

信道状态信息反馈的方法以及一种用户设备和基站

技术领域

本发明涉及移动通信领域，尤其涉及信道状态信息反馈方法以及一种用户
5 设备和基站。

背景技术

通过波束赋形（BF，Beam Forming）和接收合并，或者通过预编码和接收合并，多输入多输出（Multiple Input Multiple Output，MIMO）无线通信系统可以得到分集和阵列增益。典型地，利用 BF 或者预编码的无线通信系统通常可以表示为：
10

$$y = H V s + n$$

其中， y 是接收信号矢量， H 是信道矩阵， V 是预编码矩阵， s 是发射的符号矢量， n 是测量噪声。最优预编码通常需要发射机完全已知信道状态信息（Channel State Information，CSI），常用方法是用户设备（User Equipment，
15 UE）对瞬时 CSI 进行量化并反馈至节点 B（NodeB）。现有长期演进版本 8（Long Term Evolution Release 8，LTE R8）系统反馈的 CSI 包括秩指示（Rank Indicator，RI）、预编码矩阵指示（Precoding Matrix Indicator，PMI）和信道质量指示（Channel Quality Indicator，CQI）等，其中，RI 和 PMI 分别指示使用的层数和预编码矩阵。通常称所使用的预编码矩阵的集合为码本，而码本中的每个预
20 编码矩阵为码字。LTE R8 的码本主要为单用户多输入多输出（Single User Multiple Input Multiple Output，SU-MIMO）所设计，其中的预编码矩阵或者码字受 8 进制相移键控（8 Phase Shift Keying，8PSK）约束，限制了空间量化的精度；对于多用户多输入多输出（Multiple User Multiple Input Multiple Output，MU-MIMO）所等空间量化精度敏感的传输方式，其性能将受到 LTE R8 的码
25 本的严重限制。为了达到更高的系统要求，第三代合作伙伴计划（the 3rd Generation Partnership Project，3GPP）LTE 系统需要进一步增强 MU-MIMO 的性能，同时引入了协作多点（Coordinated Multiple-Points，CoMP）传输技术（目前 CoMP 以单小区反馈作为基础），上述两种技术都对反馈性能提出更高

-2-

的要求。

现有技术在反馈 RI 和 PMI 时采用单一的码本，以 4 天线为例，RI 和 PMI 与码本中每个码字的对应关系如下表 1 所示：

表 1

PMI	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \ -1 \ -1 \ -1]^T$	$w_0^{(1)}$	$w_0^{(14)}/\sqrt{2}$	$w_0^{(124)}/\sqrt{3}$	$w_0^{(1234)}/2$
1	$u_1 = [1 \ -j \ 1 \ j]^T$	$w_1^{(1)}$	$w_1^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_1^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_1^{(1234)}/2$
2	$u_2 = [1 \ 1 \ -1 \ 1]^T$	$w_2^{(1)}$	$w_2^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_2^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_2^{(3214)}/2$
3	$u_3 = [1 \ j \ 1 \ -j]^T$	$w_3^{(1)}$	$w_3^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_3^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_3^{(3214)}/2$
4	$u_4 = [1 \ (-1-j)/\sqrt{2} \ -j \ (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$w_4^{(1)}$	$w_4^{(14)}/\sqrt{2}$	$w_4^{(124)}/\sqrt{3}$	$w_4^{(1234)}/2$
5	$u_5 = [1 \ (1-j)/\sqrt{2} \ j \ (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$w_5^{(1)}$	$w_5^{(14)}/\sqrt{2}$	$w_5^{(124)}/\sqrt{3}$	$w_5^{(1234)}/2$
6	$u_6 = [1 \ (1+j)/\sqrt{2} \ -j \ (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$w_6^{(1)}$	$w_6^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_6^{(134)}/\sqrt{3}$	$w_6^{(1324)}/2$
7	$u_7 = [1 \ (-1+j)/\sqrt{2} \ j \ (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$w_7^{(1)}$	$w_7^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_7^{(134)}/\sqrt{3}$	$w_7^{(1324)}/2$
8	$u_8 = [1 \ -1 \ 1 \ 1]^T$	$w_8^{(1)}$	$w_8^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_8^{(124)}/\sqrt{3}$	$w_8^{(1234)}/2$
9	$u_9 = [1 \ -j \ -1 \ -j]^T$	$w_9^{(1)}$	$w_9^{(14)}/\sqrt{2}$	$w_9^{(134)}/\sqrt{3}$	$w_9^{(1234)}/2$
10	$u_{10} = [1 \ 1 \ 1 \ -1]^T$	$w_{10}^{(1)}$	$w_{10}^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_{10}^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_{10}^{(1324)}/2$
11	$u_{11} = [1 \ j \ -1 \ j]^T$	$w_{11}^{(1)}$	$w_{11}^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_{11}^{(134)}/\sqrt{3}$	$w_{11}^{(1324)}/2$
12	$u_{12} = [1 \ -1 \ -1 \ 1]^T$	$w_{12}^{(1)}$	$w_{12}^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_{12}^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_{12}^{(1234)}/2$
13	$u_{13} = [1 \ -1 \ 1 \ -1]^T$	$w_{13}^{(1)}$	$w_{13}^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_{13}^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_{13}^{(1324)}/2$
14	$u_{14} = [1 \ 1 \ -1 \ -1]^T$	$w_{14}^{(1)}$	$w_{14}^{(13)}/\sqrt{2}$	$w_{14}^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_{14}^{(3214)}/2$
15	$u_{15} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T$	$w_{15}^{(1)}$	$w_{15}^{(12)}/\sqrt{2}$	$w_{15}^{(123)}/\sqrt{3}$	$w_{15}^{(1234)}/2$

5 其中， $w_n^{(s)}$ 表示由矩阵 $w_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$ 的列集合 $\{s\}$ 构成的矩阵， I 为 4×4 单位矩阵， u_n 由上表给出。现有 LTE R8 系统存在两种 PMI 反馈方式：一种方式是对整个系统带宽反馈一个 PMI，另一种方式是将系统分为多个带宽部分（Bandwidth Part, BP），每个 BP 中含有多个子带（sub-band），针对不同的子带反馈 PMI，前一种方式通常称为宽带 PMI，后一种方式通常被称为子带 PMI。

—3—

仔细考察上述表 1，现有技术基于 $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$ 得到的预编码矩阵中，各个元素的相位服从 8PSK 约束，即不同元素之间的相位差为 $\pi/4$ 的倍数，难以刻画更小的空间颗粒度差别，例如天线端口之间 $\pi/16$ 或者 $\pi/8$ 的相位差。如此，对 CSI 的反馈的精度减小，难以支持 MU-MIMO 或 CoMP 传输等技术对

5 反馈精度的要求。

发明内容

本发明实施例提供信道状态信息反馈的方法以及一种用户设备和基站，以提高信道状态信息反馈的精确度。

一方面，本发明实施例提供一种信道状态信息反馈的方法，所述方法包括：

10 接收基站发送的参考信号；

根据所述参考信号，从码本选择预编码矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置；

15 向所述基站发送预编码矩阵指示 PMI，所述 PMI 与所述选择的预编码矩阵 W 相对应。

另一方面，本发明实施例还提供一种信道状态信息反馈的方法，所述方法包括：

向用户设备 UE 发送参考信号；

20 接收所述 UE 发送的预编码矩阵指示 PMI，所述 PMI 与所述 UE 基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 相对应，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

本发明另一实施例提供一种用户设备，所述用户设备包括：

接收模块，用于接收基站发送的参考信号；

25 选择模块，用于基于接收模块接收的所述参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置；

-4-

发送模块，用于向所述基站发送预编码矩阵指示PMI，所述PMI与所述选择模块所选择的预编码矩阵W相对应。

相应地，本发明实施例还提供一种基站，所述基站包括：

第二发送模块，用于向用户设备UE发送参考信号；

- 5 第二接收模块，用于接收所述UE发送的预编码矩阵指示PMI，所述PMI与UE基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵W相对应，所述预编码矩阵W的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

- 10 相应地，本发明另一实施例提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质可存储有程序，该程序执行时包括上述方法实施例的步骤。

- 从上述本发明实施例可知，用户设备可以基于所收到的参考信号，从码本中选择一个预编码矩阵，并向所述基站发送与所选择的预编码矩阵W相应的预编码矩阵指示，其中所述码本至少包含一个预编码矩阵W，所述预编码矩阵W的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时，相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外，预编码矩阵W的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵W相应的预编码矩阵指示反馈至基站后，
- 15 基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码，可以改进预编码的精度，从而提高了数据传输的速率以及系统的吞吐量。
- 20

附图说明

- 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对现有技术或实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，还可以如这些附图获得其他的附图。
- 25

图1是本发明实施例提供的信道状态信息反馈的方法流程示意图；

—5—

图2是本发明另一实施例提供的信道状态信息反馈的方法流程示意图；

图3是本发明实施例提供的信道状态信息反馈的系统的结构示意图；

图4是本发明实施例提供的用户设备的结构示意图；

图5是本发明实施例提供的基站的结构示意图。

5 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域技术人员所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

10 请参阅附图1，是本发明实施例提供的一种信道状态信息反馈方法流程示意图，其执行主体可以是LTE系统的用户设备（User Equipment, UE），例如可以是用户设备（User Equipment, UE）或者移动台（Mobile Station, MS）或者中继（Relay）（以下通称UE）。

以下说明附图1示例的方法，主要包括步骤S101、步骤S102和步骤S103：

15 步骤S101，接收基站发送的参考信号。

在本发明实施例中，基站发送的参考信号可以包括信道状态信息参考信号（Channel State Information Reference Signal, CSI RS）、解调参考信号（DeModulation RS, DM RS）或者小区特定的参考信号（Cell-specific RS, CRS）等等。用户设备可以通过接收eNB通知，例如通过接收无线资源控制（Radio Resource Control, RRC）信令或者下行控制信息（Down Control Information, DCI）得到所述参考信号，或者基于小区标识ID得到所述参考信号的资源配置并在对应的资源或者子帧得到所述参考信号，本发明实施例对接收参考信号的具体方式不做限定。

25 应理解，上述参考信号与天线端口对应，它可以对应于一个物理天线或者天线阵元，也可以对应于一个虚拟天线，其中虚拟天线为物理天线或者天线阵元的加权组合。

步骤S102，基于所述参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为

—6—

$\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$, $v = [1 \ e^{j\theta}]$, 其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

具体地, 相位 θ 和 ϕ 可以根据量化的精度需求, 灵活选择取值。

进一步地, 预编码矩阵 W 的列矢量可以彼此相互正交, 即 W 满足

$$5 \quad W^H W = \alpha^2 I$$

其中 W^H 表示矩阵 W 的共轭转置, I 为单位矩阵。上述结构将天线端口划分为两组, 矢量 v 可以与其中每个天线组对应的信道特性相匹配, 而两个天线端口组之间的相位可以用 ϕ 表示。上述结构可以匹配实际部署的天线配置, 例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择, 不但可以根据需要进一步提高量化的精度, 而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交, 进一步降低了层间干扰, 从而提高了传输速率和系统的谱效率。

需要说明的是, 本发明实施例中的码本可以是码本子集, 其可以是预定义的, 也可以是由用户设备上报给基站 (eNB) 并由基站 (eNB) 基于用户设备上报确定并通知给该用户设备的, 还可以是由用户设备确定并上报的码本子集, 例如最近上报的码本子集, 等等。

具体地, 步骤102中基于所述参考信号, 从码本中选择一个预编码矩阵, 可以包括: UE基于所述参考信号获取信道估计值; UE基于所述信道估计值, 从码本中选择一个预编码矩阵。

20 需要说明的是, 本发明实施例对选择预编码矩阵的具体方式不作限定。可选地, 根据预定义的准则如信道容量或者吞吐量最大化的准则或者弦距最小化准则, 从所述码本中选择预编码矩阵。基于预定义的准则选择预编码矩阵为已有技术, 在此不赘述。

-7-

作为本发明一个实施例,所述预编码矩阵 W 至少是以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ 1 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ j \\ je^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -1 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -j \\ -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

- 5 考察上述预编码矩阵 W 所属矩阵集合 (1) 可知,上述预编码矩阵 W 可以匹配实际部署的天线配置;此外, θ 取值的颗粒度为 $\frac{\pi}{16}$,可以实现更精确的空间量化,从而能够提高CSI的反馈精度。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵 W 至少是以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

10 或者

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix} \right\} \dots\dots\dots (2')$$

中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots, \lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

- 15 考察上述预编码矩阵 W 所属矩阵集合 (2) 或者 (2') 可知,上述预编码矩阵 W 可以匹配实际部署的天线配置;由于 θ 取值的颗粒度为 $\frac{\pi}{16}$,从而实现更精确的空间量化,能够提高CSI的反馈精度;并且,预编码矩阵 W 两列之间彼此正交,可以降低层间的干扰。

-8-

作为本发明另一实施例, 所述预编码矩阵 W 至少是以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \dots \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

中的一个矩阵, 其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$

表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

- 5 同样地, 考察上述预编码矩阵 W 所属矩阵集合 (3) 可知, 上述预编码矩阵 W 可以匹配实际部署的天线配置; 由于 θ 取值的颗粒度为 $\frac{\pi}{16}$, 从而实现更精确的空间量化, 能够提高CSI的反馈精度; 并且预编码矩阵 W 两列之间彼此正交, 可以降低层间的干扰。

作为本发明另一实施例, 所述预编码矩阵是 W 以下矩阵集合

$$10 \left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & j & -j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

或者

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & -j & j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

中的一个矩阵, 其中, $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 7$, $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示其

取值为不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

同样地，考察上述预编码矩阵 W 所属矩阵集合 (4) 或 (5) 可知，上述预编码矩阵 W 可以匹配实际部署的天线配置；由于 θ 取值的颗粒度为 $\frac{\pi}{4}$ ，从而实现更精确的空间量化，能够提高CSI的反馈精度；并且预编码矩阵 W 两列之间彼此正交，可以降低层间的干扰。

5 步骤S103，向所述基站发送预编码矩阵指示PMI，所述PMI与所述选择的预编码矩阵 W 相对应。

在本发明实施例中，预编码矩阵指示PMI可以只包含一个具体取值，此时，PMI直接指示所选择的预编码矩阵，例如，从矩阵集合 (1) 或 (2) 中总共可以选择256个不同的预编码矩阵，则可以采用 $PMI = 0, \dots, 255$ 分别指示索引
10 值为0, 1, ..., 255的预编码矩阵。因此，作为本发明向所述基站发送预编码矩阵指示PMI，所述PMI与选择的预编码矩阵相对应的一个实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以是与码本中预编码矩阵 W 相对应的索引值。由于基站一侧也具有所述码本，因此，基站可以根据所述PMI，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

15 另一方面，由于索引值 i_1 和 i_2 可以唯一的确定预编码矩阵 W ，因此，作为本发明向所述基站发送预编码矩阵指示PMI，所述PMI与选择的预编码矩阵相对应的另一实施例，可以向基站发送第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第一预编码矩阵指示 PMI_2 ，分别与所选择的预编码矩阵相关联的索引值 i_1 和 i_2 相对应。由于基站一侧也具有所述码本，因此，基站可以根据所述第一预编码矩阵指示 PMI_1
20 和第一预编码矩阵指示 PMI_2 ，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。为了下文描述方便， i_1 和 i_2 所指示的预编码矩阵指示对应分别使用预编码矩阵指示 PMI_1 和预编码矩阵指示 PMI_2 表示。在本发明实施示例中，所述 PMI_1 和 PMI_2 具有不同的时间域或者频域颗粒度，或者基于不同的子帧周期或者子带大小得到。例如预编码矩阵指示 PMI_1 和预编码矩阵指示 PMI_2 分别表示不同的周期或者
25 带宽的信道特性，或者基于不同的子帧周期或者子带大小得到。进一步地，预编码矩阵指示 PMI_1 和预编码矩阵指示 PMI_2 以不同的时间周期向基站发送。

向基站发送预编码矩阵指示PMI时，可以是用户设备通过物理上行控制信道 (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) 或者物理上行共享信道 (Physical

Uplink Shared Channel, PUSCH) 向基站发送该预编码矩阵指示PMI。需要指出的是, 本发明实施例中的预编码矩阵 W 可以是经过行或者列置换之后的预编码矩阵。例如, 不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

从上述本发明实施例提供的信道状态信息反馈方法可知, 用户设备可以基于所收到的参考信号, 从码本中选择一个预编码矩阵, 并向所述基站发送与所选择的预编码矩阵相应的预编码矩阵指示。其中所述码本至少包含一个预编码矩阵 W , 所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$, $v = [1 \ e^{j\theta}]$, 其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置, 例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时, 相位 θ 和 ϕ 灵活选择, 不但可以根据需要进一步提高量化的精度, 而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外, 预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交, 进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵 W 相应的预编码矩阵指示反馈至基站后, 基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码, 提高了系统的吞吐量。

前述实施例结合附图 1, 从 UE 的角度详细描述了根据本发明实施例的一种信道状态信息反馈方法, 下面将结合附图 2, 从基站的角度描述根据本发明实施例的一种信道状态信息反馈方法。

附图 2 是本发明另一个实施例的一种信道状态信息反馈方法。附图 2 的方法由基站执行, 例如可以是节点 B (NodeB), 接入点 (Access Point, AP), 发射点 (Transmission Point, TP), 或者演进节点 B (Evolved Node B, eNB) 或者中继 (Relay)。

应理解, UE 侧描述的 UE 与基站的交互及相关特性、功能等与基站侧的描述相应, 为了简洁, 在此不再赘述。

以下说明附图 2 示例的方法, 主要包括步骤 S201 和步骤 S202, 详细说明如下:

步骤 S201, 向用户设备 UE 发送参考信号。

具体地, 所述参考信号可以包括 CSI RS, DM RS 或者 CRS 等。基站可以通过高层信令如 RRC 信令或者下行控制信息 DCI 通知 UE 接收所述参考信号, 或者

基于小区标识ID在对应的参考信号的资源或者子帧上发送所述参考信号,本发明实施例对发送参考信号的具体方式不做限定。

步骤S202,接收UE发送的预编码矩阵指示PMI,所述PMI与所述UE基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵W相对应,所述预编码矩阵W的列

5 矢量可以表示为 $\alpha[v \ e^{j\phi}v]^T$, $v=[1 \ e^{j\theta}]$, 其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位,

$[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

具体地,相位 θ 和 ϕ 可以根据量化的精度需求,灵活选择取值。

进一步地,预编码矩阵W的列矢量可以彼此相互正交,即W满足

$$W^H W = \alpha^2 I$$

10 其中 W^H 表示矩阵W的共轭转置,I为单位矩阵。上述结构将天线端口划分为两组,矢量v可以与其中每个天线组对应的信道特性相匹配,而两个天线端口组之间的相位可以用 ϕ 表示。

作为本发明一个实施例,所述预编码矩阵W至少是式(1)所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取

15 值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(2)或者(2')所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$,

$\phi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

20 作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(3)所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(4)或者(5)所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 7$, $\lfloor i_2/2 \rfloor$

表示其取值为不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

考察上述预编码矩阵 W 可知，上述矩阵结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰，从而提高了传输速率和系统的谱效率。

所述码本为基站和UE所共知。作为本发明另一实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以只包含一个具体取值，此时，PMI直接指示所选择的预编码矩阵，例如，从矩阵集合(1)或(2)中总共可以选择256个不同的预编码矩阵，则可以采用 $PMI = 0, \dots, 255$ 分别指示索引值为0, 1, $\dots$, 255的预编码矩阵。此时，基站可以根据所述PMI，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

作为本发明另一实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以包含第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第一预编码矩阵指示 PMI_2 两个索引，其中 PMI_1 和 PMI_2 分别与所选择的预编码矩阵相关联的索引值 i_1 和 i_2 相对应。基站可以根据所述 PMI_1 和 PMI_2 ，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

接收用户设备UE发送的预编码矩阵指示PMI时，可以是基站通过PUCCH或者PUSCH接收所述PMI。需要指出的是，本发明实施例中的预编码矩阵 W 可以是经过行或者列置换之后的预编码矩阵。例如，不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

从上述本发明实施例提供的信道状态信息反馈方法可知，基站发送参考信号，并接收UE发送的预编码矩阵指示PMI，所述PMI与UE基于所述参考信号从码本中选择一个预编码矩阵相对应。其中所述码本至少包含一个预编码矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时，相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外，预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵 W 相应的预编码矩

阵指示反馈至基站后,基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码,提高了系统的吞吐量。

下面对本发明的信道状态信息反馈的系统以及用户设备和基站进行详细说明。请参见附图 3,是本发明的一种信道状态信息反馈的系统的实施例结构组成示意图。本发明实施例的所述系统包括用户设备 30 和基站 40。其中,所述用户设备 30 的结构如附图 4 所示,所述基站 40 的结构如附图 5 所示。

请参阅附图 4,是本发明实施例提供的用户设备 30 的结构示意图,包括接收模块 301、选择模块 302 和发送模块 303,其中,接收模块 301 可以通过用户设备 30 中的接收器实现或者是其接收器的一个软件模块/单元或硬件模块/单元,选择模块 302 可以通过用户设备 30 中的处理器实现或者是其处理器的一个软件模块/单元或硬件模块/单元,发送模块 303 可以通过用户设备 30 中的发射器实现或者是其发射器的一个软件模块/单元或硬件模块/单元。

接收模块 301,用于接收基站发送的参考信号。基站发送的参考信号可以包括信道状态信息参考信号(Channel State Information Reference Signal, CSI RS)、解调参考信号(Demodulation RS, DM RS)或者小区特定的参考信号(Cell-specific RS, CRS)等。用户设备可以通过接收 eNB 通知,例如通过接收无线资源控制(Radio Resource Control, RRC)信令或者下行控制信息(Down Control Information, DCI)得到所述参考信号,或者基于小区标识 ID 得到所述参考信号的资源配置并在对应的资源或者子帧得到所述参考信号,本发明实施例对接收参考信号的具体方式不做限定。

应理解,上述参考信号与天线端口对应,它可以对应于一个物理天线或者天线阵元;也可以对应于一个虚拟天线,其中虚拟天线为物理天线或者天线阵元的加权组合。

选择模块 302,用于基于所述接收模块 301 接收的参考信号,从码本中选择预编码矩阵 W ,所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$,

$v = [1 \ e^{j\theta}]$,其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

具体地,相位 θ 和 ϕ 可以根据量化的精度需求,灵活选择取值。

进一步地,预编码矩阵 W 的列矢量可以彼此相互正交,即 W 满足

$$W^H W = \alpha^2 I$$

其中 W^H 表示矩阵 W 的共轭转置, I 为单位矩阵。上述结构将天线端口划分为两组, 矢量 v 可以与其中每个天线组对应的信道特性相匹配, 而两个天线端口组之间的相位可以用 ϕ 表示。上述结构可以匹配实际部署的天线配置, 例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择, 不但可以根据需要进一步提高量化的精度, 而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交, 进一步降低了层间干扰, 从而提高了传输速率和系统的谱效率。

从上述本发明实施例可知, 用户设备可以基于所收到的参考信号, 从码本中选择一个预编码矩阵, 并向所述基站发送与所选择的预编码矩阵 W 相应的预编码矩阵指示, 其中所述码本至少包含一个预编码矩阵 W , 所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$, $v = [1 \ e^{j\theta}]$, 其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置, 例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时, 相位 θ 和 ϕ 灵活选择, 不但可以根据需要进一步提高量化的精度, 而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外, 预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交, 进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵 W 相应的预编码矩阵指示反馈至基站后, 基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码, 可以改进预编码的精度, 从而提高了数据传输的速率以及系统的吞吐量。

附图4示例的选择模块302具体可以用于基于所述参考信号获取信道估计值, 根据所述信道估计值, 从码本中选择一个预编码矩阵。

需要说明的是, 本发明实施例对选择预编码矩阵的具体方式不作限定。可选地, 根据预定义的准则如信道容量或者吞吐量最大化的准则或者弦距最小化准则, 从所述码本中选择预编码矩阵。基于预定义的准则选择预编码矩阵为已有技术, 在此不赘述。

作为本发明一个实施例, 所述预编码矩阵 W 至少是式(1)所示矩阵集合

- 15 -

中的一个矩阵, 其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$

表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例, 所述预编码矩阵 W 至少是式 (2) 或者 (2') 所示矩阵集合中的一个矩阵, 其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$,

5 $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots, i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例, 所述预编码矩阵 W 至少是式 (3) 所示矩阵集合中的一个矩阵, 其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例, 所述预编码矩阵 W 至少是式 (4) 或者 (5) 所示矩阵集合中的一个矩阵, 其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 7$, $\lfloor i_2/2 \rfloor$

10 表示其取值为不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

考察上述预编码矩阵 W 可知, 上述矩阵结构可以匹配实际部署的天线配置, 例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择, 不但可以根据需要进一步提高量化的精度, 而且可以在开销和量化精度之间进行

15 折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交, 进一步降低了层间干扰, 从而提高了传输速率和系统的谱效率。

发送模块303, 用于向基站发送预编码矩阵指示PMI, 所述PMI与所述选择模块302所选择的预编码矩阵 W 相对应。用户设备可以通过PUCCH或者PUSCH向基站发送该预编码矩阵指示PMI。

20 作为本发明一个实施例, 所述预编码矩阵指示PMI可以只包含一个具体取值, 此时, PMI直接指示所选择的预编码矩阵, 例如, 从矩阵集合 (1) 或 (2) 中总共可以选择256个不同的预编码矩阵, 则可以采用 $PMI = 0, \dots, 255$ 分别指示索引值为0, 1, $\dots$, 255的预编码矩阵。因此, 作为本发明向所述基站发送预编码矩阵指示PMI, 所述PMI与选择的预编码矩阵相对应的一个实施例,

所述预编码矩阵指示PMI可以是与码本中预编码矩阵W相对应的索引值。由于基站一侧也具有所述码本，因此，基站可以根据所述PMI，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

作为本发明另一实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以包含第一预编码矩阵指示PMI₁和第一预编码矩阵指示PMI₂两个索引，其中PMI₁和PMI₂分别与所选择的预编码矩阵相关联的索引值*i*₁和*i*₂相对应。基站可以根据所述第一预编码矩阵指示PMI₁和第一预编码矩阵指示PMI₂，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

在本发明实施示例中，所述PMI₁和PMI₂具有不同的时间域或者频域颗粒度，或者基于不同的子帧周期或者子带大小得到。例如预编码矩阵指示PMI₁和预编码矩阵指示PMI₂分别表示不同的周期或者带宽的信道特性，或者基于不同的子帧周期或者子带大小得到。进一步地，预编码矩阵指示PMI₁和预编码矩阵指示PMI₂以不同的时间周期向基站发送。

向基站发送预编码矩阵指示PMI时，可以是用户设备通过PUCCH或者PUSCH向基站发送该预编码矩阵指示PMI。需要指出的是，本发明实施示例中的预编码矩阵W可以是经过行或者列置换之后的预编码矩阵。例如，不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

从上述本发明实施示例提供的用户设备可知，用户设备可以基于所收到的参考信号，从码本中选择一个预编码矩阵，并向所述基站发送与所选择的预编码矩阵相应的预编码矩阵指示。其中所述码本至少包含一个预编码矩阵W，所述预编码矩阵W的列矢量可以表示为 $\alpha \begin{bmatrix} \mathbf{v} & e^{j\phi} \mathbf{v} \end{bmatrix}^T$ ， $\mathbf{v} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时，相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外，预编码矩阵W的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵W相应的预编码矩阵指示反馈至基站后，基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码，提高了系统的吞吐量。

需要说明的是，以上用户设备的实施方式中，各功能模块的划分仅是举例说明，实际应用中可以根据需要，例如相应硬件的配置要求或者软件的实现的便利考虑，而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即将所述用户设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成以上描述的全部或者部分功能。而且，

5 实际应用中，本实施例中的相应的功能模块可以是由相应的硬件实现，也可以由相应的硬件执行相应的软件完成，例如，前述的接收模块，可以是具有执行前述接收基站发送的参考信号的硬件，例如接收器，也可以是能够执行相应计算机程序从而完成前述功能的一般处理器或者其他硬件设备；再如前述的选择模块，可以是具有执行前述基于所述接收模块（或接收器）接收的参考信号，

10 从码本中选择预编码矩阵 W 功能的硬件，例如预编码矩阵确定器，也可以是能够执行相应计算机程序从而完成前述功能的一般处理器或者其他硬件设备（本说明书提供的各个实施例都可应用上述描述原则）。

请参阅附图 5，是本发明实施例提供的基站结构示意图，该包括信号第二发送模块 401 和第二接收模块 402，其中，第二发送模块 401 可以通过基站 40

15 中的发射器实现或者是其发射器的一个软件模块/单元或硬件模块/单元，第二接收模块 402 可以通过基站 40 中的接收器实现或者是其接收器的一个软件模块/单元或硬件模块/单元，或者，第二发送模块 401 和第二接收模块 402 可以通过基站 40 中的处理器实现或者是其处理器的软件模块/单元或硬件模块/单元。

20 第二发送模块 401，用于向用户设备 UE 发送参考信号；

具体地，所述参考信号可以包括 CSI RS，DM RS 或者 CRS 等。基站可以通过高层信令如 RRC 信令或者下行控制信息 DCI 通知 UE 接收所述参考信号，或者基于小区标识 ID 在对应的参考信号的资源或者子帧上发送所述参考信号，本发明实施例对发送参考信号的具体方式不做限定。

25 应理解，上述参考信号与天线端口对应，它可以对应于一个物理天线或者天线阵元；也可以对应于一个虚拟天线，其中虚拟天线为物理天线或者天线阵元的加权组合。

第二接收模块 402，用于接收用户设备 UE 发送的预编码矩阵指示 PMI，所

-18-

述PMI与UE基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵W相对应,所述预编码矩阵W的列矢量可以表示为 $\alpha \begin{bmatrix} v & e^{j\phi} v \end{bmatrix}^T$, $v = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$,其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

具体地,相位 θ 和 ϕ 可以根据量化的精度需求,灵活选择取值。

5 进一步地,预编码矩阵W的列矢量可以彼此相互正交,即W满足

$$W^H W = \alpha^2 I$$

其中 W^H 表示矩阵W的共轭转置,I为单位矩阵。上述结构将天线端口划分为两组,矢量v可以与其中每个天线组对应的信道特性相匹配,而两个天线端口组之间的相位可以用 ϕ 表示。上述结构可以匹配实际部署的天线配置,例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择,不但可以根据需要进一步提高量化的精度,而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵W的列矢量彼此正交,进一步降低了层间干扰,从而提高了传输速率和系统的谱效率。

作为本发明一个实施例,所述预编码矩阵W至少是式(1)所示矩阵集合
15 中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(2)或者(2')所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, \dots, 15$, $i_2 = 0, \dots, 15$,
20 $\phi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(3)所示矩阵集合中的一个矩阵,其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, $i_1 = 0, 1, 2, 3$, $i_2 = 0, \dots, 15$, $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

作为本发明另一实施例,所述预编码矩阵W至少是式(4)或者(5)所

- 19 -

示矩阵集合中的一个矩阵，其中 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$ ， $i_1 = 0, 1, 2, 3$ ， $i_2 = 0, \dots, 7$ ， $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示其取值为不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

考察上述预编码矩阵 W 可知，上述矩阵结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰，从而提高了传输速率和系统的谱效率。

考察上述预编码矩阵 W 可知，上述矩阵结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且可以在开销和量化精度之间进行折衷。预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰，从而提高了传输速率和系统的谱效率。

所述码本为基站和UE所共知。作为本发明另一实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以只包含一个具体取值，此时，PMI直接指示所选择的预编码矩阵，例如，从矩阵集合(1)或(2)中总共可以选择256个不同的预编码矩阵，则可以采用 $PMI = 0, \dots, 255$ 分别指示索引值为0, 1, ..., 255的预编码矩阵。此时，基站可以根据所述PMI，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

作为本发明另一实施例，所述预编码矩阵指示PMI可以包含第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第一预编码矩阵指示 PMI_2 两个索引，其中 PMI_1 和 PMI_2 分别与所选择的预编码矩阵相关联的索引值 i_1 和 i_2 相对应。基站可以根据所述 PMI_1 和 PMI_2 ，从所述码本中得到UE所选择的预编码矩阵。

接收用户设备UE发送的预编码矩阵指示PMI时，可以是基站通过PUCCH或者PUSCH接收所述PMI。需要指出的是，本发明实施例中的预编码矩阵 W 可以是经过行或者列置换之后的预编码矩阵。例如，不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

从上述本发明实施例提供的信道状态信息反馈的基站可知，基站发送参考信号，并接收UE发送的预编码矩阵指示PMI，所述PMI与UE基于所述参考信号从码本中选择一个预编码矩阵相对应。其中所述码本至少包含一个预编码

-20-

矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量可以表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。上述码本结构可以匹配实际部署的天线配置，例如4端口的双极化天线或者均匀线阵天线配置。同时，相位 θ 和 ϕ 灵活选择，不但可以根据需要进一步提高量化的精度，而且

5 可以在开销和量化精度之间进行折衷。此外，预编码矩阵 W 的列矢量彼此正交，进一步降低了层间干扰。用户设备将与该预编码矩阵 W 相应的预编码矩阵指示反馈至基站后，基站根据反馈的预编码矩阵指示对发送的信号进行预编码，提高了系统的吞吐量。

本发明实施例还提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质可存储有

10 程序，该程序执行时包括附图1或附图2示例的所述步骤。

需要说明的是，上述装置各模块/单元之间的信息交互、执行过程等内容，由于与本发明方法实施例基于同一构思，其带来的技术效果与本发明方法实施例相同，具体内容可参见本发明方法实施例中的叙述，此处不再赘述。

本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步

15 骤是可以通过程序来指令相关的硬件来完成，比如以下各种方法的一种或多种或全部：

方法一：接收基站发送的参考信号；根据所述参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，所述预编码矩阵 W 的列矢量表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置；向所述基站发送

20 与所选择的预编码矩阵相对应的预编码矩阵指示PMI。

方法二：向用户设备UE发送参考信号；接收所述UE发送的预编码矩阵指示PMI，所述PMI与所述UE基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 相对应，所述预编码矩阵 W 的列矢量表示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中， α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

25 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通过程序来指令相关的硬件来完成，该程序可以存储于一计算机可读

存储介质中，存储介质可以包括：只读存储器（ROM，Read Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁盘或光盘等。

5 以上对本发明实施例提供的信道状态信息反馈方法以及一种用户设备和基站进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

-22-

权 利 要 求

1、一种信道状态信息反馈方法，其特征在于，所述方法包括：

接收基站发送的参考信号；

5 基于所述参考信号，从码本中选择预编码矩阵W，所述预编码矩阵W的列矢量表示为 $\alpha[v \ e^{j\phi}v]^T$ ， $v=[1 \ e^{j\theta}]$ ，其中 α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置；

向所述基站发送预编码矩阵指示PMI，所述PMI与所述选择的预编码矩阵W相对应。

2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵W至少为以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ 1 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ j \\ je^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -1 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -j \\ -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵，所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$ ，所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数，所述 $i_1 = 0, \dots, 15$ ，所述 $i_2 = 0, \dots, 15$ 。

3、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵W至少为以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{或者}$$

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵，其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$ ，所述 $i_1 = 0, \dots, 15$ ，所述 $i_2 = 0, \dots, 15$ ，所

-23-

述 $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

4、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

5 中的一个矩阵，其中，所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$ ，所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$ ，所述 $i_2 = 0, \dots, 15$ ，所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

5、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & j & -j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

10 或者

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & -j & j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵，其中所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$ ，所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$ ，所述 $i_2 = 0, \dots, 7$ ，所述 $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

6、如权利要求2至5任意一项所述的方法，其特征在于，所述向所述基站
15 发送预编码矩阵指示PMI包括：

-24-

向所述基站发送第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂,
所述第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂分别用于指示与所
选择的预编码矩阵W相对应的索引*i*₁和*i*₂。

7、一种信道状态信息反馈的方法，其特征在于，所述方法包括：

5 向用户设备UE发送参考信号；

接收所述UE发送的预编码矩阵指示PMI，所述PMI与所述UE基于所述参
考信号从码本中选择的预编码矩阵W相对应，所述预编码矩阵W的列矢量表
示为 $\alpha [v \ e^{j\phi} v]^T$ ， $v = [1 \ e^{j\theta}]$ ，其中， α 为常数， θ 和 ϕ 为相位， $[\]^T$ 表示矩阵
或者矢量的转置。

10 8、如权利要求7所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵W至少为以
下矩阵集合中的一个矩阵

$$\left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ 1 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ j \\ je^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -1 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -j \\ -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$ ，所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于*i*₂/4的最大整数，所述

*i*₁ = 0, ..., 15，所述*i*₂ = 0, ..., 15。

15 9、如权利要求7所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵W至少为以
下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

或者

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix} \right\}$$

-25-

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, \dots, 15$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

10、如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$5 \quad \left\{ \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

11、如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$10 \quad \left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & j & -j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

或者

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & -j & j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 7$, 所述 $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

15 12、如权利要求8至11任意一项所述的方法, 其特征在于, 所述接收所述

UE发送的预编码矩阵指示PMI包括:

接收所述UE发送的第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂用, 所述第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂分别用于指示与所选择的预编码矩阵相对应的索引 i_1 和 i_2 。

13、一种用户设备, 其特征在于, 所述装置包括:

接收模块, 用于接收基站发送的参考信号;

选择模块, 用于基于所述接收模块接收的所述参考信号, 从码本中选择预

编码矩阵W, 所述预编码矩阵W的列矢量表示为 $\alpha [v \ e^{j\theta} v]^T$, $v = [1 \ e^{j\theta}]$, 其

中 α 为常数, θ 和 ϕ 为相位, $[\]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置;

10 发送模块, 用于向所述基站发送预编码矩阵指示PMI, 所述PMI与所述选

择模块所选择的预编码矩阵W相对应。

14、如权利要求13所述的用户设备, 其特征在于, 所述预编码矩阵W至

少为以下矩阵集合

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{ 中的一个矩阵, 其中所述 } \theta = \frac{16}{\pi} (2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$$

15 , 所述 $i_1 = 0, \dots, 15$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

15、如权利要求13所述的用户设备, 其特征在于, 所述预编码矩阵W至

少为以下矩阵集合

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{ 或者}$$

$$\left\{ \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j(\theta+\phi)} & e^{j(\theta+\phi)} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j(\theta+\phi)} & e^{j(\theta+\phi)} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j(\theta+\phi)} & e^{j(\theta+\phi)} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{8}} & \frac{1}{\sqrt{8}} \\ e^{j(\theta+\phi)} & e^{j(\theta+\phi)} \end{bmatrix} \right\}$$

-27-

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, \dots, 15$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

16、如权利要求13所述的用户设备, 其特征在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$5 \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \\ \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \end{array} \right\}$$

中的一个矩阵, 其中, 所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

17、如权利要求13所述的用户设备, 其特征在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$10 \quad \left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & j & -j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{或者}$$

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & -j & j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 7$, 所述 $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

15 18、如权利要求14至17任意一项所述的用户设备, 其特征在于, 所述发送

模块具体用于:

向所述基站发送第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂,
所述第一预编码矩阵指示PMI₁和第二预编码矩阵指示PMI₂分别用于指示与所
选择的预编码矩阵相对应的索引*i*₁和*i*₂。

5 19、一种基站,其特征在於,所述基站包括:

第二发送模块,用于向用户设备UE发送参考信号;

第二接收模块,用于接收所述UE发送的预编码矩阵指示PMI,所述PMI
与所述UE基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵W相对应,所述预编
码矩阵W的列矢量表示为 $\alpha \begin{bmatrix} v & e^{j\phi} v \end{bmatrix}^T$, $v = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$,其中 α 为常数, θ 和 ϕ 为

10 相位, $[]^T$ 表示矩阵或者矢量的转置。

20、如权利要求19所述的基站,其特征在於,所述预编码矩阵W至少为
以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ 1 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ j \\ je^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -1 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta} \\ -j \\ -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵,其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$,所述 $i_1 = 0, \dots, 15$,所述 $i_2 = 0, \dots, 15$,所

15 述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于*i*₂/4的最大整数。

21、如权利要求19所述的基站,其特征在於,所述预编码矩阵W至少为
以下矩阵集合

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{或者}$$

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j(\theta+\varphi)} \\ j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j(\theta+\varphi)} \end{bmatrix} \right\}$$

-29-

中的一个矩阵, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{16}(2i_1 + \lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, \dots, 15$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\varphi = \frac{\pi}{16}, \frac{\pi}{8}, \dots$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

22、如权利要求19所述的基站, 其特征不在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$5 \quad \left\{ \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & -1 \\ -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{12}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 \\ -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个矩阵, 其中, 所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/4 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 15$, 所述 $\lfloor i_2/4 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/4$ 的最大整数。

23、如权利要求19所述的基站, 其特征不在于, 所述预编码矩阵 W 至少为以下矩阵集合

$$10 \quad \left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & j & -j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \text{或者}$$

$$\left\{ \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j\theta} & e^{j\theta} & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ j & -j & j & -j \\ je^{j\theta} & -je^{j\theta} & -je^{j\theta} & je^{j\theta} \end{bmatrix} \right\}$$

中的一个, 其中所述 $\theta = \frac{\pi}{8}(4i_1 + 2\lfloor i_2/2 \rfloor)$, 所述 $i_1 = 0, 1, 2, 3$, 所述 $i_2 = 0, \dots, 7$, 所述 $\lfloor i_2/2 \rfloor$ 表示不大于 $i_2/2$ 的最大整数。

15 24、如权利要求20至23任意一项所述的基站, 其特征不在于, 所述第二接收

模块具体用于：

接收用户设备向所述基站发送的第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ，所述第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 分别用于指示与所选择的预编码矩阵相对应的索引 i_1 和 i_2 。

- 5 25、一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质可存储有程序，该程序执行时包括权利要求1至7任意一项所述的步骤或者权利要求8至12任意一项所述的步骤。