



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118235337 A

(43) 申请公布日 2024.06.21

(21) 申请号 202280075416.2

(22) 申请日 2022.10.19

(30) 优先权数据

17/534,290 2021.11.23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.05.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2022/078360 2022.10.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/097135 EN 2023.06.01

(71) 申请人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 A·巴-奥蒂林格 G·S·库茨

A • 图布尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 安之斐

(51) Int.Cl.

H04B 7/0456 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

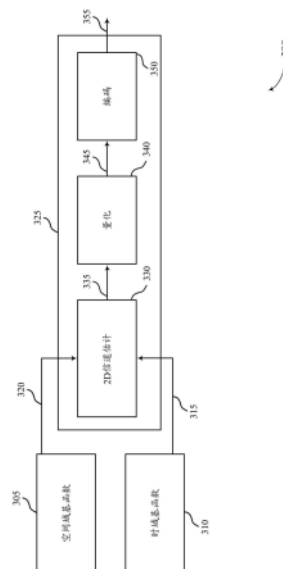
权利要求书9页 说明书42页 附图20页

(54) 发明名称

用于信道反馈报告的信道压缩

(57) 摘要

描述了用于无线通信的方法、系统和设备。例如,用户设备(UE)可从基站接收一个或多个参考信号。在一些示例中,该UE可在用于该UE与该基站之间的通信的信道上接收该一个或多个参考信号。该UE可基于在该信道上接收到的该一个或多个参考信号来测量该信道的响应。在一些示例中,该UE可传输指示一组信道系数的消息。该一组信道系数可对应于表示该响应的二维(2D)模型。在一些示例中,该2D模型可包括该信道的空间模型和时域响应。



1. 一种用于在用户设备 (UE) 处进行无线通信的方法, 包括:
在用于所述UE与基站之间的无线通信的通信信道上从所述基站接收至少一个参考信号;
至少部分地基于在所述通信信道上接收到的所述至少一个参考信号来确定所述通信信道的响应; 以及
向所述基站传输指示与表示所述响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息, 所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。
2. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:
作为确定所述响应的一部分, 确定所述通信信道的频域响应; 以及
至少部分地基于所述通信信道的所述频域响应来生成所述时域响应。
3. 根据权利要求2所述的方法, 还包括:
至少部分地基于所述通信信道的所述时域响应或所述频域响应来生成所述空间模型。
4. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。
5. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:
至少部分地基于所确定的响应与所述二维模型之间的最小均方误差解来生成所述一组信道系数。
6. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述一组信道系数包括一组量化系数。
7. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:
至少部分地基于所述UE处的一个或多个天线、所述基站处的一个或多个天线或两者来生成所述二维模型。
8. 根据权利要求1所述的方法, 其中传输所述消息包括:
经由控制信道或共享信道向所述基站传输指示所述一组信道系数的一组位。
9. 根据权利要求8所述的方法, 还包括:
至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来向所述基站传输对所述消息的量化位的数量的指示。
10. 根据权利要求1所述的方法, 还包括:
在第一时间隙中传输所述一组信道系数; 以及
在所述第一时间隙之后的第二时间隙中传输一组差分信道系数, 其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。
11. 根据权利要求10所述的方法, 还包括:
在所述第一时间隙之后的第三时间隙中传输第二组信道系数, 所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数, 其中根据第一周期来传输所述一组信道系数和所述第二组信道系数。
12. 根据权利要求11所述的方法, 还包括:
在所述第二时间隙之后的第四时间隙中传输第二组差分信道系数, 其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差, 其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。
13. 根据权利要求10所述的方法, 还包括:

从所述基站接收指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示,其中传输所述一组差分信道系数至少部分地基于接收到所述指示。

14.根据权利要求10所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来从所述基站接收指导所述UE使用差分编码过程的指示。

15.根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述基站接收对一组空间域基函数的排序的指示;以及

至少部分地基于所述一组空间域基函数的所述排序来生成所述空间模型。

16.根据权利要求15所述的方法,其中:

所述指示包括所述空间模型的配置,所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表;并且

所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

17.根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述基站接收对一组时域基函数的排序的指示;以及

至少部分地基于所述一组时域基函数的所述排序来生成所述时域响应。

18.根据权利要求1所述的方法,还包括:

传输对一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

19.根据权利要求1所述的方法,还包括:

作为确定所述响应的一部分,确定多个天线端口对中的每个天线端口对的多个定时处的所述通信信道的所述时域响应;

至少部分地基于确定所述多个定时处的所述通信信道的所述时域响应来选择一组时域基函数;以及

至少部分地基于所选择的一组时域基函数来生成所述时域响应。

20.根据权利要求19所述的方法,还包括:

为所述多个定时中的每个定时确定所述多个天线端口对上的所述时域响应的累积能量;以及

至少部分地基于为所述多个定时中的每个定时确定所述时域响应的所述累积能量来从所述多个定时中选择一组定时,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所选择的一组定时。

21.根据权利要求20所述的方法,还包括:

使用所选择的一组定时来评估所确定的响应和信道估计的均方误差,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于评估所述均方误差。

22.根据权利要求19所述的方法,还包括:

从所述基站接收对定时的数量的指示,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所指示的定时的数量。

23.根据权利要求19所述的方法,还包括:

向所述基站传输对所述多个定时中的定时的数量的指示。

24.根据权利要求1所述的方法,还包括:

从所述基站接收对一组天线端口对的指示；

作为确定所述响应的一部分，确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性，其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联；

至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来选择一组空间域基函数；以及

至少部分地基于所选择的一组空间域基函数来生成所述空间模型。

25. 根据权利要求24所述的方法，还包括：

至少部分地基于所述一组天线端口对中的天线端口对的最低所确定相关性来选择所述一组空间域基函数。

26. 根据权利要求24所述的方法，还包括：

至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来评估空间自相关矩阵，其中选择所述一组空间域基函数至少部分地基于所述空间自相关矩阵。

27. 一种用于在基站处进行无线通信的方法，包括：

在用于用户设备 (UE) 与所述基站之间的无线通信的通信信道上向所述UE传输至少一个参考信号；以及

从所述UE接收指示与表示所述通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。

28. 根据权利要求27所述的方法，其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

29. 根据权利要求27所述的方法，其中所述一组信道系数包括一组量化系数。

30. 根据权利要求27所述的方法，其中接收所述消息包括：

经由控制信道或共享信道从所述UE接收指示所述一组信道系数的一组位。

31. 根据权利要求30所述的方法，还包括：

至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来从所述UE接收对所述消息的量化位的数量的指示。

32. 根据权利要求27所述的方法，还包括：

在第一时间隙中接收所述一组信道系数；以及

在所述第一时间隙之后的第二时间隙中接收一组差分信道系数，其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

33. 根据权利要求32所述的方法，还包括：

在所述第一时间隙之后的第三时间隙中接收第二组信道系数，所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数，其中根据第一周期来接收所述一组信道系数和所述第二组信道系数。

34. 根据权利要求33所述的方法，还包括：

在所述第二时间隙之后的第四时间隙中接收第二组差分信道系数，其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差，其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。

35. 根据权利要求32所述的方法，还包括：

向所述UE传输指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示,其中接收所述一组差分信道系数至少部分地基于传输所述指示。

36.根据权利要求32所述的方法,还包括:

至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来向所述UE传输指导所述UE使用差分编码过程的指示。

37.根据权利要求27所述的方法,还包括:

向所述UE传输对所述二维模型的一组空间域基函数的排序的指示。

38.根据权利要求37所述的方法,其中:

所述指示包括所述空间模型的配置,所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表;并且

所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

39.根据权利要求27所述的方法,还包括:

向所述UE传输对所述二维模型的一组时域基函数的排序的指示。

40.根据权利要求27所述的方法,还包括:

接收对所述二维模型的一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

41.根据权利要求27所述的方法,还包括:

向所述UE传输对所述二维模型的定时的数量的指示。

42.根据权利要求27所述的方法,还包括:

从所述UE接收对所述二维模型的多个定时中的定时的数量的指示。

43.根据权利要求27所述的方法,还包括:

向所述UE传输对一组天线端口对的指示,其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联。

44.一种用于在用户设备 (UE) 处进行无线通信的装置,包括:

处理器;

存储器,所述存储器与所述处理器耦合;和

一个或多个指令,所述一个或多个指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在用于所述UE与基站之间的无线通信的通信信道上从所述基站接收至少一个参考信号;

至少部分地基于在所述通信信道上接收到的所述至少一个参考信号来确定所述通信信道的响应;以及

向所述基站传输指示与表示所述响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。

45.根据权利要求44所述的装置,其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

作为确定所述响应的一部分,确定所述通信信道的频域响应;以及

至少部分地基于所述通信信道的所述频域响应来生成所述时域响应。

46. 根据权利要求45所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述通信信道的所述时域响应或所述频域响应来生成所述空间模型。

47. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

48. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所确定的响应与所述二维模型之间的最小均方误差解来生成所述一组信道系数。

49. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一组信道系数包括一组量化系数。

50. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述UE处的一个或多个天线、所述基站处的一个或多个天线或两者来生成所述二维模型。

51. 根据权利要求44所述的装置, 其中用于传输所述消息的所述一个或多个指令能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

经由控制信道或共享信道向所述基站传输指示所述一组信道系数的一组位。

52. 根据权利要求51所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来向所述基站传输对所述消息的量化位的数量的指示。

53. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在第一时隙中传输所述一组信道系数; 以及

在所述第一时隙之后的第二时隙中传输一组差分信道系数, 其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

54. 根据权利要求53所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在所述第一时隙之后的第三时隙中传输第二组信道系数, 所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数, 其中根据第一周期来传输所述一组信道系数和所述第二组信道系数。

55. 根据权利要求54所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在所述第二时隙之后的第四时隙中传输第二组差分信道系数, 其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差, 其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。

56. 根据权利要求53所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

从所述基站接收指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示, 其中传输所述

一组差分信道系数至少部分地基于接收到所述指示。

57. 根据权利要求53所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来从所述基站接收指导所述UE使用差分编码过程的指示。

58. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

从所述基站接收对一组空间域基函数的排序的指示; 以及

至少部分地基于所述一组空间域基函数的所述排序来生成所述空间模型。

59. 根据权利要求58所述的装置, 其中:

所述指示包括所述空间模型的配置, 所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表; 并且

所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

60. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

从所述基站接收对一组时域基函数的排序的指示; 以及

至少部分地基于所述一组时域基函数的所述排序来生成所述时域响应。

61. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

传输对一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

62. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

作为确定所述响应的一部分, 确定多个天线端口对中的每个天线端口对的多个定时处的所述通信信道的所述时域响应;

至少部分地基于确定所述多个定时处的所述通信信道的所述时域响应来选择一组时域基函数; 以及

至少部分地基于所选择的一组时域基函数来生成所述时域响应。

63. 根据权利要求62所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

为所述多个定时中的每个定时确定所述多个天线端口对上的所述时域响应的累积能量; 以及

至少部分地基于为所述多个定时中的每个相应定时确定所述时域响应的所述累积能量来从所述多个定时中选择一组定时, 其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所选择的一组定时。

64. 根据权利要求63所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

使用所选择的一组定时来评估所确定的响应和信道估计的均方误差, 其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于评估所述均方误差。

65. 根据权利要求62所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

从所述基站接收对定时的数量的指示, 其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所指示的定时的数量。

66. 根据权利要求62所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

向所述基站传输对所述多个定时中的定时的数量的指示。

67. 根据权利要求44所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

从所述基站接收对一组天线端口对的指示;

作为确定所述响应的一部分, 确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性, 其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联;

至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来选择一组空间域基函数; 以及

至少部分地基于所选择的一组空间域基函数来生成所述空间模型。

68. 根据权利要求67所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述一组天线端口对中的天线端口对的最低所确定相关性来选择所述一组空间域基函数。

69. 根据权利要求67所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来评估空间自相关矩阵, 其中选择所述一组空间域基函数至少部分地基于所述空间自相关矩阵。

70. 一种用于在基站处进行无线通信的装置, 所述装置包括:

处理器;

存储器, 所述存储器与所述处理器耦合; 和

一个或多个指令, 所述一个或多个指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在用于用户设备 (UE) 与所述基站之间的无线通信的通信信道上向所述UE传输至少一个参考信号; 以及

从所述UE接收指示与表示所述通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息, 所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。

71. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

72. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述一组信道系数包括一组量化系数。

73. 根据权利要求70所述的装置, 其中用于接收所述消息的所述一个或多个指令能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

经由控制信道或共享信道从所述UE接收指示所述一组信道系数的一组位。

74. 根据权利要求73所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来从所述UE接收对所述消息的量化位的数量的指示。

75. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在第一时隙中接收所述一组信道系数; 以及

在所述第一时隙之后的第二时隙中接收一组差分信道系数, 其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

76. 根据权利要求75所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在所述第一时隙之后的第三时隙中接收第二组信道系数, 所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数, 其中根据第一周期来接收所述一组信道系数和所述第二组信道系数。

77. 根据权利要求76所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

在所述第二时隙之后的第四时隙中接收第二组差分信道系数, 其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差, 其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。

78. 根据权利要求75所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

向所述UE传输指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示, 其中接收所述一组差分信道系数至少部分地基于传输所述指示。

79. 根据权利要求75所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来向所述UE传输指导所述UE使用差分编码过程的指示。

80. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

向所述UE传输对所述二维模型的一组空间域基函数的排序的指示。

81. 根据权利要求80所述的装置, 其中:

所述指示包括所述空间模型的配置, 所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表; 并且

所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

82. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作:

向所述UE传输对所述二维模型的一组时域基函数的排序的指示。

83. 根据权利要求70所述的装置, 其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行

以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作：

接收对所述二维模型的一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

84. 根据权利要求70所述的装置，其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作：

向所述UE传输对所述二维模型的定时的数量的指示。

85. 根据权利要求70所述的装置，其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作：

从所述UE接收对所述二维模型的多个定时中的定时的数量的指示。

86. 根据权利要求70所述的装置，其中所述一个或多个指令还能够由所述处理器执行以致使所述装置至少部分基于所述一个或多个指令来执行以下操作：

向所述UE传输对一组天线端口对的指示，其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联。

用于信道反馈报告的信道压缩

[0001] 交叉引用

[0002] 本专利申请要求由BAR-OR TILLINGER等人于2021年11月23日提交的名称为“用于信道反馈报告的信道压缩 (CHANNEL COMPRESSION FOR CHANNEL FEEDBACK REPORTING)”的美国专利申请17/534,290号的权益,该美国专利申请被转让给本申请的受让人并且通过引用方式被明确地并入本文中。

技术领域

[0003] 下文涉及无线通信,包括用于信道反馈报告的信道压缩。

背景技术

[0004] 无线通信系统被广泛部署以提供各种类型的通信内容,诸如语音、视频、分组数据、消息接发、广播等等。这些系统可以能够通过共享可用系统资源(例如,时间、频率和功率)来支持与多个用户的通信。此类多址系统的示例包括第四代(4G)系统(诸如长期演进(LTE)系统、高级LTE(LTE-A)系统或LTE-A Pro系统)和第五代(5G)系统(其可以被称为新空口(NR)系统)。这些系统可以采用诸如码分多址(CDMA)、时分多址(TDMA)、频分多址(FDMA)、正交FDMA(OFDMA)或离散傅里叶变换扩展正交频分复用(DFT-S-OFDM)之类的技术。

[0005] 无线多址通信系统可以包括一个或多个基站或一个或多个网络接入节点,每个基站或网络接入节点同时支持用于多个通信设备的通信,这些通信设备可以另外被称为用户设备(UE)。在一些多址通信系统中,UE可执行信道估计并且向基站报告与所估计的信道相关联的参数。基站可使用所报告的参数通过诸如信道预编码、干扰减轻和信号秩确定的自适应技术来提高信道的容量。然而,与所估计的信道相关联的参数可能无法捕获信道的所有属性,并且因此,由基站获取的信道知识可能是不足的。

发明内容

[0006] 所述技术涉及支持用于信道反馈报告的信道压缩的改进的方法、系统、设备和装置。通常,设备(例如,用户设备(UE))可从基站接收一个或多个参考信号。在一些示例中,UE可在用于UE与基站之间的通信的信道上接收一个或多个参考信号。UE可基于在信道上接收到的一个或多个参考信号来测量信道的响应。在一些示例中,UE可传输指示一组信道系数的消息。该一组信道系数可对应于表示响应的二维(2D)模型。在一些示例中,2D模型可包括信道的空间模型和时域响应。

[0007] 描述了一种用于在用户设备(UE)处进行无线通信的方法。该方法可包括:在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号;基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应;以及向基站传输指示与表示该响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0008] 描述了一种用于在UE处进行无线通信的装置。该装置可以包括处理器、与该处理

器耦合的存储器以及存储在该存储器中的指令。该指令可以能够由处理器执行以致使装置：在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号；基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应；以及向基站传输指示与表示该响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0009] 描述了用于在UE处进行无线通信的另一装置。该装置可包括：用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号的构件；用于基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应的构件；和用于向基站传输指示与表示该响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息的构件，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0010] 描述了一种存储用于在UE处进行无线通信的代码的非暂态计算机可读介质。该代码可包括能够由处理器执行以进行以下操作的指令：在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号；基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应；以及向基站传输指示与表示该响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0011] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：作为确定响应的一部分，确定通信信道的频域响应；以及基于该通信信道的频域响应来生成时域响应。

[0012] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于通信信道的时域响应或频域响应来生成空间模型。

[0013] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中，二维模型可以是空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积(Kronecker product)。

[0014] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于所确定的响应与二维模型之间的最小均方误差解来生成一组信道系数。

[0015] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中，该一组信道系数包括一组量化系数。

[0016] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于UE处的一个或多个天线、基站处的一个或多个天线或两者来生成二维模型。

[0017] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中，传输消息可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：经由控制信道或共享信道向基站传输指示一组信道系数的一组位。

[0018] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于均方误差或通信信道的信噪比来向基站传输对消息的量化位的数量的指示。

[0019] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：在第一时间隙中传输一组信道系数并且在第一时间隙之后的第二

时隙中传输一组差分信道系数,其中该一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0020] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:在第一时隙之后的第三时隙中传输第二组信道系数,该第二组信道系数不同于该一组信道系数,其中可根据第一周期来传输该一组信道系数和第二组信道系数。

[0021] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:在第二时隙之后的第四时隙中传输第二组差分信道系数,其中该第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数或一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中可根据不同于第一周期的第二周期来传输一组差分信道系数和第二组差分信道系数。

[0022] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:从基站接收指导UE启用一组差分信道系数的传输的指示,其中传输一组差分信道系数可基于接收到该指示。

[0023] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:基于UE的移动性或指示一组信道系数的消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来从基站接收指导UE使用差分编码过程的指示。

[0024] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:从基站接收对一组空间域基函数的排序的指示;以及基于该一组空间域基函数的排序来生成空间模型。

[0025] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中,该指示包括空间模型的配置,该空间模型的配置包括空间域基函数的列表并且该空间域基函数的列表对应于一组空间域基函数的排序。

[0026] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:从基站接收对一组时域基函数的排序的指示;以及基于该一组时域基函数的排序来生成时域响应。

[0027] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:传输对一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

[0028] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:作为确定响应的一部分,为多个天线端口对的集合中的每一者确定通信信道在多个定时的集合处的时域响应;基于确定通信信道在多个定时的集合处的时域响应来选择一组时域基函数;以及基于所选的一组时域基函数来生成时域响应。

[0029] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:为多个定时的集合中的每个定时确定多个天线端口对的集合上的时域响应的累积能量;以及基于为多个定时的集合中的每个定时确定时域响应的累积能量来从多个定时的集合中选择一组定时,其中选择一组时域基函数可基于所选择的一组定时。

[0030] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动

作的操作、特征、构件或指令：使用所选择的一组定时来评估所确定的响应和信道估计的均方误差，其中选择一组时域基函数可基于评估均方误差。

[0031] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：从基站接收对定时的数量的指示，其中选择一组时域基函数可基于所指示的定时的数量。

[0032] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：向基站传输对多个定时的集合中的定时的数量的指示。

[0033] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：从基站接收对一组天线端口对的指示；作为确定响应的一部分，确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性，其中每个天线端口对可与UE或基站相关联；基于确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性来选择一组空间域基函数；以及基于所选的一组空间域基函数来生成空间模型。

[0034] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于一组天线端口对中的天线端口对的最低所确定相关性来选择一组空间域基函数。

[0035] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：基于确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性来评估空间自相关矩阵，其中选择一组空间域基函数可基于该空间自相关矩阵。

[0036] 描述了一种用于在基站处进行无线通信的方法。该方法可包括：在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号；以及从UE接收指示与表示通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0037] 描述了一种用于在基站处进行无线通信的装置。该装置可以包括处理器、与该处理器耦合的存储器以及存储在该存储器中的指令。该指令可以能够由处理器执行以致使装置：在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号；以及从UE接收指示与表示通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0038] 描述了另一种用于在基站处进行无线通信的装置。该装置可包括：用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号的构件；和用于从UE接收指示与表示通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息的构件，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0039] 描述了一种非暂态计算机可读介质，该非暂态计算机可读介质存储用于在基站处进行无线通信的代码。该代码可包括能够由处理器执行以进行以下动作的指令：在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号；以及从UE接收指示与表示通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息，该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0040] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中，二维模型可以是空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

[0041] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中，该一组信道系

数包括一组量化系数。

[0042] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中,接收消息可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:经由控制信道或共享信道从UE接收指示一组信道系数的一组位。

[0043] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:基于均方误差或通信信道的信噪比来从UE接收对消息的量化位的数量的指示。

[0044] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:在第一时隙中接收一组信道系数并且在第一时隙之后的第二时隙中接收一组差分信道系数,其中该一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0045] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:在第一时隙之后的第三时隙中接收第二组信道系数,该第二组信道系数不同于该一组信道系数,其中可根据第一周期来接收该一组信道系数和第二组信道系数。

[0046] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:在第二时隙之后的第四时隙中接收第二组差分信道系数,其中该第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数或一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中可根据不同于第一周期的第二周期来传输一组差分信道系数和第二组差分信道系数。

[0047] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:向UE传输指导UE启用一组差分信道系数的传输的指示,其中接收一组差分信道系数可基于传输该指示。

[0048] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:基于UE的移动性或指示一组信道系数的消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来向UE传输指导UE使用差分编码过程的指示。

[0049] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:向UE传输对二维模型的一组空间域基函数的排序的指示。

[0050] 在本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例中,该指示包括空间模型的配置,该空间模型的配置包括空间域基函数的列表并且该空间域基函数的列表对应于一组空间域基函数的排序。

[0051] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:向UE传输对二维模型的一组时域基函数的排序的指示。

[0052] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:接收对二维模型的一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

[0053] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令:向UE传输对二维模型的定时的数量的指示。

[0054] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动

作的操作、特征、构件或指令：从UE接收对二维模型的多个定时的集合中的定时的数量的指示。

[0055] 本文所述的方法、装置和非暂态计算机可读介质的一些示例还可包括用于以下动作的操作、特征、构件或指令：向UE传输对一组天线端口对的指示，其中每个天线端口对可与UE或基站相关联。

附图说明

[0056] 图1和图2各自例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的无线通信系统的示例。

[0057] 图3例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的信道压缩过程的示例。

[0058] 图4A和图4B各自例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的性能响应图的示例。

[0059] 图5例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的时域信道响应图的示例。

[0060] 图6A和图6B各自例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的差分编码方案的示例。

[0061] 图7例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的性能响应图的示例。

[0062] 图8例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的过程流程的示例。

[0063] 图9和图10示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备的框图。

[0064] 图11示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的通信管理器的框图。

[0065] 图12示出了根据本公开的各方面的包括支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备的系统的示意图。

[0066] 图13和图14示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备的框图。

[0067] 图15示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的通信管理器的框图。

[0068] 图16示出了根据本公开的各方面的包括支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备的系统的示意图。

[0069] 图17至图20示出了例示根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的方法的流程图。

具体实施方式

[0070] 无线多址通信系统可包括许多基站或网络接入节点，各自同时支持针对多个通信设备（其可另外称为用户设备（UE））的通信。例如，无线通信系统可被配置为支持各种频带

处的多输入多输出 (MIMO) 以实现通信系统内的增加的吞吐量。在一些示例中, MIMO 通信可使用发射器 (例如, 基站或 UE) 处的多个天线和接收器 (例如, 基站或 UE) 处的多个天线经由波束形成执行。在一些情况下, UE 和基站可共享关于通信信道的质量的信息, 以改善 MIMO 通信的信号可靠性和效率。例如, 通信系统可支持用于报告信道状态反馈 (CSF) 的格式, 其中 UE 执行信道估计并且向基站报告与所估计的通信信道相关联的一个或多个参数。在一些示例中, 所报告的参数可被称为信道状态信息 (CSI), 其可包括信道质量指示符 (CQI)、预编码矩阵指示符 (PMI) 或秩指示符 (RI) 等。

[0071] 在一些示例中, 基站可通过用于使通信速率适应通信信道的技术 (例如, 自适应技术), 使用所报告的 CSI 来最大化通信信道的容量。此类自适应技术可包括信道预编码、多用户 MIMO (MU-MIMO) 调度、干扰减轻和信号秩确定等。虽然报告给基站的 CSI 可包括与所估计的通信信道相关联的参数 (例如, 预编码矩阵、调制和编码方案 (MCS) 或秩), 但这些参数可能未捕获通信信道的所有属性。即, 所报告的 CSI 可能未捕获通信信道的全部响应 (例如, 信道响应), 并且因此, 由基站获取的信道知识可能是不足的。因此, 由基站执行的自适应技术的效率可能降低。此外, 与 CSI 报告相关联的开销可随着传输设备 (例如, 基站) 使用的天线端口的数量的增加而增加。因此, 如果基站包括大量天线 (例如以支持大规模 MIMO 通信), 则 CSI 可能不是用于报告 CSF 的合适格式。

[0072] 本公开的各个方面涉及用于有效 CSF 报告的基函数选择的技术。一般来讲, 所述技术用于通过信道压缩来报告所估计的通信信道。在一些示例中, 通信设备可使用时间-频率模型 (例如, 信道的时域响应或信道的时域脉冲响应) 和时间-空间模型 (例如, 表示跨发射器和接收器处的天线端口的信道的时域响应的空间模型) 来执行二维 (2D) 信道估计并且获得表示所估计通信信道的一组信道系数。在一些示例中, UE 可使用量化和熵编码来压缩信道系数 (例如, 无损压缩)。

[0073] UE 可向基站指示一组系数。基站可使用该一组系数来获得所估计的通信信道并且确定用于自适应技术的参数, 诸如信道预编码、MU-MIMO 调度、干扰减轻和信号秩确定等。在一些示例中, UE 可使用被表示为空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积的联合 (例如, 2D) 模型来获得该一组信道系数。在一些示例中, UE 可指示通过求取联合模型的最小均方误差 (MMSE) 解而获得的一组系数。即, 信道系数的生成可通过 UE 求取使用 2D 模型的信道响应的表示与所测量的信道响应之间的 MMSE 解来完成。

[0074] 在一些示例中, 时域模型 (例如, 通信信道的时域响应或时域信道响应) 可包括一组时域基函数, 该一组时域基函数各自描述信道的时域响应的时域位置。附加地或另选地, 空间模型可包括一组或多组空间域基函数, 该一组或多组空间域基函数与基站 (例如, 发射器) 处的天线之间的空间相关性或 UE (例如, 接收器) 处的天线之间的空间相关性相关联。即, 空间域基函数可涉及基站处的天线或 UE 处的天线之间的相关性, 使得对一组空间域基函数的选择可包括选择基站处的天线或 UE 处的天线的自相关矩阵的一个或多个本征向量 (例如, 对应于最高本征值)。在一些示例中, 空间域基函数可对应于基站或 UE 处的天线。例如, 一组空间域基函数可与基站处的天线相关, 并且另一组 (例如, 不同组) 空间域基函数可与 UE 处的天线相关。

[0075] 在一些示例中, UE 可利用信道稀疏性来获得时域和空间域基函数。例如, UE 可基于不同时间位置 (例如, 延迟或定时) 处的信道的时域响应的能量来确定时域基函数。在一些

示例中,UE可选择其中时域响应的能量相对较高的多个时间延迟(例如,时域基函数)。在一些其他示例中,UE可迭代地评估不同的时间延迟组合并且选择所估计信道的预期均方误差(MSE)被减小的时间延迟的组合。

[0076] 在一些示例中,UE可通过评估与基站处的天线端口对或UE处的天线端口对相关关联的自相关矩阵来确定一组空间域基函数。例如,UE可通过测量天线端口的一个或多个对(例如,UE处的天线端口对或基站处的天线端口对)之间的相关性或者通过使用UE处的天线阵列的2D拓扑和基站处的天线阵列的2D拓扑对天线端口的一个或多个对(例如,UE处或基站处)之间的相关性进行建模来确定自相关矩阵。UE可通过对自相关矩阵执行奇异值分解(SVD)并且选择具有相对较大值(例如,本征值)的向量(例如,空间域基函数)来确定空间域基函数。在一些其他示例中,UE可基于来自基站的一个或多个指示来选择时域基函数和空间域基函数。例如,基站可向UE指示一组时域基函数和空间域基函数(例如,以给定顺序)。UE可分别为信道的时域响应和空间模型选择基函数的子集(例如,根据所指示的排序)。又如,基站可指示时域和空间域基函数的配置(例如,集合)的列表。UE可从时域响应和空间模型的相应列表中选择一组或多组基函数。在一些示例中,UE可向基站传输对所选时域和空间域基函数的指示。

[0077] 在一些示例中,UE可动态地评估信道压缩参数的不同组合以确定减少预期误差(例如,MSE)的信道压缩配置。信道压缩参数可包括时域基函数的数量、时域位置(例如,用于确定时域基函数的延迟)、空间域基函数的数量、空间域基函数索引(例如,用于确定空间域基函数)、或量化位的数量(例如,每信道系数)等。附加地或另选地,基站可向UE传输一个或多个参数以帮助UE执行信道压缩。例如,基站可传输用于执行差分编码、确定信道压缩配置、或确定时域和空间域基函数的一个或多个参数。

[0078] 附加地或另选地,UE可使用差分编码来增加其中一组系数表示所估计信道的准确性(例如,以进一步增强准确性与开销之间的折衷)。在一些示例中,与在信道估计改变时报告表示所估计信道的一组或多组全系数相比,使用差分编码可增加传输大小减小的消息以指示信道中的改变(例如,相对较小的改变)的效率。例如,UE可使用差分编码来确定第一时隙与可能在第一时隙之后出现的一个或多个其他时隙之间的量化信道系数的值的改变。在一些示例中,可相对于锚点(I时隙)来测量一个或多个其他时隙(例如,P时隙),并且在一些其他示例中,可相对于前一时隙(例如,P-1)来各自测量另一个或多个其他时隙(P时隙)。例如,第一时隙可出现在锚点时隙(例如,I)或在前一时隙(例如,P-1)处。UE可对一组差分信道系数进行编码,以向基站进行传输。在一些情况下,可以比UE传输一组信道系数的周期低的周期向基站传输一组差分信道系数。

[0079] 在一些示例中,指示表示所估计信道的一组信道系数(例如,或一组差分信道系数)可增加由基站获取的信道知识,并且因此增加由基站执行的自适应技术的效率。例如,如本文所述的2D模型可用于压缩跨发射器(例如,基站)或接收器(例如,UE)处的不同天线的信道响应。该压缩可利用长期空间相关性(例如,基站或UE处的天线之间的相关性)以及信道在时域中的稀疏性质。诸如与PMI相关的那些传统技术可指要由发射器应用的预编码矩阵而不是信道响应。另外,PMI可包括或指每天线端口的系数,并且因此可不表示信道响应或压缩的信道响应。本文所述的2D模型表示信道响应(例如,压缩的信道响应),并且可考虑长期统计信息,诸如历史信息或先前的信道响应信息。另一方面,PMI不考虑任何长期统

计信息。

[0080] 本文所述的主题的特定方面可被实现以达成一个或多个以下潜在优点。所述通信设备所采用的技术可为通信设备的操作提供益处和增强,包括提高由通信设备执行的自适应技术的效率。例如,所述技术可通过增加由通信设备获取的信道知识来支持无线通信系统的改进以及通信的可靠性。另外,如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩可减少开销,从而改进延迟和可靠性。因此,所述技术可导致改进的网络操作和网络工作效率以及其他益处。

[0081] 首先在无线通信系统的上下文中描述本公开的各方面。然后在信道压缩过程、性能响应图、差分编码方案和过程流程的上下文中描述本公开的各方面。通过并参考与用于信道反馈报告的信道压缩相关的装置图、系统图和流程图来进一步示出和描述本公开的各方面。

[0082] 图1例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的无线通信系统100的示例。无线通信系统100可包括一个或多个基站105、一个或多个UE 115和核心网络130。在一些示例中,无线通信系统100可以是长期演进 (LTE) 网络、高级LTE (LTE-A) 网络、LTE-A Pro网络或新空口 (NR) 网络。在一些示例中,无线通信系统100可以支持增强型宽带通信、超可靠通信、低时延通信、与低成本且低复杂度设备的通信或它们的任何组合。

[0083] 基站105可分散遍及地理区域以形成无线通信系统100,并且可以是不同形式的设备或具有不同能力的设备。基站105和UE 115可以经由一个或多个通信链路125无线地进行通信。每个基站105可提供覆盖区域110,UE 115和基站105可在该覆盖区域上建立一个或多个通信链路125。覆盖区域110可以是地理区域的示例,在该地理区域上,基站105和UE 115可以支持根据一个或多个无线电接入技术的信号通信。

[0084] UE 115可分散遍及无线通信系统100的覆盖区域110,并且每个UE 115可以是驻定的或移动的、或在不同时间是驻定的和移动的。UE 115可以是处于不同形式或具有不同能力的设备。图1中示出了一些示例UE 115。如图1所示,本文所述的UE 115可以能够与各种类型的设备通信,诸如其他UE 115、基站105或网络装备(例如,核心网络节点、中继设备、集成接入和回程 (IAB) 节点或其他网络装备)。

[0085] 基站105可与核心网络130进行通信、或彼此通信或两者皆有。例如,基站105可以通过一个或多个回程链路120(例如,经由S1、N2、N3或其他接口)与核心网络130连接。基站105可以通过回程链路120(例如,经由X2、Xn或其他接口)直接地(例如,在基站105之间直接地)或间接地(例如,经由核心网络130)或两者皆有来彼此通信。在一些示例中,回程链路120可以是或包括一个或多个无线链路。

[0086] 本文所述的基站105中的一者或多者可包括或可被本领域普通技术人员称为收发器基站、无线电基站、接入点、无线电收发器、NodeB、eNodeB (eNB)、下一代NodeB或千兆NodeB(其中任一者可被称为gNB)、家庭NodeB、家庭eNodeB或其他合适的术语。

[0087] UE 115可包括或可被称为移动设备、无线设备、远程设备、手持设备、或订户设备、或者某个其他合适的术语,其中“设备”也可被称为单元、站、终端或客户端等。UE 115还可以包括或可以被称为个人电子设备,诸如蜂窝电话、个人数字助理 (PDA)、平板计算机、膝上型计算机或个人计算机。在一些示例中,UE 115可以包括或可以被称为无线本地环路 (WLL) 站、物联网 (IoT) 设备、万物互联 (IoE) 设备或机器类型通信 (MTC) 设备等等,其可以在诸如

电器或车辆、仪表等等各种对象中实现。

[0088] 如图1所示,本文所述的UE 115可以能够与各种类型的设备通信,诸如有时可能充当中继的其他UE 115,以及基站105和网络装备,包括宏eNB或gNB、小型小区eNB或gNB,或中继基站等等。

[0089] UE 115和基站105可在一个或多个载波上经由一个或多个通信链路125来彼此进行无线通信。术语“载波”可以指具有用于支持通信链路125的经定义的物理层结构的一组射频频谱资源。例如,用于通信链路125的载波可以包括根据给定无线电接入技术(例如,LTE、LTE-A、LTE-A Pro、NR)的一个或多个物理层信道操作的射频频谱带的一部分(例如,带宽部分(BWP))。每个物理层信道可以承载捕获信令(例如,同步信号、系统信息)、协调载波操作的控制信令、用户数据或其他信令。无线通信系统100可以支持使用载波聚合或多载波操作进行的与UE 115的通信。根据载波聚合配置,UE 115可以被配置为具有多个下行链路分量载波和一个或多个上行链路分量载波。载波聚合可以用于频分双工(FDD)和时分双工(TDD)分量载波二者。

[0090] 在载波上传输的信号波形可包括多个子载波(例如,使用多载波调制(MCM)技术,诸如正交频分复用(OFDM)或离散傅里叶变换扩展OFDM(DFT-S-OFDM))。在采用MCM技术的系统中,资源元素可包括一个符号周期(例如,一个调制符号的持续时间)和一个子载波,其中符号周期和子载波间隔是逆相关的。每个资源元素携带的位数可以取决于调制方案(例如,调制方案的阶数、调制方案的编码率、或两者)。因此,UE 115接收的资源元素越多,并且调制方案的阶数越高,针对UE 115的数据速率就可以越高。无线通信资源可以指射频频谱资源、时间资源和空间资源(例如,空间层或波束)的组合,并且多个空间层的使用可以进一步提高与UE 115通信的数据速率或数据完整性。

[0091] 基站105或UE 115的时间间隔可用基本时间单位的倍数来表达,基本时间单位可例如指采样周期 $T_s = 1/(\Delta f_{\max} \cdot N_f)$ 秒,其中 $\Delta f_{\max}$ 可表示最大所支持子载波间隔,而 N_f 可表示最大所支持离散傅里叶变换(DFT)大小。通信资源的时间间隔可根据各自具有指定持续时间(例如,10毫秒(ms))的无线电帧来组织。每个无线电帧可由系统帧号(SFN)(例如,范围从0至1023)来标识。

[0092] 每个帧可包括多个连贯编号的子帧或时隙,并且每个子帧或时隙可具有相同持续时间。在一些示例中,帧可(例如,在时域中)被划分为子帧,并且每个子帧可被进一步划分为数个时隙。另选地,每个帧可以包括可变数量的时隙,并且时隙的数量可以取决于子载波间隔。每个时隙可以包括数个符号周期(例如,取决于附加在每个符号周期前面的循环前缀的长度)。在一些无线通信系统中,时隙可被进一步划分成多个包含一个或多个符号的微时隙。排除循环前缀,每个符号周期可包含一个或多个(例如, N_f 个)采样周期。符号周期的持续时间可以取决于子载波间隔或工作频带。

[0093] 子帧、时隙、微时隙或符号可以是无线通信系统100的最小调度单位(例如,在时域中),并且可被称为传输时间间隔(TTI)。在一些示例中,TTI持续时间(例如,TTI中的符号周期数量)可以是可变的。附加地或另选地,可以动态地选择无线通信系统100的最小调度单元(例如,在短TTI(sTTI)的突发中)。

[0094] 可根据各种技术在载波上复用物理信道。例如,可以使用时分复用(TDM)技术、频分复用(FDM)技术或混合TDM-FDM技术中的一种或多种,在下行链路载波上复用物理控制信

道和物理数据信道。物理控制信道的控制区域(例如,控制资源集(CORESET))可以由数个符号周期定义,并且可以跨载波的系统带宽或系统带宽的子集延伸。一个或多个控制区域(例如,CORESET)可以是针对一组UE 115来配置的。例如,UE 115中的一个或多个UE可以根据一个或多个搜索空间集来监测或搜索控制区域以获得控制信息,并且每个搜索空间集可以包括以级联方式排列的一个或多个聚合级别中的一个或多个控制信道候选。控制信道候选的聚合水平可以指代与针对具有给定的有效载荷大小的控制信息格式的编码信息相关联的控制信道资源(例如,控制信道元素(CCE))的数量。搜索空间集可以包括:被配置用于向多个UE 115发送控制信息的公共搜索空间集,以及用于向特定UE 115发送控制信息的UE特定搜索空间集。

[0095] 在一些示例中,基站105可以是可移动的,并且因此提供对移动的地理覆盖区域110的通信覆盖。在一些示例中,与不同技术相关联的不同地理覆盖区域110可以重叠,但不同地理覆盖区域110可以由同一基站105支持。在其他示例中,与不同的技术相关联的重叠的地理覆盖区域110可能由不同的基站105来支持。无线通信系统100可以包括例如异构网络,在异构网络中,不同类型的基站105使用相同或不同的无线电接入技术为各种地理覆盖区域110提供覆盖。

[0096] 无线通信系统100可被配置为支持超可靠通信或低时延通信或它们的各种组合。例如,无线通信系统100可被配置为支持超可靠低时延通信(URLLC)。UE 115可被设计成支持超可靠、低时延或关键功能。超可靠通信可以包括私人通信或组通信,并且可由一个或多个服务(诸如一键通、视频或数据)支持。对超可靠、低时延功能的支持可以包括服务的优先化,并且此类服务可用于公共安全或一般商业应用。术语超可靠、低时延和超可靠低时延在本文中可以互换地使用。

[0097] 在一些示例中,UE 115还可以能够在设备到设备(D2D)通信链路135上(例如,使用对等(P2P)或D2D协议)直接与其他UE 115进行通信。利用D2D通信的一个或多个UE 115可以位于基站105的地理覆盖区域110内。这种组中的其他UE 115可以在基站105的地理覆盖区域110之外,或者由于其他原因而无法接收来自基站105的传输。在一些示例中,经由D2D通信进行通信的UE 115组可利用一对多(1:M)系统,其中每个UE 115向该组中的每一个其他UE 115进行传输。在一些示例中,基站105促成调度用于D2D通信的资源。在其他情况下,D2D通信在这些UE 115之间执行而无需基站105的参与。

[0098] 核心网络130可提供用户认证、接入授权、跟踪、互联网协议(IP)连通性,以及其他接入、路由或移动性功能。核心网络130可以是演进分组核心(EPC)或5G核心(5GC),其可以包括用于管理接入和移动性的至少一个控制平面实体(例如,移动性管理实体(MME)、接入和移动性管理功能(AMF))以及用于路由分组或互连到外部网络的至少一个用户平面实体(例如,服务网关(S-GW)),分组数据网络(PDN)网关(P-GW)或用户平面功能(UPF))。控制平面实体可以管理非接入层(NAS)功能,诸如针对由与核心网络130相关联的基站105服务的UE 115的移动性、认证和承载管理。用户IP分组可以通过用户平面实体传递,用户平面实体可以提供IP地址分配以及其他功能。用户平面实体可以连接到针对一个或多个网络运营商的IP服务150。IP服务150可以包括对于互联网、内联网、IP多媒体子系统(IMS)或分组交换流服务的接入。

[0099] 一些网络设备(诸如基站105)可包括子部件,诸如接入网络实体140,其可以是接

入节点控制器 (ANC) 的示例。每个接入网络实体140可以通过一个或多个其他接入网络传输实体145与UE 115通信,这些其他接入网络传输实体可以被称为无线电头端、智能无线电头端、或传输/接收点 (TRP)。每个接入网络传输实体145可以包括一个或多个天线面板。在一些配置中,每个接入网络实体140或基站105的各种功能可以分布在各种网络设备 (例如,无线电头端和ANC) 上或者合并到单个网络设备 (例如,基站105) 中。

[0100] 无线通信系统100可使用一个或多个频带来操作,通常在300兆赫兹 (MHz) 至300千兆赫兹 (GHz) 的范围内。通常,从300MHz至3GHz的区域被称为超高频 (UHF) 区域或分米频段,因为波长范围为约一分米至一米。UHF波可能被建筑物和环境特征阻挡或重定向,但这些波可以足以穿透结构,以便宏小区向位于室内的UE 115提供服务。与使用300MHz以下频谱的高频 (HF) 或甚高频 (VHF) 部分的较小频率和较长波长的传输相比,UHF波的传输可以与较小的天线和较短的范围 (例如,小于100公里) 相关联。

[0101] 无线通信系统100可利用已许可和未许可射频频谱带两者。例如,无线通信系统100可在未许可频带诸如5GHz工业、科学和医疗 (ISM) 频带中使用已许可辅助接入 (LAA)、LTE未许可 (LTE-U) 无线电接入技术或NR技术。当在未许可射频频谱带中进行操作时,设备 (诸如,基站105和UE 115) 可采用载波侦听以用于冲突检测和冲突避免。在一些示例中,在未许可频带中的操作可与在已许可频带中操作的分量载波相结合地基于载波聚合配置 (例如,LAA)。在未许可频谱中的操作可以包括下行链路传输、上行链路传输、P2P传输或D2D传输等等。

[0102] 基站105或UE 115可以配备有多个天线,其可以用于采用诸如传输分集、接收分集、MIMO通信或波束形成的技术。基站105或UE 115的天线可以位于一个或多个天线阵列或天线面板内,其可以支持MIMO操作或者传输波束形成或接收波束形成。例如,一个或多个基站天线或天线阵列可共置于天线组件处,诸如天线塔。在一些示例中,与基站105相关联的天线或天线阵列可以位于不同的地理位置处。基站105可以具有天线阵列,天线阵列具有数行和数列天线端口,基站105可以使用这些天线端口来支持与UE 115的通信的波束形成。同样,UE 115可以具有一个或多个天线阵列,其可以支持各种MIMO或波束形成操作。附加地或另选地,天线面板可以支持针对经由天线端口传输的信号射频波束形成。

[0103] 基站105或UE 115可使用MIMO通信通过经由不同空间层传输或接收多个信号来利用多径信号传播并提高频谱效率。此类技术可被称为空间复用。例如,多个信号可由传输设备经由不同的天线或天线的不同组合来传输。类似地,该多个信号可由接收设备经由不同的天线或天线的不同组合来接收。多个信号中的每个信号可被称为单独空间流,并且可携带与相同数据流 (例如,相同码字) 或不同数据流 (例如,不同码字) 相关联的位。不同空间层可与用于信道测量和报告的不同天线端口相关联。MIMO技术包括单用户MIMO (SU-MIMO) 和MU-MIMO,在该SU-MIMO中,多个空间层被传输到同一接收设备,在该MU-MIMO中,多个空间层被传输到多个设备。

[0104] 波束形成 (其也可被称为空间滤波、定向传输或定向接收) 是可在传输设备或接收设备 (例如,基站105、UE 115) 处使用的信号处理技术,以沿着传输设备与接收设备之间的空间路径对天线波束 (例如,传输波束、接收波束) 进行形成或引导。波束形成可通过如下来实现:组合经由天线阵列的多个天线元件传送的信号,使得在相对于天线阵列的特定方向上传播的一些信号经历相长干涉,而其他信号经历相消干涉。对经由天线元件传送的信号

的调整可以包括：传输设备或接收设备将振幅偏移、相位偏移或二者应用于经由与设备相关联的天线元件传递的信号。与这些天线元件中的每个天线元件相关联的调整可以由与特定方向相关联的波束形成权重集来定义（例如，相对于传输设备或接收设备的天线阵列或相对于某个其他方向）。

[0105] 基站105或UE 115可使用波束扫描技术作为波束形成操作的一部分。例如，基站105可以使用多个天线或天线阵列（例如，天线面板）来执行用于与UE 115的定向通信的波束形成操作。一些信号（例如，同步信号、参考信号、波束选择信号或其他控制信号）可以由基站105在不同的方向上多次传输。例如，基站105可以根据与不同传输方向相关联的不同波束形成权重集来传输信号。可以使用不同波束方向上的传输来标识（例如，通过传输设备（诸如基站105），或通过接收设备（诸如UE 115））波束方向，以便基站105稍后进行传输或接收。

[0106] 一些信号（诸如与特定接收设备相关联的数据信号）可由基站105在单个波束方向（例如，与接收设备（诸如UE 115）相关联的方向）上传输。在一些示例中，可以基于在一个或多个波束方向上已传输的信号，来确定与沿单个波束方向的传输相关联的波束方向。例如，UE 115可以接收基站105在不同方向上传输的信号中的一个或多个信号，并且可以向基站105报告对UE 115以最高信号质量或其他可接受信号质量接收的信号的指示。

[0107] 在一些示例中，由设备（例如，由基站105或UE 115）进行的传输可使用多个波束方向来执行，并且该设备可使用数字预编码或射频波束形成的组合来生成组合波束以供传输（例如，从基站105传输到UE 115）。UE 115可以报告指示一个或多个波束方向的预编码权重的反馈，并且该反馈可以对应于跨系统带宽或一个或多个子频带的所配置数量的波束。基站105可传输参考信号（例如，小区特定参考信号（CRS）、信道状态信息参考信号（CSI-RS）），该参考信号可进行预编码或不进行预编码。UE 115可以提供用于波束选择的反馈，其可以是PMI或基于码本的反馈（例如，多面板型码本、线性组合型码本或端口选择型码本）。尽管参考基站105在一个或多个方向上传输的信号来描述这些技术，但是UE 115可以采用类似的技术来在不同方向多次传输信号（例如，用于标识波束方向以供UE 115后续传输或接收），或者在单个方向上传输信号（例如，用于向接收设备传输数据）。

[0108] 接收设备（例如，UE 115）可在从基站105接收各种信号（诸如同步信号、参考信号、波束选择信号或其他控制信号）时尝试多个接收配置（例如，定向监听）。例如，接收设备可通过以下操作来尝试多个接收方向：经由不同天线子阵列进行接收，根据不同天线子阵列来处理接收信号，根据应用于在天线阵列的多个天线元件处接收的信号的不同接收波束形成权重集（例如，不同定向监听权重集）进行接收，或根据应用于在天线阵列的多个天线元件处接收的信号的不同接收波束形成权重集来处理接收信号，其中任一者可指根据不同接收配置或接收方向“进行监听”。在一些示例中，接收设备可使用单个接收配置来沿单个波束方向进行接收（例如，当接收到数据信号时）。单个接收配置可在基于根据不同的接收配置方向进行侦测而确定的波束方向（例如，基于根据多个波束方向进行侦测而被确定为具有最高信号强度、最高信噪比（SNR）或其他可接受的信号质量的波束方向）上对准。

[0109] UE 115和基站105可支持数据的重传以增大数据被成功接收的可能性。混合自动重传请求（HARQ）反馈是用于增大通过通信链路125正确接收数据的可能性的一种技术。HARQ可包括错误检测（例如，使用循环冗余校验（CRC））、前向纠错（FEC）和重传（例如，自动

重传请求 (ARQ)) 的组合。HARQ可以在差的无线电状况 (例如, 低信号与噪声状况) 下改进MAC层处的吞吐量。在一些示例中, 设备可支持同时隙HARQ反馈, 在该同时隙HARQ反馈中, 设备可在一个特定时隙中针对在该时隙中的先前符号中接收的数据提供HARQ反馈。在其他情况下, 设备可在后续时隙中或根据某个其他时间间隔提供HARQ反馈。

[0110] 在一些示例中, UE 115可通过信道系数压缩来报告估计的通信信道。例如, UE 115可使用时域响应和空间模型来执行2D信道估计并且生成表示所估计的信道的一组信道系数。可对该一组信道系数进行量化和编码, 以向基站105进行传输。在一些示例中, 可使用表示信道的时间延迟的时域基函数来生成时域响应。UE 115可基于不同时间延迟处的信道的时域响应的能量来选择一组时域基函数。附加地或另选地, 空间模型可基于空间域基函数。UE 115可基于天线端口的一个或多个对 (例如, UE 115处的天线对或基站105处的天线对) 之间的所测量的相关性来选择一组空间域基函数, 或者使用UE 115处的天线阵列的2D拓扑和基站105处的天线阵列的2D拓扑来对天线端口的一个或多个对 (例如, UE 115或基站105处) 之间的相关性进行建模。

[0111] 在一些示例中, UE 115可动态地评估信道系数压缩的不同组合, 诸如基函数的数量或每信道系数所使用的量化位的数量, 以确定减少预期误差的信道压缩配置。在一些情况下, UE 115可向基站传输对一个或多个信道压缩参数的指示。附加地或另选地, 基站105可向UE 115指示一个或多个信道压缩参数以帮助UE 115生成一组信道系数。附加地或另选地, 为了增加一组系数表示所估计信道的准确性, UE 115可使用差分编码来确定量化信道系数的值在不同时隙之间的改变。在一些示例中, 指示表示所估计信道的信道系数 (例如, 而不是与所估计信道相关联的参数) 可增加由基站获取的信道知识, 并且因此增加由基站执行以增加信道的容量的自适应技术的效率。

[0112] 图2例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的无线通信系统200的示例。在一些示例中, 无线通信系统200可实现无线通信系统100的各方面。例如, 无线通信系统200可包括基站105-a和UE 115-a, 它们可以是参考图1描述的对应设备的示例。基站105-a和UE 115-a可在地理覆盖区域110-a内进行通信, 该地理覆盖区域可以是参考图1描述的地理覆盖区域110的示例。在一些示例中, UE 115-a可经由通信链路205和通信链路215与基站105-a通信。在图2的示例中, 通信链路205可以是下行链路, 并且通信链路215可以是上行链路。

[0113] 在一些示例中, 传输设备 (例如, 基站105-a) 可从接收设备 (例如, UE 115-a) 获得信道知识 (例如, 通信信道的知识), 该信道知识可在传输设备 (例如, 基站105-a) 处启用信道自适应技术。例如, 通信信道的响应 (例如, 信道响应) 可指通信信道的脉冲响应函数。即, 信道可通过信道传递函数或通信信道的脉冲响应函数的时域傅里叶变换来表征。例如, 从通信设备传输的信号可经历多路径传播, 使得所传输的信号可通过多个 (例如, 两个以上) 路径到达接收通信设备。多路径传播可由大气传导、折射或周围区域中的物体的反射引起。在一些示例中, 多路径传播可导致所传输信号的干扰和相移 (例如, 多路径干扰或多路径失真), 这可能在接收通信设备处进行检测之前影响信号。即, 在接收信号时的信号可能相对于在传输信号时的信号有所改变。

[0114] 在一些示例中, 接收信号 (例如, 经历通过通信信道的多径传播的信号) 可由通信信道的脉冲响应函数来描述。脉冲响应函数可指系统响应于外部变化 (例如, 输入) 的反应

(例如,输出)。因此,脉冲响应函数可说明在不同时间到达接收器的所传输信号(例如,简短输入信号)的不同脉冲(例如,由于经历了不同的路径)。即,通信信道的脉冲响应函数可将系统(例如,通信信道)的行为描述为时间的函数。因此,对通信信道的脉冲响应函数(例如,通信信道的响应或信道响应)的了解可有助于传输设备处的信道自适应技术。

[0115] 在一些示例中,基站105-a可使用信道自适应技术来增加信道的容量。例如,发射器可使用旨在最大化系统容量的信道自适应技术,诸如信道预编码、MU-MIMO调度、干扰减轻等。在一些示例中,基站105-a可经由CSF报告获得信道知识,其中UE 115-a执行信道估计并且向基站105-a报告与所估计的信道相关联的一个或多个参数(例如,CSI参数)。

[0116] 然而,在一些示例中,用于向基站105-a报告信道知识的技术可能是不足的。例如,使用上行链路控制信道(例如,诸如物理上行链路控制信道(PUCCH))来报告信道状态(例如,CSI参数)在开销和准确性方面可能是低效的。在一些示例中,与开销和准确性相关的低效率可随着基站105-a处的天线端口的数量的增加而增加(例如,可更加显著)(例如,对于大规模MIMO通信)。例如,如果用于基站105-a处的传输的天线端口的数量增加,则在给定信道上传输的信息可能增加(即,通信信道可能变得更丰富),并且相应地,用于信道的CSF报告的开销也可能增加。因此,用于报告CSI参数的技术(例如,解决方案)可能不适合于捕获附加的或所有信道属性,并且因此可能是信道的有限的或不准确的表示。另外,用于报告CSI参数的技术可能不太适合于大规模MIMO通信(例如,如果所报告的CSI随着发射器处的端口(例如,天线端口)的数量变化而变化),并且可能因此通过增加的延迟、网络资源的低效使用等而降低系统性能。

[0117] 在一些其他示例中,UE 115-a可通过信道压缩来报告所估计的信道本身,而不是报告与所估计的信道相关联的CSI参数。例如,UE 115-a可利用用于有效信道表示的技术来平衡用于报告信道知识的开销与表示信道的准确性。在一些示例中,有效(例如,压缩)信道表示可用作CSF格式以实现期望的开销-准确性折衷,以及启用用于例如使用一个或多个参数来调整开销-准确性折衷的机制。换句话讲,信道响应的压缩表示可用作例如在开销-准确性折衷方面的CSF报告的基础,并且启用用于根据系统参数来调整这种折衷的机制。在一些情况下,可使用信道响应的2D分解(例如,模型)来实现信道响应的压缩表示。在一些示例中,使用信道响应的这种表示可改进CSF报告效率并且启用传输设备(例如,基站105-a)处的信道自适应技术(其可使用更准确的信道知识),以增加信道的系统容量。

[0118] 作为示例性示例,UE 115-a可经由通信链路205从基站105-a接收一个或多个参考信号(例如,参考信号210)。在一些示例中,可在用于UE 115-a与基站105-a之间的通信的信道上传输参考信号210。UE 115-a可基于参考信号210来测量信道的信道响应。在一些示例中,作为测量信道响应的一部分,UE 115-a可测量信道的频域响应并且生成信道的时域响应。可根据信道的频域响应来评估信道的时域响应。附加地或另选地,UE 115-a可基于信道的时域响应或信道的频域响应来生成空间模型。例如,可通过评估信道的时域响应或频域信道响应的空间行为来生成空间模型。即,UE 115-a可计算来自基站105-a处的不同天线的信道的时域响应(例如,或频域响应)之间的相关性,并且基于所计算的相关性来确定空间模型(例如,一组空间域基函数)。在一些示例中,UE 115可经由通信链路215向基站105-a传输消息220。在一些示例中,消息220可指示与表示信道响应的2D模型相对应的一组信道系数。在一些示例中,2D模型可包括信道的时域响应和空间模型。

[0119] 图3例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的信道压缩过程300的示例。在一些示例中,信道压缩过程300可包括分别相对于图1和图2描述的无线通信系统100和200的各方面。例如,信道压缩过程300可由UE 115来实现,该UE可以是参考图1和图2描述的对应设备的示例。

[0120] 在一些示例中,信道响应的紧凑表示可利用通信信道在空间域和时域中的稀疏性质(例如,稀疏性)。例如,在空间域中,在使用自相关矩阵的一个或多个本征向量(例如,与天线端口的数量相比的若干本征向量)时,传输设备(例如,基站)处的天线端口之间的相关性或接收设备(例如,UE)处的天线端口之间的相关性可实现信道的准确表示。在一些示例中,空间域基函数可以是自相关矩阵的本征向量。换言之,基站和UE处的天线可以是相关的,使得第一天线所经历的信道可与位于第一天线附近的第二天线所经历的信道相关。因此,共置的天线可以是相关的,并且此类天线的相关性可被用于信道压缩。附加地或另选地,一个传输天线(例如,基站处的天线)与接收天线(例如,UE处的天线)之间的信道在时域中也可稀疏的。在一些示例中,信道在时域中的稀疏性(例如,时域抽头的稀疏性)可使得能够使用一个或多个时域抽头(例如,时间延迟)来准确地表示信道响应。在一些示例中,时间延迟可被用作时间-频率模型的时域基函数(例如,信道的时域响应)。

[0121] 例如,如图3所例示,空间域基函数305和时域基函数310可被组合(例如,分别在320和315处)以生成表示信道响应(例如,信道响应的紧凑表示)的2D(例如,时间和空间)模型。在一些示例中,2D模型可在信道压缩325中使用,其可包括2D信道估计330、量化340和编码350。例如,2D信道估计330可用于获得对应于2D模型的一组信道系数。附加地或另选地,信道系数的量化340和编码350(例如,熵编码)可使得能够进一步压缩报告给基站的信息(例如,有效载荷)。例如,可使用量化340和编码350(例如,分别在335和345处)来进一步压缩信道系数,并且将其传输到355处的基站。

[0122] 图4A和图4B各自例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的性能响应图400的示例。在一些示例中,性能响应图400(例如,性能响应图400-a和性能响应图400-b)可实现无线通信系统100和200的各方面或者由其实现。例如,性能响应图400可与基站和UE之间的通信相关联,该基站和UE可以是参考图1和图2描述的对应设备的示例。

[0123] 如图4A的示例所例示,信道估计报告(例如,向基站指示的一组信道系数)表示所估计信道的准确性可取决于用于表示所估计信道的位的数量(例如,每系数的位的平均数量)。例如,性能响应图400-a例示了被绘制为位的函数的压缩的信道的归一化均方误差(NMSE)(例如,压缩的信道响应与所测量的信道响应之间的误差),其中每个性能响应(例如,曲线)可表示用于生成一组空间域基函数的不同技术。换言之,性能响应图400-a例示了例如在以位计的信令开销与信道估计报告的准确性之间的不同折衷的性能。在图4A的示例中,性能响应图400-a所例示的性能可基于20MHz信道带宽、发射器(例如,基站)处的32个天线端口、接收器(例如,UE)处的1个天线端口、和3千米每小时(kmph)的UE速度。然而,可使用不同数量的时域基函数、不同数量的空间域基函数或不同数量的量化位(例如,用于量化的位)来实现不同的折衷。

[0124] 在一些示例中,性能响应(例如,性能响应425-a、性能响应420-a、性能响应415-a和性能响应410-a)可指示压缩的信道响应的NMSE(例如,从2D模型的MMSE解获得)随着用于

表示信道的位的数量(例如,每系数使用的位的平均数量)增加而减小。在一些示例中,如果一组空间域基函数是预定义的(例如,固定的),则可实现性能响应425-a,如果每60个时隙更新(例如,使用SVD计算)一组基函数,则可实现性能响应420-a,如果每20个时隙更新(例如,使用SVD计算)空间域基函数,则可实现性能响应415-a,并且如果即时更新一组基函数,则可实现性能响应410-a(例如,性能响应410-a可对应于性能响应415-a、性能响应420-a和性能响应425-a的基准)。在一些示例中,性能响应图400-a可例示例如与依赖于CSI参数的CSF机制相比,通过本文所述的信道压缩技术实现的改进(例如,相对于信令开销和信道响应的准确性两者)。在一些情况下,本文所述的信道压缩技术对于发射器侧(例如,在基站处)和接收器侧(例如,在UE处)两者可具有相对较低的复杂度。附加地或另选地,所利用的存储器还可相对较小,例如由于空间域或时域(例如,脉冲响应域)中的基函数的数量减少(例如,小于16)。

[0125] 在一些示例中,接收设备(例如,UE)的速度可影响一组信道系数的准确性如何取决于用于生成一组信道系数的空间域基函数。例如,性能响应图400-b所例示的性能可基于20MHz信道带宽、发射器(例如,基站)处的32个天线端口、接收器(例如,UE)处的1个天线端口、和120kmph的UE速度。在一些示例中,如果一组空间域基函数是预定义的(例如,固定的),则可实现性能响应425-b,如果每60个时隙更新一组基函数,则可实现性能响应420-b,如果每20个时隙更新一组基函数,则可实现性能响应415-b,并且如果即时更新一组基函数,则可实现性能响应410-b。在一些情况下,例如与图4A的示例所例示的性能响应(例如,性能响应425-a、性能响应420-a和性能响应415-a)相比,一组信道系数的性能响应(例如,性能响应425-b、性能响应420-b和性能响应415-b)可较少依赖于空间域基函数(例如,可更新空间域基函数的速率),该性能响应可基于3kmph的UE速度。

[0126] 在一些示例中,每消息的位的平均数量(例如,所得的压缩的信道位)可被表示为 $Z \times M \times B_T \times B_R$,其中Z可表示每系数的位的平均数量,M可表示时域位置(例如,时域基函数)的数量, B_T 可表示用于确定(例如,生成)传输设备(例如,基站)的空间模型的空间域基函数的数量,并且 B_R 可表示用于确定(例如,生成)接收设备(例如,UE)的空间模型的空间域基函数的数量。每系数的位的平均数量(例如,Z)(例如后量化和编码(例如,熵编码))可被周期性地或非周期性地传送给基站(例如,使用物理下行链路控制信道(PDCCH)或物理上行链路共享信道(PUSCH))。例如,可根据基站的调度来传送每系数的位的平均数量(例如,可根据一个或多个CSF机制来执行的)。附加地或另选地,压缩的信道响应的NMSE(例如,从2D模型的MMSE解获得)可被周期性地或非周期性地(例如,每CSF报告)传送给基站。

[0127] 附加地或另选地,用于量化的多个位(例如,信道系数的每实分量或虚分量的多个位)可被自适应地选择并且被周期性地或非周期性地传送(例如,根据与开销-准确性折衷相关联的参数)。在一些示例中,基站可向UE指示用于量化的期望的多个位。附加地或另选地,基站可向UE指示报告的期望准确性(例如,一组信道系数的期望NMSE或MSE)并且UE可相应地选择(例如,用于量化的)多个位。例如,为了将系数(例如,其可表示压缩的信道响应)传输到基站,UE可将系数转换为二进制表示,使得可使用多个(例如, $Z/2$ 个)位来表示每个系数分量(例如,实分量或虚分量)。在一些示例中,UE可增加位的数量(Z)以增加信道的表示的准确性(例如,并且量化误差减小)。在此类示例中,消息有效载荷也能够增加。因此,可通过调整用于量化的位的数量来实现准确性与报告开销的减少之间的折衷。

[0128] 在一些示例中,可相对于信道条件确定准确性与开销之间的折衷。例如,如果SNR相对较低,则CSF的准确性也可能较低,并且UE可选择(例如,或可由基站指示)每系数使用较少位。UE可选择位的数量,使得系数的量化噪声可不降低(例如,限制)性能。例如,可确定位的数量,使得量化噪声可比热噪声低给定因数。又如(例如,如果每系数的位的数量将设定为某个值),每系数的位的数量可与其他参数(例如,基函数的数量)共同调整以增加压缩的信道的准确性。

[0129] 在一些示例中,UE可向基站发信号通知用于量化的所选的多个位。附加地或另选地,UE可确定用于相对于信道的所经历MSE或相对于所经历SNR进行量化的多个位。在一些示例中,UE可向基站发信号通知用于量化的所选的多个位。附加地或另选地,UE可利用字典来压缩系数,例如使用熵编码器。在一些示例中,可执行熵编码器字典(例如,字典符号)的确定以减小平均消息长度(例如,指示一组信道系数)。附加地或另选地,可预定义熵编码器字典符号或者将其周期性地或非周期性地从基站传送到UE。在一些其他示例中,UE可使用先前传输的统计信息来确定熵编码器字典,并且可向基站指示所确定的熵编码器字典。在其他示例中,基站可确定要(例如,由UE)使用的熵编码器字典,并且向UE指示所确定的熵编码器字典。在一些情况下,基站可与其他UE一起(例如,共同地)向UE指示所确定的熵编码器字典,以降低与基站处的操作相关联的复杂度。

[0130] 图5例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的时域信道响应图500的示例。在一些示例中,时域信道响应图500可实现无线通信系统100和200的各方面或由其实现。例如,时域信道响应图500可与基站和UE之间的通信相关联,该基站和UE可以是参考图1和图2描述的对应该设备的示例。

[0131] 在一些示例中,可使用包括信道的空间模型和时域响应的2D(例如,时间-空间)模型来生成一组信道系数。例如,可根据空间域基函数生成空间模型,并且可基于时域基函数来生成信道的时域响应。在一些示例中,空间域基函数和时域基函数可以是参考图3描述的对应该基函数的示例。例如,空间域基函数可反映传输设备(例如,基站)处的天线端口之间或接收设备(例如,UE)处的天线端口对之间的相关性,并且时域基函数可反映信道响应的时域位置。

[0132] 在一些示例中,信道的时域响应(例如,时间-频率模型)可由信道的频域响应的时域变换来表示。换句话说,可根据信道的频率响应来评估信道的时域响应。例如,信道的时域响应可对应于针对UE处的每个天线端口的信道的所测量频域响应的傅里叶变换。即,可测量信道的频域响应并且经由傅里叶变换将其转换为(例如,稀疏的)时域响应。例如,信道的时域响应可由以下公式表示:

$$[0133] \quad \begin{bmatrix} h_0^{FD} \\ h_1^{FD} \\ \vdots \\ h_{Np-1}^{FD} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_0^{TD} \\ h_1^{TD} \\ \vdots \\ h_{Np-1}^{TD} \end{bmatrix} + n \quad (1)$$

[0134] 其中, h_i^{FD} 可表示信道的频域响应(例如,其中 h_i^{FD} 是包括多个(N个)频域系数的向量),该频域响应是在(第i)天线端口(例如,其中i的范围是从0至Np-1)处测量的, h_i^{TD} 可表示信道(例如,频域响应的傅里叶变换)的时域响应(例如,其中 h_i^{TD} 是包括多个(M个)时

域系数的向量),并且 n 可表示噪声。另外,每个矩阵 F_c 可表示一组时域(例如,脉冲响应域)基函数(例如,其中 F_c 是具有多个(N 个)行和多个(M 个)列的矩阵),其在一些情况下可以是分割成所选数量(N 个)时域基函数行的稀疏傅里叶矩阵,每个时域基函数行具有多个(M 个)系数。

[0135] 在一些示例中,可基于信道在不同时间位置(例如,延迟)处的时域响应的能量来确定时域基函数(例如, F_c)。例如,UE可选择多个(M 个)时间延迟(例如,时域基函数),其中时域响应的能量例如与其他时间延迟处的时域响应相比相对较高。在一些情况下,UE可确定(例如,求取)多个传输天线端口(例如,用于到基站的上行链路通信的每个天线端口)处和多个接收天线端口(例如,用于来自基站的下行链路通信的每个天线端口)处的通信信道的时域响应,并且累积能量(例如,在传输和接收天线端口中的每一者上)达多个时间延迟(例如, M 个时间延迟)。例如,如图5的示例所例示,时域信道响应图500例示了在各种时间延迟(例如, $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$)处的通信信道的归一化时域响应(例如,时域信道响应)。在一些情况下,UE可选择前 M 个时间延迟(例如,位置)作为时域基函数。作为具体示例,如果 M 等于3,则时域位置可包括 τ_0, τ_1 和 τ_3 。

[0136] 在一些其他示例中,UE可使用迭代方法来求取 M 个时间位置(例如,匹配追踪)。例如,UE可迭代地评估不同的时间延迟组合并且选择所估计信道的预期均方误差(MSE)被减小的时间延迟的组合。在一些示例中,在每次迭代期间(例如,在每一轮),UE可在配置的或预定义的多个(m 个)可用时间位置(例如, $\tau_0, \tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$,其中, m 等于5)上循环,并且评估预期MSE,例如如果可用时间位置中的每一者将被添加到时间位置的子集。UE可使用预期MSE来确定将在相应的迭代(例如,一轮)期间添加(例如,选择)的时间位置并且继续迭代,例如直到选择了期望数量(M 个)的位置为止。在一些示例中,UE还可执行细化阶段。例如,UE可在 M 个所选时间位置上循环,并且在每次迭代期间,移除一个时间位置(例如,从 M 个时间位置的集合中移除)并且搜索多个(m 个)可用时间位置中的另一个(例如,尚未选择的)时间位置,使得MSE将得到改善。在一些情况下,如果利用另一个时间位置(例如,实际上)改善了MSE,则UE可利用另一个时间位置来替换所移除的时间位置。

[0137] 在一些示例中,UE可向基站指示所选时间位置作为时域基函数。在一些情况下,该指示可以是直接的或处于不同的方式(例如,该指示可对应于与先前状态的差异)。在一些情况下,基站可向UE发信号通知要使用的时间位置的数量(M)。在一些其他情况下,UE可向基站报告时间位置的数量(M)。另外,基站可向UE发信号通知要使用的时域粒度(例如,用于确定时域基函数),或者UE可向基站报告时域粒度。附加地或另选地,基站可发信号通知报告的期望(例如,目标)准确性(例如,用于压缩的信道响应的期望MSE),并且UE可基于期望MSE来确定时间位置的数量或时域粒度。在一些情况下,UE可向基站报告时间位置的数量或时域粒度。在一些示例中,时间位置的数量或时域粒度可被基站用来重构信道的时域响应。附加地或另选地,基站可向UE指示时域基函数的码本。在这种示例中,UE可从所指示的码本中选择一组时域基函数。附加地或另选地,UE可向基站报告码本的所选时域基函数的索引。

[0138] 在一些情况下,UE可发信号通知周期性更新的基函数(例如,时域基函数或空间域基函数),例如其中更新间隔基于由基站和UE两者确定的预定义值(例如,分别地)、由UE基于UE的移动性状态选择的预定义值、UE的速度、或由基站配置的值(例如,经由无线电资源控制(RRC)消息)。在此类情况下,每个指示可具有特定的周期。在一些其他情况下,基函数

可被非周期性地更新,例如,UE或基站可基于通信带宽的变化或报告的降低的目标准确性或降低的MSE(例如,所测量MSE的下降)来请求基向量的非周期性更新。在此类情况下,可使用下行链路控制信息(DCI)、MAC-CE或RRC消息来传送每个指示。

[0139] 在一些示例中,可使用信道的时域响应或信道的频域响应来评估空间模型(例如,时间-空间模型)。例如,可基于信道的时域响应或信道的频域响应的空间行为来生成空间模型。在一些示例中,空间模型可对应于(例如,涉及)被表示为空间域基函数的线性组合的空间上的每个时域延迟(例如,抽头)。在一些示例中,空间模型可由以下公式表示:

$$[0140] \quad \begin{bmatrix} h_0^{TD}[m] \\ h_1^{TD}[m] \\ \vdots \\ h_{Np-1}^{TD}[m] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,Br-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,Br-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{Np-1,0} & U_{Np-1,1} & \cdots & U_{Np-1,Br-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_0[m] \\ c_1[m] \\ \vdots \\ c_{Br-1}[m] \end{bmatrix} \quad (2)$$

[0141] 其中 $h_i^{TD}[m]$ 可表示信道的时域响应(例如,时域抽头),该时域响应是在UE的(第i)天线端口处测量的(例如,其中i的范围是从0至 $Np-1$),并且 $c_j[m]$ 可表示所估计通信信道的时间-空间响应(例如,其中j的范围是从0至 $Br-1$)。附加地或另选地,每个矩阵 $U_{i,j}$ 可表示空间域基函数。因此,天线(例如,空间)映射上的每个时域响应($h_i^{TD}[m]$)的参与使用比频域系数的数量少的基函数的数量(Br)来表示(例如, $Br < Np$)。如公式2所例示,时域响应的 Np 值可被描述为 Br 基函数的线性组合,并且该线性组合的 Br 权重可以是向量 c (例如, $c_0[m]$ 到 $c_{Br-1}[m]$)。在一些示例中,不同的时域响应($h_i^{TD}[m]$)可使用相同的基函数(例如, U 矩阵),但使用不同的 c 向量(例如,权重)。

[0142] 在一些示例中,可使用多种技术来确定空间域基函数。不同的技术可被应用于例如传输设备或基站处的天线端口阵列以及接收设备或UE处的天线端口阵列,以选择空间域基函数。在一个示例中,UE可通过评估例如UE天线端口阵列或基站天线端口阵列的自相关矩阵来选择空间域基函数。在一些示例中,UE可通过直接测量每对天线端口(例如,UE处的每对天线端口或基站处的每对天线端口)之间的相关性来评估自相关矩阵。在一些其他示例中,UE可测量最低相关天线端口对(例如,来自一组相关天线端口对)并且使用线性插值来评估(例如,一组相关天线端口对的)其他相关天线端口对之间的相关性。例如,为了基于最低相关天线端口来选择空间域基函数,基站可指示基站的天线阵列处具有最低相关性(例如,相对于相应天线阵列处的其他天线端口)的天线端口的数量(例如,2)。作为响应,UE可评估所指示的天线端口之间的相关性,并且基于相关性值来确定空间域基函数。

[0143] 在又一些其他示例中,UE可使用天线阵列的2D拓扑(例如,在UE处或在基站处)作为自相关矩阵的模型。在此类示例中,UE可测量(例如,基站处的)端口的一个或多个对的相关性并推断(例如,基站处的一组相关天线端口对的)其他天线端口对的相关性,假设该相关性具有以下形式: $p = f_1 e^{-d \cdot f_2}$,其中 f_1 和 f_2 可对应于2D拓扑模型的参数,该参数可被调整以使该模型适合观察,并且 d 可对应于相关(例如,两个)天线端口之间的距离。在一些示例中,可使用一种类型的参考信号(例如,CSI-RS)来测量(例如,由UE)基站处的天线端口对之间的相关性,以确定基站的自相关矩阵。在一些其他示例中,另一种类型的参考信号(例如,SRS)可用于(例如,由基站)确定UE的自相关矩阵。在一些其他情况下,可使用任何下行

链路参考信号来确定基站的自相关矩阵,并且可使用任何上行链路参考信号来确定UE的自相关矩阵。

[0144] 在一些其他示例中,UE可通过对空间自相关矩阵执行SVD来确定空间域基函数。例如,SVD可被表示为:

$$[0145] \quad [U, S, V] = \text{svd}(R_{bs}) \quad (3)$$

[0146] 其中U、S和V可各自为 $N \times N$ 矩阵,并且 R_{bs} 可以是基站处的自相关矩阵。

[0147] 在这种示例中,UE可选择对应于(例如,一组本征值的)最大B个本征值的前B个向量(例如,本征向量)。例如,UE可求取与天线端口的线性组合相对应的本征向量,其中例如与天线端口的其他线性组合的信道响应中的变化相比,可能发生相对较大的变化(例如,在信道响应中)。在一些示例中,所选本征向量(例如,基函数)可被表示为:

$$[0148] \quad W = \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,B-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,B-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{Np-1,0} & U_{Np-1,1} & \cdots & U_{Np-1,B-1} \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0149] 在一些示例中,一个或多个信号可支持对自相关矩阵的评估。例如,基站可向UE指示(例如,或者UE可向基站指示)具有相对较低相关性的一个或多个天线端口对。在一些示例中,基站可向UE指示(例如,或者UE可向基站指示)相应设备的天线阵列的2D拓扑。在其他示例中,基站可向UE指示UE自相关矩阵。在一些情况下,该指示可处于直接的方式或处于不同的方式(例如,该指示可对应于与先前状态的差异)。在一些示例中,基站可指示UE处的哪些天线端口对与(例如,一组天线端口对的)最低相关天线端口对相对应。在一些其他示例中,基站可向UE指示2D拓扑模型(例如, f_1 和 f_2)。

[0150] 在一些示例中,一个或多个信号可支持对空间域基函数的选择。例如,基站可向UE指示要使用的空间域基函数的数量(例如, B_T 或 B_R)。基站可指示报告的期望准确性(例如,压缩的信道响应的期望MSE),并且UE可基于所指示的MSE来确定空间域基函数的数量(例如, B_T 或 B_R)。在一些情况下,UE可向基站报告要使用的空间域基函数的数量。在其他情况下,基站可向UE指示接收天线的空间域基函数值或一组预定义的基函数的索引。在另外的情况下,该指示可以是直接的或处于不同的方式(例如,该指示可对应于与先前状态的差异)。UE可向基站指示传输天线基函数值或一组预定义的基函数的索引。在一些示例中,该指示可处于直接的方式或处于不同的方式(例如,该指示可对应于与先前状态的差异)。在一些示例中,可周期性地(例如,以针对每种指示类型的专用周期性)或非周期性地传输每个任选的指示。例如,可使用DCI、介质访问控制-控制元素(MAC-CE)或RRC消息来传送这些指示。

[0151] 在一些示例中,空间模型可从传输设备(例如,基站)的角度被单独地写为:

$$[0152] \quad \begin{bmatrix} h_{0,rx}^{TD}[m] \\ h_{1,rx}^{TD}[m] \\ \vdots \\ h_{Np^{TX}-1,rx}^{TD}[m] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,B_T-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,B_T-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{Np^{TX}-1,0} & U_{Np^{TX}-1,1} & \cdots & U_{Np^{TX}-1,B_T-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_0[m] \\ c_1[m] \\ \vdots \\ c_{B_T-1}[m] \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0153] 并且从接收设备(例如,UE)的角度被单独地写为:

$$[0154] \quad \begin{bmatrix} h_{tx,0}^{TD}[m] \\ h_{tx,1}^{TD}[m] \\ \vdots \\ h_{tx,N_p^{RX}-1}^{TD}[m] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,B_R-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,B_R-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{N_p^{RX}-1,0} & U_{N_p^{RX}-1,1} & \cdots & U_{N_p^{RX}-1,B_R-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_0[m] \\ c_1[m] \\ \vdots \\ c_{B_R-1}[m] \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0155] 其中 $h_{i,rx}^{TD}[m]$ 和 $h_{tx,i}^{TD}[m]$ 可表示信道的时域响应,该时域响应是分别在基站和UE的(第i)天线端口处测量的(例如,其中i的范围是从0至 N_p-1),并且 $c_i[m]$ 表示所估计信道的时域-空间响应。

[0156] 在这种示例中,信道的时域响应可被写为:

$$[0157] \quad \begin{bmatrix} h_{0,rx}^{FD} \\ h_{1,rx}^{FD} \\ \vdots \\ h_{N_p-1,rx}^{FD} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_c \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} h_{0,rx}^{TD} \\ h_{1,rx}^{TD} \\ \vdots \\ h_{N_p-1,rx}^{TD} \end{bmatrix} + n \quad (7)$$

[0158] 并且2D模型(例如,时间-空间模型)可被表示为信道的时域响应与空间模型的克罗内克积。例如,2D模型可被写为:

$$[0159] \quad h^{FD} = \begin{bmatrix} h_{0,0}^{FD} \\ h_{1,0}^{FD} \\ \vdots \\ h_{N_p^{TX}-1,N_p^{RX}}^{FD} \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} F_c & 0 & 0 & 0 \\ 0 & F_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_c \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,B_T-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,B_T-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{N_p^{TX}-1,0} & U_{N_p^{TX}-1,1} & \cdots & U_{N_p^{TX}-1,B_T-1} \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} U_{0,0} & U_{0,1} & \cdots & U_{0,B_R-1} \\ U_{1,0} & U_{1,1} & \cdots & U_{1,B_R-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ U_{N_p^{RX}-1,0} & U_{N_p^{RX}-1,1} & \cdots & U_{N_p^{RX}-1,B_R-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_{0,0} \\ c_{1,1} \\ \vdots \\ c_{B_R-1,B_R-1} \end{bmatrix} + n \quad (8)$$

$$= A \cdot c + n$$

[0160] 这里,c可以是表示信道系数的向量,A可表示2D模型, σ^2 可表示SNR,I可表示单位矩阵,并且 h^{FD} 可表示信道的所测量频域响应。即,公式8可描述信道的所测量频域响应(h^{FD})与表示压缩的信道响应的信道系数(c)之间的关系。在一些示例中,可使用以下公式的线性最小均方误差(LMMSE)来计算信道系数的值(例如,向量c):

$$[0161] \quad c = (A^H \cdot A + \sigma^2 I)^{-1} A^H \cdot h^{FD}. \quad (9)$$

附加地或另选地,可使用LMMSE解(例如,SNR的自适应)每CSF报告地计算信道系数(c)。

[0162] 在一些示例中,UE可动态地评估信道压缩参数的不同组合以确定能够减少预期误差(例如,MSE)的信道压缩配置。例如,可使用信道压缩的动态配置,使得对于给定的报告大小,UE可动态地(例如,每报告地)评估一个或多个配置选项(例如,其中报告大小小于或等于预定大小),选择具有期望性能(例如,降低的MSE)的选项,并且相应地传输报告(例如,对一组信道系数的指示)。在一些示例中,动态地评估信道压缩参数的不同组合可例如通过改进信道压缩参数之间的折衷(例如,每实现的信道响应)来改进性能。在一些示例中,可针对动态配置考虑的参数可包括空间域基函数的数量、空间域基函数索引的数量(例如,对应于

一个或多个预定义的空间域基函数)、时域基函数的数量或量化位的数量。

[0163] 在一些示例中,可考虑一个或多个选项来实现减少的信令开销。例如,可相对于对性能的相应预期贡献来对时域基函数和空间域基函数进行排序。在一些示例中,随着基函数的数量增加,压缩的信道估计的准确性也增加。然而,每个基函数对所实现准确性的贡献可能是不相同的。因此,可根据预期贡献(例如,根据对应的本征值顺序)对基函数进行排序,使得如果UE确定(例如,动态地)将基函数的数量减少到数量(K),则UE可从排序列表选择前K个基函数。因此,UE可报告值K而不是报告所选基函数(例如,K个索引,每个索引对应于所选基函数),从而减少开销。

[0164] 可动态地发信号通知时域基函数的数量和空间域基函数的数量(例如,向UE)并根据排序对其进行选择。UE可例如使用一组专用的选择参数在一个或多个不同的配置集合(例如,用于动态配置的参数集)之间切换。在一些示例中,可基于时域基函数的数量或空间域基函数的数量来确定每个配置选项。在一些示例中,时域基函数的数量或空间域基函数的数量可与量化位的数量(例如,将用于量化的位的数量)一起指示(例如,共同地)。在一些示例中,一个或多个基函数(例如,空间域基函数或时域基函数)可由UE使用一个或多个专用参数来替换。

[0165] 在一些示例中,基站可向UE指示空间域基函数的排序,UE可根据该排序来动态地选择要在空间模型中使用的一个或多个空间域基函数。在一些示例中,UE可向基站报告所选空间域基函数或所选空间域基函数的排序(例如,用于重构空间模型)。基站可指示时域基函数的排序,UE可根据该排序来动态地选择要在信道的时域响应中使用的一个或多个时域基函数。在一些示例中,UE可向基站报告所选时域基函数或选择时域基函数的排序(例如,用于重构信道的时域响应)。基站可指示配置集合的列表(例如,包括一组空间域基函数和一组时域基函数的一个或多个配置),UE可根据该配置集合来动态地选择要用于确定信道的时域响应和空间模型的配置。在一些示例中,UE可向基站报告所选配置。每个配置的集合可包括空间域基函数的数量、时域基函数的数量或用于量化的位的数量。在一些示例中,UE可向基站报告所选配置。在一些示例中,基站可向UE指示时域基函数的数量、空间域基函数的数量或用于量化的位的数量。在一些其他示例中,UE可向基站报告时域基函数的数量、空间域基函数的数量或用于量化的位的数量。在一些示例中,这些指示中的一个或多个指示可经由DCI、MAC-CE或RRC消息来指示。

[0166] 图6A和图6B各自例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的差分编码方案600的示例。在一些示例中,差分编码方案600(例如,差分编码方案600-a和差分编码方案600-b)可包括分别相对于图1和图2描述的无线通信系统100和200的各方面。例如,差分编码方案600可由UE 115来实现,该UE可以是参考图1和图2描述的对应设备的示例。

[0167] 如图6A的示例所例示,UE可使用差分编码来增加一组信道系数表示所估计信道的准确性。在差分编码的一些情况下,UE可以降低的周期发送(例如,指示)信道系数,例如在帧内编码时隙(例如,I时隙610)处,并且在帧间编码时隙(例如,P时隙615)处发送(例如,指示)一组信道系数的改变。换句话讲,差分编码可包括在“帧内编码时隙”(“I时隙”)处以低周期发送信道系数,并且在其他“帧间编码时隙”(“P时隙”)处发送系数的改变。在差分编码选项605-a的示例中,可相对于在锚点时隙(例如,I时隙610-a)处测量的信道系数的值来测

量在给定P时隙615(例如,P时隙615-b)处指示的信道系数的改变。例如,信道系数可相对于锚点时隙(I时隙)是差分的。在差分编码选项605-b的示例中,可相对于前一时隙(例如,P时隙615-d)来测量在给定P时隙615(例如,P时隙615-e)处指示的信道系数的改变。例如,信道系数可相对于前一时隙是差分的。在一些情况下,可根据接收器处的重构信道(例如,从基站的角度)来测量这些改变。

[0168] 如图6B的示例所例示,UE可执行2D信道估计620以获得一组信道系数。在625处,UE可使用量化630来压缩一组信道系数。在一些示例中,2D信道估计和量化630可以是参考图3描述的对应过程的示例。在一些示例中,在635处,可从一组量化的信道系数中减去对应于重构信道的信道系数(例如,重构信道系数)以计算一组差分信道系数(例如,经由算子645)。在一些示例中,算子645可在650处将一组差分信道系数输出到将在P时隙上传输的差分信息685。在一些情况下,P时隙可以是参考图6A描述的P时隙的示例。附加地或另选地,在655处,可将一组差分信道系数输入到差分解码器660中。例如,可将一组差分信道系数输入到复用器665中。在640处,可将从2D信道估计620生成的一组信道系数(例如,将在I时隙中传输的一组信道系数)输入到差分解码器660中。在一些情况下,I时隙可以是参考图6A描述的I时隙的示例。例如,可将一组信道系数输入到复用器665中。在一些情况下,一组信道系数可经由复用器665与一组差分信道系数复用。在670处,可将复用器665的输出输入(例如,并且存储)到累加器675中。在一些示例中,累加器675可在I时隙(例如,锚点时隙)上重置。在680处,可经由算子645从一组量化的信道系数中减去累加器675的输出(例如,重构信道系数),并且该输出可与相对于前一P时隙测量的一组差分信道系数相对应。

[0169] 在一些示例中,可将熵编码器应用于差分解码器的输出(例如,差分解码器660),例如以压缩所传输的消息(例如,对一组差分信道系数的指示)。在一些示例中,熵编码器可利用差分解码器660的输出值的概率的相对较高不平衡。在一些示例中,熵编码器(例如,或熵解码器)的字典可具有不同的配置。例如,熵编码器的字典可以是预定义的字典(例如,相对于量化数量的位),或者熵编码器的字典可通过收集并分析差分解码器660的输出值的统计信息来更新(例如,随时间)。

[0170] 图7例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的性能响应图700的示例。在一些示例中,性能响应图700可实现无线通信系统100和200的各方面或由其实现。例如,性能响应图700可与基站和UE之间的通信相关联,该基站和UE可以是参考图1和图2描述的对应该设备的示例。

[0171] 如图7的示例所例示,信道估计报告(例如,向基站指示的一组信道系数)表示所估计信道的准确性可取决于用于表示所估计信道的位的数量(例如,每系数的位的平均数量)。例如,性能响应图700例示了根据位绘制的压缩的信道的NMSE(例如,从2D模型的MMSE解获得),其中性能响应715(例如,性能响应715-a和性能响应715-b)表示使用能够每60个时隙更新的一组基函数生成的一组信道系数,并且性能响应710(例如,性能响应710-a和性能响应710-b)表示使用能够每16个时隙更新的一组基函数生成的一组信道系数。在一些示例中,性能响应715-b和性能响应710-b可表示使用差分解码的性能(例如,编码)。例如,用于实现性能响应715-b和性能响应710-b的一组相应的信道系数可以是使用本公开通篇(包括相对于图6A和图6B)描述的差分编码而生成的一组差分信道系数。

[0172] 在图7的示例中,以位计的信令开销与信道估计报告的准确性(例如,压缩的信道

响应的NMSE)之间的不同折衷的性能可基于20MHz信道带宽、传输设备(例如,基站)处的32个天线端口、和接收设备(例如,UE)处的1个天线端口。在一些示例中,可使用不同数量的时域基函数、不同数量的空间域基函数或不同数量的量化位(例如,用于一组信道系数的量化的位)来实现不同的折衷(例如,性能响应)。如图7的示例所例示,应用差分编码器可减少信令开销。例如,箭头725例示了性能响应715-a与性能响应715-b之间的信令开销(例如,位的数量)的减少,箭头720例示了性能响应710-a与性能响应710-b之间的信令开销(例如,位的数量)的减少。

[0173] 在一些示例中,基站可向UE指示要使用的用于量化的位的数量,或者在一些其他示例中,UE可向基站报告由UE用于量化的位的数量。在一些示例中,基站可向UE传输用于UE启用或禁用差分编码的指示。在一些其他示例中,UE可向基站指示是否可以启用或禁用差分编码。基站可向UE指示用于差分编码的方法。例如,UE可指示是否可以相对于P时隙或I时隙来测量一组差分信道系数。在一些示例中,用于差分编码的方法可基于UE的移动性和CSF报告(例如,连续CSF报告)之间的时间间隙(例如,间隔)。基站可向UE指示I时隙周期,或者UE可向基站指示I时隙周期。基站可向UE指示熵编码器的字典,或者UE可向基站报告熵编码器的字典。在一些示例中,可向多个UE(例如,共同地)指示熵编码器的字典,以降低与基站处的操作相关联的复杂度。在一些示例中,基站可指示报告的期望准确性(例如,压缩的信道响应的期望NMSE或MSE),并且UE可基于向UE指示的期望准确性来确定要使用的用于量化的位的数量或I时隙周期。

[0174] 在一些示例中,可周期性地或非周期性地传输这些指示中的一个或多个指示。例如,可基于由基站和UE确定的预定义值、每UE速度的预定义值、或由基站更新的值(例如,经由RRC消息)来周期性地传输这些指示。在这种示例中,每个指示可具有专用周期。又如,可非周期地更新基函数。例如,UE或基站可基于UE的移动性或降低的MSE(例如,所测量MSE的下降)来请求基函数的非周期性更新。在此类示例中,可使用DCI、MAC-CE或RRC消息来传送每个指示。

[0175] 图8例示了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的过程流程800的示例。在一些示例中,过程流程800可实现无线通信系统100和200的一个或多个方面或由其实现。例如,过程流程800可由基站105-b或UE 115-b实现,它们可以是参考图1和图2描述的对应该设备的示例。在对过程流程800的以下描述中,UE 115-b与基站105-b之间的操作可与所示的示例顺序不同的顺序来传输,或者由UE 115-b与基站105-b执行的操作可不同的顺序或在不同的时间执行。也可省略一些操作。

[0176] 如图8的示例所例示,UE 115-b可在805处从基站105-b接收一个或多个参考信号。在一些示例中,UE 115-b可在用于UE 115-b与基站105-b之间的通信的信道上接收一个或多个参考信号。在一些情况下,该一个或多个参考信号可以是参考图5描述的参考信号(例如,CSI-RS)。在810处,UE 115-b可测量信道的响应。在一些示例中,UE 115-b可基于在信道上接收到的一个或多个参考信号来测量响应。在815处,UE 115-b可传输指示一组信道系数的消息。在一些情况下,该一组信道系数可对应于表示响应的2D模型。在一些示例中,2D模型可包括信道的空间模型和时域响应。在一些情况下,信道的空间模型和时域响应可以是参考图3至图5描述的信道的空间模型和时域响应的示例。

[0177] 图9示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备905

的框图900。设备905可以是如本文所述的UE 115的各方面的示例。设备905可包括接收器910、发射器915和通信管理器920。设备905还可包括处理器。这些部件中的每个部件可(例如,经由一条或多条总线)彼此通信。

[0178] 接收器910可提供用于接收信息(诸如与各种信息信道(例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合)的构件。信息可传递到设备905的其他部件。接收器910可利用单个天线或多个天线的集合。

[0179] 发射器915可提供用于传输由设备905的其他部件生成的信号的构件。例如,发射器915可传输信息,诸如与各种信息信道(例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合。在一些示例中,发射器915可与接收器910共置于收发器模块中。发射器915可利用单个天线或多个天线的集合。

[0180] 通信管理器920、接收器910、发射器915或它们的各种组合、或它们的各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面的构件的示例。例如,通信管理器920、接收器910、发射器915或它们的各种组合或部件可支持用于执行本文所述的功能中的一个或多个功能的方法。

[0181] 在一些示例中,通信管理器920、接收器910、发射器915或它们的各种组合或部件可在硬件中(例如,在通信管理电路中)实现。硬件可以包括处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件部件或它们的任何组合,其被配置为或以其他方式支持用于执行在本公开中描述的功能的部件。在一些示例中,处理器和与处理器耦合的存储器可以被配置为执行本文所述的一个或多个功能(例如,通过由处理器执行存储在存储器中的指令)。

[0182] 附加地或另选地,在一些示例中,通信管理器920、接收器910、发射器915或它们的各种组合或部件可在由处理器执行的代码中(例如,作为通信管理软件或固件)实现。如果在由处理器执行的代码中实现,则通信管理器920、接收器910、发射器915或它们的各种组合或部件的功能可由(例如,被配置为或以其他方式支持用于执行本公开中所描述的功能的构件的)通用处理器、DSP、中央处理单元(CPU)、ASIC、FPGA或者这些或其他可编程逻辑设备的任何组合执行。

[0183] 在一些示例中,通信管理器920可被配置为使用接收器910、发射器915或两者或以其他方式与它们协作来执行各种操作(例如,接收、监测、传输)。例如,通信管理器920可从接收器910接收信息,向发射器915发送信息,或者与接收器910、发射器915或两者结合地被集成以接收信息、传输信息或执行如本文所述的各种其他操作。

[0184] 根据在本文公开的示例,通信管理器920可支持在UE处的无线通信。例如,通信管理器920可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号的构件。通信管理器920可被配置为或以其他方式支持用于基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应的构件。通信管理器920可被配置为或以其他方式支持用于向基站传输指示与表示响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0185] 通过根据如本文所述的示例包括或配置通信管理器920,设备905(例如,控制或者

以其他方式耦合到接收器910、发射器915、通信管理器920或它们的组合的处理器)可支持用于减少处理和更高效地利用通信资源的技术。

[0186] 图10示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备1005的框图1000。设备1005可以是如本文所述的设备905或UE 115的各方面的示例。设备1005可包括接收器1010、发射器1015和通信管理器1020。设备1005还可包括处理器。这些部件中的每个部件可(例如,经由一条或多条总线)彼此通信。

[0187] 接收器1010可提供用于接收信息(诸如与各种信息信道(例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合)的构件。信息可传递到设备1005的其他部件。接收器1010可利用单个天线或多个天线的集合。

[0188] 发射器1015可提供用于传输由设备1005的其他部件生成的信号的构件。例如,发射器1015可传输信息,诸如与各种信息信道(例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合。在一些示例中,发射器1015可与接收器1010共置于收发器模块中。发射器1015可利用单个天线或多个天线的集合。

[0189] 设备1005或其各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面的构件的示例。例如,通信管理器1020可包括参考信号接收部件1025、信道响应部件1030、消息传输部件1035或它们的任何组合。通信管理器1020可以是如本文所述的通信管理器920的各方面的示例。在一些示例中,通信管理器1020或其各种部件可被配置为使用接收器1010、发射器1015或两者或以其他方式与它们协作来执行各种操作(例如,接收、监测、传输)。例如,通信管理器1020可从接收器1010接收信息,向发射器1015发送信息,或者与接收器1010、发射器1015或两者结合地被集成以接收信息、传输信息或执行如本文所述的各种其他操作。

[0190] 根据在本文公开的示例,通信管理器1020可支持在UE处的无线通信。参考信号接收部件1025可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号的构件。信道响应部件1030可被配置为或以其他方式支持用于基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应的构件。消息传输部件1035可被配置为或以其他方式支持用于向基站传输指示与表示响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0191] 图11示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的通信管理器1120的框图1100。通信管理器1120可以是如本文所述的通信管理器920、通信管理器1020或两者的各方面的示例。通信管理器1120或其各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面的构件的示例。例如,通信管理器1120可包括参考信号接收部件1125、信道响应部件1130、消息传输部件1135、时域响应部件1140、信道系数部件1145、2D模型部件1150、差分信道系数部件1155、排序部件1160、空间模型部件1165、天线端口对部件1170、差分编码部件1175、定时部件1180、或它们的任何组合。这些部件中的每个部件可(例如,经由一条或多条总线)直接或间接地彼此通信。

[0192] 根据在本文公开的示例,通信管理器1120可支持在UE处的无线通信。参考信号接收部件1125可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信

道上从基站接收至少一个参考信号的构件。信道响应部件1130可被配置为或以其他方式支持用于基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应的构件。消息传输部件1135可被配置为或以其他方式支持用于向基站传输指示与表示响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0193] 在一些示例中,信道响应部件1130可被配置为或以其他方式支持用于作为确定响应的一部分,确定通信信道的频域响应的构件。在一些示例中,时域响应部件1140可被配置为或以其他方式支持用于基于通信信道的频域响应来生成时域响应的构件。

[0194] 在一些示例中,空间模型部件1165可被配置为或以其他方式支持用于基于通信信道的时域响应或频域响应来生成空间模型的构件。在一些示例中,二维模型是空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

[0195] 在一些示例中,信道系数部件1145可被配置为或以其他方式支持用于基于所确定的响应与2D模型之间的MMSE解来生成一组信道系数的构件。在一些示例中,该一组信道系数包括一组量化系数。在一些示例中,2D模型部件1150可被配置为或以其他方式支持用于基于UE处的一个或多个天线、基站处的一个或多个天线、或两者来生成2D模型的构件。

[0196] 在一些示例中,为了支持传输消息,消息传输部件1135可被配置为或以其他方式支持用于经由控制信道或共享信道向基站传输指示一组信道系数的一组位的构件。在一些示例中,消息传输部件1135可被配置为或以其他方式支持用于基于通信信道的均方误差或信噪比来向基站传输对消息的量化位的数量的指示的构件。

[0197] 在一些示例中,信道系数部件1145可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙中传输一组信道系数的构件。在一些示例中,差分信道系数部件1155可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙之后的第二时隙中传输一组差分信道系数的构件,其中该一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0198] 在一些示例中,信道系数部件1145可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙之后的第三时隙中传输第二组信道系数的构件,该第二组信道系数不同于该一组信道系数,其中根据第一周期来传输该一组信道系数和第二组信道系数。

[0199] 在一些示例中,差分信道系数部件1155可被配置为或以其他方式支持用于在第二时隙之后的第四时隙中传输第二组差分信道系数的构件,其中该第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数或一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中根据不同于第一周期的第二周期来传输一组差分信道系数和第二组差分信道系数。

[0200] 在一些示例中,差分信道系数部件1155可被配置为或以其他方式支持用于从基站接收指导UE启用一组差分信道系数的传输的指示,其中传输一组差分信道系数基于接收到该指示。在一些示例中,差分编码部件1175可被配置为或以其他方式支持用于基于UE的移动性或指示一组信道系数的消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来从基站接收指导UE使用差分编码过程的指示的构件。

[0201] 在一些示例中,排序部件1160可被配置为或以其他方式支持用于从基站接收对一组空间域基函数的排序的指示的构件。在一些示例中,空间模型部件1165可被配置为或以其他方式支持用于基于一组空间域基函数的排序来生成空间模型的构件。在一些示例中,

该指示包括空间模型的配置,该空间模型的配置包括空间域基函数的列表。在一些示例中,空间域基函数的列表对应于一组空间域基函数的排序。

[0202] 在一些示例中,排序部件1160可被配置为或以其他方式支持用于从基站接收对一组时域基函数的排序的指示的构件。在一些示例中,时域响应部件1140可被配置为或以其他方式支持用于基于一组时域基函数的排序来生成时域响应的构件。在一些示例中,排序部件1160可被配置为或以其他方式支持用于传输对一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示的构件。

[0203] 在一些示例中,信道响应部件1130可被配置为或以其他方式支持用于作为确定响应的一部分,确定多个天线端口对的集合中的每个天线端口对的多个定时的集合处的通信信道的时域响应的构件。在一些示例中,时域响应部件1140可被配置为或以其他方式支持用于基于确定多个定时的集合处的通信信道的时域响应来选择一组时域基函数的构件。在一些示例中,时域响应部件1140可被配置为或以其他方式支持用于基于所选择的一组时域基函数来生成时域响应的构件。

[0204] 在一些示例中,时域响应部件1140可被配置为或以其他方式支持用于为多个定时的集合中的每个定时确定多个天线端口对的集合上的时域响应的累积能量的构件。在一些示例中,定时部件1180可被配置为或以其他方式支持用于基于为多个定时的集合中的每个定时确定时域响应的累积能量来从多个定时的集合中选择一组定时的构件,其中选择一组时域基函数基于所选择的一组定时。

[0205] 在一些示例中,信道响应部件1130可被配置为或以其他方式支持用于使用所选择的一组定时来评估所确定的响应和信道估计的均方误差的构件,其中选择一组时域基函数基于评估均方误差。在一些示例中,定时部件1180可被配置为或以其他方式支持用于从基站接收对定时的数量的指示的构件,其中选择一组时域基函数基于所指示的定时的数量。

[0206] 在一些示例中,定时部件1180可被配置为或以其他方式支持用于向基站传输对多个定时的集合中的定时的数量的指示的构件。

[0207] 在一些示例中,天线端口对部件1170可被配置为或以其他方式支持用于从基站接收对一组天线端口对的指示的构件。在一些示例中,信道响应部件1130可被配置为或以其他方式支持用于作为确定响应的一部分,确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性的构件,其中每个天线端口对与UE或基站相关联。在一些示例中,天线端口对部件1170可被配置为或以其他方式支持用于基于确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性来选择一组空间域基函数的构件。在一些示例中,空间模型部件1165可被配置为或以其他方式支持用于基于所选择的一组空间域基函数来生成空间模型的构件。

[0208] 在一些示例中,天线端口对部件1170可被配置为或以其他方式支持用于基于一组天线端口对中的天线端口对的最低所确定相关性来选择一组空间域基函数的构件。在一些示例中,天线端口对部件1170可被配置为或以其他方式支持用于基于确定一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性来评估空间自相关矩阵的构件,其中选择一组空间域基函数基于该空间自相关矩阵。

[0209] 图12示出了根据本公开的各方面的包括支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备1205的系统1200的示图。设备1205可以是如本文所述的设备905、设备1005或UE 115的示例或者包括它们的部件。设备1205可与一个或多个基站105、UE 115或它们的任何组合无线

地进行通信。设备1205可包括用于双向语音和数据通信的部件,包括用于传输和接收通信的部件,诸如通信管理器1220、输入/输出(I/O)控制器1210、收发器1215、天线1225、存储器1230、代码1235和处理器1240。这些部件可经由一条或多条总线(例如,总线1245)进行电子通信或以其他方式(例如,操作地、通信地、功能地、电子地、电地)耦合。

[0210] I/O控制器1210可管理设备1205的输入和输出信号。I/O控制器1210还可管理未集成到设备1205中的外围设备。在一些情况下,I/O控制器1210可表示到外部外围设备的物理连接或端口。在一些情况下,I/O控制器1210可利用操作系统诸如iOS®、ANDROID®、MS-DOS®、MS-WINDOWS®、

OS/2®、UNIX®、LINUX®或另一已知操作系统。附加地或另选地,I/O控制器1210可表示调制解调器、键盘、鼠标、触摸屏或类似设备或者与这些设备进行交互。在一些情况下,I/O控制器1210可被实现为处理器诸如处理器1240的一部分。在一些情况下,用户可经由I/O控制器1210或者经由I/O控制器1210所控制的硬件部件来与设备1205进行交互。

[0211] 在一些情况下,设备1205可包括单个天线1225。然而,在一些其他情况下,设备1205可具有多于一个天线1225,该多于一个天线可能够同时传输或接收多个无线传输。如本文所述,收发器1215可经由一个或多个天线1225、有线或无线链路双向地进行通信。例如,收发器1215可表示无线收发器,并且可与另一无线收发器双向地进行通信。收发器1215还可包括调制解调器,该调制解调器用于调制分组,用于将所调制的分组提供到一个或多个天线1225以进行传输,以及用于解调从一个或多个天线1225接收的分组。收发器1215或收发器1215和一个或多个天线1225可以是如本文所述的发射器915、发射器1015、接收器910、接收器1010、或它们的任何组合或它们的部件的示例。

[0212] 存储器1230可包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。存储器1230可存储包括指令的计算机可读、计算机可执行代码1235,这些指令在由处理器1240执行时致使设备1205执行本文所述的各种功能。代码1235可存储在非暂态计算机可读介质诸如系统存储器或另一类型的存储器中。在一些情况下,代码1235可能无法由处理器1240直接执行,但可(例如,在被编译和执行时)致使计算机执行本文所述的功能。在一些情况下,除此之外,存储器1230可包含基本I/O系统(BIOS),该BIOS可控制基本硬件或软件操作,诸如与外围部件或设备的交互。

[0213] 处理器1240可包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑部件、分立硬件部件或它们的任何组合)。在一些情况下,处理器1240可被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在一些其他情况下,存储器控制器可集成到处理器1240中。处理器1240可被配置为执行存储在存储器(例如,存储器1230)中的计算机可读指令,以使得设备1205执行各种功能(例如,支持用于信道反馈报告的信道压缩的各功能或任务)。例如,设备1205或设备1205的部件可包括处理器1240和与处理器1240耦合的存储器1230,该处理器1240和该存储器1230被配置为执行本文所述的各种功能。

[0214] 根据在本文公开的示例,通信管理器1220可支持在UE处的无线通信。例如,通信管理器1220可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号的构件。通信管理器1220可被配置为或以其他方式支持用于基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应的构件。通信管理

器1220可被配置为或以其他方式支持用于向基站传输指示与表示响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0215] 通过根据如本文所述的示例包括或配置通信管理器1220,设备1205可支持用于提高通信可靠性、减少延迟、改善与减少的处理相关的用户体验、更高效地利用通信资源和改善处理能力的利用的技术。

[0216] 在一些示例中,通信管理器1220可被配置为使用收发器1215、一个或多个天线1225或它们的任何组合或以其他方式与它们协作来执行各种操作(例如,接收、监测、传输)。尽管通信管理器1220被例示为单独的部件,但在一些示例中,参考通信管理器1220描述的一个或多个功能可由处理器1240、存储器1230、代码1235或它们的任何组合支持或执行。例如,代码1235可包括指令,这些指令能够由处理器1240执行以致使设备1205执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面,或者处理器1240和存储器1230可以其他方式被配置为执行或支持此类操作。

[0217] 图13示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备1305的框图1300。设备1305可以是如本文所述的基站105的各方面的示例。设备1305可包括接收器1310、发射器1315和通信管理器1320。设备1305还可包括处理器。这些部件中的每个部件可(例如,经由一条或多条总线)彼此通信。

[0218] 接收器1310可提供用于接收信息(诸如与各种信息信道(例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合)的构件。信息可传递到设备1305的其他部件。接收器1310可利用单个天线或多个天线的集合。

[0219] 发射器1315可提供用于传输由设备1305的其他部件生成的信号的构件。例如,发射器1315可传输信息,诸如与各种信息信道(例如,与用于可重新配置表面的信道报告相关的控制信道、数据信道、信息信道)相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合。在一些示例中,发射器1315可与接收器1310共置于收发器模块中。发射器1315可利用单个天线或多个天线的集合。

[0220] 通信管理器1320、接收器1310、发射器1315或它们的各种组合、或它们的各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各方面的构件的示例。例如,通信管理器1320、接收器1310、发射器1315或它们的各种组合或部件可支持用于执行本文所述的功能中的一个或多个功能的方法。

[0221] 在一些示例中,通信管理器1320、接收器1310、发射器1315或它们的各种组合或部件可在硬件中(例如,在通信管理电路中)实现。硬件可包括被配置作为或以其他方式支持用于执行在本公开中描述的功能的构件的处理器、DSP、ASIC、FPGA或其他可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑、分立硬件部件或它们的任何组合。在一些示例中,处理器和与处理器耦合的存储器可以被配置为执行本文所述的一个或多个功能(例如,通过由处理器执行存储在存储器中的指令)。

[0222] 附加地或另选地,在一些示例中,通信管理器1320、接收器1310、发射器1315或它们的各种组合或部件可在由处理器执行的代码中(例如,作为通信管理软件或固件)实现。如果在由处理器执行的代码中实现,则通信管理器1320、接收器1310、发射器1315或它们的各种组合或部件的功能可由通用处理器、DSP、CPU、ASIC、FPGA或者这些或其他可编程逻辑

设备的任何组合 (例如,被配置作为或以其他方式支持用于执行本公开中描述的功能的部件) 来执行。

[0223] 在一些示例中,通信管理器1320可被配置为使用接收器1310、发射器1315或两者或以其他方式与它们协作来执行各种操作 (例如,接收、监测、传输)。例如,通信管理器1320可从接收器1310接收信息,向发射器1315发送信息,或者与接收器1310、发射器1315或两者结合地被集成以接收信息、传输信息或执行如本文所述的各种其他操作。

[0224] 通信管理器1320可支持根据如本文所公开的示例的在基站处的无线通信。例如,通信管理器1320可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号的构件。通信管理器1320可被配置为或以其他方式支持用于从UE接收指示与表示通信信道的响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0225] 通过根据如本文所述的示例包括或配置通信管理器1320,设备1305 (例如,控制或者以其他方式耦合到接收器1310、发射器1315、通信管理器1320或它们的组合的处理器) 可支持用于减少处理和更高效地利用通信资源的技术。

[0226] 图14示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备1405的框图1400。设备1405可以是如本文所述的设备1305或基站105的各方面的示例。设备1405可包括接收器1410、发射器1415和通信管理器1420。设备1405还可包括处理器。这些部件中的每个部件可 (例如,经由一条或多条总线) 彼此通信。

[0227] 接收器1410可提供用于接收信息 (诸如与各种信息信道 (例如,与用于信道反馈报告的信道压缩相关的控制信道、数据信道、信息信道) 相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合) 的构件。信息可传递到设备1405的其他部件。接收器1410可利用单个天线或多个天线的集合。

[0228] 发射器1415可提供用于传输由设备1405的其他部件生成的信号的构件。例如,发射器1415可传输信息,诸如与各种信息信道 (例如,与用于可重新配置表面的信道报告相关的控制信道、数据信道、信息信道) 相关联的分组、用户数据、控制信息或它们的任何组合。在一些示例中,发射器1415可与接收器1410共置于收发器模块中。发射器1415可利用单个天线或多个天线的集合。

[0229] 设备1405或其各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面的构件的示例。例如,通信管理器1420可包括参考信号传输部件1425、消息接收部件1430或它们的任何组合。通信管理器1420可以是如本文所述的通信管理器1320的各方面的示例。在一些示例中,通信管理器1420或其各种部件可被配置为使用接收器1410、发射器1415或两者或以其他方式与它们协作来执行各种操作 (例如,接收、监测、传输)。例如,通信管理器1420可从接收器1410接收信息,向发射器1415发送信息,或者与接收器1410、发射器1415或两者结合地被集成以接收信息、传输信息或执行如本文所述的各种其他操作。

[0230] 通信管理器1420可支持根据如本文所公开的示例的在基站处的无线通信。参考信号传输部件1425可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号的构件。消息接收部件1430可被配置为或以其他方式支持用于从UE接收指示与表示通信信道的响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的

构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0231] 图15示出了根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的通信管理器1520的框图1500。通信管理器1520可以是如本文所述的通信管理器1320、通信管理器1420或两者的各方面的示例。通信管理器1520或其各种部件可以是用于执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面的构件的示例。例如,通信管理器1520可包括参考信号传输部件1525、消息接收部件1530、系数接收部件1535、差分系数接收部件1540、排序指示部件1545、定时指示部件1550、天线端口对指示部件1555、指令部件1560、或它们的任何组合。这些部件中的每个部件可(例如,经由一条或多条总线)直接或间接地彼此通信。

[0232] 通信管理器1520可支持根据如本文所公开的示例的在基站处的无线通信。参考信号传输部件1525可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号的构件。消息接收部件1530可被配置为或以其他方式支持用于从UE接收指示与表示通信信道的响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0233] 在一些示例中,2D模型是空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积。在一些示例中,该一组信道系数包括一组量化系数。在一些示例中,为了支持接收消息,消息接收部件1530可被配置为或以其他方式支持用于经由控制信道或共享信道从UE接收指示一组信道系数的一组位的构件。在一些示例中,消息接收部件1530可被配置为或以其他方式支持用于基于通信信道的均方误差或信噪比来从UE接收对消息的量化位的数量的指示的构件。

[0234] 在一些示例中,系数接收部件1535可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙中接收一组信道系数的构件。在一些示例中,差分系数接收部件1540可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙之后的第二时隙中接收一组差分信道系数的构件,其中该一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0235] 在一些示例中,系数接收部件1535可被配置为或以其他方式支持用于在第一时隙之后的第三时隙中接收第二组信道系数的构件,该第二组信道系数不同于该一组信道系数,其中根据第一周期来接收该一组信道系数和第二组信道系数。

[0236] 在一些示例中,差分系数接收部件1540可被配置为或以其他方式支持用于在第二时隙之后的第四时隙中接收第二组差分信道系数的构件,其中该第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于一组信道系数中的相应信道系数或一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中根据不同于第一周期的第二周期来传输一组差分信道系数和第二组差分信道系数。

[0237] 在一些示例中,指令部件1560可被配置为或以其他方式支持用于向UE传输指导UE启用一组差分信道系数的传输的指示,其中接收一组差分信道系数基于传输该指示。在一些示例中,指令部件1560可被配置为或以其他方式支持用于基于UE的移动性或指示一组信道系数的消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来向UE传输指导UE使用差分编码过程的指示的构件。

[0238] 在一些示例中,排序指示部件1545可被配置为或以其他方式支持用于向UE传输对2D模型的一组空间域基函数的排序的指示的构件。在一些示例中,该指示包括空间模型的

配置,该空间模型的配置包括空间域基函数的列表。在一些示例中,空间域基函数的列表对应于一组空间域基函数的排序。

[0239] 在一些示例中,排序指示部件1545可被配置为或以其他方式支持用于向UE传输对2D模型的一组时域基函数的排序的指示的构件。在一些示例中,排序指示部件1545可被配置为或以其他方式支持用于接收对2D模型的一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示的构件。

[0240] 在一些示例中,定时指示部件1550可被配置为或以其他方式支持用于向UE传输对2D模型的定时的数量的指示的构件。在一些示例中,定时指示部件1550可被配置为或以其他方式支持用于从UE接收对2D模型的多个定时的集合中的定时的数量的指示的构件。在一些示例中,天线端口对指示部件1555可被配置为或以其他方式支持用于向UE传输对一组天线端口对的指示的构件,其中每个天线端口对与UE或基站相关联。

[0241] 图16示出了根据本公开的各方面的包括支持用于信道反馈报告的信道压缩的设备1605的系统1600的示图。设备1605可以是如本文所述的设备1305、设备1405或基站105的示例或者包括它们的部件。设备1605可与一个或多个基站105、UE 115或它们的任何组合无线地进行通信。设备1605可包括用于双向语音和数据通信的部件,这些部件包括用于传输和接收通信的部件,诸如通信管理器1620、网络通信管理器1610、收发器1615、天线1625、存储器1630、代码1635、处理器1640和站间通信管理器1645。这些部件可经由一条或多条总线(例如,总线1650)进行电子通信或以其他方式(例如,操作地、通信地、功能地、电子地、电地)耦合。

[0242] 网络通信管理器1610可管理与核心网络130的通信(例如,经由一个或多个有线回程链路)。例如,网络通信管理器1610可管理客户端设备诸如一个或多个UE 115的数据通信的传递。

[0243] 在一些情况下,设备1605可包括单个天线1625。然而,在一些其他情况下,设备1605可具有多于一个天线1625,该多于一个天线可能够同时传输或接收多个无线传输。如本文所述,收发器1615可经由一个或多个天线1625、有线或无线链路双向地进行通信。例如,收发器1615可表示无线收发器,并且可与另一无线收发器双向地进行通信。收发器1615还可包括调制解调器,该调制解调器用于调制分组,用于将所调制的分组提供到一个或多个天线1625以进行传输,以及用于解调从一个或多个天线1625接收的分组。收发器1615或收发器1615和一个或多个天线1625可以是如本文所述的发射器1315、发射器1415、接收器1310、接收器1410、或它们的任何组合或它们的部件的示例。

[0244] 存储器1630可包括RAM和ROM。存储器1630可存储包括指令的计算机可读、计算机可执行代码1635,这些指令在由处理器1640执行时致使设备1605执行本文所述的各种功能。代码1635可存储在非暂态计算机可读介质诸如系统存储器或另一类型的存储器中。在一些情况下,代码1635可能无法由处理器1640直接执行,但可(例如,在被编译和执行时)致使计算机执行本文所述的功能。在一些情况下,除此之外,存储器1630还可包含BIOS,该BIOS可控制基本的硬件或软件操作,例如与外围部件或设备的交互。

[0245] 处理器1640可包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑设备、分立门或晶体管逻辑部件、分立硬件部件或它们的任何组合)。在一些情况下,处理器1640可被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在一些其他情况

下,存储器控制器可集成到处理器1640中。处理器1640可被配置为执行存储在存储器(例如,存储器1630)中的计算机可读指令,以使得设备1605执行各种功能(例如,支持用于信道反馈报告的信道压缩的各功能或任务)。例如,设备1605或设备1605的部件可包括处理器1640和与处理器1640耦合的存储器1630,该处理器1640和该存储器1630被配置为执行本文所述的各种功能。

[0246] 站间通信管理器1645可管理与其他基站105的通信,并且可包括用于与其他基站105协作来控制与UE 115的通信的控制器或调度器。例如,站间通信管理器1645可针对各种干扰减轻技术诸如波束形成或联合传输来协调对向UE 115的传输的调度。在一些示例中,站间通信管理器1645可提供LTE/LTE-A无线通信网络技术内的X2接口,以提供基站105之间的通信。

[0247] 通信管理器1620可支持根据如本文所公开的示例的在基站处的无线通信。例如,通信管理器1620可被配置为或以其他方式支持用于在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号的构件。通信管理器1620可被配置为或以其他方式支持用于从UE接收指示与表示通信信道的响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息的构件,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。

[0248] 通过根据如本文所述的示例包括或配置通信管理器1620,设备1605可支持用于提高通信可靠性、减少延迟、改善与减少的处理相关的用户体验、降低功耗、更高效地利用通信资源和改善处理能力的利用的技术。

[0249] 在一些示例中,通信管理器1620可被配置为使用收发器1615、一个或多个天线1625或它们的任何组合或以其他方式与它们协作来执行各种操作(例如,接收、监测、传输)。尽管通信管理器1620被例示为单独的部件,但在一些示例中,参考通信管理器1620描述的一个或多个功能可由处理器1640、存储器1630、代码1635或它们的任何组合支持或执行。例如,代码1635可包括指令,这些指令能够由处理器1640执行以致使设备1605执行如本文所述的用于信道反馈报告的信道压缩的各个方面,或者处理器1640和存储器1630可以其他方式被配置为执行或支持此类操作。

[0250] 图17示出了例示根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的方法1700的流程图。方法1700的操作可由如本文所述的UE或其部件来实现。例如,方法1700的操作可由如参考图1至图12描述的UE 115来执行。在一些示例中,UE可执行指令集以控制UE的功能元件以执行所描述的功能。附加地或另选地,该UE可使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0251] 在1705处,该方法可包括在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号。1705的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1705的操作的各方面可由如参考图11描述的参考信号接收部件1125来执行。

[0252] 在1710处,该方法可包括基于在通信信道上接收到的至少一个参考信号来确定通信信道的响应。1710的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1710的操作的各方面可由如参考图11描述的信道响应部件1130来执行。

[0253] 在1715处,该方法可包括向基站传输指示与表示响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。1715的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1715的操作的各方面可由如参考图11所描述的消息传

输部件1135来执行。

[0254] 图18示出了例示根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的方法1800的流程图。方法1800的操作可由如本文所述的UE或其部件来实现。例如,方法1800的操作可由如参考图1至图12描述的UE 115来执行。在一些示例中,UE可执行指令集以控制UE的功能元件以执行所描述的功能。附加地或另选地,该UE可使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0255] 在1805处,该方法可包括在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上从基站接收至少一个参考信号。1805的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1805的操作的各方面可由如参考图11描述的参考信号接收部件1125来执行。

[0256] 在1810处,该方法可包括作为确定响应的一部分,确定通信信道的频域响应。1810的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1810的操作的各方面可由如参考图11描述的信道响应部件1130来执行。

[0257] 在1815处,该方法可包括基于通信信道的频域响应来生成时域响应。1815的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1815的操作的各方面可由如参考图11描述的时域响应部件1140来执行。

[0258] 在1820处,该方法可包括向基站传输指示与表示响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,该二维模型包括通信信道的空间模型和时域响应。1820的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1820的操作的各方面可由如参考图11所描述的消息传输部件1135来执行。

[0259] 图19示出了例示根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的方法1900的流程图。方法1900的操作可由如本文所述的基站或其部件来实现。例如,方法1900的操作可由如参考图1至图8以及图13至图16描述的基站105来执行。在一些示例中,基站可执行指令集以控制基站的功能元件执行所描述的功能。附加地或另选地,基站可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0260] 在1905处,该方法可包括在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号。1905的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1905的操作的各方面可由如参考图15描述的参考信号传输部件1525来执行。

[0261] 在1910处,该方法可包括从UE接收指示与表示通信信道的响应的2D模型相对应的一组信道系数的消息,该2D模型包括通信信道的空间模型和时域响应。1910的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,1910的操作的各方面可由如参考图15描述的消息接收部件1530来执行。

[0262] 图20示出了例示根据本公开的各方面的支持用于信道反馈报告的信道压缩的方法2000的流程图。方法2000的操作可由如本文所述的基站或其部件来实现。例如,方法2000的操作可由如参考图1至图8以及图13至图16描述的基站105来执行。在一些示例中,基站可执行指令集以控制基站的功能元件执行所描述的功能。附加地或另选地,基站可以使用专用硬件来执行所描述的功能的各方面。

[0263] 在2005处,该方法可包括在用于UE与基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号。2005的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2005的操作的各方面可由如参考图15描述的参考信号传输部件1525来执行。

[0264] 在2010处,该方法可包括从UE接收指示与表示通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,其中该二维模型是空间模型的矩阵表示与通信信道的时域响应的矩阵表示的克罗内克积。2010的操作可根据如本文所公开的示例来执行。在一些示例中,2010的操作的各方面可由如参考图15描述的消息接收部件1530来执行。

[0265] 以下提供了本公开的各方面的概览:

[0266] 方面1:一种用于在UE处进行无线通信的方法,包括:在用于所述UE与基站之间的无线通信的通信信道上从所述基站接收至少一个参考信号;至少部分地基于在所述通信信道上接收到的所述至少一个参考信号来确定所述通信信道的响应;以及向所述基站传输指示与表示所述响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。

[0267] 方面2:根据方面1所述的方法,还包括:作为确定所述响应的一部分,确定所述通信信道的频域响应;以及至少部分地基于所述通信信道的所述频域响应来生成所述时域响应。

[0268] 方面3:根据方面2所述的方法,还包括:至少部分地基于所述通信信道的所述时域响应或所述频域响应来生成所述空间模型。

[0269] 方面4:根据方面1至3中任一项所述的方法,其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

[0270] 方面5:根据方面1至4中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于所确定的响应与所述二维模型之间的最小均方误差解来生成所述一组信道系数。

[0271] 方面6:根据方面1至5中任一项所述的方法,其中所述一组信道系数包括一组量化系数。

[0272] 方面7:根据方面1至6中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于所述UE处的一个或多个天线、所述基站处的一个或多个天线或两者来生成所述二维模型。

[0273] 方面8:根据方面1至7中任一项所述的方法,其中传输所述消息包括:经由控制信道或共享信道向所述基站传输指示所述一组信道系数的一组位。

[0274] 方面9:根据方面8所述的方法,还包括:至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来向所述基站传输对所述消息的量化位的数量的指示。

[0275] 方面10:根据方面1至9中任一项所述的方法,还包括:在第一时隙中传输所述一组信道系数;以及在所述第一时隙之后的第二时隙中传输一组差分信道系数,其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0276] 方面11:根据方面10所述的方法,还包括:在所述第一时隙之后的第三时隙中传输第二组信道系数,所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数,其中根据第一周期来传输所述一组信道系数和所述第二组信道系数。

[0277] 方面12:根据方面11所述的方法,还包括:在所述第二时隙之后的第四时隙中传输第二组差分信道系数,其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。

[0278] 方面13:根据方面10至12中任一项所述的方法,还包括:从所述基站接收指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示,其中传输所述一组差分信道系数至少部分地基于接收到所述指示。

[0279] 方面14:根据方面10至13中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来从所述基站接收指导所述UE使用差分编码过程的指示。

[0280] 方面15:根据方面1至14中任一项所述的方法,还包括:从所述基站接收对一组空间域基函数的排序的指示;以及至少部分地基于所述一组空间域基函数的所述排序来生成所述空间模型。

[0281] 方面16:根据方面15所述的方法,其中所述指示包括所述空间模型的配置,所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表;并且所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

[0282] 方面17:根据方面1至16中任一项所述的方法,还包括:从所述基站接收对一组时域基函数的排序的指示;以及至少部分地基于所述一组时域基函数的所述排序来生成所述时域响应。

[0283] 方面18:根据方面1至14中任一项所述的方法,还包括:传输对一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

[0284] 方面19:根据方面1至方面18中任一项所述的方法,还包括:作为确定所述响应的一部分,确定多个天线端口对中的每个天线端口对的多个定时处的所述通信信道的所述时域响应;至少部分地基于确定所述多个定时处的所述通信信道的所述时域响应来选择一组时域基函数;以及至少部分地基于所选择的一组时域基函数来生成所述时域响应。

[0285] 方面20:根据方面19所述的方法,还包括:为所述多个定时中的每个定时确定所述多个天线端口对上的所述时域响应的累积能量;以及至少部分地基于为所述多个定时中的每个定时确定所述时域响应的所述累积能量来从所述多个定时中选择一组定时,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所选择的一组定时。

[0286] 方面21:根据方面20所述的方法,还包括:使用所选择的一组定时来评估所确定的响应和信道估计的均方误差,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于评估所述均方误差。

[0287] 方面22:根据方面19至21中任一项所述的方法,还包括:从所述基站接收对定时的数量的指示,其中选择所述一组时域基函数至少部分地基于所指示的定时的数量。

[0288] 方面23:根据方面19至21中任一项所述的方法,还包括:向所述基站传输对所述多个定时中的定时的数量的指示。

[0289] 方面24:根据方面1至23中任一项所述的方法,还包括:从所述基站接收对一组天线端口对的指示;作为确定所述响应的一部分,确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的相关性,其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联;至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来选择一组空间域基函数;以及至少部分地基于所选择的一组空间域基函数来生成所述空间模型。

[0290] 方面25:根据方面24所述的方法,还包括:至少部分地基于所述一组天线端口对中的天线端口对的最低所确定相关性来选择所述一组空间域基函数。

[0291] 方面26:根据方面24至25中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于确定所述一组天线端口对中的每个天线端口对之间的所述相关性来评估空间自相关矩阵,其中选择所述一组空间域基函数至少部分地基于所述空间自相关矩阵。

[0292] 方面27:一种用于在基站处进行无线通信的方法,包括:在用于所述UE与所述基站之间的无线通信的通信信道上向UE传输至少一个参考信号;以及从所述UE接收指示与表示所述通信信道的响应的二维模型相对应的一组信道系数的消息,所述二维模型包括所述通信信道的空间模型和时域响应。

[0293] 方面28:根据方面27所述的方法,其中所述二维模型是所述空间模型的矩阵表示与所述通信信道的所述时域响应的矩阵表示的克罗内克积。

[0294] 方面29:根据方面27至28中任一项所述的方法,其中所述一组信道系数包括一组量化系数。

[0295] 方面30:根据方面27至29中任一项所述的方法,其中接收所述消息包括:经由控制信道或共享信道从所述UE接收指示所述一组信道系数的一组位。

[0296] 方面31:根据方面30所述的方法,还包括:至少部分地基于所述通信信道的均方误差或信噪比来从所述UE接收对所述消息的量化位的数量的指示。

[0297] 方面32:根据方面27至31中任一项所述的方法,还包括:在第一时间隙中接收所述一组信道系数;以及在所述第一时间隙之后的第二时间隙中接收一组差分信道系数,其中所述一组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数的信道系数差。

[0298] 方面33:根据方面32所述的方法,还包括:在所述第一时间隙之后的第三时间隙中接收第二组信道系数,所述第二组信道系数不同于所述一组信道系数,其中根据第一周期来接收所述一组信道系数和所述第二组信道系数。

[0299] 方面34:根据方面33所述的方法,还包括:在所述第二时间隙之后的第四时间隙中接收第二组差分信道系数,其中所述第二组差分信道系数中的每个差分信道系数包括相对于所述一组信道系数中的相应信道系数或所述一组差分信道系数中的相应差分信道系数的信道系数差,其中根据不同于所述第一周期的第二周期来传输所述一组差分信道系数和所述第二组差分信道系数。

[0300] 方面35:根据方面32至34中任一项所述的方法,还包括:向所述UE传输指导所述UE启用所述一组差分信道系数的传输的指示,其中接收所述一组差分信道系数至少部分地基于传输所述指示。

[0301] 方面36:根据方面32至35中任一项所述的方法,还包括:至少部分地基于所述UE的移动性或指示所述一组信道系数的所述消息与指示先前一组信道系数的先前消息之间的时间间隔来向所述UE传输指导所述UE使用差分编码过程的指示。

[0302] 方面37:根据方面27至36中任一项所述的方法,还包括:向所述UE传输对所述二维模型的一组空间域基函数的排序的指示。

[0303] 方面38:根据方面37所述的方法,其中所述指示包括所述空间模型的配置,所述空间模型的配置包括空间域基函数的列表;并且所述空间域基函数的所述列表对应于所述一组空间域基函数的所述排序。

[0304] 方面39:根据方面27至38中任一项所述的方法,还包括:向所述UE传输对所述二维

模型的一组时域基函数的排序的指示。

[0305] 方面40:根据方面27至35中任一项所述的方法,还包括:接收对所述二维模型的一组空间域基函数的排序、一组时域基函数的排序或两者的指示。

[0306] 方面41:根据方面27至40中任一项所述的方法,还包括:向所述UE传输对所述二维模型的定时的数量的指示。

[0307] 方面42:根据方面27至40中任一项所述的方法,还包括:从所述UE接收对所述二维模型的多个定时中的定时的数量的指示。

[0308] 方面43:根据方面27至42中任一项所述的方法,还包括:向所述UE传输对一组天线端口对的指示,其中每个天线端口对与所述UE或所述基站相关联。

[0309] 方面44:一种用于在UE处进行无线通信的装置,包括:处理器;存储器,所述存储器与所述处理器耦合;和指令,所述指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述装置执行根据方面1至26中任一项所述的方法。

[0310] 方面45:一种用于在UE处进行无线通信的装置,包括用于执行根据方面1至26中任一项所述的方法的至少一个构件。

[0311] 方面46:一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质存储用于在UE处进行无线通信的代码,所述代码包括指令,所述指令能够由处理器执行以执行根据方面1至26中任一项所述的方法。

[0312] 方面47:一种用于在基站处进行无线通信的装置,包括:处理器;存储器,所述存储器与所述处理器耦合;和指令,所述指令存储在所述存储器中并且能够由所述处理器执行以致使所述装置执行根据方面27至43中任一项所述的方法。

[0313] 方面48:一种用于在基站处进行无线通信的装置,包括用于执行根据方面27至43中任一项所述的方法的至少一个构件。

[0314] 方面49:一种非暂态计算机可读介质,所述非暂态计算机可读介质存储用于在基站处进行无线通信的代码,所述代码包括指令,所述指令能够由处理器执行以执行根据方面27至43中任一项所述的方法。

[0315] 应注意,本文所述的方法描述了可能的具体实施,并且各操作和步骤可被重新安排或以其他方式被修改且其他具体实施也是可能的。此外,可以组合来自两个或更多个方法的方面。

[0316] 尽管LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR系统的各方面可被描述以用于示例目的,并且在大部分描述中可使用LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR术语,但本文所述的技术也可适用于LTE、LTE-A、LTE-A Pro或NR网络之外的网络。例如,所述技术可以适用于各种其他无线通信系统,诸如超移动宽带(UMB)、电气和电子工程师协会(IEEE) 802.11(Wi-Fi)、IEEE 802.16(WiMAX)、IEEE 802.20、Flash-OFDM,以及本文未明确提及的其他系统和无线电技术。

[0317] 本文所述的信息和信号可以使用各种不同的技术和方法中的任何一种来表示。例如,在整个说明书中提及的数据、指令、命令、信息、信号、位、符号和芯片可以由电压、电流、电磁波、磁场或磁性粒子、光场或光学粒子或它们的任何组合来表示。

[0318] 结合本文中的公开所描述的各种例示性框和部件可以用设计成执行本文所述的功能的通用处理器、DSP、ASIC、CPU、FPGA或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑部件、分立硬件部件或它们的任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器,但在另选

方案中,处理器可以是任何处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可被实现为计算设备的组合(例如,DSP与微处理器的组合、多个微处理器、与DSP核心协同的一个或多个微处理器,或者任何其他此类配置)。

[0319] 本文所述功能可以在硬件、由处理器执行的软件、固件或者它们的任何组合中实现。当在由处理器执行的软件中实现时,功能可以作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上,或者在计算机可读介质上进行传输。其他示例和具体实施处于本公开和所附权利要求的范围内。例如,由于软件的性质,本文所述的功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬接线或这些项中任何项的组合来实现。实现功能的特征也可以物理地位于不同位置处,包括被分布以使得在不同的物理位置处实现功能的各个部分。

[0320] 计算机可读介质包括非暂态计算机存储介质和通信介质两者,其包括促成计算机程序从一地向另一地传递的任何介质。非暂态存储介质可以是能被通用或专用计算机访问的任何可用介质。通过举例而非限制的方式,非暂态计算机可读介质可以包括RAM、ROM、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、闪存存储器、压缩光盘(CD)ROM或其他光盘存储设备、磁盘存储设备或其他磁存储设备、或可以用于以指令或数据结构的形式携带或存储期望的程序代码构件以及可以由通用或专用计算机、或通用或专用处理器访问的任何其他非暂态介质。而且,任何连接被适当地称为计算机可读介质。例如,如果使用同轴电缆、光纤光缆、双绞线、数字订户线(DSL)或者诸如红外线、无线电和微波之类的无线技术从网站、服务器或其他远程源传输软件,则同轴电缆、光纤光缆、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计算机可读介质的定义中。如本文所用的磁盘和光盘包括CD、激光光盘、光学光盘、数字多功能光盘(DVD)、软盘和蓝光光盘,其中磁盘通常以磁性方式再现数据,而光盘则利用激光以光学方式再现数据。上述各项的组合也包括在计算机可读介质的范围内。

[0321] 如本文(包括权利要求中)所用,在项目列举(例如,以附有诸如“中的至少一个”或“中的一个或多个”之类的短语的项目列举)中使用的“或”指示包含性列举,以使得例如A、B或C中的至少一个的列举意指A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。此外,如本文所用,短语“基于”不应解释为对封闭条件集的引用。例如,被描述为“基于条件A”的示例步骤可以基于条件A和条件B两者,而不脱离本公开的范围。换句话讲,如本文所用,短语“基于”应以与短语“至少部分地基于”相同的方式进行解释。

[0322] 术语“确定”涵盖各种各样的动作,并且因此,“确定”可包括演算、计算、处理、推导、调研、查找(诸如经由在表、数据库或其他数据结构中查找)、查明和类似动作。另外,“确定”可包括接收(诸如接收信息)、访问(诸如访问存储器中的数据)和类似动作。另外,“确定”可包括解析、选择、选取、建立和其他此类类似动作。

[0323] 在附图中,类似部件或特征可具有相同的附图标记。此外,可以通过在附图标记后面添加破折号和用于在类似部件之间加以区分的第二标记来区分相同类型的各种部件。如果在说明书中仅使用第一附图标记,则该描述可适用于具有相同的第一附图标记的类似部件中的任何一个部件而不论第二附图标记、或其他后续附图标记如何。

[0324] 本文结合附图阐述的说明描述了示例配置,并不代表可以实现或在权利要求范围内的所有示例。本文中使用的术语“示例”意味着“用作示例、实例或例示”,而不是“优选的”或者“比其他示例有优势”。具体实施方式包括用于提供对所述技术的理解的具体细节。然而,在没有这些具体细节的情况下可以实践这些技术。在一些情况下,已知的结构和设备以

框图形式示出,以避免模糊所述示例的概念。

[0325] 提供本文中的描述,以使得本领域技术人员能够实现或者使用本公开。对本公开的各种修改对于本领域普通技术人员来说是显而易见的,并且本文定义的一般原理可以应用于其他变化,而不脱离本公开的范围。由此,本公开并非被限定于本文所述的示例和设计,而是应被授予与本文所公开的原理和新颖特征相一致的最广范围。

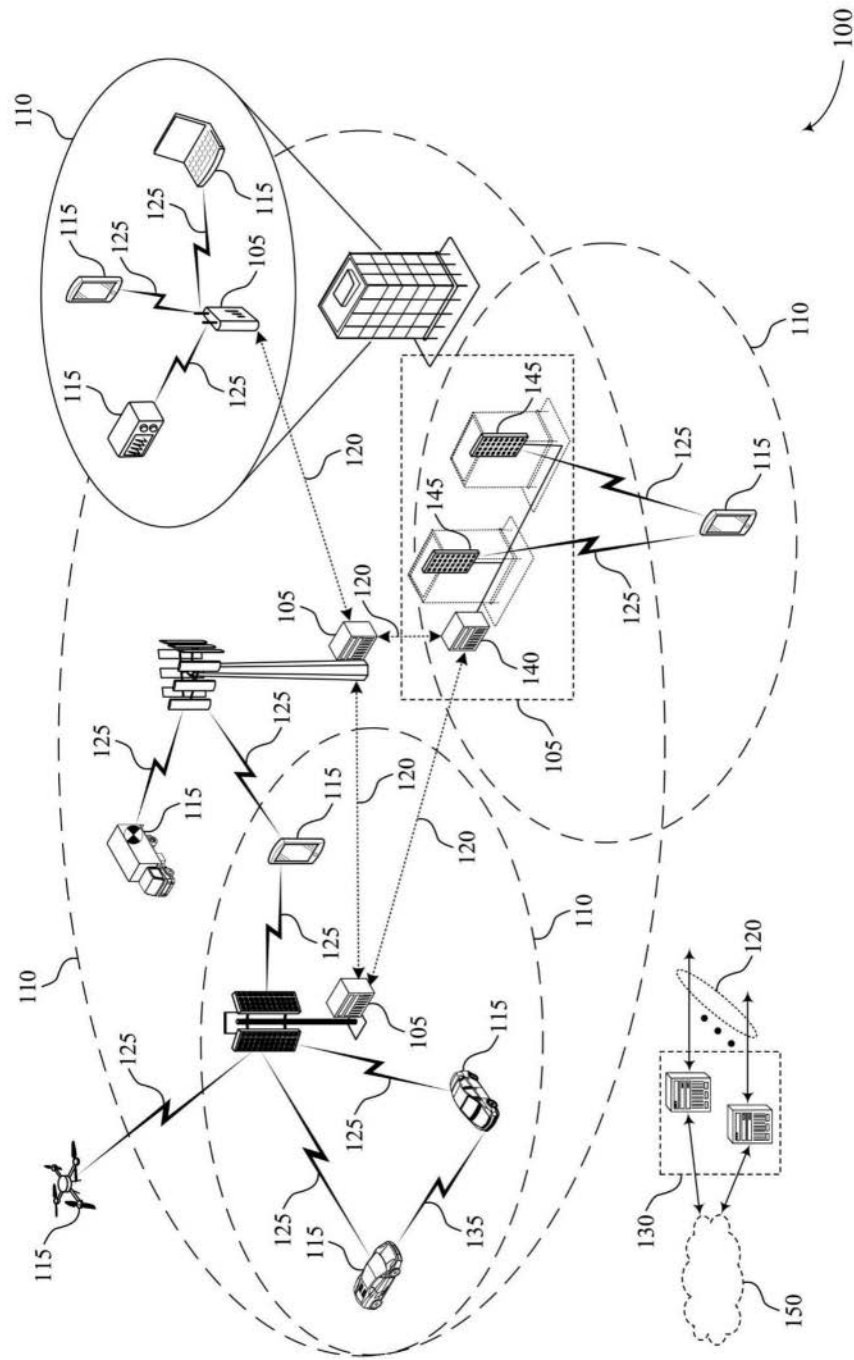


图1

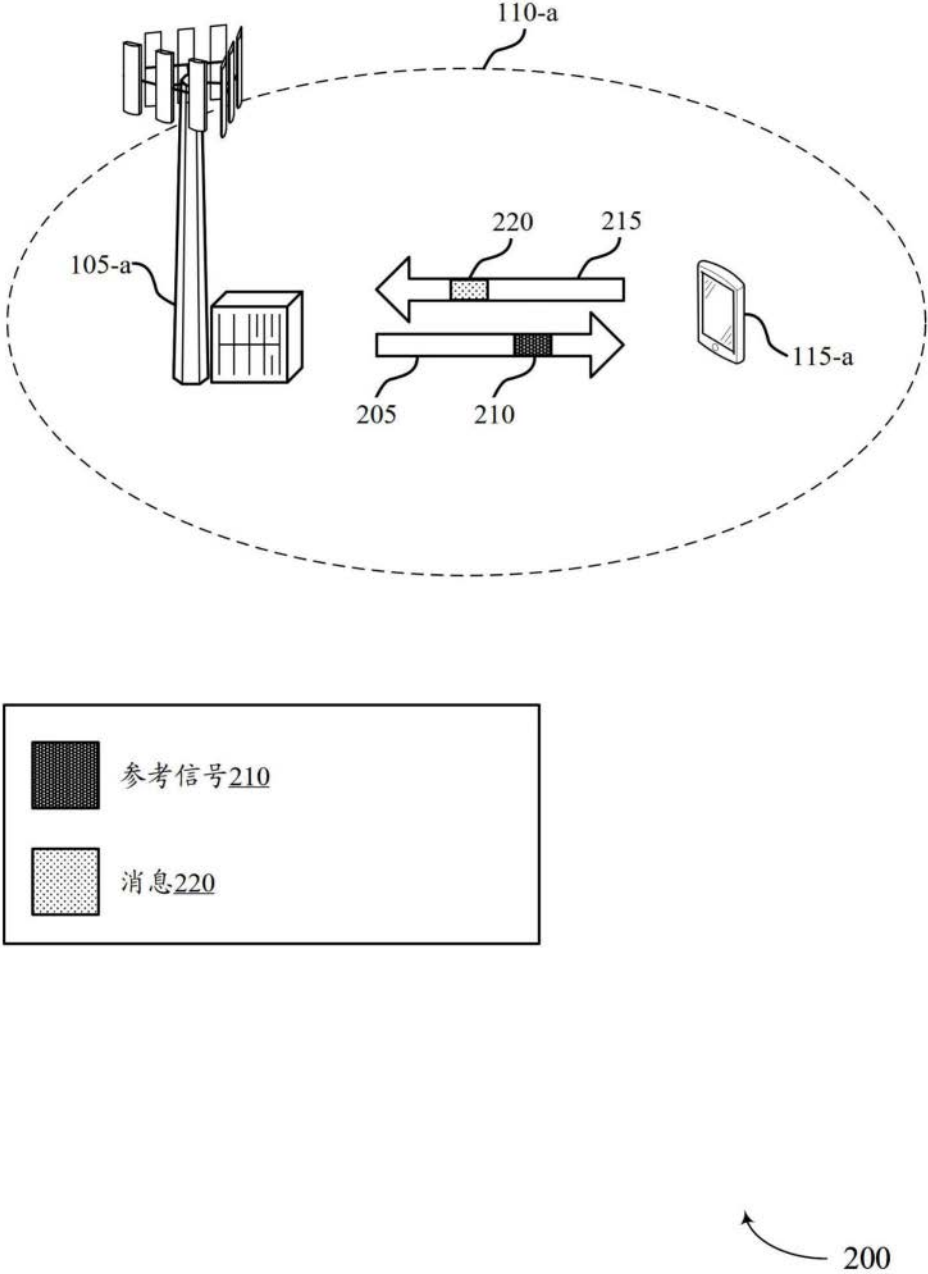


图2

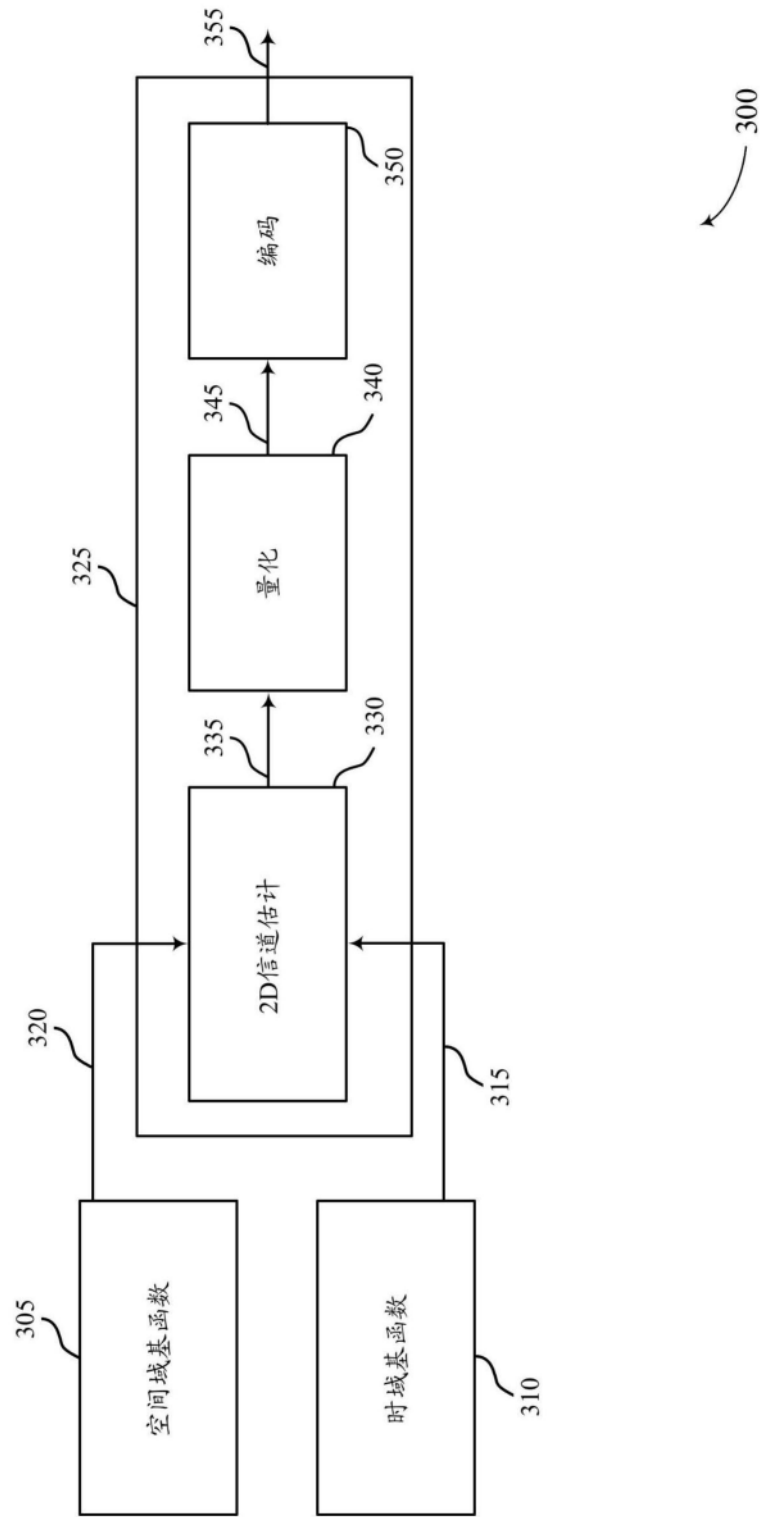


图3

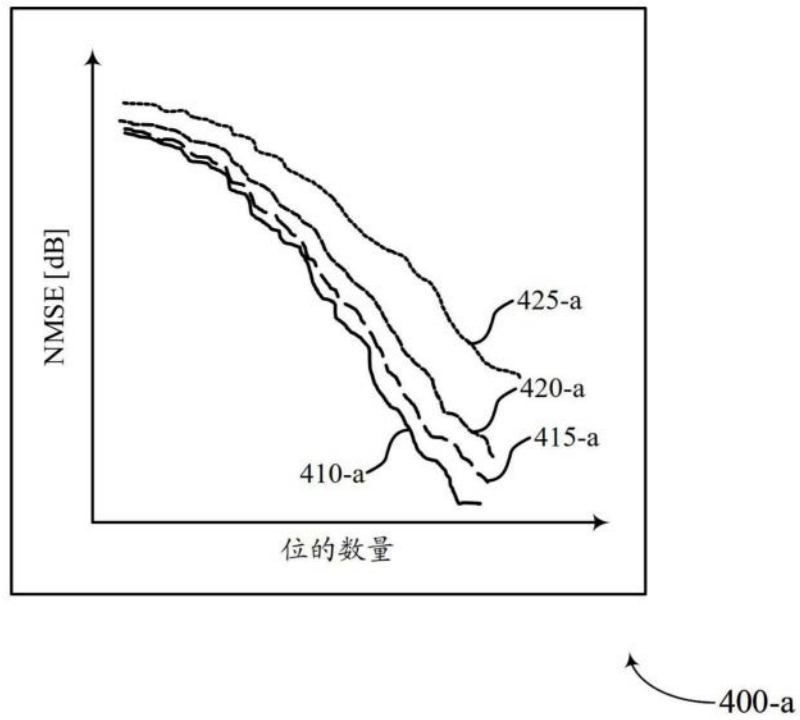


图4A

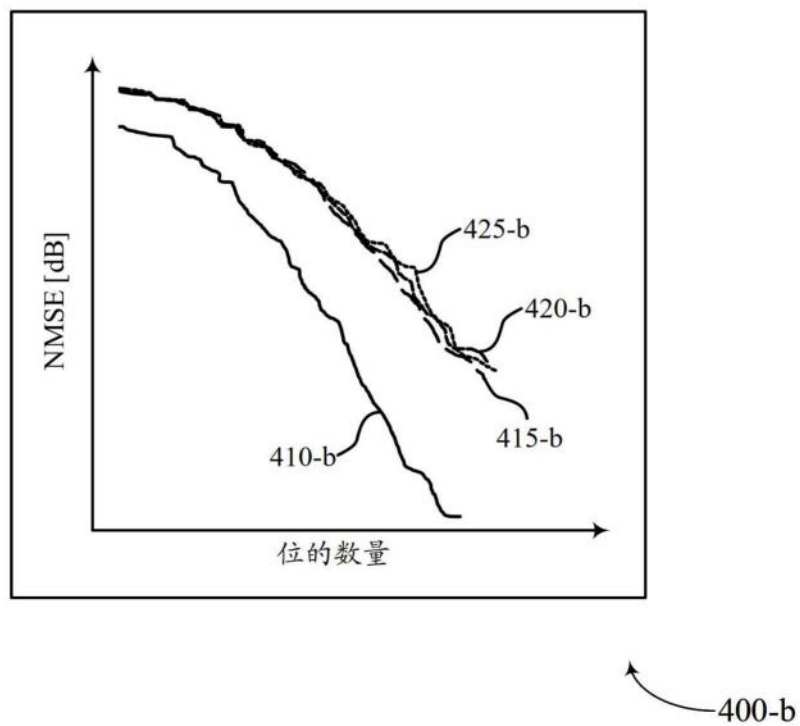
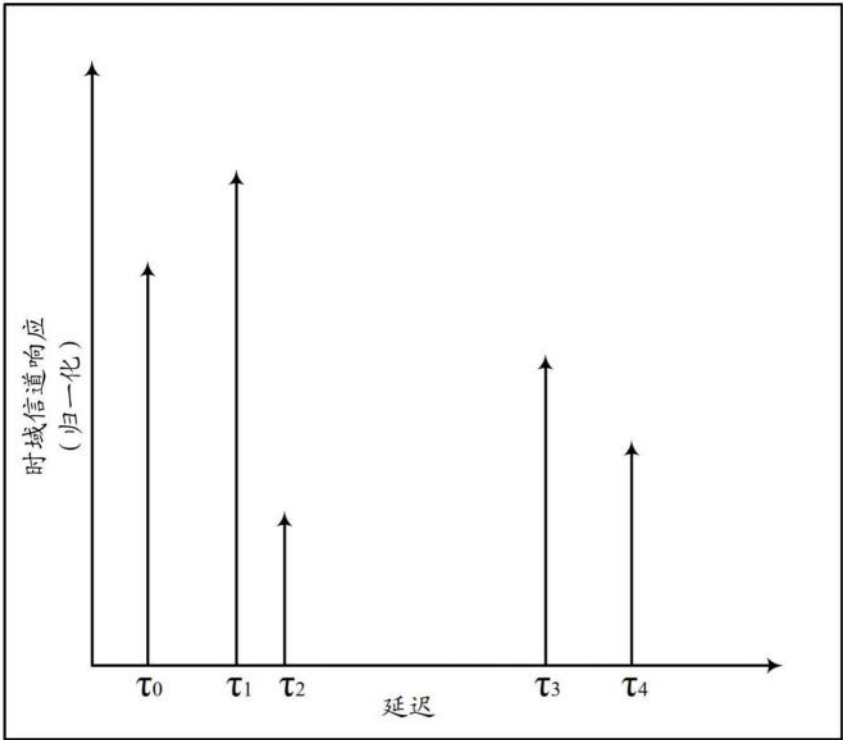


图4B



500

图5

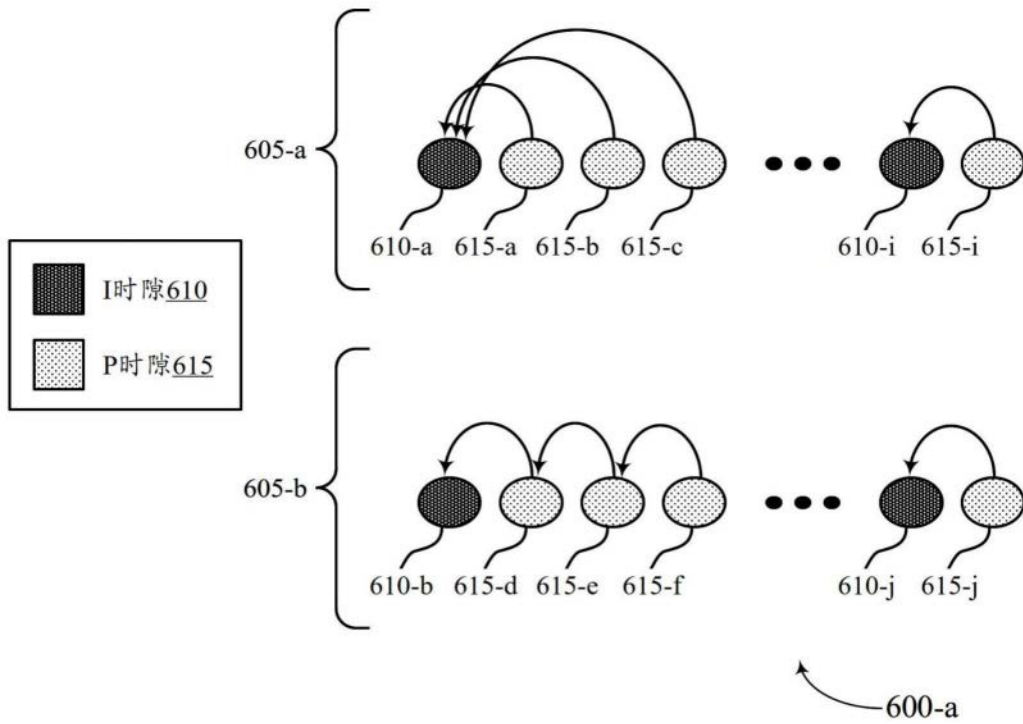


图6A

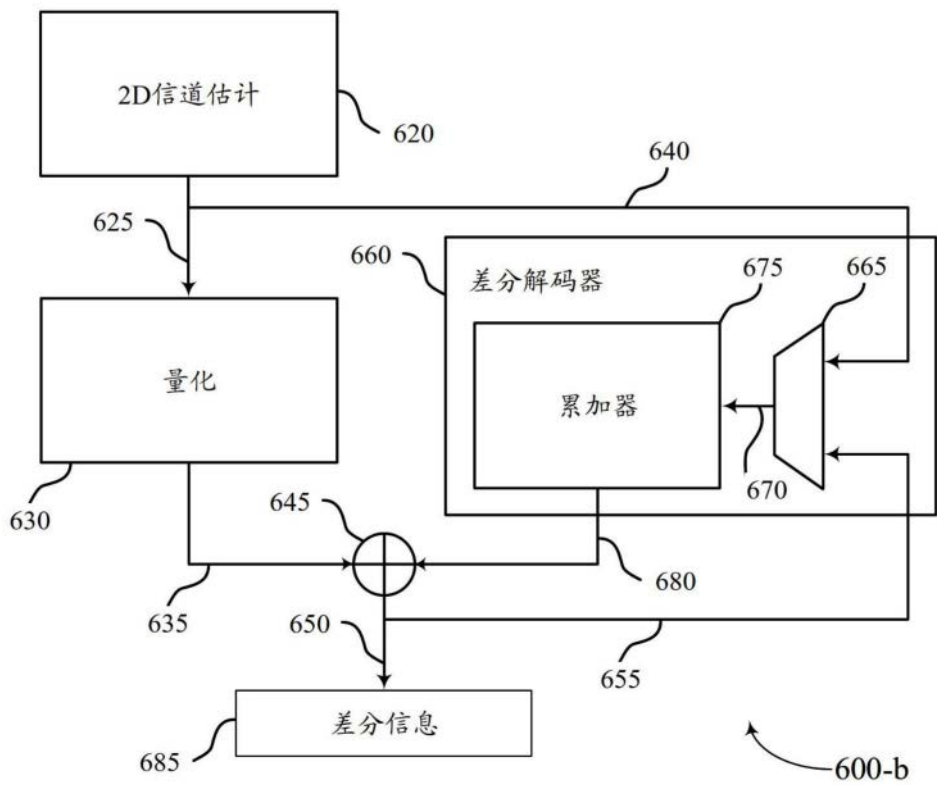
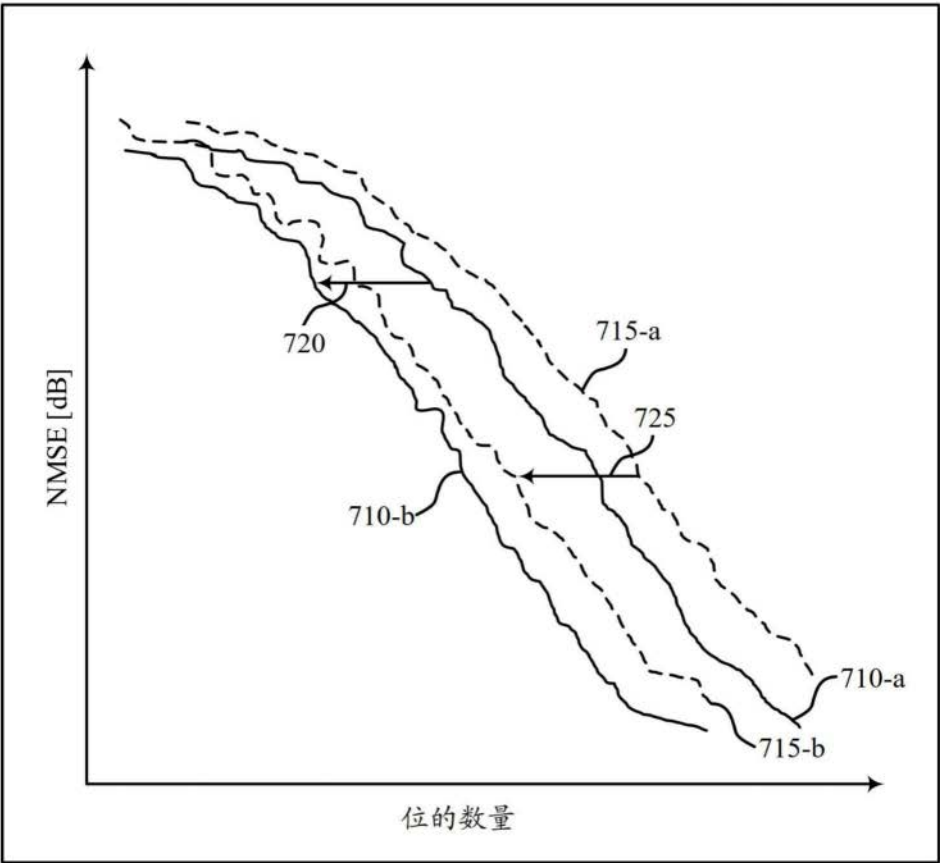


图6B



700

图7

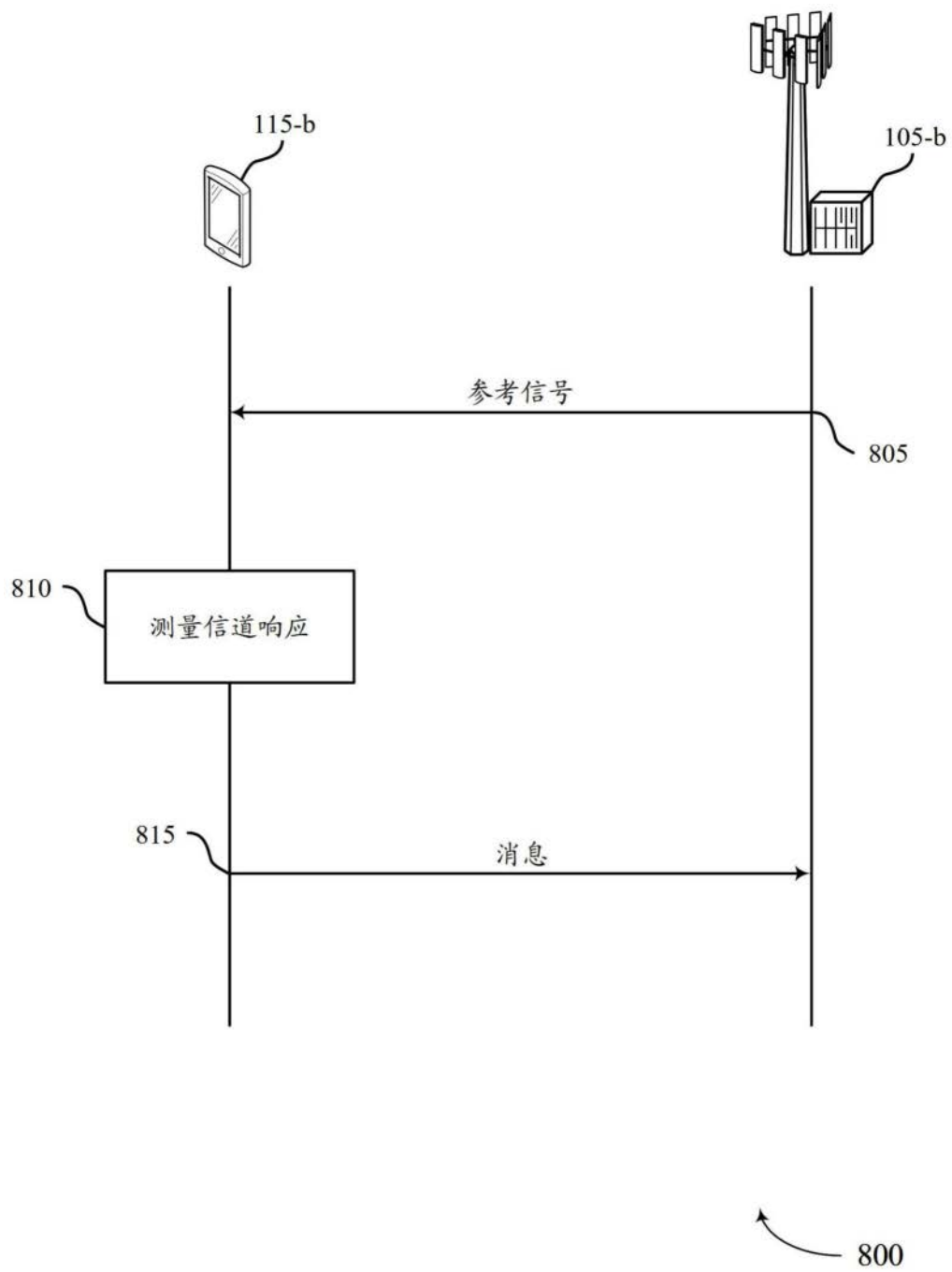


图8

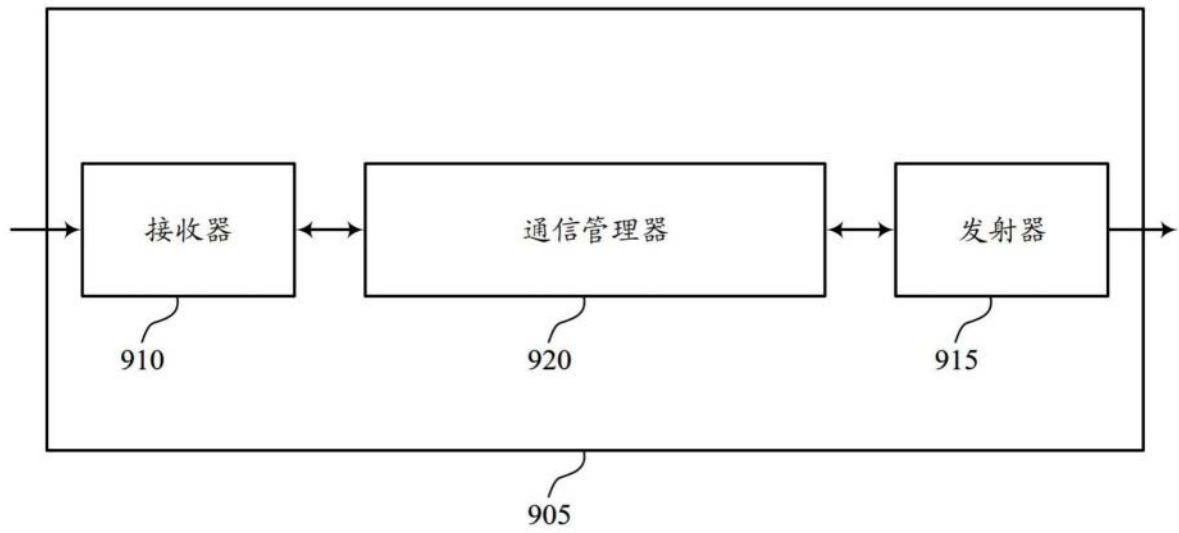


图9

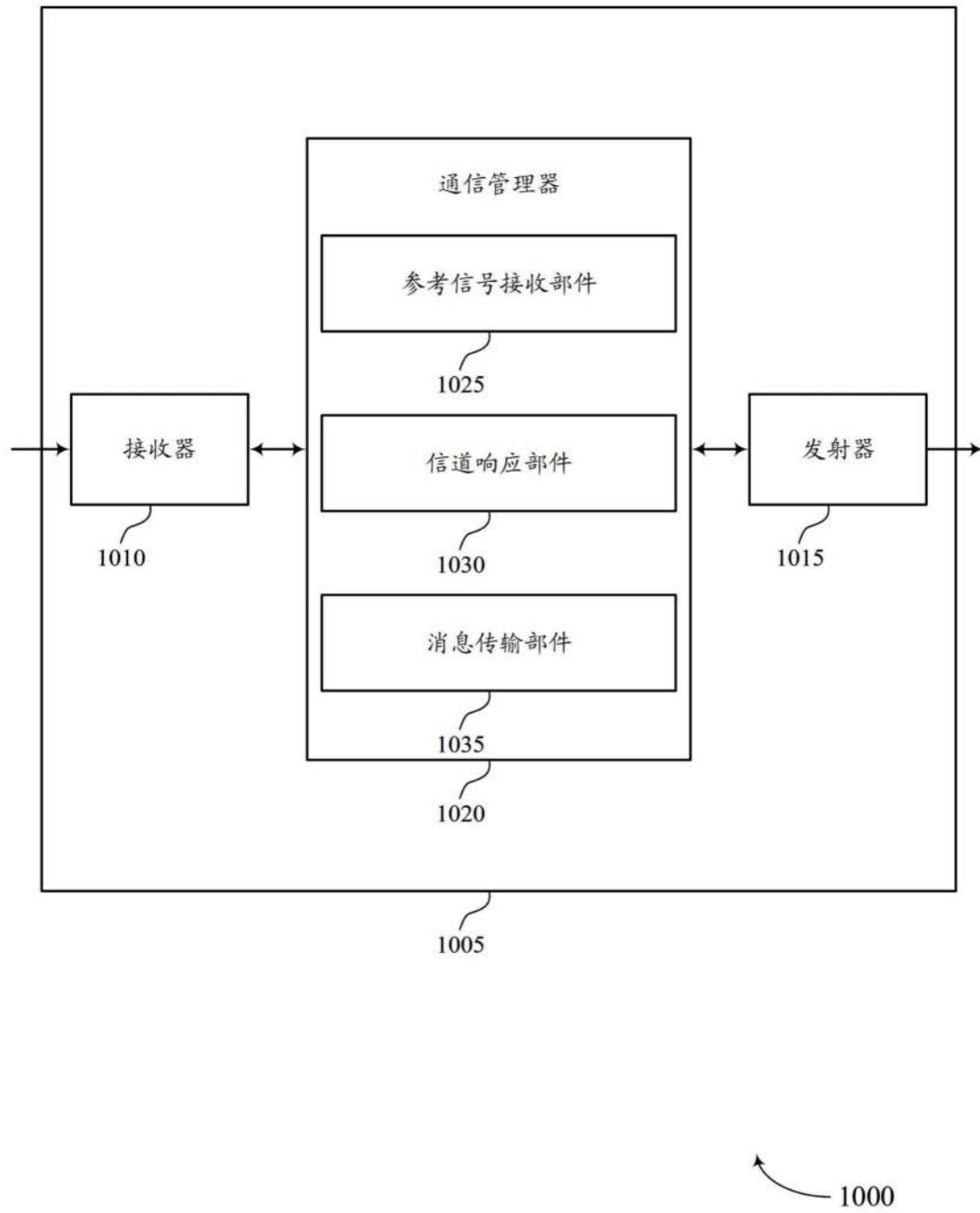


图10

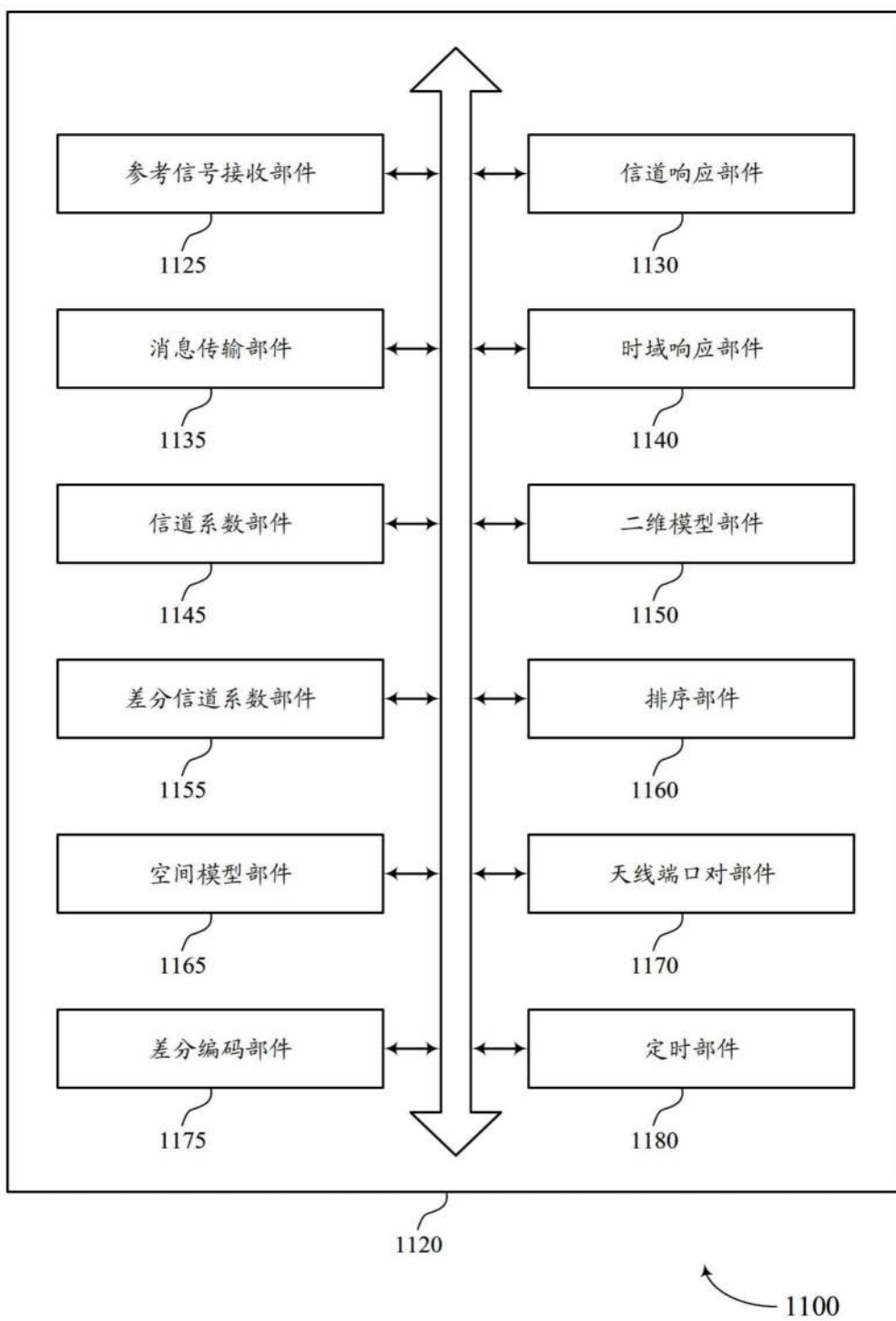


图11

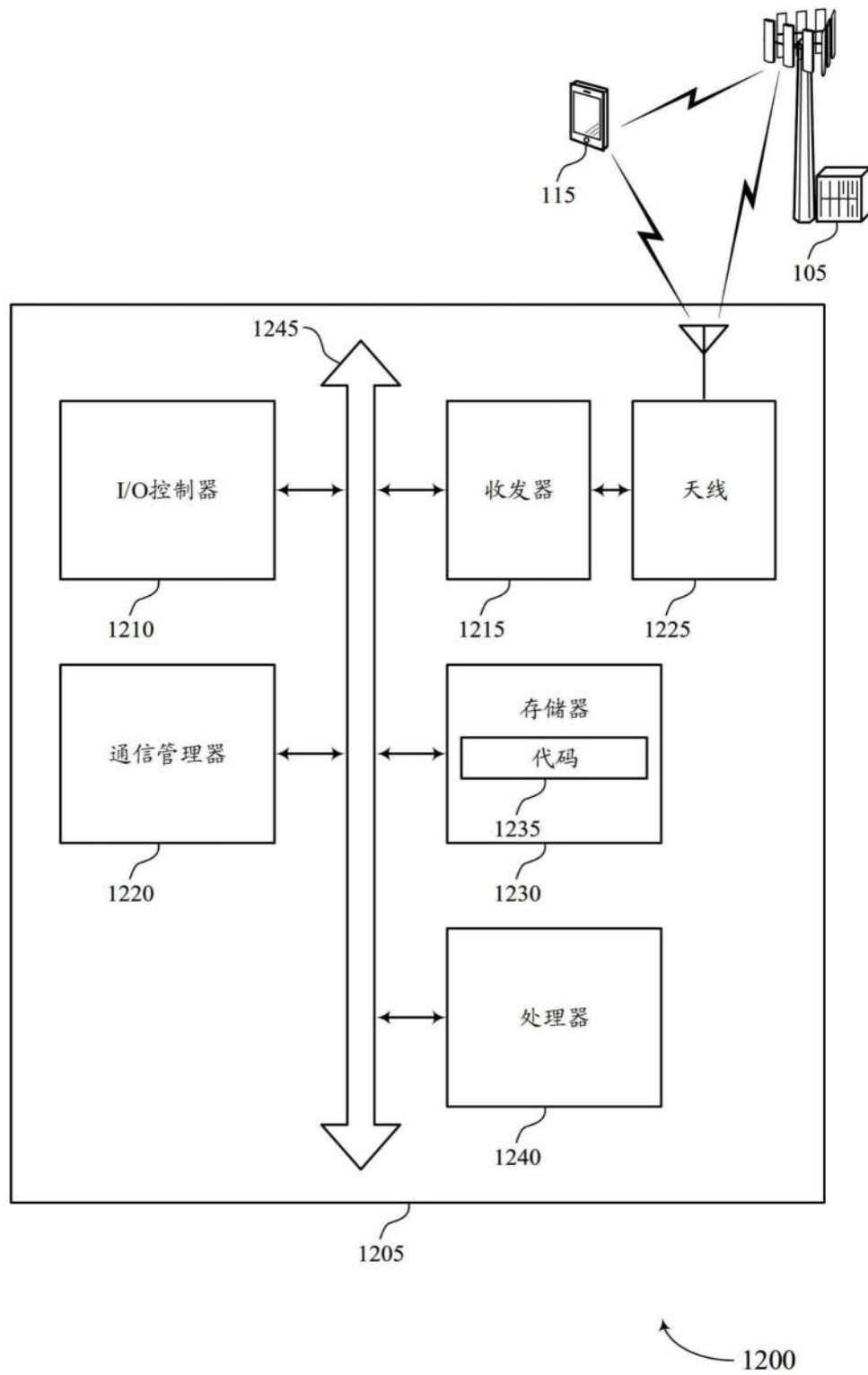


图12

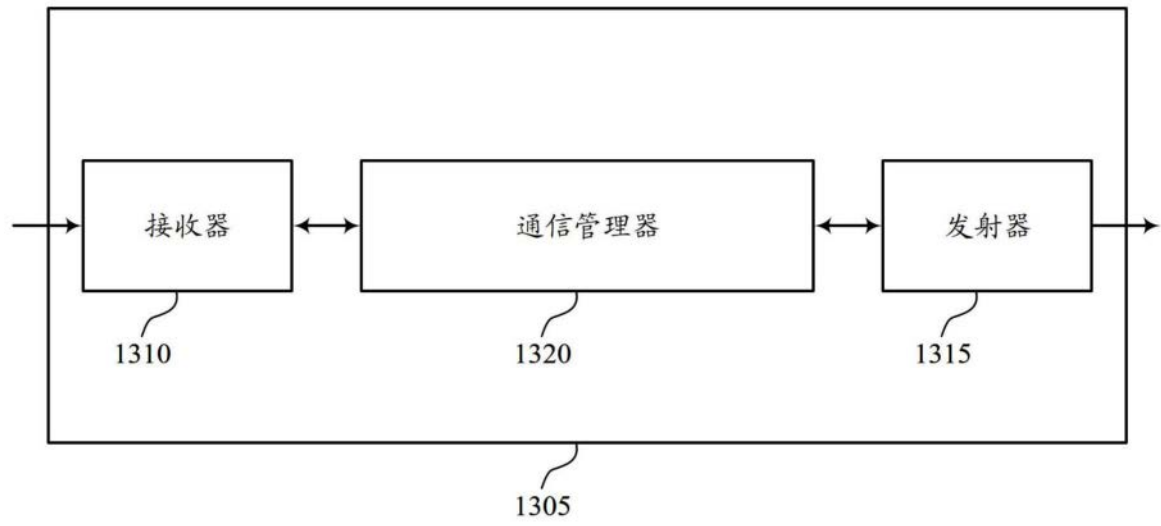


图13

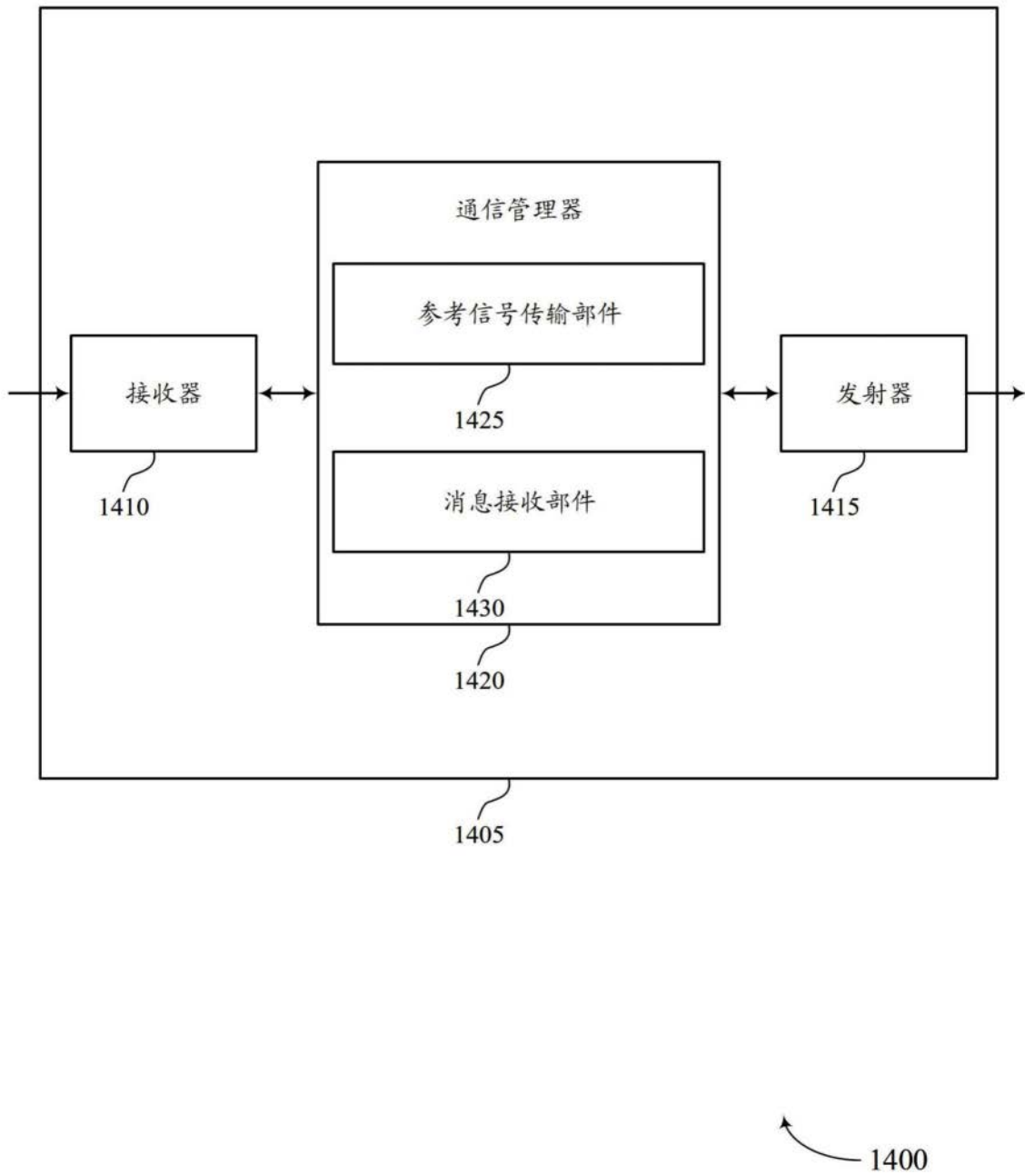


图14

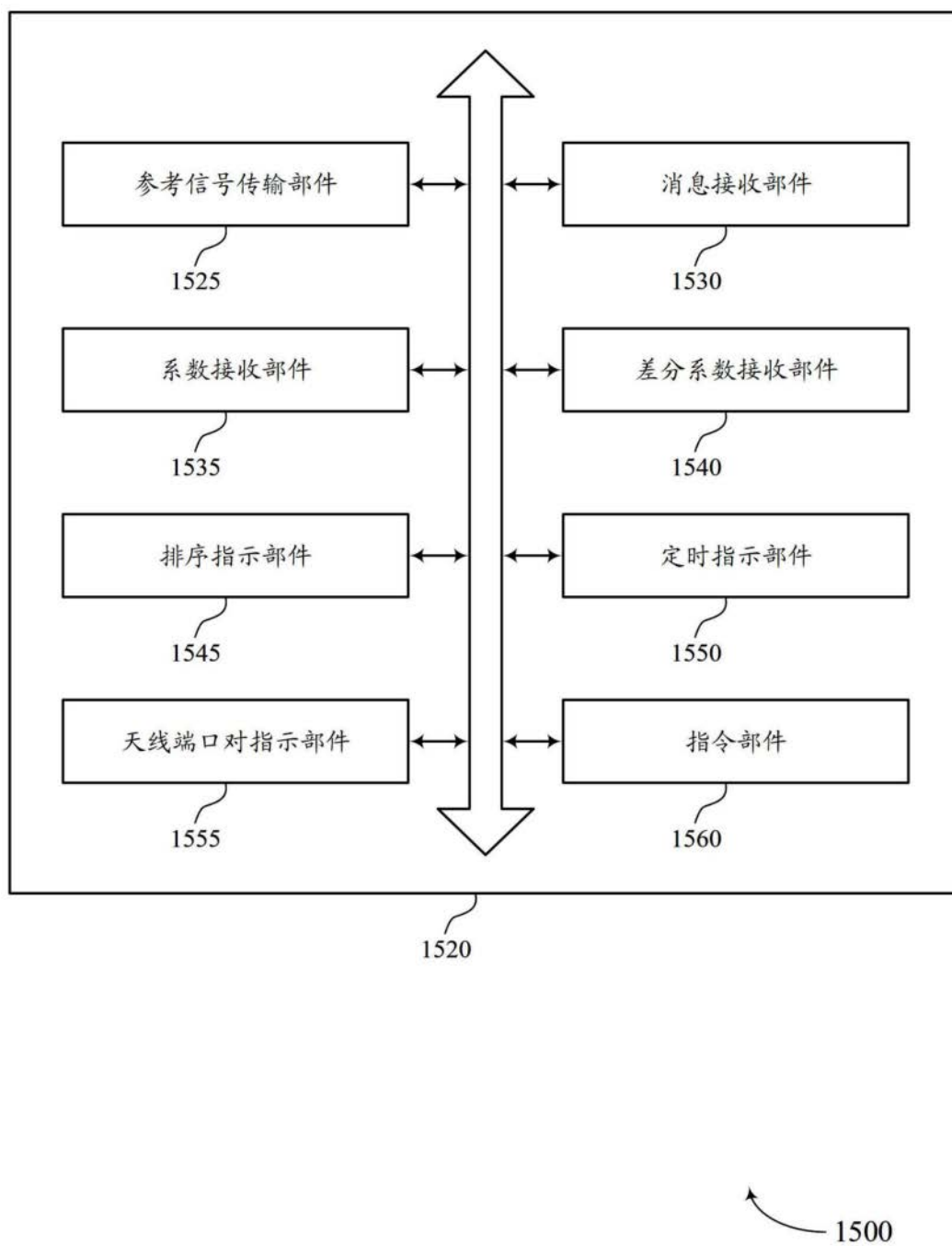


图15

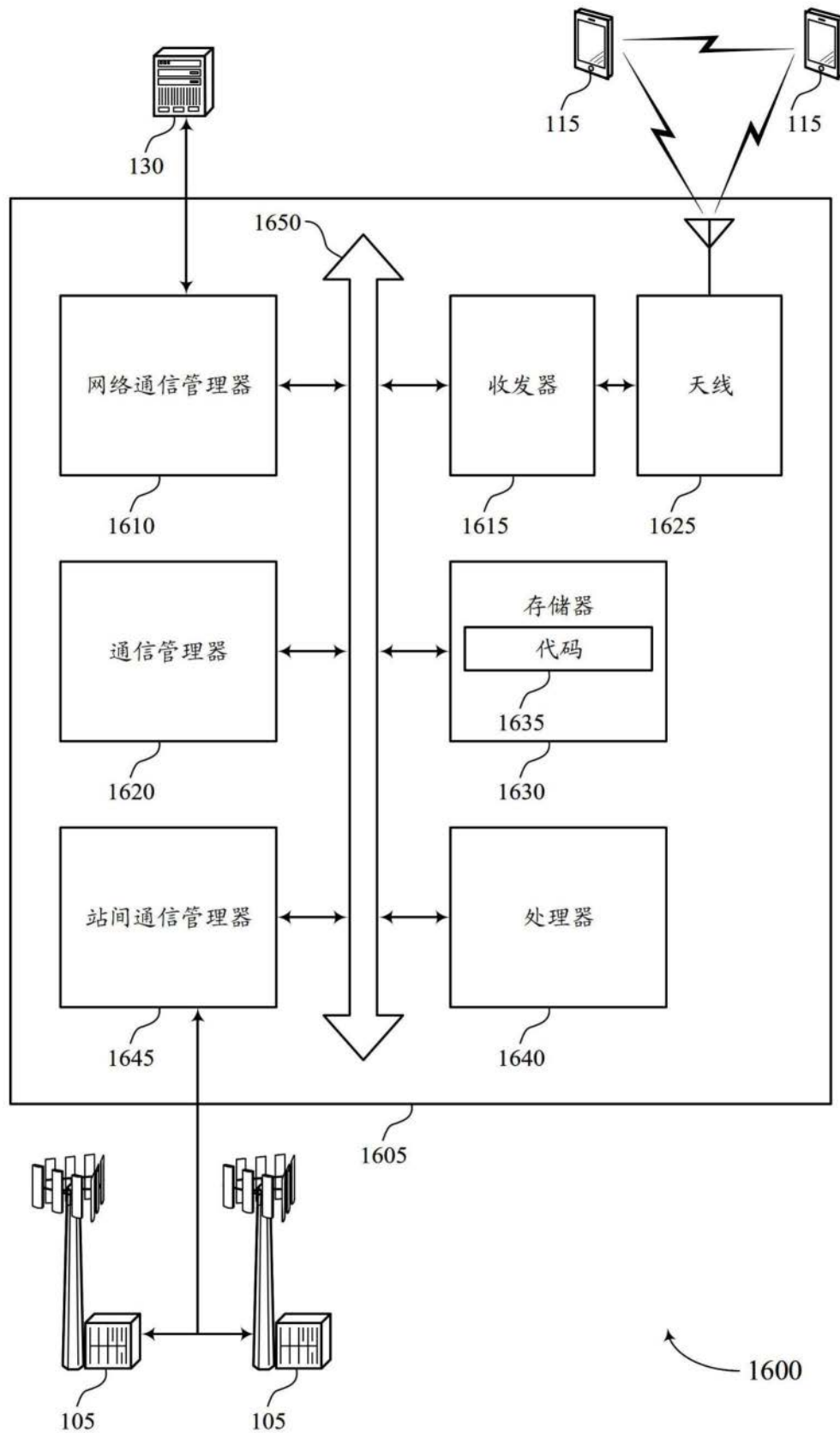


图16

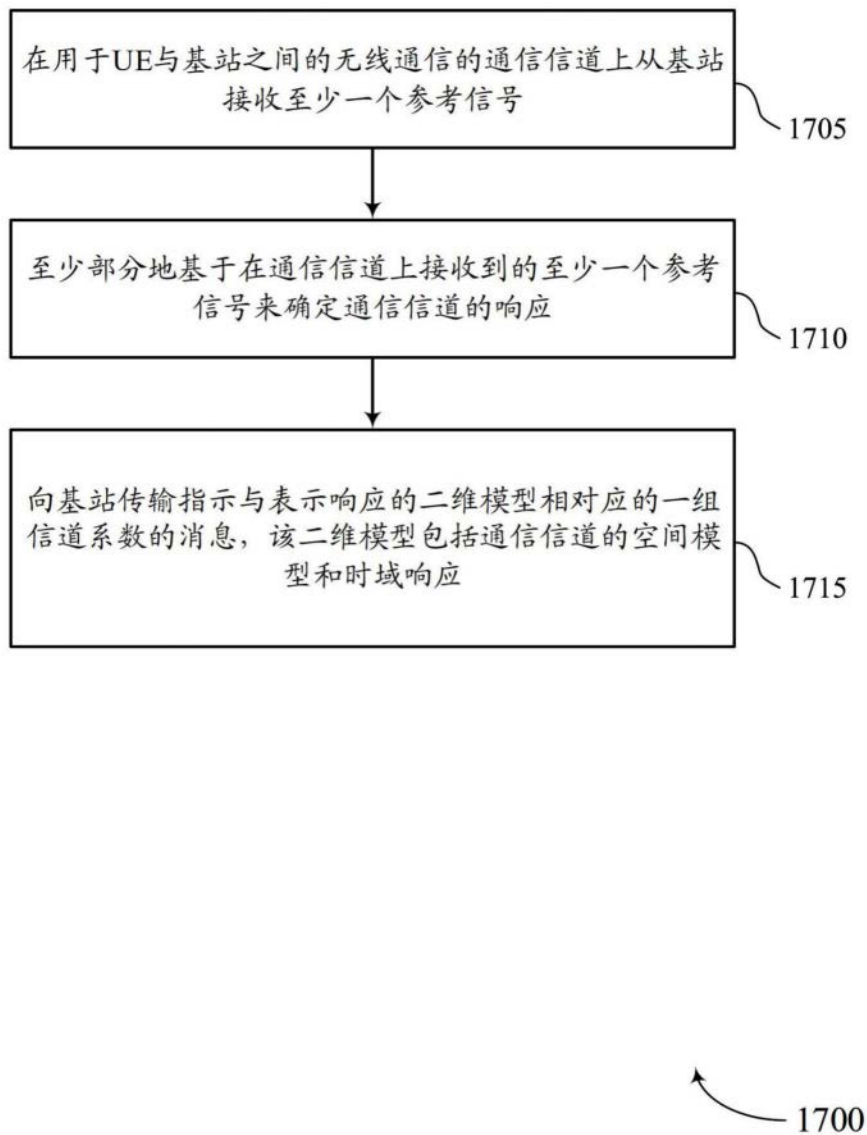


图17

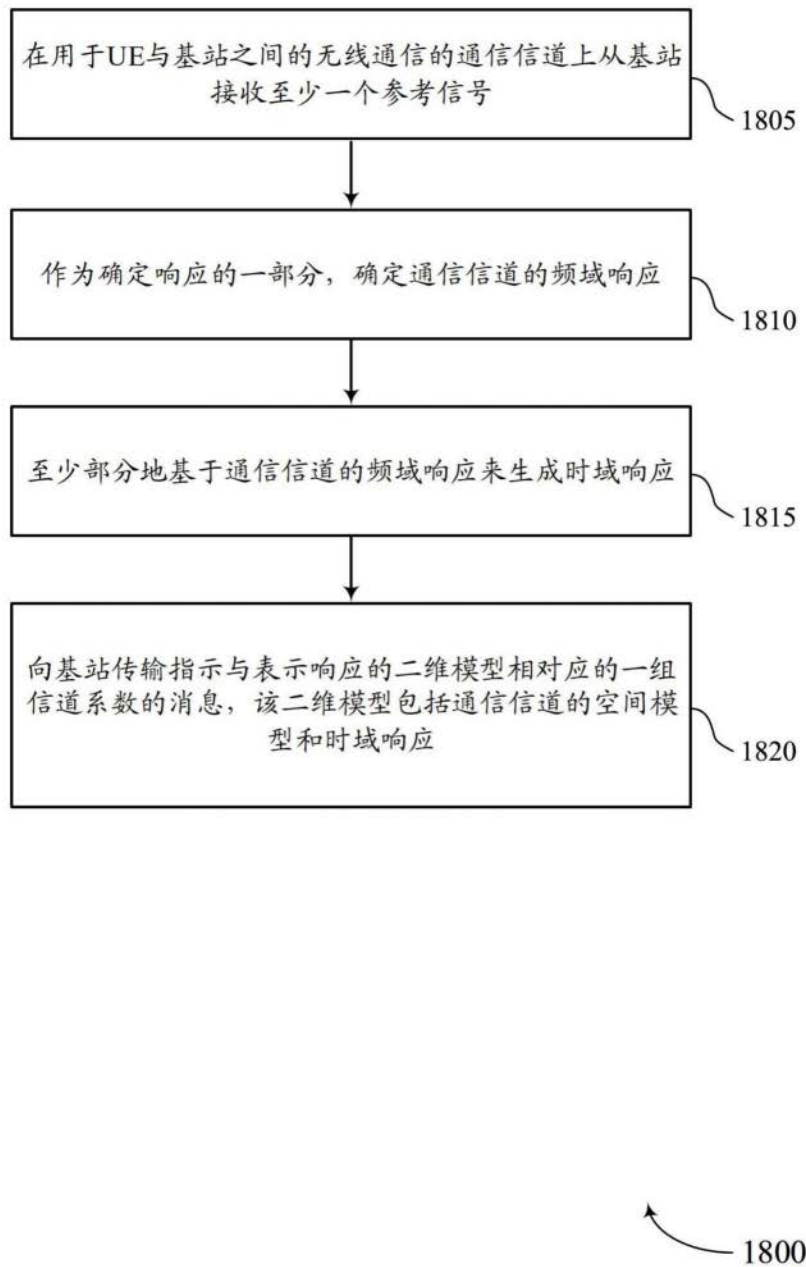


图18

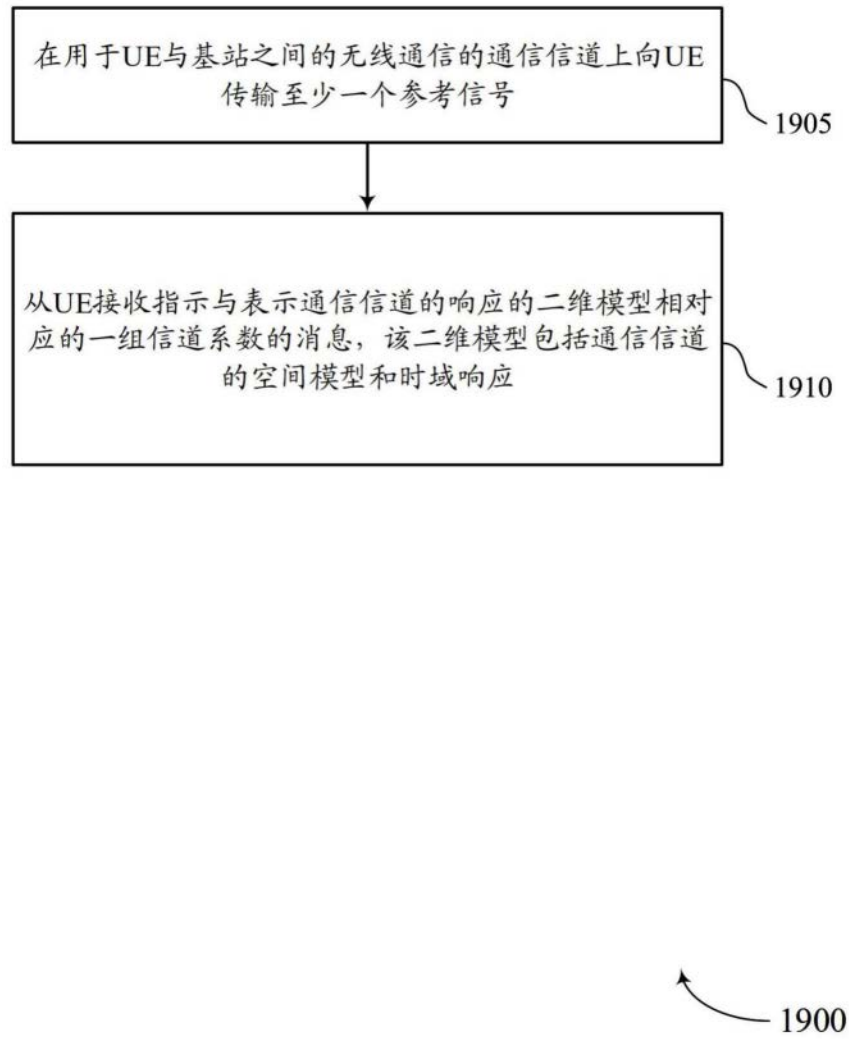


图19

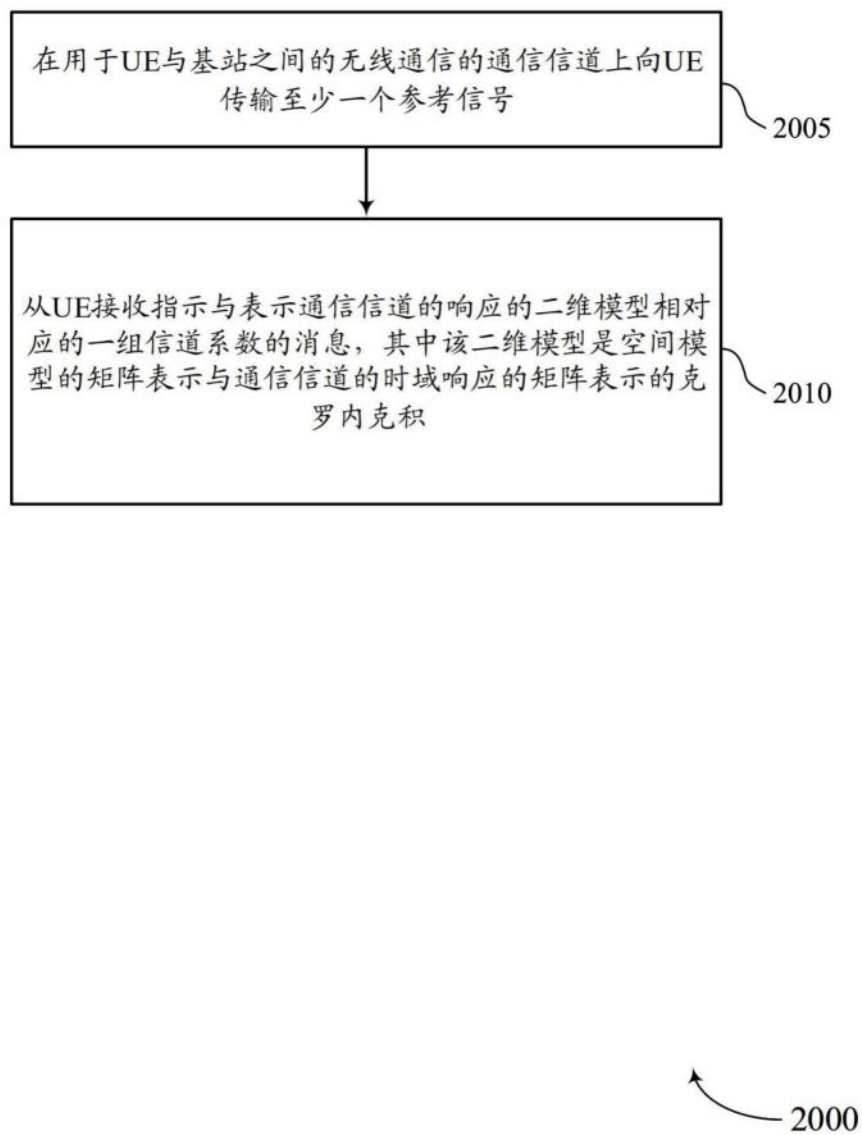


图20