



(43)申请公布日 2019.03.01

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 张健 刘春元

(51) Int.Cl.

H04L 5/00(2006.01)

2019.01.11

PCT/SE2017/050502 2017.05.15

W02017/196253 EN 2017.11.16

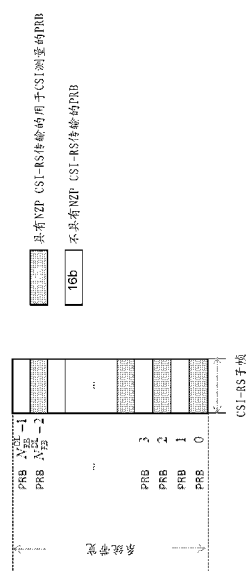
地址 瑞典斯德哥尔摩

R.M.哈里森 M.弗瑞尼 S.格兰特

权利要求书5页 说明书31页 附图22页

用于降低密度CSI-RS的机制

根据一些实施例,一种用于在发射信道状态信息参考信号(CSI-RS)的网络节点中使用的方法包括:向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。根据一些实施例,一种用于在接收CSI-RS的无线设备中使用的方法包括:接收所述无线设备应当使用以测量与天线端口相关联的CSI-RS的PRB子集的指示;以及接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。在一些实施例中,所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括密度值和梳状效应。



1. 一种用于在发射信道状态信息参考信号 (CSI-RS) 的网络节点中使用的方法, 所述方法包括:

向无线设备发射 (1714) 所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的物理资源块 (PRB) 子集的指示, 每一个 CSI-RS 与天线端口相关联, PRB 子集包括系统带宽的子集; 以及
在所指示的 PRB 子集上发射 (1716) CSI-RS。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括: 获得 (1712) 所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的 PRB 子集的指示。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其中所述网络节点在总个数天线端口上发射 CSI-RS, 并且 PRB 子集的每一个 PRB 包括针对所述总个数天线端口的 CSI-RS 映射。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其中所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的 PRB 子集包括偶数编号的 PRB。

5. 如权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其中所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的 PRB 子集包括奇数编号的 PRB。

6. 如权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其中所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 端口的 PRB 子集的指示包括密度值和梳状偏移。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其中:

所述密度值包括密度 $1/2$;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合 $m1$ 中的 PRB 以测量 CSI-RS, 其中所述集合 $m1$ 包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$; 并且

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合 $m2$ 中的 PRB 以测量 CSI-RS, 其中所述集合 $m2$ 包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

8. 如权利要求 6 所述的方法, 其中:

所述密度值包括密度 $1/3$;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合 $m1$ 中的 PRB 以测量 CSI-RS, 其中所述集合 $m1$ 包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$;

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合 $m2$ 中的 PRB 以测量 CSI-RS, 其中所述集合 $m2$ 包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$; 并且

第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合 $m3$ 中的 PRB 以测量 CSI-RS, 其中所述集合 $m3$ 包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

9. 如权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其中所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的 PRB 子集的指示包括索引值 k , 所述索引值 k 指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

10. 如权利要求 1-9 中任一项所述的方法, 其中所述无线设备应当使用以测量 CSI-RS 的 PRB 子集的指示进一步包括其中所述无线设备应当测量 CSI-RS 的许多接续的 CSI-RS 子帧。

11. 如权利要求 1-10 中任一项所述的方法, 进一步包括: 从所述无线设备接收 (1718) 基于所发射的 CSI-RS 中的一个或多个的测量而确定的信道状态信息 (CSI)。

12.一种用于在接收信道状态信息参考信号(CSI-RS)的无线设备中使用的方法,所述方法包括:

接收(1812)所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示,CSI-RS中的每一个与天线端口相关联,PRB子集包括系统带宽的子集;以及

接收(1814)所指示的PRB子集上的CSI-RS。

13.如权利要求12所述的方法,进一步包括:

基于接收到的CSI-RS来确定(1816)信道状态信息(CSI);以及

将所述CSI发射(1818)到网络节点。

14.如权利要求12-13中任一项所述的方法,其中网络节点在总数个天线端口上发射CSI-RS,并且PRB子集的每一个PRB包括针对所述总数个天线端口的CSI-RS映射。

15.如权利要求14所述的方法,其中天线端口的总数大于16。

16.如权利要求12-15中任一项所述的方法,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括偶数编号的PRB。

17.如权利要求12-15中任一项所述的方法,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括奇数编号的PRB。

18.如权利要求12-15中任一项所述的方法,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括密度值和梳状偏移。

19.如权利要求18所述的方法,其中:

所述密度值包括密度1/2;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$;并且

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

20.如权利要求18所述的方法,其中:

所述密度值包括密度1/3;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$;

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$;并且

第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m3中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m3包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

21.如权利要求12-15中任一项所述的方法,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括索引值k,所述索引值k指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

22.如权利要求12-21中任一项所述的方法,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示进一步包括其中所述无线设备应当测量CSI-RS的许多接续的CSI-RS子

帧。

23. 如权利要求22所述的方法,进一步包括:基于在所述许多接续的CSI-RS子帧上接收到的CSI-RS来确定(1816)信道状态信息(CSI)。

24. 一种可操作成发射信道状态信息参考信号(CSI-RS)(135)的网络节点(120),所述网络节点包括处理电路(2000),所述处理电路可操作成:

向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示,每一个CSI-RS与天线端口相关联,PRB子集包括系统带宽的子集;以及
在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

25. 如权利要求24所述的网络节点,所述处理电路进一步可操作成:获得所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。

26. 如权利要求27所述的网络节点,其中所述网络节点在总数个天线端口上发射CSI-RS,并且PRB子集的每一个PRB包括针对所述总数个天线端口的CSI-RS映射。

27. 如权利要求24-26中任一项所述的网络节点,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括偶数编号的PRB。

28. 如权利要求24-26中任一项所述的网络节点,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括奇数编号的PRB。

29. 如权利要求24-26中任一项所述的网络节点,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括密度值和梳状偏移。

30. 如权利要求29所述的网络节点,其中:

所述密度值包括密度1/2;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$;并且

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

31. 如权利要求29所述的网络节点,其中:

所述密度值包括密度1/3;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$;

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$;并且

第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m3中的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m3包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

32. 如权利要求24-26中任一项所述的网络节点,其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括索引值k,所述索引值k指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

33. 如权利要求24-32中任一项所述的网络节点, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示进一步包括其中所述无线设备应当测量CSI-RS的许多接续的CSI-RS子帧。

34. 如权利要求24-33中任一项所述的网络节点, 所述处理电路进一步可操作成: 从所述无线设备接收基于所发射的CSI-RS中的一个或多个的测量而确定的信道状态信息(CSI)。

35. 一种可操作成接收信道状态信息参考信号(CSI-RS) (135) 的无线设备(110), 所述无线设备包括处理电路(1900), 所述处理电路可操作成:

接收所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB) 子集的指示, CSI-RS中的每一个与天线端口相关联, PRB子集包括系统带宽的子集; 以及

接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。

36. 如权利要求35所述的无线设备, 所述处理电路进一步可操作成:

基于接收到的CSI-RS来确定信道状态信息(CSI); 以及

将所述CSI发射到网络节点。

37. 如权利要求35-36中任一项所述的无线设备, 其中网络节点在总数个天线端口上发射CSI-RS, 并且PRB子集的每一个PRB包括针对所述总数个天线端口的CSI-RS映射。

38. 如权利要求37所述的无线设备, 其中天线端口的总数大于16。

39. 如权利要求35-38中任一项所述的无线设备, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括偶数编号的PRB。

40. 如权利要求35-38中任一项所述的无线设备, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括奇数编号的PRB。

41. 如权利要求35-38中任一项所述的无线设备, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示包括密度值和梳状偏移。

42. 如权利要求41所述的无线设备, 其中:

所述密度值包括密度1/2;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS, 其中所述集合m1包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$; 并且

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS, 其中所述集合m2包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

43. 如权利要求41所述的无线设备, 其中:

所述密度值包括密度1/3;

第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的PRB以测量CSI-RS, 其中所述集合m1包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$;

第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的PRB以测量CSI-RS, 其中所述集合m2包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$; 并且

第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m3中的PRB以测量CSI-RS, 其中所述集

合 m_3 包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

44. 如权利要求35-38中任一项所述的无线设备, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示包括索引值 k , 所述索引值 k 指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

45. 如权利要求38-44中任一项所述的无线设备, 其中所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示进一步包括所述无线设备应当测量CSI-RS的许多接续的CSI-RS子帧。

46. 如权利要求45所述的无线设备, 所述处理电路进一步可操作成: 基于在所述许多接续的CSI-RS子帧上接收到的CSI-RS来确定信道状态信息(CSI)。

47. 一种可操作成发射信道状态信息参考信号(CSI-RS) (135) 的网络节点(120), 所述网络节点包括发射模块(2052), 所述发射模块(2052)可操作成:

向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示, 每一个CSI-RS与天线端口相关联, PRB子集包括系统带宽的子集; 以及
在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

48. 一种可操作成接收信道状态信息参考信号(CSI-RS) (135) 的无线设备(110), 所述无线设备包括接收模块(1950), 所述接收模块(1950)可操作成:

接收所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB) (16) 子集的指示, CSI-RS中的每一个与天线端口相关联, PRB子集包括系统带宽的子集; 以及
接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。

用于降低密度CSI-RS的机制

技术领域

[0001] 特定实施例涉及无线通信,并且更具体地,涉及用于降低密度信道状态信息参考信号(CSI-RS)的机制。

背景技术

[0002] 第三代合作伙伴计划(3GPP)长期演进(LTE)在下行链路中使用正交频分复用(OFDM),其中每一个下行链路符号可以被称作OFDM符号,并且第三代合作伙伴计划(3GPP)长期演进(LTE)在上行链路中使用离散傅里叶变换(DFT)扩频OFDM,其中每一个上行链路符号可以被称作SC-FDMA符号。基本LTE下行链路物理资源包括如图1中图示的时间-频率网格。

[0003] 下一代移动无线通信系统(5G或NR)支持使用情况的多种多样的集合和部署场景的多种多样的集合。部署场景的多种多样的集合包括低频(数百MHz)(与现今的LTE类似)和甚高频(以数十GHz表示的毫米波)两者处的部署。在高频处,传播特性使实现良好覆盖变得富有挑战性。对覆盖问题的一种解决方案是:典型地以模拟方式采用高增益波束赋形,以实现令人满意的线路预算。波束赋形还可以在更低频处使用(典型地,数字波束赋形),且预期在本质上与已经标准化的3GPP LTE系统(4G)类似。

[0004] 图1图示了示例下行链路无线电子帧。水平轴表示时间,并且另一轴表示频率。无线电子帧10包括资源元素12。每一个资源元素12在一个OFDM符号间隔期间对应于一个OFDM副载波。在时域中,LTE下行链路传输可以被组织到无线电帧中。

[0005] LTE和NR在下行链路中使用OFDM并在上行链路中使用DFT扩频OFDM或OFDM。因此,基本LTE或NR下行链路物理资源可以被视为如图1中图示的时间-频率网格,其中每一个资源元素在一个OFDM符号间隔期间对应于一个OFDM副载波。尽管在图1中示出了 $\Delta f = 15 \text{ kHz}$ 的副载波间距,但是在NR中支持不同副载波间距值。NR中的所支持的副载波间距值(也被称作不同数字表示(numerology))由 $\Delta f = (15 \times 2^a) \text{ kHz}$ 给出,其中 a 是非负整数。

[0006] 图2图示了示例无线电帧。无线电帧14包括子帧10。在LTE中,每一个无线电帧14是 10 ms 且由长度 $T_{\text{subframe}} = 1 \text{ ms}$ 的十个相等大小的子帧10构成。在LTE中,对于正常循环前缀,一个子帧由14个OFDM符号构成,并且每一个符号的持续时间是近似 $71.4 \mu\text{s}$ 。在NR中,子帧长度被固定在 1 ms,不论所使用的数字表示如何。在NR中,假定每时隙14个OFDM符号,那么数字表示 $(15 \times 2^a) \text{ kHz}$ 的时隙持续时间由 $1/2^a \text{ ms}$ 给出,并且,每子帧的时隙数目取决于数字表示。

[0007] 对于预定量的时间,用户被分配有具体数目的副载波。这些被称作物理资源块(PRB)。因此,PRB具有时间和频率两者的维度。在LTE中,资源块在时域中对应于一个时隙(0.5 ms)且在频域中对应于12个邻接副载波。在频域中对资源块进行编号,从系统带宽的一端以0开始。对于NR,资源块在频率中也是12个副载波,但在时域中可以跨越一个或多个

时隙。

[0008] 下行链路传输被动态地调度,即,在每一个子帧中,基站在当前下行链路子帧中传输与数据被传输到哪些终端以及在哪些资源块上传输数据有关的信息。在LTE中,典型地在每一个子帧中的前1个、2个、3个或4个OFDM符号中传输控制信令。

[0009] 图3图示了示例下行链路子帧。子帧10包括参考符号和控制信令。在所图示的示例中,控制区包括3个OFDM符号。参考符号包括小区专用参考符号(CRS),小区专用参考符号(CRS)可以针对某些传输模式而支持多个功能,该多个功能包括精细时间和频率同步以及信道估计。

[0010] LTE包括许多物理下行链路信道。下行链路物理信道对应于承载源自更高层的信息的资源元素的集合。以下是在LTE中支持的物理信道中的一些:物理下行链路共享信道(PDSCH);物理下行链路控制信道(PDCCH);增强型物理下行链路控制信道(EPDCCH);物理上行链路共享信道(PUSCH);以及物理上行链路控制信道(PUCCH)。

[0011] PDSCH主要用于承载用户业务量数据和更高层消息。PDSCH是在如图3中所示的控制区外的下行链路子帧中传输的。PDCCH和EPDCCH两者都用于承载下行链路控制信息(DCI),诸如PRB分配、调制电平和编码方案(MCS)、在发射器处使用的预编码器等。PDCCH是在下行链路子帧(即,控制区)中的前1至4个OFDM符号中传输的,而EPDCCH是在与PDSCH相同的区中传输的。

[0012] LTE定义了用于下行链路和上行链路数据调度的不同DCI格式。例如,DCI格式0和4用于上行链路数据调度,而DCI格式1、1A、1B、1C、1D、2、2A、2B、2C、2D、3/3A用于下行链路数据调度。针对PDCCH定义两个搜索空间(即,公共搜索空间和UE专用搜索空间)。

[0013] 公共搜索空间由所有用户设备(UE)针对(一个或多个)PDCCH而在其上监视的PDCCH资源构成。意图用于所有UE或一组UE的PDCCH始终在公共搜索空间中传输,所以所有UE可以接收到它。

[0014] UE专用搜索空间由可从UE到UE变化的PDCCH资源构成。UE针对(一个或多个)PDCCH而监视与其相关联的公共搜索空间和UE专用搜索空间两者。DCI_{IC}承载针对意图用于所有UE或未被指派有无线网络临时标识符(RNTI)的UE的PDSCH的信息,所以它始终在公共搜索空间中传输。DCI₀和DCI_{1A}可以在公共或UE专用搜索空间上传输。DCI_{1B}、1D、2、2A、2C和2D始终在UE专用搜索空间上传输。

[0015] 在下行链路中,哪个DCI格式用于数据调度与下行链路传输方案和/或要传输的消息的类型相关联。以下是在LTE中支持的传输方案中的一些:单天线端口;发射分集(TxD);开环空间复用;闭环空间复用;以及多达8层传输。

[0016] PDCCH始终利用单天线端口或TxD方案而传输,而PDSCH可以使用传输方案中的任一个。在LTE中,UE被配置有传输模式(TM),而不是传输方案。在LTE中存在针对PDSCH而定义的10个TM(即,TM1至TM10)。每一个TM定义了主要传输方案和备用传输方案。备用传输方案是单天线端口或TxD。LTE中的主要传输方案包括:TM1:单天线端口,端口0;TM2:TxD;TM3:开环SM;TM4:闭环SM;TM9:多达8层传输,端口7-14;以及TM10:多达8层传输,端口7-14。

[0017] 在TM1至TM6中,小区专用参考信号(CRS)被用作用于信道状态信息反馈和UE处的解调两者的参考信号。在TM7至TM10中,UE专用解调参考信号(DMRS)被用作用于解调的参考信号。

[0018] LTE包括基于码本的预编码。多天线技术可以显著地提高无线通信系统的数据速率和可靠性。特别地,如果发射器和接收器两者都配备有多个天线,这得到了多输入多输出(MIMO)通信信道,则性能得以改进。这种系统和/或相关技术通常被称为MIMO。

[0019] LTE中的核心部件是对MIMO天线部署和MIMO相关技术的支持。当前,在LTE中利用信道相关预编码来支持与2个、4个、8个、16个1D发射(Tx)天线端口以及8个、12个和16个Tx 2D天线端口的多达8层空间复用。空间复用模式旨在用于有利信道条件下的高数据速率。图4图示了示例空间复用操作。

[0020] 图4是图示了LTE中的经预编码的空间复用模式的逻辑结构的框图。将承载符号向量 s 的信息乘以 $N_T \times r$ 预编码器矩阵 W ,这用来在 N_T (对应于 N_T 个天线端口)维向量空间的子空间中分发发射能量。

[0021] 预编码器矩阵典型地选自可能的预编码器矩阵的码本,且典型地由预编码器矩阵指示符(PMI)指示,这针对给定数目的符号流指定了码本中的唯一预编码器矩阵。 s 中的 r 个符号均对应于层,并且 r 被称作发射秩。实现了空间复用,这是因为可以在相同时间/频率资源元素(TFRE)上同时传输多个符号。符号的数目 r 典型地被适配成适合于当前信道性质。

[0022] LTE在下行链路中使用OFDM(并在上行链路中使用DFT预编码OFDM)。因此,针对副载波 n (或者可替换地,数据TFRE编号 n)上的某个TFRE的接收到的 $N_R \times 1$ 向量 y_n 由下式建模:

$$y_n = H_n W s_n + e_n \quad \text{等式1}$$

其中 e_n 是噪声/干扰向量。预编码器 W 可以是宽带预编码器,其是频率上恒定的或频率选择性的。

[0023] 预编码器矩阵常常被选择成匹配于 $N_R \times N_T$ MIMO信道矩阵 H_n 的特性,这可以被称作信道相关预编码。这通常还被称为闭环预编码,且实质上试图将发射能量聚焦到在将许多所发射的能量传达给UE的意义上强的子空间中。另外,预编码器矩阵还可以被选择成对信道进行正交化,这意味着:在UE处的适当线性均衡之后,层间干扰减小。

[0024] 在预编码器的列的数目中反映了发射秩,且因而反映了空间复用的层的数目。对于高效性能,发射秩可以被选择成匹配于信道性质。

[0025] MIMO包括单用户MIMO和多用户MIMO。将所有数据层传输到一个UE被称作单用户MIMO(SU-MIMO)。将数据层传输到多个UE被称作多用户MIMO(MU-MIMO)。

[0026] 当例如两个UE位于小区的不同区域中以使得它们可以通过基站收发器(BTS)(即,基站(BS))处的不同预编码器(或波束赋形)而分离时,MU-MIMO是可能的。可以通过使用不同预编码器或波束来在相同时间-频率资源(即,PRB)上服务这两个UE。

[0027] 在基于解调参考信号(DMRS)的传输模式TM9和TM10中,不同DMRS端口和/或具有不同扰码的相同DMRS端口可以被指派给不同UE以用于MU-MIMO传输。在该情况下,MU-MIMO对UE来说透明(即,不向UE通知在相同PRB中另一UE的协同调度)。MU-MIMO比SU-MIMO要求更准确的下行链路信道信息,以供eNB使用预编码以分离UE(即,减小对协同调度的UE的交叉干扰)。

[0028] LTE包括基于码本的信道状态信息(CSI)估计和反馈。在诸如TM9和TM10之类的闭环MIMO传输方案中,UE估计下行链路CSI并将下行链路CSI反馈给eNB。eNB使用反馈CSI以将下行链路数据传输到UE。CSI由发射秩指示符(RI)、预编码器矩阵指示符(PMI)和(一个或多个)信道质量指示符(CQI)构成。

[0029] 预编码矩阵的码本由UE使用以基于某些准则(例如,UE吞吐量)来找到所估计的下行链路信道 H_n 与码本中的预编码矩阵之间的最佳匹配。信道 H_n 是基于在下行链路中针对TM9和TM10而传输的非零功率CSI参考信号(NZP CSI-RS)来估计的。

[0030] CQI/RI/PMI一起将下行链路信道状态提供给UE。这还被称作隐式CSI反馈,这是因为 H_n 的估计不被直接反馈。取决于所配置的报告模式,CQI/RI/PMI可以是宽带或子带。

[0031] RI对应于要空间复用且因而在下行链路信道上并行传输的所推荐的数目的流。PMI标识用于传输的所推荐的预编码矩阵码字(在包含具有与CSI-RS端口的数目相同的数目的行的预编码器的码本中),其与信道的空间特性相关。CQI表示所推荐的传送块大小(即,码率),并且LTE支持传送块(即,分离地编码的信息块)在子帧中向UE的一个或两个同时(在不同层上)传输的传输。因此,在CQI与在其上传输一个或多个传送块的(一个或多个)空间流的信号与干扰和噪声比(SINR)之间存在关系。

[0032] LTE定义了多达16个天线端口的码本。支持一维(1D)天线阵列和二维(2D)天线阵列两者。对于LTE Rel-12 UE和更早版本,在2个、4个或8个天线端口的情况下,仅支持针对1D端口布局的码本反馈。因此,码本是假定端口被布置在直线上来设计的。在LTE Rel-13中,针对8个、12个或16个天线端口的情况指定了用于2D端口布局的码本。另外,还在LTE Rel-13中指定了针对16个天线端口的情况的码本1D端口布局。

[0033] LTE Rel-13包括两种类型的CSI报告:A类和B类。在A类CSI报告中,UE基于用于具有8个、12个或16个天线端口的所配置的2D天线阵列的新码本来测量和报告CSI。CSI由RI、PMI和一个或多个CQI构成,与Rel-13之前的版本中的CSI报告类似。

[0034] 在B类CSI报告中,在一个场景(被称作“K>1”)中,eNB可以在一个天线维度中预先形成多个波束。在另一天线维度上的每一个波束内可以存在多个端口(1个、2个、4个或8个端口)。沿每一个波束传输经波束赋形的CSI-RS。UE首先从所配置的波束的组中选择最佳波束,且然后基于用于2个、4个或8个端口的传统码本来测量所选波束内的CSI。UE然后报告回所选波束索引和与所选波束相对应的CSI。

[0035] 在另一场景(被称作“K=1”)中,eNB可以在每一次极化时形成多达4个(2D)波束,并且,沿每一个波束传输经波束赋形的CSI-RS。UE基于用于2个、4个、8个端口的新的B类码本来测量经波束赋形的CSI-RS上的CSI和反馈CSI。

[0036] LTE支持两种类型的CSI反馈:周期反馈和非周期性反馈。在周期性CSI反馈中,UE被配置成周期性地某些预配置子帧上报告CSI。在上行链路PUCCH信道上承载反馈信息。

[0037] 在非周期性CSI反馈中,UE仅在CSI被请求时报告CSI。该请求是在上行链路授权上(即,在PDCCH或EPDCCH上承载的DCI 0或DCI 4中)发信号通知的。

[0038] LTE版本10包括用于估计被称作非零功率(NZP)CSI-RS的信道状态信息的新参考符号序列。NZP CSI-RS提供了与使CSI反馈基于在先前版本中用于该目的的小区专用参考符号(CRS)相比的若干优势。

[0039] 作为一个示例,NZP CSI-RS不用于对数据信号进行解调,且因而不要求相同密度(即,NZP CSI-RS的开销基本上更小)。作为另一示例,NZP CSI-RS提供了用于对CSI反馈测量进行配置的更灵活手段(例如,可以以UE专用的方式配置在哪个NZP CSI-RS资源上进行测量)。通过在NZP CSI-RS上进行测量,UE可以估计NZP CSI-RS正在穿过的有效信道,包括无线电传播信道和天线增益。

[0040] 可以针对LTE Rel-11 UE而配置多达8个NZP CSI-RS端口。UE可以根据LTE Rel-11中的多达8个发射天线端口估计信道。直到LTE Rel-12, NZP CSI-RS利用长度为2的正交覆盖码(OCC)以将两个天线端口覆盖在两个连续RE上。OCC可以可互换地被称作码分复用(CDM)。

[0041] 许多不同NZP CSI-RS图案是可用的。在图5中图示了示例。

[0042] 图5图示了示出针对2个、4个和8个天线端口的CSI-RS的潜在位置的具有资源块对的资源元素网格。每一个资源元素网格表示一个PRB 16。水平轴表示时域,并且垂直轴表示频域。

[0043] 对于2个CSI-RS天线端口,图5图示了子帧内的20个不同图案(即,被加标签0和1的20对资源元素)。利用交叉阴影线图示了一个示例图案。

[0044] 对于4个CSI-RS天线端口,图案的对应数目是10(即,被加标签0-3的10组资源元素,其中相同组内的资源元素对0和1以及资源元素对2和3被频域中的6个资源元素分离)。利用交叉阴影线图示了一个示例图案。

[0045] 对于8个CSI-RS天线端口,图案的对应数目是5(即,被加标签0-4的5组资源元素,其中相同组内的资源元素对0和1以及资源元素对2和3被频域中的6个资源元素分离,并且相同组内的资源元素对4和5以及资源元素对6和7被频域中的6个资源元素分离)。利用交叉阴影线图示了一个示例图案。

[0046] 所图示的示例针对的是频分双工(FDD)。对于时分双工(TDD),附加CSI-RS图案是可用的。

[0047] 在3GPP TS 36.211的第6.10.5.1节中将CSI-RS的参考信号序列定义为:

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = 0, 1, \dots, N_{RB}^{\max, DL} - 1 \quad \text{等式2}$$

其中 n_s 是无线电帧内的时隙号码并且 l 是时隙内的OFDM符号号码。伪随机序列 $c(i)$ 是分别根据3GPP TS 36.211的第7.2和6.10.5.1节来生成和初始化的。此外,在等式2中, $N_{RB}^{\max, DL} = 110$ 是由3GPP TS 36.211支持的最大下行链路带宽配置。

[0048] 在LTE Rel-13中, NZP CSI-RS资源被扩展成包括12个和16个端口。这种Rel-13 NZP CSI-RS资源是通过三个传统4端口CSI-RS资源进行合计(以形成12端口NZP CSI-RS资源)或对两个传统8端口CSI-RS资源进行合计(以形成16端口NZP CSI-RS资源)来获得的。所有经合计的NZP CSI-RS资源位于相同子帧中。分别在图6A和6B中示出了形成12端口和16端口NZP CSI-RS资源的示例。

[0049] 图6A和6B图示了分别示出针对12个和16个天线端口的CSI-RS的潜在位置的具有资源块对的资源元素网格。水平轴表示时域,并且垂直轴表示频域。

[0050] 图6A图示了对三个4端口资源进行合计以形成12端口NZP CSI-RS资源的示例。相同4端口资源的每一个资源元素被加标签有相同数字(例如,被加标签1的四个资源形成一个4端口资源,被加标签2的四个资源形成第二4端口资源,并且被加标签3的四个资源形成第三4端口资源)。这三个经合计的4端口资源一起形成12端口资源。

[0051] 图6B图示了对两个8端口资源进行合计以形成16端口NZP CSI-RS资源的示例。相同8端口资源的每一个资源元素被加标签有相同数字(例如,被加标签1的八个资源形成一

个8端口资源,并且被加标签2的八个资源形成第二8端口资源)。这两个经合计的8端口资源一起形成16端口资源。

[0052] 在给定子帧中,三个12端口资源配置(即,所使用的十个4端口资源中的九个)和两个16端口资源配置(即,所使用的五个8端口资源中的四个)是可能的。以下端口编号用于经合计的NZP CSI-RS资源。对于16个NZP CSI-RS端口,经合计的端口号是15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29和30。对于12个NZP CSI-RS端口,经合计的端口号是15、16、17、18、19、20、21、22、23、24、25和26。

[0053] 另外,Rel-13 NZP CSI-RS设计支持两个不同OCC长度。针对12端口和16端口NZP CSI-RS两者使用OCC长度2和4,复用天线端口是可能的。直到LTE中的版本13,在具有1 RE/端口/PRB的密度的系统带宽中的所有PRB中传输CSI-RS。

[0054] 在图7和8中图示了使用OCC长度2的示例。在图9和10中图示了使用OCC长度4的示例。

[0055] 图7图示了在OCC长度为2的情况下具有针对12个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格。不同4端口NZP CSI-RS资源由字母A-J标示。例如,4端口资源A、F和J可以被合计以形成12端口NZP CSI-RS资源。跨具有相同副载波索引和邻近OFDM符号索引的两个资源元素应用长度2 OCC(例如,在时隙0中将OCC 2应用于具有OFDM符号索引5-6和副载波索引9的资源元素)。

[0056] 图8图示了在OCC长度为2的情况下具有针对16个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格。不同8端口NZP CSI-RS资源由数字(例如,0-4)指示。包括8端口资源的资源对由字母(例如,A-D)指示。例如,资源对A0、B0、C0和D0形成一个8端口NZP CSI-RS资源。资源对A3、B3、C3和D3形成另一8端口NZP CSI-RS资源。8端口NZP CSI-RS资源0和3例如可以被合计以形成16端口NZP CSI-RS资源。跨具有相同副载波索引和邻近OFDM符号索引的两个资源元素应用长度2 OCC(例如,在时隙1中将OCC 2应用于具有OFDM符号索引2-3和副载波索引7的资源元素)。

[0057] 对于OCC长度2情况(即,当更高层参数“cdmType”被设置成cdm2时或者当“cdmType”未被演进通用陆地接入网(EUTRAN)配置时——对于进一步细节,参见3GPP TS 36.331),等式2的参考信号序列 $r_{l,n_s}(m)$ 到被用作天线端口 p 上的参考符号的复值调制符号 $a_{k,l}^{(p)}$ 的映射被定义为:

$$a_{k,l}^{(p')} = w_{l^n} \cdot r_{l,n_s}(m') \quad \text{等式3}$$

其中

$$\begin{aligned}
 k &= k' + 12m + \begin{cases} -0 & \text{对于 } p' \in \{15, 16\}, \text{ 正常循环前缀} \\ -6 & \text{对于 } p' \in \{17, 18\}, \text{ 正常循环前缀} \\ -1 & \text{对于 } p' \in \{19, 20\}, \text{ 正常循环前缀} \\ -7 & \text{对于 } p' \in \{21, 22\}, \text{ 正常循环前缀} \\ -0 & \text{对于 } p' \in \{15, 16\}, \text{ 扩展循环前缀} \\ -3 & \text{对于 } p' \in \{17, 18\}, \text{ 扩展循环前缀} \\ -6 & \text{对于 } p' \in \{19, 20\}, \text{ 扩展循环前缀} \\ -9 & \text{对于 } p' \in \{21, 22\}, \text{ 扩展循环前缀} \end{cases} \\
 l &= l' + \begin{cases} l'' & \text{CSI 参考信号配置} & 0-19, \text{ 正常循环前缀} \\ 2l'' & \text{CSI 参考信号配置} & 20-31, \text{ 正常循环前缀} \\ l'' & \text{CSI 参考信号配置} & 0-27, \text{ 扩展循环前缀} \end{cases} \quad \text{等式4} \\
 w_{l''} &= \begin{cases} 1 & p' \in \{15, 17, 19, 21\} \\ (-1)^{l''} & p' \in \{16, 18, 20, 22\} \end{cases} \\
 l'' &= 0, 1 \\
 m &= 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\
 m' &= m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor
 \end{aligned}$$

在等式3和4中, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 表示下行链路传输带宽; 索引 k' 和 l' 指示副载波索引 (从每一个PRB的底部开始) 和OFDM符号索引 (从每一个时隙的右侧开始)。不同 (k', l') 对到不同CSI-RS资源配置的映射在表1中给出。针对OCC长度为2的情况的数量 p' 与天线端口号 p 相关, 如下:

- 对于使用多达8个天线端口的CSI-RS, $p=p'$;
- 当针对使用多于8个天线端口的CSI-RS将更高层参数“cdmType”设置成cdm2时, 那么

$$p = \begin{cases} p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2} i & \text{对于 } p' \in \{15, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2 - 1\} \\ p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2} (i + N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1) & \text{对于 } p' \in \{15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} - 1\} \end{cases} \quad \text{等式5}$$

其中 $i \in \{0, 1, \dots, N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1\}$ 是CSI资源号码; 并且 $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$ 和 $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ 分别标示合计CSI-RS资源的数目和每合计CSI-RS资源的天线端口的数目。如上所述, 针对12和16端口NZP CSI-RS设计的情况的 $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$ 和 $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ 的允许值在表2中给出。

[0058] 表1: 针对正常循环前缀的从CSI参考信号配置到 (k', l') 的映射
——从3GPP TS 36.211的表6.10.5.2-1取得

CSI-RS 配置	所配置的 CSI 参考信号的数目											
	1 或 2				4				8			
	正常子帧		特殊子帧		正常子帧		特殊子帧		正常子帧		特殊子帧	
	(k', l')	n'_s	(k', l')	n'_s	(k', l')	n'_s	(k', l')	n'_s	(k', l')	n'_s	(k', l')	n'_s
0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0	(9,5)	0
1	(11,2)	1	(11,5)	0	(11,2)	1	(11,5)	0	(11,2)	1	(11,5)	0
2	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1	(9,2)	1
3	(7,2)	1	(7,5)	0	(7,2)	1	(7,5)	0	(7,2)	1	(7,5)	0
4	(9,5)	1			(9,5)	1			(9,5)	1		
5	(8,5)	0	(8,5)	0	(8,5)	0	(8,5)	0				
6	(10,2)	1	(10,5)	0	(10,2)	1	(10,5)	0				
7	(8,2)	1	(8,2)	1	(8,2)	1	(8,2)	1				
8	(6,2)	1	(6,5)	0	(6,2)	1	(6,5)	0				
9	(8,5)	1			(8,5)	1						
10	(3,5)	0	(3,5)	0								
11	(2,5)	0	(2,5)	0								
12	(5,2)	1	(5,5)	0								
13	(4,2)	1	(4,5)	0								
14	(3,2)	1	(3,2)	1								
15	(2,2)	1	(2,2)	1								
16	(1,2)	1	(1,5)	0								
17	(0,2)	1	(0,5)	0								
18	(3,5)	1										
19	(2,5)	1										
20	(11,1)	1			(11,1)	1			(11,1)	1		
21	(9,1)	1			(9,1)	1			(9,1)	1		
22	(7,1)	1			(7,1)	1			(7,1)	1		
23	(10,1)	1			(10,1)	1						
24	(8,1)	1			(8,1)	1						
25	(6,1)	1			(6,1)	1						
26	(5,1)	1										
27	(4,1)	1										
28	(3,1)	1										
29	(2,1)	1										
30	(1,1)	1										
31	(0,1)	1										

注： $n'_s = n_s \bmod 2$ 。针对正常子帧的配置0-19对于帧结构类型1、2和3而言可用。配置20-31和针对特殊子帧的配置仅对于帧结构类型2而言可用。

[0059] 表2:CSI-RS资源的合计——从3GPP TS 36.211的表6.10.5-1取得

天线端口的总数 $N_{\text{res}}^{\text{CSI}} N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$	每资源的天线端口的数目 $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$	CSI-RS 资源的数目 $N_{\text{res}}^{\text{CSI}}$
12	4	3
16	8	2

[0060] 图9图示了在OCC长度为4的情况下具有针对12个端口的示例NZF CSI-RS设计的资源元素网格。不同4端口NZF CSI-RS资源由字母A-J标示。例如,4端口资源A、F和J可以被合计以形成12端口NZF CSI-RS资源。在CDM组内应用长度4 OCC,其中CDM组由用于映射传统4端口CSI-RS的4个资源元素构成。也就是说,被加标签有相同字母的资源元素包括一个CDM组。

[0061] 图10图示了在OCC长度为4的情况下具有针对16个端口的示例NZF CSI-RS设计的资源元素网格。不同8端口NZF CSI-RS资源由数字(例如,0-4)指示。包括8端口资源的资源

对由字母(例如,A-B)指示。例如,被加标签A0和B0的资源对形成一个8端口NZP CSI-RS资源。被加标签A3和B3的资源对形成另一8端口NZP CSI-RS资源。8端口NZP CSI-RS资源0和3例如可以被合计以形成16端口NZP CSI-RS资源。A和B是每一个8端口资源内的CDM组。在每一个CDM组内应用具有长度4的 OCC。

[0062] 对于OCC长度4情况(即,当更高层参数“cdmType”被设置成cdm4时——对于进一步细节,参见3GPP TS 36.331),等式2的参考信号序列 $r_{l,n_s}(m)$ 到被用作天线端口 p 上的参考符号的复值调制符号 $a_{k,l}^{(p)}$ 的映射被定义为:

$$a_{k,l}^{(p')} = w_{p'}(i) \cdot r_{l,n_s}(m') \quad \text{等式6}$$

其中

$$k = k' + 12m - \begin{cases} k'' & \text{对于 } p' \in \{15, 16, 19, 20\}, \\ k'' + 6 & \text{对于 } p' \in \{17, 18, 21, 22\}, \\ 6k'' & \text{对于 } p' \in \{15, 16, 17, 18\}, \end{cases} \quad \begin{array}{ll} \text{正常循环前缀} & , N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \\ \text{正常循环前缀} & , N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8 \\ \text{正常循环前缀} & , N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 4 \end{array}$$

$$l = l' + \begin{cases} l'' & \text{CSI 参考信号配置} \\ 2l'' & \text{CSI 参考信号配置} \end{cases} \quad \begin{array}{ll} 0-19, & \text{正常循环前缀} \\ 20-31, & \text{正常循环前缀} \end{array}$$

$$l'' = 0, 1$$

$$k'' = 0, 1$$

$$i = 2k'' + l''$$

$$m = 0, 1, \dots, N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{max, DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}}{2} \right\rfloor$$

等式7

在等式6和7中, $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ 表示下行链路传输带宽; $N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}$ 标示每合计CSI-RS资源的天线端口的数目;索引 k' 和 l' 指示副载波索引(从每一个RB的底部开始)和OFDM符号索引(从每一个时隙的右侧开始)。不同 (k', l') 对到不同CSI-RS资源配置的映射在表1中给出。此外,等式6中的 $w_{p'}(i)$ 由表3给出。当针对使用多于8个天线端口的CSI-RS将更高层参数“cdmType”设置成cdm4时,天线端口号

$$p = i' N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} + p' \quad \text{等式8}$$

其中对于CSI-RS资源号码 $i' \in \{0, 1, \dots, N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1\}$, $p' \in \{5, 16, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} - 1\}$ 。

[0063] 表3:针对CDM4的序列 $w_{p'}(i)$ ——从3GPP TS 36.211的表6.10.5.2-0取得

$N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 4$	$N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} = 8$	$\begin{bmatrix} w_{p'}(0) & w_{p'}(1) & w_{p'}(2) & w_{p'}(3) \end{bmatrix}$
15	15,17	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$
16	16,18	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$
17	19,21	$\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$
18	20,22	$\begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$

[0064] LTE版本13 NZP CSI-RS设计中的子帧中的不同12端口和16端口CSI-RS配置的数目分别是3和2。也就是说,对于12端口情况,可以形成三个不同CSI-RS配置,其中每一个配置是通过对三个传统4端口CSI-RS配置进行合计来形成的。这消耗了对PRB内的CSI-RS而言可用的40个CSI-RS资源元素中的36个CSI-RS资源元素。对于16端口情况,可以形成两个不同CSI-RS配置,其中每一个配置是通过对两个传统8端口CSI-RS配置进行合计来形成的。这消耗了对PRB内的CSI-RS而言可用的40个CSI-RS资源元素中的32个CSI-RS资源元素。

[0065] 在LTE中,可以在被称作CSI-RS子帧的某些子帧上周期性地传输CSI-RS。在NR中,可以在某些时隙(即,CSI-RS时隙)上传输CSI-RS。术语CSI-RS子帧可以可互换地用于指代CSI-RS子帧或时隙。CSI-RS子帧/时隙配置由子帧/时隙周期和子帧/时隙偏移构成。在LTE中,周期可配置在5 ms、10 ms、20 ms、40 ms和80 ms。

[0066] CSI-RS配置由CSI-RS资源配置和CSI-RS子帧配置构成。UE可以被配置有用于CSI反馈的多达3个CSI-RS配置。

[0067] 为了改进CSI-RS信道估计,eNB可以不在被称作零功率CSI-RS或ZP CSI-RS的某些CSI-RS RE中传输任何信号。用于CSI估计的CSI-RS还被称作非零功率CSI-RS或NZP CSI-RS。当第一传输中(第一小区上、第一波束上和/或意图用于第一UE)的ZP CSI-RS RE与第二传输中(第二小区上、第二波束上和/或意图用于第二UE)的NZP CSI-RS RE一致时,第一传输不与第二传输中的NZP CSI-RS发生干扰。通过以该方式避免干扰,可以改进针对小区、波束和/或UE的CSI-RS信道估计。

[0068] 当在有区别的正交资源中传输物理信道或信号K次时,这被称为重用因子K。针对CSI-RS的重用因子K个小区意味着:在每一个小区中配置或预留K个非重叠(也就是说,如果它们占用相同子帧的话,不占用相同RE)CSI-RS资源,并且每一个小区使用该K个资源之一。

[0069] 图11图示了针对CSI-RS的重用因子K=3的示例。更具体地,图11示出了针对CSI-RS的重用因子K=3的示例,其中在每一个小区中配置3个CSI-RS资源,但仅一个CSI-RS资源针对NZP CSI-RS而配置并且其他两个资源被配置为ZP CSI-RS。

[0070] 不同小区中的NZP CSI-RS是非重叠的。例如,如果对子帧中的CSI-RS而言可用的40个RE中的21个被一个小区针对NZP CSI-RS而使用,则剩余19个CSI-RS RE不足以在另一小区中配置20端口NZP CSI-RS。因此,仅一个小区可以在不与其他小区的CSI-RS发生CSI-RS冲突的情况下在子帧中传输多于20个NZP CSI-RS。因此,为了利用多于20个端口实现K>1重用因子,小区必须在不同子帧中传输它们的CSI-RS。如下面所讨论,Rel-13 UE一般可以仅被配置成在 $T_{\text{CSI-RS}}$ 个子帧中的一个子帧中接收ZP CSI-RS。

[0071] 仅针对4个天线端口的CSI-RS RE可以被分配给ZP CSI-RS。ZP CSI-RS子帧配置与ZP CSI-RS相关联。它可以与NZP CSI-RS配置相同或不同。

[0072] 针对CSI参考信号的出现率的子帧配置周期 $T_{\text{CSI-RS}}$ 和子帧偏移 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ 在3GPP TS 36.211的表6.10.5.3-1(被示作下表4)中列出。可以针对UE应假定非零和零传输功率的CSI参考信号而分离地配置表4中的参数 $I_{\text{CSI-RS}}$ 。

[0073] 表4:CSI参考信号子帧配置(从3GPP TS 36.211的表6.10.5.3-1取得)

CSI-RS-SubframeConfig $I_{\text{CSI-RS}}$	CSI-RS 周期 $T_{\text{CSI-RS}}$ (子帧)	CSI-RS 子帧偏移 $\Delta_{\text{CSI-RS}}$ (子帧)
0 - 4	5	$I_{\text{CSI-RS}}$
5 - 14	10	$I_{\text{CSI-RS}} - 5$
15 - 34	20	$I_{\text{CSI-RS}} - 15$
35 - 74	40	$I_{\text{CSI-RS}} - 35$
75 - 154	80	$I_{\text{CSI-RS}} - 75$

[0074] 一般地,全维度MIMO(FD-MIMO)UE(针对A类或B类CSI报告而配置的一个UE)可以仅被配置有一个ZP CSI-RS配置。支持发现信号接收或使用两个子帧集合的接收的UE可以支持多于一个ZP CSI-RS配置。不要求FD-MIMO UE来支持这些特征。

[0075] 因为FD-MIMO UE仅支持Rel-13中的多达16个CSI-RS端口,所以可以在使用ZP CSI-RS的同时支持多达2的重用因子以保护NZP CSI-RS,这是因为16个端口的两个集合可以适合在一个子帧中,如上所述。然而,Rel-14可以包括多达32个端口,并且因为可以在Rel-13中针对某些FD-MIMO UE而配置仅一个ZP CSI-RS,所以在不同子帧中利用ZP CSI-RS保护多于一个NZP CSI-RS的Rel-13机制不可用。因此,对于具有32个端口的这些UE,重用模式>2是不可能的。

[0076] TM 10包括被称作CSI过程的概念(参见3GPP TS 36.213)。CSI过程与NZP CSI-RS资源和CSI干扰测量(CSI-IM)资源相关联。CSI-IM资源由ZP CSI-RS资源和ZP CSI-RS子帧配置定义。UE可以被配置有多达3个CSI-RS过程。使用多个CSI过程以支持协调多点(COMP)传输,其中UE测量与每一个传输点(TP)相关联的CSI并将该CSI反馈给eNB。基于接收到的CSI,eNB可以决定从TP之一将数据传输到UE。

[0077] 在Rel-13中,CSI-IM始终以一对一的方式与NZP CSI-RS资源相关联,使得CSI-IM的数目等于NZP CSI-RS资源的数目。因此,尽管CSI-IM由ZP CSI-RS资源构造,但它不适用于防止与其他NZP CSI-RS的干扰,且因此对增大CSI-RS重用因子来说是没有用的。

[0078] 在LTE版本13中针对TM9和TM10而包括测量限制。CSI测量可以被限于一个子帧中的CSI-RS资源或CSI-IM资源。

[0079] 对于处于TM9或TM10中的UE以及对于CSI过程,如果UE被更高层配置有参数*CSI-Reporting-Type*并且*CSI-Reporting-Type*被设置成“B类”,并且参数*channelMeasRestriction*由更高层配置,则UE应当仅基于与CSI过程相关联的所配置的CSI-RS资源内的最近(不晚于CSI参考资源)的非零功率CSI-RS,来导出用于计算在上行链

路子帧 n 中报告且与CSI过程相对应的CQI值的信道测量。

[0080] 对于处于TM 10中的UE以及对于CSI过程,当参数*CSI-Reporting-Type*和*interferenceMeasRestriction*由更高层配置时,UE应当仅基于与CSI过程相关联的最近(不晚于CSI参考资源)的所配置的CSI-IM资源,来导出用于计算在上行链路子帧 n 中报告且与CSI过程相对应的CQI值的干扰测量。

[0081] 在B类中需要到一个CSI-RS子帧的信道测量限制,在B类中,针对CSI-RS的预编码可以在不同CSI-RS子帧中不同。

[0082] 在LTE Rel-14中,可以在下行链路中支持多达32个天线端口。然而,最大值40个CSI-RS RE在CSI-RS子帧中每PRB可用。因此,可以每CSI-RS子帧支持仅一个32端口CSI-RS配置。在3GPP TSG-RAN R1-163079,“CSI-RS Design for Class A eFD-MIMO”中讨论了如何减小CSI-RS开销以及与如何增加数目以允许具有32个端口的更高数目的CSI-RS配置有关的机制。在R1-163079中描述的频域中的测量限制(MR)是实现这些目标的一种技术。

[0083] 尽管在R1-163079中描述了频域中的MR的一般概念,但该技术的一些细节仍然缺失。例如,一个问题:当测量限制被配置时,未清楚地定义UE如何解释资源元素到端口映射。

[0084] 如上表4中所示,如果UE仅支持一个ZP CSI-RS配置,则针对服务小区的ZP CSI-RS仅可以被配置有单个CSI-RS-SubframeConfig参数。这意味着:ZP CSI-RS仅可以在一个给定子帧配置中发生。然而,随着在LTE版本14中可用的CSI-RS端口的数目增加,对于大量的CSI-RS端口(诸如,32个CSI-RS端口),针对单个子帧内的CSI-RS实现高于1的重用因子是不可能的。

发明内容

[0085] 本文描述的实施例包括用于频域(FD)中的测量限制(MR)的资源元素(RE)到端口映射。特定实施例包括针对下述情况的端口映射方案:在该情况中,eNB半静态地将用户设备(UE)配置成测量物理资源块(PRB)的子集上的所有端口。一些实施例包括针对可以如何发信号通知MR集合的各种可替换方案。

[0086] 特定实施例包括针对下述情况的端口映射方案:在该情况中,UE被半静态地配置成测量一个PRB集合上的CSI-RS端口的子集和不同的PRB集合上的天线端口的另一子集上的信道。描述了针对包含端口子集的CSI-RS资源集合和MR集合如何的各种可替换方案。特定实施例描述了如何以可配置的方式使用RRC配置的MR_set和/或CSI-RS资源集合参数来执行RE到端口映射。

[0087] 一些实施例包括多个ZP CSI-RS子帧配置。例如,特定实施例包括:对多个ZP CSI-RS子帧配置进行配置以启用更高重用因子。

[0088] 根据一些实施例,一种用于在发射信道状态信息参考信号(CSI-RS)的网络节点中使用的方法包括:向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示。每一个CSI-RS与天线端口相关联。PRB子集包括系统带宽的子集。所述方法进一步包括:在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

[0089] 所述方法可以进一步包括:在发射所述指示之前,由所述网络节点获得所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示。

[0090] 在特定实施例中,所述网络节点在总数个天线端口(例如,大于16个天线端口)上发射CSI-RS,并且PRB子集的每一个PRB包括针对所述总数个天线端口的CSI-RS映射。

[0091] 在特定实施例中,所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括偶数编号的PRB或奇数编号的PRB。所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示可以包括密度值和梳状偏移。

[0092] 例如,所述密度值可以包括密度1/2。第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的或更确切地说由集合m1标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$ 。第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的或更确切地说由集合m2标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

[0093] 作为另一示例,所述密度值可以包括密度1/3。第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的或更确切地说由集合m1标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$ 。第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的或更确切地说由集合m2标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$ 。第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m3中的或更确切地说由集合m3标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m3包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

[0094] 所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示可以包括索引值k。所述索引值k指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

[0095] 在特定实施例中,所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示进一步包括其中所述无线设备应当测量CSI-RS的许多接续的CSI-RS子帧/时隙。

[0096] 所述方法可以进一步包括:从所述无线设备接收基于所发射的CSI-RS中的一个或多个的测量而确定的信道状态信息(CSI)。

[0097] 根据一些实施例,一种用于在接收CSI-RS的无线设备中使用的方法包括:接收所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。CSI-RS中的每一个与天线端口相关联。PRB子集包括系统带宽的子集。所述方法进一步包括:接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。所述方法可以进一步包括:基于接收到的CSI-RS来确定CSI;以及将所述CSI发射到网络节点。

[0098] 在特定实施例中,网络节点在总数个天线端口(例如,大于16个天线端口)上发射CSI-RS,并且PRB子集的每一个PRB包括针对所述总数个天线端口的CSI-RS映射。

[0099] 在特定实施例中,所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集包括偶数编号的PRB或奇数编号的PRB。所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示可以包括密度值和梳状偏移。

[0100] 例如,所述密度值可以包括密度1/2。第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的或更确切地说由集合m1标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 2, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$ 。第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的或更确切地说由

集合m2标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

[0101] 作为另一示例,所述密度值可以包括密度1/3。第一梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m1中的或更确切地说由集合m1标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m1包括 $\{0, 3, \dots, N_{RB}^{DL} - 3\}$ 。第二梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m2中的或更确切地说由集合m2标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m2包括 $\{1, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$ 。第三梳状偏移指示所述无线设备应当使用集合m3中的或更确切地说由集合m3标识的PRB以测量CSI-RS,其中所述集合m3包括 $\{2, 5, \dots, N_{RB}^{DL} - 1\}$ 。

[0102] 所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示可以包括索引值k。所述索引值k指代存储在所述无线设备处的多个指示之一。

[0103] 在特定实施例中,所述无线设备应当使用以测量CSI-RS端口的PRB子集的指示进一步包括其中所述无线设备应当测量CSI-RS的许多接续的CSI-RS子帧/时隙。

[0104] 在特定实施例中,所述方法进一步包括:基于在所述许多接续的CSI-RS子帧/时隙上接收到的CSI-RS来确定CSI。

[0105] 根据一些实施例,一种可操作成发射CSI-RS的网络节点包括处理电路。所述处理电路可操作成:向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。每一个CSI-RS与天线端口相关联。PRB子集包括系统带宽的子集。所述处理电路进一步可操作成:在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

[0106] 所述处理电路可以进一步可操作成:在发射所述指示之前,获得所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示。

[0107] 根据一些实施例,一种可操作成接收CSI-RS的无线设备包括处理电路。所述处理电路可操作成:接收所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。每一个CSI-RS与天线端口相关联。PRB子集包括系统带宽的子集。所述处理电路进一步可操作成:接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。

[0108] 根据一些实施例,一种可操作成发射CSI-RS的网络节点包括发射模块。所述网络节点可以进一步包括获得模块。所述获得模块可操作成:获得无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。所述发射模块可操作成:向所述无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

[0109] 根据一些实施例,一种可操作成接收CSI-RS的无线设备包括接收模块。所述接收模块可操作成:接收所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。

[0110] 还公开了一种计算机程序产品。所述计算机程序产品包括存储在非瞬变计算机可读介质上的指令,所述指令在由处理器执行时执行下述动作:向无线设备发射所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。所述计算机程序产品可以进一步包括存储在非瞬变计算机可读介质上的指令,所述指令在由所述处理器执行时执行下述动作:获得所述无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。

[0111] 另一种计算机程序产品包括存储在非瞬变计算机可读介质上的指令,所述指令在由处理器执行时执行下述动作:接收无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。

[0112] 特定实施例可以展现出以下技术优势中的一些。作为一个示例,某些实施例可以通过使用高效且灵活的RE到端口映射方案来启用频域中的测量限制技术。作为另一示例,某些实施例可以使不同CSI-RS端口能够具有频域中的不同CSI-RS密度。作为又一示例,某些实施例可以针对具有更高数目的端口(例如,32个端口)的CSI-RS传输而启用更高重用因子。对本领域技术人员来说,其他技术优势将从以下附图、描述和权利要求中显而易见。

附图说明

[0113] 为了更全面地理解实施例及其特征和优势,现在参考结合附图作出的以下描述,在附图中:

图1图示了示例下行链路无线电子帧;

图2图示了示例无线电帧;

图3图示了示例下行链路子帧;

图4是图示了LTE中的预编码空间复用模式的逻辑结构的框图;

图5图示了示出针对2个、4个和8个天线端口的CSI-RS的潜在位置的具有资源块对的资源元素网格;

图6A和6B分别图示了示出针对12个和16个天线端口的CSI-RS的潜在位置的具有资源块对的资源元素网格;

图7图示了在OCC长度为2的情况下具有针对12个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格;

图8图示了在OCC长度为2的情况下具有针对16个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格;

图9图示了在OCC长度为4的情况下具有针对12个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格;

图10图示了在OCC长度为4的情况下具有针对16个端口的示例NZP CSI-RS设计的资源元素网格;

图11图示了针对CSI-RS的重用因子 $K=3$ 的示例;

图12是图示了根据一些实施例的示例无线网络的框图;

图13图示了根据某些实施例的其中在一个受限PRB集合上传输所有端口的CSI-RS传输的示例;

图14图示了根据某些实施例的其中在一个受限PRB集合上传输一个端口集合并且在另一受限PRB集合上传输另一端口的CSI-RS传输的示例;

图15图示了根据某些实施例的其中在所有PRB上传输一个端口集合并且在受限PRB集合上传输另一端口的CSI-RS传输的示例;

图16图示了根据某些实施例的配置多个ZP CSI-RS子帧的示例;

图17是图示了根据一些实施例的发射信道状态信息参考信号(CSI-RS)的网络节点中的示例方法的流程图;

图18是图示了根据一些实施例的接收信道状态信息参考信号(CSI-RS)的无线设备中的示例方法的流程图;

图19A是图示了无线设备的示例实施例的框图;

图19B是图示了无线设备的示例部件的框图;

图20A是图示了网络节点的示例实施例的框图;

图20B是图示了网络节点的示例部件的框图;以及

图21A和21B图示了TDM方案的开销的示例。

具体实施方式

[0114] 第三代合作伙伴计划(3GPP)长期演进(LTE)使用非零功率信道状态信息参考符号(NZP CSI-RS)作为用于对信道状态信息(CSI)反馈测量进行配置的灵活手段。通过在NZP CSI-RS上进行测量,用户设备(UE)可以估计NZP CSI-RS正在穿过的有效信道,包括无线电传播信道和天线增益。

[0115] 在LTE Rel-14中,可以在下行链路中支持多达32个天线端口。然而,最大值40个CSI-RS资源元素(RE)在CSI-RS子帧中每物理资源块(PRB)可用。因此,可以每CSI-RS子帧支持仅一个32端口CSI-RS配置。特定实施例消除了上述问题,且可以减小CSI-RS开销并促进具有32个端口的更高数目的CSI-RS配置。

[0116] 在某些实施例中,描述了用于针对频域中的测量限制而建立资源元素到端口映射的方法。根据一个示例实施例,针对下述情况描述端口映射方案:在该情况中,eNB半静态地将UE配置成测量PRB子集上的所有端口。描述了针对可以如何发信号通知测量限制集合的各种可替换方案。根据另一示例实施例,针对下述情况提出端口映射方案:在该情况中,UE被半静态地配置成测量一个PRB集合上的CSI-RS端口的子集和不同的PRB集合上的天线端口的另一子集上的信道。描述了针对特定天线端口如何被指派给测量限制集合和/或CSI-RS资源集合的各种可替换方案。在某些实施例中,描述了针对可以如何以可配置的方式使用RRC配置的MR_set和/或CSI-RS资源集合参数来执行RE到端口映射的解决方案。

[0117] 在某些实施例中,网络向UE指示UE是否可以假定子帧的时隙中的第一PRB包含CSI-RS端口传输并且子帧的时隙中的第二PRB不包含CSI-RS端口传输,其中CSI-RS端口由非负整数标识。在一些情况下,第一PRB可以是利用索引 $m_1 = Nk$ 标识的,并且第二PRB可以是利用 $m_2 = Nk + n$ 标识的,其中 $n \in \{1, 2, \dots, N - 1\}$ 和 k 是非负整数。在一些情况下,第一PRB可以是利用处于集合M中的索引 m_1 标识的,并且第二PRB可以是利用不处于集合M中的索引 m_2 标识的,并且其中网络将集合M发信号通知给UE。

[0118] 因此,如本文所讨论的各种可替换PRB子集中包括的PRB可以由它们各自的PRB索引标识,并且这种PRB索引的集合可以用于定义PRB子集。PRB子集是与跨越无线网络的系统带宽(例如,LTE系统带宽或NR系统带宽)的PRB集合相比更小的集合。PRB子集可以包括也被包括在跨越系统带宽的PRB集合中的PRB。如本文所使用,PRB有时可以被称作被包括在索引的集合(诸如,索引的集合 m_1 、 m_2 或 m_3)中,在严格来说时,标识PRB的PRB索引被包括在索引的集合中。该用词仅是为了简明而使用的,而不意在进行限制。

[0119] 在某些实施例中,描述了用于建立多个ZP CSI-RS子帧配置的方法。根据一个示例

实施例,描述了对多个ZP CSI-RS子帧配置进行配置以启用更高重用因子的解决方案。如下面更详细描述的那样,在一些情况下,避免与不意图用于UE的NZP CSI-RS的干扰的方法包括:网络利用一个NZP CSI-RS资源以及在第一和第二子帧中出现的的第一和第二零功率(ZP) CSI-RS资源来配置UE,其中第一和第二ZP CSI-RS资源中的至少一个具有P个子帧的周期,并且第一和第二子帧在周期P内有区别。在一些情况下,避免与不意图用于UE的NZP CSI-RS的干扰的方法包括:网络将UE配置成接收一个NZP CSI-RS以及第一和第二零功率CSI-RS。第一零功率CSI-RS出现在第一子帧中,并且第二零功率CSI-RS出现在第二子帧中。

[0120] 本文描述的各种实施例可以具有一个或多个技术优势。作为一个示例,某些实施例可以通过提出高效/灵活的RE到端口映射方案来启用频域中的测量限制技术。作为另一示例,某些实施例可以针对具有更高数目的端口(例如,32个端口)的CSI-RS传输而启用更高重用因子。

[0121] 以下描述阐述了许多具体细节。然而,应当理解,可以在没有这些具体细节的情况下实践实施例。在其他实例中,未详细示出公知的电路、结构和技术,以便不使该描述的理解模糊。在得到所包括的描述的情况下,本领域技术人员将能够在不进行过分实验的情况下实现适当功能。

[0122] 本说明书中对“一个实施例”、“一实施例”、“一示例实施例”等的引用指示所描述的实施例可以包括特定特征、结构或特性,但可以不是每个实施例都必然包括该特定特征、结构或特性。此外,这种短语不必然指代相同实施例。此外,当结合实施例描述特定特征、结构或特性时,应当认为,其处于本领域技术人员的认知内,以结合其他实施例而实现这种特征、结构或特性,不论是否被明确描述。

[0123] 尽管本文使用来自3GPP LTE的技术以描述特定实施例,但这些实施例不仅限于上面提及的系统。包括新无线电(NR)、宽带码分多址(WCDMA)、全球微波接入互操作性(WiMax)、超移动宽带(UMB)和全球移动通信系统(GSM)等的其他无线系统也可以受益于本文描述的实施例。

[0124] 诸如eNodeB和UE之类的术语应当被视为非限制性的,而不意指两者之间的特定层级关系。在NR中,与eNodeB相对应的节点被称作gNodeB。一般地,“eNodeB”可以被视为第一设备,并且“UE”可以被视为第二设备。这两个设备在无线电信道上彼此通信。尽管特定实施例描述了下行链路中的无线传输,但其他实施例在上行链路中同等地适用。

[0125] 参考附图的图12-20B来描述特定实施例,相似的附图标记用于各种附图的相似和对应部分。遍及本公开将LTE用作示例蜂窝系统,但本文呈现的思想也可以适用于其他无线通信系统。

[0126] 图12是图示了根据特定实施例的示例无线网络的框图。无线网络100包括一个或多个无线设备110(诸如,移动电话、智能电话、膝上型计算机、平板计算机、MTC设备、或者可提供无线通信的任何其他设备)和多个网络节点120(诸如,基站或eNodeB)。无线设备110还可以被称作UE。网络节点120服务于覆盖区域115(还被称作小区115)。

[0127] 一般地,处于网络节点120的覆盖范围内(例如,处于由网络节点120服务的小区115内)的无线设备110通过发射和接收无线信号130来与网络节点120通信。例如,无线设备110和网络节点120可以传送包含语音业务量、数据业务量和/或控制信号的无线信号130。将语音业务量、数据业务量和/或控制信号传送到无线设备110的网络节点120可以被称作

针对无线设备110的服务网络节点120。无线设备110与网络节点120之间的通信可以被称作蜂窝通信。无线信号130可以包括下行链路传输(从网络节点120到无线设备110)和上行链路传输(从无线设备110到网络节点120)两者。

[0128] 网络节点120和无线设备110可以根据与关于图1-3描述的无线电帧和子帧结构类似的无线电帧和子帧结构来传送无线信号130。其他实施例可以包括任何合适无线电帧结构。例如,在NR中,时间符号(诸如,OFDM符号)的持续时间可以随所使用的数字表示而变化,并且因此,子帧可以不始终包含相同数目的符号。取而代之,可以使用“时隙”的概念,时隙通常占用14个符号或偶尔占用7个符号,从而与LTE子帧相对应。

[0129] 每一个网络节点120可以具有用于将信号130发射到无线设备110的单个发射器140或多个发射器140。在一些实施例中,网络节点120可以包括多输入多输出(MIMO)系统。类似地,每一个无线设备110可以具有用于从网络节点120或其他无线设备110接收信号130的单个接收器或多个接收器。网络节点120的多个发射器可以与逻辑天线端口相关联。

[0130] 无线信号130可以包括参考信号,诸如CSI-RS参考信号135。在特定实施例中,无线信号130可以包括子帧中的多于16个CSI-RS 135。每一个CSI-RS 135可以与天线端口相关联。

[0131] 在特定实施例中,网络节点(诸如,网络节点120)将许多CSI-RS 135发射到一个或多个无线设备(诸如,无线设备110)。在特定实施例中,CSI-RS端口(即,在其上发射CSI-RS 135的端口)的数目大于16。例如,CSI-RS端口的数目可以是32。

[0132] 在特定实施例中,网络节点120可以获得无线设备110应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。网络节点120可以向无线设备110发射无线设备110应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。

[0133] 在特定实施例中,网络节点120可以将PRB的指示发射到无线设备110,作为PRB索引(例如,奇数编号或偶数编号的PRB)的指示、作为密度值和梳状偏移(例如,在两个梳状偏移的情况下的密度1/2、在三个梳状偏移的情况下的密度1/3等)、或者作为表示对无线设备110来说已知的PRB的指示或模式的索引值(例如,索引k,其中k标识对无线设备110来说已知的特定PRB模式)。

[0134] 在特定实施例中,网络节点120可以向无线设备110发射无线设备应当使用以测量CSI-RS的许多接续子帧的指示。在特定实施例中,网络节点120可以基于所发射的CSI-RS 135中的一个或多个来从无线设备110接收信道状态信息(CSI)。

[0135] 根据一些实施例,无线设备(诸如,无线设备110)接收无线设备110应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。无线设备110接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。无线设备110可以基于接收到的CSI-RS来确定信道状态信息(CSI)(即,测量接收到的CSI-RS以估计有效信道),并将该CSI发射到网络节点120。

[0136] 在无线网络100中,每一个网络节点120可以使用任何合适无线电接入技术,诸如长期演进(LTE)、高级LTE、通用移动通信系统(UMTS)、高速分组接入(HSPA)、GSM、cdma2000、NR、WiMax、无线保真(WiFi)和/或其他合适无线电接入技术。无线网络100可以包括一种或多种无线电接入技术的任何合适组合。出于示例的目的,可以在某些无线电接入技术的情境内描述各种实施例。然而,本公开的范围不限于示例,并且其他实施例可以使用不同无线电接入技术。

[0137] 如上所述,无线网络的实施例可以包括一个或多个无线设备和能够与无线设备通信的一种或多种不同类型的网络节点或无线电网络节点。网络还可以包括适于支持无线设备之间的通信或无线设备与另一通信设备(诸如,固定电话)之间的通信的任何附加元件。无线设备可以包括硬件和/或软件的任何合适组合。例如,在特定实施例中,无线设备(诸如,无线设备110)可以包括下面关于图19A描述的部件。类似地,网络节点可以包括硬件和/或软件的任何合适组合。例如,在特定实施例中,网络节点(诸如,网络节点120)可以包括下面关于图20A描述的部件。

[0138] 根据第一组示例实施例,eNB半静态地将UE配置成测量PRB子集上的所有端口。仅在所配置的PRB上发射与所有端口相对应的NZP CSI-RS。eNB无线电资源控制(RRC)利用包含UE应当在其上测量CSI-RS端口的所有PRB的频域测量限制参数MR_Set来配置UE。该实施例的示例在图13中示出。

[0139] 图13图示了根据某些实施例的其中在一个受限PRB集合上传输所有端口的CSI-RS传输的示例。在所图示的示例中,系统带宽(诸如,上述网络100的系统带宽)包括 $N_{RB}^{DL} - 1$ 数目的PRB 16。PRB 16a表示不具有NZP CSI-RS传输的PRB。PRB 16b表示具有NZP CSI-RS传输的用于CSI测量的PRB。

[0140] 参数MR_Set包含PRB $0, 2, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2$ (即, $MR_Set = \{0, 2, 4, \dots, N_{RB}^{DL} - 2\}$)。上面的等式4和等式7中的RE到端口映射公式中的PRB索引 m 被修改如下:

$$m \in MR_Set \quad \text{等式9。}$$

[0141] 可替换地说,等式9向UE(诸如,无线设备110)指示UE可以假定与所有NZP CSI-RS端口相对应的NZP CSI-RS在由集合MR_Set指示的PRB中传输但不必然在其他PRB中传输。因此,UE应当测量与所指示的PRB中的端口相对应的信道。因为可以在PRB的可配置子集中将NZP CSI-RS传输到UE,所以可以有利地以可配置的方式针对不同部署场景和负载条件而减小与CSI-RS相关联的开销。

[0142] 在一些实施例中,可以发信号通知RRC参数MR_Set作为长度为 N_{RB}^{DL} 的位图,其中第 m 位指示是否在第 m 个PRB上传输NZP CSI-RS。在某些实施例中,UE被配置成每当NZP CSI-RS被传输时都使用MR_Set的值。

[0143] 在一些实施例中,PRB索引集合是标识哪些PRB包含至少一个NZP CSI-RS的整数。在特定实施例中,这些整数均包括物理资源块号码 n_{PRB} ,如3GPP TS 36.211的第6.2.3节中所定义。

[0144] 在图13中图示的示例中,用于CSI测量的PRB包括偶数编号的PRB,并且不具有NZP CSI-RS传输的PRB包括奇数编号的PRB。在一些实施例中,可以发信号通知RRC参数MR_Set作为指示奇数或偶数的值。相同图案可以由密度和梳状偏移的组合指示。例如,所图示的示例包括密度1/2(即,PRB的一半包括CSI-RS,并且一半不包括CSI-RS)。第一梳状偏移可以指示偶数编号的PRB包括CS-RS并且奇数编号的PRB不包括CS-RS。第二梳状偏移可以指示奇数编号的PRB包括CS-RS并且偶数编号的PRB不包括CS-RS。所图示的示例仅是一个示例。其他实

施例可以使用其他密度和梳状偏移(例如,在3个梳状偏移的情况下的密度1/3等)。

[0145] 在一些实施例中,UE可以通过查看接续CSI-RS子帧(即,包含CSI-RS的子帧)来在整个频带或其部分上逐步构建信道估计,其中在接续子帧上应用不同的MR_Set。这对于具有低移动性的UE而言可以特别有用。eNB可以发信号通知UE应当在多少个接续子帧上测量CSI-RS。

[0146] 在一些实施例中,频域中的固定数目的测量限制(MR)图案可以是预定义的。例如,频域中的第一测量限制图案可以包含每第2个PRB中的NZP CSI-RS,频域中的第二测量限制图案可以包含每第4个PRB中的NZP CSI-RS,并且频域中的第三测量限制图案可以包含每个PRB中的NZP CSI-RS。这可以被推广到频域中的K个不同预定义测量限制图案。eNB可以半静态地将UE配置成使用频域中的K个预定义测量限制图案之一。例如,如果要针对特定UE而配置频域中的第k个测量限制图案,则eNB可以半静态地将具有值k的整数参数发信号通知给UE。

[0147] 根据第二组示例实施例,UE被半静态地配置成测量一个PRB集合上的CSI-RS端口的子集和不同的PRB集合上的天线端口的另一子集上的信道。eNB RRC利用频域测量限制参数的第一集合MR_Set1来配置UE,该第一集合MR_Set1适用于CSI-RS资源集合CSI-RS_Resource_Set1中的第一端口集合。类似地,eNB RRC利用频域测量限制参数的第二集合MR_Set2来配置UE,该第二集合MR_Set2适用于CSI-RS资源集合CSI-RS_Resource_Set2中的第二端口集合。

[0148] 从由更高层指示的参数“nzp-resourceConfigList”中的资源当中选择CSI-RS_Resource_Set1和CSI-RS_Resource_Set2中指示的资源(参见3GPP TS 36.331)。RRC参数MR_Set1和MR_Set2均包含其中传输与相应集合相对应的NZP CSI-RS的PRB列表。具有32个CSI-RS端口的该实施例的示例在图14中示出。

[0149] 图14图示了根据某些实施例的其中在一个受限PRB集合上传输一个端口集合并且在另一受限PRB集合上传输另一端口集合的CSI-RS传输的示例。图14中图示的资源元素网格包括子帧10的具有两个PRB 16的部分。

[0150] 在偶数PRB 16中传输CSI-RS端口15-30,并且在奇数PRB 16中传输CSI-RS端口31-46。与端口15-30相对应的MR_Set1参数包含PRB 0, 2, 4, 6, ... (即,MR_Set1 = {0, 2, 4, 6, ...});与端口31-46相对应的MR_Set2参数包含PRB 1, 3, 5, 7, ... (即,MR_Set2 = {1, 3, 5, 7, ...})。令与等式5和等式8中的传统CSI资源号码*i'*相关的数量*i''*被定义如下:

$$i'' = 2q' + i' \quad \text{等式10。}$$

[0151] 在等式10中, $q' \in \{0,1\}$,其中 $q' = 0$ 对应于第一CSI-RS_Resource_Set1并且 $q' = 1$ 对应于第二CSI-RS_Resource_Set2。在图14的示例中,时隙0中的OFDM符号5-6中的CSI-RS RE属于8端口传统资源(对应于传统资源号码*i'*=0),并且时隙1中的OFDM符号5-6中的CSI-RS RE属于另一8端口传统资源(对应于传统资源号码*i'*=1)。

[0152] 数量*i''*可以被用作CSI-RS_Resource_Set1和CSI-RS_Resource_Set2中的资源的新CSI资源号码。对于CSI-RS_Resource_Set1(其中 $q' = 0$),新CSI参考号码是 $i'' \in \{0,1\}$;并

且对于CSI-RS_Resource_Set2(其中 $q' = 1$),新CSI参考号码是 $i'' \in \{2, 3\}$ 。因此,使用等式10,将图14的示例中的具有传统CSI资源号码 $i' \in \{0, 1\}$ 的两个传统8端口资源拆分成具有新CSI参考号码 $i'' \in \{0, 1, 2, 3\}$ 的四个新8端口资源。

[0153] 当针对使用多于8个天线端口的CSI-RS将更高层参数“cdmType”设置成cdm2时,可以使用新CSI参考号码来给出端口编号作为:

$$p = \begin{cases} p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2} i'' & \text{对于 } p' \in \{15, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2 - 1\} \\ p' + \frac{N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}}{2} (i'' + N_{\text{res}}^{\text{CSI}} - 1) & \text{对于 } p' \in \{15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}}/2, \dots, 15 + N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} - 1\} \end{cases} \quad \text{等式11}$$

当针对使用多于8个天线端口的CSI-RS将更高层参数“cdmType”设置成cdm4时,可以使用新CSI参考号码来给出天线端口号作为:

$$p = i'' N_{\text{ports}}^{\text{CSI}} + p' \quad \text{等式12}$$

例如,在图14的示例中,具有CSI-RS端口15-22的新资源对应于 $i'' = 0$;具有CSI-RS端口23-30的新资源对应于 $i'' = 1$;具有CSI-RS端口31-38的新资源对应于 $i'' = 2$;并且具有CSI-RS端口39-46的新资源对应于 $i'' = 3$ 。如前所述, MR_Set1 适用于CSI-RS_Resource_Set1(对应于 $i'' \in \{0, 1\}$),并且 MR_Set2 适用于CSI-RS_Resource_Set2(对应于 $i'' \in \{2, 3\}$)。

[0154] 为了针对该实施例而定义RE到端口映射公式,将等式4和等式7中的PRB索引 m 修改如下:

$$m \in \begin{cases} MR_Set1, & \text{如果 } i'' \in \text{CSI-RS_Resource_Set1} \\ MR_Set2, & \text{否则如果 } i'' \in \text{CSI-RS_Resource_Set2} \end{cases} \quad \text{等式13}$$

其中如上面的等式10中那样定义新CSI-RS资源号码 i'' 。

[0155] 在一些实施例中,第一频域测量集合 MR_Set1 中的PRB可以与第二频域测量集合 MR_Set2 中的PRB部分地重叠。例如, MR_Set1 可以包含PRB {0, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11}并且 MR_Set2 可以包含PRB {7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17},其中PRB {7, 8, 9, 10, 11}对这两个集合来说是共有的。

[0156] 在又一实施例中, MR_Set1 可以包含系统带宽中的所有PRB,且适用于CSI-RS资源集合 $CSI-RS_Resource_Set1$ 中的第一端口集合。第二测量限制集合 MR_Set2 可以包含PRB的子集,且适用于CSI-RS资源集合 $CSI-RS_Resource_Set2$ 中的第二端口集合。示例在图15中示出。

[0157] 图15图示了根据某些实施例的其中在所有PRB上传输一个端口集合并且在受限PRB集合上传输另一端口的CSI-RS传输的示例。图15中图示的资源元素网格包括子帧10的具有两个PRB 16的部分。在全部两个PRB 16中传输CSI-RS端口15-22,而在偶数PRB 16中传输CSI-RS端口23-38。

[0158] 在一些实施例中,eNB RRC利用频域测量限制参数的 K 个集合 MR_Setk 来配置UE,其中 $k \in \{0, 1, \dots, K-1\}$,其适用于第 k 个CSI-RS资源集合 $CSI-RS_Resource_Setk$ 中的第 k 个

端口集合。等式10的新CSI-RS参考号码被修改为：

$$i'' = Kq' + i' \quad \text{等式14}$$

此外，等式13中的RE到端口映射公式被修改如下，其中第k个CSI-RS资源集合中的新CSI-RS资源号码*i'*映射到PRB索引*m*

$$m \in MR_Set_k \text{ 如果 } i'' \in CSI_RS_Resource_Set_k \quad \text{等式15。}$$

[0159] 在一些实施例中，CSI-RS端口集合被RRC配置给UE，而不是CSI-RS资源集合。例如，如果*CSI-RS_port_set1* = {15-30} 并且*CSI-RS_port_set2* = {31-46}，则*MR_Set1*适用于端口{15-30} 并且*MR_Set2*适用于端口{31-46}。

[0160] 第三组示例实施例包括多个ZP CSI-RS子帧配置。如上表4中所示，针对服务小区的ZP CSI-RS仅可以被配置有单个CSI-RS-SubframeConfig参数*I_{CSI-RS}*。这意味着：可以仅利用UE的所配置的ZP CSI-RS周期*T_{CSI-RS}*内的一个子帧中的一个ZP CSI-RS来配置该UE。

[0161] 然而，随着LTE版本14中的CSI-RS端口的数目增加，针对单个子帧内的CSI-RS实现其中可以通过ZP CSI-RS改进SINR的高于1的重用因子是不可能的。这是因为子帧内的给定PRB仅包括40个可用的CSI-RS RE。如果RE中的32个被一个小区针对NZP CSI-RS而使用，则仅一个小区可以在子帧中发射NZP CSI-RS。因此，为了促进其中可以通过ZP CSI-RS改进SINR的更高重用因子，在该实施例中，可以利用CSI过程中的一个NZP CSI-RS以及该CSI过程中的一个ZP CSI-RS周期内的多个子帧中出现的ZP CSI-RS来对UE进行RRC配置。这可以包括：利用第一和第二子帧中出现的的第一和第二零功率CSI-RS来配置UE，其中第一和第二CSI-RS中的至少一个具有P个子帧的周期，并且其中第一和第二子帧在周期P内有区别。

[0162] 图16图示了根据某些实施例的配置多个ZP CSI-RS子帧的示例。更具体地，图16图示了具有在不同子帧中配置的CSI-RS的三个小区的示例。

[0163] 对于每一个小区，两个ZP CSI-RS还被配置在其中配置其他两个小区的CSI-RS的子帧和RE中。例如，小区1的ZP CSI-RS被配置在子帧*n+i*、*n+k*、*n+i+P*和*n+k+P*中，这些子帧与小区2和3的CSI-RS一致。小区1的第一ZP CSI-RS被配置在子帧*n+i*、*n+i+P*、……中，并且第二ZP CSI-RS被配置在子帧*n+k*、*n+k+P*、……中。在该情况下，这两个ZP CSI-RS的周期相同。当针对这三个小区中的CSI-RS而配置不同周期时，那么P也可以针对ZP CSI-RS而不同。

[0164] 特定实施例包括：利用多个ZP CSI-RS子帧配置来对UE进行RRC配置。在另一实施例中，利用多个配置对来对UE进行RRC配置，其中每一对包括与该对中的ZP CSI-RS子帧配置相对应的ZP CSI-RS资源配置。通过这些实施例，网络可以利用多个子帧中的ZP CSI-RS来对UE进行配置，其中该ZP CSI-RS占用与意图用于其他UE的NZP CSI-RS相同的RE。以该方式，向UE进行发射的eNB不必在意用于其他UE的NZP CSI-RS中发射PDSCH或干扰的NZP CSI-RS，这避免了与意图用于其他UE的NZP CSI-RS发生干扰。这将促进多个服务小区利用大量端口（即，32个端口）发射NZP CSI-RS，同时避免与相邻小区的NZP CSI-RS发生干扰。

[0165] 关于图12-16描述的示例一般可以由图17（关于网络节点）和图18（关于无线设备）中的流程图表示。

[0166] 图17是图示了根据一些实施例的发射CSI-RS的网络节点中的示例方法的流程图。在特定实施例中，图17的一个或多个步骤可以由关于图12描述的无线网络100的网络节点120执行。

[0167] 该方法开始于步骤1712处,其中网络节点可以获得无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。例如,网络节点120可以获得无线设备110可以使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。

[0168] 获得指示可以包括:从存储器检索预定指示;从网络100的另一部件接收信令;或者任何其他合适配置。特定指示可以是基于诸如部署场景和负载条件之类的因素来确定的。

[0169] 在步骤1714处,网络节点将无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示发射到无线设备。例如,网络节点120可以将无线设备110应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示发射到无线设备110。发射可以包括RRC信令或者网络节点120与无线设备100之间的任何其他合适通信。

[0170] PRB子集的指示可以包括各种格式,诸如上面关于图13-16描述的格式。例如,格式可以包括位图、奇/偶值、密度和梳状偏移、标识对无线设备来说已知的格式组的特定格式的索引等。在一些实施例中,指示可以包括无线设备110应当使用以测量CSI-RS的许多子帧。

[0171] 在步骤1716处,网络节点在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。例如,网络节点120可以在网络节点120先前向无线设备110指示的PRB中发射CSI-RS。

[0172] 在步骤1718处,网络节点可以基于所发射的CSI-RS端口中的一个或多个来从无线设备接收所测量的信道状态信息。例如,无线设备110可以基于所发射的CSI-RS中的一个或多个的测量来确定CSI,并将该CSI发送回到网络节点120。

[0173] 可以对方法1700作出修改、添加或省略。另外,可以并行地或按任何合适次序执行图17的方法1700中的一个或多个步骤。可以在必要时随时间重复方法1700的步骤。

[0174] 图18是图示了根据一些实施例的接收CSI-RS的无线设备中的示例方法的流程图。在特定实施例中,图18的一个或多个步骤可以由关于图12描述的无线网络100的无线设备110执行。

[0175] 该方法开始于步骤1812处,其中无线设备接收无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。例如,无线设备110可以从网络节点120接收无线设备110应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示。该指示可以包括上面关于图13-16描述的指示中的任一个(例如,在图17的步骤1714处发射的指示)。

[0176] 在步骤1814处,无线设备接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。例如,无线设备110可以从网络节点120接收所指示的PRB 16上的CSI-RS。

[0177] 在步骤1816处,无线设备可以基于接收到的CSI-RS来确定CSI。例如,无线设备110可以使用接收到的指示以测量所指示的PRB 16上的CSI-RS,以便估计网络节点120与无线设备110之间的有效信道。在一些实施例中,无线设备110可以测量多个子帧上的CSI-RS。

[0178] 在步骤1818处,无线设备可以将CSI发射到网络节点。例如,无线设备110可以将CSI发射到网络节点120。

[0179] 可以对方法1800作出修改、添加或省略。另外,可以并行地或按任何合适次序执行图18的方法1800中的一个或多个步骤。可以在必要时随时间重复方法1800的步骤。

[0180] 图19A是图示了无线设备的示例实施例的框图。该无线设备是图12中图示的无线设备110的示例。在特定实施例中,该无线设备能够:接收该无线设备应当使用以测量CSI-

RS的PRB子集的指示;以及接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。在特定实施例中,该无线设备可能能够:测量接收到的CSI-RS端口以估计有效信道并确定CSI;以及将该CSI发射到网络节点。

[0181] 无线设备的特定示例包括移动电话、智能电话、PDA(个人数字助理)、便携式计算机(例如,膝上型电脑、平板电脑)、传感器、调制解调器、机器类型(MTC)设备/机器对机器(M2M)设备、膝上型嵌入式设备(LEE)、膝上型安装设备(LME)、USB加密狗、有设备对设备能力的设备、车辆对车辆设备、或者可提供无线通信的任何其他设备。无线设备包括处理电路1900。处理电路1900包括收发器1910、处理器1920、存储器1930和电源1940。在一些实施例中,收发器1910便于将无线信号发射到无线网络节点120并从无线网络节点120接收无线信号(例如,经由天线),处理器1920执行提供本文中描述为由无线设备提供的一些或所有功能的指令,并且存储器1930存储由处理器1920执行的指令。电源1940将电力供给到无线设备110的部件中的一个或多个,诸如收发器1910、处理器1920和/或存储器1930。

[0182] 处理器1920包括在一个或多个集成电路或模块中实现的硬件和软件的任何合适组合,以执行指令和操控数据以便执行无线设备的一些或所有所描述的功能。在一些实施例中,处理器1920可以包括例如一个或多个计算机、一个或多个可编程逻辑器件、一个或多个中央处理单元(CPU)、一个或多个微处理器、一个或多个应用、和/或其他逻辑、和/或前述各项的任何合适组合。处理器1920可以包括被配置成执行无线设备110的一些或所有所描述的功能的模拟和/或数字电路。例如,处理器1920可以包括电阻器、电容器、电感器、晶体管、二极管和/或任何其他合适电路部件。

[0183] 存储器1930一般可操作成存储计算机可执行代码和数据。存储器1930的示例包括计算机存储器(例如,随机存取存储器(RAM)或只读存储器(ROM))、大容量储存介质(例如,硬盘)、可移除储存介质(例如,致密盘(CD)或数字视频盘(DVD))、和/或存储信息的任何其他易失性或非易失性、非瞬变计算机可读和/或计算机可执行存储器设备。

[0184] 电源1940一般可操作成将电力供给到无线设备110的部件。电源1940可以包括任何合适类型的电池,诸如锂离子、锂空气、锂聚合物、镍镉、镍金属氢化物、或者用于将功率供给到无线设备的任何其他合适类型的电池。

[0185] 在特定实施例中,与收发器1910通信的处理器1920接收无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示,并接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。在特定实施例中,与收发器1910通信的处理器1920可以测量接收到的CSI-RS以估计有效信道,并将CSI发射到网络节点。

[0186] 无线设备的其他实施例可以包括负责提供无线设备的功能的某些方面的附加部件(除图19A中所示的那些部件之外),该功能包括上述功能中的任一个和/或任何附加功能(包括支持上述解决方案所必需的任何功能)。

[0187] 图19B是图示了无线设备110的示例部件的框图。部件可以包括接收模块1950、测量模块1952和发射模块1954。

[0188] 接收模块1950可以执行无线设备110的接收功能。例如,接收模块1950可以接收无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示,并根据关于图12-18描述的示例中的任一个来接收所指示的PRB子集上的CSI-RS。在某些实施例中,接收模块1950可以包括处理器1920或被包括在处理器1920中。在特定实施例中,接收模块1950可以与测量模块1952和发

射模块1954通信。

[0189] 测量模块1952可以执行无线设备110的测量功能。例如,测量模块1952可以使用接收到的CSI-RS来估计无线信道。测量模块1952可以基于该估计来确定CSI。在某些实施例中,测量模块1952可以包括处理器1920或被包括在处理器1920中。在特定实施例中,测量模块1952可以与接收模块1950和发射模块1954通信。

[0190] 发射模块1954可以执行无线设备110的发射功能。例如,发射模块1954可以将CSI发射到网络节点120。在某些实施例中,发射模块1954可以包括处理器1920或被包括在处理器1920中。在特定实施例中,发射模块1954可以与接收模块1950和测量模块1952通信。

[0191] 图20A是图示了网络节点的示例实施例的框图。网络节点是图12中图示的网络节点120的示例。在特定实施例中,网络节点能够:获得无线设备应当使用以测量CSI-RS的物理资源块(PRB)子集的指示;向无线设备发射无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

[0192] 网络节点120可以是eNodeB、nodeB、基站、无线接入点(例如,Wi-Fi接入点)、低功率节点、基站收发器(BTS)、传输点或节点、远程RF单元(RRU)、远程无线电头(RRH)或其他无线电接入节点。网络节点包括处理电路2000。处理电路2000包括至少一个收发器2010、至少一个处理器2020、至少一个存储器2030和至少一个网络接口2040。收发器2010便于将无线信号发射到无线设备并从无线设备接收无线信号(例如,经由天线),该无线设备诸如是无线设备110;处理器2020执行提供上面描述为由网络节点120提供的一些或所有功能的指令;存储器2030存储由处理器2020执行的指令;并且网络接口2040将信号传送到后端网络部件,诸如网关、交换机、路由器、互联网、公共交换电话网(PSTN)、控制器和/或其他网络节点120。处理器2020和存储器2030可以属于与上面关于图19A的处理器1920和存储器1930描述的类型相同的类型。

[0193] 在一些实施例中,网络接口2040通信地耦合到处理器2020,并指代可操作成执行下述操作的任何合适设备:接收针对网络节点120的输入;发送来自网络节点120的输出;执行输入或输出或这两者的合适处理;与其他设备通信;或者前述各项的任何组合。网络接口2040包括用于通过网络进行通信的适当硬件(例如,端口、调制解调器、网络接口卡等)和软件,其包括协议转换和数据处理能力。

[0194] 在特定实施例中,与收发器2010通信的处理器2020可操作成:获得无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;向无线设备发射无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示;以及在所指示的PRB子集上发射CSI-RS。

[0195] 网络节点120的其他实施例包括负责提供网络节点的功能的某些方面的附加部件(除图20A中所示的那些部件之外),该功能包括上述功能中的任一个和/或任何附加功能(包括支持上述解决方案所必需的任何功能)。各种不同类型的网络节点可以包括具有相同物理硬件但被配置(例如,经由编程)成支持不同无线电接入技术的部件,或者可以表示部分或完全不同的物理部件。

[0196] 图20B是图示了网络节点120的示例部件的框图。部件可以包括获得模块2050、发射模块2052和接收模块2054。

[0197] 获得模块2050可以执行网络节点120的获得功能。例如,获得模块2050可以根据关于图12-18描述的示例中的任一个来获得无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指

示。在某些实施例中,获得模块2050可以包括处理器2020或被包括在处理器2020中。在特定实施例中,获得模块2050可以与发射模块2052和接收模块2054通信。

[0198] 发射模块2052可以执行网络节点120的发射功能。例如,发射模块2052可以发射无线设备应当使用以测量CSI-RS的PRB子集的指示,并根据关于图12-18描述的示例中的任一个来在一个或多个PRB上发射CSI-RS。在某些实施例中,发射模块2052可以包括处理器2020或被包括在处理器2020中。在特定实施例中,发射模块2052可以与获得模块2050和接收模块2054通信。

[0199] 接收模块2054可以执行网络节点120的接收功能。例如,接收模块2054可以从无线设备110接收CSI。在某些实施例中,接收模块2054可以包括处理器1920或被包括在处理器1920中。在特定实施例中,接收模块2054可以与获得模块2050和发射模块2052通信。

[0200] 可以在不脱离本发明的范围的情况下对本文公开的系统 and 装置作出修改、添加或省略。系统和装置的部件可以是集成的或分离的。此外,系统和装置的操作可以由更多、更少或其他部件执行。另外,可以使用包括软件、硬件和/或其他逻辑的任何合适逻辑来执行系统和装置的操作。如本文档中所使用,“每一个”指代集合的每一个成员或集合的子集的每一个成员。

[0201] 可以在不脱离本发明的范围的情况下对本文公开的方法作出修改、添加或省略。该方法可以包括更多、更少或其他步骤。另外,可以按任何合适次序执行步骤。

[0202] 尽管已经就某些实施例而言描述了本公开,但实施例的更改和置换对本领域技术人员来说将是显而易见的。相应地,实施例的以上描述不约束本公开。在不脱离如所附权利要求所限定的本公开的范围的情况下,其他改变、替代和更改是可能的。

[0203] 可以在特定通信标准的框架内实现特定实施例。以下示例提供了可以如何在3GPP TSG RAN标准的框架内实现所提出的解决方案的非限制性示例。所描述的改变仅仅意在说明可以如何在特定标准中实现所提出的解决方案的某些方面。然而,还可以以其他合适方式在3GPP规范以及其他规范或标准两者中实现所提出的解决方案。

[0204] 例如,特定标准可以包括关于针对A类eFD-MIMO的CSI-RS设计的以下协定。对于{20, 24, 28, 32}端口,用于A类CSI报告的CSI-RS资源可以包括K个CSI-RS配置[即,RE图案]的合计。第k个配置中的RE的数目 $N_k \in \{4, 8\}$ 。相同的 $N_k = N$ 可以用于所有k。不排除以下各项:(a)每PRB的每端口CSI-RS密度=1;(b)针对不同CSI-RS端口的不同每端口CSI-RS密度。

[0205] 特定示例包括TDM。UE可以在一个子帧中测量和报告一个端口集合,并且,在另一子帧中测量和报告剩余端口集合。对该方案的挑战是:eNB如何将不同子帧上不同CSI-RS端口集合上测量的CSI报告进行组合。此外,如果在不同CSI-RS子帧上测量/报告与不同CSI-RS端口集合相对应的CSI,则所报告的CSI可能受子帧上的频移/多普勒不利影响。关于24个端口的仿真结果指示:与SNR范围0-10 dB内的FDM方案相比,基于TDM的方案可能遭受10%-20%之间的链路吞吐量损耗。

[0206] 关于TDM方案的开销,TDM方案未减小一个CSI-RS传输周期内的CSI-RS开销。这由TDM方案与CSI-RS方案之间的比较来说明,在CSI-RS方案中,在图21A和21B中在单个子帧中测量所有端口。

[0207] 在图21A中,描绘了基于针对32个端口的TDM方案的CSI-RS设计,其中在子帧(k+1)

中测量CSI端口15-30并且在子帧 $(k+2)$ 中测量CSI端口31-46。假定具有2个CRS端口、针对PDCCH的3个OFDM符号、2个DMRS端口和CSI-RS周期 $N_p = 5ms$ 的系统,那么一个CSI-RS周期内的TDM方案的CSI-RS开销是近似6%。

[0208] 在相同假定下,其中在子帧 $(k+1)$ 中测量所有32个端口的图21B中的方案实现了相同的CSI-RS开销6%。从该比较中显而易见,TDM方案未减小CSI-RS开销,而是仅将开销分布在不同子帧上。

[0209] 在一些实施例中,可以向下选择TDM方案,这是由于它未减小CSI-RS开销而是仅将CSI-RS开销分发给不同子帧上。

[0210] 特定示例包括FDM。UE可以被配置成测量一个固定PRB集合上的CSI-RS端口的子集和不同的固定PRB集合上的天线端口的另一子集上的信道。在图14中示出了32端口示例。在该示例中,在偶数PRB中传输CSI-RS端口15-30,并且在奇数PRB中传输CSI-RS端口31-46。

[0211] 评估FDM方案的性能可以包括使用具有 2×1 子阵列虚拟化的32端口 8×4 双极化阵列进行的系统级仿真。可以将具有0.5 RE/RB/端口的CSI-RS密度的FDM方案的性能与具有全密度(即,1 RE/RB/端口)的CSI-RS设计的性能进行比较。分别在表5和表6中给出3D-UMi和3D-UMa场景的结果。在这些结果中,通过对具有CDM-4和3 dB功率增强的四个8端口CSI-RS配置进行合计来获得32端口CSI-RS资源。

[0212] 表5:3D-UMi中的性能比较

参考 RU [%]	5		20		50	
参考供应业务量 [bps/Hz/小区]	0.20		0.63		1.15	
	FDM 方案	全 CSI-RS 密度	FDM 方案	全 CSI-RS 密度	FDM 方案	全 CSI-RS 密度
小区边缘吞吐量 [bps/Hz/用户]	2.00	1.99	1.09	1.14	0.36	0.48
均值吞吐量 [bps/Hz/用户]	4.44	4.34	3.53	3.51	2.13	2.33
小区边缘增益 [%]	1	0	-4	0	-25	0
均值吞吐量增益 [%]	2	0	1	0	-9	0

[0213] 表6:3D-UMa中的性能比较

参考 RU [%]	5		20		50	
参考供应业务量 [bps/Hz/小区]	0.19		0.55		0.91	
	FDM 方案	全 CSI-RS 密度	FDM 方案	全 CSI-RS 密度	FDM 方案	全 CSI-RS 密度
小区边缘吞吐量 [bps/Hz/用户]	1.80	1.83	0.93	1.02	0.19	0.39
均值吞吐量 [bps/Hz/用户]	4.26	4.18	3.27	3.25	1.56	2.09
小区边缘增益 [%]	-2	0	-9	0	-51	0
均值吞吐量增益 [%]	2	0	1	0	-25	0
仿真参数						
载波频率	2 GHz					
带宽	10 MHz					
场景	3D UMi 200m ISD, 3D UMa 500m ISD					
天线配置	具有 2x1 虚拟化的 8x4 倾斜: 130°, 对于 3D-UMi; 以及 122°, 对于 3D-UMa					
卷绕	基于无线电距离的					
UE 接收器	MMSE-IRC					
CSI 周期	5 ms					
CSI 延迟	5 ms					
CSI 模式	PUSCH 模式 3-2					
外环链路适配	是的, 10% BLER 目标					
UE 噪声系数	9 dB					
eNB Tx 功率	41 dBm (3D-UMi), 46 dBm (3D-UMa)					
业务量模型	FTP 模型 1, 500 kB 分组大小					
UE 速度	3 km/h					
调度	时间和频率中的正比公平					
CRS 干扰	未建模。开销占 2 个 CRS 端口。					
DMRS 开销	2 个 DMRS 端口					
CSI-RS	开销占。 信道估计误差被建模。 假定重用因子 1。					
码本	基于 DFT 的波束的 2D 网格					
HARQ	最大值 5 个重传					
天线间距	垂直方向上 0.8λ , 水平方向上 0.5λ					
切换余量	3 dB					

[0214] 这些结果示出了:FDM方案由于其与全密度CSI-RS方案相比具有的更低开销优势而在非常低的资源利用率5%下获得小均值吞吐量增益2%。然而,在更高资源利用率下,FDM方案遭受显著的吞吐量损耗。在50% RU下,FDM方案的小区边缘性能比全密度CSI-RS方案低25%(在3D-UMi中)和53%(在3D-UMa中)。该损耗主要是由于在与全密度CSI-RS方案相比时与

FDM方案相关联的处理增益降低所致。

[0215] 在与具有1 RE/RB/端口的密度的CSI-RS设计相比时,具有0.5 RE/RB/端口的FDM方案在非常小的负载下获得小增益,但在中到高负载下遭受显著损耗。因此,给定表5和表6中的结果,那么具有固定CSI-RS密度的基于FDM的设计可能由于其在高负载下的差性能而不是良好的解决方案。为了确保中到高负载条件下的良好性能,应当允许CSI-RS设计中的充分可配置性,以除了低于1 RE/RB/端口的CSI-RS密度外还具有每端口CSI-RS密度1 RE/RB/端口。

[0216] 具有固定CSI-RS密度的基于FDM的CSI-RS设计可能不是针对A类eFD-MIMO而考虑的。应当允许CSI-RS设计中的充分可配置性,以除了低于1 RE/RB/端口的CSI-RS密度外还具有每端口CSI-RS密度1 RE/RB/端口。

[0217] 特定实施例包括频域中的测量限制。因为利用用于减小针对CSI-RS传输的开销的机制指定{20, 24, 28, 32} CSI-RS端口的增强是eFD-MIMO标准的目的之一,所以更灵活的方案是允许CSI-RS设计的密度可配置。这可以由频域中的测量限制(MR)而实现,在该测量限制(MR)中,UE可以被请求测量可配置PRB集合上的信道。仅在其中UE被请求执行信道测量的PRB中传输CSI-RS。频域中的MR可以是半静态地配置的且可以被RRC发信号通知给UE。

[0218] 因为频域中的MR是可配置的,所以CSI-RS端口的密度可以被灵活地选择成适于部署场景。例如,对于低负载低延迟扩频条件,CSI-RS端口可以被配置有降低的密度。对于高负载和/或高延迟扩频条件,可以针对CSI-RS端口而配置更高密度,以避免在表5和表6的结果中演示的性能损失。

[0219] 可以由频域中的MR来实现用于降低每端口CSI-RS密度的若干可替换方案。几个示例包括以下各项。

[0220] FDM:利用频域中的MR,可以实现具有不同CSI-RS密度的FDM方案。例如,可以通过将UE配置成测量PRB 0、2、4、6、……上的CSI-RS端口15-30并测量PRB 1、3、5、7、……上的CSI-RS端口31-46来实现图14的32端口降低密度CSI-RS示例。如果这种降低因子适于给定部署场景,则还可以利用频域中的MR来配置其他密度降低因子(即,3或4)。

[0221] 部分重叠:可以利用频域中的MR来获得部分重叠的CSI-RS设计。考虑在图15中给出的32端口示例,UE被配置成测量仅PRB 1、3、5、7、……上的CSI-RS端口23-38。对于CSI-RS端口15-22,UE被配置成测量所有PRB上的CSI-RS。

[0222] 部分带宽测量:频域中的MR可以有效地用于探测UE以在非周期性CSI-RS的情境中测量仅一个或多个子带上的CSI-RS。

[0223] 全CSI-RS密度:可以通过将UE配置成测量所有PRB上的CSI-RS经由频域中的MR来实现每端口CSI-RS密度1 RE/端口/PRB。

[0224] 可以针对关于具有不同数目的端口的不同CSI-RS资源的情况以及涉及不同CDM设计的情况而应用频域中的MR。

[0225] 给定这些优势,那么特定实施例包括用于实现许多可替换方案的频域中的测量限制,该可替换方案用于降低包括FDM、部分重叠、部分带宽和全CSI-RS密度的每端口CSI-RS密度。对于A类eFD-MIMO,频域中的测量限制提供了根据部署场景和负载条件对CSI-RS的密度进行配置的良好灵活性。

[0226] 一些实施例包括CSI-RS SINR改进。可以将具有CDM-4和3 dB功率增强(9 dB增益)的32端口CSI-RS设计的性能与具有15 dB增益的32端口CSI-RS设计的上界性能进行比较。这两种情况都假定CSI-RS密度1 RE/RB/端口和具有2x1子阵列虚拟化的32端口8x4双极化阵列。上面给出了详细仿真参数。

[0227] 在表7中给出50%资源利用率下的3D-UMi和3D-UMa场景的结果。这些结果示出了在与具有9 dB增益的情况相比时在使用15 dB增益时的小区边缘吞吐量上界增益29%-41%。对应的均值吞吐量增益处于11%-12%的范围内。这暗示了:如果CSI-RS SINR可以被进一步改进,则进一步增益是可能的。

[0228] 表7:50%参考RU下的9 dB和15 dB增益情况之间的性能比较

场景	3D-UMi		3D-UMa	
参考供应业务量 [bps/Hz/小区]	1.15		0.91	
	具有 9 dB 增益的性能	具有 15 dB 增益的上界	具有 9 dB 增益的性能	具有 15 dB 增益的上界
小区边缘吞吐量 [bps/Hz/用户]	0.48	0.62	0.39	0.55
均值吞吐量 [bps/Hz/用户]	2.33	2.58	2.09	2.35
小区边缘增益 [%]	0	29	0	41
均值吞吐量增益 [%]	0	11	0	12

[0229] 前面的描述中使用的缩写包括:

3GPP:第三代合作伙伴计划

AP:接入点

BSC:基站控制器

BTS:基站收发器

CDM:码分复用

CPE:客户终端设备

CRS:小区专用参考信号

CQI:信道质量指示符

CSI:信道状态信息

CSI-RS:信道状态信息参考信号

D2D:设备对设备

DAS:分布式天线系统

DCI:下行链路控制信息

DFT:离散傅里叶变换

DL:下行链路

DMRS:解调参考信号

eNB:eNodeB

EPDCCH:增强型物理下行链路控制信道

FDD:频分双工
LTE:长期演进
LAN:局域网
LEE:膝上型嵌入式设备
LME:膝上型安装设备
MAC:媒体接入控制
M2M:机器对机器
MIMO:多输入多输出
MR:测量限制
MTC:机器类型通信
NR:新无线电
NZP:非零功率
OCC:正交覆盖码
OFDM:正交频分复用
PDCCH:物理下行链路控制信道
PDSCH:物理下行链路共享信道
PMI:预编码矩阵指示符
PRB:物理资源块
PSTN:公共交换电话网
PUSCH:物理上行链路共享信道
PUCCH:物理上行链路控制信道
RAN:无线电接入网
RAT:无线电接入技术
RB:资源块
RBS无线电基站
RE:资源元素
RI:秩指示符
RNC:无线电网络控制器
RRC:无线电资源控制
RRH:远程无线电头
RRU:远程无线电单元
TDD:时分双工
TFRE:时间频率资源元素
TM:传输模式
UE:用户设备
UL:上行链路
UTRAN:通用陆地无线电接入网
WAN:无线接入网
ZP:零功率。

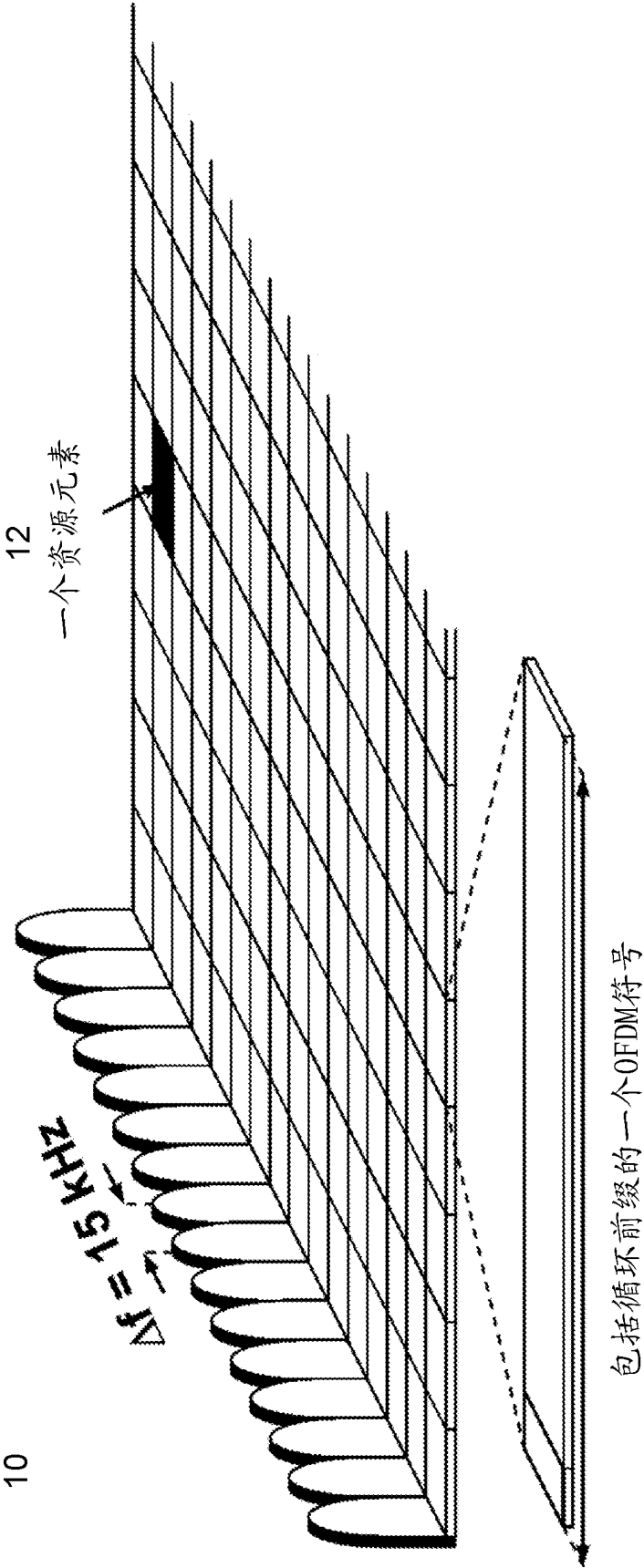


图 1

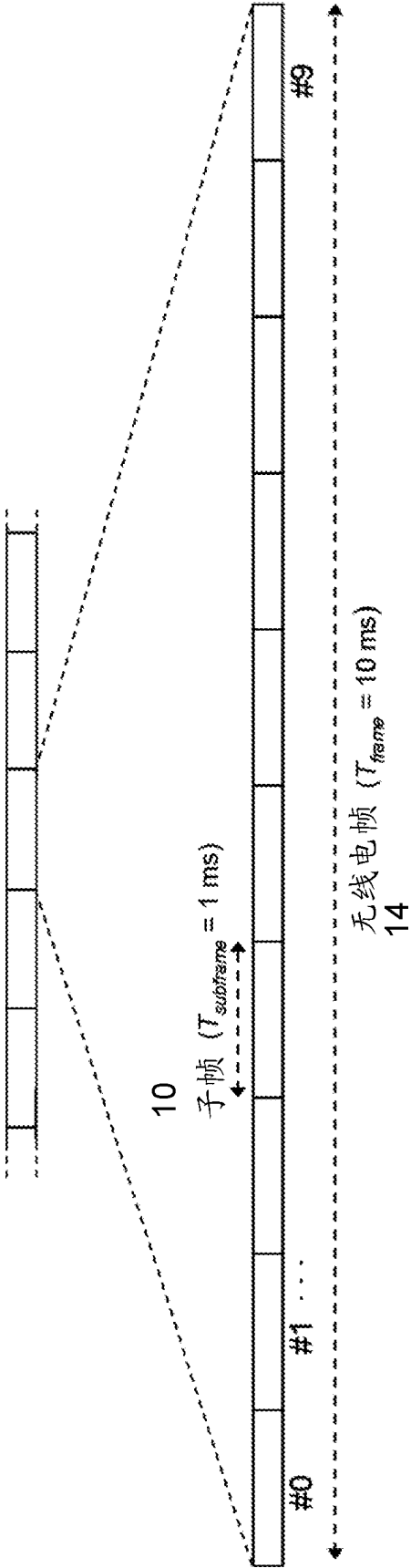


图 2

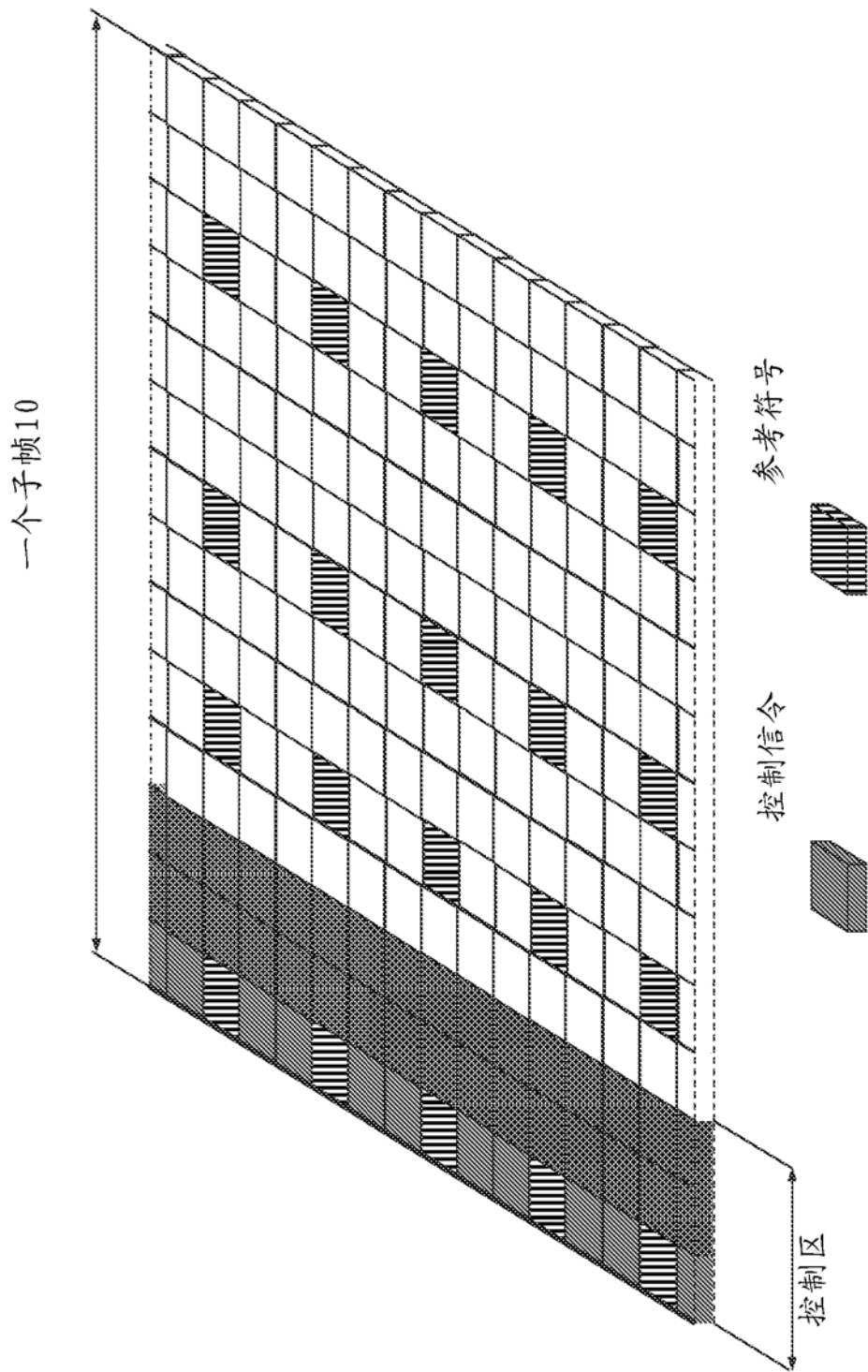


图 3

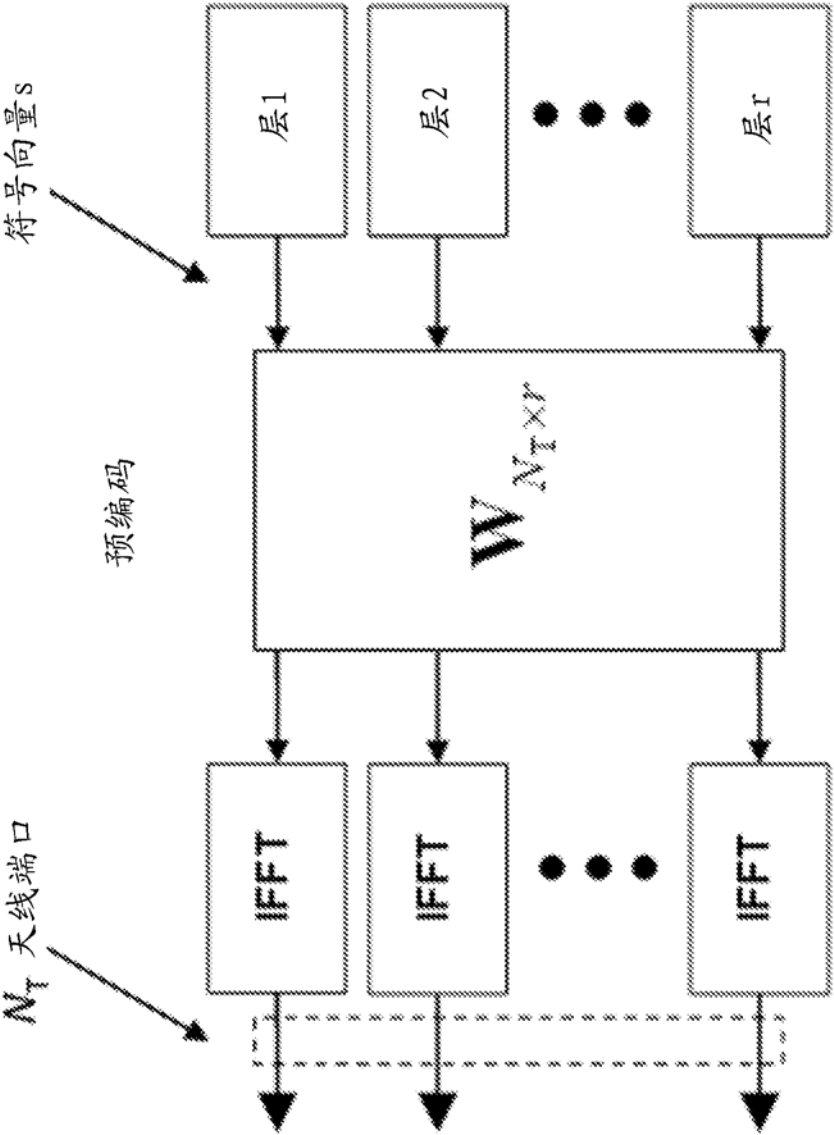


图 4

Figure 10 displays three 16x16 grids illustrating CSI-RS resource allocation for different numbers of CSI-RS endpoints (2, 4, and 8). The grids are labeled "2个CSI-RS端点", "4个CSI-RS端点", and "8个CSI-RS端点". Each grid shows the distribution of CSI-RS resources across the 16x16 area, with shaded cells indicating the allocated resources. The grids are organized into three columns, each representing a different number of CSI-RS endpoints.

图 5

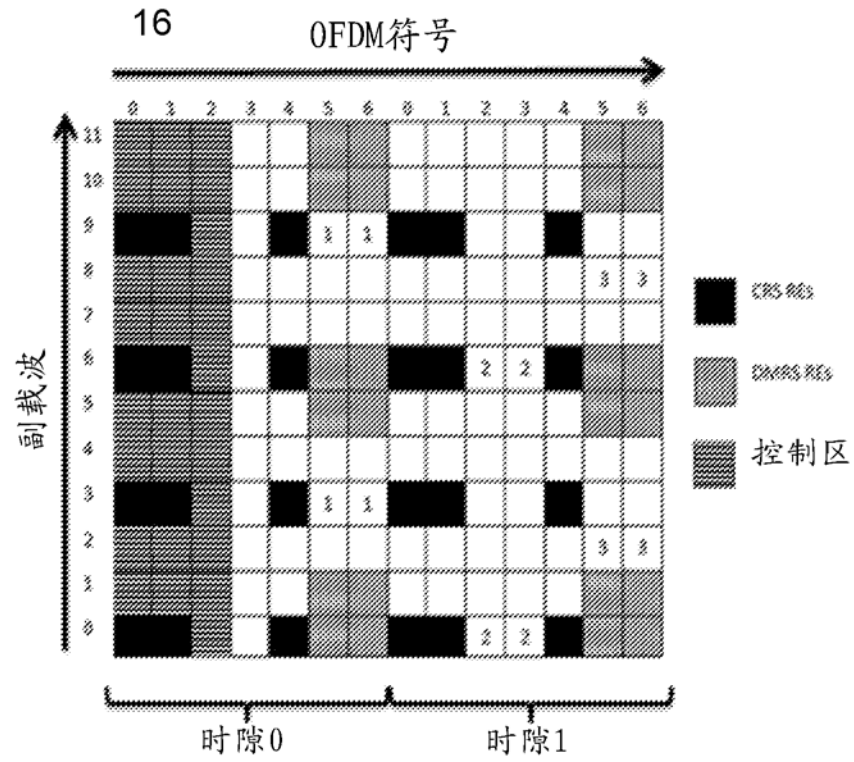


图 6A

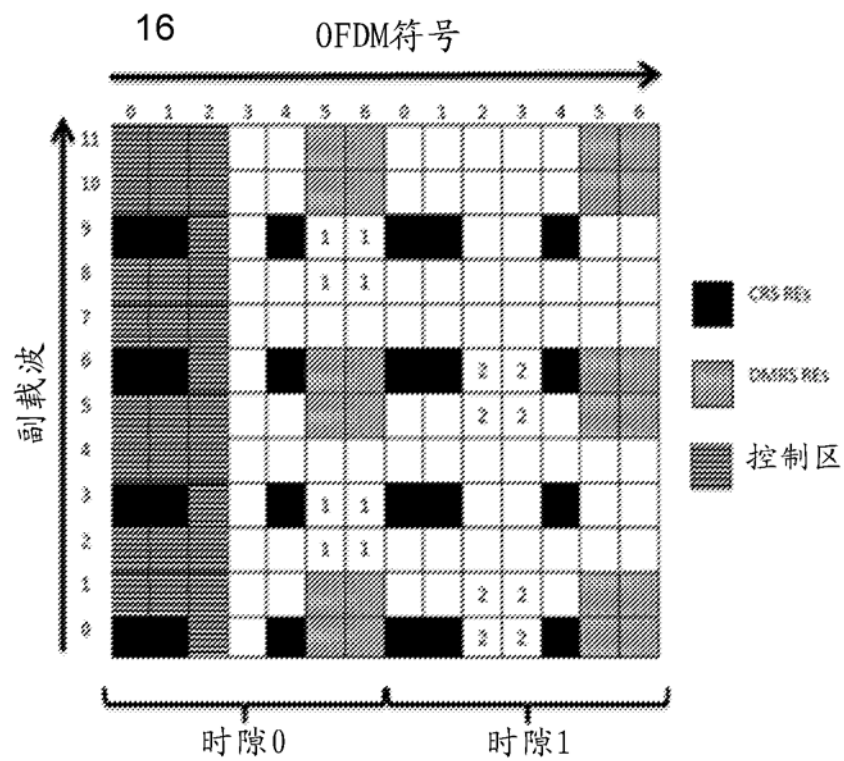


图 6B

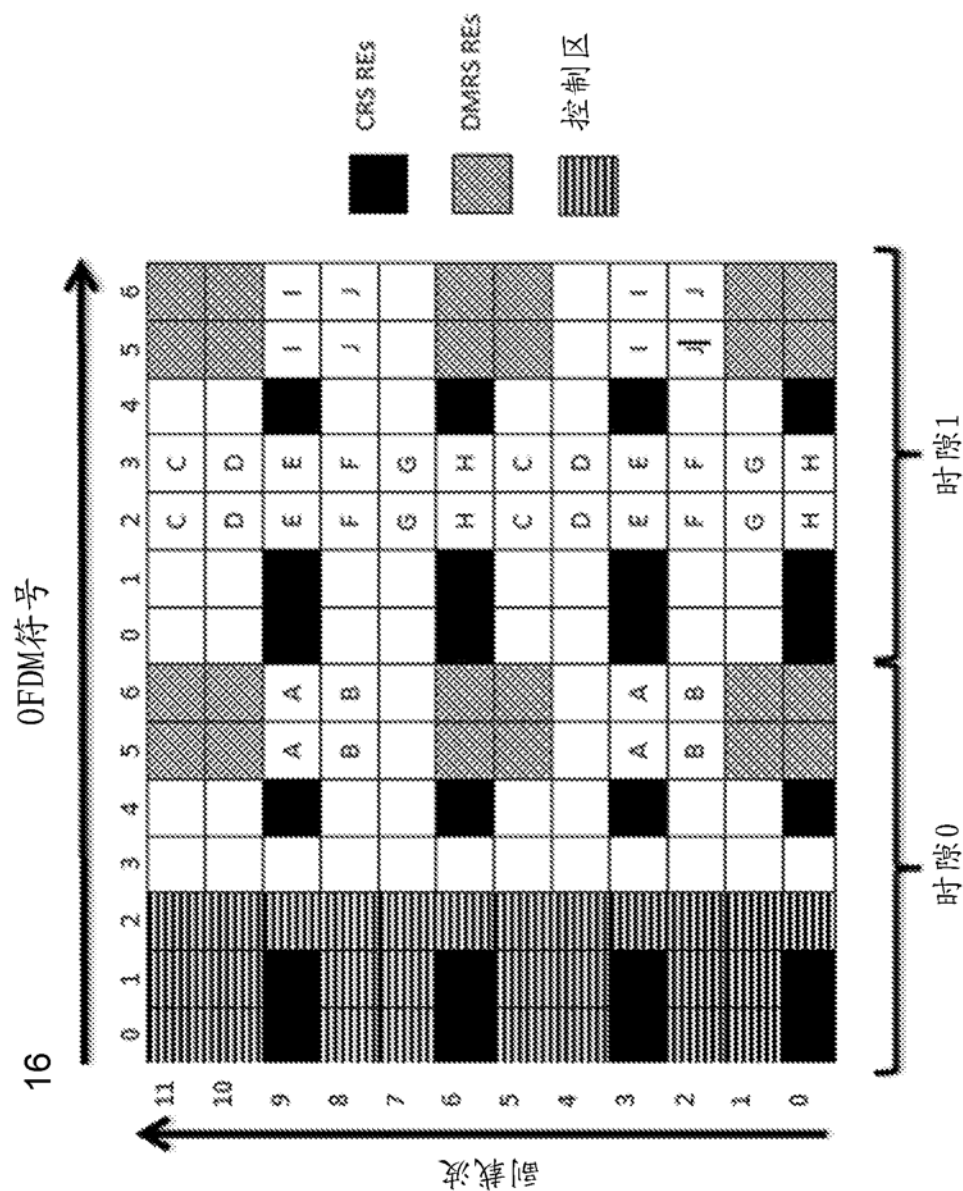


图 7

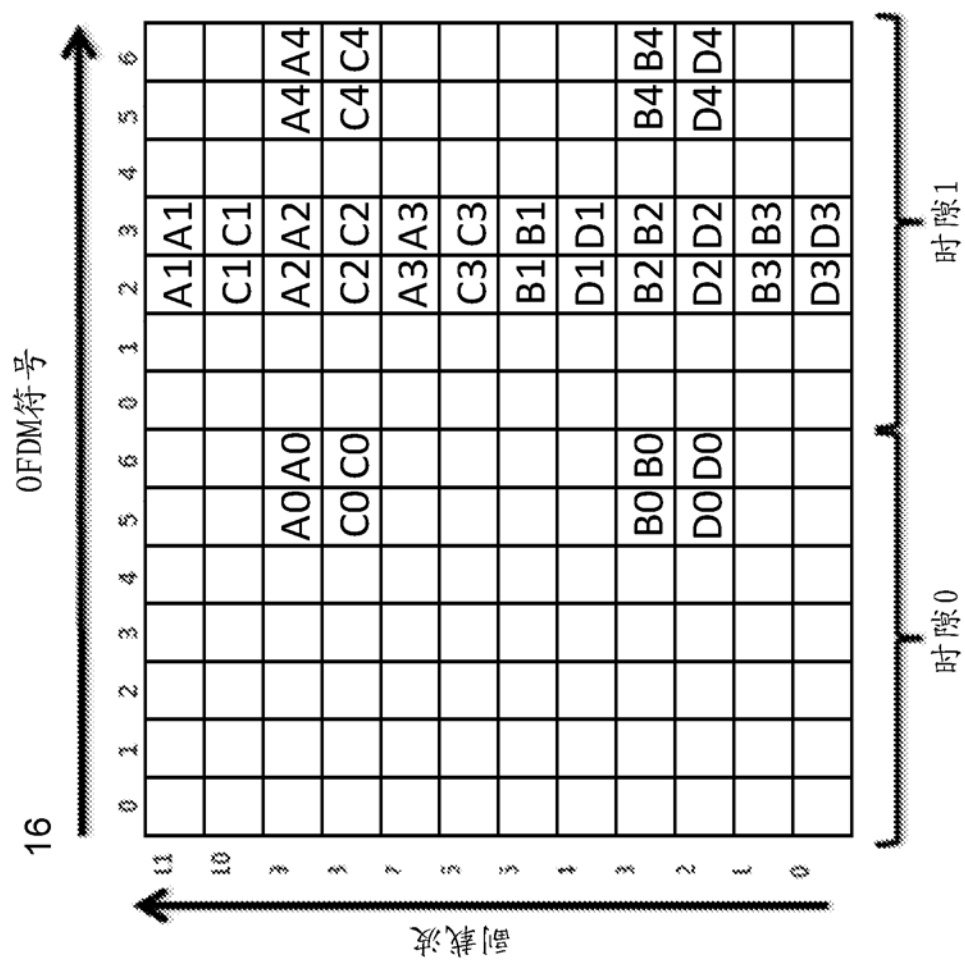


图 8

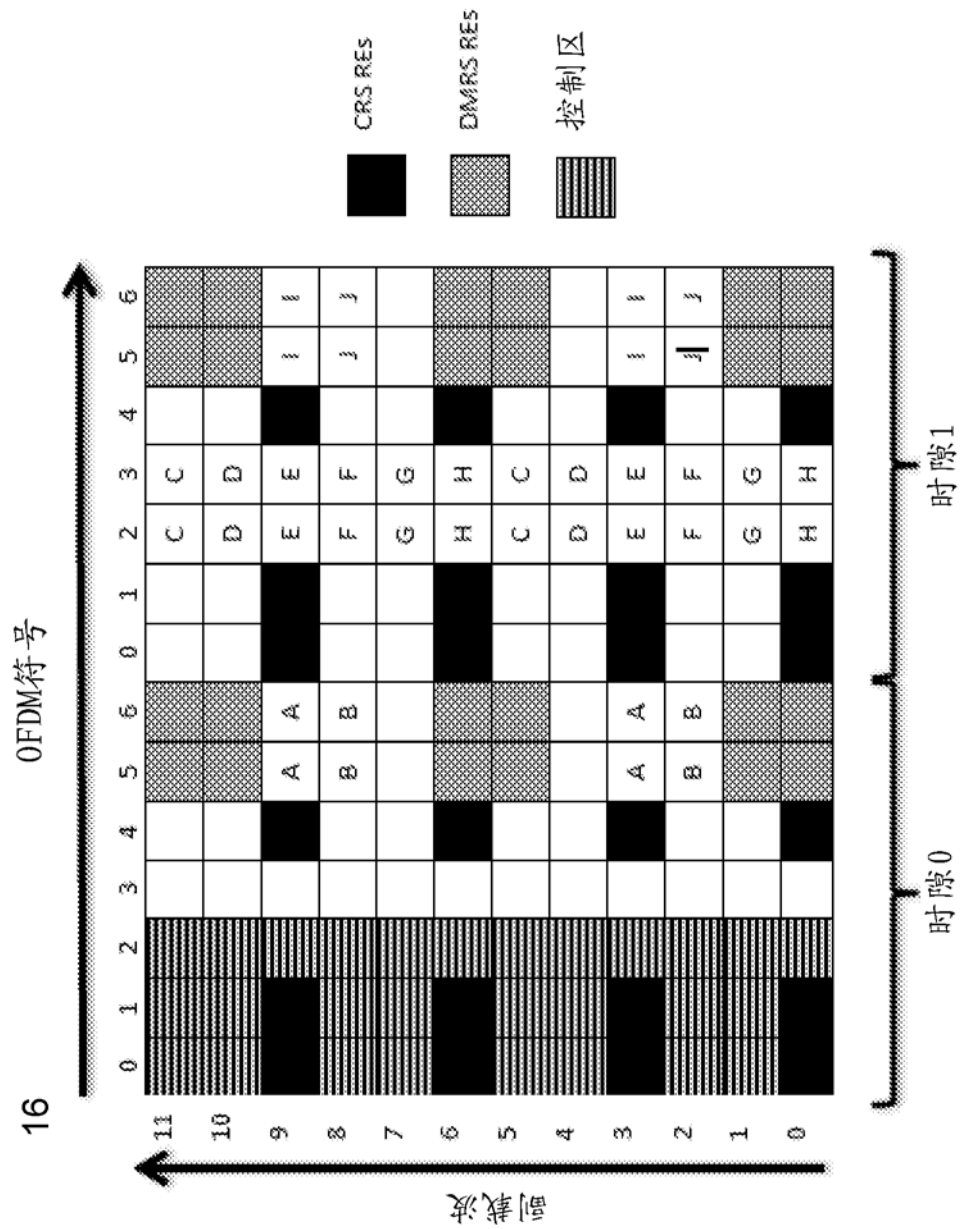


图 9

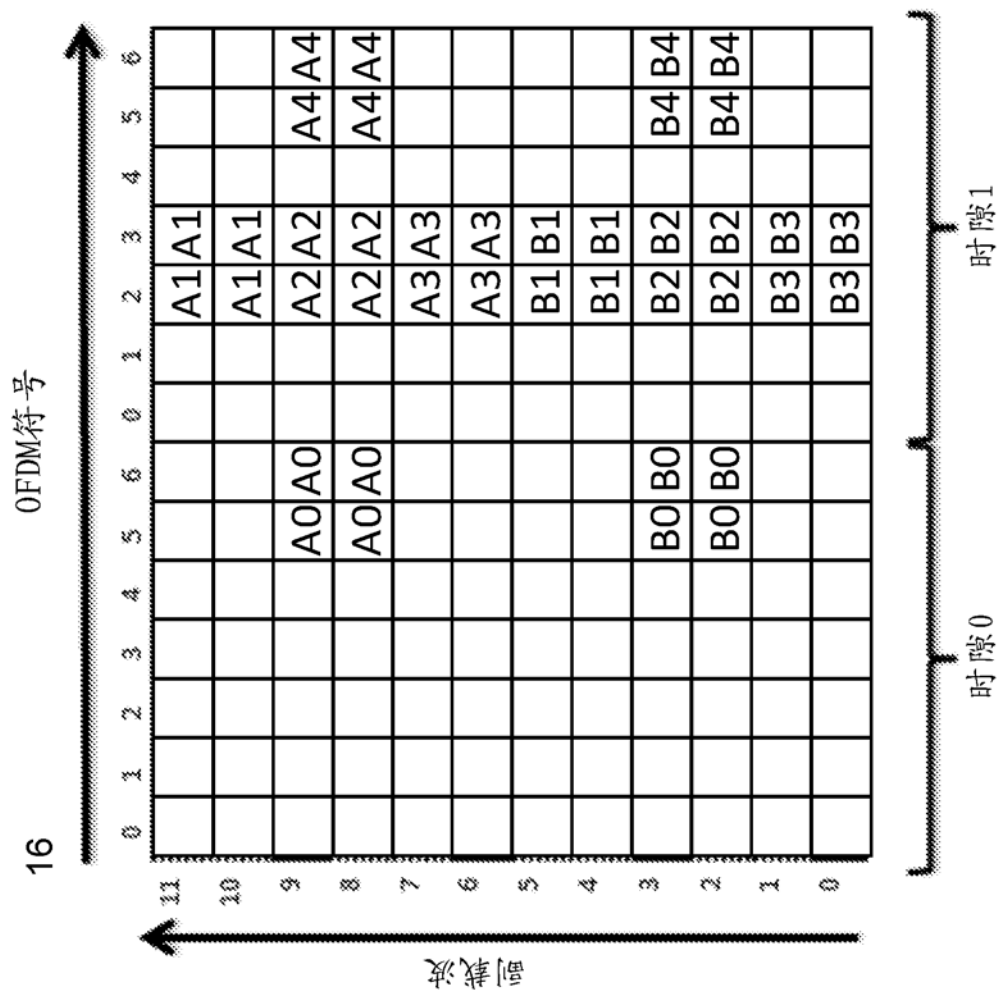


图 10

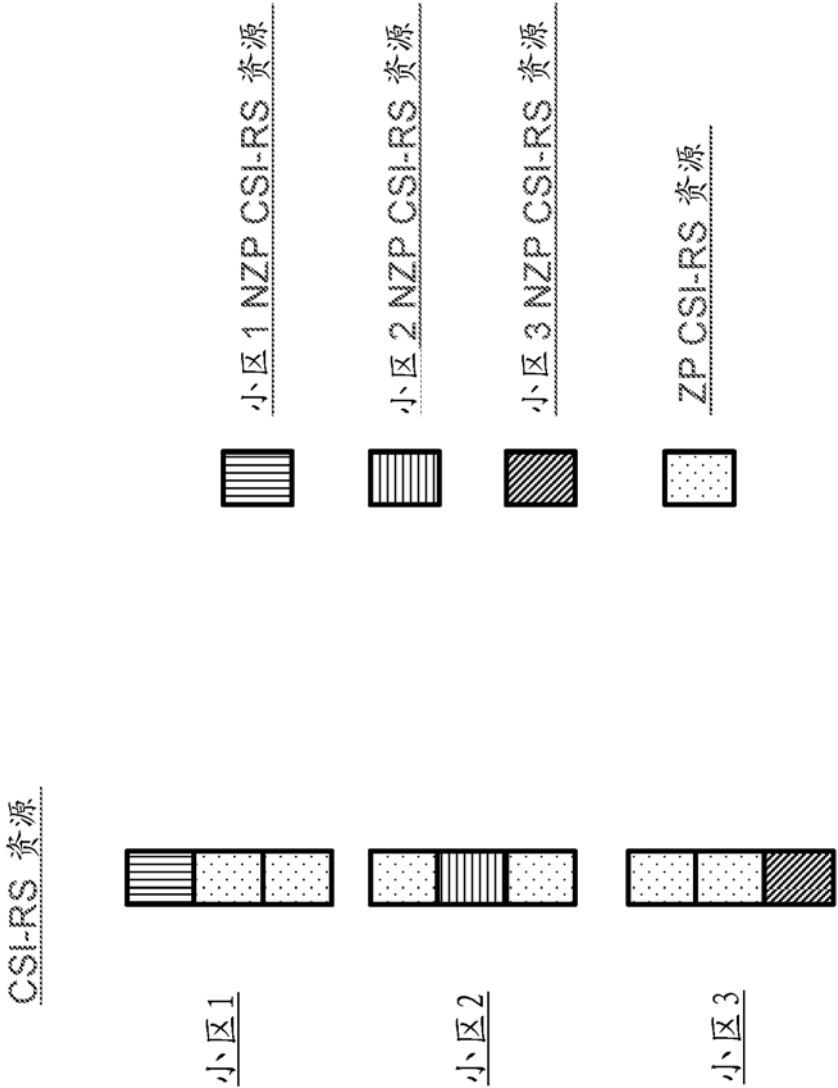


图 11

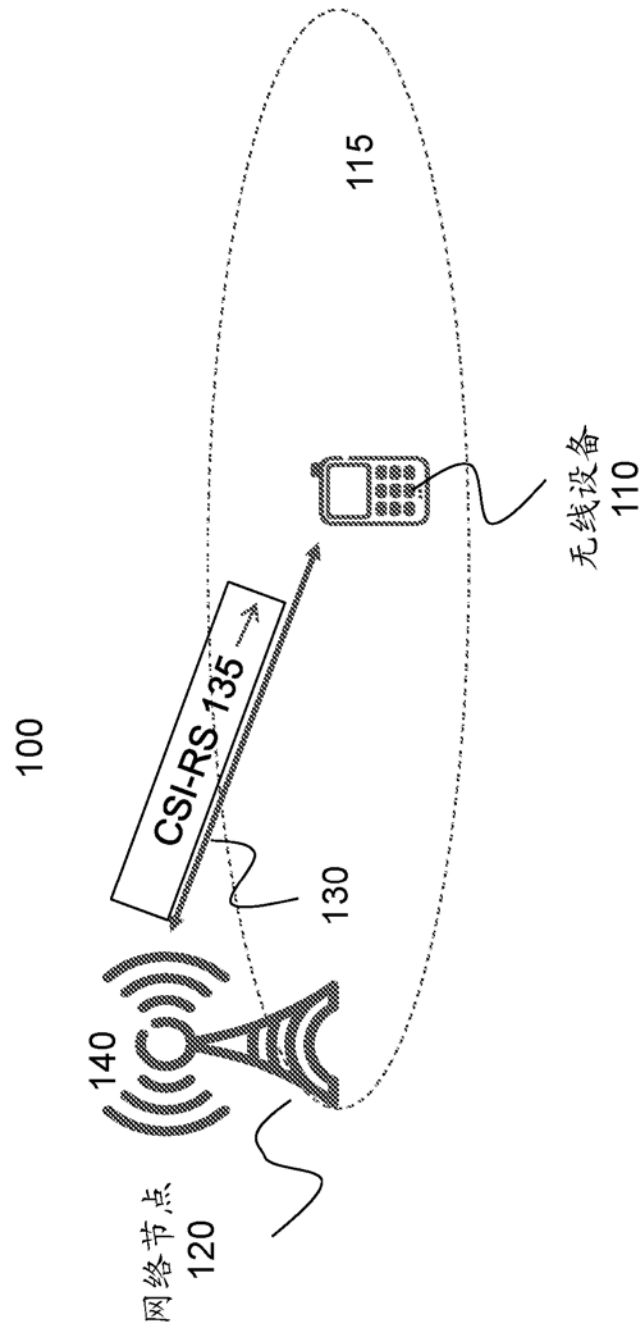


图 12

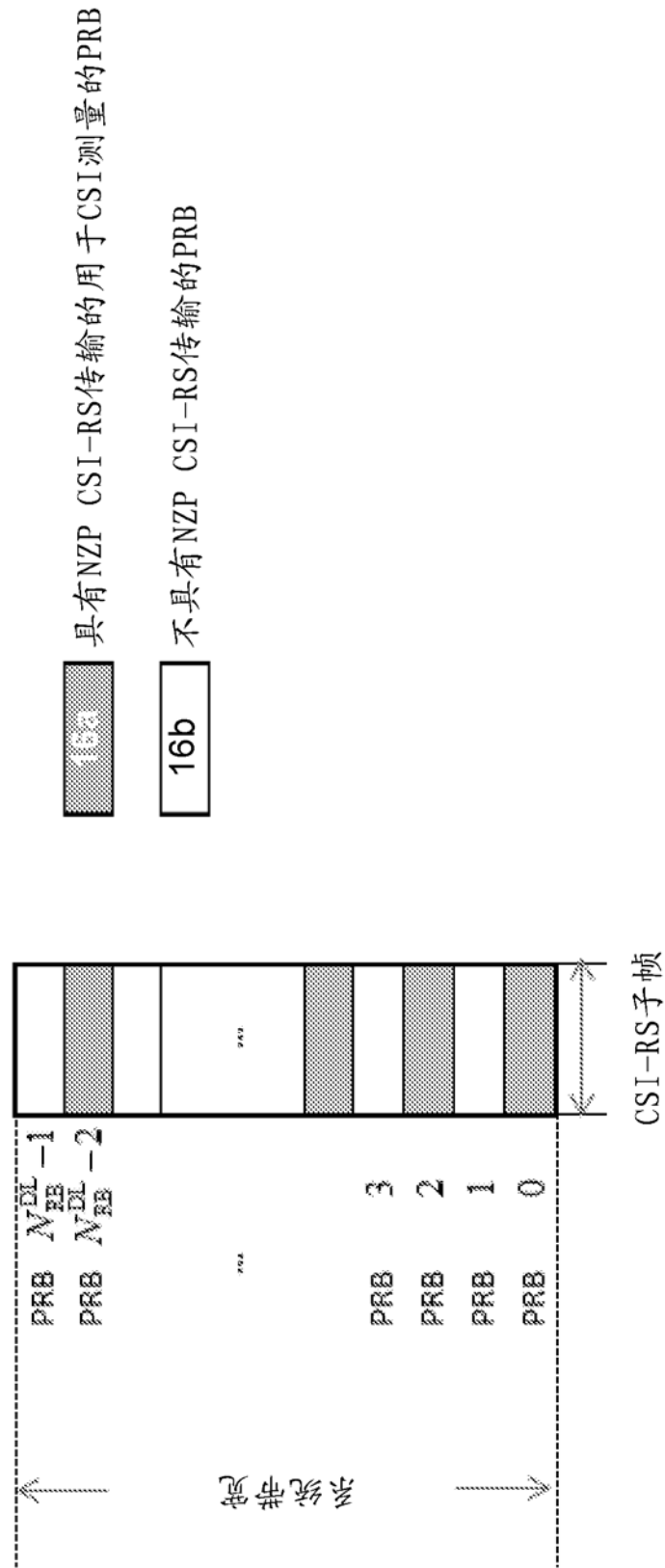


图 13

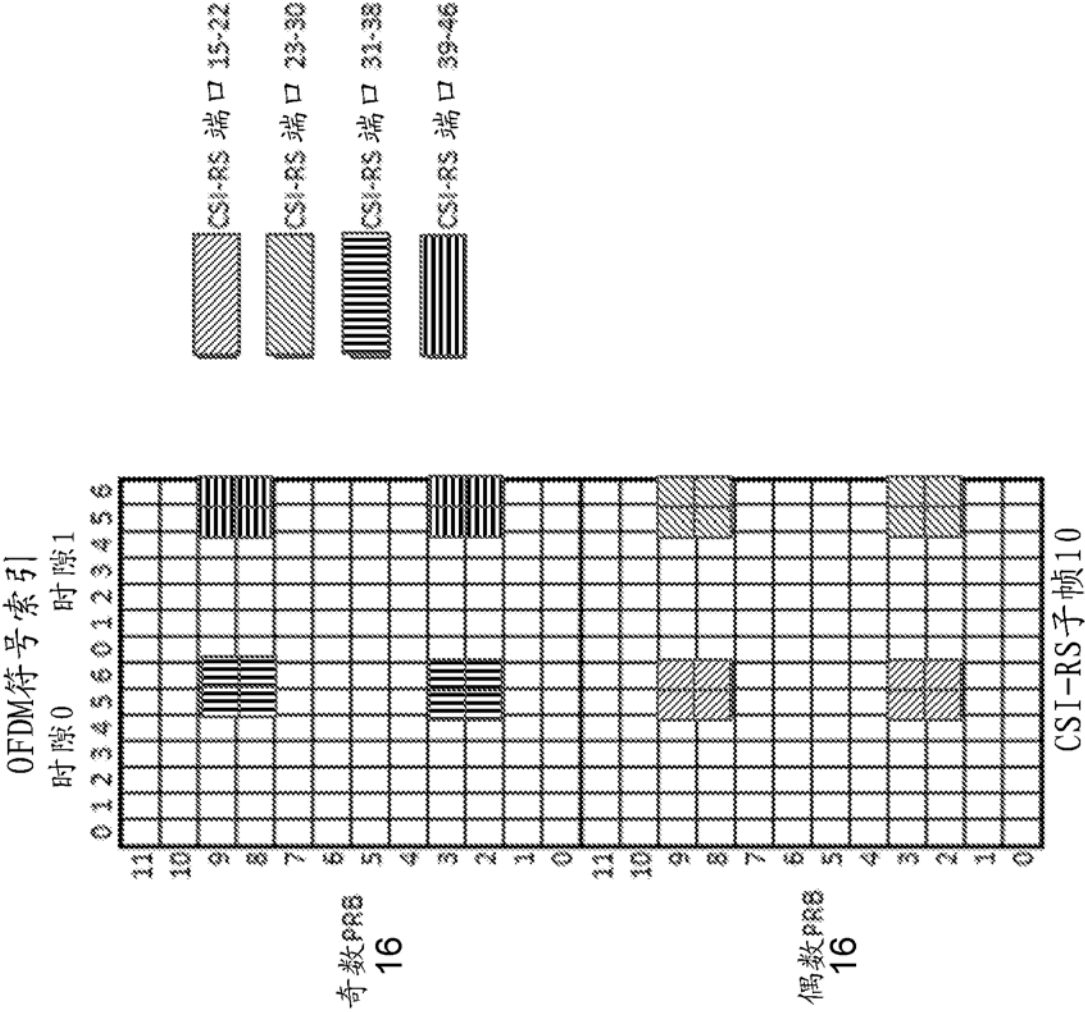


图 14

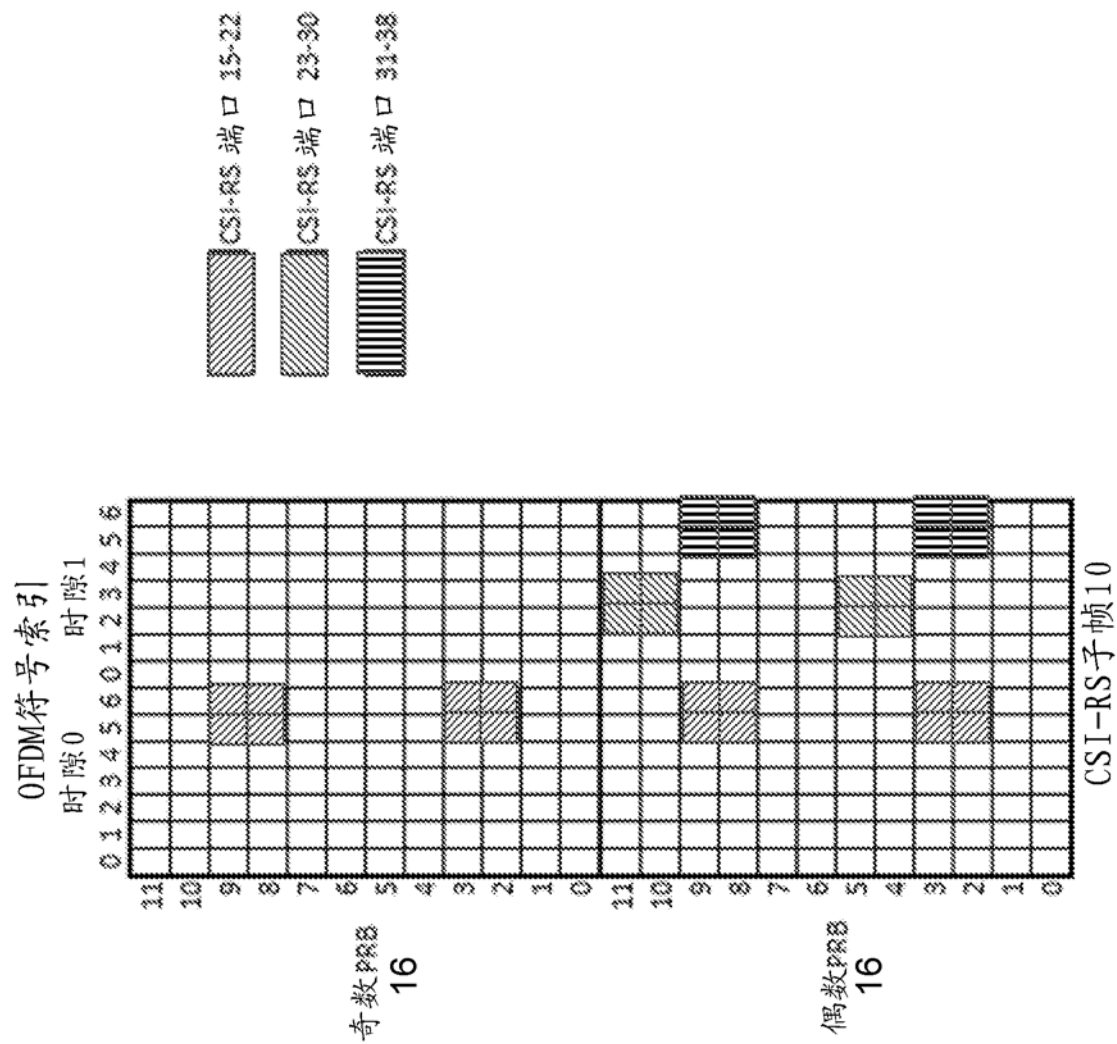


图 15

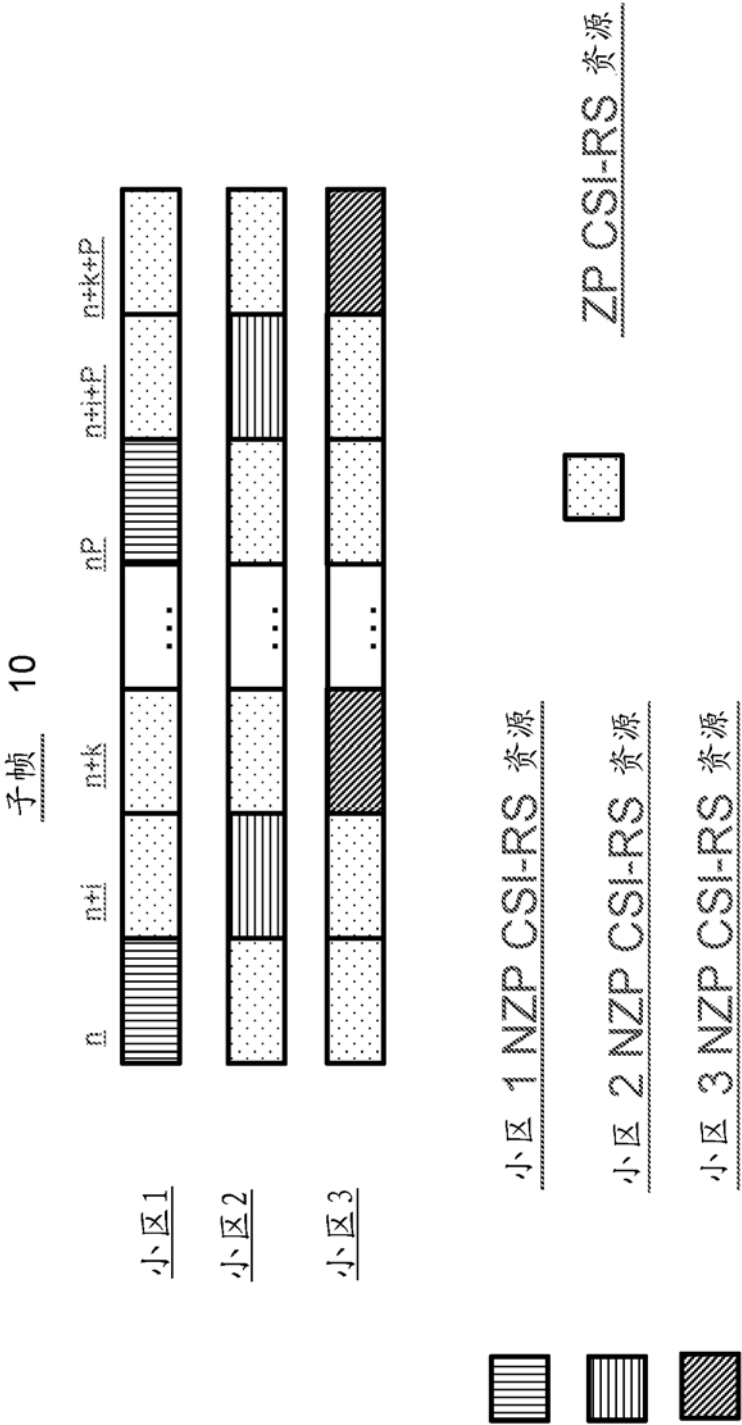


图 16

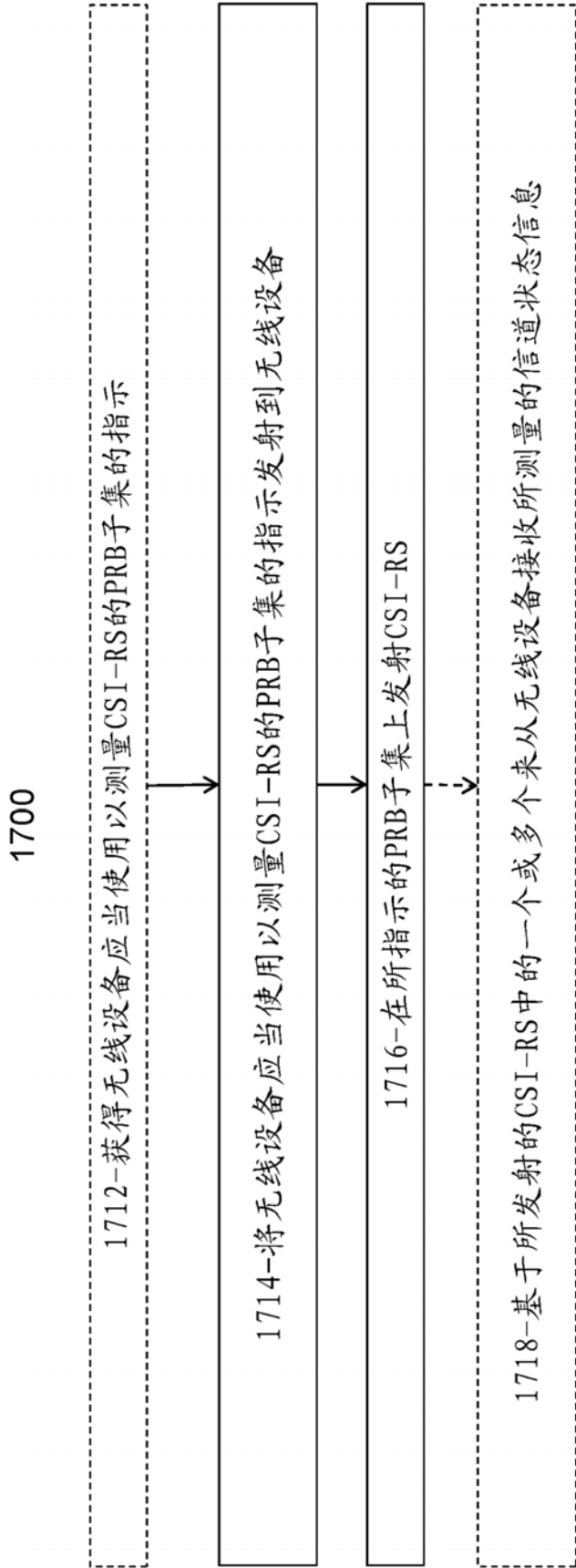


图 17

1800

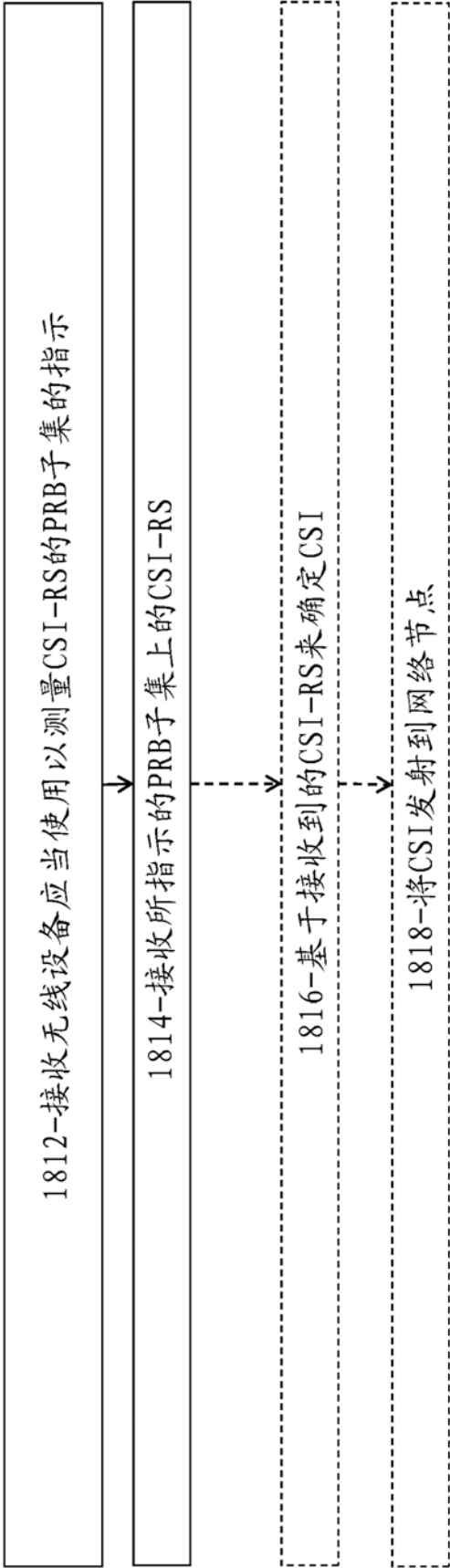


图 18

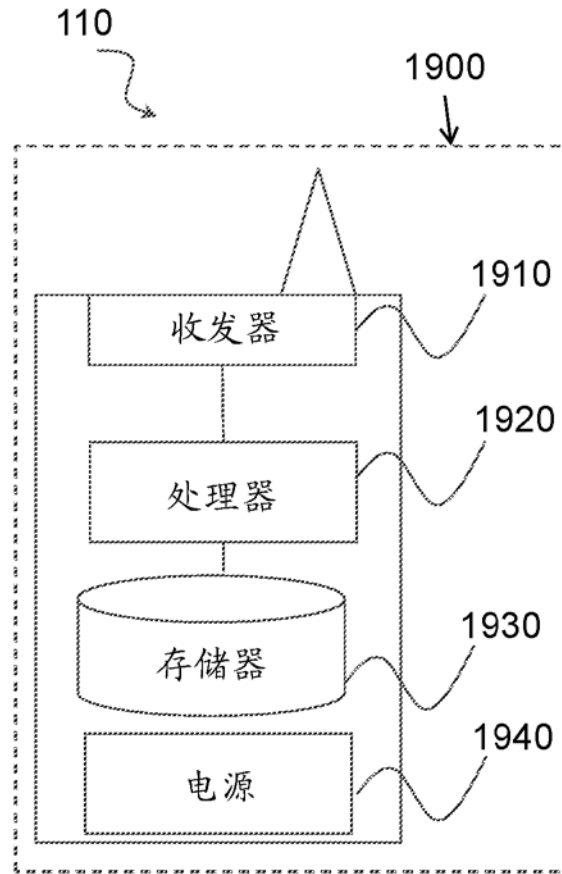


图 19A

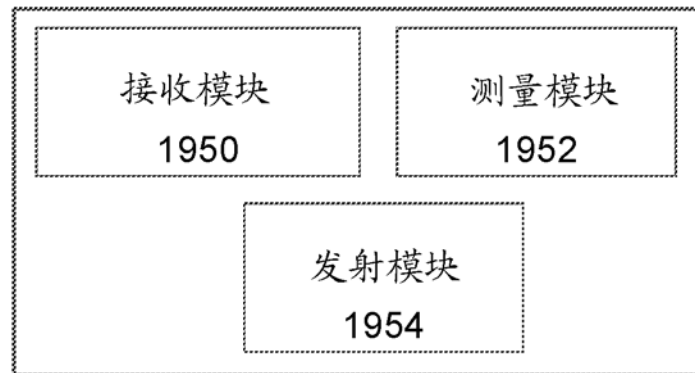


图 19B

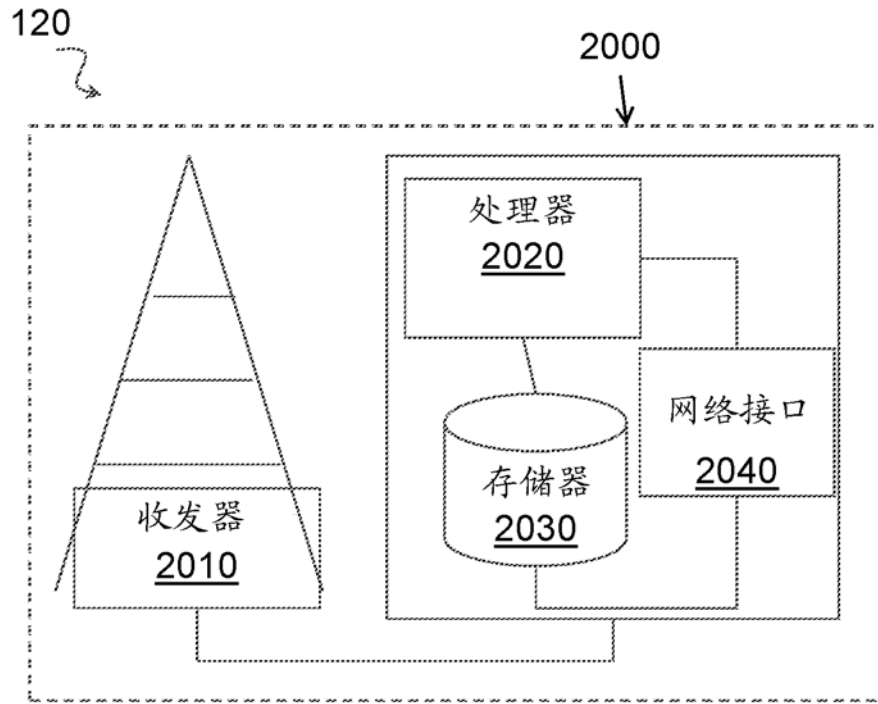


图 20A

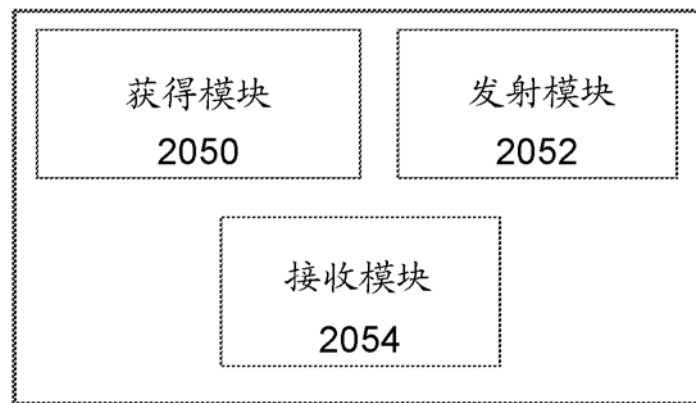


图 20B

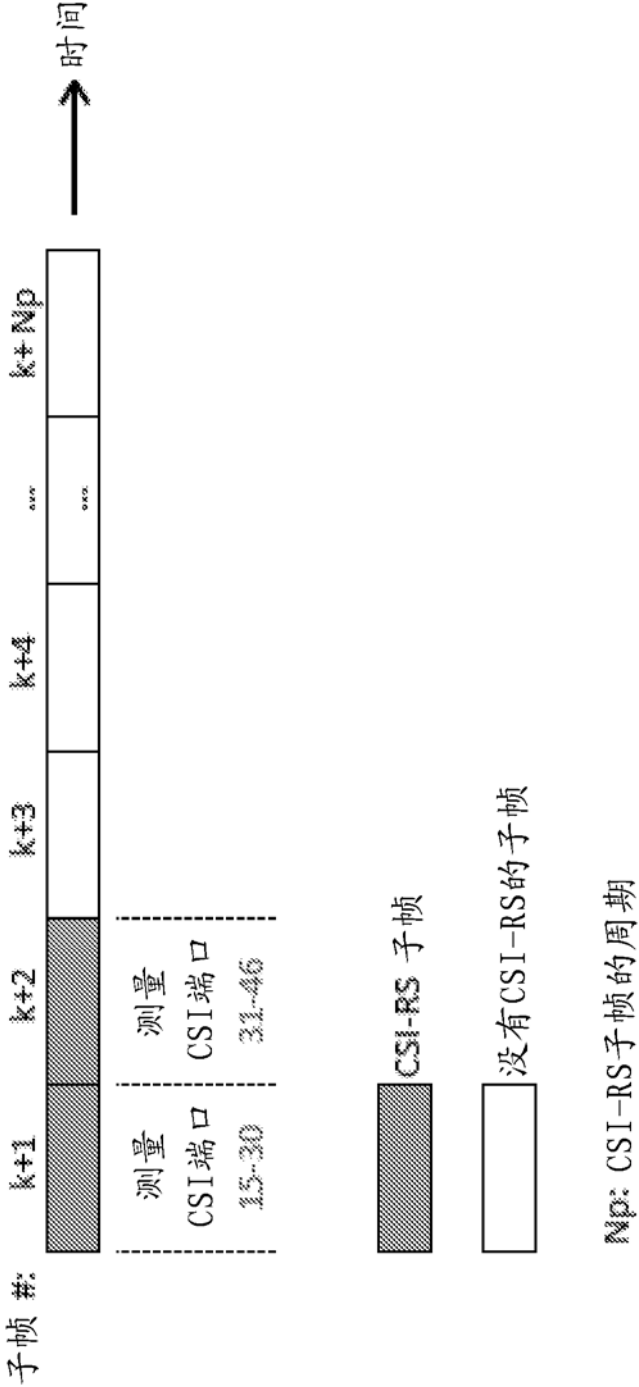


图 21A

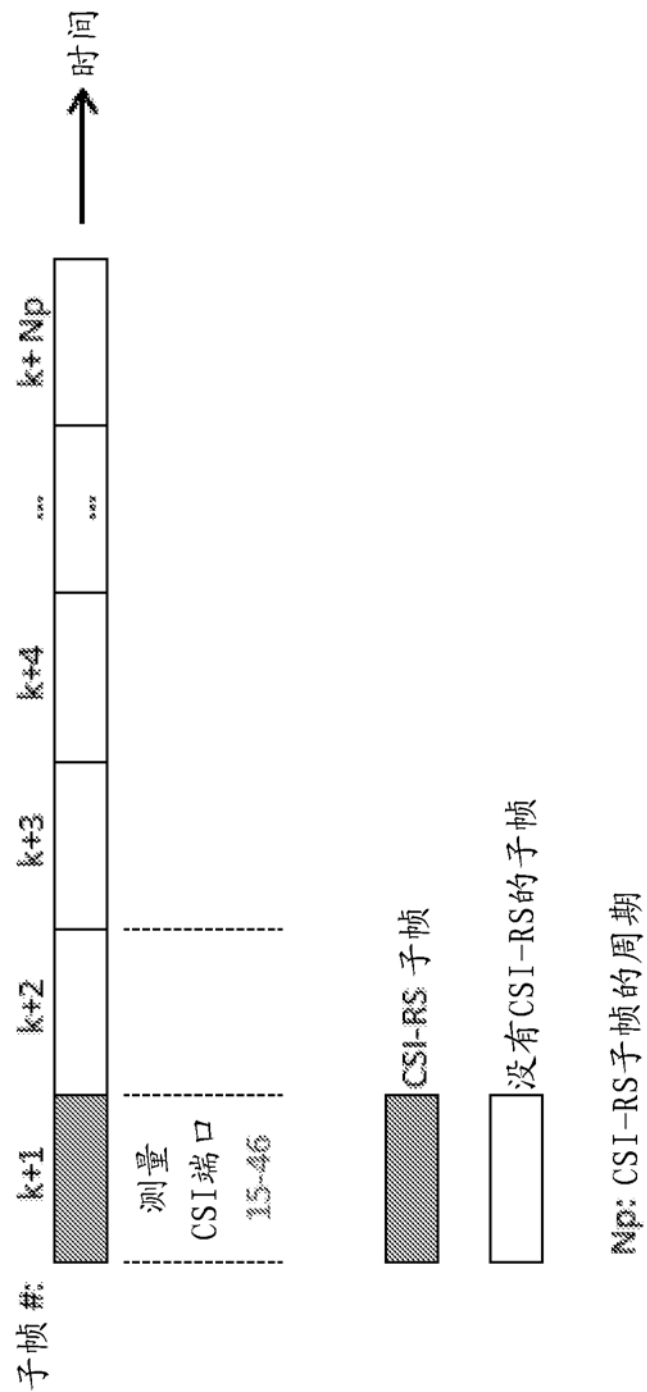


图 21B