



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110168959 B

(45) 授权公告日 2022. 11. 08

(21) 申请号 201880006315.3

(22) 申请日 2018.01.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110168959 A

(43) 申请公布日 2019.08.23

(30) 优先权数据
62/446,290 2017.01.13 US
15/867,530 2018.01.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.07.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/013342 2018.01.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/132589 EN 2018.07.19

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 A·桑德罗维赫 A·Y·卡舍尔
A·P·埃坦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 张海燕

(51) Int.Cl.
H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)

审查员 王鑫

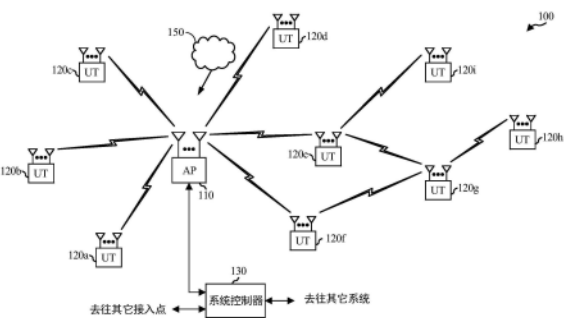
权利要求书4页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

高效波束成形技术

(57) 摘要

本公开内容的某些方面提供了用于发送接收天线模式以在波束成形训练过程期间来使用的方法和装置。例如,用于无线通信的装置通常可以包括:处理系统,其被配置为生成第一帧,所述第一帧具有一个或多个波束成形训练字段,所述波束成形训练字段要被输出用于使用定向发射天线模式来向无线设备进行传输,以及无线设备是否要处于全向接收天线模式来接收一个或多个波束成形训练字段的指示;以及第一接口,其被配置为输出用于传输的第一帧。



1. 一种用于无线通信的装置,包括:

处理系统,其被配置为生成第一帧,所述第一帧具有要输出的用于使用定向发射天线模式来向至少一个无线设备进行传输的多个波束成形训练字段,以及所述至少一个无线设备要处于全向接收天线模式来接收所述多个波束成形训练字段的指示,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的;以及

第一接口,其被配置为输出用于传输的所述第一帧。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中:

所述处理系统还被配置为执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路;以及

所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之后进行传输。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中:

所述波束成形训练过程包括扇区级扫描 (SLS) 过程;以及

所述多个波束成形训练字段被输出以用于在基于所述SLS过程的结果的方向上进行传输。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中:

所述处理系统还被配置为至少开始执行扇区级扫描 (SLS) 过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路;以及

所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后进行传输。

6. 一种用于无线通信的装置,包括:

第一接口,其被配置为从无线设备获得第一帧;以及

处理系统,其被配置为基于所述第一帧中的指示,来使得所述装置切换到或者停留在全向接收天线模式中,以获得在所述第一帧中的多个波束成形训练字段,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

8. 根据权利要求6所述的装置,其中:

所述处理系统还被配置为执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路;以及

所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间的所述链路之后获得的。

9. 根据权利要求6所述的装置,其中:

所述处理系统还被配置为至少开始执行扇区级扫描 (SLS) 过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路;以及

所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后获得的。

10. 一种用于由装置进行无线通信的方法,包括:

生成第一帧,所述第一帧具有要输出的用于使用定向发射天线模式来向至少一个无线设备进行传输的多个波束成形训练字段,以及所述至少一个无线设备要处于全向接收天线

模式来接收所述多个波束成形训练字段的指示,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的;以及

输出用于传输的所述第一帧。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

12. 根据权利要求10所述的方法,还包括:

执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路;并且

其中,所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之后进行传输。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中:

所述波束成形训练过程包括扇区级扫描 (SLS) 过程;以及

所述多个波束成形训练字段被输出以用于在基于所述SLS过程的结果的方向上进行传输。

14. 根据权利要求10所述的方法,还包括:

至少开始执行扇区级扫描 (SLS) 过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路;并且

其中,所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后进行传输。

15. 一种用于由装置进行无线通信的方法,包括:

从无线设备获得第一帧;以及

基于所述第一帧中的指示,来使得所述装置切换到或者停留在全向接收天线模式中,以获得在所述第一帧中的多个波束成形训练字段,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

17. 根据权利要求15所述的方法,还包括:

执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路;并且

其中,所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间的所述链路之后获得的。

18. 根据权利要求15所述的方法,还包括:

至少开始执行扇区级扫描 (SLS) 过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路;并且

其中,所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后获得的。

19. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于生成第一帧的单元,所述第一帧具有要输出的用于使用定向发射天线模式来向至少一个无线设备进行传输的多个波束成形训练字段,以及所述至少一个无线设备要处于全向接收天线模式来接收所述多个波束成形训练字段的指示,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的;以及

用于输出用于传输的所述第一帧的单元。

20. 根据权利要求19所述的装置,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

21. 根据权利要求19所述的装置,还包括:

用于执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路的单元;并且

其中,所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之后进行传输。

22. 根据权利要求21所述的装置,其中:

所述波束成形训练过程包括扇区级扫描(SLS)过程;以及

所述多个波束成形训练字段被输出以用于在基于所述SLS过程的结果的方向上进行传输。

23. 根据权利要求19所述的装置,还包括:

用于至少开始执行扇区级扫描(SLS)过程,以建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的链路的单元;并且

其中,所述第一帧被输出以用于在建立在所述装置和所述至少一个无线设备之间的所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后进行传输。

24. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于从无线设备获得第一帧的单元;以及

用于基于所述第一帧中的指示,来使得所述装置切换到或者停留在全向接收天线模式中,以获得在所述第一帧中的多个波束成形训练字段的单元,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特(EDMG)报头的字段中的一个或多个比特提供的。

25. 根据权利要求24所述的装置,其中,所述指示是在所述第一帧的报头中提供的。

26. 根据权利要求24所述的装置,还包括:

用于执行波束成形训练过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路的单元;并且

其中,所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间的所述链路之后获得的。

27. 根据权利要求24所述的装置,还包括:

用于至少开始执行扇区级扫描(SLS)过程,以建立在所述装置和所述无线设备之间的链路的单元;并且

其中,所述第一帧是在建立在所述装置和所述无线设备之间所述链路之前,在执行所述SLS过程的一部分之后获得的。

28. 一种无线站,包括:

处理系统,其被配置为生成第一帧,所述第一帧具有要输出的用于使用定向发射天线模式来向至少一个无线设备进行传输的多个波束成形训练字段,以及所述至少一个无线设备要处于全向接收天线模式来接收所述多个波束成形训练字段的指示,其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特(EDMG)报头的字段中的一个或多个比特提供的;以及

发射机,其被配置为发送用于传输的所述第一帧。

29. 一种无线站,包括:

接收机,其被配置为从无线设备接收第一帧;以及

处理系统,其被配置为基于所述第一帧中的指示,来使得所述无线设备切换到或者停留在全向接收天线模式中,以获得在所述第一帧中的多个波束成形训练字段,其中所述指

示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的。

30. 一种其上存储有用于进行以下操作的指令的计算机可读介质：

生成第一帧，所述第一帧具有要输出的用于使用定向发射天线模式来向至少一个无线设备进行传输的多个波束成形训练字段，以及所述至少一个无线设备要处于全向接收天线模式来接收所述多个波束成形训练字段的指示，其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的；以及

输出用于传输的所述第一帧。

31. 一种其上存储有用于进行以下操作的指令的计算机可读介质：

从无线设备获得第一帧；以及

基于所述第一帧中的指示，来使得所述无线设备切换到或者停留在全向接收天线模式中，以获得在所述第一帧中的多个波束成形训练字段，其中所述指示是经由所述第一帧的增强定向多吉比特 (EDMG) 报头的字段中的一个或多个比特提供的。

高效波束成形技术

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求享受2017年1月13日提交的美国临时专利申请序列号第62/446,290号和2018年1月10日提交的美国专利申请第15/867,530号的权益,故以引用方式将这两份申请明确地并入本文。

技术领域

[0003] 概括地说,本公开内容的某些方面涉及无线通信,并且具体地说,涉及在波束成形训练过程期间指示接收天线模式。

背景技术

[0004] 为了解决针对无线通信系统所需要的日益增加的带宽要求的问题,正在开发不同的方案以允许多个用户终端通过共享信道资源来与单个接入点进行通信,同时实现较高数据吞吐量。多输入多输出(MIMO)技术表示最近已经作为针对下一代通信系统的流行技术来出现的一种这样的方法。已经在诸如电气和电子工程师协会(IEEE) 802.11标准之类的若干新兴无线通信标准中采用了MIMO技术。IEEE 802.11标准表示由IEEE 802.11委员会开发的用于短程通信(例如,几十米至几百米)的无线局域网(WLAN)空中接口标准的集合。

[0005] MIMO系统使用多个(N_T 个)发射天线和多个(N_R 个)接收天线用于数据传输。由 N_T 个发射天线和 N_R 个接收天线形成的MIMO信道可以分解成 N_S 个独立信道(其还称为空间信道),其中 $N_S \leq \min\{N_T, N_R\}$ 。 N_S 个独立信道中的每一个独立信道与维度相对应。如果使用由多个发射天线和接收天线创建的额外维度,则MIMO系统能够提供改善性能(例如,较高的吞吐量和/或较大的可靠性)。

[0006] 在具有单个接入点(AP)和多个用户站(STA)的无线网络中,在上行链路和下行链路方向上,可能在朝向不同站的多个信道上出现并发传输。在这种系统中存在很多挑战。

发明内容

[0007] 本公开内容的系统、方法和设备均具有若干方面,这些方面中没有单个的一个方面是单独地对其期望的属性负责的。如由所附权利要求所表达的,在不限制本公开内容的保护范围的情况下,现在将简要地讨论一些特征。在考虑到该讨论之后,以及特别是在阅读标题为“具体实施方式”的部分之后,将理解本公开内容的特征是如何提供优势的,所述优势包括:无线网络中的接入点和站之间的改进的通信。

[0008] 本公开内容的某些方面提供了用于无线通信的装置。装置通常包括:处理系统,其被配置为生成第一帧,所述第一帧具有一个或多个波束成形训练字段,每个所述波束成形训练字段要被输出用于使用定向发射天线模式来向无线设备进行传输,以及无线设备是否要处于全向接收天线模式来接收一个或多个波束成形训练字段的指示;以及第一接口,其被配置为输出用于传输的第一帧。

[0009] 本公开内容的某些方面提供了用于无线通信的装置。装置通常包括:第一接口,其

被配置为获得具有一个或多个波束成形训练字段的第一帧,每个所述波束成形训练字段被输出用于使用定向发射天线模式来从无线设备进行传输;以及处理系统,其被配置为响应于在第一帧中获得的指示,来使得装置切换到或者停留在全向接收天线模式中,以获得一个或多个波束成形训练字段。

[0010] 通常,本公开内容的方面包括如本文参照附图所大致描述以及如附图所示出的方法、装置、系统、计算机可读介质和处理系统。提供了众多其它方面。

[0011] 为了实现前述和有关的目的,一个或多个方面包括后文完整描述和权利要求书中具体指出的特征。下文描述和附图详细描述了一个或多个方面的某些说明性特征。但是,这些特征仅仅说明可以采用各个方面的原理的各种方法中的一些方法,并且该描述旨在包括所有这种方面及其等同物。

附图说明

[0012] 为了详细地理解本公开内容的上述特征的方式,可以参考方面来给出上文简要概括的更具体的描述,所述方面中的一些方面在附图中说明。但是,应当注意的是,附图仅仅示出了本公开内容的某些典型方面,以及由于描述可以允许其它等同的有效方面,因此附图不应被认为是对本公开内容的保护范围的限制。

[0013] 图1是根据本公开内容的某些方面的示例无线通信网络的图。

[0014] 图2是根据本公开内容的某些方面的示例接入点和示例用户终端的方块图。

[0015] 图3示出了示例波束成形训练过程。

[0016] 图4根据本公开内容的某些方面,示出了用于执行波束成形训练的示例操作。

[0017] 图4A示出了能够执行图4中示出的操作的示例组件。

[0018] 图5根据本公开内容的某些方面,示出了用于执行波束成形训练的示例操作。

[0019] 图5A示出了能够执行图5中示出的操作的示例组件。

[0020] 图6根据本公开内容的某些方面,示出了对用于指示接收天线模式的加扰器初始化字段的示例定义。

[0021] 图7根据本公开内容的某些方面,示出了对加扰器初始化字段的示例定义。

[0022] 为了促进理解,已经在可能的情况下使用相同参考数字来表示对附图共有的相同元素。预期的是,在无特定叙述的情况下,在一个方面中描述的元素可以有益地在其它方面上使用。

具体实施方式

[0023] 本公开内容的某些方面提供了用于指示接收设备是可以使用全向接收天线模式还是定向接收天线模式用于处理波束成形训练字段的方法和装置。使用全向模式可以允许使用波束细化阶段来代替扇区级扫描(SLS)过程,这可以帮助减小与波束成形训练相关联的延迟。

[0024] 后文参照附图更全面地描述本公开内容的各个方面。但是,本公开内容可以以许多不同的形式体现,并且其不应被解释为受限于贯穿本公开内容给出的任何特定结构或功能。相反,提供这些方面使得本公开内容将变得透彻和完整,并将向本领域技术人员完整地传达本公开内容的保护范围。基于本文的教导,本领域技术人员应当认识到的是,本公开内

容的保护范围旨在覆盖本文所描述的本公开内容的任何方面,无论是独立实现的还是与本公开内容的任何其它方面组合地实现的。例如,使用本文阐述的任意数量的方面可以实现装置或可以实现方法。此外,本公开内容的保护范围旨在覆盖这种装置或方法,所述装置或方法使用除了本文所阐述的本公开内容的各个方面之外的结构、功能、或者结构和功能、或不同于本文所阐述的本公开内容的各个方面的结构、功能、或者结构和功能来实现。应当理解的是,本文所描述的本公开内容的任何方面可以由权利要求的一个或多个元素来体现。

[0025] 本文所使用的词语“示例性的”意味着“用作例子、实例或说明”。本文中描述为“示例性”的任何方面不必要被解释为比其它方面更优选或更具优势。

[0026] 虽然本文描述了特定的方面,但是这些方面的许多变型和排列落入本公开内容的保护范围之内。虽然提及了优选的方面的一些利益和优点,但是本公开内容的保护范围不旨在受限于特定的利益、用途或对象。相反,本公开内容的方面旨在广泛地适用于不同的无线技术、系统配置、网络和传输协议,其中的一些项通过示例的方式在附图和优选方面的下文描述中进行了说明。具体实施方式和附图仅仅是对本公开内容的说明而不是限制,本公开内容的保护范围由所附权利要求书及其等同物进行定义。

[0027] 示例无线通信系统

[0028] 本文描述的技术可以用于各种宽带无线通信系统,其包括基于正交复用方案的通信系统。这种通信系统的例子包括空分多址(SDMA)、时分多址(TDMA)、正交频分多址(OFDMA)系统、单载波频分多址(SC-FDMA)系统等等。SDMA系统可以使用充分不同的方向来同时发送属于多个用户终端的数据。TDMA系统可以通过将传输信号划分成不同的时隙,每一个时隙分配给不同的用户终端,来允许多个用户终端共享相同的频率信道。OFDMA系统使用正交频分复用(OFDM),所述OFDM是将整个系统带宽划分成多个正交的子载波的调制技术。这些子载波还可以称为音调、频段等等。在OFDM的情况下,每一个子载波可以利用数据来独立地调制。SC-FDMA系统可以利用交织的FDMA(IFDMA)来在跨系统带宽来分布的子载波上发送信号,利用集中式FDMA(localized FDMA,LFDMA)来在一批相邻子载波上发送信号,或利用增强的FDMA(EFDMA)来在多批相邻子载波上发射信号。通常来说,在频域中利用OFDM来发送调制符号,以及在时域利用SC-FDMA来发送调制符号。本文所描述的技术可以在任何类型的应用的单载波(SC)和SC-MIMO系统中使用。

[0029] 本文的教导可以并入到各种有线或无线装置(例如,节点)中(例如,在所述装置内实现或者由所述装置来执行)。在一些方面,根据本文教导实现的无线节点可以包括接入点或接入终端。

[0030] 接入点(“AP”)可以包括、被实现为或者称为节点B、无线网络控制器(“RNC”)、演进节点B(eNB)、基站控制器(“BSC”)、基站收发机(“BTS”)、基站(“BS”)、收发机功能(“TF”)、无线路由器、无线收发机、基本服务集(“BSS”)、扩展服务集(“ESS”)、无线基站(“RBS”)或者某种其它术语。

[0031] 接入终端(“AT”)可以包括、被实现为或者称为用户站、用户单元、移动站、远程站、远程终端、用户终端、用户代理、用户设备、用户装备、用户站或某种其它术语。在一些实现方式中,接入终端可以包括蜂窝电话、无绳电话、会话发起协议(“SIP”)电话、无线本地环路(“WLL”)站、个人数字助理(“PDA”)、具有无线连接能力的手持设备、站(“STA”)或者连接到

无线调制解调器的某种其它适当处理设备。相应地,本文教导的一个或多个方面可以并入到电话(例如,蜂窝电话或智能电话)、计算机(例如,膝上型计算机)、便携式通信设备、便携式计算设备(例如,个人数据助理)、娱乐设备(例如,音乐或视频设备、或卫星无线设备)、全球定位系统设备或者被配置为经由无线介质或有线介质进行通信的任何其它适当设备。在一些方面,节点是无线节点。例如,这种无线节点可以经由有线或无线通信链路,提供针对或者去往网络(例如,诸如互联网或蜂窝网络之类的广域网)的连接。

[0032] 图1示出了具有接入点和用户终端的多址多输入多输出(MIMO)系统100。为了简单起见,在图1中仅示出了一个接入点110。通常,接入点是与用户终端进行通信的固定站,以及还可以称为基站或者某种其它术语。用户终端可以是固定的或者移动的,以及还可以称为移动站、无线设备或者某种其它术语。接入点110可以在任何给定时刻,在下行链路和上行链路上与一个或多个用户终端120进行通信。下行链路(即,前向链路)是从接入点到用户终端的通信链路,以及上行链路(即,反向链路)是从用户终端到接入点的通信链路。用户终端还可以与另一个用户终端进行对等通信。系统控制器130耦合到接入点,并为接入点提供协调和控制。

[0033] 虽然下文的本公开内容的部分将描述能够经由空分多址(SDMA)进行通信的用户终端120,但对于某些方面,用户终端120还可以包括不支持SDMA的一些用户终端。因此,对于这种方面,接入点(AP) 110可以被配置为与SDMA用户终端和非SDMA用户终端进行通信。该方法可以方便地允许较旧版本的用户终端(“传统”站)保持在企业中部署,延长它们的使用寿命,同时允许酌情地引入较新的SDMA用户终端。

[0034] 系统100使用多个发射天线和多个接收天线用于在下行链路和上行链路上进行数据传输。接入点110装备有 N_{ap} 个天线,以及表示用于下行链路传输的多输入(MI)和用于上行链路传输的多输出(MO)。K个选择的用户终端120的集合共同地表示用于下行链路传输的多输出和用于上行链路传输的多输入。对于纯粹的SDMA而言,如果没有通过某种方式将针对K个用户终端的数据符号流在编码、频率或时间中进行复用,则期望具有 $N_{ap} \geq K \geq 1$ 。如果使用TDMA技术、使用与CDMA的不同编码信道、使用与OFDM不联合的子带的集合等等来对数据符号流进行复用,则K可以大于 N_{ap} 。每一个选择的用户终端向接入点发送特定于用户的数据和/或从接入点接收特定于用户的数据。通常,每一个选择的用户终端可以装备有一个或多个天线(即, $N_{ut} \geq 1$)。K个选择的用户终端可以具有相同数量的天线或者不同的数量的天线。

[0035] 系统100可以是时分双工(TDD)系统或者频分双工(FDD)系统。对于TDD系统,下行链路和上行链路共享相同的频带。对于FDD系统,下行链路和上行链路使用不同的频带。MIMO系统100还可以使用单个载波或者多个载波用于传输。每一个用户终端可以装备有单个天线(例如,以便使成本降低)或者多个天线(例如,当能够支持额外的成本时)。如果用户终端120通过将发送/接收划分到不同的时隙,每个时隙分配给不同的用户终端120,来共享相同频率的信道,则系统100还可以是TDMA系统。

[0036] 图2示出了MIMO系统100中的接入点110和两个用户终端120m和120x的方块图。接入点110装备有 N_t 个天线224a到224t。用户终端120m装备有 $N_{ut,m}$ 个天线252ma到252mu,以及用户终端120x装备有 $N_{ut,x}$ 个天线252xa到252xu。接入点110是针对下行链路的发送实体和针对上行链路的接收实体。每个用户终端120是针对上行链路的发送实体和针对下行链路的接收实体。如本文所使用的,“发送实体”是能够经由无线信道来发送数据的独立操作的

装置或设备,以及“接收实体”是能够经由无线信道来接收数据的独立操作的装置或设备。在下文的描述中,下标“dn”表示下行链路,下标“up”表示上行链路,选择 N_{up} 个用户终端用于在上行链路上的同时传输,选择 N_{dn} 个用户终端用于在下行链路上的同时传输, N_{up} 可以等于或可以不等于 N_{dn} ,以及 N_{up} 和 N_{dn} 可以是静态值,或者可以针对每一个调度间隔来改变。在接入点和用户终端处,可以使用波束控制或者某种其它空间处理技术。接入点110和/或用户终端120可以具有单独的发射机和接收机组件或者整合的收发机(接收机/发射机)单元222/254,如图2中所示。

[0037] 在上行链路上,在被选择用于上行链路传输的每一个用户终端120处,TX数据处理器288从数据源286接收业务数据,以及从控制器280接收控制数据。TX数据处理器288基于与针对用户终端选择的速率相关联的编码和调制方案,来对针对用户终端的业务数据进行处理(例如,编码、交织和调制),以及提供数据符号流。TX空间处理器290在数据符号流上执行空间处理,以及提供针对 $N_{ut,m}$ 个天线的 $N_{ut,m}$ 个发送符号流。每一个发射机单元(TMTR) 254对各自的发送符号流进行接收和处理(例如,转换成模拟的、放大、滤波和上变频),以生成上行链路信号。 $N_{ut,m}$ 个发射机单元254提供 $N_{ut,m}$ 个上行链路信号,用于从 $N_{ut,m}$ 个天线252到接入点的传输。

[0038] 可以调度 N_{up} 个用户终端用于在上行链路上的同时传输。这些用户终端中的每一个用户终端在其数据符号流上执行空间处理,以及在上行链路上向接入点发送其发送符号流的集合。

[0039] 在接入点110处, N_{ap} 个天线224a到224ap从在上行链路上进行发送的所有 N_{up} 个用户终端接收上行链路信号。每一个天线224向各自的接收机单元(RCVR) 222提供接收的信号。每一个接收机单元222执行与由发射机单元254所执行的处理互补的处理,以及提供接收的符号流。RX空间处理器240在来自 N_{ap} 个接收机单元222的 N_{ap} 个接收的符号流上执行接收机空间处理,以及提供 N_{up} 个恢复的上行链路数据符号流。根据信道相关矩阵求逆(CCMI)、最小均方误差(MMSE)、软干扰消除(SIC)或者某种其它技术,来执行接收机空间处理。每一个恢复的上行链路数据符号流是由各自的用户终端发送的数据符号流的估计。RX数据处理器242根据用于每一个恢复的上行链路数据符号流的速率,来对该流进行处理(例如,解调、解交织和解码),以获得解码的数据。针对每一个用户终端的解码的数据,可以提供给数据宿244用于存储和/或提供给控制器230用于进一步处理。

[0040] 在下行链路上,在接入点110处,TX数据处理器210从数据源208接收针对 N_{dn} 个被调度用于下行链路传输的用户终端的业务数据,从控制器230接收控制数据,并可能从调度器234接收其它数据。各种类型的数据可以在不同的传输信道上发送。TX数据处理器210基于针对每一个用户终端所选择的速率,来对针对该用户终端的业务数据进行处理(例如,编码、交织和调制)。TX数据处理器210提供针对 N_{dn} 个用户终端的 N_{dn} 个下行链路数据符号流。TX空间处理器220在 N_{dn} 个下行链路数据符号流上执行空间处理(例如,预编码或波束成形,如本公开内容所描述的),以及提供针对 N_{ap} 个天线的 N_{ap} 个发送符号流。每一个发射机单元222对各自的发送符号流进行接收和处理,以生成下行链路信号。 N_{ap} 个发射机单元222提供 N_{ap} 个下行链路信号,用于从 N_{ap} 个天线224向用户终端的传输。

[0041] 在每一个用户终端120处, $N_{ut,m}$ 个天线252从接入点110接收 N_{ap} 个下行链路信号。每一个接收机单元254对来自相关联的天线252的接收信号进行处理,以及提供接收的符号

流。RX空间处理器260在来自 $N_{\text{ut},m}$ 个接收机单元254的 $N_{\text{ut},m}$ 个接收的符号流上执行接收机空间处理,以及提供针对用户终端的恢复的下行链路数据符号流。根据CCMI、MMSE或某种其它技术来执行接收机空间处理。RX数据处理器270对所恢复的下行链路数据符号流进行处理(例如,解调、解交织和解码),以获得针对用户终端的解码的数据。

[0042] 在每一个用户终端120处,信道估计器278对下行链路信道响应进行估计,以及提供下行链路信道估计,所述下行链路信道估计可以包括信道增益估计、SNR估计、噪声方差等等。类似地,信道估计器228对上行链路信道响应进行估计,以及提供上行链路信道估计。通常,针对每一个用户终端的控制器280基于针对该用户终端的下行链路信道响应矩阵 $H_{\text{dn},m}$,来导出针对用户终端的空间滤波器矩阵。控制器230基于有效的上行链路信道响应矩阵 $H_{\text{up},\text{eff}}$,来导出针对接入点的空间滤波器矩阵。针对每一个用户终端的控制器280可以向接入点发送反馈信息(例如,下行链路和/或上行链路特征向量、特征值、SNR估计等等)。控制器230和280还分别对在接入点110和用户终端120处的各种处理单元的操作进行控制。

[0043] 如图1和图2中所示,例如,一个或多个用户终端120可以向接入点110发送具有如本文所描述的前导码格式(例如,根据图3A-3B中所示出的示例格式中的一种示例格式)的一个或多个高效WLAN (HEW) 分组150,作为UL MU-MIMO传输的一部分。每个HEW分组150可以在一个或多个空间流(例如,多达4个)的集合上进行发送。对于某些方面,HEW分组150的前导码部分可以包括音调交织的LTF、基于子带的LTF或者混合LTF(例如,根据图10-13、15和图16中所示出的示例实现方式中的一个示例实现方式)。

[0044] 在用户终端120处,分组生成单元287可以生成HEW分组150。可以在用户终端120的处理系统中(例如,在TX数据处理器288、控制器280和/或数据源286中),实现分组生成单元287。

[0045] 在UL传输之后,在接入点110处,分组处理单元243可以对HEW分组150进行处理(例如,解码和解释)。可以在接入点110的处理系统中(例如,在RX空间处理器240、RX数据处理器242或者控制器230中),实现分组处理单元243。分组处理单元243可以基于分组类型(例如,具有所接收的分组遵循的对IEEE 802.11标准的哪种修订),来对接收的分组进行不同地处理。例如,分组处理单元243可以基于IEEE 802.11HEW标准来处理HEW分组150,但可以以不同的方式,根据与之相关联的标准修订来解释传统分组(例如,遵循IEEE 802.11a/b/g的分组)。

[0046] 诸如当前处于开发阶段的IEEE 802.11ay标准之类的某些标准,将根据现有标准(例如,802.11ad标准)的无线通信扩展到60GHz频带。要在这种标准中包括的示例特征包括信道聚合和信道绑定(CB)。通常,信道聚合使用保持分离的多个信道,而信道绑定将多个信道的带宽视作为单个(宽带)信道。

[0047] 示例波束成形训练过程

[0048] 在类似于60GHz的高频(例如,毫米波)通信系统(例如,802.11ad和802.11ay)中,通信可以是基于波束成形(BF)、在两端使用定向天线用于实现良好链路的。波束成形(BF)通常指代由一对STA使用的机制用于调整发射和/或接收天线设置以实现链路预算用于后续通信。

[0049] 如图3中所示,BF训练通常涉及站(该例子中的STA1和STA2)之间的双向序列的BF训练帧传输,所述站使用之后是波束细化阶段(BRP)的扇区扫描。例如,AP或非AP STA可以

发起这种过程以建立初始链路。在扇区扫描期间,每个传输可以使用在帧中标识的不同扇区(其覆盖某个宽度的定向波束)来发送,以及提供必要的信令以允许每个STA确定用于发送和接收的适当天线系统设置。

[0050] 如图3中所示,在AP具有较大数量的元素的情况下,使用的扇区相对较窄,使得SLS(扇区级扫描)过程较长。指向性越高,则可以使用的扇区越多,以及因此SLS可能越长。举例而言,具有100个天线元件的阵列的AP可以使用100个扇区。这种情况可能不是期望的,因为SLS是影响吞吐量、功耗的开销,并且在传输流中引起间隙。

[0051] 可以使用各种技术来尝试和减少吞吐量时间。例如,可以使用较短的SSW(SSSW)消息而不是SSW消息,这可以节省一些时间(例如,大约36%)。在一些情况下,可以通过利用在这种AP中,发射机可以经由若干RF链来发送的事实来减小吞吐量。这促进在若干单个信道上并行传输。其可以将扫描缩短频率的因数(2、3或4)。但是,这种方法可以涉及支持对多个频率的扫描的接收机,以及方法可能不是与例如802.11ad设备向后兼容的。此外,该方法可以涉及站提前充分了解该特殊模式。在一些情况下,可以利用新的Tx+Rx BRP来替代Tx SLS+Rx SLS或Tx SLS+Rx BRP,其中只有一个“非常”长的BRP消息可以与许多TRN单元来使用。但是,该方法可以涉及很长的消息,但能够并行地支持多个STA,使得方法对于具有大量STA的情况是高效的。

[0052] 示例高效波束成形技术

[0053] 本公开内容的某些方面提供了用于指示接收设备是否可以使用全向接收天线模式或定向接收天线模式用于处理波束成形训练字段的方法和装置。实际上,这种信令可以允许将波束细化阶段(如图3中所示)使用成显著地较快的扇区级扫描(SLS)。

[0054] 如上所述,参见图3,传统的波束成形过程使用SLS(其是发送扇区级扫描),接着使用BRP-RX来训练接收机。随后,其可以接着利用额外的BRP-TX的对发射机的精细调谐。BRP-TX的优点在于其以比SLS更少的时间来完成。例如,其是通过使用单个帧中的多个训练字段来完成的,其中每个所述训练字段在不同的方向上进行发送。

[0055] 在传统的波束成形过程中,将接收机维持在针对BRP-TX的定向接收天线模式中。但是,本公开内容的方面提供了BRP-TX帧内的指示(例如,在PHY报头中或者在MAC-IE中),所述指示向BRP-TX的接收机指示其可以将其天线切换到全向接收模式以便执行BRP-TX。结果,可以使用BRP-TX来替代SLS,以及,实际上,提供显著地较快的TX SLS。

[0056] 图4根据本公开内容的某些方面,示出了用于向接收机指示切换到全向接收天线模式的示例操作400。例如,操作400可以由AP或BS来执行。

[0057] 在402处,操作400开始于生成第一帧,所述第一帧具有一个或多个波束成形训练字段,每个所述波束成形训练字段要被输出用于使用定向发射天线模式来向无线设备进行传输,以及无线设备是否要处于全向接收天线模式来接收一个或多个波束成形训练字段的指示。在一种或多种情况下,可以在帧的第一部分中提供指示,以及可以在帧的第二部分中提供波束成形训练字段。例如,可以在第一帧的报头中提供指示。在一些情况下,经由第一帧的加扰器初始化字段中的一个或多个比特来提供指示。在一些情况下,无线设备可以包括具有相对于第二类型的设备的增强能力的第一类型的设备。此外,指示可以被第一类型的设备和第二类型的设备进行解码。在其它情况下,指示可以被第一类型的设备进行解码但不能被第二类型的设备进行解码。在404处,AP输出用于传输的第一帧。

[0058] 在一些情况下,方法还可以包括以下操作:执行波束成形训练过程,以在装置和无线设备之间建立链路,以及输出第一帧以用于在建立在装置和无线设备之间的链路之后进行传输。波束成形训练过程可以包括扇区级扫描(SLS)过程,以及可以输出波束成形训练字段,以用于在基于SLS过程的结果的方向上进行传输。在一种或多种情况下,执行SLS过程可以在装置和无线设备之间建立链路。在一些情况下,可以输出第一帧以用于在不建立在装置和无线设备之间的链路的情况下,在执行SLS过程的至少一部分之后进行传输。

[0059] 图5根据本公开内容的某些方面,示出了用于在波束成形优化阶段期间切换到全向接收天线模式的示例操作500。例如,操作500可以由STA来执行,所述STA与执行上文描述的操作400的AP来参与波束成形训练。

[0060] 在502处,操作500开始于获得具有一个或多个波束成形训练字段的第一帧,每个所述波束成形训练字段被输出用于使用定向发射天线模式来从无线设备进行传输。在504处,响应于在第一帧中获得的指示,STA使得装置切换到或者停留在全向接收天线模式,以获得一个或多个波束成形训练字段。

[0061] 图6示出了本文所给出的技术如何提供快速SLS过程。如图所示,在BRP-TX帧内,STA1可以向STA2指示使用全向模式来接收波束成形训练字段。该过程可以允许STA2基于BRP-TX帧中包括的多个TRN字段来快速地选择最佳扇区。在一些情况下,STA2还可以向STA1指示使用全向接收天线模式来处理从STA2向STA1发送的BRP-TX帧中的TRN帧。

[0062] 本公开内容提供了用于向接收机指示要使用全向模式或定向模式来测量BRP-TX的各种选项。举例而言,在帧包括一个或多个BRP-TX TRN的情况下,可以向EDMG-Header-A增加比特来指示全向或定向测量。在一些情况下,在帧包括一个或多个BRP-TX TRN(无论DMG还是EDMG)的情况下,可以使用DMG帧的L-Header中的比特(例如,比特号38-波束跟踪请求)来指示全向或定向测量。在一些情况下,在帧包括一个或多个BRP-TX TRN的情况下,可以使用EDMG帧的EDMG-Header-A中的波束跟踪请求比特来指示全向或定向测量。在EDMG的情况下,可以将针对CP的EDMG-Header-A中增加额外比特用于指示。

[0063] 在DMG的情况下,可以使用加扰器种子组合中的一个加扰器种子组合来传送指示。例如,如图7中所示,可以将控制尾部(trailer)比特定义成[0 0 0 X],其中“X”比特用于指示BRP-TX要使用全向模式进行测量还是使用定向模式进行测量。举另一个例子,可以将EDMG报头中的比特定义成[0 1 1 X],其中利用“X”比特来通知指示。用此方式,可以将X比特设置为第一值(例如,设置为1)以指示要使用全向(或者准全向)天线模式来进行TRN的测量,或者设置为第二值(例如,设置为0)以指示要使用定向接收天线配置来进行TRN的测量。

[0064] 上文所描述的方法的各种操作可以由能够执行对应功能的任何适当单元来执行。单元可以包括各种硬件和/或软件组件和/或模块,其包括但不限于:电路、专用集成电路(ASIC)或者处理器。通常,在附图中示出有操作的地方,那些操作可以具有类似地进行编号的对应的相应功能模块组件。例如,在图4和图5中示出的操作400和500与在图4A和图5A中示出的单元400A和500A相对应。

[0065] 例如,用于发送的单元(或者用于输出以进行传输的单元)可以包括图2中所示出的接入点110的发射机(例如,发射机单元222)和/或天线224或者用户终端120的发射机单元254和/或天线252。用于接收的单元(或者用于获得的单元)可以包括图2中所示出的接入点110的接收机(例如,接收机单元222)和/或天线224或者用户终端120的接收机单元254

和/或天线254。用于致使的单元、用于生成的单元、用于执行的单元和用于开始执行的单元可以包括处理系统,所述处理系统可以包括一个或多个处理器,例如,图2中所示出的接入点110的RX数据处理器242、TX数据处理器210、TX空间处理器220和/或控制器230,或者用户终端120的RX数据处理器270、TX数据处理器288、TX空间处理器290和/或控制器280。

[0066] 在一些情况下,不是实际地发送帧,而是设备可以具有用于输出帧以进行传输的接口(用于输出的单元)。例如,处理器可以经由总线接口,向射频(RF)前端输出帧以进行发送。类似地,不是实际地接收帧,而是设备可以具有用于获得从另一个设备接收的帧的接口(用于获得的单元)。例如,处理器可以经由总线接口,从RF前端获得(或者接收)帧以进行接收。在一些情况下,可以将用于输出帧以进行传输的接口和用于获得帧的接口整合为单个接口。

[0067] 如本文所使用的,术语“确定”涵盖各种动作。例如,“确定”可以包括计算、运算、处理、推导、研究、查询(例如,在表、数据库或其它数据结构中查询)、断定等等。此外,“确定”可以包括接收(例如,接收信息)、存取(例如,存取存储器中的数据)等等。此外,“确定”可以包括解析、选择、选定、建立等等。

[0068] 如本文所使用的,指代列表项“中的至少一个”的短语是指那些项的任意组合,其包括单个成员。举例而言,“a、b或c中的至少一个”旨在覆盖:a、b、c、a-b、a-c、b-c和a-b-c,以及包括一个或多个成员的倍数的组合(aa、bb和/或cc)。

[0069] 利用被设计用于用于执行本文所述功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件(PLD)、分立门或者晶体管逻辑、分立硬件组件或者其任意组合,可以实现或执行结合本公开内容描述的各种说明性的逻辑方块、模块和电路。通用处理器可以是微处理器,但在替代方式中,处理器可以是任何商业可用处理器、控制器、微控制器或者状态机。处理器还可以实现为计算设备的组合,例如,DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合,或者任何其它这种配置。

[0070] 结合本文所公开内容描述的方法的步骤或者算法可直接体现在硬件、由处理器执行的软件模块或二者组合中。软件模块可以位于本领域已知的任何形式的存储介质中。可以使用的存储介质的一些示例包括:随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存、EPROM存储器、EEPROM存储器、寄存器、硬盘、可移动盘、CD-ROM等等。软件模块可以包括单个指令或多个指令,并且可以分布在若干不同的代码段上、分布在不同的程序中和分布在多个存储介质中。存储介质可以耦合至处理器,使得处理器能够从存储介质读取信息,以及向存储介质写入信息。在替代方式中,存储介质可以整合到处理器。

[0071] 本文所描述的方法包括用于实现所描述方法的一个或多个步骤或动作。在不脱离权利要求的保护范围的情况下,方法步骤和/或动作可以相互交换。换言之,除非指定特定顺序的步骤或动作,否则在不脱离权利要求的保护范围的情况下,可以修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。

[0072] 所描述功能可以在硬件、软件、固件或者其任意组合中实现。如果在硬件中实现,则示例硬件配置可以包括无线节点中的处理系统。处理系统可以利用总线架构来实现。取决于处理系统的具体应用和整体设计约束,总线可以包括任意数量的相互连接总线和桥接器。总线可以将包括处理器、机器可读介质和总线接口的各种电路链接在一起。除了其它事

物之外,总线接口可以用于经由总线,来将网络适配器连接到处理系统。网络适配器可以用于实现PHY层的信号处理功能。在用户终端120(参见图1)的情况下,还可以将用户接口(例如,键盘、显示器、鼠标、操纵杆等等)连接到总线。总线还可以链接诸如时序源、外围设备、稳压器、电源管理电路等等之类的各种其它电路,这在本领域中是公知的,并且因此将不做任何进一步的描述。

[0073] 处理器可以负责管理总线和通用处理,包括对存储在机器可读介质上的软件的执行。处理器可以利用一个或多个通用处理器和/或特殊用途处理器来实现。示例包括微处理器、微控制器、DSP处理器和能够执行软件的其它电路。软件应当被广义地解释为意味着指令、数据或者其任意组合,无论其被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言或其它术语。举例而言,机器可读存储介质可以包括RAM(随机存取存储器)、闪存、ROM(只读存储器)、PROM(可编程只读存储器)、EPROM(可擦除可编程只读存储器)、EEPROM(电可擦除可编程只读存储器)、寄存器、磁盘、光盘、硬盘驱动、或者任何其它适当的存储介质或者其任意组合。机器可读介质可以在计算机程序产品中体现。计算机程序产品可以包括包装材料。

[0074] 在硬件实现方式中,机器可读介质可以是与处理器分离的处理系统的一部分。但是,如本领域技术人员将容易理解的,机器可读介质或者其任何部分可以在处理系统之外。举例而言,机器可读介质可以包括传输线、由数据调制的载波和/或与无线节点分离的计算机产品,所有这些都可由处理器通过总线接口来访问。替代地或者另外地,机器可读介质或者其任何部分可以整合到处理器,例如,该情况可以是具有高速缓存和/或通用寄存器文件。

[0075] 可以将处理系统配置成具有提供处理器功能的一个或多个微处理器和提供机器可读介质的至少一部分的外部存储器的通用处理系统,其都通过外部总线架构来与其它支持电路链接在一起。替代地,处理系统可以使用以下各项来实现:具有处理器的ASIC(专用集成电路)、总线接口、用户接口(在接入终端的情况下)、支持电路和整合到单个芯片的机器可读介质的至少一部分,或者利用一个或多个FPGA(现场可编程门阵列)、PLD(可编程逻辑器件)、控制器、状态机、门控逻辑、分离硬件组件、或者任何其它适当的电路或者能够执行贯穿本公开内容描述的各种功能的电路的任意组合。本领域技术人员将认识到,如何取决于具体的应用和对整个系统所施加的整体设计约束,来最好地实现针对处理系统的所描述功能。

[0076] 机器可读介质可以包括数个软件模块。软件模块包括指令,当指令由处理器执行时,使得处理系统执行各种功能。软件模块可以包括发送模块和接收模块。每一个软件模块可以位于单个存储设备中,或分布在多个存储设备之中。举例而言,当触发事件出现时,可以将软件模块从硬盘驱动载入到RAM中。在对软件模块的执行期间,处理器可以将这些指令中的一些指令载入到高速缓存中,以增加访问速度。随后,可以将一个或多个高速缓存线载入到用于由处理器执行的通用寄存器文件中。当指代下文的软件模块的功能时,将理解的是,在执行来自该软件模块的指令时,由处理器来实现这种功能。

[0077] 如果在软件中来实现,则可以将功能作为一个或多个指令或代码来存储在计算机可读介质上或者在计算机可读介质上进行发送。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质,所述通信介质包括促进从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质。举例而言,但非做出限制,这种计算机可

读介质可以包括RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁存储设备、或者能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码以及能够由计算机进行存取的任何其它介质。此外,将任何连接适当地称作计算机可读介质。举例而言,如果软件是使用同轴电缆、光纤电缆、双绞线、数字用户线路(DSL)或者诸如红外线(IR)、无线电和微波之类的无线技术,来从网站、服务器或其它远程源发送的,那么同轴电缆、光纤电缆、双绞线、DSL或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术包括在介质的定义中。如本文所使用的,磁盘和光盘包括压缩光盘(CD)、激光光盘、光盘、数字通用光盘(DVD)、软盘和蓝光®光盘,其中磁盘通常磁性地复制数据,而光盘则用激光来光学地复制数据。因此,在一些方面,计算机可读介质可以包括非临时性计算机可读介质(例如,有形介质)。此外,对于其它方面而言,计算机可读介质可以包括临时性计算机可读介质(例如,信号)。上文的组合也应当包括在计算机可读介质的保护范围之内。

[0078] 因此,某些方面可以包括用于执行本文所给出的操作的计算机程序产品。例如,这种计算机程序产品可以包括其上存储(和/或编码)有指令的计算机可读介质,指令可由一个或多个处理器执行,以执行本文所描述的操作。对于某些方面,计算机程序产品可以包括包装材料。

[0079] 此外,应当理解的是,用于执行本文所述方法和技术的模块和/或其它适当单元可以由用户终端和/或基站进行下载和/或以其它方式获得(如果适用的话)。例如,这种设备可以耦合至服务器,以促进用于传送执行本文所述方法的单元。替代地,本文所描述的各种方法可以经由存储单元(例如,RAM、ROM、诸如压缩光盘(CD)或软盘之类的物理存储介质等等)来提供,使得用户终端和/或基站可以在将存储单元耦合至或提供给设备时获得各种方法。此外,可以使用用于向设备提供本文所描述方法和技术的任何其它适当技术。

[0080] 要理解的是,权利要求不局限于上文示出的精确配置和组件。在不脱离权利要求的保护范围的基础上,可以对上文所述方法和装置的排列、操作和细节做出各种修改、改变和变化。

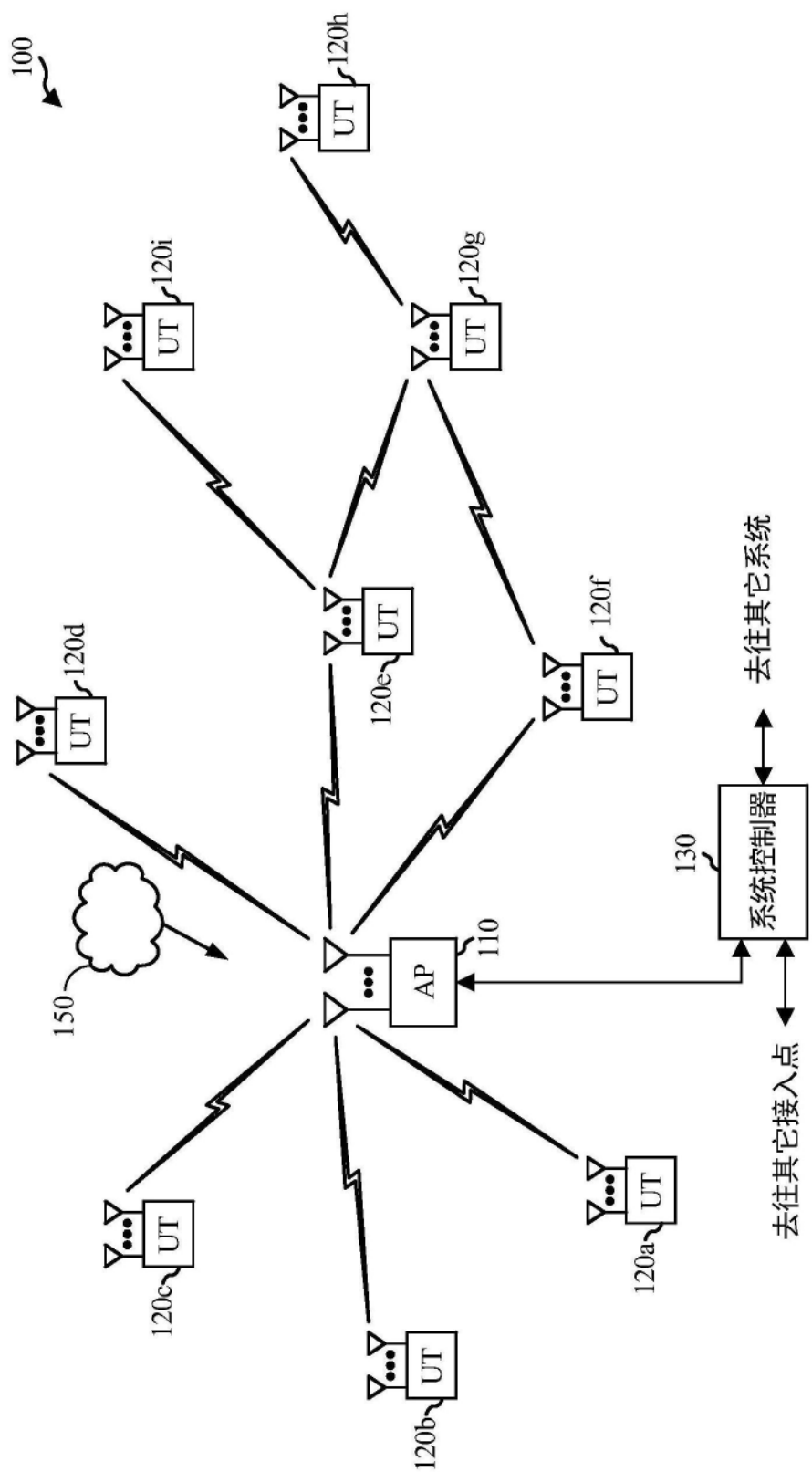


图1

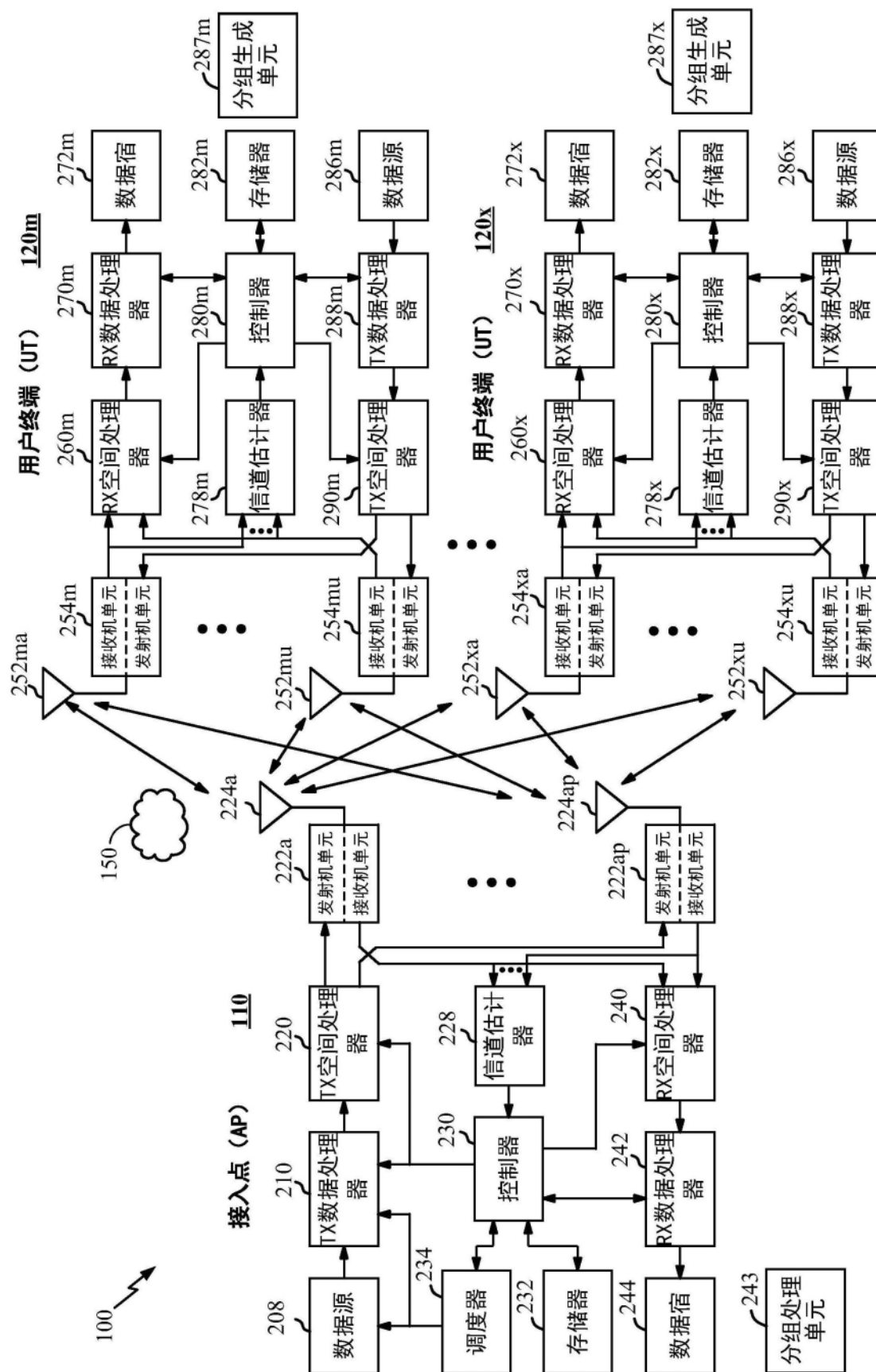


图2

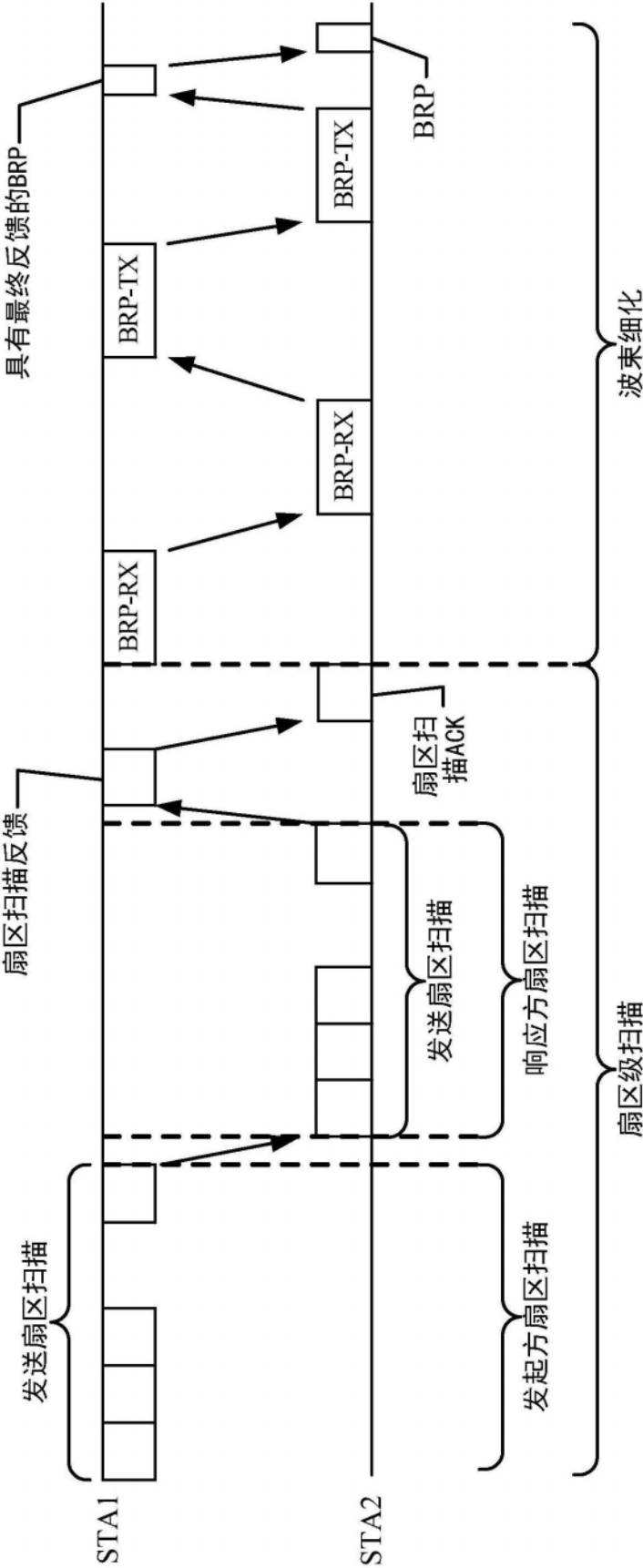


图3

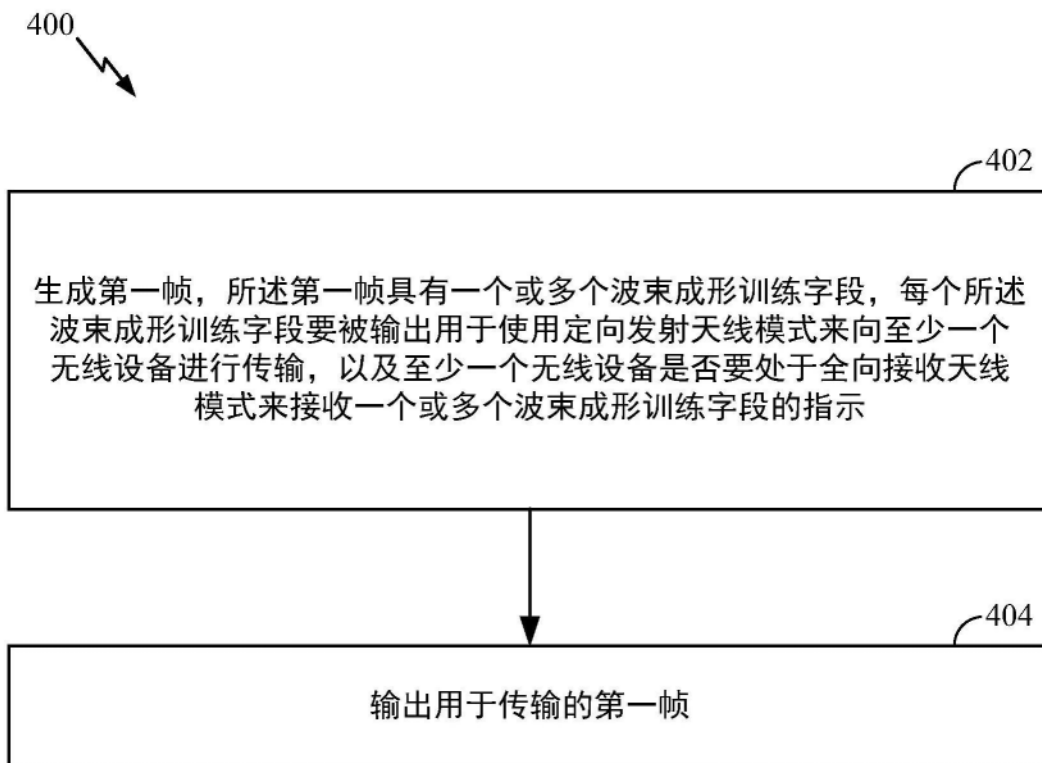


图4

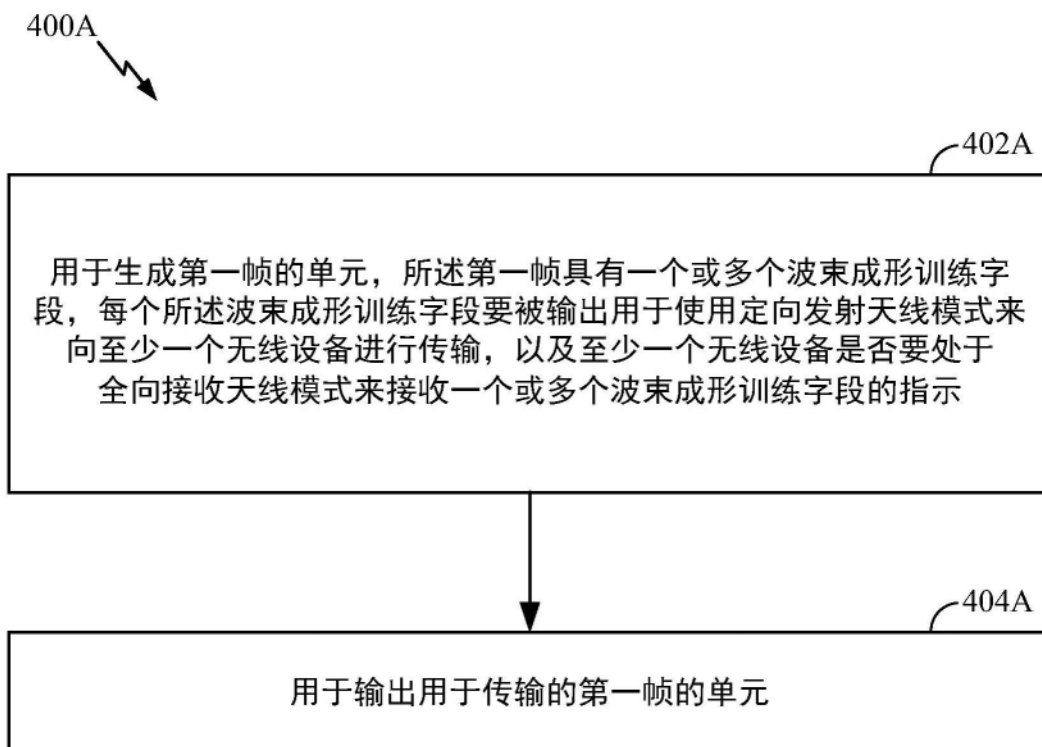


图4A

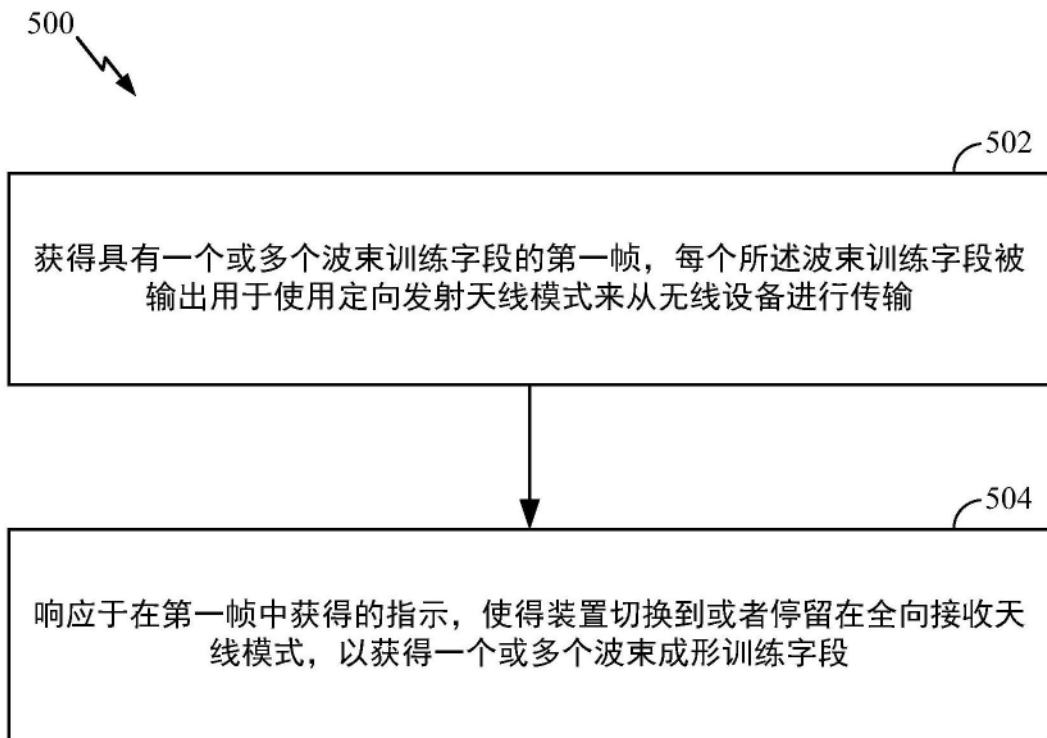


图5

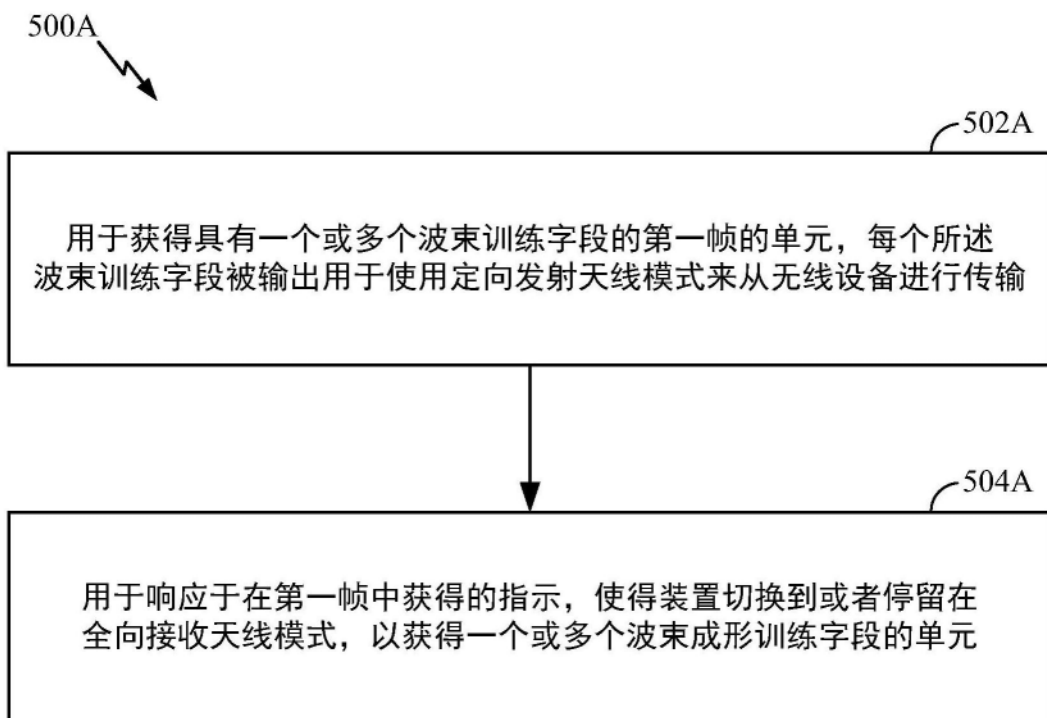


图5A

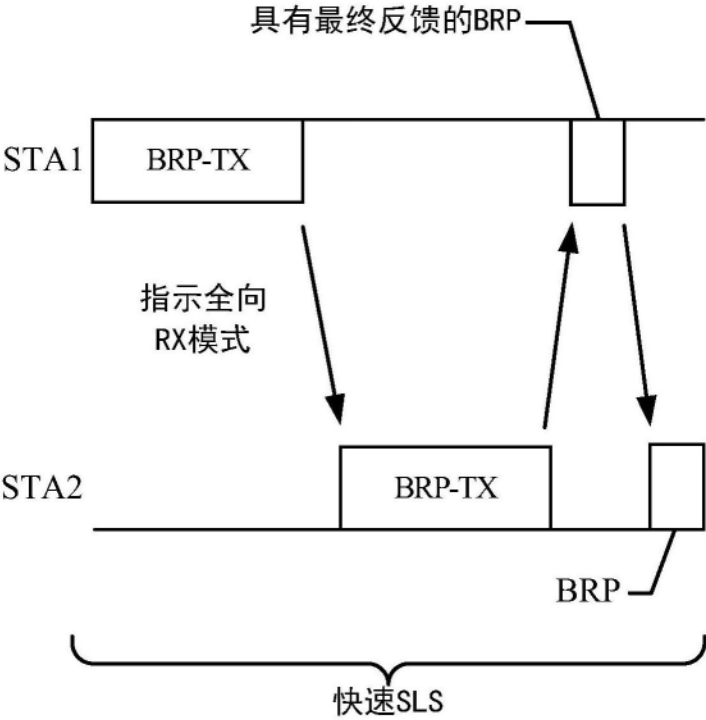


图6

对加扰器初始化字段的示例定义

比特字段				定义
B0	B1	B2	B3	
0	0	0	0	在定向模式中接收BRP-TX TRN
0	0	0	1	在全向天线模式中接收BRP-TX TRN

图7