



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110999368 B

(45) 授权公告日 2023.07.14

(21) 申请号 201880052078.4

(73) 专利权人 高通股份有限公司

(22) 申请日 2018.08.10

地址 美国加利福尼亚

(65) 同一申请的已公布的文献号

(72) 发明人 郝辰曦 张煜 武良明 魏超
申请公布号 CN 110999368 A
陈万士 徐浩

(43) 申请公布日 2020.04.10

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(66) 本国优先权数据

专利代理人 戴开良

PCT/CN2017/097206 2017.08.11 CN

(51) Int.CI.

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H04W 24/02 (2006.01)

2020.02.07

审查员 陈忱

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2018/099880 2018.08.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/029675 EN 2019.02.14

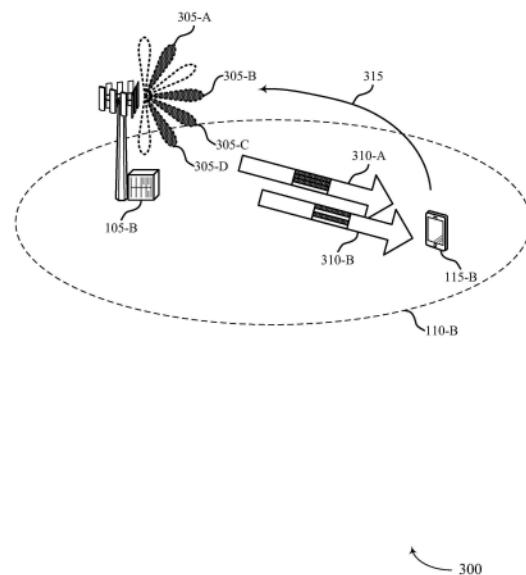
权利要求书8页 说明书37页 附图14页

(54) 发明名称

用于无线通信的方法、装置和计算机可读介质

(57) 摘要

一些无线通信网络可以使用多入多出(MIMO)方案来提高通信可靠性和/或吞吐。可以继而通过使用信道状态信息参考信号(CSI-RS)来支持MIMO操作,CSI-RS可以允许通信设备估计和利用多径信道状况。然而,用于支持此类通信的信令可能会消耗大量资源。根据所描述的技术,用户设备(UE)可以基于接收到的CSI-RS来识别非零功率波束。非零功率射束可以对最终的预编码向量有贡献。不发送与零功率波束有关的波束系数,UE而是可以向基站指示这些零功率波束的存在(例如,通过指示非零功率波束的数量)。这样的技术可以减少通信的开销或在其它方面使系统受益。



1. 一种用于无线通信的方法,包括:

接收指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;

接收一组参考信号;

针对一个或多个空间层以及至少部分地基于所述一组参考信号,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,其中,所述一组波束包括至少一个非零功率波束;

生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

发送所述CSI报告。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述配置指示端口选择码本,并且所述至少一个非零功率波束包括一组非零功率天线端口。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,并且其中,一组非零功率波束是基于所述指示符和所述一组波束来确定的。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,识别所述一组波束包括:

识别针对所述一个或多个空间层的针对第一组天线端口或第二组天线端口中的至少一者的所述至少一个非零功率波束。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述非零功率波束的所述数量,所述数量个所述非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的一组非零功率波束,所述一组非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,指示所述一组非零功率波束的所述一组比特包括针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

8. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量。

9. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第二组非零功率波束。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,每组比特包括针对对应的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

11. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量,所述第一数量个非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二数量个非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

12. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的第二组非零功率波束,所述第一组非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二组非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,所述第一组比特包括针对通过所述第一组天线端口的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特,所述第二组比特包括针对通过所述第二组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

14. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

15. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的相应的一组非零功率波束。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

17. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述第一组天线端口或所述第二组天线端口对应于相同的极化或相同的天线面板或其组合。

18. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述CSI报告还包括秩指示RI。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中,所述RI和所述指示符被分开地编码。

20. 根据权利要求1所述的方法,其中,针对每个非零功率波束的所述波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位、或其组合,并且其中,针对每个非零功率波束的所述波束系数的报告有效载荷大小是至少部分地基于所述指示符的。

21. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述配置是经由无线电资源控制RRC信令、介质访问控制MAC控制元素CE、或下行链路控制信令来接收的,所述配置还包括报告设置。

22. 一种用于无线通信的方法,包括:

向用户设备UE发送指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;
发送一组参考信号;

从所述UE接收所述CSI报告,其中,所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,所述CSI报告进一步包括针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

至少部分地基于所述CSI报告来解析所述至少一个波束系数。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中,发送所述一组参考信号包括:

通过相应的天线端口发送参考信号,其中,所述一组波束中的每个波束对应于所述天线端口中的一个天线端口。

24. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,所述方法还包括:

基于所述指示符和所述一组波束来确定一组非零功率波束。

25. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述一组波束施加到针对所述一个或多个空间层的第一组天线端口和第二组天线端口。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述非零功率波束的所述数量,所述数量个非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

27. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的一组非零功率波束,所述一组非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中,指示所述一组非零功率波束的所述一组比特包括针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

29. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量。

30. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第二组非零功率波束。

31. 根据权利要求30所述的方法,其中,每组比特包括针对对应的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

32. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量,所述第一数量个非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二数量个非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

33. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的第二组非零功率波束,所述第一组非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二组非零功率波束中的每个非零

功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

34. 根据权利要求33所述的方法,其中,所述第一组比特包括针对通过所述第一组天线端口的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特,所述第二组比特包括针对通过所述第二组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

35. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

36. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的相应的一组非零功率波束。

37. 根据权利要求36所述的方法,其中,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

38. 根据权利要求25所述的方法,其中,所述第一组天线端口或所述第二组天线端口对应于相同的极化或相同的天线面板或其组合。

39. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述CSI报告还包括秩指示RI。

40. 根据权利要求39所述的方法,其中,所述RI和所述指示符被分开地编码。

41. 根据权利要求22所述的方法,其中,针对每个非零功率波束的所述至少一个波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位、或其组合,以及其中,针对每个非零功率波束的所述至少一个波束系数的报告有效载荷大小是至少部分地基于所述指示符的。

42. 根据权利要求22所述的方法,其中,所述配置是经由无线电资源控制RRC信令、介质访问控制MAC控制元素CE、或下行链路控制信令来发送的,所述配置还包括报告设置。

43. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于接收指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置的单元;

用于接收一组参考信号的单元;

用于针对一个或多个空间层,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束的单元,其中,所述一组波束包括至少一个非零功率波束;

用于生成所述CSI报告的单元,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

用于发送所述CSI报告的单元。

44. 根据权利要求43所述的装置,还包括:

用于通过一组天线端口中的相应的天线端口接收每个参考信号的单元,其中,所述一组波束中的每个波束对应于所述一组天线端口中的天线端口。

45. 根据权利要求43所述的装置,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,并且其中,一组非零功率波束是基于所述指示符和所述一组波束来确定的。

46. 根据权利要求43所述的装置,其中,用于识别所述一组波束的单元包括:

用于识别针对所述一个或多个空间层的针对第一组天线端口或第二组天线端口中的至少一者的所述至少一个非零功率波束的单元。

47. 一种用于无线通信的装置,包括:

用于向用户设备UE发送指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置的单元;

用于发送一组参考信号的单元;

用于从所述UE接收所述CSI报告的单元,其中,所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,所述CSI报告进一步包括针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的一组波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

用于至少部分地基于对所述非零功率波束的所述指示符来解析所述一组波束系数的单元。

48. 根据权利要求47所述的装置,还包括:

用于通过相应的天线端口发送所述一组参考信号的单元,其中,所述一组波束中的每个波束对应于所述天线端口中的一个天线端口。

49. 根据权利要求47所述的装置,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,所述装置还包括:

用于基于所述指示符和所述一组波束来确定一组非零功率波束的单元。

50. 根据权利要求47所述的装置,其中,所述一组波束施加到针对所述一个或多个空间层的第一组天线端口和第二组天线端口。

51. 一种用于无线通信的装置,包括:

处理器;

存储器,其与所述处理器进行电子通信;以及

指令,其存储在所述存储器中并且在由所述处理器执行时可操作以使所述装置进行以下操作:

接收指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;

接收一组参考信号;

针对一个或多个空间层,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,其中,所述一组波束包括至少一个非零功率波束;

生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

发送所述CSI报告。

52. 根据权利要求51所述的装置,其中,所述指令还是由所述处理器可执行以进行以下操作的:

通过一组天线端口中的相应的天线端口接收每个参考信号,其中,所述一组波束中的每个波束对应于所述一组天线端口中的天线端口。

53. 根据权利要求51所述的装置,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,并且其中,一组非零功率波束是基于所述指示符和所述一组波

束来确定的。

54. 根据权利要求51所述的装置,其中,所述指令还是由所述处理器可执行以进行以下操作的:

识别针对所述一个或多个空间层的针对第一组天线端口或第二组天线端口中的至少一者的所述至少一个非零功率波束。

55. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述非零功率波束的所述数量,所述数量个所述非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

56. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括一组比特,所述一组比特指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的一组非零功率波束,所述一组非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。

57. 根据权利要求56所述的装置,其中,指示所述一组非零功率波束的所述一组比特包括针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

58. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量。

59. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第二组非零功率波束。

60. 根据权利要求59所述的装置,其中,每组比特包括针对一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

61. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量,所述第一数量个非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二数量个非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

62. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示所述一组波束中的针对所述第一组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示所述一组波束中的针对所述第二组天线端口的第二组非零功率波束,所述第一组非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二组非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。

63. 根据权利要求62所述的装置,其中,所述第一组比特包括针对通过所述第一组天线端口的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特,所述第二组比特包括针对通过

所述第二组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

64. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

65. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的相应的一组非零功率波束。

66. 根据权利要求65所述的装置,其中,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

67. 根据权利要求54所述的装置,其中,所述第一组天线端口或所述第二组天线端口对应于相同的极化或相同的天线面板或其组合。

68. 根据权利要求51所述的装置,其中,所述CSI报告还包括秩指示RI。

69. 根据权利要求68所述的装置,其中,所述RI和所述指示符被分开地编码。

70. 根据权利要求51所述的装置,其中,针对每个非零功率波束的所述至少一个波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位、或其组合,并且其中,针对每个非零功率波束的所述至少一个波束系数的报告有效载荷大小是至少部分地基于所述指示符的。

71. 根据权利要求51所述的装置,其中,所述配置是经由无线电资源控制RRC信令、介质访问控制MAC控制元素CE、或下行链路控制信令来接收的,所述配置还包括报告设置。

72. 一种用于无线通信的装置,包括:

处理器;

存储器,其与所述处理器进行电子通信;以及

指令,其存储在所述存储器中并且在由所述处理器执行时可操作以使所述装置进行以下操作:

向用户设备UE发送指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;发送一组参考信号;

从所述UE接收所述CSI报告,其中,所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,所述CSI报告进一步包括针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的一组波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

至少部分地基于对所述非零功率波束的所述指示符来解析所述一组波束系数。

73. 根据权利要求72所述的装置,其中,所述指令还是由所述处理器可执行以进行以下操作的:

通过相应的天线端口发送所述一组参考信号,其中,所述一组波束中的每个波束对应于所述天线端口中的一个天线端口。

74. 根据权利要求72所述的装置,其中,所述指示符还指示所述一个或多个空间层中的每个空间层的零功率波束,并且其中,所述指令还是由所述处理器可执行以进行以下操作的:

基于所述指示符和所述一组波束来确定一组非零功率波束。

75. 根据权利要求72所述的装置,其中,所述一组波束施加到针对所述一个或多个空间层的第一组天线端口和第二组天线端口。

76. 一种非暂时性计算机可读介质,存储用于无线通信的代码,所述代码包括由处理器可执行以进行以下操作的指令:

接收指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;

接收一组参考信号;

针对一个或多个空间层,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,其中,所述一组波束包括至少一个非零功率波束;

生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

发送所述CSI报告。

77. 一种非暂时性计算机可读介质,存储用于无线通信的代码,所述代码包括由处理器可执行以进行以下操作的指令:

向用户设备UE发送指示要在信道状态信息CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;

发送一组参考信号;

从所述UE接收所述CSI报告,其中,所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束,所述CSI报告进一步包括针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的一组波束系数、以及针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的非零功率波束的数量的指示符;以及

至少部分地基于对所述非零功率波束的所述指示符来解析所述一组波束系数。

用于无线通信的方法、装置和计算机可读介质

[0001] 交叉引用

[0002] 本专利申请要求享受由HAO等人于2017年8月11日提交的题为“TECHNIQUES FOR NON-ZERO-POWER BEAMS IN WIRELESS SYSTEMS”的申请号为PCT/CN2017/097206的国际专利申请的优先权,该申请被转让给本申请的受让人,并通过引用整体地并入本文。

技术领域

[0003] 以下内容通常涉及无线通信,并且具体地涉及用于无线系统中的非零功率波束的技术。

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,例如,语音、视频、分组数据、消息传递、广播等。这些系统能够通过共享可用的系统资源(例如,时间、频率和功率)来支持与多个用户的通信。这种多址系统的示例包括诸如长期演进(LTE)系统或者高级LTE(LTE-A)系统的第四代(4G)系统、以及可被称为新无线电(NR)系统的第五代(5G)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)、正交频分多址(OFDMA)或离散傅立叶变换扩展OFDM(DFT-S-OFDM)的技术。无线多址通信系统可以包括多个基站或网络接入节点,每个基站或网络接入节点同时支持多个通信设备的通信,其中通信设备也可以被称为用户设备(UE)。

[0005] 一些无线通信系统可以支持线性组合码本的使用(例如,以支持多入多出(MIMO)通信)。在一些情况下,线性组合码本可以替代地称为II型码本(例如,或II型端口选择码本)。举例来说,MIMO通信可以取决于在一个或一个以上天线端口上的信道状态信息参考信号(CSI-RS)的传输。可以在对应的波束上发送每个CSI-RS,其中,每个波束是基于二维天线阵列内的天线元件的经加权的(例如,经相位和幅度调制)组合而形成的。替代地,可以不对CSI-RS传输进行波束成形(例如,与给定的天线端口对应的CSI-RS可以被映射到天线阵列的天线元件,而无需预编码)。在任何一种情况下,线性组合码本都可以使得能够选择用于通信设备的波束的线性组合。例如,波束可以至少部分地基于来自接收设备(例如,UE)的CSI反馈来选择。即,UE可以报告所选择的波束和相关联的系数,以允许网络获知通信信道(例如,用于调度、多用户配对、多用户预编码器计算等)。这样的报告可能消耗大量的上行链路时频资源。可能需要改进的技术来减少这些报告的开销。

发明内容

[0006] 所描述的技术涉及支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的经改进的方法、系统、设备和装置。通常,所描述的技术支持用于减少用于多入多出(MIMO)通信的信道状态信息(CSI)报告的有效载荷。根据所描述的技术,无线节点(例如,基站)可以将用户设备(UE)配置为报告针对通过一个或多个空间层的数个波束(例如,四(4)个波束)的CSI。然后,基站可以通过一组天线端口(例如,八(8)个天线端口)发送CSI-RS。在一些情况下,可以将

预编码施加于每个天线端口(例如,使得可以对CSI-RS进行波束成形)。替代地,可以通过每个天线端口发送CSI-RS而无需预编码。

[0007] 在接收到CSI-RS后,UE可以执行信道测量并计算用于进行报告的CSI。例如,在没有对CSI-RS进行波束成形的情况下,UE可以估计自身与基站之间的信道并执行波束选择(例如,根据UE和网络已知的码本)。替代地,如果CSI-RS是经波束成形的,则UE可以估计其自身与基站之间的复合信道(例如,包括各种多径效应的信道)。例如,基于信道估计,UE可以识别哪些波束在一个或多个空间层上提供最大的频谱效率,并在CSI报告中指示所识别的波束。但是,在一些情况下,给定的空间层可以使用少于配置数量的波束(例如,可以仅使用三(3)个波束)。即,第四束对给定的空间层的贡献可能相对较低(例如,或不存在)。在这样的示例中,可以说给定的空间层包括三个非零功率波束和一个零功率波束。根据所描述的技术,UE可以在CSI报告中包括对用于给定的空间层的非零功率波束的指示符(例如,并且可以省去针对零功率波束的波束系数)。下面考虑并讨论了各种指示符配置。这类技术可以减少CSI报告的有效载荷,这可以继而提高吞吐或在其它方面使无线通信系统受益。

[0008] 描述了一种无线通信的方法。所述方法可以包括:接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;接收一组参考信号;针对一个或多个空间层以及至少部分地基于所述一组参考信号,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束;生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率波束的指示符;以及发送所述CSI报告。

[0009] 描述了一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括:用于接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置的单元;用于接收一组参考信号的单元;用于针对一个或多个空间层以及至少部分地基于所述一组参考信号,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束的单元;用于生成所述CSI报告的单元,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率波束的指示符;以及用于发送所述CSI报告的单元。

[0010] 描述了用于无线通信的另一装置。所述装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可以是可操作以使所述处理器进行如下操作的:接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;接收一组参考信号;针对一个或多个空间层以及至少部分地基于所述一组参考信号,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束;生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率波束的指示符;以及发送所述CSI报告。

[0011] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括指令,所述指令可操作以使处理器进行如下操作:接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置;接收一组参考信号;针对一个或多个空间层以及至少部分地基于所述一组参考信号,来识别与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束;生成所述CSI报告,所述CSI报告包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率

波束的指示符；以及发送所述CSI报告。

[0012] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述配置指示端口选择码本，并且所述一组波束包括一组非零功率天线端口。

[0013] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，对所述至少一个非零功率波束的所述指示符包括对零功率波束的指示符，并且一组非零功率波束是基于所述指示符和所述一组波束来确定的。

[0014] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，识别所述一组波束包括：识别针对所述一个或多个空间层的针对第一组天线端口或第二组天线端口中的至少一者的所述至少一个非零功率波束。所述第一组天线端口或所述第二组天线端口可以对应于相同的极化或相同的天线面板或其组合。

[0015] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括一组比特，所述一组比特指示所述一组波束中的所述非零功率波束的数量，所述数量个所述非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括一组比特，所述一组比特指示所述一组波束中的一组非零功率波束，所述一组非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，指示所述一组波束中的所述一组非零功率波束的所述一组比特包括针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0016] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第一数量，所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第一组非零功率波束，所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第二组非零功率波束。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，每组比特包括针对对应的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0017] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对所述第一组天线端口的所述一组波束中的非零功率波束的第一数量，所述第二组比特指示针对所述第二组天线端口的所述一组波束中的非零功率波束的第二数量，所述第一数量个非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二数量个非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对所述第一组天线端口的所述一组波束中的第一组非零功率波束，所述第二组比特指示针对所述第二组天线端口的所述一组波束中的第二组非零功率波束，所述第一组非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二组

非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述第一组比特包括针对通过所述第一组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特，所述第二组比特包括针对通过所述第二组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0018] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述一个或多个空间层包括多个空间层，并且其中，所述指示符包括相应的一组比特，所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述一个或多个空间层包括多个空间层，并且其中，所述指示符包括相应的一组比特，所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的相应的一组非零功率波束。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0019] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述CSI报告还包括秩指示(RI)。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述RI和所述指示符可以被分开地编码。

[0020] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，针对所述一组波束中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位、或其组合。

[0021] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，针对所述一组波束中的每个非零功率波束的所述波束系数的报告有效载荷大小(reporting payload size)可以是至少部分地基于所述指示符的。

[0022] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述配置可以是经由无线电资源控制(RRC)信令、介质访问控制(MAC)控制元素(CE)、或下行链路控制信令来接收的，所述配置还包括报告设置(reporting setting)。

[0023] 描述了一种无线通信的方法。所述方法可以包括：向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置；发送一组参考信号；从所述UE接收所述CSI报告，其中，所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束，所述CSI报告进一步包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对所述波束系数的数量的指示符；以及至少部分地基于所述CSI报告来解析所述一组波束系数。

[0024] 描述了一种用于无线通信的装置。所述装置可以包括：用于向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置的单元；用于发送一组参考信号的单元；用于从所述UE接收所述CSI报告的单元，其中，所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束，所述CSI报告进一步包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率波束的指示符；以及用于至少部分地基于所述CSI报告来解析所述波束系数的单元。

[0025] 描述了用于无线通信的另一种装置。所述装置可以包括处理器、与所述处理器进行电子通信的存储器以及存储在所述存储器中的指令。所述指令可以是可操作以使所述处理器进行如下操作的：向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置；发送一组参考信号；从所述UE接收所述CSI报告，其中，所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束，所述CSI报告进一步包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对所述波束系数的数量的指示符；以及至少部分地基于所述CSI报告来解析所述波束系数。

[0026] 描述了用于无线通信的非暂时性计算机可读介质。所述非暂时性计算机可读介质可以包括指令，所述指令可操作以使处理器进行如下操作：向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置；发送一组参考信号；从所述UE接收所述CSI报告，其中，所述CSI报告指示与用于在所述CSI报告中进行报告的所述波束的数量对应的一组波束，所述CSI报告进一步包括针对所述一个或多个空间层中的每个空间层的针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对至少一个非零功率波束的指示符；以及至少部分地基于所述CSI报告来解析所述波束系数。

[0027] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，发送所述一组参考信号包括通过相应的天线端口发送参考信号，其中，所述一组波束中的每个波束对应于所述天线端口中的一个天线端口。

[0028] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，对所述至少一个非零功率波束的所述指示符包括对零功率波束的指示符，并且所述一组非零功率波束是基于所述指示符和所述一组波束来确定的。

[0029] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述一组波束施加到第一组天线端口和第二组天线端口。所述第一组天线端口或所述第二组天线端口可以对应于相同的极化或相同的天线面板或其组合。

[0030] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括一组比特，所述一组比特指示所述一组波束中的所述非零功率波束的数量，所述数量个非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括一组比特，所述一组比特指示所述一组波束中的一组非零功率波束，所述一组非零功率波束中的每个非零功率波束在所述一个或多个空间层中的每个空间层上施加到所述第一组天线端口和所述第二组天线端口。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，指示所述一组波束中的所述一组非零功率波束的所述一组比特包括针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0031] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第一数量，所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的非零功率波束的第二数量。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中，所述指示符包括第一组比特和第二组比特，所述第一组比特指示针对

所述一个或多个空间层中的第一空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示针对所述一个或多个空间层中的第二空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口的第二组非零功率波束。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,每组比特包括针对对应的一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0032] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述第一组天线端口的所述一组波束中的非零功率波束的第一数量,所述第二组比特指示针对所述第二组天线端口的所述一组波束中的非零功率波束的第二数量,所述第一数量个非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二数量个非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述指示符包括第一组比特和第二组比特,所述第一组比特指示针对所述第一组天线端口的所述一组波束中的第一组非零功率波束,所述第二组比特指示针对所述第二组天线端口的所述一组波束中的第二组非零功率波束,所述第一组非零功率波束中的每个非零功率波束和所述第二组非零功率波束中的每个非零功率波束施加到所述一个或多个空间层中的每个空间层。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述第一组比特包括针对通过所述第一组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特,所述第二组比特包括针对通过所述第二组天线端口的所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0033] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的相应的一组非零功率波束。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组非零功率波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0034] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述一个或多个空间层包括多个空间层,并且其中,所述指示符包括相应的一组比特,所述相应的一组比特指示针对所述多个空间层中的每个空间层的针对所述第一组天线端口和所述第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对所述一组波束中的每个波束的功率指示符比特和波束索引。

[0035] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述CSI报告还包括RI。在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述RI和所述指示符可以被分别编码。

[0036] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,针对所述一组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束

相位、或其组合。

[0037] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,针对所述一组波束中的每个非零功率波束的所述波束系数的报告有效载荷大小可以是至少部分地基于所述指示符的。

[0038] 在上述方法、装置和非暂时性计算机可读介质的一些示例中,所述配置可以是经由无线电资源控制(RRC)信令、介质访问控制(MAC)控制元素(CE)、或下行链路控制信令来接收的,所述配置进一步包括报告设置。

附图说明

[0039] 图1示出了根据本公开内容的各方面的支持用于非零功率波束的技术的用于无线通信的系统的示例。

[0040] 图2和3示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的示例无线通信系统。

[0041] 图4示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的处理流程的示例。

[0042] 图5至7示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的设备的框图。

[0043] 图8示出了包括根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的UE的系统的框图。

[0044] 图9至11示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的设备的框图。

[0045] 图12示出了包括根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的基站的系统的框图。

[0046] 图13至14示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的方法。

具体实施方式

[0047] MIMO通信被广泛采用以提高无线系统中的通信吞吐量。如本文所述,MIMO通信可以指信号从发射设备的天线元件的传输,使得信号在接收设备的天线元件处进行相干地合并(即,这可以被称为接收分集)。这样的传输可以改善通信的可靠性(例如,可以增强信噪比(SNR),降低块错误率等)。另外或替代地,MIMO通信可以采用空间复用,其中在不同的空间层上发送多个并行的数据流。空间复用取决于被发射的波束之间的相关性。如果两个被发射的波束的信号经历类似的多径效应,则信号的接收版本可能高度相关,并且可用的空间复用增益相对较低(例如,或不存在)。然而,在丰富的多径环境中,空间复用可以明显地增强系统吞吐。

[0048] MIMO操作可以采用波束成形,该波束成形是可以用于将天线波束塑形(shape)的信号处理技术。可以通过组合天线阵列的天线元件来实现波束成形,以使在相对于阵列的特定方向上进行传播的信号遭受相长干扰,而其它信号遭受相消干扰。可以通过使用施加在天线端口上的预编码来将幅度和相位偏移施加到天线元件,以生成期望的干扰图案。预

编码可以通过与特定方向相关联的波束成形权重集合来定义。

[0049] 为了支持MIMO通信,基站可以通过多个天线端口发送参考信号,其中每个天线端口是与一个或多个物理天线(例如,其可以指天线阵列中的天线元件的组合)相关联的。接收到部分或全部参考信号的UE可以执行信道测量以确定通信环境的特性。在一些情况下,UE可以被配置为确定和报告针对一个或多个空间层的数个波束(例如,其中每个波束是通过给定的预编码向量形成的)的波束加权系数。然而,如下文进一步所描述地,可能并非所有空间层都需要全套被配置的波束。根据所描述的技术,UE可以通过指示非零功率波束的数量(例如,而不是在CSI反馈中包括针对零功率波束的系数)来高效地报告CSI反馈。

[0050] 初始在无线通信系统的背景下描述了本公开内容的各方面。然后参照波束图和处理流程描述了本公开的各方面。参照与用于线性组合码本的非零功率波束指示相关的装置图、系统图和流程图来进一步图示和描述本公开内容的各方面。

[0051] 图1示出了根据本公开内容的各个方面的无线通信系统100的示例。无线通信系统100包括基站105、UE 115和核心网130。在一些示例中,无线通信系统100可以是LTE网络、高级LTE(LTE-A)网络、或NR网络。在一些情况下,无线通信系统100可以支持增强型宽带通信、超可靠(例如,任务关键型)通信、低等待时间通信或与低成本和低复杂度设备的通信。无线通信系统100可以支持用于非零功率波束的技术。

[0052] 基站105可以经由一个或多个基站天线与UE 115进行无线通信。在本文描述的基站105可以包括或可以被本领域技术人员称为基站收发站、无线电基站、接入点、无线电收发机、节点B、e节点B(eNB)、下一代节点B或千兆节点B(其任一个可以被称为gNB)、家庭节点B、家庭e节点B或某个其它合适的术语。无线通信系统100可以包括不同类型的基站105(例如,宏小区基站或小型小区基站)。在本文描述的UE 115能够与包括宏eNB、小型小区eNB、gNB、中继基站等的各种类型的基站105和网络装置进行通信。

[0053] 每个基站105可以与在其中支持与各种UE 115的通信的特定的地理覆盖区域110相关联。每个基站105可以经由通信链路125为相应的地理覆盖区域110提供通信覆盖,并且基站105和UE 115之间的通信链路125可以利用一个或多个载波。在无线通信系统100中示出的通信链路125可以包括从UE 115到基站105的上行链路传输或者从基站105到UE 115的下行链路传输。下行链路传输也可以被称为前向链路传输,而上行链路传输也可以被称为反向链路传输。

[0054] 基站105的地理覆盖区域110可以被划分成仅构成地理覆盖区域110的一部分的扇区,并且每个扇区可以与小区相关联。例如,每个基站105可以为宏小区、小型小区、热点或其它类型的小区或上述各项的各种组合提供通信覆盖。在一些示例中,基站105可以是可移动的并且因此为移动的地理覆盖区域110提供通信覆盖。在一些示例中,与不同的技术相关联的不同的地理覆盖区域110可以重叠,并且与不同的技术相关联的重叠的地理覆盖区域110可以由相同的基站105或由不同的基站105支持。无线通信系统100可以包括例如异构LTE/LTE-A或NR网络,其中不同类型的基站105提供针对各种地理覆盖区域110的覆盖。

[0055] UE 115可以分散在整个无线通信系统100中,并且每个UE 115可以是固定的或移动的。UE 115也可以被称为移动站、订户站、移动单元、订户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动订户站、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手机、用户代理、移动客户端、客户端或某个其它合适的术语。UE 115还可以是蜂窝

电话、个人数字助理 (PDA)、无线调制解调器、无线通信设备、手持设备、平板计算机、膝上型计算机、无绳电话、个人电子设备、手持设备、个人计算机、无线本地环路 (WLL) 站、物联网 (IoT) 设备、万物互联 (IoE) 设备、机器类型通信 (MTC) 设备、仪器、汽车等。

[0056] 在一些情况下,UE 115还能够与其它UE 115直接通信(例如,使用对等 (P2P) 协议或设备到设备 (D2D) 协议)。利用D2D通信的一组UE 115中的一个或多个可以在基站105的地理覆盖区域110内。这样的组中的其它UE 115可以在基站105的地理覆盖区域110之外,或者无法接收来自基站105的传输。在一些情况下,经由D2D通信进行通信的成组的UE 115可以利用一对多 (1:M) 系统,其中每个UE 115向该组中的每个其它UE 115进行发送。在一些情况下,基站105有助于调度用于D2D通信的资源。在其它情况下,在UE 115之间执行D2D通信而不涉及基站105。

[0057] 基站105可以与核心网130进行通信并且彼此进行通信。例如,基站105可以通过回程链路132(例如,经由S1或其它接口)与核心网130通过接口连接。基站105可以直接(例如,直接在基站105之间)或间接地(例如,经由核心网130)通过回程链路134(例如,经由X2或其它接口)彼此进行通信。

[0058] 核心网130可以提供用户认证、接入授权、跟踪、互联网协议 (IP) 连接以及其它接入、路由或移动性功能。核心网130可以是演进分组核 (EPC),其可以包括至少一个移动性管理实体 (MME)、至少一个服务网关 (S-GW) 和至少一个分组数据网络 (PDN) 网关 (P-GW)。MME 可以管理针对由与EPC相关联的基站105服务的UE 115的非接入层(例如,控制平面)功能,诸如移动性、认证和承载管理。用户IP分组可以通过S-GW传送,S-GW本身可以连接到P-GW。P-GW可以提供IP地址分配以及其它功能。P-GW可以连接到网络运营商IP服务。运营商IP服务可以包括对互联网、内联网、IP多媒体子系统 (IMS) 或分组交换 (PS) 流服务的接入。

[0059] 诸如基站105的至少一些网络设备可以包括诸如接入网实体的子组件,该接入网实体可以是接入节点控制器 (ANC) 的示例。每个接入网实体可以通过可以被称为无线电头端、智能无线电头端或传输/接收点 (TRP) 的数个其它接入网传输实体与UE 115进行通信。在一些配置中,每个接入网实体或基站105的各种功能可以被分布在各种网络设备(例如,无线电头端和接入网控制器)间或者被合并到单个网络设备(例如,基站105)中。

[0060] 无线通信系统100可以使用通常在300兆赫兹 (MHz) 至300千兆赫兹 (GHz) 的范围内的一个或多个频带进行操作。通常,从300MHz到3GHz的区域被称为超高频 (UHF) 区域或分米波段,因为波长范围从大约一分米到一米长。UHF波可能会由建筑物和环境特征被阻挡或被重定向。然而,波可以充分穿透结构以供宏小区向位于室内的UE 115提供服务。与使用了频谱中低于300MHz的高频 (HF) 或甚高频 (VHF) 部分的较低的频率和较长的波的传输相比,UHF波的传输可以与较小的天线和较短的距离(例如,小于100km) 相关联。

[0061] 无线通信系统100还可以在使用3GHz到30GHz的频带(也称为厘米频带)的超高频 (SHF) 区域中进行操作。SHF区域包括诸如5GHz工业、科学和医疗 (ISM) 频带等频带,这些频带可以被容忍来自其它用户的干扰的设备机会性地使用。

[0062] 无线通信系统100还可以在频谱的(例如,从30GHz到300GHz的) 极高频率 (EHF) 区域(也称为毫米波带)中进行操作。在一些示例中,无线通信系统100可以支持UE 115与基站105之间的毫米波 (mmW) 通信,并且相应设备的EHF天线可以甚至比UHF天线更小并且间隔更紧密。在一些情况下,这可以有助于使用UE 115内的天线阵列。然而, EHF传输的传播可能比

SHF传输或UHF传输受制于甚至更大的大气衰减和更短的距离。在本文公开的技术可以跨使用了一个或多个不同的频率区域的传输被使用，并且跨这些频率区域的对频带的指定使用可能因国家或管控方而不同。

[0063] 在一些情况下，无线通信系统100可以利用被许可的无线电频谱频带和免许可的无线电频谱频带两者。例如，无线通信系统100可以在免许可的频带(例如，5GHz ISM频带)中采用许可协助接入(LAA)、LTE-免许可的(LTE-U)无线电接入技术或NR技术。当在免许可的无线电频谱频带中进行操作时，诸如基站105和UE 115的无线设备可以采用话前侦听(LBT)过程来确保在发送数据之前频率信道是空闲的。在一些情况下，免许可的频带中的操作可以是基于与在被许可的频带(例如LAA)中进行操作的CC结合的CA配置的。免许可的频谱中的操作可以包括下行链路传输、上行链路传输、对等传输或这些传输的组合。在免许可的频谱中进行双工可以是基于频分双工(FDD)、时分双工(TDD)或这两者的组合的。

[0064] 术语“载波”是指具有用于支持通过通信链路125的通信的被定义的物理层结构的一组无线电频谱资源。例如，通信链路125的载波可以包括无线电频谱频带中的根据针对给定的无线电接入技术的物理层信道被操作的一部分。每个物理层信道可以携带用户数据、控制信息或其它信令。载波可以与预定义的频率信道(例如，E-UTRA绝对无线电频率信道号(EARFCN))相关联，并且可以根据供UE 115发现的信道栅格被定位。载波可以是下行链路或上行链路(例如，在频分双工(FDD)模式中)，或者被配置为携带下行链路通信和上行链路通信(例如，在时分双工(TDD)模式中)。在一些示例中，通过载波发送的信号波形可以由多个子载波组成(例如，使用诸如OFDM或DFT-s-OFDM的多载波调制(MCM)技术)。

[0065] 对于不同的无线电接入技术(例如，LTE、LTE-A、NR等)，载波的组织结构可以是不同的。例如，载波上的通信可以根据TTI或时隙被组织，每个TTI或时隙可以包括用户数据以及用以支持对用户数据进行解码的信令或控制信息。载波还可以包括专用捕获信令(例如，同步信号或系统信息等)和用于协调针对载波的操作的控制信令。在一些示例中(例如，在载波聚合配置中)，载波还可以具有捕获信令或用于协调针对其它载波的操作的控制信令。

[0066] 根据各种技术，可以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技术在下行链路载波上复用物理控制信道和物理数据信道。在一些示例中，在物理控制信道中发送的控制信息可以按照级联方式被分布在不同的控制区域之间(例如，在公共控制区域或公共搜索空间与一个或多个UE专用控制区域或UE专用搜索空间之间)。

[0067] 载波可以与无线电频谱的特定带宽相关联，并且在一些示例中，载波带宽可以被称为载波或无线通信系统100的“系统带宽”。例如，载波带宽可以是针对特定的无线电接入技术的载波的数个预定带宽之一(例如，1.4、3.5、10、15、20、40或80MHz)。在一些示例中，每个被服务的UE 115可以被配置用于在载波带宽中的部分或全部上进行操作。在其它示例中，一些UE 115可以被配置用于使用与载波内的预定义部分或范围(例如，子载波或RB的集合)相关联的窄带协议类型的操作(例如，窄带协议类型的“带内”部署)。

[0068] 在采用MCM技术的系统中，资源元素可以由一个符号周期(例如，一个调制符号的持续时间)和一个子载波组成，其中符号周期和子载波间隔是反相关的。每个资源元素携带的比特的数量可以取决于调制方案(例如，调制方案的阶)。因此，UE 115接收的资源元素越多并且调制方案的阶越高，对于UE 115的数据速率可以越高。在MIMO系统中，无线通信资源

可以指无线电频谱资源、时间资源和空间资源(例如,空间层)的组合,并且多个空间层的使用可以进一步增加用于与UE 115通信的数据速率。

[0069] 无线通信系统100的设备(例如,基站105或UE 115)可以具有支持通过特定的载波带宽的通信的硬件配置,或可以是可配置以支持通过一组载波带宽中的一个载波带宽的通信的。在一些示例中,无线通信系统100可以包括经由与多于一个的不同的载波带宽相关联的载波支持同时的通信的基站105和/或UE。

[0070] 无线通信系统100可以支持多个小区或载波上与UE 115的通信,即可以被称为载波聚合(CA)或多载波操作的功能。UE 115可以根据载波聚合配置被配置有多个下行链路CC和一个或多个上行链路CC。载波聚合可以与FDD分量载波和TDD分量载波一起使用。

[0071] 在一些情况下,无线通信系统100可以利用增强型分量载波(eCC)。eCC可以由包括如下各项的一个或多个特征来表征:较宽的载波或频率信道带宽、较短的符号持续时间、较短的TTI持续时间以及经修改的控制信道配置。在一些情况下,eCC可以与载波聚合配置或双连接性配置相关联(例如,当多个服务小区具有次优的或不理想的回程链路时)。eCC也可以被配置用于免许可的频谱或共享频谱(其中允许多个运营商使用该频谱)。以宽载波带宽为特征的eCC可以包括可以由不能够监测整个载波带宽或被配置为使用有限带宽(例如,以节省功率)的UE 115利用的一个或多个分段。

[0072] 在一些情况下,eCC可以利用与其它分量载波相比不同的符号持续时间,这可以包括使用与其它分量载波的符号持续时间相比减小的符号持续时间。较短的符号持续时间可以与相邻子载波之间的增加的间隔相关联。使用eCC的设备(诸如UE 115或基站105)可以以减小的符号持续时间(例如,16.67微秒)发送(例如,根据20、40、60、80MHz的频率信道或载波带宽等的)宽带信号。eCC中的TTI可以由一个或多个符号周期组成。在一些情况下,TTI持续时间(即,TTI中的符号周期的数目)可以是可变的。

[0073] 诸如NR系统的无线通信系统可以利用被许可的、共享的和免许可的频谱等的任何组合。eCC符号持续时间和子载波间隔的灵活性可以允许在多个频谱上使用eCC。在一些示例中,具体地通过对资源的动态地垂直(例如跨频率)和水平(例如跨时间)共享,NR共享频谱可以增加频谱利用率和频谱效率。

[0074] 在一些示例中,基站105或UE 115可以配备有多个天线,其可以用于采用诸如发射分集、接收分集、多入多出(MIMO)通信或波束成形之类的技术。例如,无线通信系统可以使用发射设备(例如,基站105)和接收设备(例如,UE 115)之间的传输方案,其中发射设备配备有多个天线并且接收设备配备有一个或多个天线。MIMO通信可以通过经由不同的空间层发送或接收多个信号(这可以被称为空间复用)来采用多径信号传播以增加频谱效率。例如,多个信号可以由发射设备经由不同的天线或不同的天线组合来发送。类似地,多个信号可以由接收设备经由不同的天线或不同的天线组合来接收。多个信号中的每一个可以被称为单独的空间流,并且可以携带与相同的数据流(例如,相同的码字)或不同的数据流相关联的比特。不同的空间层可以与用于信道测量和报告的不同的天线端口相关联。MIMO技术包括用于将多个空间层发送给相同的接收设备的单用户MIMO(SU-MIMO)、以及用于将多个空间层发送给多个设备的多用户MIMO(MU-MIMO)。

[0075] 也可以被称为空间滤波、定向传输或定向接收的波束成形是可以在发射设备或接收设备(例如,基站105或UE 115)处用以沿发射设备和接收设备之间的空间路径对天线波

束(例如,发射波束或接收波束)进行塑形或操控的信号处理技术。波束成形可以通过如下来实现:组合经由天线阵列的天线元件传送的信号,使得相对于天线阵列在特定的朝向上进行传播的信号经历相长干涉,而其它信号经历相消干涉。对经由天线元件传送的信号的调整可以包括发射设备或接收设备对经由与设备相关联的每个天线元件携带的信号施加特定的幅度和相位偏移。与每个天线元件相关联的调整可以由与(例如,相对于发射设备或接收设备的天线阵列的或相对于某个其它朝向的)特定的朝向相关联的波束成形权重集合来定义。

[0076] 在一个示例中,基站105可以使用多个天线或天线阵列来执行用于与UE 115进行定向通信的波束成形操作。例如,一些信号(例如,同步信号、参考信号、波束选择信号或其它控制信号)可以由基站105在不同方向上多次发送,这可以包括根据与不同的传输方向相关联的不同的波束成形权重集合发送的信号。可以使用不同的波束方向上的传输来(例如,由基站105或诸如UE 115的接收设备)识别用于基站105的后续的传输和/或接收的波束方向。诸如与特定的接收设备相关联的数据信号的一些信号可以由基站105在单个波束方向(例如,与诸如UE 115的接收设备相关联的方向)上被发送。在一些示例中,与沿单个波束方向的传输相关联的波束方向可以至少部分地基于在不同的波束方向上发送的信号来确定。例如,UE 115可以接收由基站105在不同的方向上发送的一个或多个信号,并且UE 115可以向基站105报告对于其以最高信号质量或者以按其它方式可接受的信号质量接收到的信号的指示。尽管关于由基站105在一个或多个方向上发送的信号来描述这些技术,但是UE 115可以采用用于在不同的方向上多次发送信号(例如,用于识别用于UE 115的后续的传输或接收的波束方向)或者用于在单个方向上发送信号(例如,用于向接收设备发送数据)的类似技术。

[0077] 接收设备(例如,UE 115)可以在从基站105接收诸如同步信号、参考信号、波束选择信号或其它控制信号的各种信号时尝试多个接收波束。例如,接收设备可以如下尝试多个接收方向:通过经由不同的天线子阵列进行接收,通过根据不同的天线子阵列处理接收到的信号,通过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的接收波束成形权重集合进行接收,或者通过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的接收波束成形权重集合来处理接收到的信号,上述各项操作中的任何一项可以被称为根据不同的接收波束或接收方向“进行侦听”。在一些示例中,接收设备可以(例如,当接收数据信号时)使用单个接收波束来沿着单个波束方向进行接收。单个接收波束可以在至少部分地基于根据不同的接收波束方向进行侦听而确定的波束方向(例如,至少部分基于根据多个波束方向进行侦听而被确定为具有最高信号强度、最高信噪比或者按其它方式可接受的信号质量的波束方向)上被对准。

[0078] 在一些情况下,基站105或UE 115的天线可以位于一个或多个天线阵列内,其中天线阵列可以支持MIMO操作、或者发送或接收波束成形。例如,一个或多个基站天线或天线阵列可以共同位于诸如天线塔的天线组件处。在一些情况下,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。基站105可以具有天线阵列,其具有基站105可以用以支持对与UE 115的通信进行波束成形的数个行和列的天线端口。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或波束成形操作。举例来说,天线阵列(例如,或天线面板)可以是或包括连接到相同的数字收发机链的一组天线元件。天线阵列(例如天线面板)

可以包括模拟相位控制电路,该模拟相位控制电路对来自阵列或面板的传输进行波束成形。

[0079] 为了支持MIMO操作,基站105可以配置UE 115以报告CSI反馈。CSI反馈可以包括针对使用基于CSI-RS的信道估计所识别的数个波束的波束系数。在一些情况下,UE 115可以为一个或多个空间层识别至少一个非零功率波束。如下面进一步描述地,UE 115可以通过包括对非零功率波束的数量的指示符(例如,并且省去针对零功率波束的波束系数)来减少CSI反馈的有效载荷。这样的有效载荷减少可以减少UE 115的功耗,提高通信吞吐或在其它方面使无线通信系统100受益。

[0080] 图2示出了根据本公开的各个方面支持用于非零功率波束的技术的无线通信系统200的示例。无线通信系统200包括基站105-a和UE 115-a,它们中的每一个可以是如参照图1描述的对应设备的示例。

[0081] 为了支持MIMO通信,基站105-a可以将UE 115-a配置为报告针对要与线性组合码本结合使用的数个波束(例如,天线端口)的CSI。为了促进进行CSI报告,基站105-a可以将CSI-RS 215发送给UE 115-a。例如,基站105-a可以通过相应的天线端口205发送多个CSI-RS序列(例如,利用或不利用预编码)。每个天线端口205可以驱动基站105-a处的一组天线元件(例如,每个天线端口可以与一个或多个天线元件相关联)。在接收到CSI-RS 215时,UE 115-a可以估计自身与基站105-a之间的信道220,并基于该估计来生成CSI报告。举例来说,基站105-a可以发送八(8)个CSI-RS序列,每个CSI-RS序列与相应的天线端口205相关联(图2示出了八个天线端口中的两个天线端口205-a和205-b)。每个天线端口205可以继而驱动基站105-a的一个或多个天线元件组(例如,一个或多个天线210)。相应地,可以分别从与天线端口205-a和天线端口205-b对应的成组的天线210发送CSI-RS 215-a和CSI-RS 215-b。UE 115-a可以继而通过一个或多个天线接收CSI-RS 215,以及估计信道特性(例如,衰落、信道延迟等)。

[0082] 在各方面中,UE 115-a可以识别与信道估计匹配的针对线性组合码本的波束(例如,或天线端口)。例如,UE 115-a可以估计原始的(即,未经预编码的)信道(例如,H),并且可以基于CSI-RS 215来使用信道估计以识别(例如,与码本的波束对应的)一组波束,该组波束有助于为一个或多个空间层提供预编码向量。

[0083] 对于一个或多个空间层中的每个空间层,UE 115-a可以报告CSI反馈,该CSI反馈指示给定的预编码码本中的一组预编码向量或矩阵的线性组合。例如,对于每个空间层,预编码矩阵可以由 $\begin{bmatrix} \mathbf{w}_{0,l} \\ \mathbf{w}_{1,l} \end{bmatrix}$ 给出,其中 $\mathbf{w}_{r,1}$ 是针对第1层的第r组天线端口上的预编码器。可以通过发射波束的线性组合(即,经加权的和)来获得预编码向量 $\mathbf{w}_{r,1}$ 。例如:

$$[0084] \mathbf{w}_{r,l} = \sum_{i=0}^{L-1} b_{k_1^{(i)}, k_2^{(i)}} \times p_{r,l,i}^{WB} \times p_{r,l,i}^{SB} \times c_{r,l,i}$$

[0085] 其中L是UE 115-a被配置为针对其报告CSI反馈的波束的数量, $b_{k_1^{(i)}, k_2^{(i)}}$ 是二维DFT波束, $p_{r,l,i}^{WB} \times p_{r,l,i}^{SB} \times c_{r,l,i}$ 表示针对第1层的第i个波束的权重。在此等式中, $p_{r,l,i}^{WB}$ 是宽带波束幅度,其可以取自有限集(例如,

$\{1, \sqrt{0.5}, \sqrt{0.25}, \sqrt{0.125}, \sqrt{0.0625}, \sqrt{0.0313}, \sqrt{0.0156}, 0\}$; $p_{r,l,i}^{SB}$ 是子带波束幅度, 其可以取自另一有限集(例如, $\{1, \sqrt{0.5}\}$ 以及 $c_{r,1,i}$ 是子带波束相位, 其可以取自第三有限集(例如, $\{e^{\frac{j\pi n}{2}}, n = 0, 1, 2, 3\}$ 或 $\{e^{\frac{j\pi n}{4}}, n = 0, 1, 2, \dots, 7\}$)。

[0086] 基站105-a(例如, 或某个其它合适的网络实体)可以配置波束的数量L, 在第一方向和第二方向上的天线端口205的数量(N_1, N_2)以及针对每个方向的过采样率(O_1, O_2)。例如, 天线端口205的数量和过采样率可以在没有对CSI-RS 215进行波束成形的情况下被配置(例如, 但是可以在经波束成形的CSI-RS 215的情况下不被使用, 这可能仅需要对波束/天线端口的数量L的配置)。在一些情况下, 针对线性组合码本的反馈有效载荷可以包括针对每个空间层的成组2L个系数(例如, 针对各波束具有2个极化的L个波束)。例如, 报告可以包括2L-1个系数的宽带波束幅度、子带波束幅度和子带波束相位连同波束索引。

[0087] 系数可以被量化以减少信令开销。相应地, 可以逐系数使用三(3)个比特(即总共 $3 \times (2L-1)$ 个比特)来以信号发送宽带幅度, 以指示上述有限集中的八(8)个经量化的水平之一。同样, 对于2L-1个系数中最强的K-1个系数, 可以逐子带逐系数使用一(1)个比特来以信号发送子带波束幅度(即, 以及针对其余 $2L-K$ 个系数使用零(0)个比特), 其中逐子带总共K-1个比特。在一个示例中: 当L=2时, K=4; 当L=3时, K=4; 当L=4时, K=6。子带波束相位可以逐子带逐系数包括两(2)或三(3)个比特(即, 取决于使用哪个有限集)。

[0088] 举例来说, 具有 $N_1=N_2=O_1=O_2=4$ 且十个子带的CSI报告的秩1有效载荷可以由下表给出:

[0089] 表1: 秩1有效载荷(以比特为单位)

[0090]	L	旋转: $[\log_2(O_1O_2)]$	L-波束选择 $[\log_2(\frac{N_1N_2}{L})]$	最强系数: $[\log_2 2L]$ 逐层	WB amp:	总的WB有效载荷	SB幅值:	SB相位:	总的有效的载荷

[0091]	2	4	7	2	9	22	3	9	142
	3	4	10	3	15	32	3	13	192
	4	4	11	3	21	39	5	19	279

[0092] 从表1可以看出, CSI报告的有效载荷随着波束的数量L的增加而急剧增加。然而, 具有零功率的波束(例如, $p_{r,l,i}^{WB}$ 实际上为零或小于某个阈值)可能对最终的预编码器没有贡献(例如, 最终的预编码器可以由L'个波束形成($L' < L$), 其中 $p_{r,l,i}^{WB}$ 大于阈值)。相应地, 可以根据所描述的技术, 通过移除与零功率波束的系数对应的比特(例如, 包括指示哪些波束为零功率并且哪些波束为非零功率的信息)来减少CSI报告的有效载荷。即, 因为零功率波束对最终的预编码器没有贡献(例如, 明显或根本没有贡献), 所以可以从CSI报告中省去零

功率波束的宽带幅度、子带幅度和子带相位。

[0093] 例如,如果网络(例如,基站105-a)知道存在零功率波束,则UE 115-a可以就好像有L'个波束要在线性组合码本中使用一样,报告宽带幅度、子带幅度和子带相位。也就是说,如果L=4且有一个零功率波束,则针对秩1(即一个空间层)报告的反馈有效载荷大小可以从279个比特减少到192个比特(例如,连同有相对较小数量个比特用以指示零功率波束的存在,如下所述)。此外,零功率波束越多且反馈的秩越高,可以减少的开销越多。

[0094] 本公开内容的各方面涉及线性组合码本(例如,II型码本)。例如,II型码本可以使用未经预编码的CSI-RS 215,而II型端口选择码本可以使用经预编码的CSI-RS 215。UE 115-a可以接收指示使用II型码本的配置,并且可以基于未经预编码的CSI-RS 215来识别要在CSI报告中传送给基站105-a的波束的组合。替代地,UE 115-a可以接收指示使用II型端口选择码本的配置,并且可以基于经预编码的CSI-RS 215来识别要在CSI报告中传送给基站105-a的天线端口205的组合。也就是说,因为CSI-RS 215是经预编码的,所以每个天线端口205都可以对应于相应的波束,且UE 115-a可以使用天线端口205和波束之间的一一对应关系来执行信道估计。因此,在本公开的各方面中,波束的数量可以被用以指代结合II型码本的波束的数量和/或结合II类型端口选择码本的天线端口的数量。

[0095] 图3示出了根据本公开的各个方面的支持用于非零功率波束的技术的无线通信系统300的示例。无线通信系统300包括基站105-b和UE 115-b,它们中的每一个可以是如参照图1和2描述的对应设备的示例。无线通信系统300可以在与基站105-b和UE 115-b之间的经波束成形的传输相关联的频率范围(例如,mmW频率范围、低于6GHz(sub-6GHz)频率范围等)中进行操作。

[0096] 在本公开内容的各方面中,诸如波束成形的信号处理技术可以被用于相干地组合能量并克服路损。举例来说,基站105-b可以包含多个天线。在一些情况下,每个天线可以发送(或接收)信号的相移版本,使得相移版本在特定的区域中相长干涉,而在其它区域中相消干涉。可以将权重应用于各种相移版本,例如,以便在期望的方向上导引传输。此类技术(或类似技术)可以用于增大基站105-b的覆盖区域110-b或在其它方面使无线通信系统300受益。

[0097] 发射波束305表示可以通过其发送数据(例如,控制信息)的波束的示例。因此,每个发射波束305可以从基站105-b指向覆盖区域110-b的不同区域,并且在一些情况下,两个或更多个波束可以重叠。可以同时地发送或在不同的时间处发送发射波束305。在任一种情况下,UE 115-b都能够经由接收波束在一个或多个发射波束305中接收信息。在一些情况下,每个接收波束可以对应于给定的发射波束305(例如,在经预编码的信号的情况下天线端口),或者接收波束可以对应于多个发射波束305(例如,UE 115-b可以接收在发射分集方案中通过多个发射波束305发送的信号)。

[0098] 如上所述,可以藉由通过发射波束305对CSI-RS的传输来支持MIMO操作。虽然可以采用任何合适数量的发射波束,但是基站105-b被图示为具有七(7)个发射波束305。在各方面中,每个发射波束305可以被分解为极化分量波束。也就是说,基站105-b可以具有根据多个双极化天线元件构成的天线阵列(例如,一维或二维阵列),其中,发射波束是通过天线元件的相位控制来形成的,并且每个波束可以对应于天线端口。给定的发射波束305的极化分量可以被独立地或共同地对待。基站105-b可以配置UE 115-b以识别要用于线性组合码本

的一组发射波束305。

[0099] 可以在多组天线端口的上下文下描述本公开的各方面,其中每个天线端口可以导引或以其它方式控制一个或多个天线元件(例如,如参照图2所述)。在一些情况下,第一组天线端口可以与第一天线阵列的双极化天线元件的第一极化相关联,而第二组天线端口可以与第一天线阵列的双极化天线元件的第二极化相关联。另外或替代地,第二组天线端口可以与第二天线阵列(例如,其支持第一极化或第二极化、或第一极化和第二极化两者)相关联。因此,不同组的天线端口可以指具有不同极化的天线端口和/或与不同的天线阵列(例如,天线面板)相关联的天线端口。也就是说,基站105-b(例如,和/或UE 115-b)可以包括多个天线阵列(例如,天线面板),并且本公开内容的各方面可以支持逐阵列的非零功率波束指示、逐极化的非零功率波束指示、或这两者。

[0100] 可以从(例如,基站105-b和UE 115-b可以知道的)码本中选择用于形成发射波束305的预编码器。即,可以基于包含在码本中的波束成形参数来形成每个发射波束305。替代地,预编码器可以是基于非码本方法的(例如,可以是经由波束互易性,基于上行链路探测参考信号的)。在任一情况下,预编码器对于UE 115-b可以是透明的(例如,UE 115-b可以在不知道用于形成发射波束305的确切的预编码器的情况下仅估计复合信道)。每个发射波束305可以携带CSI-RS序列。在接收到CSI-RS时,UE 115-b可以基于CSI-RS来估计针对发射波束305的信道(例如, H^{*b})。UE 115-b可以针对每个发射波束305测试一个或多个接收波束,以识别提供用于通信的最佳信道条件的发射/接收波束对。即,UE 115-b可以估计用于多个发射/接收波束对的经波束成形的(例如,复合)信道(例如,而不是或除了如参照图2所描述的未经波束成形的信道)。

[0101] 参照图2描述的技术的各方面也可以应用于经波束成形的CSI-RS。例如,对于每个空间层310,UE 115-a可以报告指示波束和/或天线端口的线性组合的CSI反馈。例如,基站105-b可以配置UE 115-b以报告针对L个发射波束305(例如,对应于L个天线端口)的CSI反馈。相应地,UE 115-b可以发送CSI报告315,该CSI报告315包括对L个被选择的天线端口(例如,端口选择矩阵)的指示以及用于组合这些天线端口的波束系数。在一些情况下,权重(例如,波束系数)可以是特定于极化的和/或特定于空间层310的。在一些情况下,所报告的L个天线端口可以是对于所有极化和所有空间层310公共的。非零功率波束指示可以是特定于极化的和/或特定于空间层的(例如,或者可以是对于所有极化和空间层310公共的)。如上所述,波束系数(例如,宽带波束幅度、子带波束幅度和子带波束相位)可以各自取自相应的有限集合。

[0102] 如上进一步所述,随着波束的数量L增加,CSI报告315的有效载荷急剧增加。然而,因为具有零功率的波束(例如, $p_{r,l,i}^{WB}$ 小于某个阈值)可能对最终的预编码器没有贡献(例如,最终的预编码器可以由L'个波束形成($L' < L$),其中 $p_{r,l,i}^{WB}$ 高于阈值),所以可以通过移除与零功率波束的系数对应的比特(例如,反而包括对非零功率波束的指示符),来减少CSI报告315的有效载荷。

[0103] 下面考虑针对CSI报告315的有效载荷的各种格式。可以组合这些格式的各方面,使得以下讨论的示例不限制范围。使用L=4(例如,基站105-b可以将UE 115-b配置为报告针对四个发射波束305的反馈)和秩2(例如,四个发射波束305当被UE 115-b接收到时形成

两个空间层310-a、310-b)来描述以下各方面。应当理解,所描述的概念可以应用于任何合适的L和秩。另外,所描述的格式的各个方面可以是可应用于经波束成形的CSI-RS和未经波束成形的CSI-RS的。

[0104] 在下面的示例中,虽然每个发射波束305对给定的预编码向量的贡献是通过两个极化来识别的,但是所描述的概念也适用于单极化传输。基于从基站105-b接收的配置,UE 115-b基于四个发射波束305(例如,L=4)来报告CSI。UE 115-b可以为两个空间层310-a、310-b选择发射波束305-a、305-b、305-c和305-d。例如,UE 115-b可以基于经波束成形的CSI-RS的接收功率、针对一个或多个空间层310对预编码向量的相对贡献等,来选择L个波束。替代地(例如,如果CSI-RS是未经波束成形的),则UE 115-b可以仿真DFT码本(例如,可以评估来自码本的候选,以便找到与信道匹配的L个波束)。在其它示例中,UE 115-b可以基于针对部分或全部可能的预编码器的频谱效率来选择L个波束。例如,UE 115-b可以仿真由天线端口或发射波束305的可能组合(例如,幅度因子和相位因子)形成的所有可能的预编码器(例如,对于经预编码的CSI-RS和未经预编码的CSI-RS两者而言)。相应地,UE 115-b可以选择与信道估计匹配的L个波束。

[0105] 在一些情况下,UE 115-b(例如,和/或基站105-b)可以识别用于在CSI报告中包括非零功率波束指示符的触发条件。例如,触发条件可以被包括在指示要在CSI报告315中进行报告的波束的数量的配置中。例如,触发条件可以包括通信质量(例如,SNR、支持的秩等)、设备能力(例如,电池水平)、网络状况(例如,通信设备的数量)、配置设置等。UE 115-b(例如,和/或基站105-b)可以确定是否满足触发条件(例如,通信质量是否超过某个阈值),并基于满足阈值或不满足阈值的触发条件,确定CSI报告315的格式。作为示例,UE 115-b可以默认包括非零功率波束指示符,但在一些情况下可以识别触发条件以及调整CSI报告315的格式以包括针对所有波束/天线端口的波束系数(例如,包括零功率波束)。相应地,UE 115-b可以在使用非零功率波束指示符与在CSI报告315中省去非零功率波束指示符之间进行切换(例如,动态地或半静态地)。在一些情况下,CSI报告315中的指示符的格式可以至少部分地基于触发条件。在一些情况下,CSI报告315的格式(例如,报告设置)可以是固定的。替代地,报告设置可以动态地被更新(例如,由网络基于触发条件来配置)。

[0106] 针对给定的空间层310,发射波束305对最终预编码向量的贡献可以变化(例如,由于诸如障碍、衰落、干扰等的信道特性)。例如,针对给定的空间层,不同的发射波束305之间可以存在差异,或者跨不同的空间层和/或极化,针对相同的发射波束305可以存在差异。UE 115-b可以评估发射波束305(例如,针对每个极化和/或空间层310)。

[0107] 例如,UE 115-b可以将每个发射波束305的贡献与阈值(例如,宽带幅度因子)进行比较。该比较可以是特定于空间层的、特定于一组天线端口的和/或特定于极化的。UE 115-b可以识别要包括在CSI报告中的一组发射波束305,以及可以(例如,基于比较结果)将发射波束305分类为零功率波束(例如,对于宽带幅度因子低于阈值的波束)或非零功率波束(例如,对于宽带幅度因子高于阈值的波束)。

[0108] 举例来说,对于针对空间层310-a和空间层310-b的两组天线端口,发射波束305-a对最终的预编码矩阵的贡献可以大于阈值。在一些情况下,可以将发射波束305对最终的预编码矩阵的贡献与特定于极化的阈值和/或特定于层的阈值进行比较。发射波束305-b对最终的预编码矩阵的贡献,对于针对空间层310-a的两组天线端口可以大于阈值,且对于针对

空间层310-b的两组天线端口可以小于阈值(即,可以是针对空间层310-b的零功率波束)。关于空间层310-a的一组天线端口,发射波束305-c对最终的预编码矩阵的贡献可以大于阈值(例如,但是针对空间层310-a的第二组天线端口的、发射波束305-c的贡献可以低于阈值)。类似地,关于第二组天线端口,发射波束305-c针对空间层310-b对最终预编码矩阵的贡献可以大于阈值(例如,但是对于第一组天线端口,低于阈值)。发射波束305-d可以代表针对空间层310-a、310-b两者的零功率波束(例如,关于针对空间层310-a和空间层310-b的两组天线端口,发射波束305-d对最终的预编码矩阵的贡献可以低于阈值)。

[0109] 为了说明起见,在图3中标记了四(4)个发射波束305。然而,应理解,基站105-b可以发射额外的波束(例如,无阴影的波束305)。关于两组天线端口和空间层310,也可以例如以低于阈值的相应的波束成形贡献来接收这些波束。应理解,每个空间层310可以包含多个极化的发射波束305。空间层310-a和310-b被示为由针对给定的一组天线端口(例如,上述第一组天线端口)的四个发射波束305的线性组合形成。相应地,针对空间层310-a的第一组天线端口(例如,其可以与第一极化相关联)的最终的预编码矩阵具有来自三个发射波束305(例如,对应于发射波束305-a、305-b和305-c,这些波束在空间层310-a中表示为阴影框)的非零贡献以及一个零功率发射波束305(例如,对应于发射波束305-d,其在空间层310-a中表示为无阴影的框)。类似地,针对空间层310-b的第一组天线端口的最终的预编码矩阵具有来自发射波束305-a和305-c以及两个零功率发射波束305(例如,对应于发射波束305-b和305-d)的非零贡献。在一些情况下,第一组天线端口可以与第一极化相关联。应理解,包括这些图示仅是为了解释(例如,使得可以不在下面描述的所有报告设置中都计算特定于极化的贡献或特定于针对预编码矩阵的给定的一组天线端口的贡献)。

[0110] 在第一报告设置中,UE 115-b可以报告施加到所有组的天线端口和层的非零功率波束的数量。如上所述,发射波束305-d代表针对两组天线端口和两个空间层310的零功率波束的示例(例如,因为其宽带幅度因子可以为零或低于频谱效率评估之后的阈值,如上所述)。根据所描述的技术,UE115-b因此可以包括对三个非零功率波束施加到两组天线端口和两个空间层的指示。在一些情况下,UE 115-b可以使用 $\lceil \log_2 L \rceil$ 个比特来传达该指示(例如,因为针对给定的层的非零功率波束的数量的可能值为0、1、2、...,L-1)。在这种方法中,报告的格式取决于L的配置。替代地,UE 115-b可以使用 $\lceil \log_2 L_{max} \rceil$ 个比特来传达该指示,其中, L_{max} 是针对网络的L的最大可能值(例如,以使得每个CSI报告315具有相同的格式,而与针对给定的UE 115的L的配置无关)。在本示例中,UE 115-b向基站105-b指示:对于所有组的天线端口和空间层310,四个波束之一是零功率波束。

[0111] 在各方面中,本示例的CSI报告315可以指示仅一个发射波束(例如,发射波束305-a)是非零功率波束(例如,因为其它三个发射波束305对一个或两个空间层310的最终的预编码向量的贡献相对较低)。该阈值可以是(例如,由诸如基站105-b的网络实体)静态地、半静态地或动态地配置的,或者可以由UE 115-b自主地确定(例如,基于施加到最高功率发射波束305的因子)。作为示例,如果 $N_1=4$ 、 $N_2=4$ 且 $L=4$,并且UE 115-b确定存在两(2)个非零功率波束,则其可以使用两(2)个比特来指示非零功率波束的数量或可以使用 $\lceil \log_2 4 \times 4 \rceil$ 个比特。另外,CSI报告315可以包括波束系数(例如,以及最强系数指示)。相应地,可以以像 $L=2$ 和 $K=4$ (即,而不是 $L=4$ 和 $K=6$)一样的有效载荷大小来发送CSI报告315。

[0112] 在第一报告设置的一些示例中,UE 115-b可以使用L-比特的位图,在CSI报告315中,传达施加到所有组天线端口(例如,极化)和空间层310的非零功率波束的数量和索引(例如,相对于L个波束的索引,而非与波束组中的波束位置相对应的绝对波束索引)。例如, b_0, b_1, \dots, b_{L-1} 可以是针对L个波束的指示,并且 $b_i = 0$ 意味着波束 i (例如,其中 i 对应于相对于L个波束的索引) 在所有组天线端口和空间层310上的功率都为零(即, $p_{0,l,i}^{WB} = p_{1,l,i}^{WB} = 0, \forall l = 0, 1, \dots, R-1$, 其中 R 是所选的秩)。相应地, b_i 可以是功率指示符比特的示例(例如,使得 b_i 的值指示给定的波束是具有零功率还是具有非零功率)。在确定位图之后,UE 115-b可以报告非零功率波束的波束索引(例如,但是可以不报告零功率波束的索引)。在CSI报告315中包括的波束系数然后可以对应于所指示的非零功率波束。作为示例,对于 $L=4$, UE 115-b可以在CSI报告315中包括四(4)个波束索引(例如, [4, 7, 9, 13])。CSI报告315可以包括非零功率波束指示(例如,“0101”),这指示:索引为4和9的波束是对于所有空间层310和所有组天线端口的零功率波束,而索引为7和13的波束是对于所有空间层310和所有组天线端口的非零功率波束。CSI报告315可以包括与索引为7和13的波束对应的波束系数(例如,其中在一些情况下,波束系数可以特定于给定的一组天线端口和/或空间层)。替代地,在一些情况下(例如,基于触发条件),UE 115-b可以包括所有L个波束的波束索引(即,其中波束索引对应于一组发射波束305中的绝对波束位置)。

[0113] 在第二报告设置中,UE 115-b可以报告特定于给定的一组天线端口的(例如,被施加到所有空间层310的)非零功率波束。例如,UE 115-b可以报告逐组天线端口的非零功率波束的数量,其中每组天线端口可以与不同的极化、不同的天线阵列或这两者相关联的。逐组天线端口的非零功率波束的数量的可能值为0、1、2、..., $L-1$ 。类似于第一报告设置,UE 115-b可以使用 $2 \times \lceil \log_2 L \rceil$ 个比特或 $2 \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$ 个比特来传达指示。在前一种情况下,前 $\lceil \log_2 L \rceil$ 个比特可以被用于第一组天线端口,而其余的比特可以被用于第二组天线端口。相应地,在本示例中,UE 115-b可以通知网络(例如,基站105-b):针对第一和第二组天线端口,针对每个空间层310-a、310-b有一个非零功率波束(例如,发射波束305-a)。如果针对给定的空间层310和给定的一组天线端口,发射波束305-b、305-c对预编码矩阵的贡献超过阈值(例如,其可以如上所述地被配置或被自主地确定),则这些波束可以被认为是针对该组天线端口的非零功率波束(例如,与针对其它空间层310的在给定的一组天线端口上的发射波束305的贡献无关)。

[0114] 替代地,在第二报告设置中,UE 115-b可以使用 $2L$ -比特的位图,在CSI报告315中,传达逐组天线端口的非零功率波束的数量和索引(例如,相对于 L 个所识别的波束的索引)。在此示例中, b_0, b_1, \dots, b_{L-1} 可以被用于第一组天线端口, $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$ 可以被用于第二组天线端口。相应地, $b_v = 0$ 意味着天线端口组 $r = \left\lfloor \frac{v}{L} \right\rfloor + 1$ 的波束 $i = \text{mod}(v, L)$ 的功率为零(即, $p_{\left\lfloor \frac{v}{L} \right\rfloor + 1, l, \text{mod}(v, L)}^{WB} = 0, \forall l = 0, 1, \dots, R-1$)。作为示例,对于 $L=4$, UE 115-b可以在CSI报告315中包括四(4)个波束索引(例如, [4, 7, 9, 13])。CSI报告315可以包括非零功率波束指示(例如,“01010011”),其指示:对于第一组天线端口,针对所有空间层310,索引为4和9的波束是零功率波束,而针对所有空间层310,索引为7和13的波束是非零功率波束,以及

对于第二组天线端口,针对所有空间层310,索引为4和7的波束是零功率波束,而针对所有空间层310,索引为9和13的波束是非零功率波束。CSI报告315可以包括与非零功率波束对应的波束系数(例如,针对第一组天线端口的索引为7和13的波束以及与针对第二组天线端口的索引为11和13的波束对应的波束系数)。

[0115] 在第三报告设置中,UE 115-b可以报告特定于层的非零功率波束(例如,被施加到一组或多组天线端口)。例如,UE 115-b可以报告逐空间层310的非零功率波束的数量。逐空间层310的非零功率波束的数量的可能值为0、1、2、...、L-1。相应地,UE 115-b可以使用 $R \times \lceil \log_2 L \rceil$ 个L比特来传送指示,其中,前 $\lceil \log_2 L \rceil$ 个比特是针对空间层310-a的,而其余的 $\lceil \log_2 L \rceil$ 个比特是针对空间层310-b的。替代地,UE 115-b可以使用 $R \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$ 个比特来传达指示。在本示例中,UE 115-b可以指示空间层310-a包括四个(例如,用于进行报告的非零功率波束的最大数量)非零功率波束中的两个(例如,这两个非零功率波束对于两种极化是相同的)。在此示例中,两个波束对应于发射波束305-a、305-b。类似地,UE 115-b可以指示:空间层310-b包括四个非零功率波束中的一个(例如,发射波束305-a)。与前两种报告设置一样,UE 115-b可以(例如,基于阈值比较)决定是否包括在针对第一组天线端口的层1上与零功率相关联的波束i,同时波束i是在第二组天线端口的天线层1上与非零功率相关联的。例如,可以基于阈值比较,将通过一组天线端口在每个空间层310上对最终的预编码矩阵有贡献的发射波束305-c指示为零功率波束或非零功率波束。如果针对第一组天线端口在空间层310-a上发射波束305-c的贡献超过阈值,则发射波束305-c可以不被视作针对空间层310-a的零功率波束,以及CSI报告315可以指示空间层310-a包括四个非零功率波束中的三个。

[0116] 替代地,在第三报告设置中,UE 115-b可以使用 $R \times L$ -比特的位图,在CSI报告315中传达逐空间层310的非零功率波束的数量和索引。在此示例中, b_0, b_1, \dots, b_{L-1} 是针对第一层的, $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$ 是针对第二层的,等等,并且 $b_v = 0$ 意味着层 $l = \left\lfloor \frac{v}{L} \right\rfloor + 1$ 的波束 $i = \text{mod}(v, L)$ 的功率为零(即, $p_{0, \left\lfloor \frac{v}{L} \right\rfloor + 1, \text{mod}(v, L)}^{WB} = p_{1, \left\lfloor \frac{v}{L} \right\rfloor + 1, \text{mod}(v, L)}^{WB} = 0$)。

[0117] 在第四报告设置中,UE 115-b可以报告特定于层和天线端口组的非零功率波束。例如,UE 115-b可以报告逐组天线端口的逐空间层310的非零功率波束的数量。相应地,UE 115-b可以使用 $2R \times \lceil \log_2 L \rceil$ 个比特来指示非零功率波束的数量或者 $2R \times \lceil \log_2 L_{max} \rceil$ 个比特。在这样的报告设置中,UE 115-b可以向基站105-b指示针对给定的一对层-天线端口组的非零功率波束的数量。

[0118] 替代地,在第四报告设置中,UE 115-b可以使用 $2R \times L$ -比特的位图来传送逐对的层-天线端口组的非零功率波束的数目和索引,其中, b_0, b_1, \dots, b_{L-1} 是针对空间层310-a的第一组天线端口; $b_L, b_{L+1}, \dots, b_{2L-1}$ 是针对空间层310-a的第二组天线端口, $b_{2L}, b_{2L+1}, \dots, b_{3L-1}$ 是针对空间层310-b的第一组天线端口, $b_{3L}, b_{3L+1}, \dots, b_{4L-1}$ 是针对空间层310-b的第二组天线端口。在此示例中, $b_v = 0$ 意味着针对层 $l = \left\lfloor \frac{v}{2L} \right\rfloor$ 的 $\text{mod} \left(\left\lfloor \frac{v}{2L} \right\rfloor, 2 \right)$ 的波束 $i = \text{mod}(v, L)$ 的功

率为零(即, $p_{mod(\lfloor \frac{v}{L} \rfloor, 2), \lfloor \frac{v}{L} \rfloor, mod(v, L)}^{WB}$)。

[0119] 在第五报告设置中,UE 115-b可以报告零功率波束的数量和非零功率波束的数量(例如,逐层、逐极化、逐天线端口组)。非零功率波束的数量可以根据波束的总数(例如,逐层、逐极化、逐天线端口组)和所报告的零功率波束的数量来确定。例如,UE 115-b可以使用L比特位图,在CSI报告315中传达被施加到所有组天线端口(例如,极化)和空间层310的零功率波束的数量和索引(例如,相对于L个波束的索引,而非与波束组中的波束位置对应的绝对波束索引),并且非零功率波束的数量和索引可以是根据波束组和零功率的索引来确定的。

[0120] 在一些情况下,UE 115-b可以(例如,由基站105-b或某个其它合适的网络实体)配置为将给定的报告设置用于CSI报告315。例如,该配置可以经由RRC信令或其它下行链路控制信令来接收。在一些情况下,UE 115-b可以针对用于CSI报告315的给定的报告设置识别触发条件(例如,如上所述)。例如,UE 115-b可以默认使用非零功率波束指示(例如,使用上述报告设置之一)进行报告。在这样的示例中,可以没有来自网络的任何信令来触发非零功率波束指示。另外或替代地,UE 115-b可以识别条件(例如,或者可以由网络用信号通知),使得非零功率波束指示不被用于CSI报告315。在这样的示例中,UE 115-b可以在CSI报告315中报告针对所有波束的波束系数(例如,包括对最终的预编码向量的贡献相对较低的波束)。相应地,在一些情况下,UE 115-b可以在CSI报告315格式之间动态或半静态地进行切换(例如,基于某个触发条件或网络信令)。

[0121] 另外或替代地,在本公开内容的范围内考虑了用于生成CSI报告315的各种可能的报告编码方案。在一些情况下,UE 115-b可以与秩指示(RI)联合地编码对零功率波束的数量的指示符。例如,可以将针对指示符的有效载荷与RI的有效载荷直接地级联(例如,使用 $[\log_2 rank_{max}] + [\log_2 L_{max}]$ 个比特)。替代地,可以基于查找表来将RI和指示符联合地量化。下面提供了示例查找表,其中针对经联合量化的有效载荷的比特的总数为四(4)。替代地,在一些示例中,RI和指示符可以被分开地编码并且在分开的控制字段或消息中被发送。

[0122] 表2:示例查找表

L'	1	2	3	4	5	6	7	8
秩	1-2	1-2	3-4	3-4	5-6	5-6	7-8	7-8

[0124] 图4示出了根据本公开的各个方面的支持用于非零功率波束的技术的处理流程400的示例。处理流程400包括基站105-c和UE 115-c,它们中的每一个可以是如参照图1至3所描述的对应设备的示例。

[0125] 在405处,基站105-c(例如,或某个其它合适的网络实体)可以将配置发送给UE 115-c。该配置可以包括要在CSI报告中包括的波束(例如,天线端口)的数量(例如,要用于线性组合的波束/端口的数量)。在一些情况下(例如,当CSI-RS未经预编码时),该配置可以包括在水平方向和垂直方向上逐极化的CSI-RS端口的数量。在其它情况下(例如,当CSI-RS经预编码时),该配置可以包括逐极化的CSI-RS端口的数量。在一些情况下(例如,当CSI-RS未经预编码时),该配置还可以包括在水平方向和垂直方向上的针对CSI-RS端口的过采样

率。在一些情况下,该配置可以包括CSI报告设置(例如,其可以指示以上参照图3描述的报告设置之一)、CSI资源设置或其任何组合。可以经由RRC信令或下行链路控制信令来发送该配置。在一些情况下,该配置指示CSI报告的格式(例如,对应于参照图3描述的报告设置)。在一些情况下,UE 115-c可以至少部分地基于CSI报告的格式来确定非零功率波束指示符被触发。

[0126] 在410处,UE 115-c可以接收由基站105-c发送的CSI-RS。CSI-RS可以包括通过多个天线端口发送的一组CSI-RS,其中CSI-RS可以是经预编码的或未经预编码的。每个天线端口可以与一个或多个极化相关联。

[0127] 在415处,UE 115-c可以至少部分地基于CSI-RS来执行信道测量。例如,UE 115-c可以基于CSI-RS来估计通信信道(例如,可以估计频率衰减特性、多径可用性等)。基于信道测量,UE 115-c可以识别针对一个或多个空间层的相关CSI参数。

[0128] 在420处,UE 115-c可以基于所导出的CSI参数来确定非零功率波束和/或天线端口的数量及其索引(例如,可以将波束与阈值进行比较)。在一些情况下,可以至少部分地基于在405处接收到的配置来识别非零功率波束。表3示出了波束分类方案的示例。在此示例中,发送了四个波束(索引为0到3)。对于第一组天线端口和第二组天线端口,确定通过两个空间层中的每个空间层的每个波束的贡献(例如,宽带幅度)。基于将宽带幅度因子与阈值(在本示例中为 $\sqrt{0.1}$)进行比较,UE 115-c确定要在CSI报告中包括的功率指示符比特。相应地,虽然本示例可以表示上述第四报告设置的各方面(例如,使用包括功率指示符比特的位图来报告特定于层和天线端口组的非零功率波束),但是所描述的技术可以扩展至其它报告设置。如图所示,基于将宽带幅度与阈值进行比较,特定于层和天线端口组的波束可以被分类为零功率(例如,由功率指示符比特“0”指示)或非零功率(例如,由功率指示符比特“1”指示)。

[0129] 表3:波束分类

波束索引	空间层	极化	宽带幅值因子	功率指示比特
[0130]	0	A	1	$\sqrt{0.0625}$
			2	$\sqrt{0.25}$
	1	B	1	$\sqrt{0.0625}$
			2	$\sqrt{0.0313}$
	2	A	1	1
			2	$\sqrt{0.5}$
		B	1	$\sqrt{0.0156}$
			2	$\sqrt{0.125}$
[0131]	3	A	1	$\sqrt{0.5}$
			2	$\sqrt{0.5}$
		B	1	1
			2	1
	4	A	1	$\sqrt{0.0625}$
			2	$\sqrt{0.0313}$
		B	1	0
			2	$\sqrt{0.0313}$

[0131] 在425处,UE 115-c可以发送CSI报告(例如,根据在405接收的配置)。CSI报告可以包括非零功率波束指示、RI、非零功率波束选择(例如,每个波束的索引,其中索引对应于经预编码的CSI-RS波束组中的波束位置)、与非零功率波束相关联的波束系数、或其组合。在一些情况下,可以对非零功率波束指示和RI联合地编码。例如,对RI和指示符联合地编码可以包括将RI和指示符的有效载荷直接地级联,或者可以包括将RI和指示符联合地量化。在将RI和指示符联合地量化的情况下,有效载荷可以是至少部分地基于对RI或指示符中的至少一者的子采样的,或者可以是基于RI与指示符的组合的查找表(例如,表2)。替代地,RI和指示符可以如上所述被分开地编码。在一些情况下,非零功率波束指示符中的比特的数量可以是固定的,也可以取决于针对CSI-RS报告指示的波束的数量。在一些情况下,针对子组

中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。在一些情况下,可以将非零功率波束选择(例如,波束索引)和波束系数(即,宽带功率、子带功率和子带相位)联合地编码。参照图3的报告设置描述了CSI报告的各种格式。

[0132] 在430处,基站105-c可以解码CSI报告。例如,基站105-c可以先解码RI和非零功率波束指示符。基于非零功率波束指示符,基站105-c可以确定CSI报告的有效载荷大小。随后,基站105-c可以解码针对非零功率波束的波束选择和系数。

[0133] 在435处,基站105-c可以使用在CSI报告中指示的波束配置向UE115c发送下行链路数据传输。在425处接收到的CSI报告的各种用途被认为在本公开内容的范围内。例如,CSI报告可以允许网络(例如,基站105-c)了解通信信道。在获得报告之后,基站105-c可以使用该信息来进行调度,多用户配对、多用户预编码器计算等。在一些情况下,网络可以将数据发送到UE 115-c,而无需基于CSI报告来进行该发送。

[0134] 图5示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的无线设备505的框图500。无线设备505可以是如本文所述的UE 115的各方面的示例。无线设备505可以包括接收机510、UE通信管理器515和发射机520。无线设备505还可以包括处理器。这些组件中的每一个可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0135] 接收机510可以接收诸如与各种信息信道相关联的分组、用户数据或控制信息的信息(例如,控制信道信息、数据信道信息和与用于无线系统中的非零功率波束的技术有关的信息等)。信息可以被传递到设备的其它组件。接收机510可以是参照图8描述的收发机835的各方面的示例。

[0136] UE通信管理器515可以是参照图8描述的UE通信管理器815的各方面的示例。UE通信管理器515和/或其各个子组件中的至少部分可以用硬件、由处理器执行的软件、固件或其任何组合来实现。如果以由处理器执行的软件来实现,则UE通信管理器515和/或其各个子组件中的至少部分的功能可以由被设计为执行在本公开内容中描述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合来执行。

[0137] UE通信管理器515和/或其各个子组件中的至少部分可以物理地位于各个位置,包括被分布为使得各部分功能由一个或多个物理设备在不同的物理位置处实现。在一些示例中,根据本公开内容的各个方面,UE通信管理器515和/或其各个子组件中的至少部分可以是分开的且不同的组件。在其它示例中,根据本公开内容的各个方面,UE通信管理器515和/或其各个子组件中的至少部分可以与一个或多个其它硬件组件组合,该一个或多个其它硬件组件包括但不限于I/O组件、收发机、网络服务器、另一个计算设备、在本公开内容中描述的一个或多个其它组件、或者其组合。

[0138] UE通信管理器515可以接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。UE通信管理器515可以接收一组参考信号。UE通信管理器515可以针对一个或多个空间层以及至少部分地基于该组参考信号,来识别与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束。UE通信管理器515可以生成CSI报告,该CSI报告包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。UE通信管理器可以发送CSI报告(例如,经由发射机520)。

[0139] 发射机520可以发射由设备的其它组件生成的信号。在一些示例中,发射机520可

以与接收机510并置在收发机模块中。例如,发射机520可以是参照图8描述的收发机835的各方面的示例。

[0140] 图6示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的无线设备605的框图600。无线设备605可以是如参照图5所描述的无线设备505或UE 115的各方面的示例。无线设备605可以包括接收机610、UE通信管理器615和发射机620。无线设备605还可以包括处理器。这些组件中的每一个可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0141] 接收机610可以接收诸如与各种信息信道相关联的分组、用户数据或控制信息的信息(例如,控制信道信息、数据信道信息以及与用于无线系统中的非零功率波束的技术有关的信息等)。信息可以被传递到设备的其它组件。接收机610可以是参照图8描述的收发机835的各方面的示例。接收机610可以利用单个天线或一组天线。

[0142] UE通信管理器615可以是参照图8描述的UE通信管理器815的各方面的示例。UE通信管理器615还可以包括配置组件625、参考信号组件630、波束识别器635和CSI生成器640。

[0143] 配置组件625可以接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。在一些情况下,配置包括触发条件,其中CSI报告是基于触发条件生成的。配置组件625可以至少部分地基于触发条件来确定指示符的格式。配置组件625可以确定触发条件被满足,其中CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件是否被满足的。配置组件625可以确定触发条件未被满足,其中第二CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件未被满足的。在一些情况下,一组参考信号是与针对第一组天线端口的第一极化和针对第二组天线端口的第二极化(例如,或第一极化)相关联的。在一些情况下,第一组天线端口和第二组天线端口均包括在第一方向上的第一数量个天线端口和在第二方向上的第二数量个天线端口。第一方向可以是与第一过采样率相关联的,第二方向可以是与第二过采样率相关联的。在一些情况下,配置是经由RRC信令、MAC CE或下行链路控制信令来接收的,配置还包括报告设置。

[0144] 参考信号组件630可以接收一组参考信号。参考信号可以是经预编码的或未经预编码的。预编码对于接收设备(例如,设备605)可以是透明的。在一些情况下,设备605可以基于配置来确定是识别天线端口的组合(例如,针对经预编码的CSI-RS)还是识别波束的组合(例如,针对未经预编码的CSI-RS)。例如,如果配置指示使用II型端口选择码本,则设备605可以识别天线端口的组合。如果配置指示使用II型码本,则设备605可以识别波束的组合。

[0145] 波束识别器635可以针对一个或多个空间层,识别与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束(例如,一组天线端口)。例如,该组波束可以包括至少一个非零功率波束。在一些情况下,该组波束施加到第一组天线端口和/或第二组天线端口。

[0146] CSI生成器640可以生成CSI报告,该CSI报告包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。在一些情况下,CSI报告还包括该组波束中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。在一些情况下,指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束)的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对一个或多个空间层中的第一空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率

波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对一个或多个空间层中的第二空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束)。在一些情况下,每组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对第一组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对第二组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束),第一数量个非零功率波束(例如,或第一组非零功率波束)中的每个非零功率波束和第二数量个非零功率波束(例如,或第二组非零功率波束)中的每个非零功率波束施加到一个或多个空间层中的每个空间层。

[0147] 在一些情况下,第一组比特包括针对通过第一组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特,第二组比特包括针对通过第二组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括包括一组比特,该组比特指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束),所述数量个非零功率波束(例如,或一组非零功率波束)中的每个非零功率波束在一个或多个空间层中的每个空间层上施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,CSI报告还包括RI。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告有效载荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,一个或多个空间层包括一组空间层,并且指示符包括相应的一组比特,其指示针对该组空间层中的每个空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

[0148] 发射机620可以发射由设备的其它组件生成的信号。在一些示例中,发射机620可以与收发机模块中的接收机610并置。例如,发射机620可以是参照图8描述的收发机835的各方面的示例。发射机620可以利用单个天线或一组天线。

[0149] 图7示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的UE通信管理器715的框图700。UE通信管理器715可以是参照图5、6和8描述的UE通信管理器515、UE通信管理器615或UE通信管理器815的各方面的示例。UE通信管理器715可以包括配置组件720、参考信号组件725、波束识别器730、CSI生成器735、极化组件740和编码器745。这些模块中的每一个都可以彼此间直接或间接地进行通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0150] 配置组件720可以接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。在一些情况下,配置包括触发条件,其中CSI报告是基于触发条件生成的。配置组件720可以至少部分地基于触发条件来确定指示符的格式。配置组件720可以确定触发条件被满足,其中CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件是否被满足的。配置组件720可以确定触发条件未被满足,其中第二CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件未被满足的。在一些情况下,一组参考信号是与针对第一组天线端口的第一极化和针对第二组天线端口的第二极化相关联的。在一些情况下,第一组天线端口和第二组天线端口均包括在第一方向上的

第一数量个天线端口和在第二方向上的第二数量个天线端口。第一方向可以是与第一过采样率相关联的,第二方向可以是与第二过采样率相关联的。在一些情况下,配置是经由RRC信令、MAC CE或下行链路控制信令来接收的,配置还包括报告设置。

[0151] 参考信号组件725可以接收一组参考信号。预编码对于接收设备(例如,UE 115)可以是透明的。在一些情况下,UE 115可以基于配置来确定是识别天线端口的组合(例如,针对经预编码的CSI-RS)还是识别波束的组合(例如,针对未经预编码的CSI-RS)。例如,如果配置指示使用II型端口选择码本,则UE 115可以识别天线端口的组合。如果配置指示使用II型码本,则UE 115可以识别波束的组合。

[0152] 波束识别器730可以针对一个或多个空间层以及至少部分地基于该组参考信号,来识别与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束。在一些情况下,该组波束中的每个波束对应于码本的码字。替代地,该组波束中的每个波束可以对应于相应的天线端口。

[0153] CSI生成器735可以生成CSI报告,该CSI报告包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。在一些情况下,CSI报告还包括该组波束中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。在一些情况下,指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束)的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对一个或多个空间层中的第一空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对一个或多个空间层中的第二空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束)。在一些情况下,每组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对第一组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对第二组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束),第一数量个非零功率波束(例如,或第一组非零功率波束)中的每个非零功率波束和第二数量个非零功率波束(例如,或第二组非零功率波束)中的每个非零功率波束施加到一个或多个空间层中的每个空间层。

[0154] 在一些情况下,第一组比特包括针对通过第一组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特,第二组比特包括针对通过第二组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括包括一组比特,该组比特指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束),所述数量个非零功率波束(例如,或一组非零功率波束)中的每个非零功率波束在一个或多个空间层中的每个空间层上施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,CSI报告还包括RI。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告有效载荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,一

个或多个空间层包括一组空间层，并且指示符包括相应的一组比特，其指示针对该组空间层中的每个空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

[0155] 比较器740可以将针对一个或多个空间层中的至少一个空间层和第一组天线端口或第二组天线端口中的至少一者的至少一个非零功率波束的权重与阈值进行比较，其中至少一个非零功率波束是基于比较的结果识别的。

[0156] 编码器745可以联合地编码RI和指示符。在一些情况下，RI和指示符是被分开编码的。在一些情况下，联合编码包括直接地级联RI和指示符的有效载荷或联合地量化RI和指示符中的一者。在一些情况下，联合地量化RI是基于对RI或指示符中的至少一者的子采样的，或者是基于RI和指标的组合的查找表的。在一些情况下，每个波束的索引和指示器被联合地编码。

[0157] 图8示出了包括根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的设备805的系统800的图。设备805可以是如上所述的如参照图5和6所描述的无线设备505、无线设备605或UE 115的示例或包括其的组件。设备805可以包括用于双向语音和数据通信的组件，包括用于发送和接收通信的组件，包括UE通信管理器815、处理器820、存储器825、软件830、收发机835、天线840和I/O控制器845。这些组件可以经由一个或多个总线(例如，总线810)进行电子通信。设备805可以与一个或多个基站105无线通信。

[0158] UE通信管理器815可以接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。UE通信管理器815可以接收一组参考信号。UE通信管理器815可以针对一个或多个空间层以及至少部分地基于该组参考信号，来识别与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束。UE通信管理器815可以生成CSI报告，该CSI报告包括：针对一个或多个空间层中的每个空间层的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。UE通信管理器可以发送CSI报告(例如，经由收发机835)。

[0159] 处理器820可以包括智能硬件设备(例如，通用处理器、DSP、中央处理单元(CPU)、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑组件、分立硬件组件或上述各项的任何组合)。在一些情况下，处理器820可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在其它情况下，存储器控制器可以被集成到处理器820中。处理器820可以被配置为执行存储在存储器中的计算机可读指令，以执行各种功能(例如，支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的功能或任务)。

[0160] 存储器825可以包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。存储器825可以存储包括指令的计算机可读的计算机可执行软件830，所述指令在被执行时使处理器执行在本文描述的各种功能。在一些情况下，存储器825还可以包含可以控制诸如与外围组件或设备的交互之类的基本硬件或软件操作的基本输入/输出系统(BIOS)等。

[0161] 软件830可以包括用于实现本公开内容的各方面的代码，包括用以支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的代码。软件830可以存储在非暂时性计算机可读介质，例如系统存储器或其它类型的存储器。在一些情况下，软件830可以不由处理器直接执行，但是可以使计算机(例如，当被编译和执行时)执行在本文描述的功能。

[0162] 如上所述，收发机835可以经由一个或多个天线、有线的或无线的链路双向地通信。例如，收发机835可以代表无线收发机并且可以与另一个无线收发机双向地通信。收发

机835还可以包括：调制解调器，用以调制分组并将调制分组提供给天线用于传输以及用以解调从天线接收的分组。

[0163] I/O控制器845可以管理设备805的输入和输出信号。I/O控制器845还可以管理未被集成到设备805中的外围设备。在一些情况下，I/O控制器845可以表示到外部外设的物理连接或端口。在一些情况下，I/O控制器845可以利用诸如

iOS®、ANDROID®、MS-DOS®、MS-WINDOWS®、OS/2®、
UNIX®、LINUX®或其它已知操作系统的操作系统。在其它情况下，I/O控制器845可以表示调制解调器、键盘、鼠标、触摸屏或类似设备或与其交互。在一些情况下，I/O控制器845可以被实现为处理器的一部分。在一些情况下，用户可以经由I/O控制器845或经由I/O控制器845控制的硬件组件与设备805交互。

[0164] 图9示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的无线设备905的框图900。无线设备905可以是如在本文所描述的基站105的各方面的示例。无线设备905可以包括接收机910、基站通信管理器915和发射机920。无线设备905还可以包括处理器。这些组件中的每一个可以彼此通信(例如，经由一条或多条总线)。

[0165] 接收机910可以接收诸如与各种信息信道相关联的分组、用户数据或控制信息的信息(例如，控制信道信息、数据信道信息和与用于无线系统中的非零功率波束的技术有关的信息等)。信息可以被传递到设备的其它组件。接收机910可以是参照图12描述的收发机1235的各方面的示例。

[0166] 基站通信管理器915可以是参照图12描述的基站通信管理器1215的各方面的示例。基站通信管理器915和/或其各个子组件中的至少部分可以用硬件、由处理器执行的软件、固件或其任何组合来实现。如果以由处理器执行的软件来实现，则基站通信管理器915和/或其各个子组件中的至少部分的功能可以由被设计为执行在本公开内容中描述的功能的通用处理器、DSP、ASIC、FPGA或其它可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合来执行。

[0167] 基站通信管理器915和/或其各个子组件中的至少部分可以物理地位于各个位置，包括被分布为使得各部分功能由一个或多个物理设备在不同的物理位置处实现。在一些示例中，根据本公开内容的各个方面，基站通信管理器915和/或其各个子组件中的至少部分可以是分开的且不同的组件。在其它示例中，根据本公开内容的各个方面，基站通信管理器915和/或其各个子组件中的至少部分可以与一个或多个其它硬件组件组合，该一个或多个其它硬件组件包括但不限于I/O组件、收发机、网络服务器、另一个计算设备、在本公开内容中描述的一个或多个其它组件、或者其组合。

[0168] 基站通信管理器915可以向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。基站通信管理器915可以发送一组参考信号。基站通信管理器915可以从UE接收CSI报告，其中，CSI报告指示与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束，CSI报告还包括：针对一个或多个空间层中的每个空间层的该组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。基站通信管理器915可以基于CSI报告来解析该组波束系数。

[0169] 发射机920可以发射由设备的其它组件生成的信号。在一些示例中，发射机920可以与接收机910并置在收发机模块中。例如，发射机920可以是参照图12描述的收发机1235

的各方面的示例。

[0170] 图10示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的无线设备1005的框图1000。无线设备1005可以是如上所述的无线设备1005或基站105的各方面的示例。无线设备1005可以包括接收机1010、基站通信管理器1015和发射机1020。无线设备1005还可以包括处理器。这些组件中的每一个可以彼此通信(例如,经由一条或多条总线)。

[0171] 接收机1010可以接收诸如与各种信息信道相关联的分组、用户数据或控制信息的信息(例如,控制信道信息、数据信道信息以及与用于无线系统中的非零功率波束的技术有关的信息等)。信息可以被传递到设备的其它组件。接收机1010可以是参照图12描述的收发机1235的各方面的示例。

[0172] 基站通信管理器1015可以是参照图12描述的基站通信管理器1215的各方面的示例。基站通信管理器1015还可以包括配置组件1025、参考信号组件1030、CSI报告组件1035和波束系数组件1040。

[0173] 配置组件1025可以将指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置发送给UE。在一些情况下,配置包括触发条件,其中CSI报告是基于触发条件生成的。配置组件1025可以至少部分地基于触发条件来确定指示符的格式。配置组件1025可以确定触发条件被满足,其中CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件是否被满足的。配置组件1025可以确定触发条件未被满足,其中第二CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件未被满足的。在一些情况下,一组参考信号是与针对第一组天线端口的第一极化和针对第二组天线端口的第二极化相关联的。在一些情况下,第一组天线端口和第二组天线端口均包括在第一方向上的第一数量个天线端口和在第二方向上的第二数量个天线端口。第一方向可以是与第一过采样率相关联的,第二方向可以是与第二过采样率相关联的。在一些情况下,配置是经由下行链路控制信令来发送的。

[0174] 参考信号组件1030可以发送一组参考信号。在一些情况下,该组波束施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,发送该组参考信号包括发送一组未经预编码的参考信号,其中该组波束中的每个波束对应于码本的码字。在一些情况下,发送该组参考信号包括通过相应的天线端口发送经预编码的参考信号,其中,该组波束中的每个波束对应于天线端口中的一个。

[0175] CSI报告组件1035可以从UE接收CSI报告,其中CSI报告指示与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束,该CSI报告还包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的该组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。在一些情况下,RI和指示符是被分开编码的。替代地,RI和指示符可以被联合地编码。在一些情况下,联合编码包括直接地级联RI和指示符的有效载荷或联合地量化RI和指示符中的一者。在一些情况下,联合地量化RI是基于对RI或指示符中的至少一者的子采样的,或者是基于RI和指标的组合的查找表的。在一些情况下,每个波束的索引和指示器被联合地编码。在一些情况下,指示该组波束中的非零功率波束的数量的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0176] 在一些情况下,CSI报告还包括该组波束中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。在一些情况下,指示该组波束

中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束)的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对一个或多个空间层中的第一空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对一个或多个空间层中的第二空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束)。在一些情况下,每组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对第一组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对第二组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束),第一数量个非零功率波束(例如,或第一组非零功率波束)中的每个非零功率波束和第二数量个非零功率波束(例如,或第二组非零功率波束)中的每个非零功率波束施加到一个或多个空间层中的每个空间层。

[0177] 在一些情况下,第一组比特包括针对通过第一组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特,第二组比特包括针对通过第二组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括包括一组比特,该组比特指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束),所述数量个非零功率波束(例如,或一组非零功率波束)中的每个非零功率波束在一个或多个空间层中的每个空间层上施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,CSI报告还包括RI。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告有效载荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,一个或多个空间层包括一组空间层,并且指示符包括相应的一组比特,其指示针对该组空间层中的每个空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

[0178] 在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告净荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,CSI报告还包括波束集合中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。

[0179] 波束系数组件1040可以基于对非零功率波束的指示符来解析该组波束系数。在一些情况下,针对子组中的每个非零功率波束的至少一个波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。

[0180] 发射机1020可以发送由设备的其它组件生成的信号。在一些示例中,发射机1020可以与收发机模块中的接收机1010并置。例如,发射机1020可以是参照图12描述的收发机1235的各方面的示例。

[0181] 图11示出了根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的基站通信管理器1115的框图1100。基站通信管理器1115可以是参照图9、10和12描述的基站通信管理器1215的各方面的示例。基站通信管理器1115可以包括配置组件1120、参

考信号组件1125、CSI报告组件1130和波束系数组件1135。这些模块中的每一个可以直接或间接地彼此通信(例如,通过一条或多条总线)。

[0182] 配置组件1125可以向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。在一些情况下,配置包括触发条件,其中CSI报告是基于触发条件生成的。配置组件1125可以至少部分地基于触发条件来确定指示符的格式。配置组件1125可以确定触发条件被满足,其中CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件是否被满足的。配置组件1125可以确定触发条件未被满足,其中第二CSI报告的格式是至少部分地基于确定触发条件未被满足的。在一些情况下,一组参考信号是与针对第一组天线端口的第一极化和针对第二组天线端口的第二极化相关联的。在一些情况下,第一组天线端口和第二组天线端口均包括在第一方向上的第一数量个天线端口和在第二方向上的第二数量个天线端口。第一方向可以是与第一过采样率相关联的,第二方向可以是与第二过采样率相关联的。在一些情况下,配置是经由下行链路控制信令来发送的。

[0183] 参考信号组件1130可以发送一组参考信号。在一些情况下,该组波束施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,发送该组参考信号包括发送一组未经预编码的参考信号,其中该组波束中的每个波束对应于码本的码字。在一些情况下,发送该组参考信号包括通过相应的天线端口发送经预编码的参考信号,其中,该组波束中的每个波束对应于天线端口中的一个。

[0184] CSI报告组件1135可以从UE接收CSI报告,其中CSI报告指示与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束,该CSI报告还包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的该组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。在一些情况下,RI和指示符是被分开编码的。替代地,RI和指示符可以被联合地编码。在一些情况下,联合编码包括直接地级联RI和指示符的有效载荷或联合地量化RI和指示符中的一者。在一些情况下,联合地量化RI是基于对RI或指示符中的至少一者的子采样的,或者是基于RI和指标的组合的查找表的。在一些情况下,每个波束的索引和指示器被联合地编码。在一些情况下,指示该组波束中的非零功率波束的数量的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。

[0185] 在一些情况下,CSI报告还包括该组波束中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。在一些情况下,指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束)的一组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对一个或多个空间层中的第一空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对一个或多个空间层中的第二空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束)。在一些情况下,每组比特包括针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括第一组比特和第二组比特,第一组比特指示针对第一组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第一数量(例如,或第一组非零功率波束),第二组比特指示针对第二组天线端口的该组波束中的非零功率波束的第二数量(例如,或第二组非零功率波束),第一数量个非零功率波束(例如,或第一组非零功率波束)中的每个非零功率波束和第二数量个非零功率波束(例如,或第二组非零功率波

束)中的每个非零功率波束施加到一个或多个空间层中的每个空间层。

[0186] 在一些情况下,第一组比特包括针对通过第一组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特,第二组比特包括针对通过第二组天线端口的该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,指示符包括包括一组比特,该组比特指示该组波束中的非零功率波束的数量(例如,或一组非零功率波束),所述数量个非零功率波束(例如,或一组非零功率波束)中的每个非零功率波束在一个或多个空间层中的每个空间层上施加到第一组天线端口和第二组天线端口。在一些情况下,相应的每组比特包括针对对应的一组天线端口和对应的空间层的针对该组波束中的每个波束的功率指示符比特。在一些情况下,CSI报告还包括RI。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告有效载荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,一个或多个空间层包括一组空间层,并且指示符包括相应的一组比特,其指示针对该组空间层中的每个空间层的针对第一组天线端口和第二组天线端口中的每一者的非零功率波束的相应数量。

[0187] 在一些情况下,针对该组波束中的每个非零功率波束的波束系数的报告净荷大小是基于指示符的。在一些情况下,指示符包括一组比特,并且该组比特的大小是基于波束的数量的或者是固定的。在一些情况下,CSI报告还包括波束集合中的每个波束的索引,每个索引对应于码本中的波束位置或对应于该组参考信号中的参考信号位置。

[0188] 波束系数组件1140可以基于对非零功率波束的指示符来解析该组波束系数。在一些情况下,针对子组中的每个非零功率波束的至少一个波束系数包括宽带波束幅度、子带波束幅度、子带波束相位或其组合。

[0189] 图12示出了包括根据本公开内容的各方面的支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的设备1205的系统1200的图。设备1205可以是例如参照图1所描述的如上所述的基站105的示例或包括基站105的组件。设备1205可以包括用于双向语音和数据通信的组件,包括用于发送通信和接收通信的组件,包括基站通信管理器1215、处理器1220、存储器1225、软件1230、收发机1235、天线1240、网络通信管理器1245和站间通信管理器1250。这些组件可以经由一条或多条总线(例如,总线1210)处于电子通信中。设备1205可以与一个或多个UE 115无线通信。

[0190] 基站通信管理器1215可以向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。基站通信管理器1215可以发送一组参考信号。基站通信管理器1215可以从UE接收CSI报告,其中,CSI报告指示与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束,该CSI报告还包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层的该组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。基站通信管理器1215可以基于CSI报告来解析该组波束系数。

[0191] 处理器1220可以包括智能硬件设备(例如,通用处理器、DSP、CPU、微控制器、ASIC、FPGA、可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑组件、分立硬件组件或上述各项的任何组合)。在一些情况下,处理器1220可以被配置为使用存储器控制器来操作存储器阵列。在其它情况下,存储器控制器可以被集成到处理器1220中。处理器1220可以被配置为执行存储在存

储器中的计算机可读指令,以执行各种功能(例如,支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的功能或任务)。

[0192] 存储器1225可以包括RAM和ROM。存储器1225可以存储包括指令的计算机可读的计算机可执行软件1230,所述指令在被执行时使处理器执行在本文描述的各种功能。在一些情况下,存储器1225还可以包含可以控制诸如与外围组件或设备的交互之类的基本硬件或软件操作的BIOS等。

[0193] 软件1230可以包括用于实现本公开内容的各方面的代码,包括用以支持用于无线系统中的非零功率波束的技术的代码。软件1230可以存储在非暂时性计算机可读介质,例如系统存储器或其它类型的存储器。在一些情况下,软件1230可以不由处理器直接执行,但是可以使计算机(例如,当被编译和执行时)执行在本文描述的功能。

[0194] 如上所述,收发机1235可以经由一个或多个天线、有线的或无线的链路双向地通信。例如,收发机1235可以代表无线收发机并且可以与另一个无线收发机双向地通信。收发机1235还可以包括:调制解调器,用以调制分组并将调制分组提供给天线用于传输以及用以解调从天线接收的分组。

[0195] 网络通信管理器1245可以管理与核心网的通信(例如,经由一个或多个有线回程链路)。例如,网络通信管理器1245可以管理用于客户端设备(例如一个或多个UE 115)的数据通信的传输。

[0196] 站间通信管理器1250可以管理与其它基站105的通信,并且可以包括用于与其它基站105协作地控制与UE 115的通信的控制器或调度器。例如,站间通信管理器1250可以对于诸如波束成形或联合传输之类的各种干扰减轻技术,协调针对向UE 115的传输的调度。在一些示例中,站间通信管理器1250可以在LTE/LTE-A无线通信网络技术内提供X2接口,以提供基站105之间的通信。

[0197] 图13示出了流程图,该流程图示出了根据本公开内容的各方面的用于无线系统中的非零功率波束的技术的方法1300。方法1300的操作可以由如本文所描述的UE 115或其组件来实现。例如,方法1300的操作可以由如参照图5至8所描述的UE通信管理器执行。在一些示例中,UE 115可以执行一组代码以控制设备的功能元件以执行以下描述的功能。另外或替代地,UE 115可以使用专用硬件来执行以下描述的功能的各方面。

[0198] 在框1305处,UE 115可以接收指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。可以根据本文描述的方法来执行框1305的操作。在某些示例中,框1305的操作的各方面可以由如参照图5至8所描述的配置组件来执行。

[0199] 在框1310处,UE 115可以接收一组参考信号。可以根据本文描述的方法来执行框1310的操作。在某些示例中,框1310的操作的各方面可以由如参照图5至8所描述的参考信号组件来执行。

[0200] 在框1315处,UE 115可以针对一个或多个空间层(例如,以及一组或多组天线端口),来识别与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束。可以根据本文描述的方法来执行框1315的操作。在某些示例中,框1315的操作的各方面可以由如参照图5至8所描述的波束识别器来执行。

[0201] 在框1320处,UE 115可以生成CSI报告,该CSI报告包括:针对一个或多个空间层中的每个空间层(例如,以及一组或多组天线端口中的每组天线端口)的每个非零功率波束的

至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。可以根据本文描述的方法来执行框1320的操作。在某些示例中，框1320的操作的各个方面可以由如参照图5至8所描述的CSI生成器来执行。

[0202] 在框1325处，UE 115可以发送CSI报告。可以根据本文描述的方法来执行框1325的操作。在某些示例中，框1325的操作的各个方面可以由如参照图5至8所描述的发射机执行。

[0203] 图14示出了流程图，该流程图示出了根据本公开内容的各方面的用于无线系统中的非零功率波束的技术的方法1400。方法1400的操作可以由如在本文描述的基站105或其组件来实现。例如，方法1400的操作可以由如参照图9至12所描述的基站通信管理器执行。在一些示例中，基站105可以执行一组代码以控制设备的功能元件以执行以下描述的功能。另外或替代地，基站105可以使用专用硬件来执行以下描述的功能的各方面。

[0204] 在框1405处，基站105可以向UE发送指示要在CSI报告中进行报告的波束的数量的配置。可以根据本文描述的方法来执行框1405的操作。在某些示例中，框1405的操作的各个方面可以由如参照图9至12描述的配置组件来执行。

[0205] 在框1410处，基站105可以发送一组参考信号。可以根据本文描述的方法来执行框1410的操作。在某些示例中，框1410的操作的各个方面可以由如参照图9至12描述的参考信号组件来执行。

[0206] 在框1415处，基站105可以从UE接收CSI报告，其中，CSI报告指示与用于在CSI报告中进行报告的波束的数量对应的一组波束，CSI报告还包括：针对一个或多个空间层中的每个空间层（例如，以及一组或多组天线端口中的每组天线端口）的该组波束中的每个非零功率波束的至少一个波束系数、和对波束系数的数量的指示符。可以根据本文描述的方法来执行框1415的操作。在某些示例中，框1415的操作的各个方面可以由如参照图9至12所描述的CSI报告组件来执行。

[0207] 在框1420处，基站105可以至少部分地基于CSI报告来解析该组波束系数。可以根据本文描述的方法来执行框1420的操作。在某些示例中，框1420的操作的各个方面可以由如参照图9至12描述的波束系数组件来执行。

[0208] 应注意，上述方法描述了可能的实现方案，并且操作和步骤可以被重布置或以其它方式修改，并且其它实现方案也是可能的。此外，可以组合两种或更多种方法的各方面。

[0209] 在本文描述的技术可以用于各种无线通信系统，诸如码分多址（CDMA）系统、时分多址（TDMA）系统、频分多址（FDMA）系统、正交频分多址（OFDMA）系统、单载波频分多址（SC-FDMA）系统和其它系统。CDMA系统可以实现诸如CDMA2000、通用陆地无线电接入（UTRA）等无线电技术。CDMA2000涵盖IS-2000、IS-95和IS-856标准。IS-2000版本通常被称为CDMA2000 1X、1X等。IS-856（TIA-856）通常被称为CDMA2000 1xEV-DO、高速分组数据（HRPD）等。UTRA包括宽带CDMA（WCDMA）和CDMA的其它变体。TDMA系统可以实现诸如全球移动通信系统（GSM）之类的无线电技术。

[0210] OFDMA系统可以实现诸如超移动宽带（UMB）、演进的UTRA（E-UTRA）、电气和电子工程师协会（IEEE）802.11（Wi-Fi）、IEEE 802.16（WiMAX）、IEEE 802.20、Flash-OFDM等的无线电技术。UTRA和E-UTRA是通用移动电信系统（UMTS）的一部分。LTE和LTE-A是使用E-UTRA的UMTS的版本。在来自名为“第三代合作伙伴计划”（3GPP）的组织的文献中描述了UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、LTE-A、NR和GSM。在名为“第三代合作伙伴计划2”（3GPP2）的组织的文献中

描述了CDMA2000和UMB。在本文描述的技术可以用于上面提到的系统和无线电技术以及其他系统和无线电技术。尽管可以出于示例的目的描述LTE系统或NR系统的各方面，并且在大部分描述中可以使用LTE或NR术语，但是在本文描述的技术可以应用于LTE或NR应用之外。

[0211] 宏小区通常覆盖相对较大的地理区域(例如，半径几公里)，并且可以允许具有与网络提供商的服务订阅的UE 115进行不受限接入。与宏小区相比，小型小区可以与较低功率的基站相关联，并且小型小区可以在与宏小区相比相同或不同(例如，被许可的、免许可的等)频带中进行操作。根据各种示例，小型小区可以包括微微小区、毫微微小区和微小区。例如，微微小区可以覆盖较小的地理区域，并且可以允许具有与网络提供商的服务订阅的UE 115的不受限接入。毫微微小区还可以覆盖小的地理区域(例如，家庭)并且可以提供与毫微微小区具有关联的UE 115(例如，封闭订户组(CSG)中的UE 115、家中用户的UE 115等等)的受限接入。宏小区的eNB可以被称为宏eNB。小型小区的eNB可以被称为小型小区eNB、微微eNB、毫微微eNB或家庭eNB。eNB可以支持一个或多个(例如，两个、三个、四个等)小区，并且还可以支持使用一个或多个分量载波的通信。

[0212] 在本文描述的一个或多个无线通信系统100可以支持同步或异步操作。对于同步操作，基站105可以具有类似的帧定时，并且来自不同的基站105的传输可以在时间上大致对齐。对于异步操作，基站105可能具有不同的帧定时，并且来自不同的基站105的传输可能在时间上不对齐。在本文描述的技术可以用于同步或异步操作。

[0213] 在本文描述的信息和信号可以使用多种不同的技术和技艺中的任何一种来表示。例如，可以通过电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子或者其任何组合来表示可以在整个上述描述中提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和码片。

[0214] 结合本文公开内容描述的各种示出性框和模块可以用被设计用于执行在本文描述的功能的通用处理器、数字处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件(PLD)、分立门或晶体管逻辑、分立硬件组件或其任何组合来实现或执行。通用处理器可以是微处理器，但是替代地，处理器可以是任何传统的处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器还可以实现为计算设备的组合(例如，DSP和微处理器的组合、多个微处理器、一个或多个微处理器与DSP内核的结合、或者任何其它这样的配置)。

[0215] 在本文描述的功能可以用硬件、由处理器执行的软件、固件或其任何组合来实现。如果用由处理器执行的软件来实现，则可以将这些功能作为一个或多个指令或代码存储在计算机可读介质上或通过计算机可读介质进行传输。其它示例和实现方案在本公开内容和所附权利要求书的范围内。例如，由于软件的性质，上述功能可以使用由处理器执行的软件、硬件、固件、硬连线或这些项中的任何项的组合来实现。用于实现功能的特征还可以物理地位于各种位置，包括被分布为使得功能的各部分在不同的物理位置处实现。

[0216] 计算机可读介质包含非暂时性计算机存储介质和通信介质两者，所述通信介质包含促进将计算机程序从一处传送到另一处的任何介质。非暂时性存储介质可以是可以由通用或专用计算机访问的任何可用介质。作为示例而非限制，非暂时性计算机可读介质可以包括随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、压缩碟(CD)ROM或其它光盘存储、磁盘存储或其它磁盘存储设备、或者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单元并且可以由通用或专用计算机或者通用或专用处理器计算机访问的任何其它非暂时性介质。而且，任何连接都被适当地称为计

算机可读介质。例如,如果使用同轴电缆、光缆、双绞线、数字用户线(DSL)或无线技术(例如,红外线、无线电和微波)从网站、服务器或其它远程源发送软件,则在介质的定义中包括同轴电缆、光缆、双绞线、DSL或诸如红外线、无线电和微波的无线技术。如在本文使用的盘和碟包括CD、激光碟、光碟、数字多功能碟(DVD)、软盘和蓝光碟,其中盘通常磁性地复制数据,而碟用激光光学地复制数据。以上的组合也包括在计算机可读介质的范围内。

[0217] 如在本文所使用地,包括在权利要求书中,如在项目列表(例如,以短语诸如“至少一个”或“一个或多个”开头的项目列表)中使用的“或”指示包含性列表,使得例如A、B或C中的至少一个的列表表示A或B或C或AB或AC或BC或ABC(即,A和B和C)。而且,如在本文所使用地,短语“基于”不应被解释为对封闭的一组条件的引用。例如,在不脱离本公开内容的范围的情况下,被描述为“基于条件A”的示例性步骤可以基于条件A和条件B两者。换句话说,如在本文所使用地,短语“基于”应以与短语“至少部分地基于”相同的方式来解释。

[0218] 在附图中,类似的组件或特征可以具有相同的附图标记。此外,相同类型的各种组件可以通过在附图标记之后用破折号和区分类似组件之间的第二附图标记来区分。如果在说明书中仅使用第一附图标记,则该描述适用于具有相同的第一附图标记的任何一个类似组件,而不管第二附图标记或者其它后续的附图标记如何。

[0219] 在本文结合附图给出的描述描述了示例配置,并且不表示可以实现的或者在权利要求的范围内的所有示例。在本文使用的术语“示例性”意思是“用作示例、实例或说明”,而不是“优选的”或“比其它示例更有优势”。具体实施方式包括用于提供对所描述技术的理解的具体细节。但是,这些技术可以在没有这些具体细节的情况下实施。在一些情况下,以框图形式示出了众所周知的结构和设备,以避免模糊所描述的示例的概念。

[0220] 提供本文的描述是为了使本领域技术人员能够制作或使用本公开内容。对于本领域的技术人员来说,对本公开内容的各种修改将是显而易见的,并且在不脱离本公开内容的范围的情况下,可以将在本文定义的一般原理应用于其它变型。因此,本公开内容不限于在本文所描述的示例和设计,而是应要符合与在本文公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

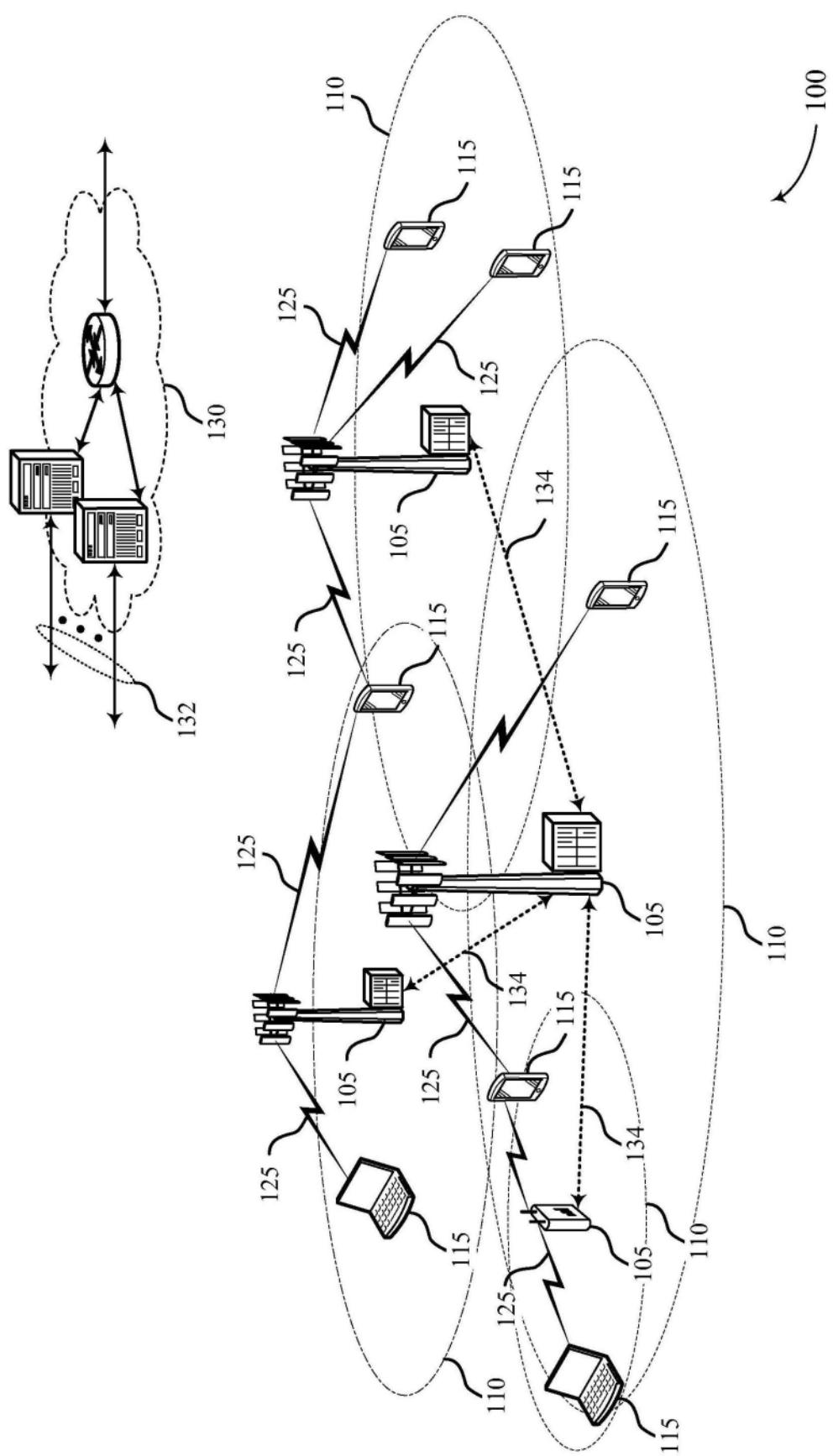


图1

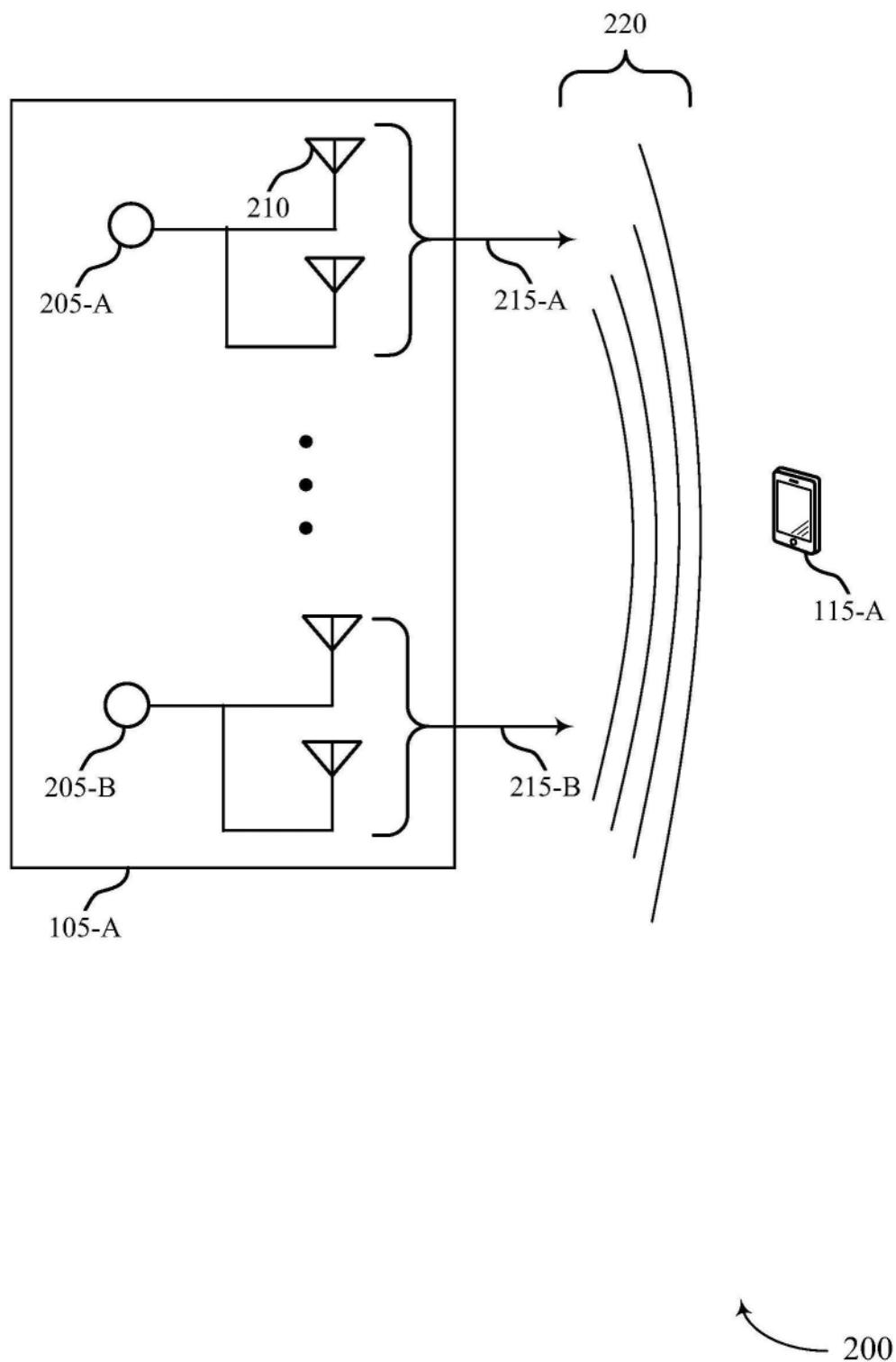


图2

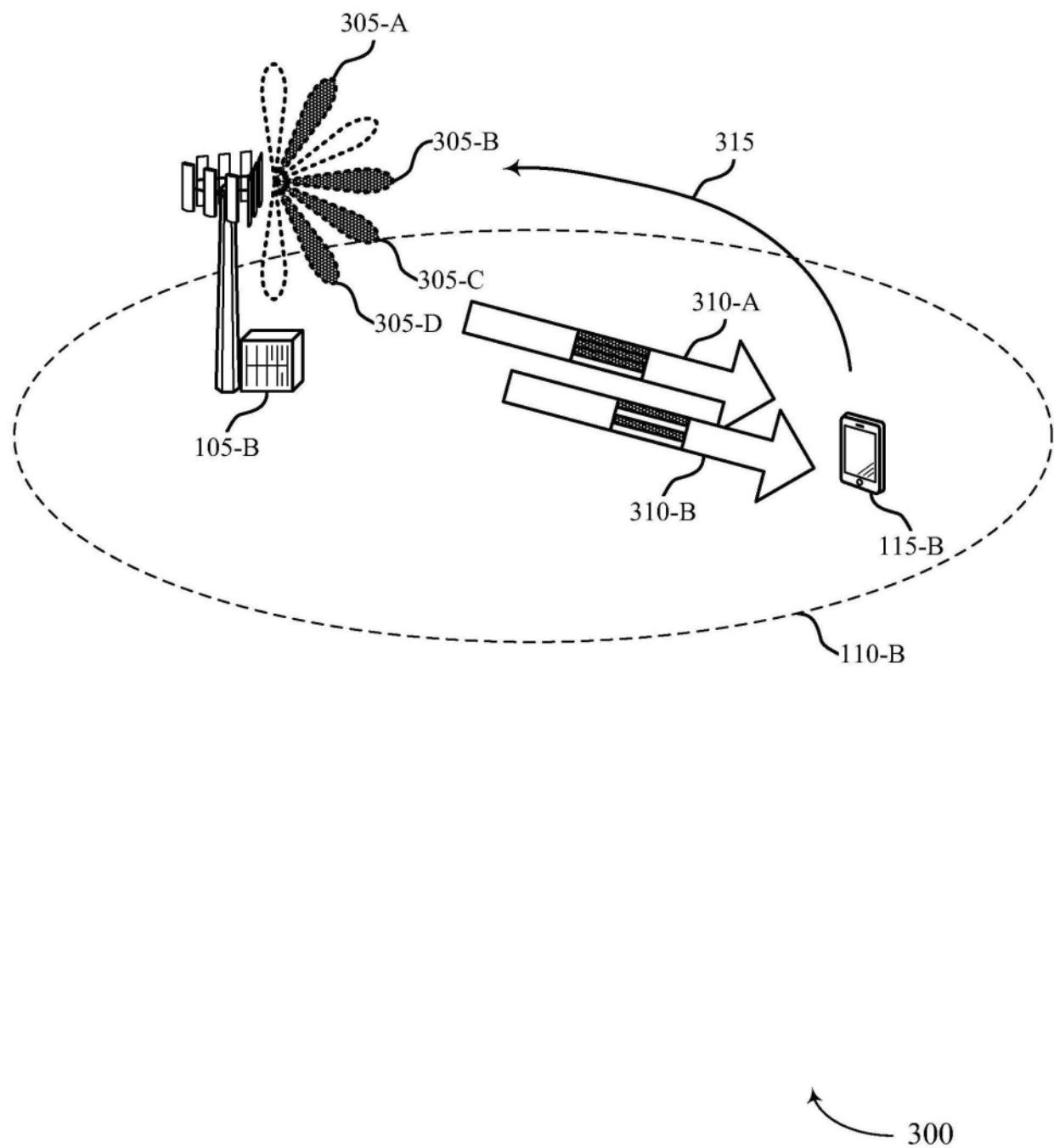


图3

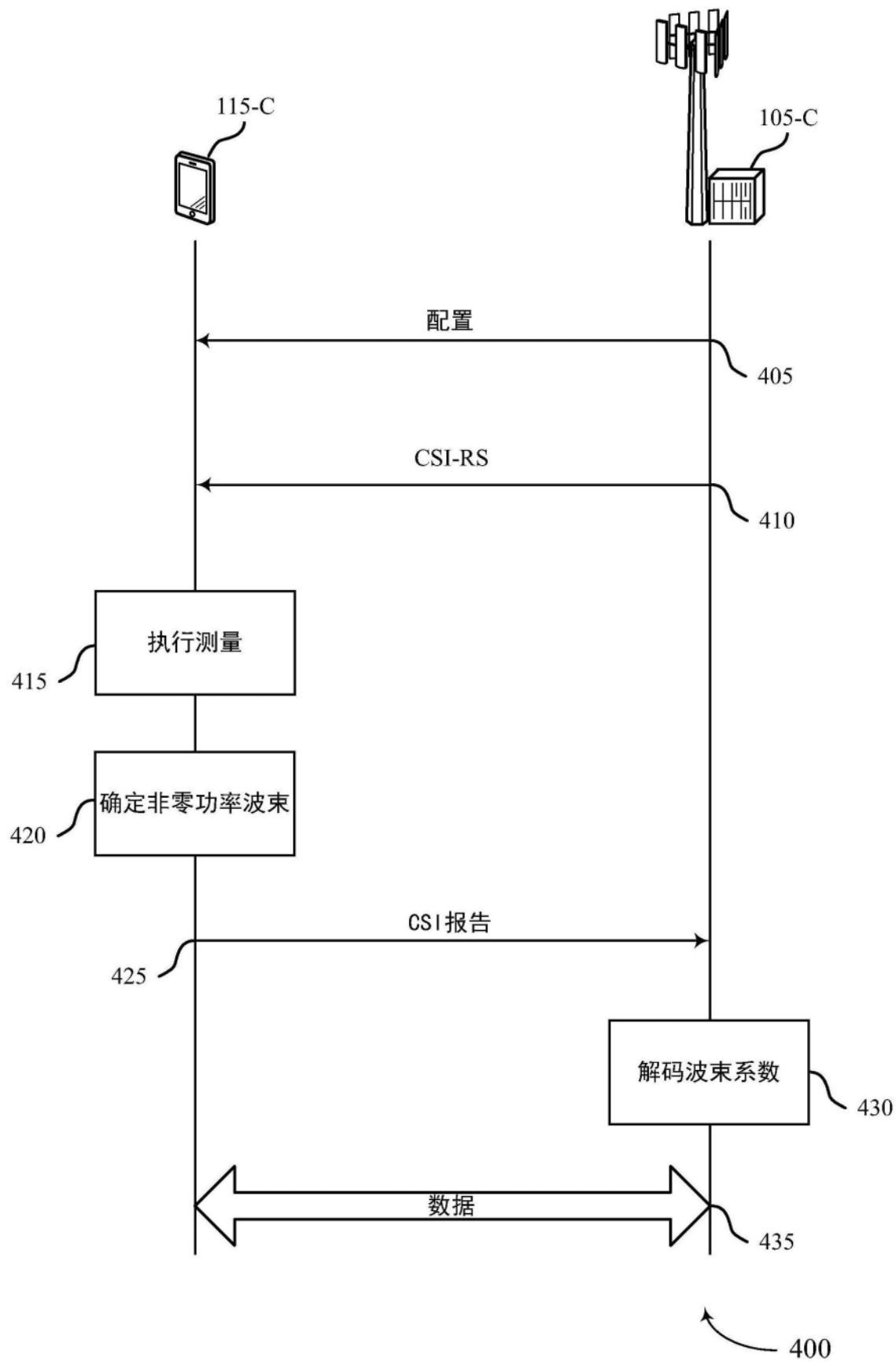


图4

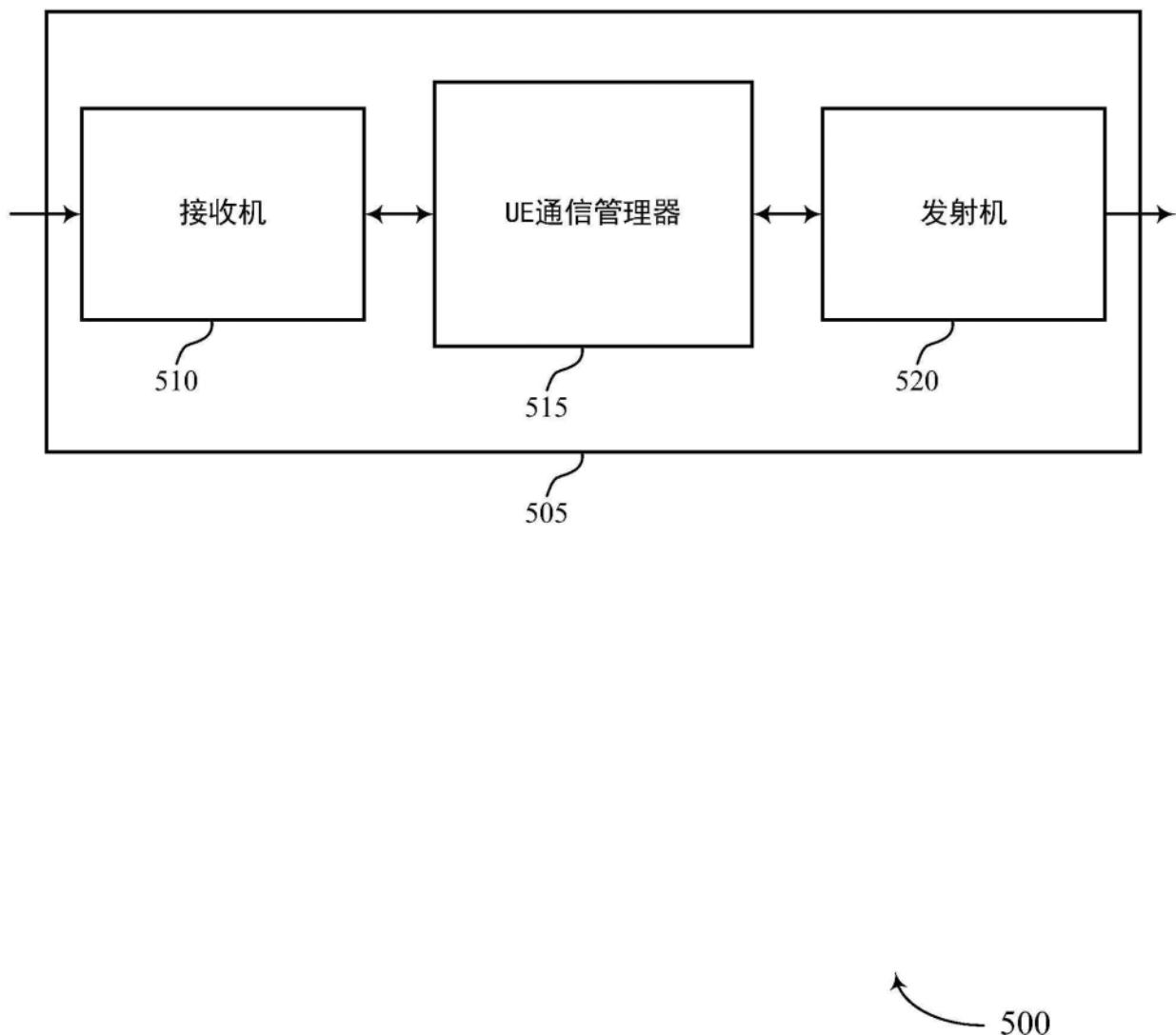


图5

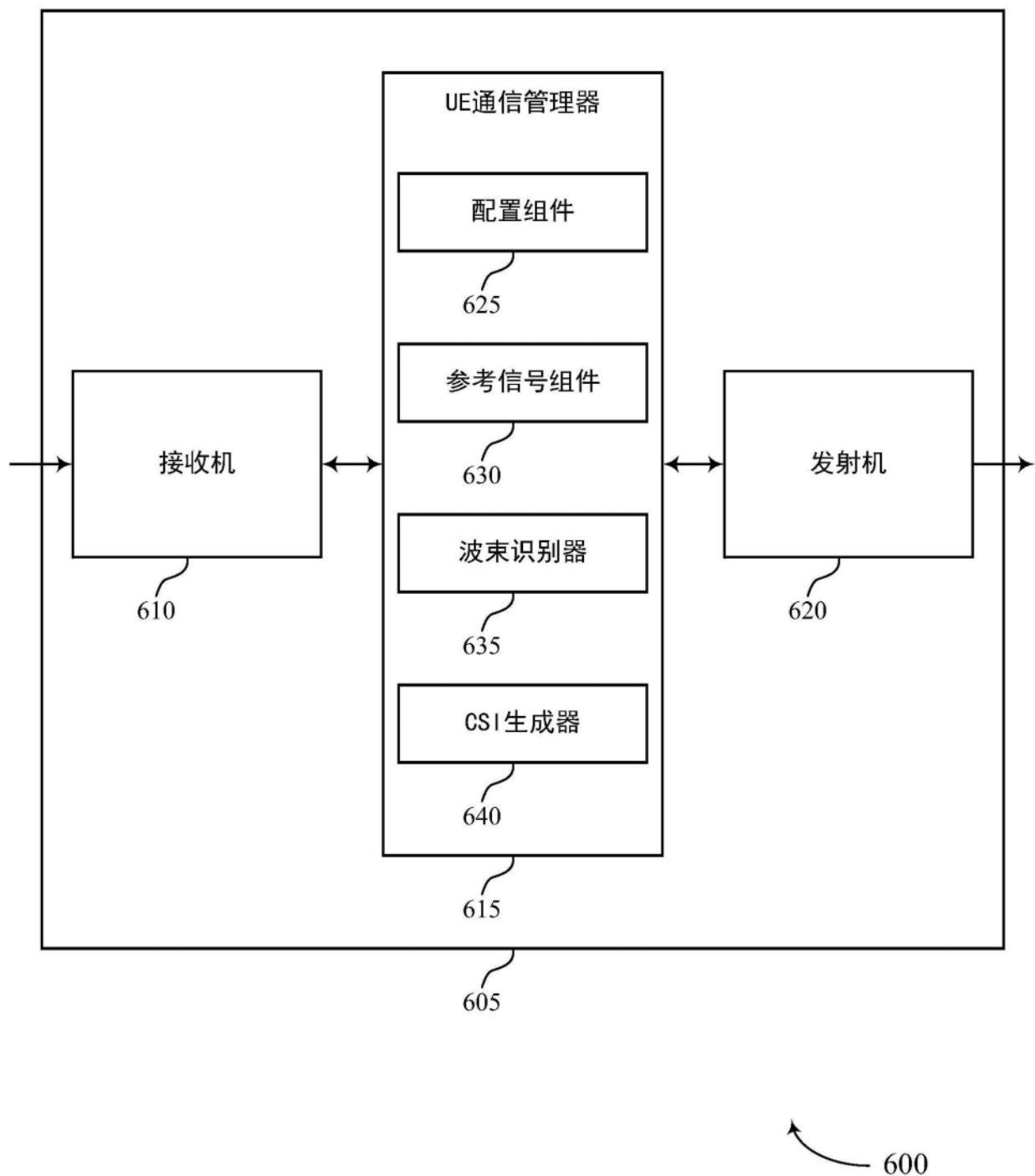


图6

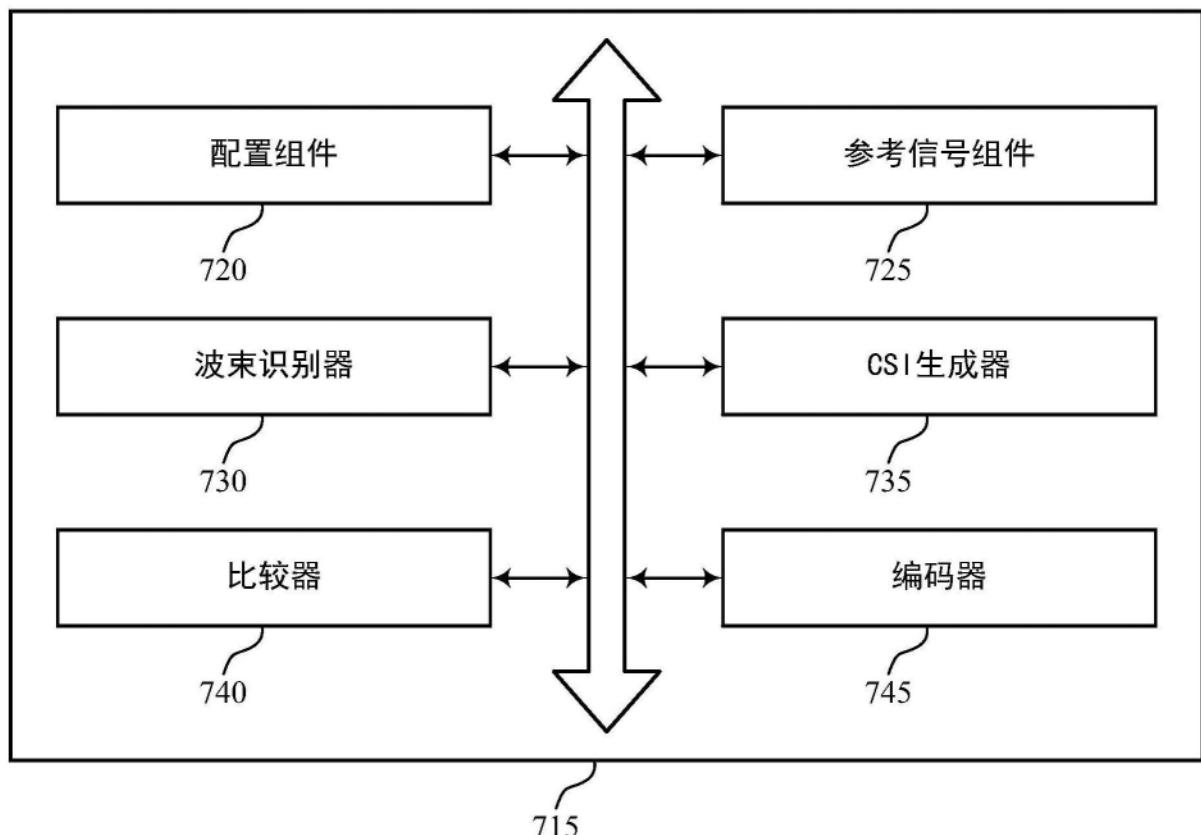


图7

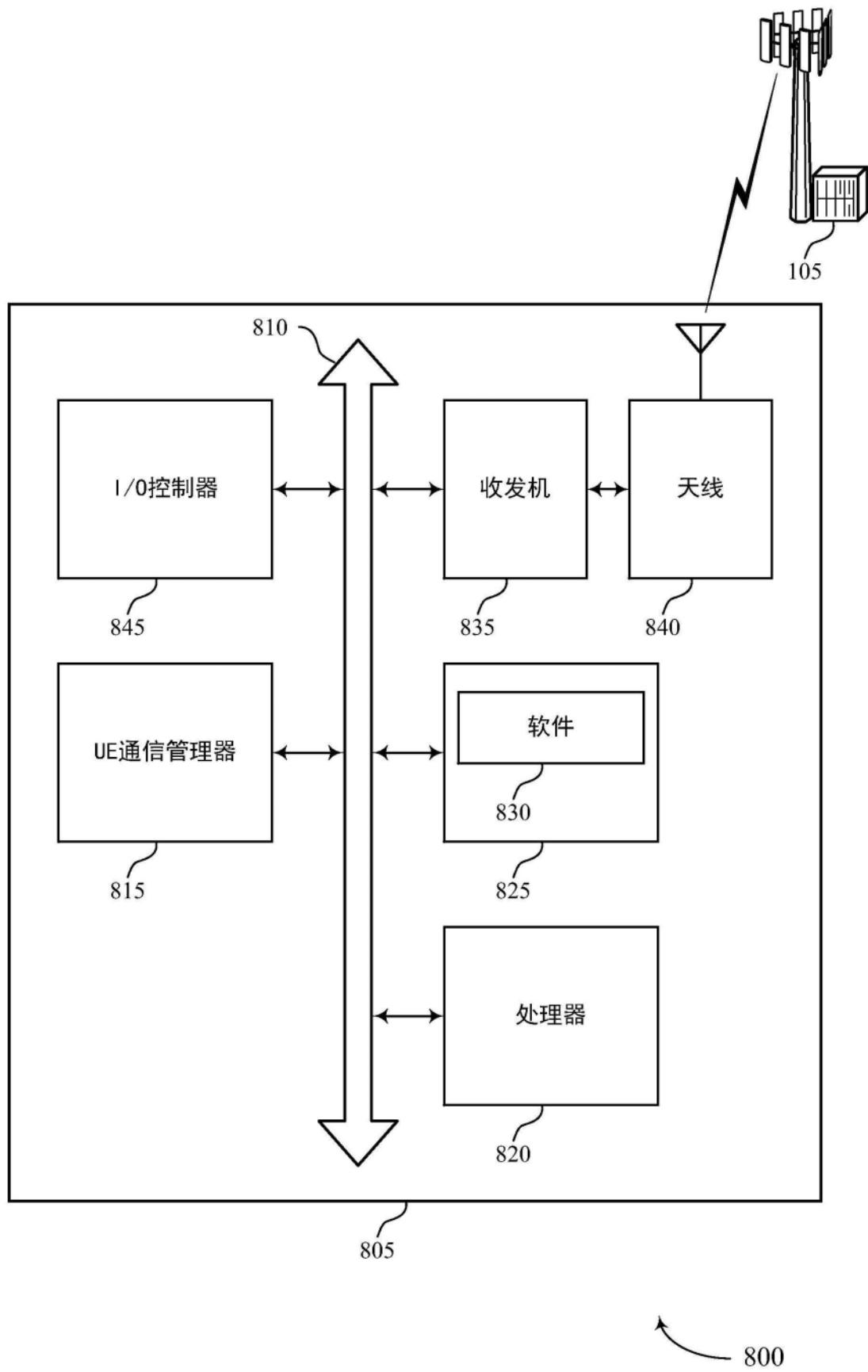


图8

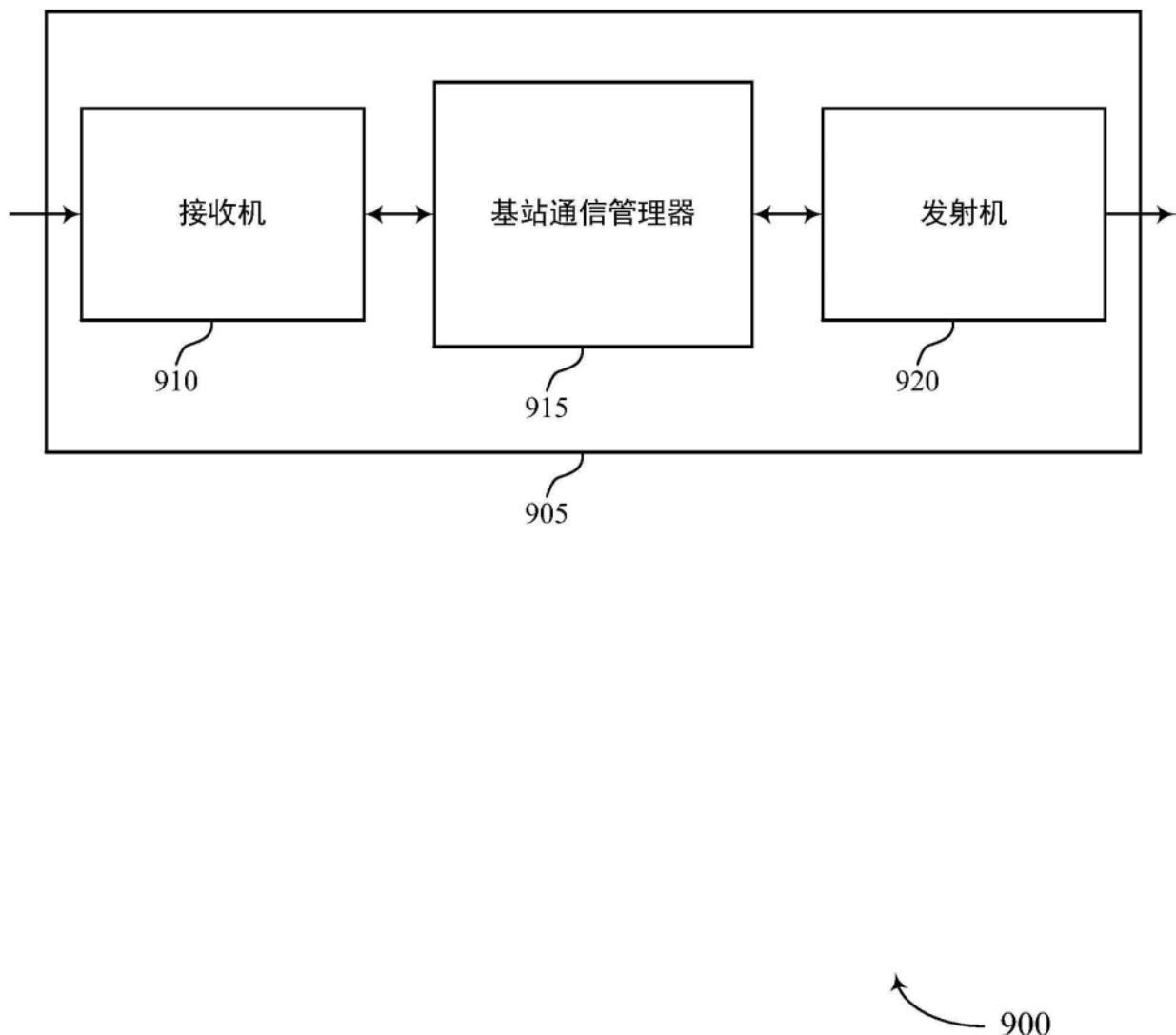


图9

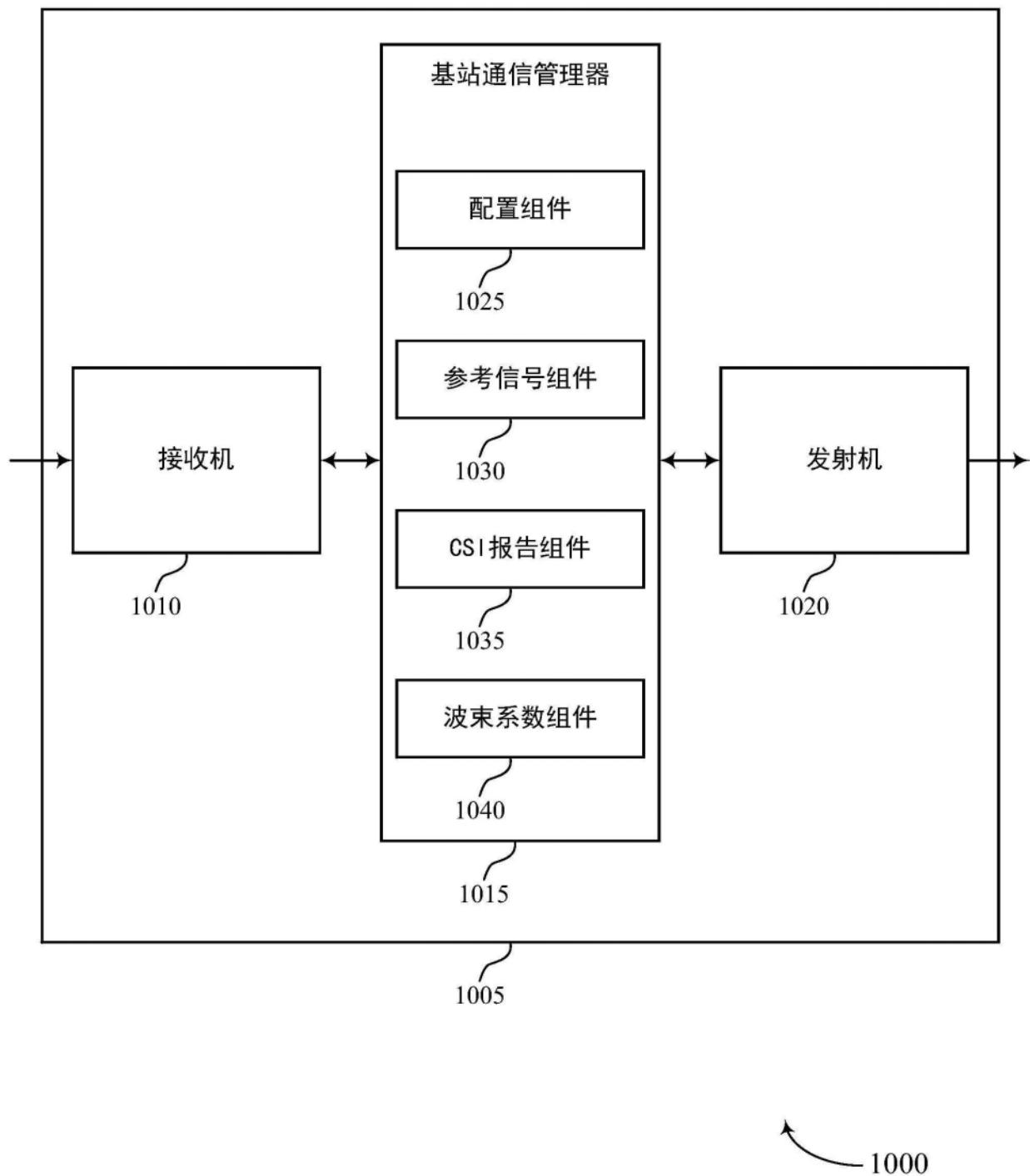


图10

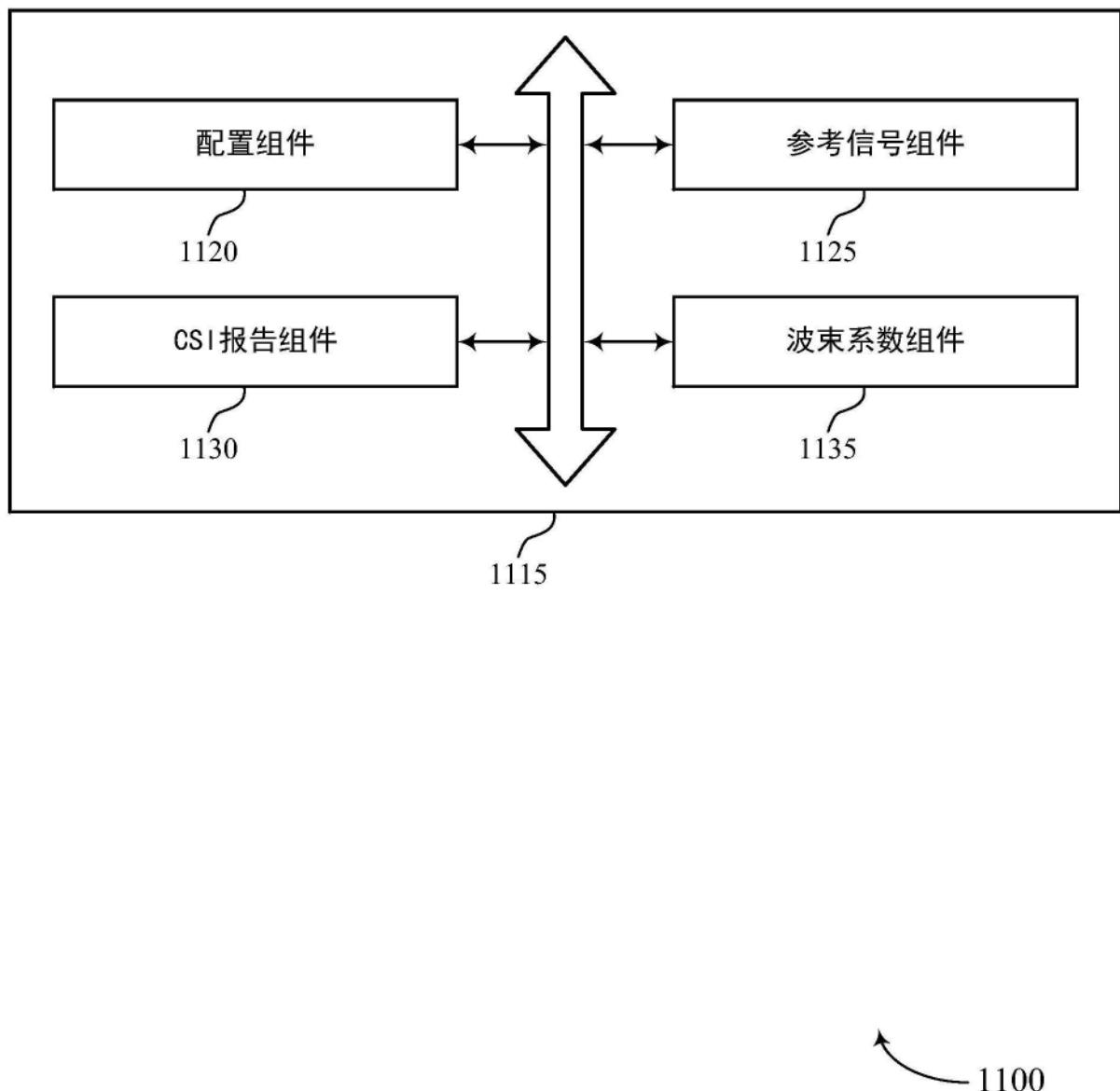


图11

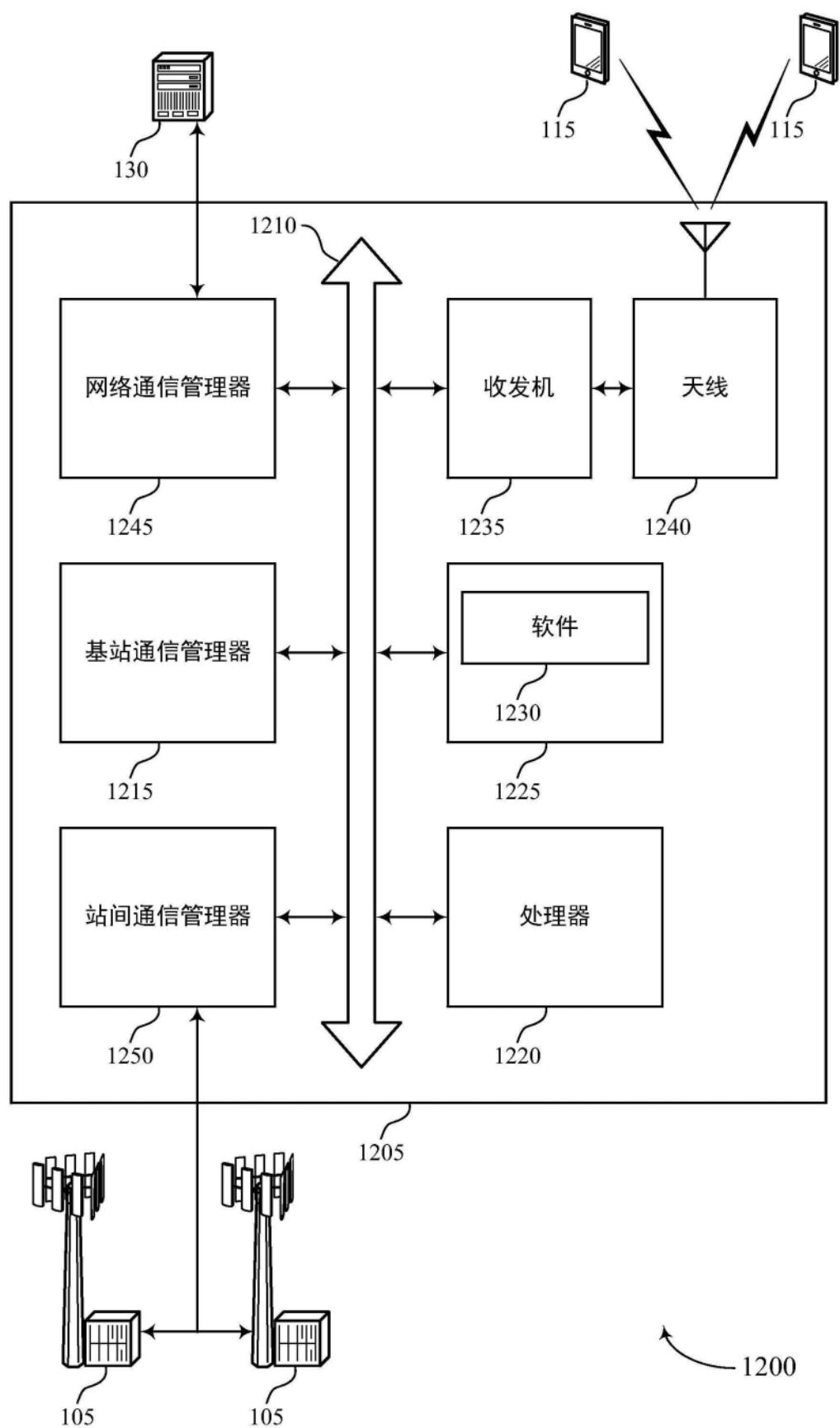


图12

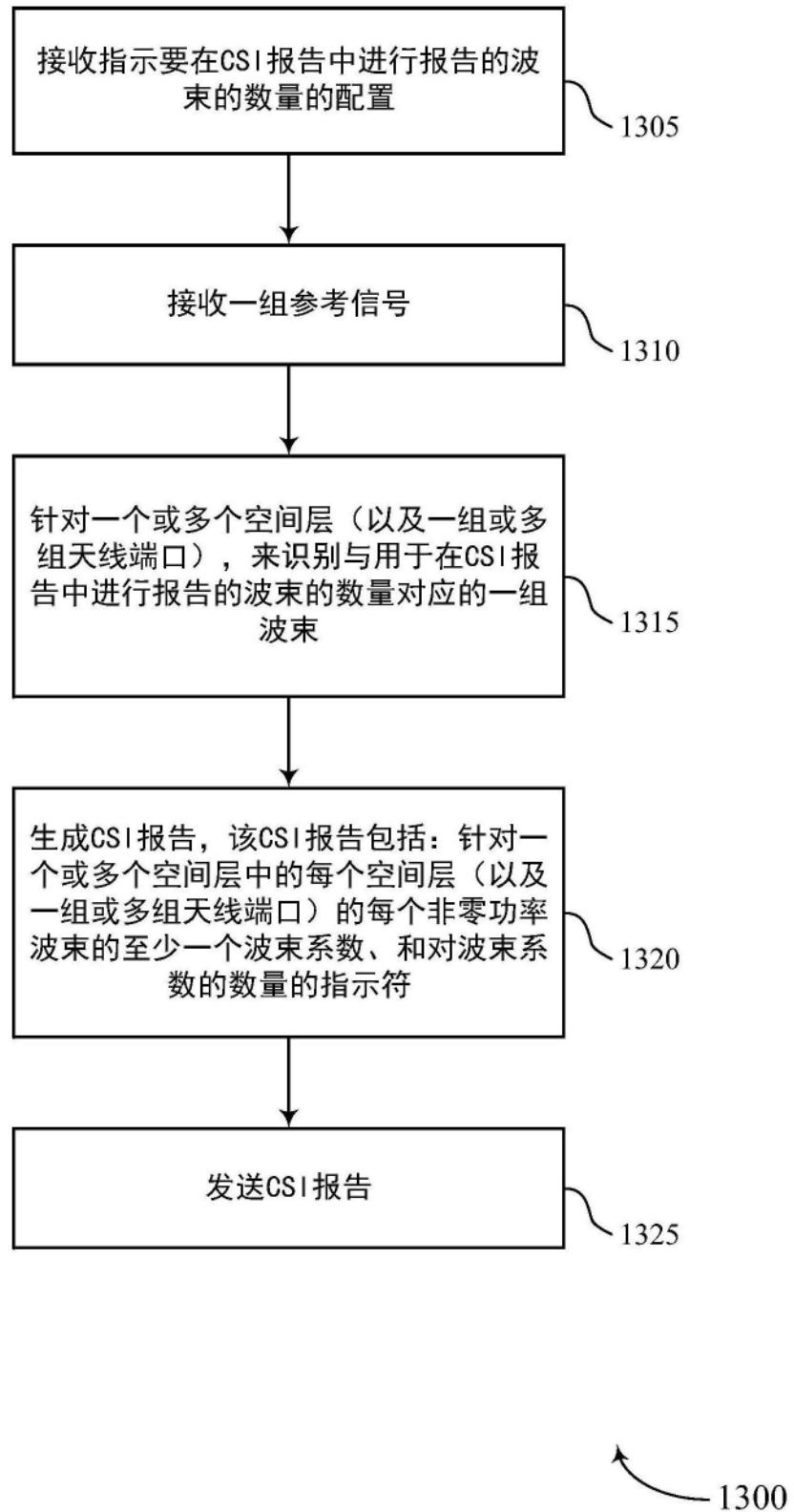


图13

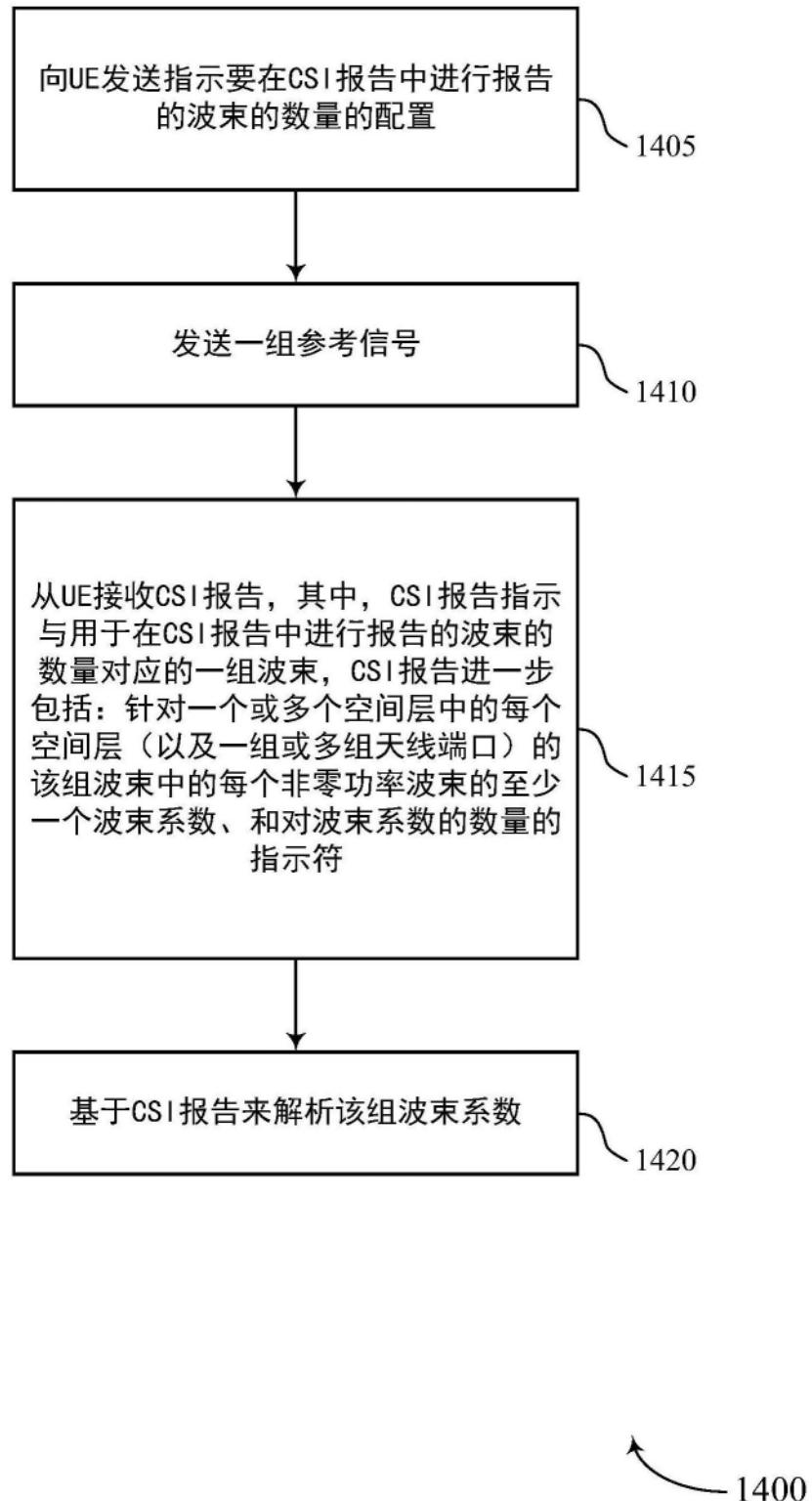


图14