



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106464328 B

(45)授权公告日 2020.01.10

(21)申请号 201580032419.8

(72)发明人 阳范 丸田靖

(22)申请日 2015.03.19

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106464328 A

代理人 刘新宇

(43)申请公布日 2017.02.22

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H04B 7/0452(2017.01)

2014902281 2014.06.16 AU

H04B 7/0456(2017.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.12.16

H04B 7/06(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2015/059281 2015.03.19

(56)对比文件

US 2011135033 A1,2011.06.09,

US 2011135033 A1,2011.06.09,

EP 2665203 A1,2013.11.20,

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/194227 EN 2015.12.23

审查员 张驰

(73)专利权人 日本电气株式会社  
地址 日本东京都

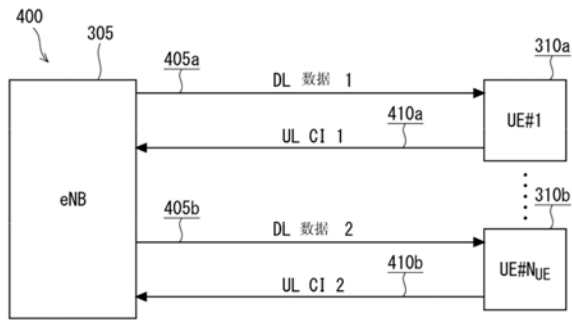
权利要求书1页 说明书9页 附图9页

## (54)发明名称

MU-MIMO通信所用的方法和系统

## (57)摘要

提供一种多用户多输入多输出(MU-MIMO)系统中的数据通信的方法和系统。该方法包括以下步骤:从多个UE中的第一UE接收与天线的第一子集和第二子集有关的第一信道信息和第二信道信息;根据第一信道信息和第二信道信息生成第一子预编码器和第二子预编码器;至少部分地根据第一子预编码器和第二子预编码器生成预编码器;以及使用预编码器将数据发送至第一UE。



1. 一种多输入多输出系统即MIMO系统中的数据通信的方法,所述MIMO系统包括基站和多个用户设备即多个UE,所述基站包括多个天线,其中,所述多个天线被分区成天线的多个子集,所述方法包括以下步骤:

在所述多个UE中的第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第一子集有关的第一信道信息;

在所述第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第二子集有关的第二信道信息;以及将所述第一信道信息和所述第二信道信息提供至所述基站以生成预编码器,

其中,生成预编码器包括:堆叠与所述多个子集的信道信息相对应的子预编码器,以及其中,所述方法还包括:在堆叠所述子预编码器之前,去除所述子预编码器中与参考天线相关联的方面。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一信道信息和所述第二信道信息各自包括预编码矩阵指示。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述MIMO系统是多用户多输入多输出系统即MU-MIMO系统。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述分区是预定义的。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中,还包括以下步骤:

向所述第一UE提供所述多个子集的指示。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,还包括以下步骤:将与所述多个天线相关联的3D通信信道的矩阵分区成多个子信道矩阵以生成所述多个子集。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,联合计算所述第一信道信息和所述第二信道信息。

8. 一种MIMO用户设备即MIMO UE,用于MU-MIMO系统中的数据通信,所述MU-MIMO系统包括具有多个天线的基站,所述MIMO UE包括处理器和由所述处理器可执行的指令代码以进行以下步骤:

在多个UE中的第一UE处生成与天线的多个子集中的第一子集有关的第一信道信息;

在所述第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第二子集有关的第二信道信息;以及将所述第一信道信息和所述第二信道信息提供至所述基站以生成预编码器,

其中,生成预编码器包括:堆叠与所述多个子集的信道信息相对应的子预编码器,以及其中,还执行所述指令代码以在堆叠所述子预编码器之前,去除所述子预编码器中与参考天线相关联的方面。

9. 一种用于存储控制程序的非瞬态计算机可读介质,所述控制程序用于使计算机进行根据权利要求1至7中任一项所述的数据通信的方法。

## MU-MIMO通信所用的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及高级无线通信网络中的控制信令。特别地,但并非排它地,本发明涉及报告MIMO (Multiple-Input and Multiple-Output,多输入多输出) 系统中的信道信息。

### 背景技术

[0002] 以下表格包含这里可能会发现的特定缩写/首字母缩略词:

[0003] [表1]

[0004]

CI	Channel Information, 信道信息
DL	Downlink, 下行链路
eNodeB/eNB	E-UTRAN Node B or evolved Node B, E-UTRAN 节点 B 或演进型节点 B
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, 演进型通用陆地无线接入网
MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output, 多输入多输出
MU-MIMO	Multi-user Multiple-Input and Multiple-Output, 多用户多输入多输出
OFDM	Orthogonal frequency division multiplexing, 正交频分复用
OFDMA	Orthogonal frequency division multiple access, 正交频分多址
PMI	Precoding matrix indicators, 预编码矩阵指示
SU-MIMO	Single user MIMO, 单用户 MIMO
TxAn	Transmit antenna, 发送天线
UE	User Equipment, 用户设备

[0005] 众所周知如下的无线通信系统,其中在这种无线通信系统中,基站(还已知为E-UTRAN节点B (eNB)) 与该eNB的范围内的移动装置(还已知为用户设备(UE)) 进行通信。各eNB将其可用带宽(即,频率和时间资源)针对不同的UE划分为不同的资源分配。存在如下恒定需求:增加这种系统的容量以及改善资源利用的效率,以容纳更多用户(更多UE)、更多数据密集型服务和/或更高的数据传输速率。

[0006] OFDM(正交频分复用)是一种用于在无线通信系统中发送数据的技术。基于OFDM的通信方案将待发送的数据符号划分到大量的子载波中;因而得到术语“频分复用”。通过调整数据的相位、振幅或者相位和振幅这两者来将数据调制在子载波上。名称OFDM的“orthogonal (正交)”部分是指子载波在频域中的间隔被选择为在数学意义上与其它子载波正交这一事实。换句话说,子载波在频域中被配置为使得邻接子载波的边带可以重叠但子载波间的干扰足够小以使得这些子载波能够被接收。

[0007] 在向不同的用户(不同的UE)分配个体子载波或子载波的集合的情况下,结果是被称为OFDMA(正交频分多址)的多址系统。术语OFDM通常意图包括术语OFDMA。因此,为了当前说明的目的,这两个术语可以被视为可交换。通过向小区中的各UE分配不同的频率/时间资源,OFDMA可以有助于避免给定小区内的UE之间的干扰。

[0008] 基本OFDM方案的另一变形例被称为代表“多输入多输出”的MIMO。这种方案在发送方和/或接收方(经常是这两方)处采用多个天线,以增强发送方和接收方之间可实现的数据容量。通常,使用这种方案来实现eNB和该eNB所服务的用户设备(UE)之间的有所增强的数据容量。

[0009] 以示例的方式,2×2的“单用户MIMO”(SU-MIMO)结构在发送方处包含2个天线并且在与发送方进行通信的单个接收方处包含2个天线。同样地,4×4的SU-MIMO结构在发送方处包含4个天线并且在与发送方进行通信的单个接收方处包含4个天线。发送方和接收方不必采用相同数量的天线。通常,由于功率、成本和大小限制的差异,因此无线通信系统中的eNB与UE相比将配备有更多天线。还应注意,经常采用所谓的“多用户MIMO”(MU-MIMO),并且这涉及能够一次进行与多个UE的MIMO通信的单个eNB。以下将进行进一步论述。

[0010] 术语“信道”通常用来指代发送方和接收方之间的无线链路的频率(或等效的时间延迟)响应。MIMO信道(以下简称为“信道”)包含所有的子载波(参见以上针对子载波的论述),并且覆盖整个发送带宽。MIMO信道包含许多个体无线链路。这些个体无线链路(各自可以单独地被称为单输入单输出(SISO)信道)的数量是 $N_{RX} \times N_{TX}$ ,其中, $N_{TX}$ 是发送方处的天线的数量,并且 $N_{RX}$ 是接收方处的天线的数量。例如,由于3×2的SU-MIMO配置包含6个链路,因此该配置具有6个SISO信道。

[0011] 考虑到图1中示意性示出的简化的2×3的SU-MIMO系统,可以看出接收方R的接收方天线R0接收来自发送方T的各发送方天线T0、T1和T2的发送。同样地,接收方天线R1接收来自发送方天线T0、T1和T2的发送。因此,接收方处所接收到的信号包括来自发送方天线的发送的组合(即,6个SISO信道的组合)(或者接收方处所接收到的信号由来自发送方天线的发送的组合(即,6个SISO信道的组合)构成)。通常,SISO信道可以按各种方式进行组合以将一个或多个数据流发送至接收方。

[0012] 图2是更广义的SU-MIMO系统的概念图。在图2中,发送方利用 $N_{TX}$ 个发送天线来发送信号,并且单个接收方利用 $N_{RX}$ 个接收天线接收来自发送方的信号。为了创建MIMO信道(在这种情况下为SU-MIMO信道)整体的特性的数学模型,需要表示发送方和接收方之间的个体SISO信道。如图2所示,个体SISO信道由 $H_{0,0} \sim H_{N_{RX}-1, N_{TX}-1}$ 表示,并且如图中所建议, $H_{0,0} \sim H_{N_{RX}-1, N_{TX}-1}$ 构成通常被称为“信道矩阵”或信道响应矩阵H的矩阵的项。应识别出, $H_{0,0}$ 表示从发送天线0向接收天线0发送信号的信道特性(例如,信道频率响应)。同样地,“ $H_{N_{RX}-1, N_{TX}-1}$ ”表示从发送天线 $N_{TX}-1$ 向接收天线 $N_{RX}-1$ 发送信号的信道特性,等等。

[0013] 在图2中,表示使用发送天线0~ $N_{TX}-1$ 所发送的信号元素的符号 $X_0 \sim X_{N_{TX}-1}$ 一起构成发送信号向量 $\mathbf{x} = (X_0, X_1, \dots, X_{N_{TX}-1})^T$ ,其中 $( )^T$ 表示向量转置。同样地,接收天线0~ $N_{RX}-1$ 所接收到的接收信号元素 $Y_0 \sim Y_{N_{RX}-1}$ 一起构成接收信号向量

$\mathbf{y} = (y_0, y_1, \dots, y_{N_{RX}-1})^T$ 。图2所示的简化单用户系统所用的向量 $\mathbf{y}$ 和 $\mathbf{x}$ 之间的关系可以通过基本MIMO系统等式来建模：

[0014]  $\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$

[0015] (等式0)

[0016] 其中, $\mathbf{H}$ 是参考上述的信道矩阵,并且 $\mathbf{n}$ 是表示噪声(通常假定为加性白高斯噪声)的向量。

[0017] 应注意,此时,(以上论述的)图1和图2均涉及“单用户”MIMO(SU-MIMO)系统。然而,同样如上所述,经常采用所谓的“多用户”MIMO(MU-MIMO),并且这涉及能够一次进行与多个UE(各UE还可以具有多个天线)的MIMO通信的具有多个天线的单个eNB。特别地,在MU-MIMO中,eNB将数据在相同的时间频率上从多个发送天线发送至不同的UE。为了使UE之间的干扰最小化,eNB通过预编码来创建发送波束。

[0018] 根据例如维基百科,“预编码”是广义的“波束成形”,并且用于支持多天线无线通信中的多流(或多层)发送。在传统的单流波束成形中,以适当的权重(相位和增益)从各发送天线发出相同的信号,以使得接收方处的信号功率最大化。然而,在接收方具有多个天线的情况下,单流波束成形无法使所有接收方天线处的信号水平同时最大化。为了使多个接收方天线系统中的吞吐量最大化,通常需要多流发送。

[0019] 在多用户MIMO(MU-MIMO)中,如上所述,多天线发送方与(各自具有一个或多个天线的)多个接收方同时通信。从实现的观点,针对MU-MIMO系统的预编码算法分为线性预编码类型和非线性预编码类型。容量实现算法通常是非线性的,但线性预编码方式仍可以以低得多的复杂性来实现合理的性能。线性预编码策略例如包括最大比发送(MRT)、迫零(ZF)预编码和发送维纳(Wiener)预编码。

[0020] 尽管性能最大化在点对点MIMO中具有明确的解释,但多用户系统通常无法针对所有用户使性能同时最大化。因此,可以说多用户系统涉及多目标优化问题,其中,各目标与用户之一的容量的最大化相对应。

[0021] 在任何情况下,在接收侧,UE使用后编码(解码)来获得其数据。

[0022] 根据以上论述,本领域技术人员应理解,预编码通常高度依赖于信道的状态(即,预编码依赖于“信道状态”)—参见以下。

[0023] 数学上,可以通过按以下方式修改上述的简化单用户MIMO系统等式(等式0)来描述MU-MIMO系统(对MU-MIMO系统进行建模)：

[0024] 
$$\mathbf{y}(i) = \mathbf{H}(i)\mathbf{V}(i)\mathbf{x}(i) + \sum_{k=1, k \neq i}^{N_{UE}} \mathbf{H}(i)\mathbf{V}(k)\mathbf{x}(k) + \mathbf{n}(i)$$

[0025] (等式1)

[0026] 在以上等式1中：

[0027]  $\mathbf{y}(i)$  是第 $i$ 个UE处的接收信号，

[0028]  $\mathbf{x}(i)$  是针对第 $i$ 个UE的数据信号，

[0029]  $\mathbf{H}(i)$  是针对第 $i$ 个UE的信道矩阵，

[0030]  $\mathbf{V}(i)$  是第 $i$ 个UE的预编码矩阵，

[0031]  $\mathbf{n}(i)$  是第 $i$ 个用户处的加性白高斯噪声。

[0032] 可以说MIMO发送方案是“非自适应的”或“自适应的”。在非自适应的情况下,发送方不具有信道的条件或性质的任何知识。换句话说,发送方不具有所发送的信号随着其“经由空气”被发送而发生改变的方式的任何知识。这种对与“信道状态”有关的知识的缺乏可能限制性能,这是由于发送方无法考虑到例如引起信道的状态或性质的变化的条件的变化(该条件的变化影响所发送的信号“在空气中”如何改变)。自适应方案依赖于从接收方向发送方(即,上行链路(UL)中)的信息(所谓的“信道状态信息”或CSI)的反馈,使得能够修改所发送的下行链路(DL)信号,从而考虑到正在变化的条件(即,考虑到正在变化的信道状态)并且使数据吞吐量最大化。换句话说,可以使用CSI的反馈,以便于或者辅助进行预编码。本发明主要关于这些自适应型的MIMO方案。

[0033] 现有技术的MIMO系统的问题是这些MIMO系统通常在计算方面复杂。

[0034] 应清楚地理解,这里对先前或现有装置、设备、产品、系统、方法、实践、公开或针对任何其它信息、或者针对任何问题或议题的单纯引用并没有确认或承认以下内容:以上任何事物单独或以任何组合形式形成本领域技术人员的公知常识的一部分或者以上任何事物是被承认的现有技术。

## 发明内容

[0035] 发明要解决的问题

[0036] 本发明涉及高级无线通信网络中的控制信令,该控制信令至少可以克服上述缺点至少之一或者向消费者提供有用或商业的选择。

[0037] 用于解决问题的方案

[0038] 有鉴于以上所述,本发明在一个形式中大致在于多输入多输出(MIMO)系统中的数据通信的方法中,所述MIMO系统包括基站和多个用户设备(UE),所述基站包括多个天线,其中,所述多个天线被分区成天线的多个子集,所述方法包括以下步骤:

[0039] 在所述多个UE中的第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第一子集有关的第一信道信息;

[0040] 在所述第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第二子集有关的第二信道信息;  
以及

[0041] 将所述第一信道信息和所述第二信道信息提供至所述基站以生成预编码器。

[0042] 优选地,所述第一信道信息和所述第二信道信息包括预编码矩阵指示(PMI)。

[0043] 优选地,所述MIMO系统是多用户多输入多输出(MU-MIMO)系统。

[0044] 所述分区可以是预定义的。此外,可以向所述第一UE提供所述多个子集的指示。

[0045] 所述方法还包括以下步骤:将与所述多个天线相关联的3D通信信道的矩阵分区成多个子信道矩阵以生成所述多个子集。

[0046] 所述多个子集可以是不相交子集。可以联合计算所述第一信道信息和所述第二信道信息。所述多个子集中的一个子集包括参考子集,其中,根据所述参考子集来生成所述第一信道信息和所述第二信道信息。部分地根据所述第一信道信息生成所述第二信道信息。

[0047] 所述多个子集是相交子集。所述多个子集各自包括一个共通天线。针对各相交子集独立生成信道信息。

[0048] 根据特定实施例,生成预测编码器的步骤包括:堆叠与所述多个子集的信道信息

相对应的子预编码器。在堆叠所述子预编码器之前,去除所述子预编码器中与参考天线相关联的方面。

[0049] 所述多个天线可以包括2D天线阵列。特别地,所述2D天线阵列可以包括 $4 \times 4$ 的天线阵列。

[0050] 所述多个子集可以各自包括4个天线。

[0051] 所述还可以包括以下步骤:

[0052] 在所述多个UE的第二UE处生成与所述多个子集中的所述第一子集有关的第三信道信息;

[0053] 在所述第一UE处生成与所述多个子集中的所述第二子集有关的第四信道信息;以及

[0054] 将所述第三信道信息和所述第四信道信息提供至所述基站以生成第二预编码器。

[0055] 在另一形式中,本发明大致在于一种MIMO用户设备即MIMO UE,用于MU-MIMO系统中的数据通信,所述MU-MIMO系统包括具有多个天线的基站,所述MIMO UE包括处理器和由所述处理器可执行的指令代码以进行以下步骤:

[0056] 在多个UE中的第一UE处生成与天线的多个子集中的第一子集有关的第一信道信息;

[0057] 在所述第一UE处生成与天线的所述多个子集中的第二子集有关的第二信道信息;以及

[0058] 将所述第一信道信息和所述第二信道信息提供至所述基站以生成预编码器。

[0059] 本发明的特定实施例的优点包括在MU-MIMO系统中高效生成PMI的能力。根据特定实施例,PMI码本的大小较小,这使得能够高效地选择UE上的PMI。

[0060] 这里所述的任何特征可以在本发明的范围内与这里所述的其它特征的任何一或多个以任意组合的形式进行组合。

[0061] 发明的效果

[0062] 根据本发明,可以提供用于克服以上缺点至少之一或者向消费者提供有用或商业的选择的改进技术。

## 附图说明

[0063] 根据针对本领域技术人员提供足以进行本发明的信息的以下具体实施方式部分,可以辨别出本发明的优选特征、实施例和变形例。具体实施方式部分没有被视为以任何方式限制前述的本发明的发明内容部分的范围。具体实施方式部分将参考如下的多个附图:

[0064] 图1示意性示出简化的 $2 \times 3$ 的SU-MIMO系统;

[0065] 图2是更广义的SU-MIMO系统的概念图;

[0066] 图3是示出根据本发明的实施例的多用户多输入多输出(MU-MIMO)无线通信系统的示意图;

[0067] 图4示出根据本发明的实施例的图3的MU-MIMO无线通信系统的消息流图;

[0068] 图5示出根据本发明的实施例的二维(2D)天线阵列;

[0069] 图6示出根据本发明的实施例的用于生成图3的MU-MIMO系统中的数据通信的预编码器的方法;

- [0070] 图7示出根据图6的方法的多个天线的第二示例分区和第三示例分区；
- [0071] 图8示出根据本发明的替代实施例的用于生成图3的MU-MIMO系统中的数据通信用的预编码器的方法；
- [0072] 图9示出根据图8的方法的多个天线的示例分区；
- [0073] 图10示出根据本发明的另一替代实施例的用于生成图3的MU-MIMO系统中的数据通信用的预编码器的方法；以及
- [0074] 图11示出根据图10的方法的多个天线315的示例分区。

### 具体实施方式

[0075] 图3是示出根据本发明的实施例的多用户多输入多输出 (MU-MIMO) 无线通信系统 300 的示意图。

[0076] MU-MIMO无线通信系统300包括E-UTRAN节点B (eNodeB) 305形式的基站和多个用户设备 (UE) 310。eNodeB 305包括数据的MU-MIMO发送所用的多个天线315。因而，如下更详细描述，无线通信系统300使得能够进行从eNodeB 305向多个UE 310的数据的MU-MIMO发送。

[0077] 图4示出根据本发明的实施例的MU-MIMO无线通信系统300的消息流程图400。

[0078] 如405a (下行链路 (DL) 数据) 所示，从eNodeB 305向多个UE 310中的第一UE 310a发送第一下行链路数据，并且如405b (下行链路 (DL) 数据) 所示，从eNodeB 305向多个UE 310中的第二UE 310b发送第二下行链路数据。在接收到第一数据时，第一UE 310a生成采用预编码矩阵指示 (PMI) 的第一集合的形式的信道信息 (CI)。同样地，第二UE 310b生成采用PMI的第二集合的形式的信道信息。

[0079] 如410a (上行链路 (UL) CI) 所示，第一UE 310a将PMI的第一集合发送至eNodeB 305，并且如410b (上行链路 (UL) CI) 所示，第二UE 310b将PMI的第二集合发送至eNodeB 305。eNodeB 305分别使用PMI的第一集合和第二集合来针对第一UE 310a和第二UE 310b生成预编码器。

[0080] 从接收方向发送方的信道信息 (例如，PMI) 的反馈使得eNodeB 305能够修改下行链路 (DL) 信号，以考虑到正在变化的条件并且使数据吞吐量最大化。特别地，UE 310在PMI的码本中搜索最能表现信道的特性的PMI。

[0081] 如图5所示，根据本发明的实施例，多个天线315定义二维 (2D) 天线阵列500。由于2D天线阵列500是二维的 (即， $4 \times 4$ 个天线)，因此通信信道变成三维 (3D) 的。

[0082] 将2D天线阵列500分区成多个子集，并且针对各子集生成PMI形式的信道信息。特别地，第一UE 310a将针对多个天线315的第一子集和第二子集生成PMI。这样，由于针对天线的各子集生成PMI与针对所有天线生成单个PMI相比在计算方面的复杂性更小，因此第一UE 310a处的复杂性降低。

[0083] 然后，向eNodeB 305提供这些PMI，其中，基于第一PMI和第二PMI至少生成第一子预编码器和第二子预编码器。最后，根据第一子预编码器和第二子预编码器生成预编码器，以供后面与第一UE 310a的通信使用。

[0084] 如下更详细描述，天线子集可以是相交子集 (即，具有至少一个共通天线) 或者可以是不相交子集 (即，不具有任何共通天线)。同样地，可以联合或独立地计算PMI，并且可



以对参考子集或参考天线进行参考或者不对参考子集或参考天线进行参考来计算PMI。

[0085] eNodeB 305可以向第一UE 310a明确或隐式地提供多个子集的指示。例如，eNodeB可以向第一UE 310a发送用于标识是否使用了分区（以及使用了哪个分区）的分区结构标识符。

[0086] 图6示出根据本发明的实施例的用于生成MU-MIMO系统300中的数据通信用的预编码器的方法600。

[0087] 在步骤605中，将多个天线315分区成多个相交子集。特别地，对于多个子集中的所有子集而言，多个天线315中的至少一个天线是共通的。尽管在eNodeB 305处有利地对多个天线进行了分区，但可以根据预定义模式对这些天线进行分区。

[0088] 图7示出根据方法600的多个天线315的第一示例分区700a和第二示例分区700b。示例分区700a和700b各自包括参考天线705和多个部分天线组710。

[0089] 因而，天线的子集各自包括来自部分天线组710其中之一的三个成员和参考天线705这四个成员。

[0090] 现在参考回图6，在步骤610中针对各子集计算PMI。针对各组独立计算PMI，即，针对一组的一个PMI的计算独立于针对其它组的其它PMI的计算。例如，在第一示例分区700a中，UE 310计算5个PMI，即，针对以下天线子集各自计算一个PMI： $\{1, 2, 3, 4\}$ 、 $\{1, 5, 9, 13\}$ 、 $\{1, 6, 10, 14\}$ 、 $\{1, 7, 11, 15\}$ 、 $\{1, 8, 12, 16\}$ 。

[0091] 然后，将PMI发送至eNodeB 305。

[0092] 在步骤615中，使用PMI来生成子预编码器，继而使用这些子预编码器来生成预编码器。然后，可以使用预编码器来对数据进行预编码以供后面的发送使用。

[0093] 特别地，首先使用所报告的PMI来生成子预编码器，其中，生成与各PMI相对应的一个子预编码器。然后，在堆叠N-1个子预编码器以生成预编码器之前，去除这些子预编码器中与参考天线相关联的行。例如，在第一示例分区700a中，在堆叠与子集 $\{1, 5, 9, 13\}$ 、 $\{1, 6, 10, 14\}$ 、 $\{1, 7, 11, 15\}$ 、 $\{1, 8, 12, 16\}$ 相对应的子预编码器以生成最终预编码器之前，去除与子集 $\{1, 5, 9, 13\}$ 、 $\{1, 6, 10, 14\}$ 、 $\{1, 7, 11, 15\}$ 、 $\{1, 8, 12, 16\}$ 相对应的这些子预编码器的第一行（由此仅剩3行）。

[0094] 图8示出根据本发明的替代实施例的用于生成MU-MIMO系统300中的数据通信用的预编码器的方法800。

[0095] 在步骤805中，将多个天线315分区成多个不相交子集。特别地，对于多个子集中的任何子集而言，天线315不是共通的。

[0096] 图9示出根据方法800的多个天线315的示例分区900a、900b、900c。示例分区900a、900b、900c各自包括4个子集905，其中，子集905各自包括四个天线315。这四个子集905包括参考子集910。

[0097] 现在参考回图8，在步骤810中，针对各子集905计算PMI。首先独立于其它子集905计算针对参考子集910的PMI。然后，依赖于参考子集910的PMI计算针对其余子集905的PMI。

[0098] 然后，将PMI发送至eNodeB 305。

[0099] 在步骤815中，使用PMI来生成子预编码器，继而使用这些子预编码器来生成预编码器。然后，可以使用预编码器来对数据进行预编码以供后面的发送使用。

[0100] 图10示出根据本发明的另一替代实施例的用于生成MU-MIMO系统300中的数据通

信用的预编码器的方法1000。

[0101] 在步骤1005中,将多个天线315分区成多个不相交子集。特别地,对于多个子集中的任何子集而言,天线315不是共通的。

[0102] 图11示出根据方法1000的多个天线315的示例分区1100a、1100b、1100c。示例分区1100a、1100b、1100c各自包括四个子集1105,其中子集1105各自包括四个天线315。这四个子集1105不包括参考子集或参考天线。

[0103] 现在参考回图10,在步骤1010中,针对各子集1105计算PMI。独立于已经考虑到的子集的PMI来计算PMI。

[0104] 然后,将PMI发送至eNodeB 305。

[0105] 在步骤1015中,使用PMI来生成子预编码器,继而使用这些子预编码器来生成预编码器。然后,可以使用预编码器来对数据进行预编码以供后面的发送使用。

[0106] 以上说明了子集各自包括四个天线315。然而,本领域技术人员应容易理解,这些子集可以包括任何适当数量的天线,其中,任何适当数量的天线包括多个天线和单个天线。

[0107] 在本说明书和权利要求书(如果存在)中,词语“包括”及其衍生物(包括“comprises”和“comprise”)包括所述的各个整数,但并不排除包括一个或多个其它整数。

[0108] 贯穿本说明书对“一个实施例”或“实施例”的指代是指在本发明的至少一个实施例中包括与该实施例结合说明的特定特征、结构或特性。因而,贯穿本说明书出现在各处的短语“在一个实施例中”或者“在实施例中”未必全部指代同一实施例。此外,特定特征、结构或特性可以以任何适当的方式组合成一个或多个组合。

[0109] 按照规定,已经采用或多或少特定于结构或方法特征的语言说明了本发明。应理解,本发明不限于所示出或描述的特定特征,这是由于这里所述的方式包括使本发明生效的优选形式。因此,要求在本领域技术人员适当地解释的所附权利要求书(如果存在)的适当范围内以任何形式或修改来保护本发明。

[0110] 另外,本发明显然不限于上述示例性实施例,但在没有背离已经说明的本发明的范围的情况下对本发明进行各种修改。例如,上述示例性实施例说明了本发明是硬件结构,但本发明不限于此。本发明还可以通过使CPU(中央处理单元)对计算机程序执行任意处理来实现。在这种情况下,可以使用任何类型的非瞬态计算机可读介质来存储程序并将其提供给计算机。

[0111] 非瞬态计算机可读介质的示例包括:磁性存储介质(例如,软盘、磁带或硬盘驱动器等);磁光存储介质(例如,磁光盘);紧凑型光盘只读存储器(CD-ROM)、可录紧凑盘(CD-R)、可写紧凑盘(CD-R/W);数字多功能盘(DVD)、BD(蓝光(Blu-ray)(注册商标)盘);以及半导体存储器(例如,掩膜ROM、PROM(Programmable ROM,可编程ROM)、EPROM(Erasable PROM,可擦除PROM)、闪速ROM、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等)。可以使用任何类型的瞬态计算机可读介质来将该程序提供至计算机。瞬态计算机可读介质的示例包括电气信号、光学信号和电磁波。瞬态计算机可读介质可以经由有线通信线路(例如,电线和光纤)或者无线通信线路将程序提供至计算机。

[0112] 本申请基于并要求2014年6月16日提交的澳大利亚临时专利申请2014902281的优先权,其全部内容通过引用包含于此。

[0113] 附图标记列表

- [0114] R0 天线
- [0115] R1 接收方天线
- [0116] R 接收方
- [0117] T0、T1、T2 发送方天线
- [0118] T 发送方
- [0119] 300 MU-MIMO无线通信系统
- [0120] 305 eNodeB
- [0121] 310 UE
- [0122] 315 天线
- [0123] 400 消息流图
- [0124] 405 下行链路(DL)数据
- [0125] 410 上行链路(UL)信道信息(CI)
- [0126] 500 二维(2D)天线阵列
- [0127] 700a、700b、700c 示例分区
- [0128] 705 参考天线
- [0129] 710 部分天线组
- [0130] 900a、900b、900c 示例分区
- [0131] 905 子集
- [0132] 910 参考子集
- [0133] 1100a、1100b、1100c 示例分区
- [0134] 1105 子集

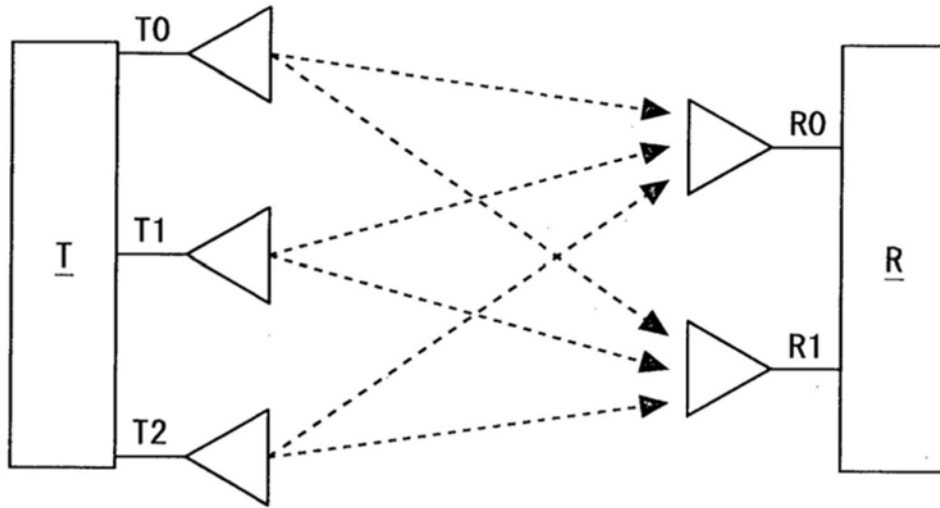


图1

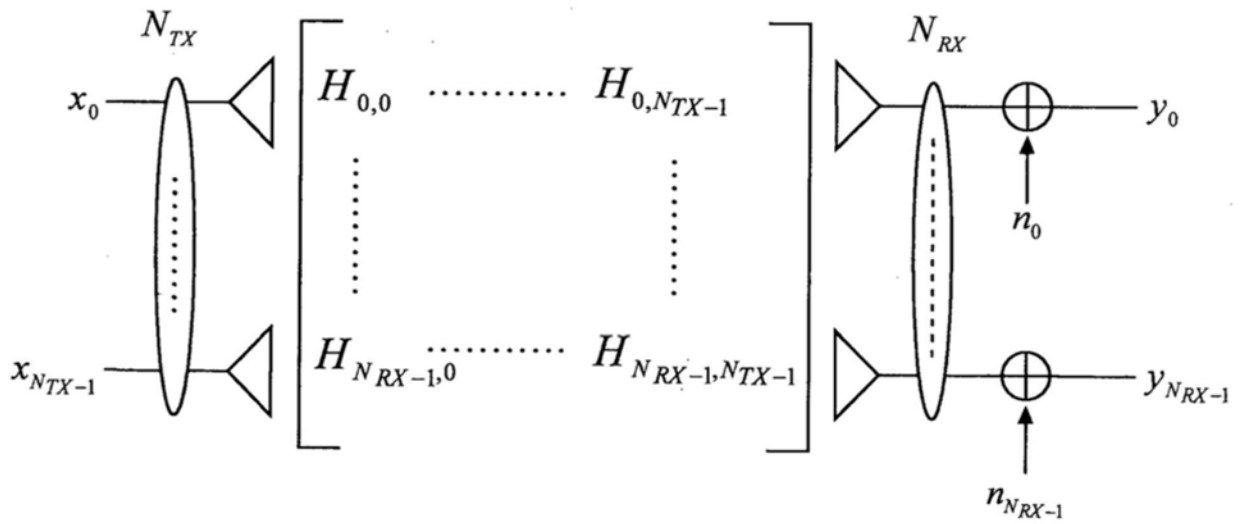


图2

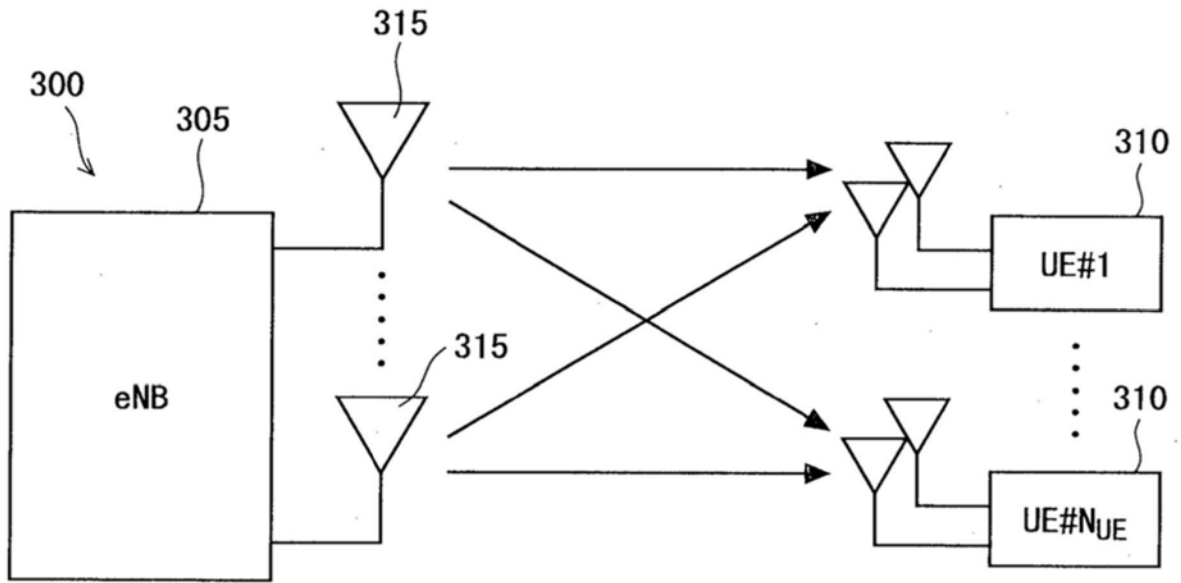


图3

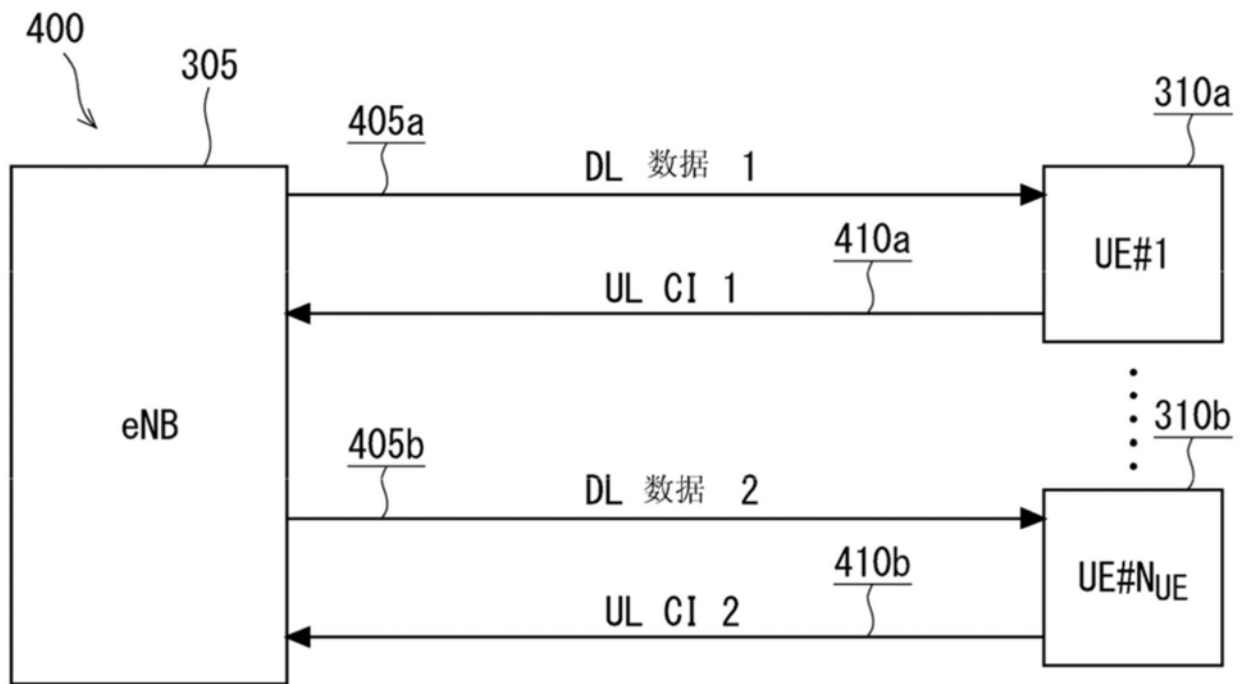


图4

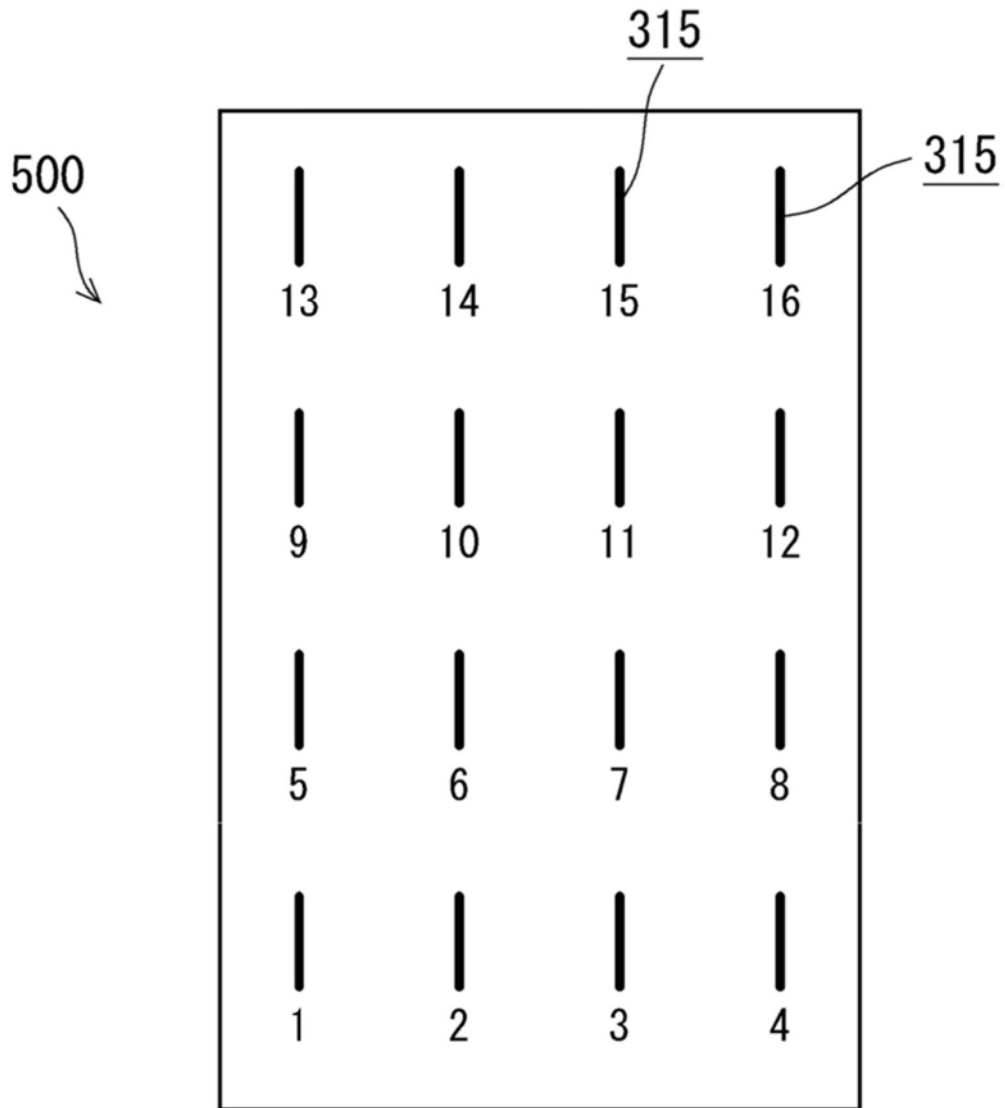


图5

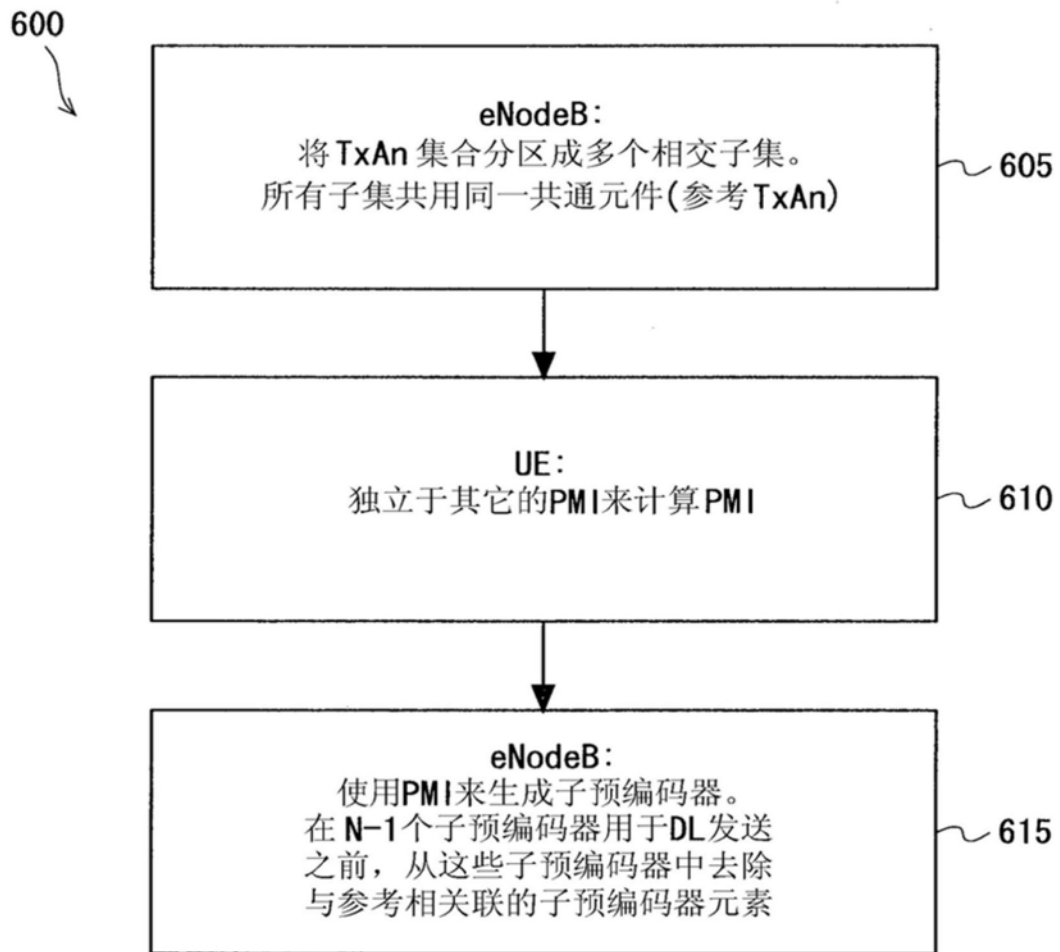


图6

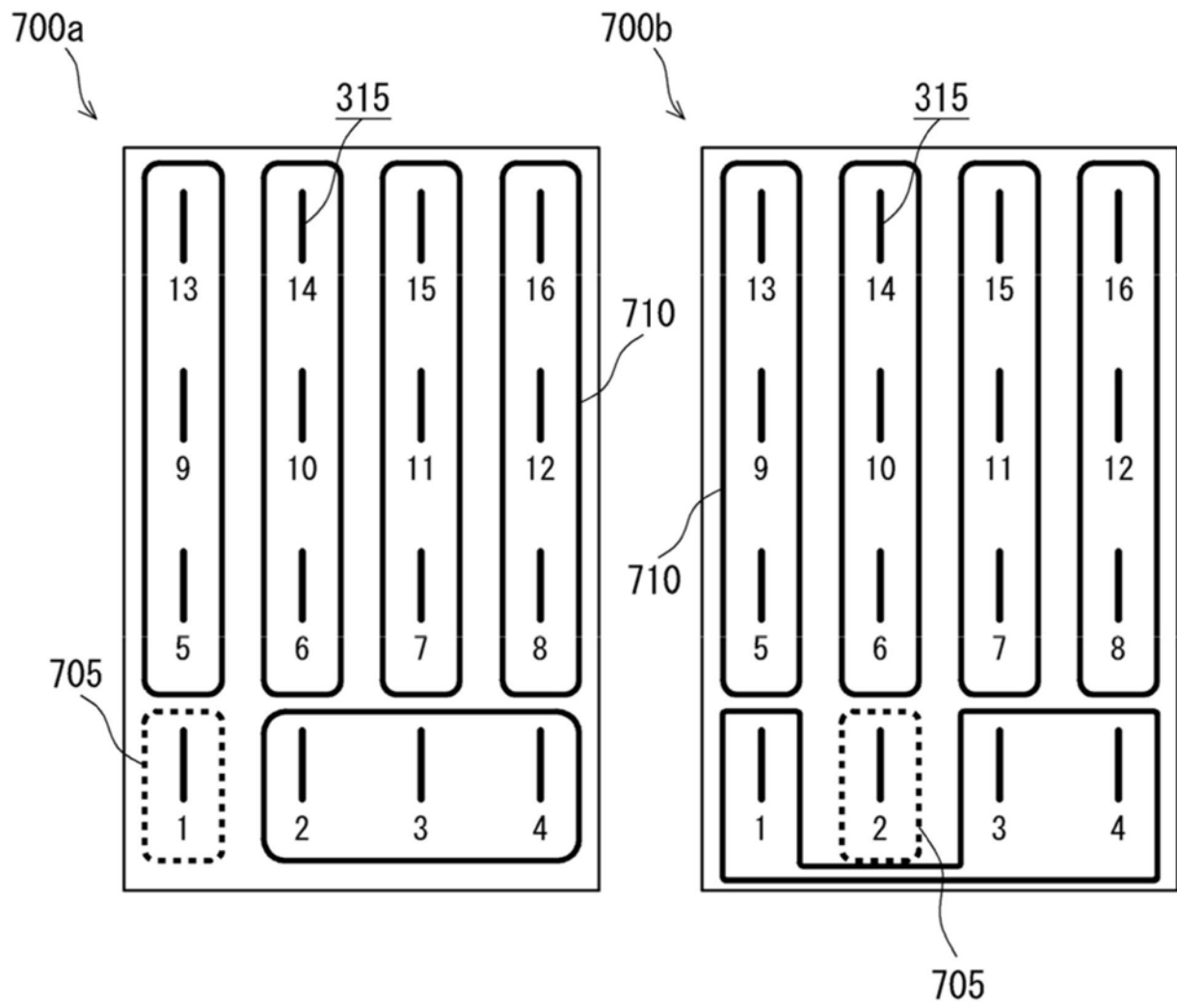


图7



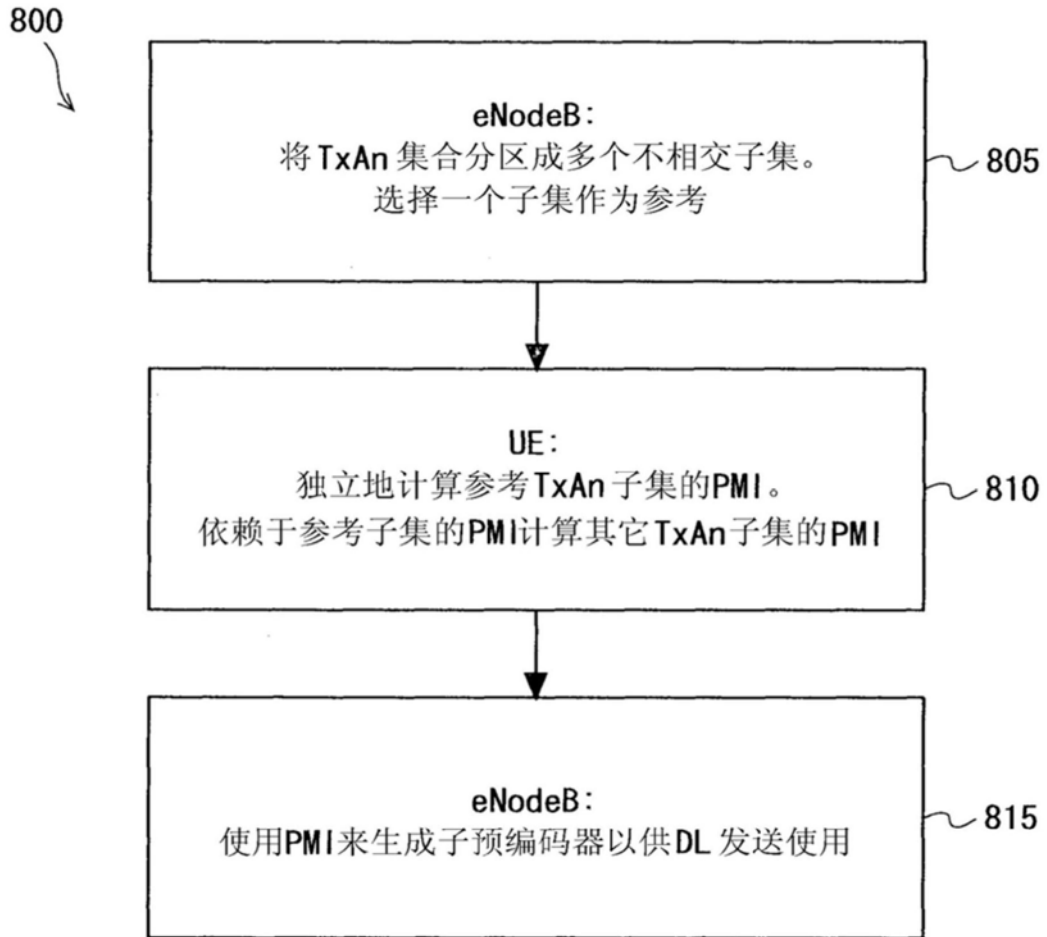


图8

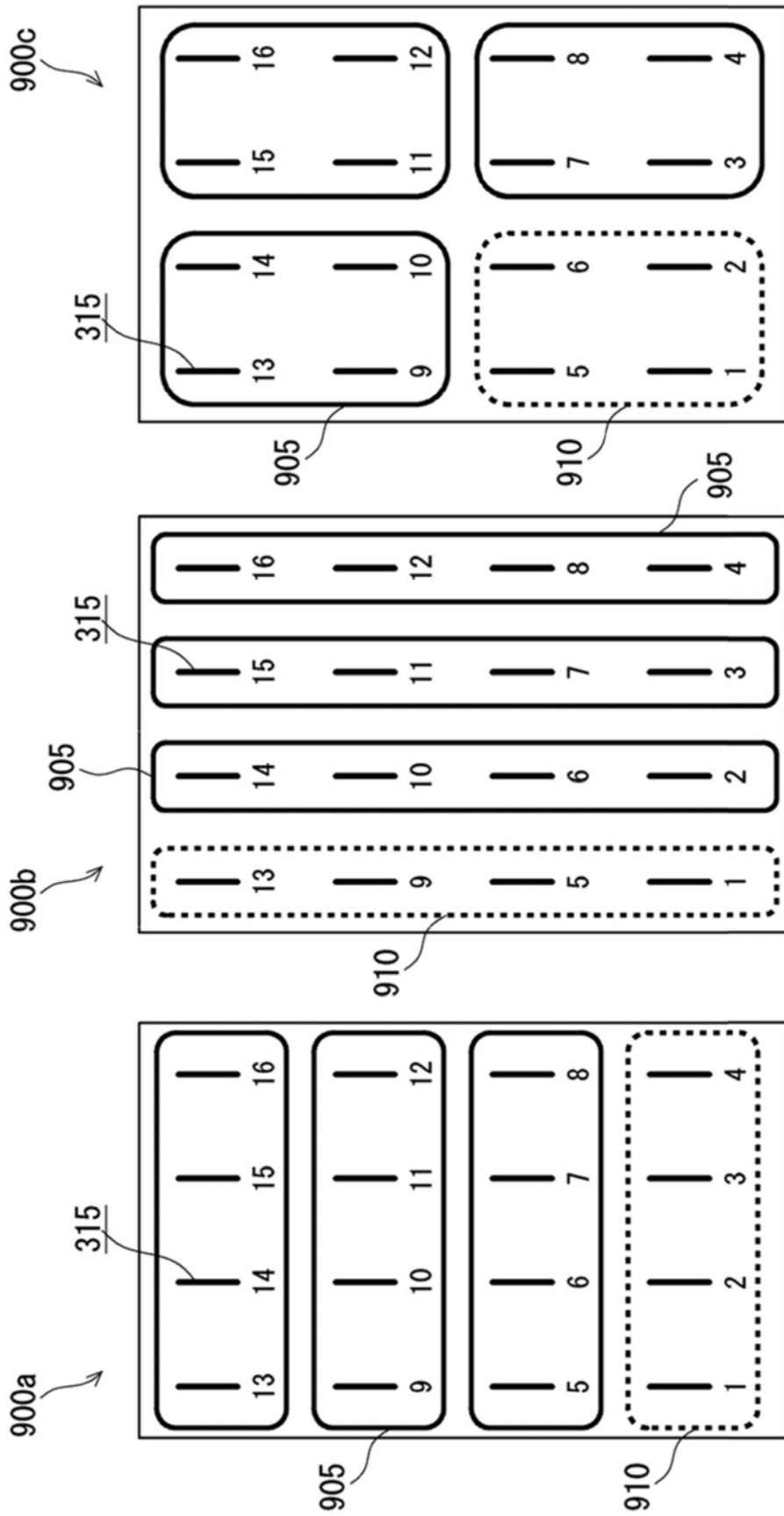


图9

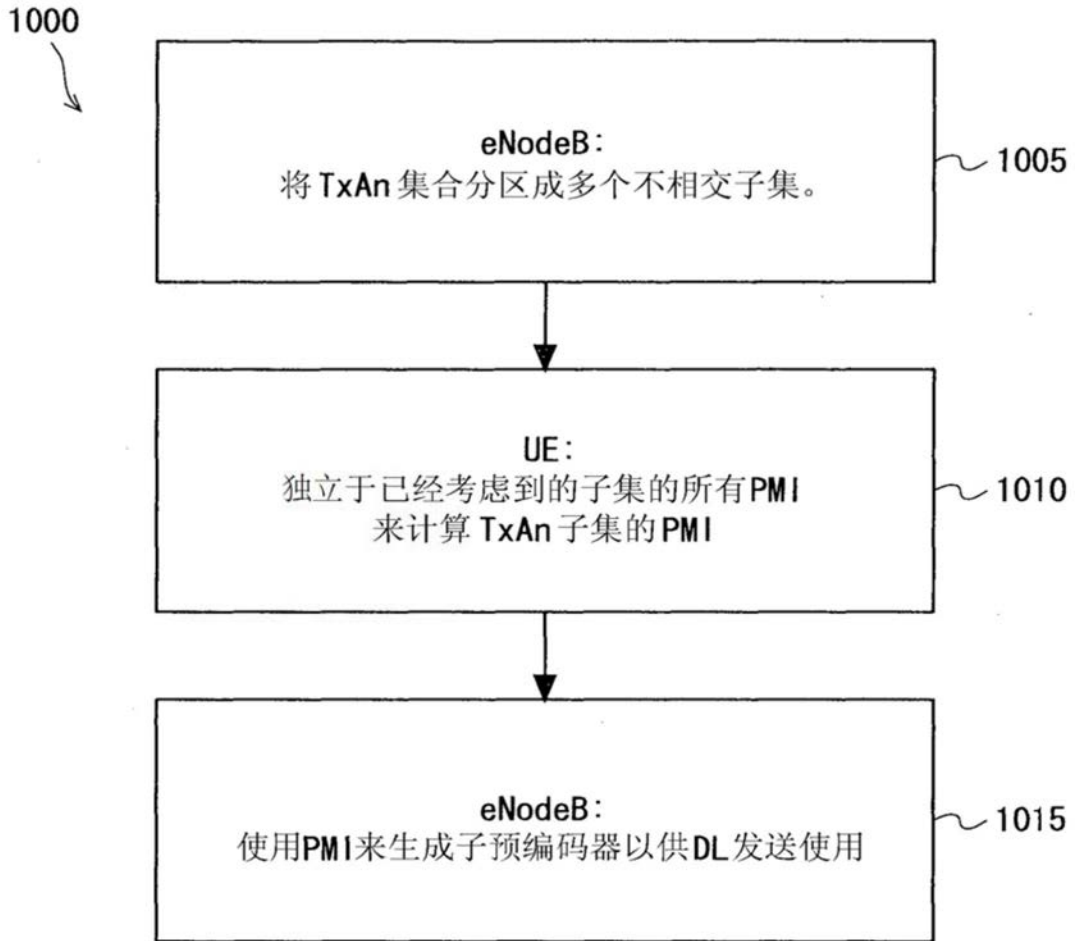


图10

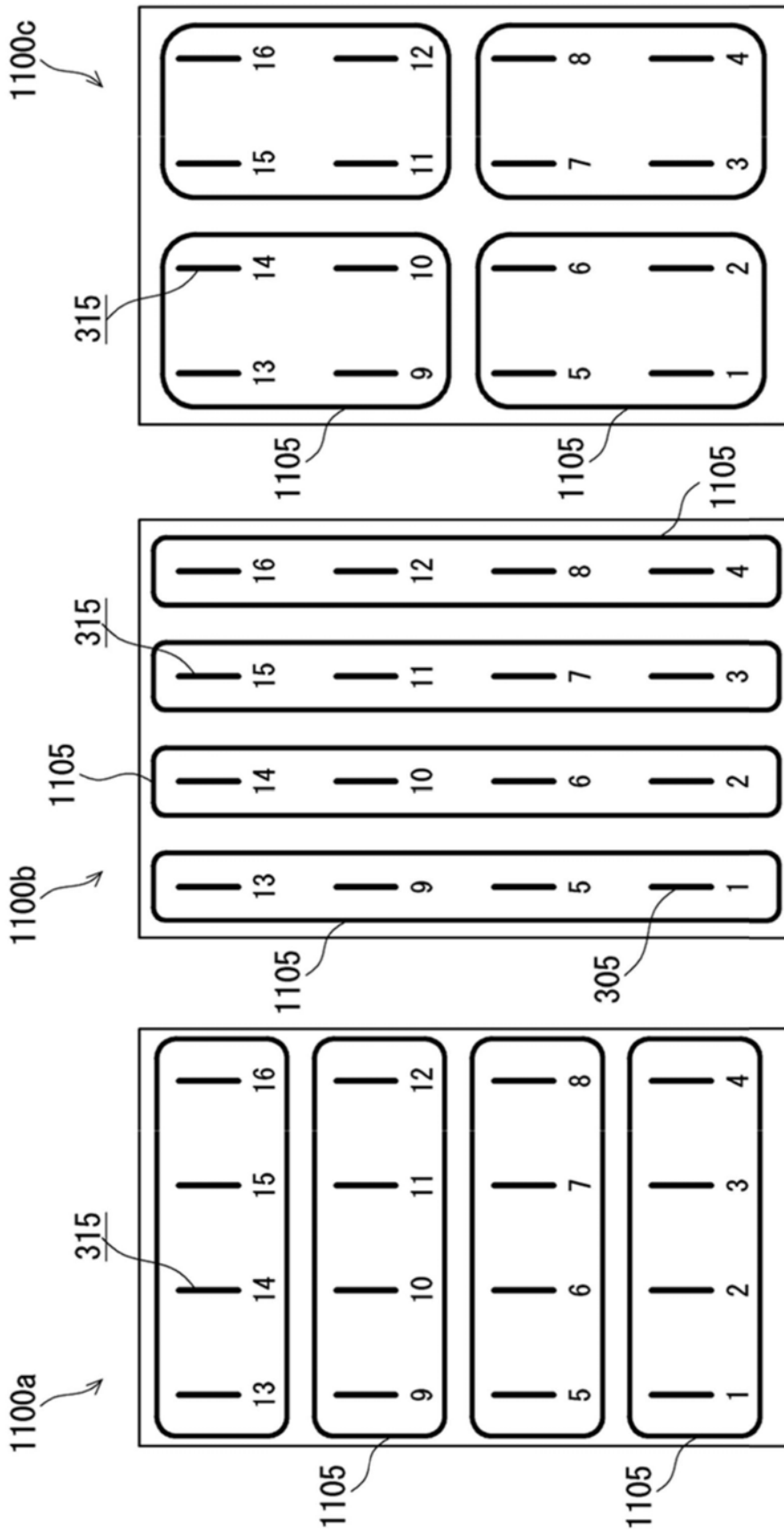


图11