通过第二信道上的波束扫描,可以确定第二通信设备的最强发射波束。

[0168] 在该实施例中,仅使用第一通信设备的最强接收波束进行在第二信道上的波束扫描,与常规的需要使用第一通信设备的所有接收波束进行波束扫描的方案相比,波束扫描的范围减小,能够节省系统开销。

[0169] 根据本公开的一个实施例,在第一通信设备具有部分收发波束对称性并且第二通信设备具有部分收发波束对称性的情况下,也可以对第一通信设备以及第二通信设备的波束扫描方案进行简化。

[0170] 图14示出在第一通信设备具有部分收发波束对称性并且第二通信设备具有部分收发波束对称性的情况下的一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0171] 图14中的步骤S14000至S14002与图8中的步骤S8000至S8002类似,不同之处在于,在步骤S14002中,除了确定第一通信设备的最强接收波束以外,还确定第二通信设备的最强发射波束。

[0172] 另外,在步骤S14004中,第一通信设备向第二通信设备反馈第二通信设备的最强发射波束。在步骤S14006中,使用包括第一通信设备的最强接收波束的第一预定覆盖范围内的第一通信设备的多个发射波束以及包括第二通信设备的最强发射波束的第二预定覆盖范围内的第二通信设备的多个接收波束来进行在第一信道上的波束扫描。在步骤S14008中,在第二通信设备侧确定第一通信设备的最强发射波束和第二通信设备的最强接收波束。在步骤S14010中,第二通信设备向第一通信设备反馈第一通信设备的最强发射波束。

[0173] 在一个实施例中,步骤S14006中的第一预定覆盖范围可以对应于参照图8描述的步骤S8004中的第一预定覆盖范围。另外,步骤S14006中的包括第二通信设备的最强发射波

束的第二通信设备的第二预定覆盖范围可以是基于第二通信设备的最强发射波束的覆盖范围确定的,例如可以是第二通信设备的最强发射波束的覆盖范围与该最强发射波束对应的第二通信设备的接收波束的覆盖范围的合集。

[0174] 作为示例,与最强发射波束“对应”的接收波束可指的是与该最强发射波束至少部分重叠(例如,有交集)的接收波束。

[0175] 例如,在第二通信设备的最强发射波束的覆盖范围完整地包含数个接收波束时,第二预定覆盖范围为该最强发射波束(即该数个接收波束)的覆盖范围;如果第二通信设备的最强发射波束被完全包含于一个接收波束中,则该第二预定覆盖范围即为该接收波束的覆盖范围;如果第二通信设备的最强发射波束的覆盖范围与若干接收波束的覆盖范围部分重叠,则该第二预定覆盖范围为与该最强发射波束部分重叠的所有接收波束的覆盖范围所共同组成的覆盖范围。

[0176] 例如,如图2E所示,基站2000具有部分收发波束对称性,则基站2000侧的第二预定覆盖范围可以是最强发射波束2004的覆盖范围与对应的接收波束2006的覆盖范围的合集。另外,由于最强发射波束2004的覆盖范围被包括在接收波束2006的覆盖范围内,则图2E中所示的基站2000侧的第二预定覆盖范围为最强发射波束2004对应的接收波束2006的覆盖范围。另外,在图2E中,终端设备2002也具有部分收发波束对称性,则同样地,终端设备2002侧的第二预定覆盖范围可以是最强发射波束2008对应的接收波束2010的覆盖范围。

[0177] 根据本公开的一个实施例,可以通过对第二通信设备进行预先配置来获取所述第二预定覆盖范围。在一个实施例中,可以对第二通信设备的波束赋形能力进行预先配置。波束赋形能力例如可以包括波束的数量以及各波束的覆盖范围信息。在一个实施例中,第一通信设备可以从第二通信设备获取第二通信设备的波束赋形能力。进而,第一通信设备可以根据第二通信设备的波束赋形能力来确定第二预定覆盖范围。

[0178] 在如图14所示的波束扫描的简化方案中,由于第一通信设备和第二通信设备都具有部分收发波束对称性,因此在步骤S14006中,在进行第一信道上的波束扫描时,无需遍历第一通信设备的所有发射波束以及第二通信设备的所有接收波束,而是仅通过第一预定范围内的多个发射波束以及第二预定范围内的多个接收波束进行在第一信道上的信道扫描。因此,第一信道上的波束扫描的范围被缩小,能够节省波束扫描的开销。

[0179] 图15示出在第一通信设备具有部分收发波束对称性并且第二通信设备具有部分收发波束对称性的情况下的另一种波束扫描的简化方案的信令图。

[0180] 图15中的步骤S15000至S15004与图9中的步骤S9000至S9004类似,不同之处在于,在步骤S15002中,除了确定第一通信设备的最强发射波束以外,还确定第二通信设备的最强接收波束。

[0181] 另外,在步骤S15006中,使用包括第一通信设备的最强发射波束的第一预定覆盖范围内的第一通信设备的多个接收波束以及包括第二通信设备的最强接收波束的第二预定覆盖范围内的第二通信设备的多个发射波束来进行在第二信道上的波束扫描。在步骤S15008中,在第一通信设备侧确定第一通信设备的最强接收波束和第二通信设备的最强发射波束。

[0182] 在一个实施例中,步骤S15006中的第一覆盖范围可以对应于参照图9描述的步骤S9006中的第一覆盖范围。另外,步骤S15006中的包括第二通信设备的最强接收波束的第二

预定覆盖范围可以是第二通信设备的最强接收波束的覆盖范围与该最强接收波束对应的第二通信设备的发射波束的覆盖范围的合集。

[0183] 作为示例,与最强接收波束“对应”的发射波束可指的是与该最强接收波束至少部分重叠(例如,有交集)的发射波束。

[0184] 例如,如图2E所示,基站2000具有部分收发波束对称性,则基站2000侧的第二预定覆盖范围可以是最强接收波束2006的覆盖范围与对应的发射波束2006的覆盖范围的合集。另外,由于最强接收波束2006的覆盖范围包括发射波束2004的覆盖范围,则图2E中所示的基站2000侧的第二预定覆盖范围为最强接收波束2006的覆盖范围。另外,在图2E中,终端设备2002也具有部分收发波束对称性,则同样地,终端设备2002侧的第二预定覆盖范围可以是最强接收波束2010的覆盖范围。

[0185] 在如图15所示的波束扫描的简化方案中,由于第一通信设备和第二通信设备都具有部分收发波束对称性,因此在步骤S15006中,在进行第二信道上的波束扫描时,无需遍历第一通信设备的所有接收波束以及第二通信设备的所有发射波束,而是仅通过第一预定范围内的多个接收波束以及第二预定范围内的多个发射波束进行在第二信道上的信道扫描。因此,第二信道上的波束扫描的范围被缩小,能够节省波束扫描的开销。

[0186] 以上描述的简化波束扫描操作主要是针对收发波束对称性信息来描述,但是应理解,简化波束扫描操作还可以针对其它类型的波束对称性信息来执行。

[0187] 例如,可以根据上下行波束对的对称性信息来执行简化波束扫描。当上下行波束对完全对称时,可以类似于上述的第一和第二通信设备均具有收发波束对称性的情况进行简化波束扫描;当上下行波束对部分对称时,通常可以在认为第一和第二通信设备均具有部分收发波束对称性的情况下来进行简化波束扫描;而当上下行波束不对称时,通常可以在认为第一和第二通信设备均不具有收发波束对称性的情况下来进行波束扫描,即进行常规的遍历波束扫描。

[0188] 与常规的波束扫描操作相比,根据上下行波束对的对称性信息来执行的简化波束扫描操作能够使第一和/或第二信道上的波束扫描的范围被缩小,能够节省波束扫描的开销。

[0189] 作为另外的例子,在上下行波束对部分对称或者不对称的情况下,还可以进一步判断第一和第二通信设备各自的收发波束对称性,并且使得第一和第二通信设备根据各自的收发波束对称性来进行简化波束扫描,如上所述。

[0190] 根据本公开的一个实施例,第一通信设备可以包括多个天线子阵列,每个天线子阵列可以包括如上文中所描述的多个接收波束和多个发射波束。同样地,第二通信设备也可以包括多个天线子阵列。例如,在终端设备的上下左右四个方向上设置有四个天线子阵列。在本公开上述实施例给出的各种信令流程中,则需要传输多个天线子阵列的收发波束对称性信息,例如需要在BCI中增加若干比特位用于指示天线子阵列的ID。具体的示例如下面的表3所示,在BCI中增加2比特以区分4个子阵列。即,用3比特来表示BCI,其中第1、2比特用于指示天线子阵列的ID,第3比特用于指示收发波束对称性。如表3所示,子阵列1、4具有收发波束对称性(第3比特为“0”),子阵列2、3不具有收发波束对称性(第3比特为“1”)。应理解,表3示出用BCI中的1比特来指示波束对称性,但是也可以用更多个比特来表示上文中所描述的波束对称性信息或上下行波束对的对称性信息。在本实施例中,双方通信设备还可

可以根据波束对称性选择特定的子阵列对 (sub-array pair) 来进行数据传输,例如优先选择具有上下行波束对的对称性的子阵列对来进行数据传输。另外,在一方通信设备具有控制权而另一方被动服从的情况下可以由一方将其选择的子阵列对中另一方的子阵列ID通知给对方通信设备。

[0191] [表3]

[0192]

	子阵列1	子阵列2	子阵列3	子阵列4
BCI	000	011	101	110

[0193] 在一个实施例中,可以根据与第一通信设备的多个天线子阵列分别对应的第一通信设备的多个收发波束对称性信息来确定该多个天线子阵列中的各天线子阵列的波束扫描的简化方案。

[0194] 在一个实施例中,可以根据与第一通信设备的多个天线子阵列分别对应的第一通信设备的多个收发波束对称性信息以及与第二通信设备的多个天线子阵列分别对应的第二通信设备的多个收发波束对称性信息来确定该第一通信设备和第二通信设备的多个天线子阵列中的各天线子阵列的波束扫描的简化方案。

[0195] 在一个实施例中,可以将终端设备的多个天线子阵列中的一个或多个设为工作子阵列(例如将具有最佳收发质量以及/或者具有收发波束对称性的子阵列设为工作子阵列),而将其它子阵列设为备用子阵列。当工作子阵列发生故障时,启用备用子阵列,并利用与备用子阵列对应的收发波束对称性信息来确定针对备用子阵列的波束扫描的简化方案。

[0196] 在无线通信系统中,由于各种因素的影响(例如干扰、上下行校准误差、波束量化误差、硬件老化、温度变化、上下行载波距离变化等),波束对称性可能会丢失。也就是说,在基站和终端设备之间,波束对称性不是恒定存在的。可以对波束对称性进行周期性或非周期性的测量和报告。

[0197] 在一个实施例中,波束对称性的测量和报告可以与波束扫描过程相关联。

[0198] 例如,如果波束扫描过程是周期性的,为K个子帧,那么波束对称性的测量和报告也是周期性的,可以为NK个子帧,其中K、N为大于等于1的整数。例如,波束对称性的测量和报告的周期可以与波束扫描的周期相同,即 $N=1$ ,实际上相当于执行波束对称性测量的同时也完成了波束扫描。另外,由于波束对称性通常是相对稳定的,其变化速度慢于最强收发波束的变化速度,优选地,波束对称性的测量和报告的周期比波束扫描的周期长,即 $N>1$ ,在确定具有波束对称性之后的一段时间内都可以直接采用简化的波束扫描方案,从而有效减少波束训练的开销。

[0199] 作为示例,图16示出了根据本公开的实施例的波束对称性的测量和报告与波束扫描过程在时间尺度上的关系,其中空白框表示波束扫描过程,阴影框表示波束对称性测量和报告。在图16中,波束对称性的测量和报告的周期是波束扫描的周期的4倍,即 $N=4$ 。在这种情况下,在进行用阴影框1600表示的波束对称性的测量和报告并确定波束对称性信息之后,在进行下一轮的波束对称性的测量和报告(用阴影框1602表示)之前,可以直接根据阴影框1600所确定的波束对称性信息来执行波束扫描的简化方案。

[0200] 另外,如果波束扫描过程为非周期性的,那么波束对称性的测量和报告也可以是非周期性的,可以通过一个共同的触发条件来进行触发。例如,在载波距离发生变化的情况

下触发波束扫描过程以及波束对称性的测量和报告。又例如,由基站根据传输状态、通信需求(例如通信质量下降)发起终端设备进行非周期性的对称性测量和报告。具体的一个示例中,基站通过RRC子层的RRC信令配置终端设备执行周期或非周期性波束对称性测量与报告。

[0201] 在一个实施例中,可以预先确定基站和终端设备的波束赋形能力,波束赋形能力例如包括收发波束的波束数量、波束宽度。基站可以获取终端设备的波束赋形能力,并基于终端设备波束赋形能力来确定上下行波束对称性测量配置信息。上下行波束对称性测量配置信息例如可以包括基站和终端设备的每个波束的发射次数、接收次数、每个波束所占的时频资源、上下行波束对称性检测的起始时间等。基站可以向终端设备通知该上下行波束对称性测量配置信息,以用于波束对称性的测量。

[0202] 在一个实施例中,可以周期性地对波束扫描的简化方案的确定。该周期可以与波束对称性的测量和上报的周期相同。

[0203] 在另一个实施例中,可以在第一通信设备的收发波束对称性信息发生改变时,进行波束扫描的简化方案的确定。例如,在波束对称性测量显示波束对称性与上次的测量结果不同时,重新确定波束扫描的简化方案。

[0204] 在另一个实施例中,可以基于事件来触发波束扫描的简化方案的确定。例如,在载波距离发生变化的情况下重新确定波束扫描的简化方案。

[0205] 下面将介绍根据本公开的应用示例。

[0206] 本公开内容的技术能够应用于各种产品。

[0207] 例如,基站可以被实现为任何类型的演进型节点B(eNB)或下一代无线电接入技术中的gNodeB(gNB),诸如宏eNB/gNB和小eNB/gNB。小eNB/gNB可以为覆盖比宏小区小的小区eNB/gNB,诸如微微eNB/gNB、微eNB/gNB和家庭(毫微微)eNB/gNB。代替地,基站可以被实现为任何其它类型的基站,诸如GSM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,可以是WCDMA系统中的无线网络控制器(RNC)和NodeB中的一者或两者,或者是未来通信系统中对应的网络节点。基站可以包括:被配置为控制无线通信的主体(也称为基站设备);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)。另外,下面将描述的各种类型的终端均可以通过暂时地或半持久性地执行基站功能而作为基站工作。

[0208] 例如,终端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、无人机、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)。终端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)。此外,终端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)。

[0209] [关于基站的应用示例]

[0210] (第一应用示例)

[0211] 图17是示出可以应用本公开内容的技术的gNB的示意性配置的第一示例的框图。gNB 800包括一个或多个天线810以及基站设备820。基站设备820和每个天线810可以经由RF线缆彼此连接。

[0212] 天线810中的每一个均包括单个或多个天线元件(诸如包括在多输入多输出



(MIMO) 天线中的多个天线元件), 并且用于基站设备820发送和接收无线信号。如图17所示, gNB 800可以包括多个天线810。例如, 多个天线810可以与gNB 800使用的多个频带兼容。基站设备820包括控制器821、存储器822、网络接口823以及无线通信接口825。

[0213] 控制器821可以为例如CPU或DSP, 并且操作基站设备820的较高层的各种功能。例如, 控制器821根据由无线通信接口825处理的信号中的数据来生成数据分组, 并经由网络接口823来传递所生成的分组。控制器821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821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、eNB或核心网节点(例如接入与移动性管理功能AMF (Access and Mobility Management Function)) 来执行。存储器822包括RAM和ROM, 并且存储由控制器821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)。

[0214] 网络接口823为用于将基站设备820连接至核心网824的通信接口。控制器821可以经由网络接口823而与核心网节点或另外的gNB/eNB进行通信。在此情况下, gNB 800与核心网节点或其它gNB/eNB可以通过逻辑接口(诸如N2接口与AMF和Xn接口与gNB) 而彼此连接。网络接口823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823为无线通信接口, 则与由无线通信接口825使用的频带相比, 网络接口823可以使用较高频带用于无线通信。

[0215] 无线通信接口825支持任何蜂窝通信方案(诸如LTE、LTE-先进、NR (New Radio)), 并且经由天线810来提供到位于gNB 800的小区中的终端的无线连接。无线通信接口825通常可以包括例如基带(BB) 处理器826和RF电路827。BB处理器826可以执行例如编码/解码、调制/解调以及复用/解复用, 并且执行层(例如L1、介质访问控制(MAC)、无线链路控制(RLC) 和分组数据汇聚协议(PDCP)) 的各种类型的信号处理。代替控制器821, BB处理器826可以具有上述逻辑功能的一部分或全部。BB处理器826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826的功能改变。该模块可以为插入到基站设备820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827可以包括例如混频器、滤波器和放大器, 并且经由天线810来传送和接收无线信号。

[0216] 如图17所示, 无线通信接口825可以包括多个BB处理器826。例如, 多个BB处理器826可以与gNB 800使用的多个频带兼容。如图17所示, 无线通信接口825可以包括多个RF电路827。例如, 多个RF电路827可以与多个天线元件兼容。虽然图17示出其中无线通信接口825包括多个BB处理器826和多个RF电路827的示例, 但是无线通信接口825也可以包括单个BB处理器826或单个RF电路827。

[0217] (第二应用示例)

[0218] 图18是示出可以应用本公开内容的技术的gNB的示意性配置的第二示例的框图。gNB 830包括一个或多个天线840、基站设备850和RRH 860。RRH 860和每个天线840可以经由RF线缆而彼此连接。基站设备850和RRH 860可以经由诸如光纤线缆的高速线路而彼此连接。

[0219] 天线840中的每一个均包括单个或多个天线元件(诸如包括在MIMO天线中的多个天线元件) 并且用于RRH 860发送和接收无线信号。如图18所示, gNB 830可以包括多个天线

840。例如,多个天线840可以与gNB 830使用的多个频带兼容。基站设备850包括控制器851、存储器852、网络接口853、无线通信接口855以及连接接口857。控制器851、存储器852和网络接口853与参照图17描述的控制器的821、存储器822和网络接口823相同。

[0220] 无线通信接口855支持任何蜂窝通信方案(诸如LTE和LTE-先进),并且经由RRH 860和天线840来提供到位于与RRH 860对应的扇区中的终端的无线通信。无线通信接口855通常可以包括例如BB处理器856。除了BB处理器856经由连接接口857连接到RRH 860的RF电路864之外,BB处理器856与参照图17描述的BB处理器826相同。如图18所示,无线通信接口855可以包括多个BB处理器856。例如,多个BB处理器856可以与gNB 830使用的多个频带兼容。虽然图18示出其中无线通信接口855包括多个BB处理器856的示例,但是无线通信接口855也可以包括单个BB处理器856。

[0221] 连接接口857为用于将基站设备850(无线通信接口855)连接至RRH 860的接口。连接接口857还可以为用于将基站设备850(无线通信接口855)连接至RRH 860的上述高速线路中的通信的通信模块。

[0222] RRH 860包括连接接口861和无线通信接口863。

[0223] 连接接口861为用于将RRH 860(无线通信接口863)连接至基站设备850的接口。连接接口861还可以为用于上述高速线路中的通信的通信模块。

[0224] 无线通信接口863经由天线840来传送和接收无线信号。无线通信接口863通常可以包括例如RF电路864。RF电路864可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线840来传送和接收无线信号。如图18所示,无线通信接口863可以包括多个RF电路864。例如,多个RF电路864可以支持多个天线元件。虽然图18示出其中无线通信接口863包括多个RF电路864的示例,但是无线通信接口863也可以包括单个RF电路864。

[0225] 在图17和图18所示的gNB 800和gNB 830中,参考图4描述的处理电路4010中包括的一个或多个组件可被实现在无线通信接口912中。可替代地,这些组件中的至少一部分也可以由控制器821和控制器851实现。

[0226] [关于终端设备的应用示例]

[0227] (第一应用示例)

[0228] 图19是示出可以应用本公开内容的技术的智能电话900的示意性配置的示例的框图。智能电话900包括处理器901、存储器902、存储装置903、外部连接接口904、摄像装置906、传感器907、麦克风908、输入装置909、显示装置910、扬声器911、无线通信接口912、一个或多个天线开关915、一个或多个天线916、总线917、电池918以及辅助控制器919。

[0229] 处理器901可以为例如CPU或片上系统(SoC),并且控制智能电话900的应用层和另外的功能。存储器902包括RAM和ROM,并且存储数据和由处理器901执行的程序。存储装置903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904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900的接口。

[0230] 摄像装置906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907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908将输入到智能电话900的声音转换为音频信号。输入装置909包括例如被配置为检测显示装置910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910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900的输出图像。扬声器911将从智能电话900输出的音频信号转换为声音。

[0231] 无线通信接口912支持任何蜂窝通信方案 (诸如LTE和LTE-先进), 并且执行无线通信。无线通信接口912通常可以包括例如BB处理器913和RF电路914。BB处理器913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914可以包括例如混频器、滤波器和放大器, 并且经由天线916来传送和接收无线信号。无线通信接口912可以为其上集成有BB处理器913和RF电路914的一个芯片模块。如图19所示, 无线通信接口912可以包括多个BB处理器913和多个RF电路914。虽然图19示出其中无线通信接口912包括多个BB处理器913和多个RF电路914的示例, 但是无线通信接口912也可以包括单个BB处理器913或单个RF电路914。

[0232] 此外, 除了蜂窝通信方案之外, 无线通信接口912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912可以包括针对每种无线通信方案的BB处理器913和RF电路914。

[0233] 天线开关915中的每一个在包括在无线通信接口912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916的连接目的地。

[0234] 天线916中的每一个均包括单个或多个天线元件 (诸如包括在MIMO天线中的多个天线元件), 并且用于无线通信接口912传送和接收无线信号。如图19所示, 智能电话900可以包括多个天线916。虽然图19示出其中智能电话900包括多个天线916的示例, 但是智能电话900也可以包括单个天线916。

[0235] 此外, 智能电话900可以包括针对每种无线通信方案的天线916。在此情况下, 天线开关915可以从智能电话900的配置中省略。

[0236] 总线917将处理器901、存储器902、存储装置903、外部连接接口904、摄像装置906、传感器907、麦克风908、输入装置909、显示装置910、扬声器911、无线通信接口912以及辅助控制器919彼此连接。电池918经由馈线向图19所示的智能电话900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919例如在睡眠模式下操作智能电话900的最小必需功能。

[0237] 在图19所示的智能电话900中, 参考图4描述的处理电路4010中包括的一个或多个组件可被实现在无线通信接口912中。可替代地, 这些组件中的至少一部分也可以由处理器901或辅助控制器919实现。

[0238] (第二应用示例)

[0239] 图20是示出可以应用本公开内容的技术的汽车导航设备920的示意性配置的示例的框图。汽车导航设备920包括处理器921、存储器922、全球定位系统 (GPS) 模块924、传感器925、数据接口926、内容播放器927、存储介质接口928、输入装置929、显示装置930、扬声器931、无线通信接口933、一个或多个天线开关936、一个或多个天线937以及电池938。

[0240] 处理器921可以为例如CPU或SoC, 并且控制汽车导航设备920的导航功能和另外的功能。存储器922包括RAM和ROM, 并且存储数据和由处理器921执行的程序。

[0241] GPS模块924使用从GPS卫星接收的GPS信号来测量汽车导航设备920的位置 (诸如纬度、经度和高度)。传感器925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926经由未示出的终端而连接到例如车载网络941, 并且获取由车

辆生成的数据(诸如车速数据)。

[0242] 内容播放器927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928中。输入装置929包括例如被配置为检测显示装置930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930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931输出导航功能的声音或再现的内容。

[0243] 无线通信接口933支持任何蜂窝通信方案(诸如LTE和LTE-先进),并且执行无线通信。无线通信接口933通常可以包括例如BB处理器934和RF电路935。BB处理器934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935可以包括例如混频器、滤波器和放大器,并且经由天线937来传送和接收无线信号。无线通信接口933还可以为其上集成有BB处理器934和RF电路935的一个芯片模块。如图20所示,无线通信接口933可以包括多个BB处理器934和多个RF电路935。虽然图20示出其中无线通信接口933包括多个BB处理器934和多个RF电路935的示例,但是无线通信接口933也可以包括单个BB处理器934或单个RF电路935。

[0244] 此外,除了蜂窝通信方案之外,无线通信接口933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933可以包括BB处理器934和RF电路935。

[0245] 天线开关936中的每一个在包括在无线通信接口933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937的连接目的地。

[0246] 天线937中的每一个均包括单个或多个天线元件(诸如包括在MIMO天线中的多个天线元件),并且用于无线通信接口933传送和接收无线信号。如图20所示,汽车导航设备920可以包括多个天线937。虽然图20示出其中汽车导航设备920包括多个天线937的示例,但是汽车导航设备920也可以包括单个天线937。

[0247] 此外,汽车导航设备920可以包括针对每种无线通信方案的天线937。在此情况下,天线开关936可以从汽车导航设备920的配置中省略。

[0248] 电池938经由馈线向图20所示的汽车导航设备920的各个块提供电力,馈线在图中被部分地示为虚线。电池938累积从车辆提供的电力。

[0249] 在图20示出的汽车导航设备920中,参考图4描述的处理电路4010中包括的一个或多个组件可被实现在无线通信接口912中。可替代地,这些组件中的至少一部分也可以由处理器921实现。

[0250] 本公开内容的技术也可以被实现为包括汽车导航设备920、车载网络941以及车辆模块942中的一个或多个块的车载系统(或车辆)940。车辆模块942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941。

[0251] 应当理解,本说明书中“实施例”或类似表达方式的引用是指结合该实施例所述的特定特征、结构、或特性系包括在本公开的至少一具体实施例中。因此,在本说明书中,“在本公开的实施例中”及类似表达方式的用语的出现未必指相同的实施例。

[0252] 本领域技术人员应当知道,本公开被实施为一系统、装置、方法或作为计算机程序产品的计算机可读媒体(例如非瞬态存储介质)。因此,本公开可以实施为各种形式,例如完全的硬件实施例、完全的软件实施例(包括固件、常驻软件、微程序代码等),或者也可实施

为软件与硬件的实施形式,在以下会被称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本公开也可以任何有形的媒体形式实施为计算机程序产品,其具有计算机可使用程序代码存储于其上。

[0253] 本公开的相关叙述参照根据本公开具体实施例的系统、装置、方法及计算机程序产品的流程图和/或框图来进行说明。可以理解每一个流程图和/或框图中的每一个块,以及流程图和/或框图中的块的任何组合,可以使用计算机程序指令来实施。这些计算机程序指令可供通用型计算机或特殊计算机的处理器或其它可编程数据处理装置所组成的机器来执行,而指令经由计算机或其它可编程数据处理装置处理以便实施流程图和/或框图中所说明的功能或操作。

[0254] 在附图中显示根据本公开各种实施例的系统、装置、方法及计算机程序产品可实施的架构、功能及操作的流程图及框图。因此,流程图或框图中的每个块可表示一模块、区段、或部分的程序代码,其包括一个或多个可执行指令,以实施指定的逻辑功能。另外应当注意,在某些其它的实施例中,块所述的功能可以不按图中所示的顺序进行。举例来说,两个图示相连接的块事实上也可以同时执行,或根据所涉及的功能在某些情况下也可以按图标相反的顺序执行。此外还需注意,每个框图和/或流程图的块,以及框图和/或流程图中块的组合,可藉由基于专用硬件的系统来实施,或者藉由专用硬件与计算机指令的组合,来执行特定的功能或操作。

[0255] 以上已经描述了本公开的各实施例,上述说明是示例性的,并非穷尽性的,并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下,对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择,旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场技术的技术改进,或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

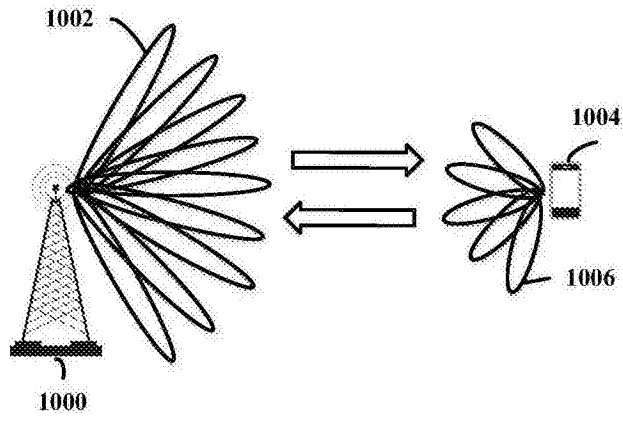


图1

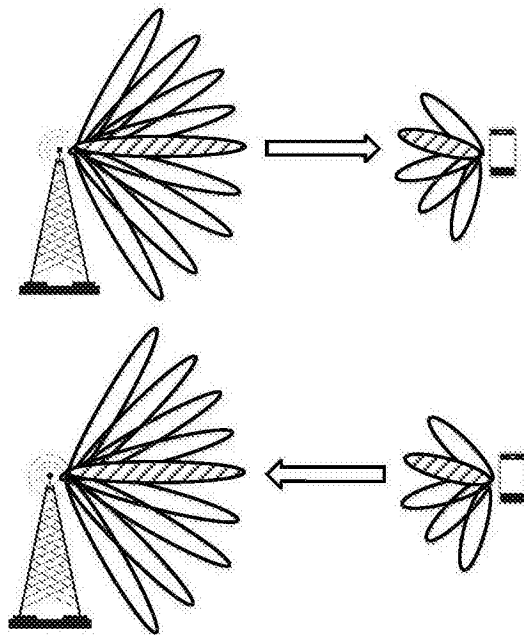


图2A

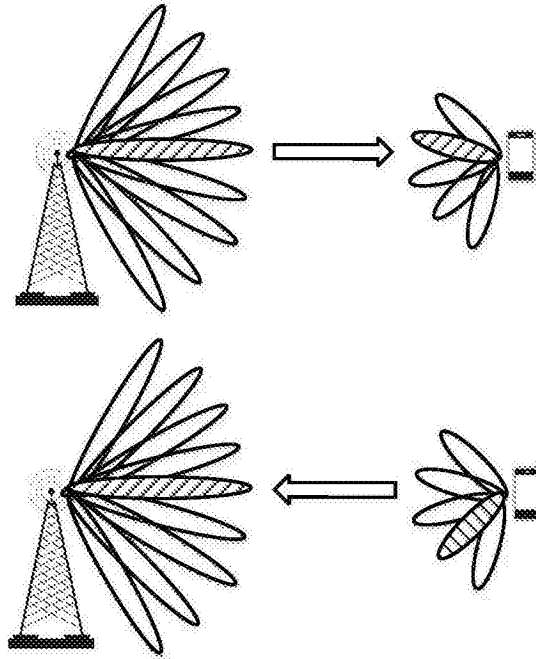


图2B

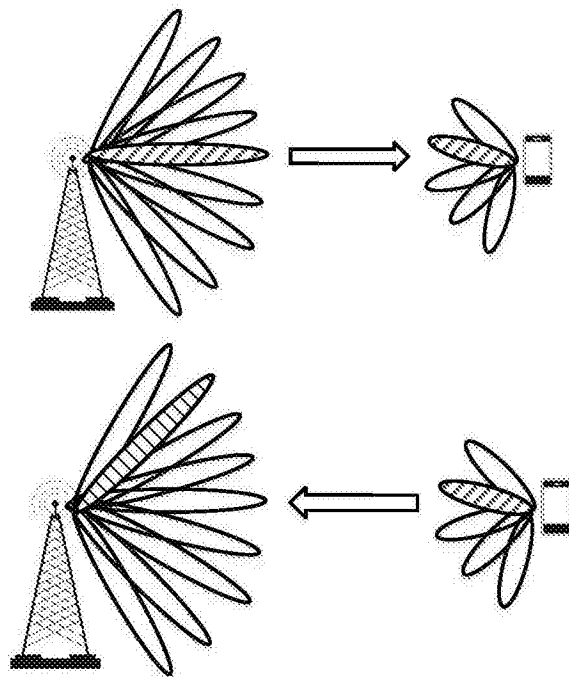


图2C

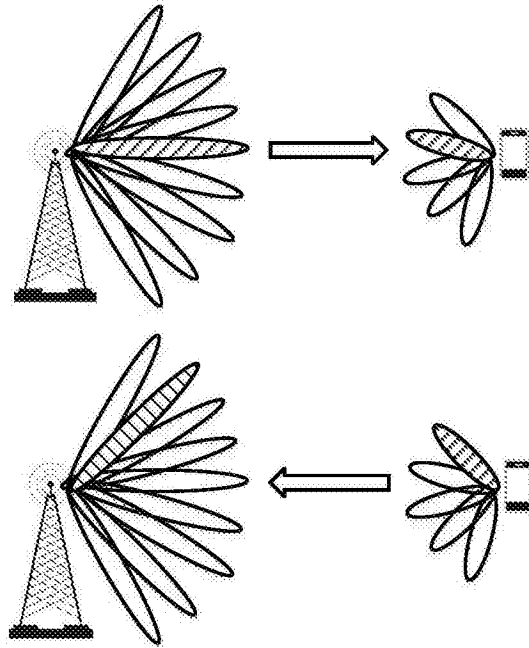


图2D

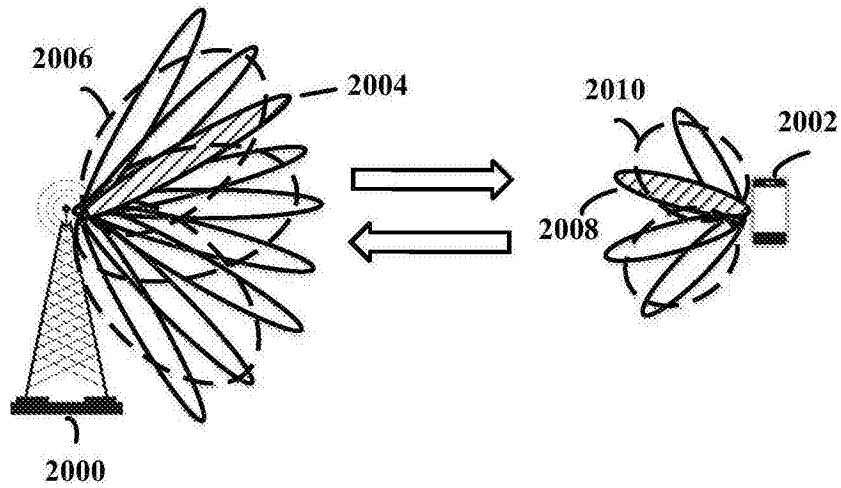


图2E



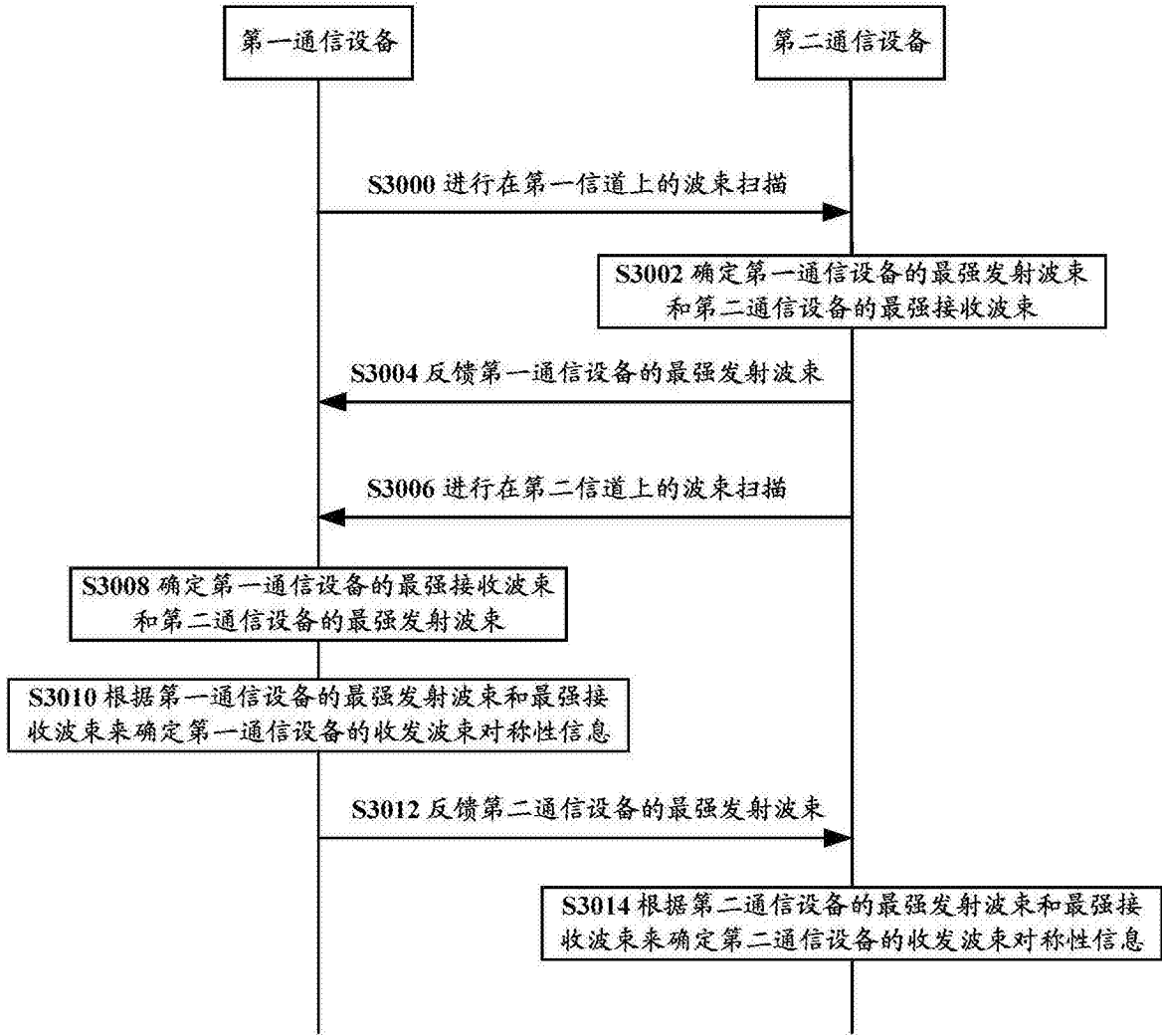


图3



图4

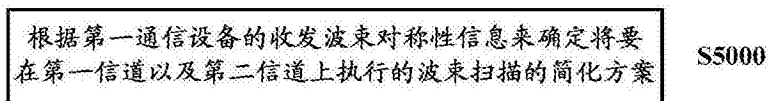


图5

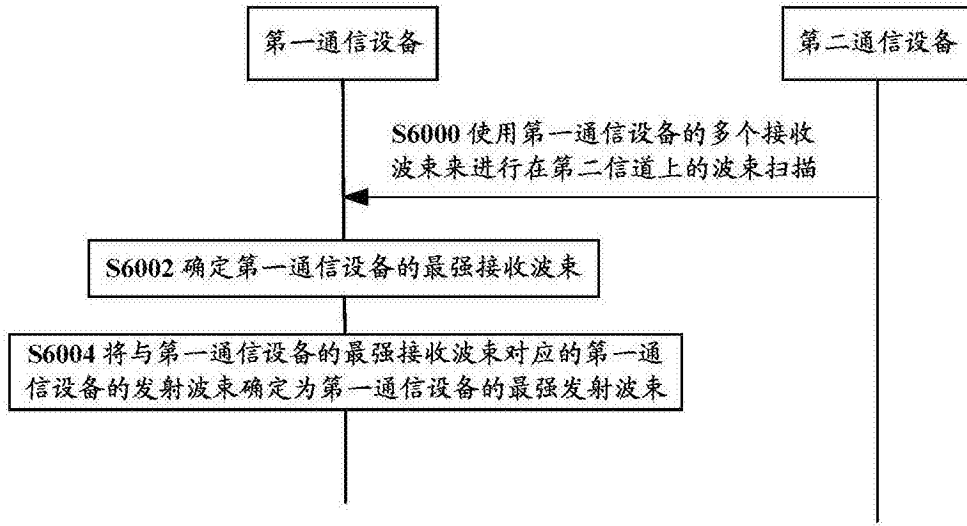


图6

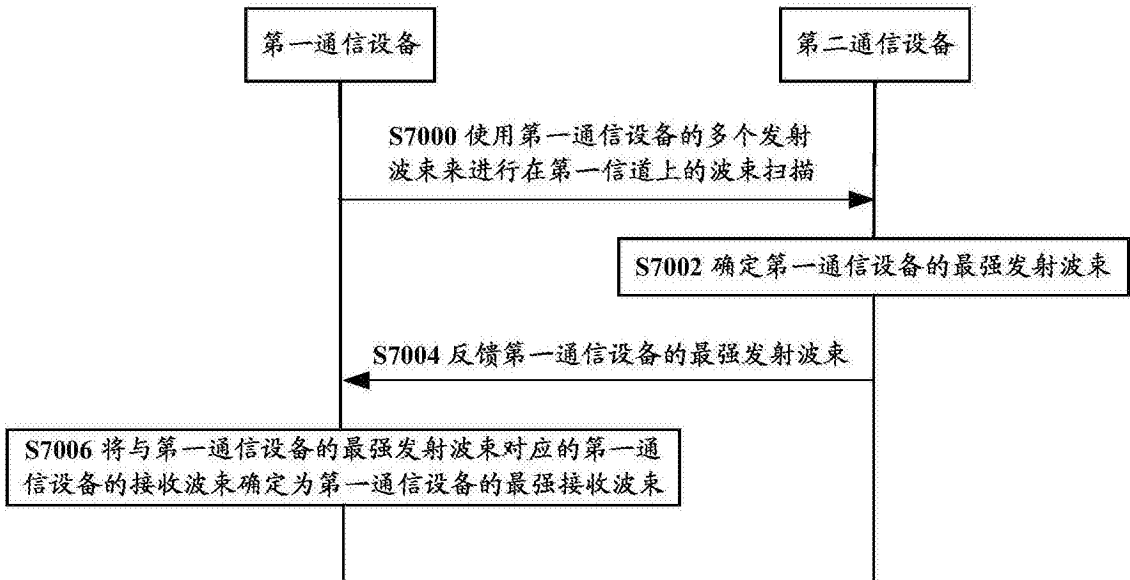


图7

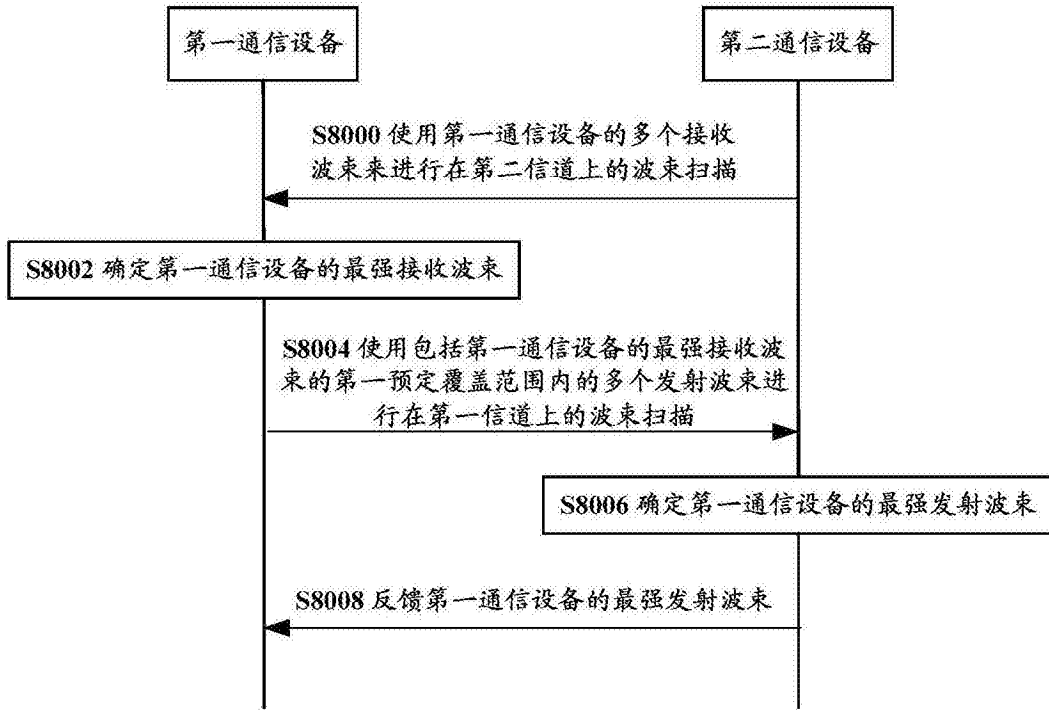


图8

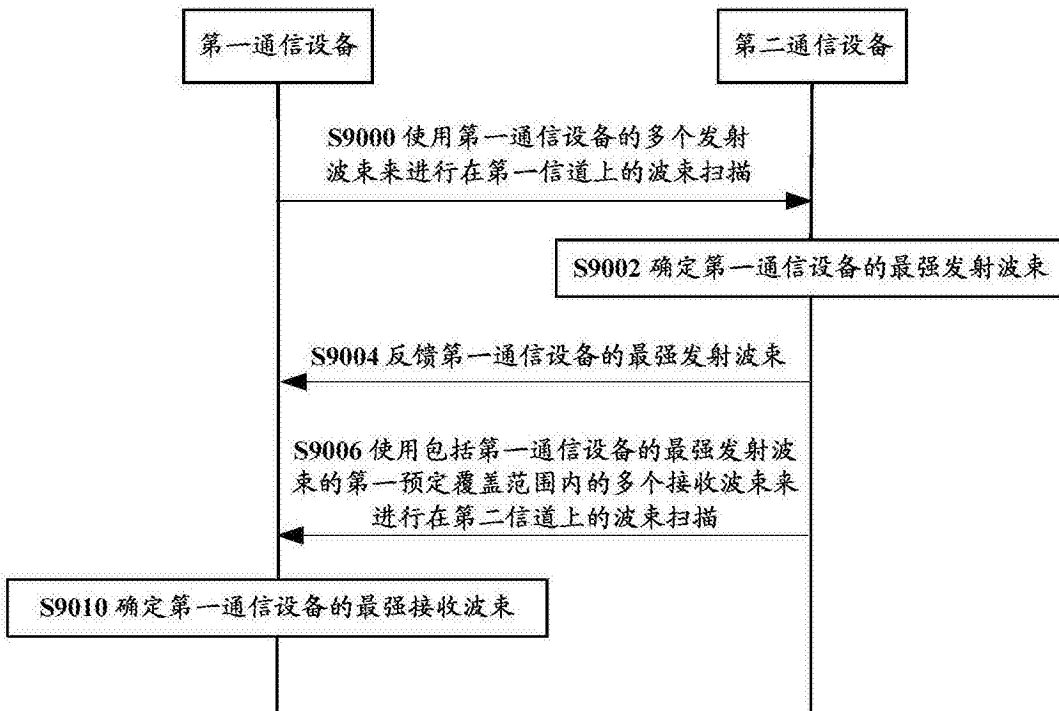


图9

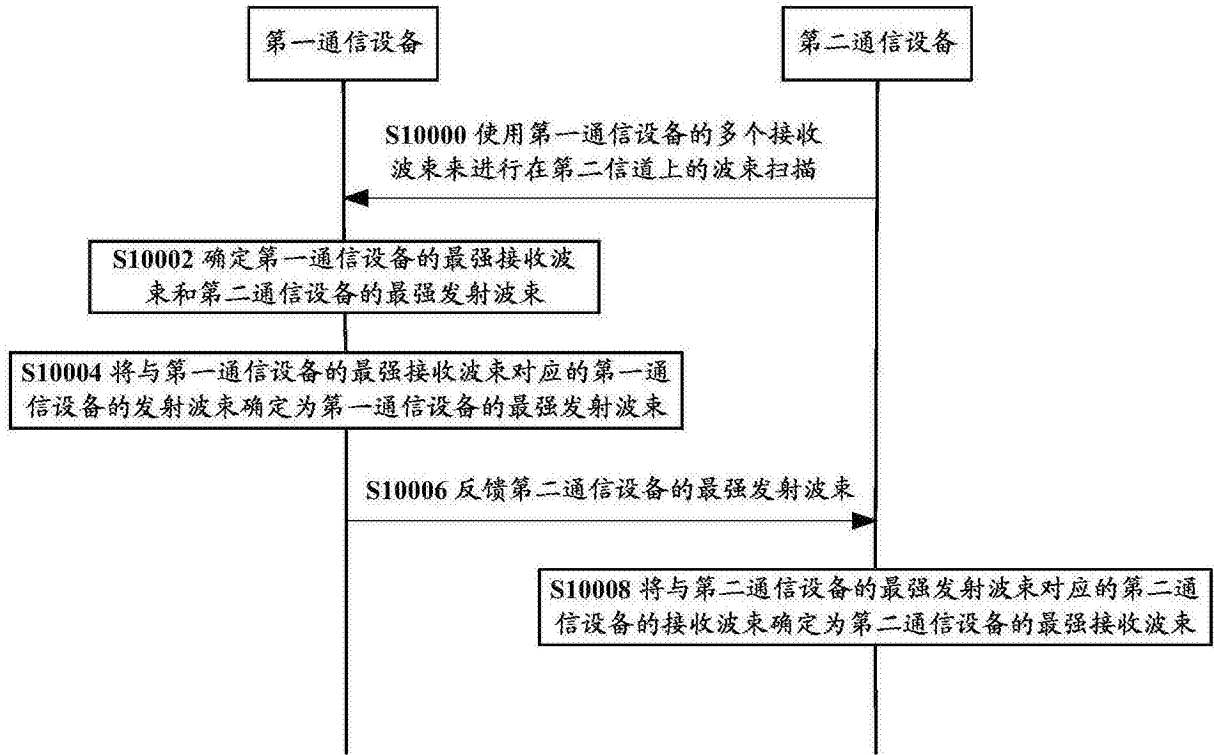


图10

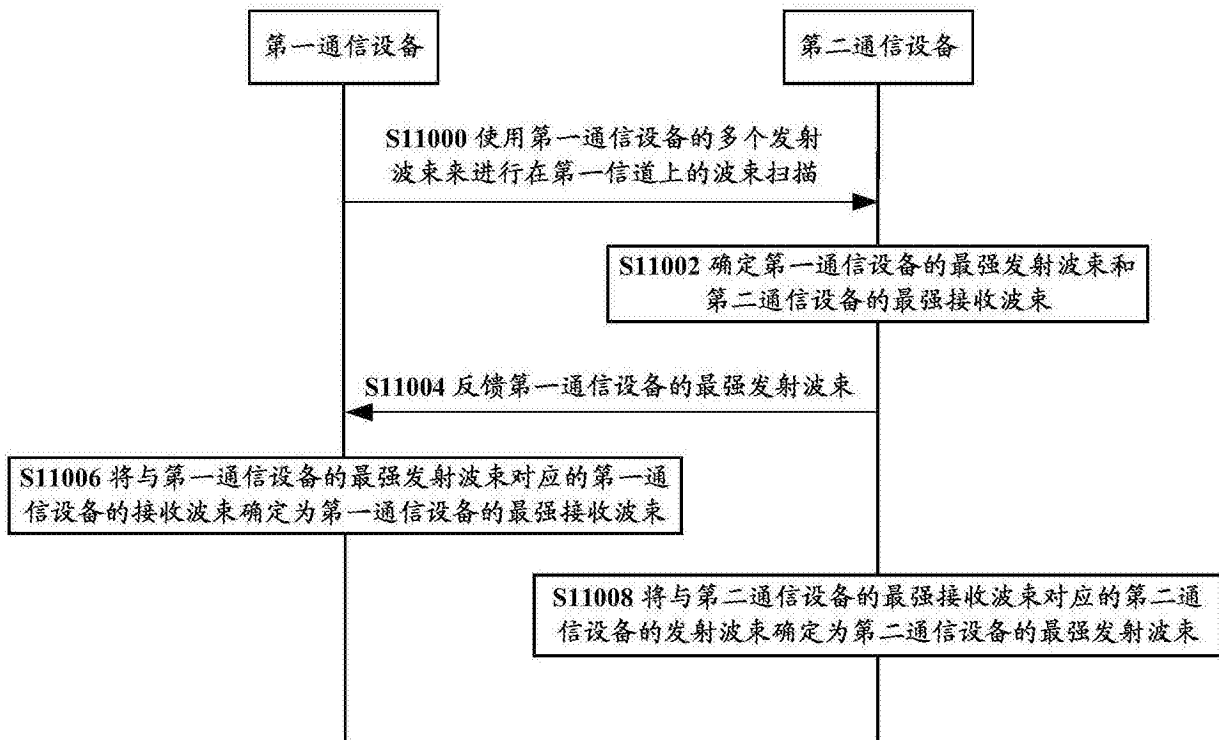


图11

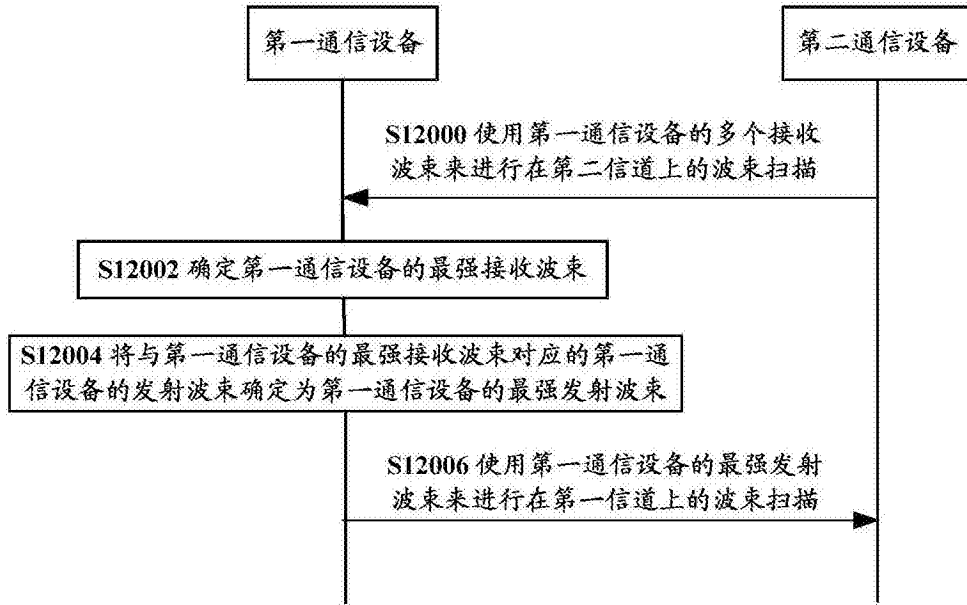


图12

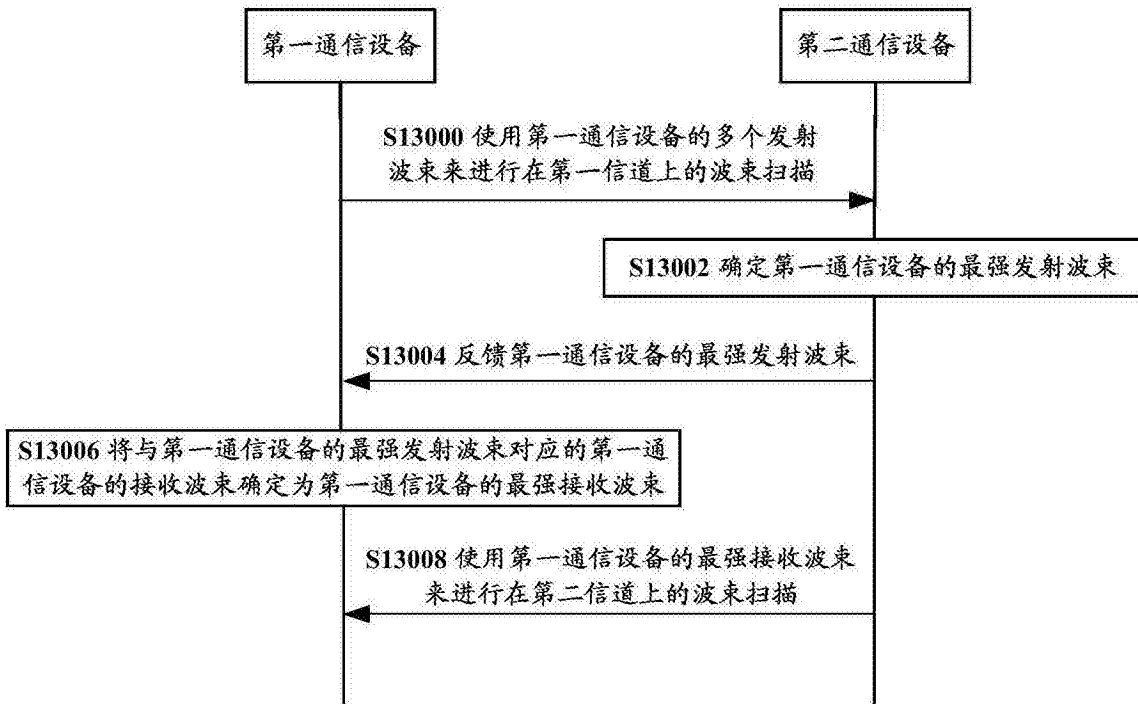


图13

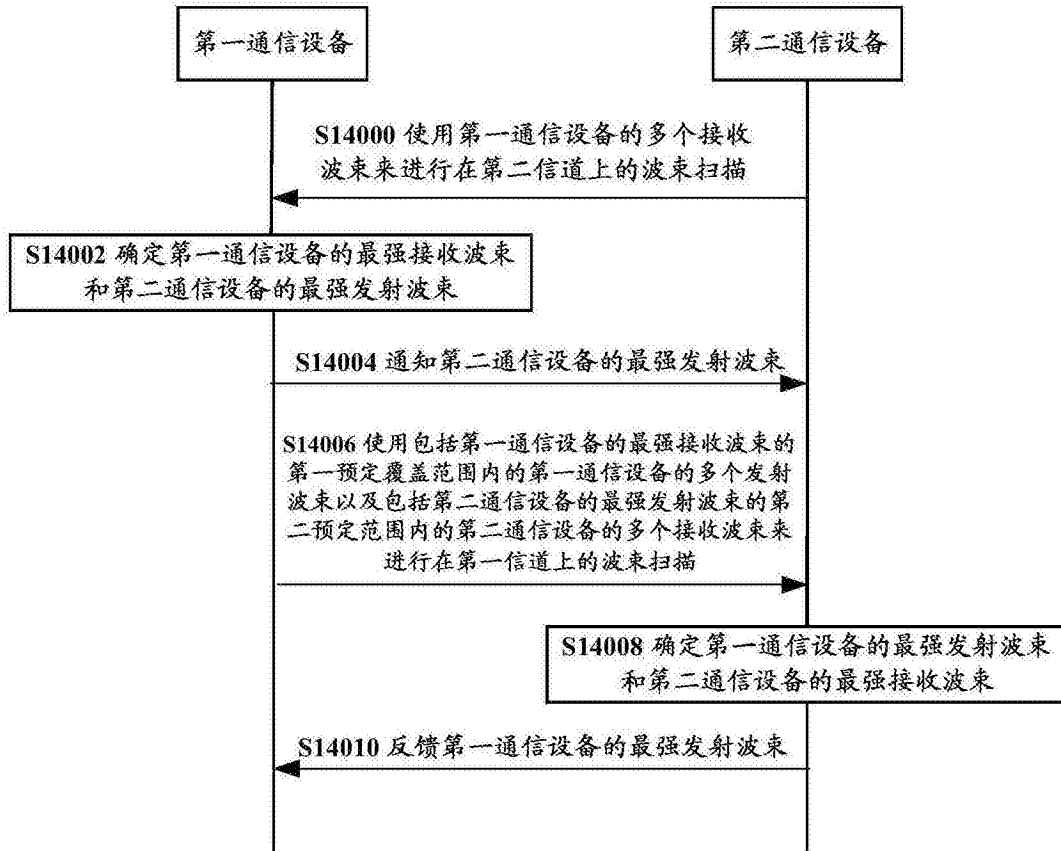


图14

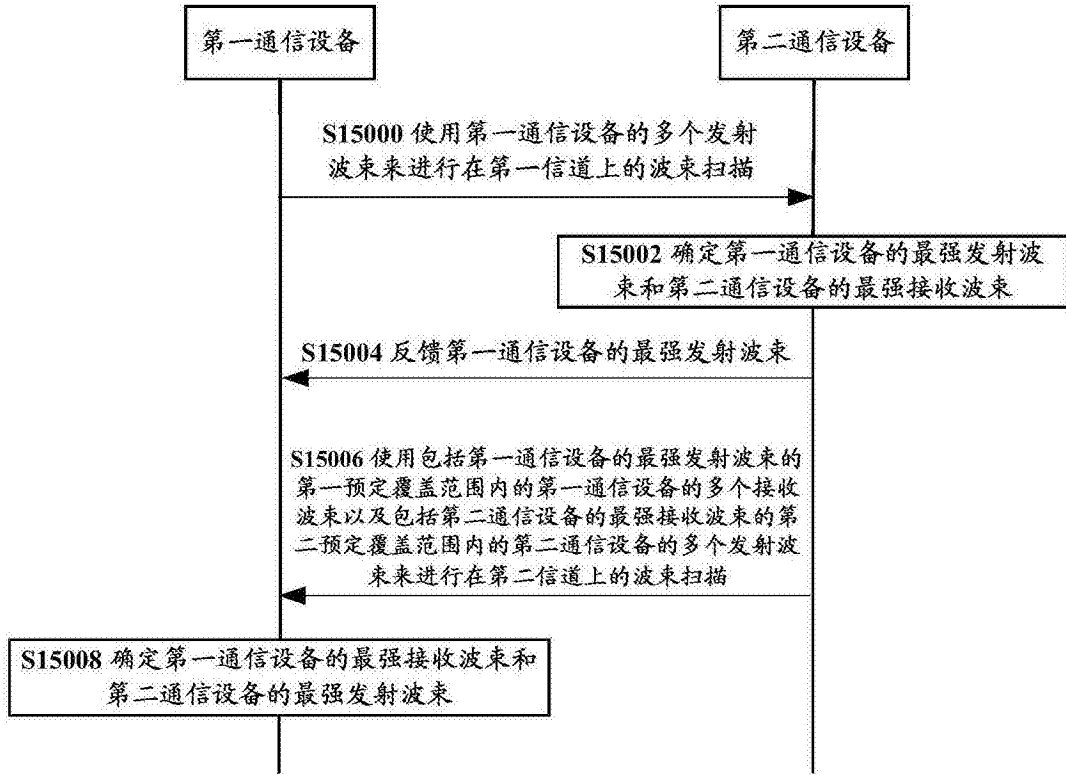


图15

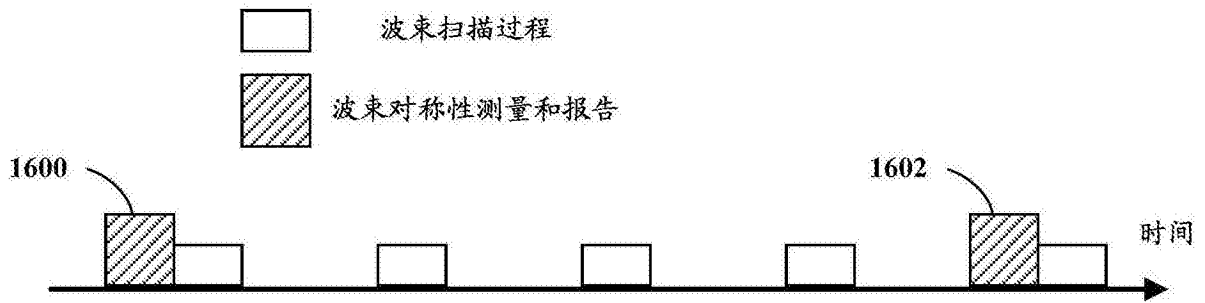


图16

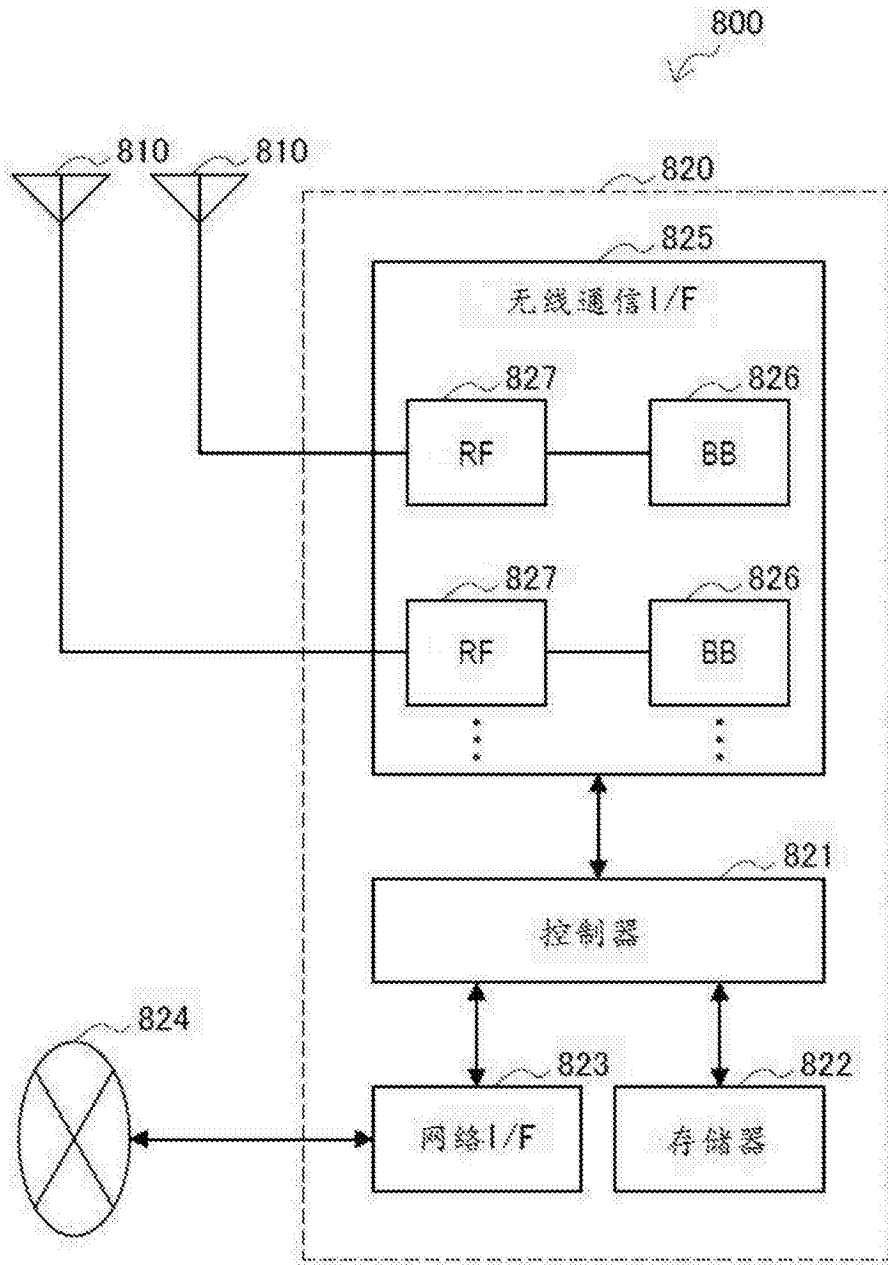


图17



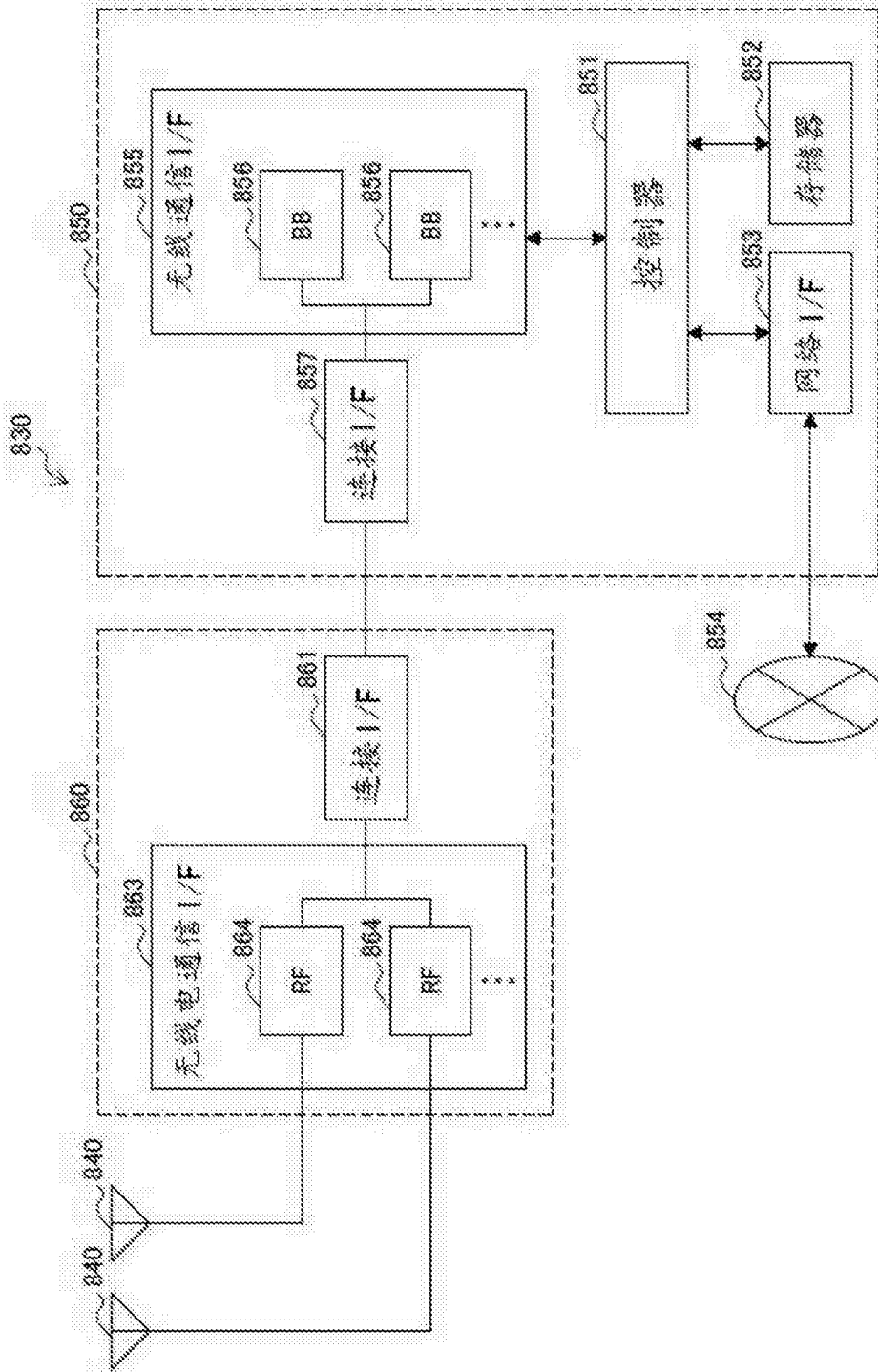


图18

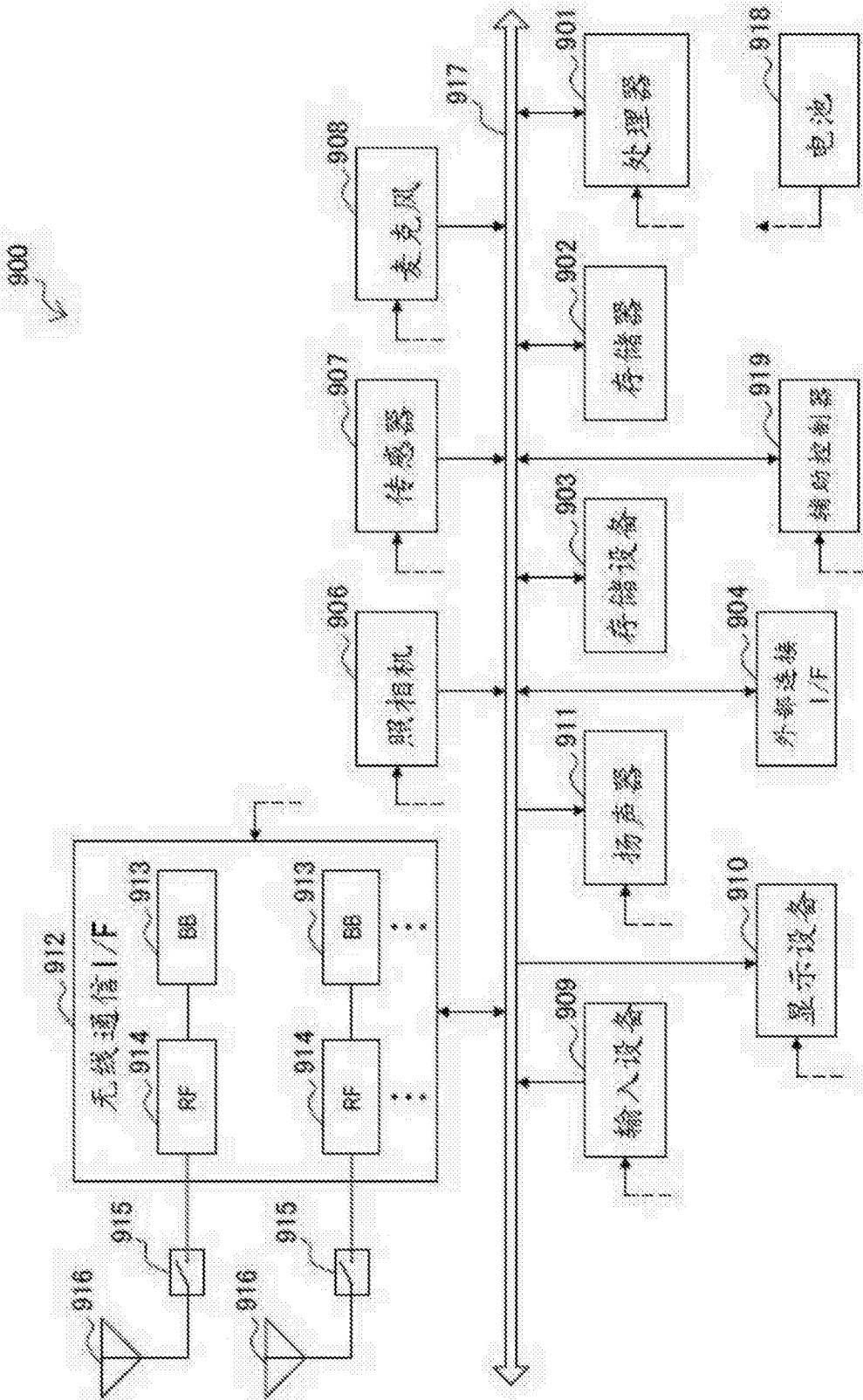


图19

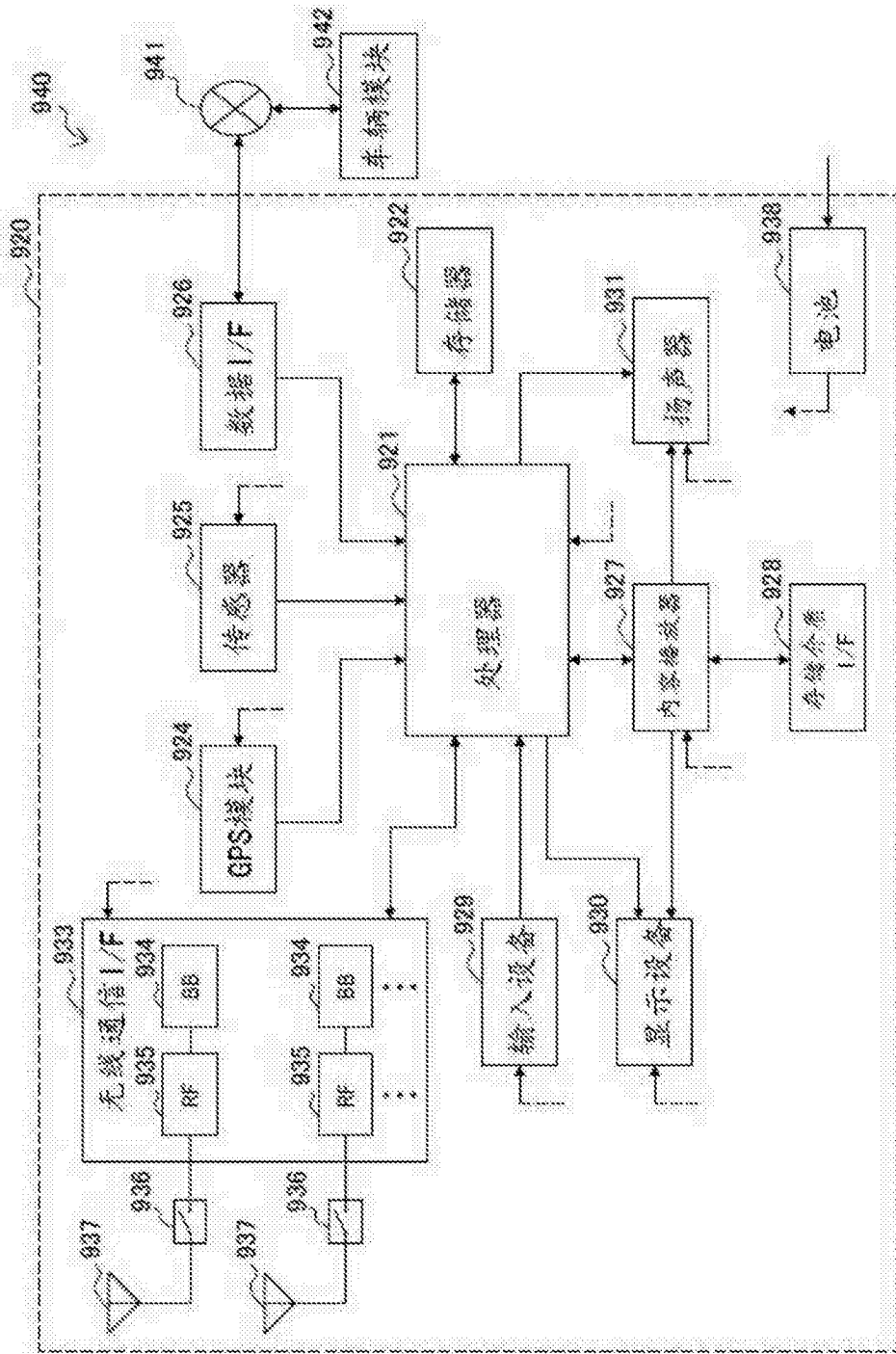


图20