



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106998223 A

(43)申请公布日 2017. 08. 01

(21)申请号 201610039223.8

(22)申请日 2016.01.21

(71)申请人 株式会社NTT都科摩

地址 日本东京都千代田区永田町2-11-1山王

(72)发明人 侯晓林 蒋惠玲 加山英俊

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 郭曼 王琦

(51) Int. Cl.

H04B 7/06(2006.01)

H04B 7/0413(2017.01)

H04B 7/0456(2017.01)

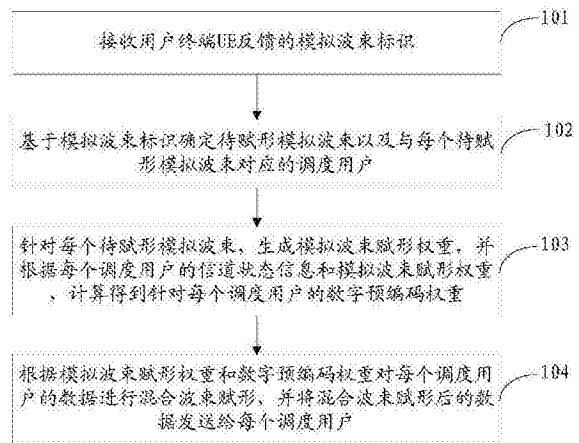
权利要求书3页 说明书12页 附图7页

(54)发明名称

混合波束赋形方法、基站和用户终端

(57)摘要

本发明公开了一种混合波束赋形方法、基站和用户终端。当方法应用于基站时,包括:接收用户终端反馈的模拟波束标识;基于模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户;针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重;及,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,并将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。本发明的这种方法、基站及用户终端,能够提供一种兼顾性能和复杂度的混合波束赋形传输方案。



1. 一种混合波束赋形方法,其特征在于,应用于基站,所述方法包括:
接收用户终端反馈的模拟波束标识;
基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户;
针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重;及,
根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,并将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,进一步包括:
将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束;
所述基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束包括:
从所述备用模拟波束中确定出与所述模拟波束标识相对应的所述待赋形模拟波束。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,每个天线子阵列与至少一个收发单元相连接;
所述方法进一步包括:
当所述待赋形模拟波束的数量小于所述天线子阵列的总数时,关闭至少一个收发单元,或者,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量。
4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户包括:
确定所述待赋形模拟波束和所述天线子阵列的对应关系;
根据所述对应关系采用复用方式将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。
5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述复用方式为时分复用(TDM)、频分复用(FDM)、空分复用(SDM)及其任意组合。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,进一步包括:
在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户之前,向每个用户终端发送波束模式信息,以使每个用户终端根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据,其中,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识。
7. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,进一步包括:
生成第一波束赋形后的下行参考信号BRS;
在连续的或等间隔的频域资源上将所述第一BRS发送给所述用户终端,以使所述用户终端根据所述第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。
8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述生成第一BRS包括:对下行参考信号进行模拟波束赋形,得到所述第一BRS。
9. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,进一步包括:
生成第二波束赋形后的下行参考信号BRS;
在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户的同时,在不连续的时频资源上将所述第二BRS发送给该调度用户,以使该调度用户根据所述第二BRS向所述基站反馈波束赋形后的信道质量;
根据所述波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟

波束标识。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述生成第二BRS包括:对下行参考信号进行混合波束赋形,得到所述第二BRS。

11. 一种基站,其特征在于,包括:

接收模块,用于接收用户终端反馈的模拟波束标识;

调度模块,用于基于所述接收模块接收到的模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及每个待赋形模拟波束对应的调度用户;

混合波束赋形模块,用于针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;及,

发送模块,用于将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

12. 根据权利要求11所述的基站,其特征在于,进一步包括:

划分模块,用于将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束;

所述调度模块用于:从所述备用模拟波束中确定出与所述模拟波束标识相对应的待赋形模拟波束。

13. 根据权利要求12所述的基站,其特征在于,每个天线子阵列与至少一个收发单元相连接;

所述基站进一步包括:

收发单元管理模块,用于当所述调度模块确定的待赋形模拟波束的数量小于所述划分模块确定的天线子阵列的总数时,关闭至少一个收发单元,或者,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的基站,其特征在于,所述发送模块进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户之前,向每个用户终端发送波束模式信息,以使每个用户终端根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据,其中,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识。

15. 根据权利要求11至13中任一项所述的基站,其特征在于,进一步包括:

BRS生成模块,用于生成第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

所述发送模块进一步用于:在连续的或等间隔的频域资源上将所述第一BRS发送给所述用户终端,以使所述用户终端根据所述第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。

16. 根据权利要求11至13中任一项所述的基站,其特征在于,进一步包括:

BRS生成模块,用于生成第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

所述发送模块进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户的同时,在不连续的时频资源上将所述第二BRS发送给该调度用户,以使该调度用户根据所述第二BRS向所述基站反馈波束赋形后的信道质量;

所述接收模块,进一步用于接收所述波束赋形后的信道质量;

所述调度模块,进一步用于根据所述波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟波束标识。

17. 一种用户终端,其特征在於,包括:

发送模块,用于向基站发送模拟波束标识,以使所述基站基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及每个待赋形模拟波束对应的调度用户,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;

接收模块,用于接收所述基站发送的混合波束赋形后的数据。

18. 根据权利要求17所述的用户终端,其特征在於,所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的波束模式信息,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识;

所述用户终端进一步包括:

判断模块,用于根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据。

19. 根据权利要求17所述的用户终端,其特征在於,所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

所述用户终端进一步包括:

选择模块,用于根据所述第一BRS选择模拟波束,通过所述发送模块向所述基站发送所选择的模拟波束标识。

20. 根据权利要求17所述的用户终端,其特征在於,所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

所述用户终端进一步包括:

信道估计模块,用于根据所述第二BRS估计得到波束赋形后的信道质量;

所述发送模块进一步用于:向所述基站发送所述波束赋形后的信道质量,以使所述基站根据所述波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟波束标识。

混合波束赋形方法、基站和用户终端

技术领域

[0001] 本发明涉及通信领域,特别涉及一种混合波束赋形方法、基站和用户终端。

背景技术

[0002] 随着天线技术的发展,大规模天线阵列系统(AAS)正逐渐应用于基站。这种大规模AAS通常包括几百个天线阵元(如128根、256根或者更多),这些阵元可以排成一个面板型作为面阵天线来使用。通过在基站端安装AAS并使用多输入多输出(MIMO)传输,可以同时向更多的用户提供无线通信。

[0003] 在大规模MIMO技术实现中,如果为每一个天线元素都安装一个收发单元,会加大实现的复杂度以及功耗和成本。混合波束赋形技术能够使得多个天线阵元共享一个收发单元,降低了实现的成本,成为目前无线通信领域的研究热点。

[0004] 在目前的AAS系统中,模拟波束赋形权重通常采用固定或准静态的数值,无法根据多用户的具体分布动态调整模拟波束的发送,从而无法充分利用大规模AAS带来的空间上的自由度。因此,在应用了大规模AAS的场景中,需要设计一种兼顾性能和复杂度的混合波束赋形方案。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种混合波束赋形方法、基站和用户终端,能够提高用户调度的灵活性,同时兼顾了计算复杂度和系统性能。

[0006] 具体地,本发明实施例的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种混合波束赋形方法,应用于基站,所述方法包括:

[0008] 接收用户终端反馈的模拟波束标识;

[0009] 基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户;

[0010] 针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重;及,

[0011] 根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,并将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

[0012] 方法进一步包括:

[0013] 将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束;

[0014] 所述基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束包括:

[0015] 从所述备用模拟波束中确定出与所述模拟波束标识相对应的待赋形模拟波束。

[0016] 每个天线子阵列与至少一个收发单元相连接;

[0017] 所述方法进一步包括:

[0018] 当待赋形模拟波束的数量小于天线子阵列的总数时,关闭至少一个收发单元,或

者,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量。

[0019] 所述将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户包括:

[0020] 确定所述待赋形模拟波束和所述天线子阵列的对应关系;

[0021] 根据所述对应关系采用复用方式将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

[0022] 所述复用方式为时分复用(TDM)、频分复用(FDM)、空分复用(SDM)及其任意组合。

[0023] 方法进一步包括:

[0024] 在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户之前,向每个用户终端发送波束模式信息,以使每个用户终端根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据,其中,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识。

[0025] 方法进一步包括:

[0026] 生成第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0027] 在连续的频域资源上将所述第一BRS发送给所述用户终端,以使所述用户终端根据所述第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。

[0028] 所述生成第一BRS包括:对下行参考信号进行模拟波束赋形,得到所述第一BRS。

[0029] 方法进一步包括:

[0030] 生成第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0031] 在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户的同时,在不连续的时频资源上将所述第二BRS发送给该调度用户,以使该调度用户根据所述第二BRS向所述基站反馈波束赋形后的信道质量;

[0032] 根据所述波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟波束标识。

[0033] 所述生成第二BRS包括:对下行参考信号进行混合波束赋形,得到所述第二BRS。

[0034] 一种基站,包括:

[0035] 接收模块,用于接收用户终端反馈的模拟波束标识;

[0036] 调度模块,用于基于所述接收模块接收到的模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及每个待赋形模拟波束对应的调度用户;

[0037] 混合波束赋形模块,用于针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;及,

[0038] 发送模块,用于将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

[0039] 基站进一步包括:

[0040] 划分模块,用于将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束;

[0041] 所述调度模块用于:从所述备用模拟波束中确定出与所述模拟波束标识相对应的待赋形模拟波束。

[0042] 每个天线子阵列与至少一个收发单元相连接;

[0043] 所述基站进一步包括:

[0044] 收发单元管理模块,用于当所述调度模块确定的待赋形模拟波束的数量小于所述

划分模块确定的天线子阵列的总数时,关闭至少一个收发单元,或者,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量。

[0045] 所述发送模块进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户之前,向每个用户终端发送波束模式信息,以使每个用户终端根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据,其中,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识。

[0046] 基站进一步包括:

[0047] BRS生成模块,用于生成第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0048] 所述发送模块进一步用于:在连续的频域资源上将所述第一BRS发送给所述用户终端,以使所述用户终端根据所述第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。

[0049] 基站进一步包括:

[0050] BRS生成模块,用于生成第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0051] 所述发送模块进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户的同时,在不连续的时频资源上将所述第二BRS发送给该调度用户,以使该调度用户根据所述第二BRS向所述基站反馈波束赋形后的信道质量;

[0052] 所述接收模块,进一步用于接收所述波束赋形后的信道质量;

[0053] 所述调度模块,进一步用于根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟波束标识。

[0054] 一种用户终端,包括:

[0055] 发送模块,用于向基站发送模拟波束标识,以使所述基站基于所述模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和所述模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据所述模拟波束赋形权重和所述数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;

[0056] 接收模块,用于接收所述基站发送的混合波束赋形后的数据。

[0057] 所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的波束模式信息,所述波束模式信息至少携带有所述待赋形模拟波束的标识;

[0058] 所述用户终端进一步包括:

[0059] 判断模块,用于根据所述波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据。

[0060] 所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0061] 所述用户终端进一步包括:

[0062] 选择模块,用于根据所述第一BRS选择模拟波束,通过所述发送模块向所述基站发送所选择的模拟波束标识。

[0063] 所述接收模块进一步用于:接收所述基站发送的第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0064] 所述用户终端进一步包括:

[0065] 信道估计模块,用于根据所述第二BRS估计得到波束赋形后的信道质量;

[0066] 所述发送模块进一步用于:向所述基站发送波束赋形后的信道质量,以使所述基

站根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向所述基站反馈所述模拟波束标识。

[0067] 由上述技术方案可见,本发明实施例提供的混合波束赋形方法、基站和用户终端,考虑到待调度用户的真实分布情况,可以同时产生一个或多个模拟波束进行调度和赋形,提高了用户调度的灵活性,能够充分利用时频资源,为使用AAS的场景提供了一种兼顾性能和复杂度的混合波束赋形传输方案。

附图说明

[0068] 图1为本发明一个实施例中混合波束赋形方法的流程示意图;

[0069] 图2a为本发明一个实施例中天线子阵列的划分示意图;

[0070] 图2b为本发明另一个实施例中天线子阵列的划分示意图;

[0071] 图2c为本发明又一个实施例中天线子阵列的划分示意图;

[0072] 图2d为本发明一个实施例中天线子阵列的划分示意图;

[0073] 图3为本发明一个实施例中混合波束赋形发送端的组成示意图;

[0074] 图4为本发明另一个实施例中混合波束赋形方法的流程示意图;

[0075] 图5为本发明一个实施例中BRS资源分配的示意图;

[0076] 图6为本发明一个实施例中混合波束赋形方法的信令交互示意图;

[0077] 图7为本发明一个实施例中基站的结构示意图;

[0078] 图8为本发明另一个实施例中基站的结构示意图;

[0079] 图9为本发明一个实施例中用户终端的结构示意图;

[0080] 图10为本发明另一个实施例中用户终端的结构示意图。

具体实施方式

[0081] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明进一步详细说明。

[0082] 本发明实施例提供了一种混合波束赋形方法,该方法应用于基站。如图1所示,包括以下步骤。

[0083] 步骤101,接收用户终端(UE)反馈的模拟波束标识。

[0084] 步骤102,基于模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户。

[0085] 步骤103,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重。

[0086] 步骤104,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,并将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

[0087] 下面将对上述各个步骤进行具体阐述。

[0088] 在步骤101中,基站将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束。针对每个备用模拟波束,生成波束赋形后的下行参考信号(BRS),将该波束赋形后的下行参考信号发送给UE,以使UE根据波束赋形后的下行参考信号确定要反馈的模拟波束标识。

[0089] 其中,划分天线子阵列的方法可以有多种,包括根据天线阵列的结构进行均匀划分或者非均匀划分。或者,根据天线阵元的极化方向,将具备相同极化方向的天线阵元划分成一个天线子阵列。或者,结合天线阵元的极化方向对天线阵列进行均匀划分或者非均匀划分。

[0090] 需要指出,每个天线子阵列所包含的天线阵元的数目可以相同,也可以不同。此外,不同天线子阵列之间的天线阵元也可以重叠,即包含一个或多个公共的天线阵元。其中,天线子阵列的形状以及所包含天线阵元的个数将影响其形成的备用模拟波束的形状和覆盖范围。

[0091] 以二维天线阵列为例,图2a为本发明一个实施例中天线子阵列的划分示意图,对天线阵列进行分块划分。其中,天线阵列210被均匀划分成4个天线子阵列211、212、213和214,每个天线子阵列是一个规则的方形天线阵,各自包含4个天线阵元。

[0092] 图2b为本发明另一个实施例中天线子阵列的划分示意图。其中,在横向上将天线阵列210均匀划分成4个天线子阵列221、222、223和224,每个天线子阵列是一个规则的横向条形天线阵,各自包含4个天线阵元。

[0093] 图2c为本发明又一个实施例中天线子阵列的划分示意图。其中,在纵向上将天线阵列210均匀划分成4个天线子阵列231、232、233和234,每个天线子阵列是一个规则的纵向条形天线阵,各自包含4个天线阵元。

[0094] 图2d为本发明一个实施例中天线子阵列的划分示意图。其中,天线阵列220中的天线阵元包括两种极化方式,分别为垂直极化和水平极化。根据这两种极化方式并且按照纵向将天线阵列220划分成:采用垂直极化的天线子阵列221、222、223和224,以及采用水平极化的天线子阵列225、226、227和228,各自包含4个天线阵元。

[0095] 以上划分天线子阵列的方法仅为示例,在具体应用时,也可以采用其他类型的划分方法,本申请不做具体限定。

[0096] 在步骤102中,基站执行用户调度,基于模拟波束标识确定出待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户。

[0097] 具体而言,从所有的备用模拟波束中确定出与接收到的模拟波束标识相对应的一个或多个待赋形模拟波束,并根据待赋形模拟波束对UE进行分组,得到与每个待赋形模拟波束对应的一组待调度UE,然后为每组待调度UE确定出采用该组待调度UE对应的待赋形模拟波束传输数据的调度用户。

[0098] 图3为本发明一个实施例中混合波束赋形发送端的组成示意图。其中,天线阵列被划分成L天线子阵列341...34L,每个天线子阵列对应一个模拟波束赋形器(analog beamformer)331...33L。模拟波束赋形器和L个收发单元320相连,收发单元320与数字预编码器310相连。其中,收发单元用于执行数模/模数转换、傅里叶变换/逆傅里叶变换(FFT/IFFT)等操作,数字预编码器用于生成数字预编码权重。

[0099] 对于每个天线子阵列,通过相应的模拟波束赋形器加载不同的权重可以生成多个备用模拟波束。考虑基于码本(codebook)的波束赋形方案,若每个天线子阵列的码本中包含V个码本向量,针对每个天线子阵列,将每个码本向量作为权重进行波束赋形,可以生成V个备用模拟波束,若整个天线阵列能够提供的备用模拟波束总数为C,那么有 $C=L*V$ 。其中,L既是天线子阵列的总数,也可以表征天线阵列最多能同时发出的模拟波束的数量。

[0100] 基于用户反馈的模拟波束标识,基站可以从C个备用模拟波束中确定出B个待赋形模拟波束,其中, $B \leq C$, $B \geq L$ 或者 $B < L$ 。基站针对确定出的B个待赋形模拟波束对UE进行分组,得到B组待调度UE,进一步从B组待调度UE中确定出B组调度用户,其中,每组调度用户包括一个或多个调度用户。

[0101] 参照图3,每个天线子阵列通过模拟波束赋形器可以和一个或多个收发单元相连。从UE的角度来看,一个或多个收发单元可以映射为一个天线端口(AP),因此,AP总量小于等于收发单元的总量L。当收发单元和AP采用一对一的映射时,两者的个数是相同的。

[0102] 当待赋形模拟波束的数量B小于天线子阵列的总数L(也即天线阵列最多能同时发出的模拟波束的数量)时,对收发单元的处理可以有如下两种方式:

[0103] 一种方式是,关闭至少一个收发单元,并保持每个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量不变。

[0104] 例如,关闭之前未与待赋形模拟波束对应的天线子阵列相连接的收发单元。若B个待赋形模拟波束分别对应于天线子阵列 $l=1, \dots, B$ ($B < L$),那么不需要赋形的备用模拟波束对应于天线子阵列 $B+1, \dots, L$,则关闭与天线子阵列 $B+1, \dots, L$ 相连接的收发单元,使得未关闭的收发单元的数量与待赋形模拟波束的数量相等。

[0105] 另一种方式是,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量,即将之前未与待赋形模拟波束对应的天线子阵列相连接的收发单元重新分配给这些待赋形模拟波束。可见,每个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量是可配置的,可以根据所确定的待赋形模拟波束的数量进行调整。

[0106] 在步骤103中,针对B个待赋形模拟波束,分别生成模拟波束赋形权重 w_1, \dots, w_B ,例如基于一个预先设置的码本生成模拟波束赋形权重,如离散傅里叶变换(DFT)码本,码本的大小大于B。通过步骤102还确定了B组调度用户,对于第b组($b=1, \dots, B$)调度用户,根据生成的模拟波束赋形权重 w_b 和该组调度用户中每个调度用户的信道状态信息生成针对数字预编码权重 p_k ,其中, $k=1, \dots, K$,K为所有的调度用户的总数。

[0107] 其中,获取调度用户的信道状态信息包括:每个调度用户向基站发送上行参考信号,如非周期的信道探测参考信号(A-SRS)。然后基站根据接收到的上行参考信号进行信道估计,并且根据信道互惠(channel reciprocity)原则,估计出整个天线阵列的下行信道状态信息。

[0108] 进行数字预编码时,可以基于码本的方法生成数字预编码权重,也可以基于非码本的方法,例如,基于根据信道互惠原则获取的信道状态信息生成数字预编码权重。

[0109] 在步骤104中,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形。例如,对于第k个调度用户,首先在数字域上使用数字预编码权重 p_k 对该用户的数据进行预编码,得到预编码后的数据。在步骤102中已经确定出该调度用户与第b个待赋形模拟波束对应,使用模拟波束赋形权重 w_b 对上述预编码后的数据进行模拟波束赋形,从而得到混合波束赋形后的数据,然后在第b个待赋形模拟波束所对应的天线子阵列中将混合波束赋形后的数据发送给该调度用户。

[0110] 在步骤104中,当不同天线子阵列包含公共的天线阵元时,根据上述模拟波束赋形权重进行模拟波束赋形,相当于将模拟波束赋形权重中的系数进行叠加,然后根据叠加后的系数对该公共的天线阵元进行模拟波束赋形的加权。

[0111] 在上述图1所示的实施例中,通过接收UE反馈的模拟波束标识,基于模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,考虑到待调度用户的真实分布情况,可以同时产生一个或多个模拟波束进行调度和赋形,提高了用户调度的灵活性,能够充分利用时频资源,为使用AAS的场景提供了一种兼顾性能和复杂度的混合波束赋形传输方案。

[0112] 例如,在一典型场景中,基站侧安装有大规模AAS,在其覆盖范围内包括高层建筑,考虑到每层中用户数量是可变的,例如在一个教学楼中每层楼中的用户数是时变的,那么采用上述实施例所述的方法,UE反馈的模拟波束标识能够有效反应出真实的用户分布,基站确定出多个待赋形模拟波束,分别生成模拟波束赋形权重,可以在空间域上向多个方向发送不同的波束,例如覆盖不同楼层中的用户,从而有效提高覆盖范围,增加小区吞吐。

[0113] 此外,当待赋形模拟波束的数量小于天线子阵列的总数时,关闭未与待赋形模拟波束对应的天线子阵列相连接的收发单元,可以节省发送端的功率损耗。或者,根据所确定的待赋形模拟波束的数量自适应调整收发单元的数量,使得每个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量是可变的,从而充分利用收发单元,提高每个模拟波束所能同时服务的用户数。

[0114] 图4为本发明另一个实施例中混合波束赋形方法的流程示意图,该方法应用于基站。如图4所示,包括以下步骤:

[0115] 步骤400,向UE发送第一BRS,以使UE根据第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。

[0116] 本步骤中,基站对下行参考信号进行波束赋形,例如采用上述基于码本的方法生成模拟波束赋形权重,根据模拟波束赋形权重对下行参考信号进行模拟波束赋形,将模拟波束赋形后的下行参考信号作为第一BRS。通过特定的时频资源向UE发送多个第一BRS。多个第一BRS可以采用时分复用(TDM)、频分复用(FDM)、码分复用(CDM)或者循环移位(CS)在时频资源上进行复用。在UE侧预先设置所有备用模拟波束的标识。UE可以根据接收到的第一BRS,估计出每个第一BRS的参考信号接收功率(RSRP),从中选择一个或者多个第一BRS,根据这些第一BRS所占用的资源可以确定出要反馈的模拟波束标识。

[0117] 图5为本发明一个实施例中BRS资源分配的示意图。如图5所示,510、520、530...和5X0分别为一个资源块(RB),基于LTE系统的规定,一个RB是由时域上14个正交频分复用(OFDM)符号和频域上12个子载波的资源组合而成,时域上的一个OFDM符号和频域上的1个子载波组合成的资源称为一个资源粒子(RE)。

[0118] 多个第一BRS可以占用连续的或等间隔的频域资源来发送。图5给出了占用连续的频域资源的示例,如RB 510中的格形图案所示,占用511、512...和51X中的多个OFDM符号来发送。对于每个OFDM符号,占用所有频域上的资源,即在连续的频域资源上发送第一BRS。在每个OFDM符号内可以采用CS方式复用多个第一BRS。这种类型的BRS也可以被称为块类型(block type)BRS。

[0119] 在具体应用时,第一BRS在时域上可以占用连续的OFDM符号,所占用OFDM符号的个数依赖于第一BRS的资源映射方式、收发单元的数量(亦即天线阵列能同时发出的模拟波束的数量)和备选的模拟波束的数量。基本原则是在给定的若干个OFDM符号时间范围内能够

完成对所有备选模拟波束的发送,供UE进行模拟波束测量和选择。

[0120] 步骤401,接收UE反馈的模拟波束标识。

[0121] 步骤402,基于模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户。

[0122] 步骤403,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重。

[0123] 其中,上述步骤401至403分别与图1所述实施例中的步骤101至103相对应,请参考上述描述,在此不再赘述。

[0124] 步骤404,向每个UE发送波束模式信息,,以使每个UE根据波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据。

[0125] 本步骤中,基站向每个调度用户发送下行控制信令,通过该下行控制信令告知UE波束模式信息。例如,通过在下行控制信令中增加一个波束模式指示位(beam pattern indicator)来表征该波束模式信息。该波束模式信息携带有待赋形模拟波束的标识。此外,波束模式信息还可以携带有每个待赋形模拟波束对应的AP数量。

[0126] 在具体应用时,为了便于辅助UE判断是否进行后续的数据接收,可以在每个发送时间间隔(TTI)的开头发送该波束模式信息。

[0127] UE在接收到该波束模式信息后,读取待赋形模拟波束标识,并且和之前反馈给基站的模拟波束标识进行比较。若待赋形模拟波束标识中包含有之前反馈给基站的模拟波束标识,则UE继续检测下行控制信令中所包含的其他控制信息,例如,指示该UE的数据位于哪个子带,使用哪种编码调整方式(MCS)等的调度信息,根据这些调度信息可以接收基站后续发送的混合波束赋形后的数据。若待赋形模拟波束标识中不包含之前反馈给基站的模拟波束标识,则UE可以选择不检测下行控制信令中的其他信息以节省功率,也就不再接收基站后续发送的数据,或者UE也可以继续检测下行控制信令中所包含的其他控制信息以再次确认是否包含发送给自己的数据,如果确认有,则继续接收基站后续发送的混合波束赋形后的数据。

[0128] 步骤405,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户,并在不连续的时频资源上将第二BRS发送给调度用户。

[0129] 本步骤中,基站对下行参考信号进行波束赋形,生成第二BRS。例如,根据上述模拟波束赋形权重和数字预编码权重对下行参考信号进行混合波束赋形,将混合波束赋形后的下行参考信号作为第二BRS。在具体应用时,用于生成第二BRS的下行参考信号可以为信道状态指示参考信号(CSI-RS)。

[0130] 在向调度用户发送混合波束赋形后的数据时,同时向调度用户发送第二BRS,第二BRS携带有调度用户的数字预编码权重。在一实施例中,第二BRS还可以用作解调参考信号(DMRS),用于调度用户的数据信道的相关解调。

[0131] 多个第二BRS可以采用TDM、FDM、CDM或者CS的方式在不连续的时频资源上进行复用。

[0132] 参照图5,和步骤100中发送第一BRS的方式不同,发送第二BRS时可以采用RB 520、530...和5X0中分散的时频资源,如格形图案所示,其中,一个格形图案由多个不连续的RE构

成,而在格形图案所示之外的时频资源上发送混合波束赋形后的数据,即采用TDM和FDM联合的复用方式。这种类型的第二BRS可以被称为分散(scattered)的BRS。

[0133] 需要指出,第一BRS是用于UE向基站反馈模拟波束标识,以使基站根据接收到的模拟波束标识调度用户;第二BRS是和混合波束赋形后的数据一同发送给调度用户,以使调度用户解调数据、估计信道信息(如信道质量指示CQI、预编码矩阵指示PMI、秩指示RI)以及跟踪模拟波束。因此,相比于第二BRS,第一BRS的发送周期可以更长。通常,发送周期根据用户移动速度和环境变化的快慢来确定。

[0134] 调度用户在接收到第二BRS后,进行信道估计,得到波束赋形后的CQI,将该波束赋形后的CQI反馈给基站。其中,该波束赋形后的CQI为混合波束赋形后的CQI。

[0135] 步骤406,根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向基站反馈模拟波束标识。

[0136] 本步骤中,基站根据接收到的波束赋形后的信道质量可以实现对待赋形模拟波束的质量的跟踪。具体而言,基站可以设置一个CQI门限,当接收到的波束赋形后的CQI低于该门限时,说明指向该调度用户的模拟波束已经不准确,判断出需要触发该调度用户重新反馈模拟波束标识,否则无法继续服务该调度用户。

[0137] 另外,基站根据接收到的波束赋形后的信道质量还可以调整调度的结果,即执行链路自适应(link adaptation)。例如,基站可以调整用于数据发送的各类参数,如RI、PMI、MCS和功率等。

[0138] 此外,在上述步骤405中,将混合波束赋形后的数据发送给调度用户时,考虑到一个天线子阵列可能对应多个待赋形模拟波束,此时基站可以确定待赋形模拟波束和天线子阵列的对应关系,然后根据对应关系采用复用方式向每个调度用户发送数据。

[0139] 例如,通过步骤402,基站确定的待赋形模拟波束的数量 B 大于天线子阵列的总数 L ,即 $B > L$,那么在步骤405发送混合波束赋形后的数据时,通过 L 个天线子阵列发送 B 组调度用户的数据。此时,基站可以采用的复用方式可以为时分复用(TDM)、频分复用(FDM)、空分复用(SDM)及其任意组合。例如,

[0140] (1)若采用TDM的方式,可以在每个TTI上发送一个赋形后的模拟波束,这个模拟波束是针对整个带宽而言的,即在整个带宽上是有效的。

[0141] (2)若采用TDM与FDM联合的方式,可以在每个TTI上使用 X 个子带(subband)分别发送 X 个模拟波束, $X > 1$ 。每个模拟波束是针对子带而言的,即在相应的子带上是有效的。

[0142] (3)若采用TDM与SDM联合的方式,在每个TTI上占用整个带宽发送 Y 个模拟波束, $Y > 1$ 。

[0143] 此时,确定 Y 组调度用户在空域上具备良好的隔离度,或者说, Y 组调度用户之间的发送端相关性较弱。从波束传播的角度来看,这 Y 个模拟波束之间的波束距离较大,或者说,这 Y 个模拟波束的辐射方向之间的夹角较大。

[0144] (4)若采用TDM与FDM和SDM联合的方式,在每个TTI上使用 X 个子带发送 Y 个模拟波束, $Y > X$ 。

[0145] 此时,确定 Y 组调度用户在空域上具备良好的隔离度,或者说, Y 组调度用户之间的发送端相关性较弱。从波束传播的角度来看,这 Y 个模拟波束之间的波束距离较大,或者说,这 Y 个模拟波束的辐射方向之间的夹角较大。

[0146] 基于图4所示的实施例,通过向每个用户终端发送波束模式信息,在波束模式信息中携带有待赋形模拟波束标识以及每个待赋形模拟波束对应的AP数量,使得UE能够获知基站在进行下行传输所使用的模拟波束以及AP数量信息,从而利用这些信息对接收到的混合波束赋形后的数据进行准确检测。此外,在不连续的时频资源上将第二BRS发送给调度用户进行模拟波束质量的跟踪,可以使用较少的开销获得较好的信道估计质量。基站根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发调度用户向基站反馈模拟波束标识,以及调整调度结果,可以进一步提高调度的准确性,增加小区的吞吐。

[0147] 图6为本发明一个实施例中混合波束赋形方法的信令交互示意图,包括基站和待调度用户UE 1...UE K。如图6所示,包括以下步骤。

[0148] 步骤601,基站将天线阵列划分成至少一个天线子阵列。

[0149] 步骤602,基站在连续的频域资源上向UE 1...UE K发送第一BRS。

[0150] 步骤603,UE 1...UE K根据接收到的第一BRS选择模拟波束。

[0151] 步骤604,UE 1...UE K向基站反馈模拟波束标识。

[0152] 步骤605,基站基于接收到的模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重。

[0153] 步骤606,基站向每个UE发送波束模式信息,波束模式信息至少携带有待赋形模拟波束的标识。

[0154] 如图6所示,假设UE 1和UE K为调度用户。步骤607,基站根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形,向每个调度用户发送混合波束赋形后的数据和第二BRS。

[0155] 步骤608,每个调度用户对接收到的下行数据进行检测,从中获得自身的数据,并根据第二BRS估计出混合波束赋形后的CQI。

[0156] 步骤609,每个调度用户向基站反馈混合波束赋形后的CQI。

[0157] 步骤610,基站根据接收到的混合波束赋形后的CQI判断是否触发该调度用户向基站反馈模拟波束标识,以及调整调度结果。

[0158] 图7为本发明一个实施例中基站700的结构示意图,如图7所示,包括:

[0159] 接收模块710,用于接收用户终端反馈的模拟波束标识;

[0160] 调度模块720,用于基于接收模块710接收到的模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户;

[0161] 混合波束赋形模块730,用于针对调度模块720确定的每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据调度模块720确定的每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;及,

[0162] 发送模块740,用于将混合波束赋形模块730得到的混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户。

[0163] 图8为本发明另一个实施例中基站800的结构示意图,如图8所示,在图7所示的基站700的结构之上,基站800还包括:划分模块750、收发单元管理模块760和BRS生成模块

770。

[0164] 在一实施例中,划分模块750用于将天线阵列划分成至少一个天线子阵列,确定每个天线子阵列对应的备用模拟波束;

[0165] 调度模块720用于:从划分模块750确定的天线子阵列对应的备用模拟波束中确定出与模拟波束标识相对应的待赋形模拟波束。

[0166] 在一实施例中,每个天线子阵列与至少一个收发单元相连接;

[0167] 收发单元管理模块760,用于当调度模块720确定的待赋形模拟波束的数量小于划分模块750确定的天线子阵列的总数时,关闭至少一个收发单元,或者,增加至少一个待赋形模拟波束对应的收发单元的数量。

[0168] 在一实施例中,发送模块740进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户之前,向每个用户终端发送波束模式信息,以使每个用户终端根据波束模式信息判断是否接收混合波束赋形后的数据,其中,波束模式信息至少携带有待赋形模拟波束的标识。

[0169] 在一实施例中,BRS生成模块770,用于生成第一波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0170] 发送模块740进一步用于:在连续的或等间隔的频域资源上将BRS生成模块770生成的第一BRS发送给用户终端,以使用户终端根据第一BRS确定要反馈的模拟波束标识。

[0171] 在一实施例中,BRS生成模块770,用于生成第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0172] 发送模块740进一步用于:在将混合波束赋形后的数据发送给每个调度用户的同时,在不连续的时频资源上将BRS生成模块770生成的第二BRS发送给该调度用户,以使该调度用户根据第二BRS向基站反馈波束赋形后的信道质量;

[0173] 接收模块710进一步用于接收波束赋形后的信道质量;

[0174] 调度模块720进一步用于:根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向基站反馈模拟波束标识。

[0175] 图9为本发明一个实施例中用户终端900的结构示意图。如图9所示,用户终端900包括:

[0176] 发送模块910,用于向基站发送模拟波束标识,以使基站基于模拟波束标识确定待赋形模拟波束以及与每个待赋形模拟波束对应的调度用户,针对每个待赋形模拟波束,生成模拟波束赋形权重,并根据每个调度用户的信道状态信息和模拟波束赋形权重,计算得到针对每个调度用户的数字预编码权重,根据模拟波束赋形权重和数字预编码权重对每个调度用户的数据进行混合波束赋形;

[0177] 接收模块920,用于接收基站发送的混合波束赋形后的数据。

[0178] 图10为本发明另一实施例中用户终端1000的结构示意图。如图10所示,在图9所示的用户终端900的结构之上,用户终端1000还包括:判断模块930、选择模块940和信道估计模块950。

[0179] 在一实施例中,接收模块920进一步用于:接收基站发送的波束模式信息,波束模式信息至少携带有待赋形模拟波束的标识;

[0180] 用户终端900进一步包括:判断模块930,用于根据接收模块920接收的波束模式信息判断是否通过接收模块920接收混合波束赋形后的数据。

[0181] 在一实施例中,接收模块920进一步用于:接收基站发送的第一波束赋形后的下行

参考信号BRS;

[0182] 用户终端900进一步包括:

[0183] 选择模块940,用于根据接收模块920接收的第一BRS选择模拟波束,通过发送模块910向基站发送所选择的模拟波束标识。

[0184] 在一实施例中,接收模块920进一步用于:接收基站发送的第二波束赋形后的下行参考信号BRS;

[0185] 信道估计模块950,用于根据接收模块920接收的第二BRS估计得到波束赋形后的信道质量;

[0186] 发送模块910进一步用于:向基站发送信道估计模块950得到的波束赋形后的信道质量,以使基站根据接收到的波束赋形后的信道质量判断是否触发该调度用户向基站反馈模拟波束标识。

[0187] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明保护的范围之内。

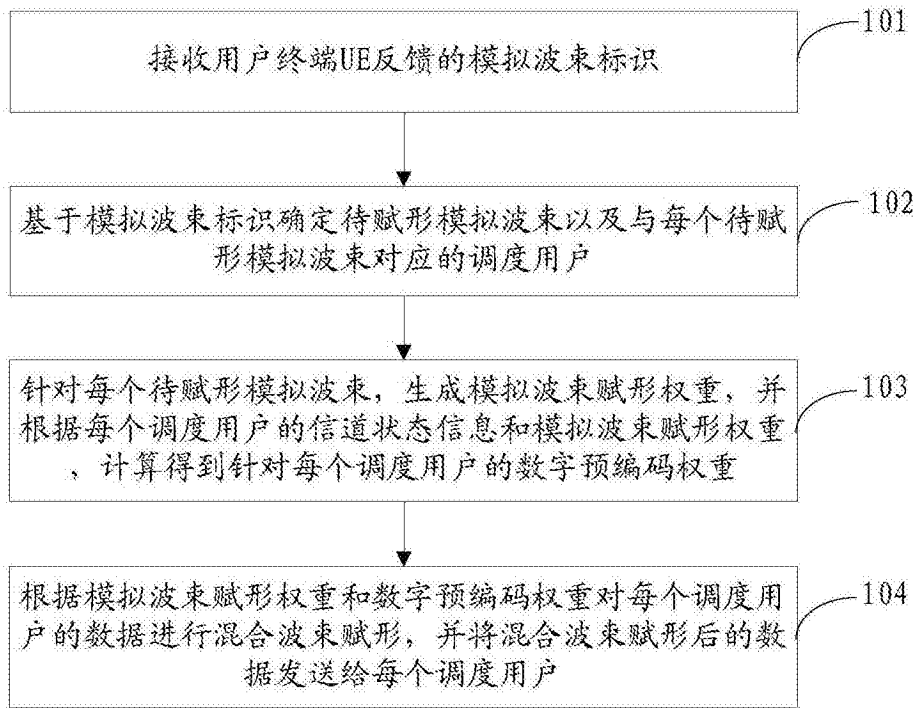


图1

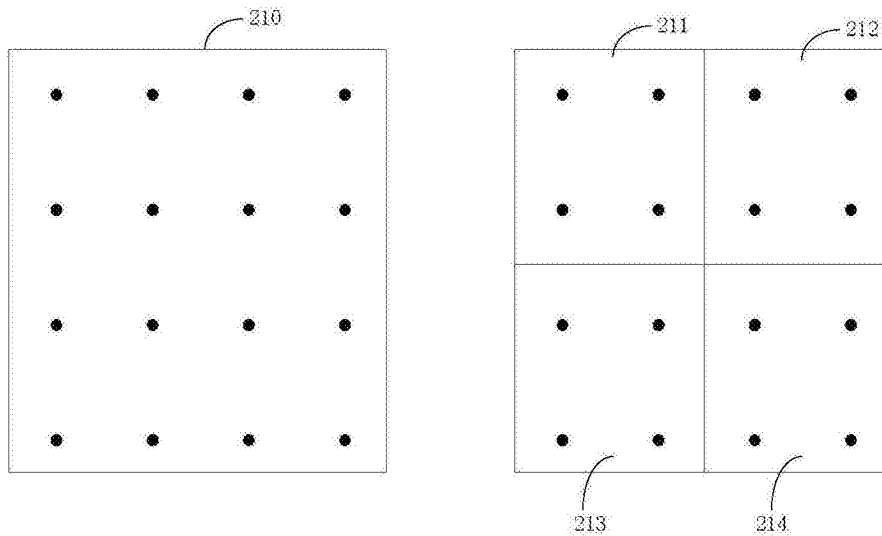


图2a

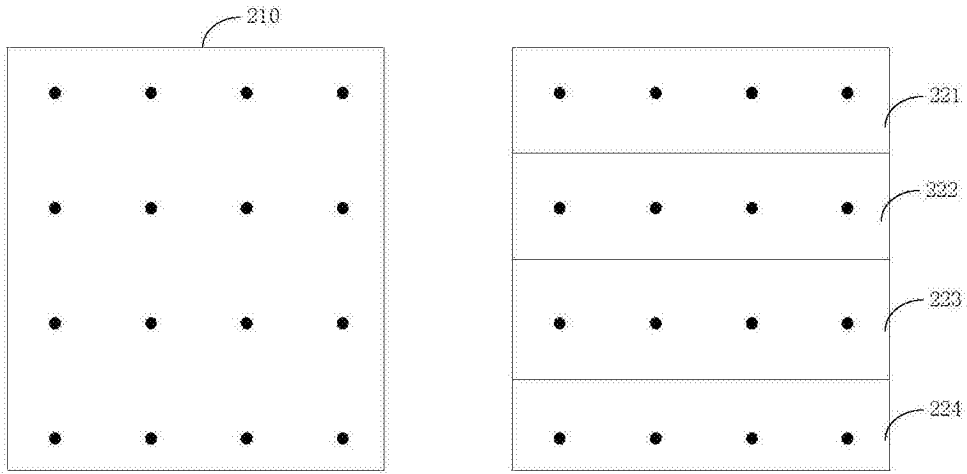


图2b

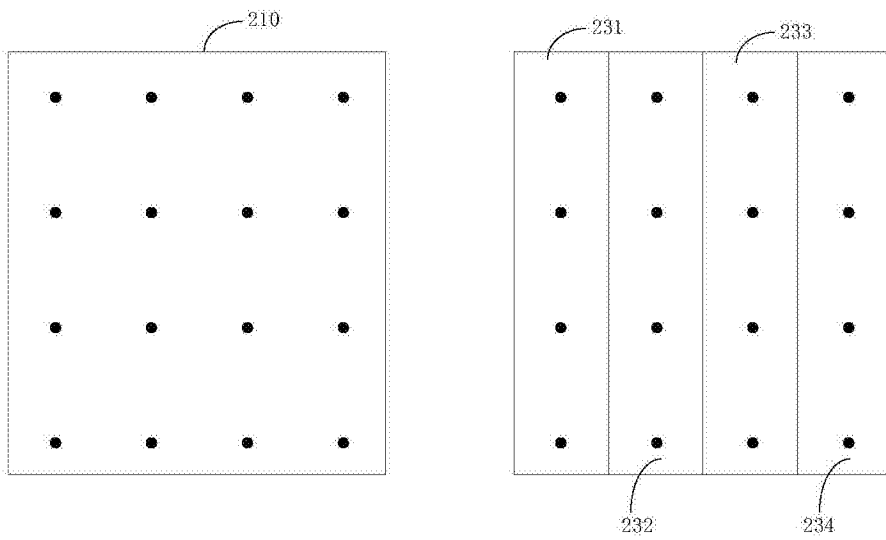


图2c

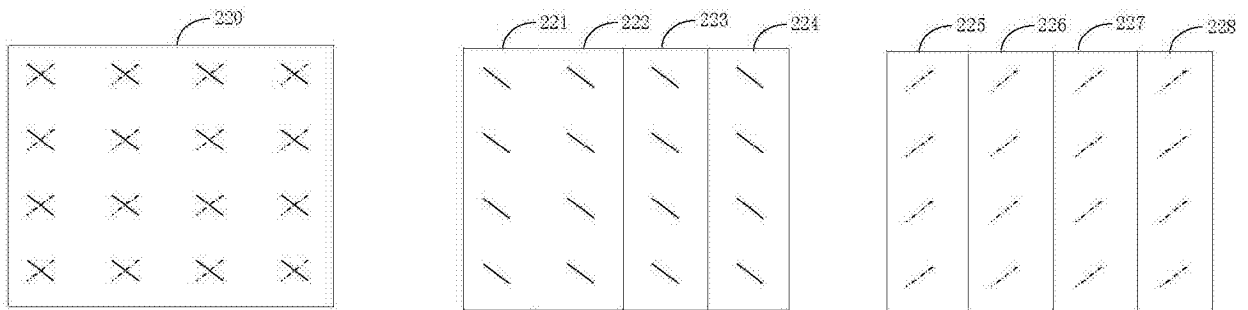


图2d

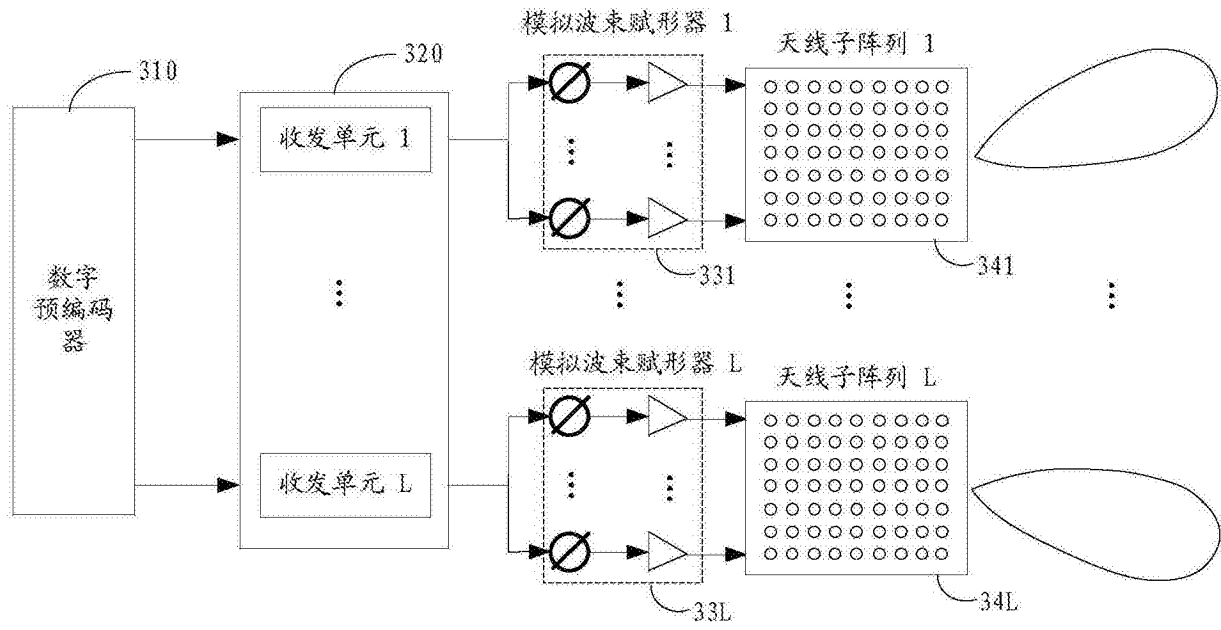


图3

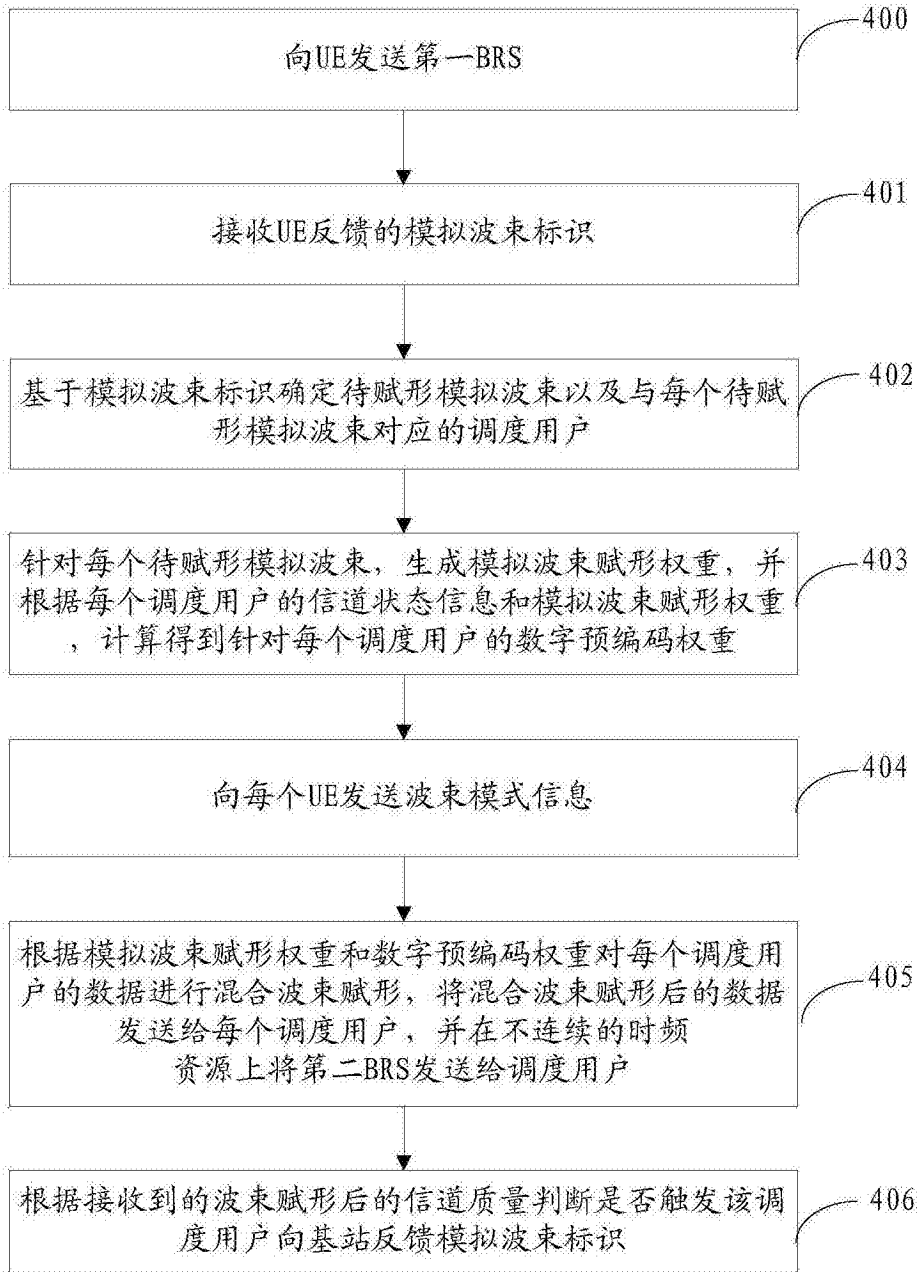


图4

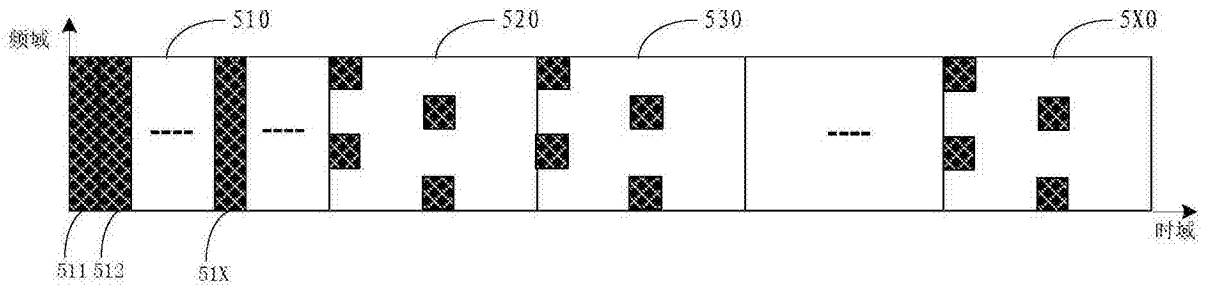


图5

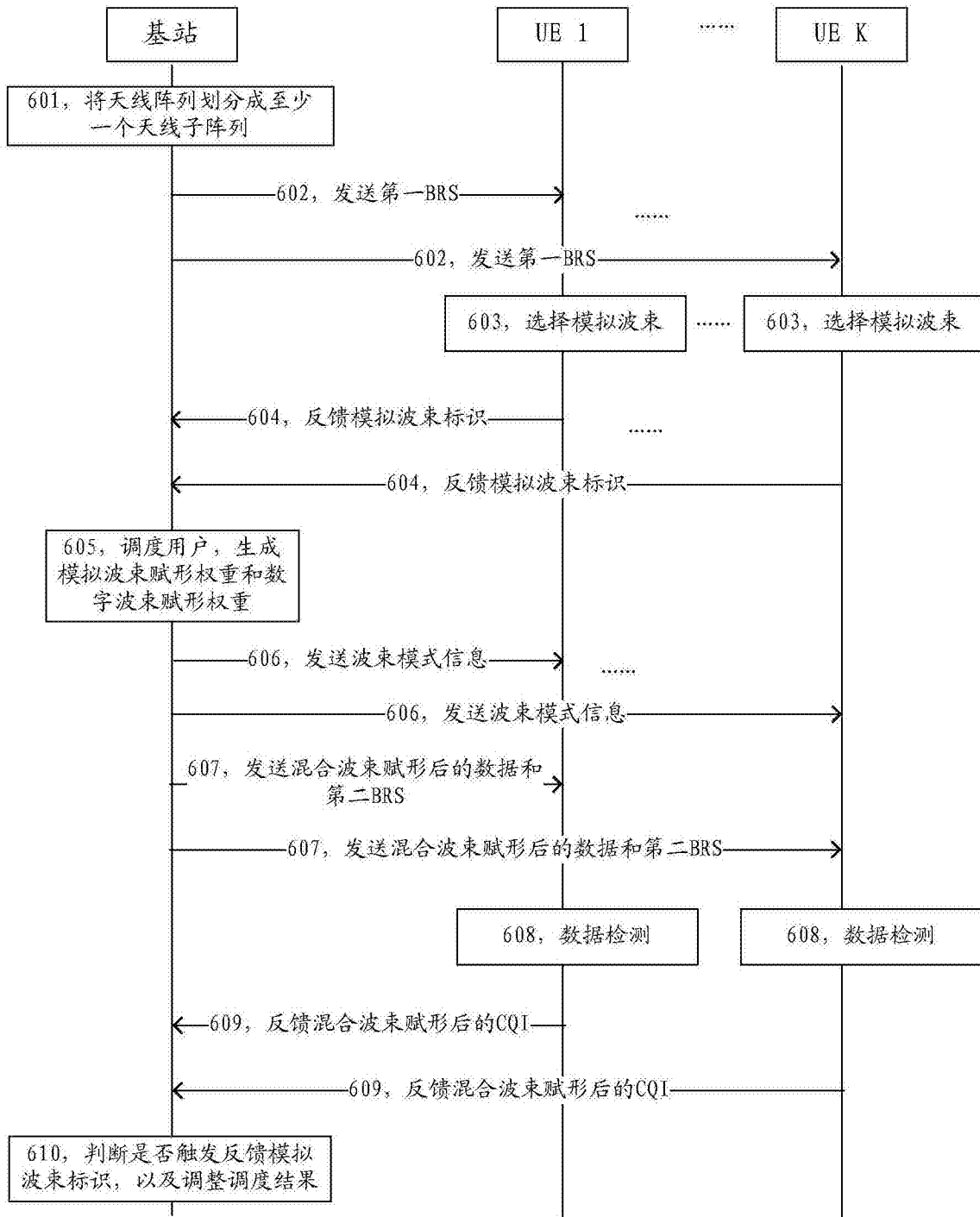


图6

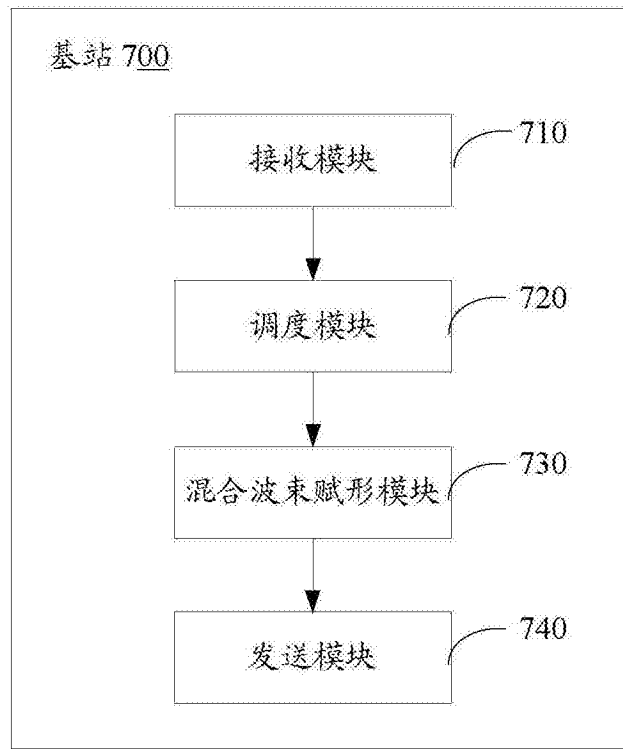


图7

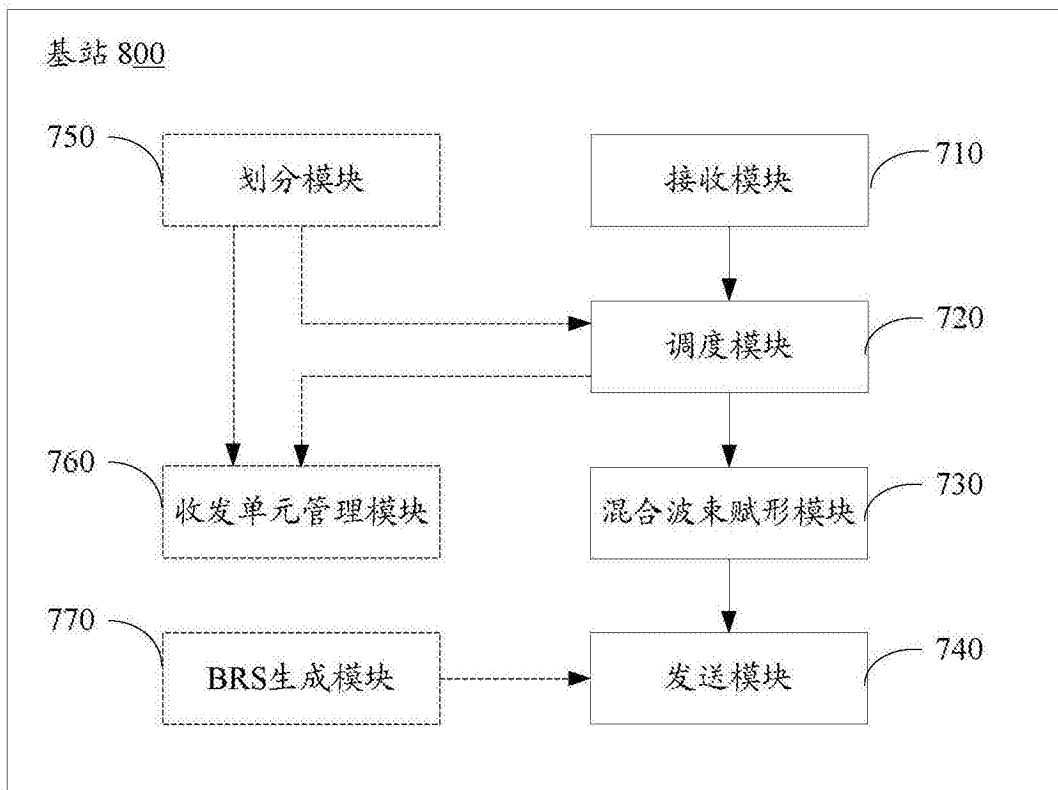


图8

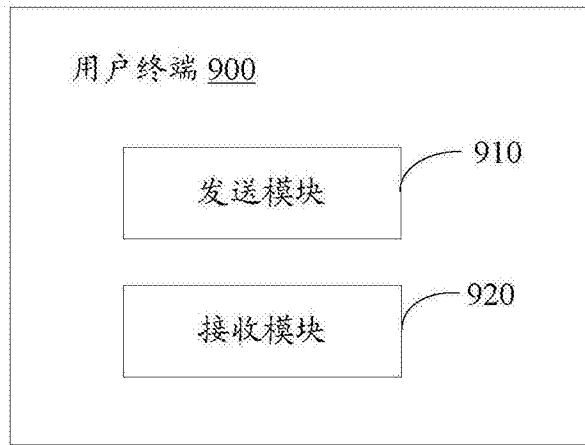


图9

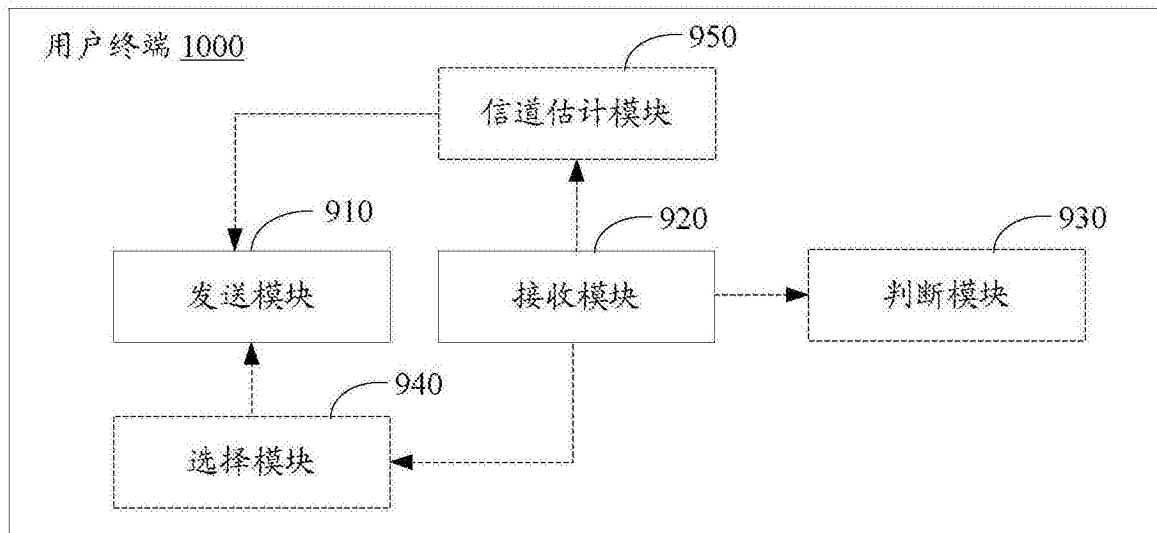


图10