

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 449**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/06** (2006.01)

**H04B 7/06** (2006.01)

**H04B 7/04** (2007.01)

**H04B 7/0456** (2007.01)

**H04L 25/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2012 PCT/CN2012/076898**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13185320**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2012 E 12878972 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2863570**

54 Título: **Método, equipo de usuario y nodo evolucionado de estación base para determinar un indicador de matriz de precodificación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.04.2020**

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian,  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, JIANGUO y  
ZHOU, YONGXING**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 756 449 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método, equipo de usuario y nodo evolucionado de estación base para determinar un indicador de matriz de precodificación

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones móviles, y en particular, a un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, un equipo de usuario, un NodoB evolucionado de estación base, y un sistema.

**Antecedentes**

10 Un sistema de radio de múltiples entradas y múltiples salidas (múltiples entradas y múltiples salidas, MIMO) puede obtener diversidad y ganancias de conjuntos por medio de precodificación de transmisión y combinación de señal de recepción. Un sistema que utiliza precodificación se puede expresar como:

$$y = H \hat{V} s + n$$

donde y representa un vector de una señal recibida, H representa una matriz de canal,  $\hat{V}$  representa una matriz de precodificación, s representa un vector de un símbolo transmitido, y n representa un ruido de medición.

15 La precodificación óptima generalmente requiere que la información del estado del canal (Información del estado del canal - CSI, por sus siglas en inglés) sea completamente conocida por un transmisor. Un método comúnmente utilizado es que un equipo de usuario (Equipo de Usuario – UE, por sus siglas en inglés) o una estación móvil (Estación Móvil – MS, por sus siglas en inglés) (en adelante denominados generalmente como un UE) cuantifique la CSI instantánea y realimente la CSI a un NodoB (NodoB), que incluye una estación base (Estación Base, BS), un punto de acceso (Punto de Acceso), un punto de transmisión (Punto de Transmisión, TP), o un NodoB evolucionado (Nodo B Evolucionado, eNB), donde el NodoB evolucionado se denomina generalmente como un eNB. La información de CSI que es realimentada por un sistema R8 de Evolución a Largo Plazo (Evolución a Largo Plazo, LTE) existente incluye información tal como un indicador de rango (Indicador de Rango, RI), un indicador de matriz de precodificación (Indicador de Matriz de Precodificación, PMI), y un indicador de calidad de canal (Indicador de Calidad de Canal, CQI), donde el RI y el PMI indican respectivamente el número de capas utilizadas y una matriz de precodificación. Un conjunto de matrices de precodificación utilizadas se denomina generalmente como un libro de códigos, donde cada matriz de precodificación es una palabra clave en el libro de códigos. Para reducir los costes del sistema y satisfacer los requisitos más estrictos sobre la capacidad y cobertura del sistema, ya está ampliamente desplegado en la práctica un sistema de antena activa (AAS). En comparación con una antena de estación base existente, el AAS proporciona además un grado de libertad en el diseño para la dirección vertical.

20 Un libro de códigos de 4 antenas existente, que se diseña en base a la transformación de Householder, de un sistema R8 de LTE y un libro de códigos de 8 antenas existente, que se diseña en base a libros de códigos duales, de un sistema R10 de LTE se diseñan principalmente para una antena horizontal, pero no se considera un grado de libertad de una antena vertical. Cuando el libro de códigos de 4 antenas y el libro de códigos de 8 antenas se utilizan directamente en el despliegue de una antena de estación base de AAS, el comportamiento del sistema se deteriora severamente.

25 El documento EP 2820773 A1 que se presentó antes de la fecha de prioridad de la presente solicitud pero se publicó después describe un método en una estación base de radio para transformar una señal de transmisión de datos en una red de comunicaciones por radio. La estación base de radio se conecta a un conjunto de antenas activas de un primer número de antenas de transmisión activas, de las cuales cada antena de transmisión activa comprende subelementos. La estación base de radio comprende un libro de códigos precodificador que comprende precodificadores para transmitir señales de manera diversificada para un segundo número de puertos de antena. La estación base de radio sirve a un equipo de usuario en la red de comunicaciones por radio. La estación base de radio precodifica la señal de transmisión de datos con un precodificador seleccionado del libro de códigos precodificador.

30 La estación base de radio transforma además, linealmente, la señal de transmisión de datos precodificada neutralizando una dirección de la señal de transmisión de datos precodificada y dirigiendo luego la señal de transmisión de datos precodificada verticalmente. La señal de transmisión de datos precodificada está así habilitada para ser ajustada verticalmente hacia el equipo de usuario.

**Compendio**

35 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, un equipo de usuario, un NodoB evolucionado eNB de estación base, y un sistema, que utilizan una matriz de precodificación que soporta la cuantificación vertical y horizontal, y puede utilizar completamente un grado de libertad de un sistema de antena activa en una dirección vertical, mejorando así la precisión de realimentación de CSI y el rendimiento del sistema.

Según un aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, donde el método incluye:

- 5 recibir, por parte de un equipo de usuario, una señal de referencia enviada por una estación base;  
 seleccionar, por parte del equipo de usuario, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, donde una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , donde,  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ ; y la  $W_1$  incluye al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ ; y  
 10 enviar, por parte del equipo de usuario, un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

Según otro aspecto, una realización de la presente invención proporciona además un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, donde el método incluye:

- 15 enviar una señal de referencia a un equipo de usuario UE; y  
 recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el UE, donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación que es seleccionada por el UE, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos; y una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ ; y la matriz  $W_1$  incluye al menos una  
 20 matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ .

Según otro aspecto, de manera correspondiente, una realización de la presente invención proporciona un equipo de usuario UE, que incluye:

- 25 una unidad de recepción, configurada para recibir una señal de referencia enviada por una estación base;  
 una unidad de selección, configurada para seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, donde una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ ; y la matriz  $W_1$  incluye al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ ; y  
 30 una unidad de envío, configurada para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

Según otro aspecto, de manera correspondiente, una realización de la presente invención proporciona un eNB de estación base, que incluye:

- 35 una unidad de envío, configurada para enviar una señal de referencia a un equipo de usuario UE; y  
 una unidad de recepción, configurada para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el UE, donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación que es seleccionada por el UE, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos; y una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , donde  
 40  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ ; y la matriz  $W_1$  incluye al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ .

Según otro aspecto, de manera correspondiente, una realización de la presente invención proporciona además un sistema para determinar un indicador de matriz de precodificación, que incluye el terminal UE y el eNB de estación base anteriores.

- 45 El método para determinar un indicador de matriz de precodificación, el equipo de usuario UE, el eNB de estación base, y el sistema según las realizaciones de la presente invención utiliza una matriz de precodificación que soporta cuantificación vertical y horizontal, que no solo puede utilizar un grado de libertad en una dirección horizontal, sino que también puede utilizar un grado de libertad en una dirección vertical, mejorando así enormemente la precisión de  
 50 realimentación de CSI y el rendimiento del sistema.

### Breve descripción de los dibujos

- La Figura 1 es un diagrama de flujo de una primera realización de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;  
 La Figura 2 es un diagrama de flujo de una segunda realización de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;  
 55

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de la composición de un sistema para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de la composición de un equipo de usuario UE en la Figura 3; y

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de la composición de una estación base eNB en la Figura 3.

## 5 Descripción de las realizaciones

Lo siguiente describe adicionalmente las soluciones técnicas de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos y realizaciones adjuntos.

Según las realizaciones de la presente invención, se diseña un esquema de libro de códigos para un despliegue de red y configuración de antena reales, y especialmente para una condición de configuración de antena de estación base de un sistema de antena activa. Según el esquema de libro de códigos, un UE selecciona e informa un PMI, y un eNodoB realiza la precodificación según la información de PMI informada por el UE, para mejorar el comportamiento de un sistema con la configuración de antena anterior y especialmente con la configuración de antena de estación base de AAS. La antena de estación base no solo puede utilizar un grado de libertad en una dirección horizontal, sino que también puede utilizar un grado de libertad en una dirección vertical.

La Figura 1 es un diagrama de flujo de una primera realización de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. Como se muestra en la figura, esta realización incluye específicamente las siguientes etapas:

Etapa 101: recibir una señal de referencia enviada por una estación base.

Específicamente, la señal de referencia enviada por la estación base puede incluir una señal de referencia de información del estado del canal (Señal de Referencia de información del estado del canal, CSI RS), una señal de referencia de demodulación (RS de demodulación, DM RS), o una señal de referencia específica de celda (RS específica de celda, CRS). Un equipo de usuario UE puede obtener una configuración de recursos de la señal de referencia recibiendo una notificación (por ejemplo, señalización RRC (Control de Recursos de Radio) o información de control de enlace descendente DCI) de un eNB o en base a una identidad ID de celda, y obtener la señal de referencia a partir de un recurso o subtrama correspondiente.

Etapa 102: seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, donde una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , es decir:

$$W = W_1 W_2 \quad (1)$$

donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir:

$$W_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \} \quad (2)$$

donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker (kronecker) de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir:

$$\mathbf{X}_i = \mathbf{A}_i \otimes \mathbf{B}_i, \quad 1 \leq i \leq N_B \quad (3)$$

la  $W_1$  incluye al menos una matriz de bloque, es decir, el número  $N_B$  de matrices de bloque es:

$$N_B \geq 1 \quad (4)$$

Específicamente, cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  en la fórmula (3) puede ser un vector de transformada discreta de Fourier (Transformada Discreta de Fourier, DFT) o puede ser un vector columna de una matriz de Hadamard (Hadamard), es decir:

$$\mathbf{A}_i = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_0 & \mathbf{a}_1 & \dots & \mathbf{a}_{N_a-1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$\mathbf{B}_i = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_0 & \mathbf{b}_1 & \dots & \mathbf{b}_{N_b-1} \end{bmatrix} \quad (6)$$

por lo tanto:

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_{N_f-1}\}, k = 0, \dots, N_a - 1 \quad (7)$$

o

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_{N_h-1}\}, k = 0, \dots, N_a - 1 \quad (8)$$

o

$$\mathbf{b}_l \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_{N_f-1}\}, l = 0, \dots, N_b - 1 \quad (9)$$

5

o

$$\mathbf{b}_l \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_{N_h-1}\}, l = 0, \dots, N_b - 1 \quad (10)$$

10 donde  $N_a$  y  $N_b$  representan los números de columnas de la matriz  $A_i$  y la matriz  $B_i$ , y la matriz  $B_i$ , respectivamente;  $\mathbf{h}_m, m=0, \dots, N_h - 1$  representa un vector columna de la matriz de Hadamard, donde  $N_h$  representa el número de columnas de la matriz de Hadamard; y  $\mathbf{f}_n, n=0, \dots, N_f - 1$  representa un vector de DFT, donde  $N_f$  es el número de vectores de DFT, y el vector  $\mathbf{f}_n$  de DFT se puede representar como:

$$\mathbf{f}_n = \left[ e^{j\frac{2\pi \cdot 0 \cdot n}{N}} \quad e^{j\frac{2\pi \cdot 1 \cdot n}{N}} \quad \dots \quad e^{j\frac{2\pi \cdot (M-1) \cdot n}{N}} \right]^T \quad (11)$$

donde tanto  $M$  como  $N$  son enteros.

15 Específicamente, la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  en la fórmula (3) también puede ser una matriz de precodificación en un libro de códigos de 2 antenas o un libro de códigos de 4 antenas de un sistema R8 de LTE, o en un libro de códigos de 8 antenas de un sistema R10 de LTE.

Además, la matriz  $W_2$  se utiliza para seleccionar o ponderar y combinar un vector columna en la matriz  $W_1$ , para formar la matriz  $W$ .

20 En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado:

$$\mathbf{A}_i = \mathbf{a}_0, i = 1, 2 \quad (12)$$

donde:

$$\mathbf{a}_0 \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_3\} \quad (13)$$

$$[\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \mathbf{f}_2, \mathbf{f}_3] = \text{diag}\{1, e^{jn\pi/8}, e^{jn\pi/4}, e^{j3n\pi/8}\} \mathbf{F}_4, n = 0, 1, 2, 3 \quad (14)$$

$$\mathbf{F}_4 = \frac{1}{2} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -j & -1 & j \end{bmatrix} \quad (15)$$

25 o

$$\mathbf{a}_k \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_3\}, k = 0, \dots, 3 \quad (16)$$

$$[\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_3] = \frac{1}{2} \times \mathbf{H}_4 \quad (17)$$

donde  $\mathbf{H}_4$  es una matriz de Hadamard (Hadamard) de orden 4.

$$\mathbf{B}_i \in \left\{ \left[ \mathbf{b}_{(2k) \bmod 32} \quad \mathbf{b}_{(2k+1) \bmod 32} \quad \mathbf{b}_{(2k+2) \bmod 32} \quad \mathbf{b}_{(2k+3) \bmod 32} \right] : k = 0, 1, \dots, 15 \right\}, i = 1, 2 \quad (18)$$

$$\mathbf{b}_{(2k+l) \bmod 32} = \left[ e^{j \frac{2\pi \cdot 0 \cdot ((2k+l) \bmod 32)}{32}} \quad e^{j \frac{2\pi \cdot 1 \cdot ((2k+l) \bmod 32)}{32}} \quad e^{j \frac{2\pi \cdot 2 \cdot ((2k+l) \bmod 32)}{32}} \quad e^{j \frac{2\pi \cdot 3 \cdot ((2k+l) \bmod 32)}{32}} \right]^T, l = 0, 1, 2, 3 \quad (19)$$

5 donde  $x \bmod y$  representa una operación de  $x \bmod y$ ;  $j$  representa un número imaginario puro unitario, es decir,  $j = \sqrt{-1}$ ; o

$\mathbf{B}_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\} \quad (20)$$

$$\mathbf{Y} \in \{\tilde{\mathbf{e}}_1, \tilde{\mathbf{e}}_2, \tilde{\mathbf{e}}_3, \tilde{\mathbf{e}}_4\} \quad (21)$$

o

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (22)$$

$$(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(\tilde{\mathbf{e}}_1, \tilde{\mathbf{e}}_1), (\tilde{\mathbf{e}}_2, \tilde{\mathbf{e}}_2), (\tilde{\mathbf{e}}_3, \tilde{\mathbf{e}}_3), (\tilde{\mathbf{e}}_4, \tilde{\mathbf{e}}_4), (\tilde{\mathbf{e}}_1, \tilde{\mathbf{e}}_2), (\tilde{\mathbf{e}}_2, \tilde{\mathbf{e}}_3), (\tilde{\mathbf{e}}_1, \tilde{\mathbf{e}}_4), (\tilde{\mathbf{e}}_2, \tilde{\mathbf{e}}_4)\} \quad (23)$$

10 donde  $\tilde{\mathbf{e}}_n$ ,  $n = 1, 2, 3, 4$  representa un vector de selección de  $4 \times 1$  en el que todos los elementos son 0 excepto el  $n$ -ésimo elemento que es 1.

En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $\mathbf{W}$  también pueden ser por separado:

$$\mathbf{A}_i = [\mathbf{a}_0 \quad \mathbf{a}_i], i = 1, 2 \quad (24)$$

$$\mathbf{a}_0, \mathbf{a}_i \in \{\mathbf{f}_0, \mathbf{f}_1, \dots, \mathbf{f}_3\} \quad (25)$$

15 donde  $\mathbf{f}_i$ ,  $i = 0, \dots, 3$  se muestra en la fórmula (14).

o

$$\mathbf{a}_0, \mathbf{a}_i \in \{\mathbf{h}_0, \mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_3\} \quad (26)$$

donde  $\mathbf{h}_i$ ,  $i = 0, \dots, 3$  se muestra en la fórmula (17);

20 la matriz  $\mathbf{B}_i$ ,  $i = 1, 2$  se muestra en las fórmulas (18) y (19), o la matriz  $\mathbf{B}_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE;

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\} \quad (27)$$

$$\mathbf{Y} \in \{ \mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7, \mathbf{e}_8 \} \quad (28)$$

o

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (29)$$

$$(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{ (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4) \} \quad (30)$$

5 donde  $\mathbf{e}_n$ ,  $n=1,2,\dots,8$  representa un vector de selección de  $8 \times 1$  en el que todos los elementos son 0 excepto el  $n$ -ésimo elemento que es 1.

Específicamente, la selección, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos incluye:

10 obtención, por parte del equipo de usuario UE en base a la señal de referencia, de una estimación de canal; y selección, en base a un criterio predefinido tal como una capacidad de canal o criterio de maximización del rendimiento, de la matriz de precodificación del libro de códigos según la estimación de canal. La selección, en base a un criterio predefinido, de una matriz de precodificación es una tecnología existente, y los detalles no se describen en la presente memoria.

Además, la selección, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos incluye:

15 seleccionar, en base a la señal de referencia, la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos, donde el subconjunto de libro de códigos puede ser un subconjunto de libro de códigos predefinido; o un subconjunto de libro de códigos que es informado por el UE al eNB de estación base, determinado por el eNB de estación base en base al informe del UE, y notificado al UE; o un subconjunto de libro de códigos que es determinado e informado por el UE, por ejemplo, un último subconjunto de libro de códigos informado.

20 Además, el subconjunto de libro de códigos puede incluir:

un subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ .

La selección, en base al subconjunto de libro de códigos, de la matriz de precodificación puede reducir además las sobrecargas de realimentación y la complejidad de implementación.

25 Además, los subconjuntos de libro de códigos tienen un mismo subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ . De esta manera, los subconjuntos de libro de códigos se superponen entre sí, lo que puede superar un efecto de borde de la cuantificación de la información del estado del canal.

Además, en la matriz de precodificación, las matrices de bloque  $X_i$  y  $X_j$ ,  $i \neq j$ , pueden ser desiguales, o también pueden ser iguales. Si hay múltiples casos en los que  $X_i$  y  $X_j$ ,  $i \neq j$  son iguales, por ejemplo,  $X_i$  y  $X_j$ ,  $i \neq j$  que son iguales pueden aparecer en pares, se pueden reducir adicionalmente las sobrecargas de realimentación.

30 Además, la matriz  $A_i$  o matriz  $B_i$  anteriores, también pueden utilizar otra forma, que no se desarrolla adicionalmente en la presente memoria.

Debe señalarse que, cada una de las matrices anteriores se puede multiplicar además por un factor de escala, para implementar la normalización de potencia o equalización de potencia.

35 Etapa 103: enviar un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

Específicamente, la matriz de precodificación se incluye en un conjunto de matrices de precodificación o un libro de códigos; y el PMI se utiliza para indicar la matriz de precodificación seleccionada en el conjunto de matrices de precodificación o el libro de códigos.

- 5 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base incluye: enviar el indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI puede incluir solo un valor específico. En este caso, el PMI indica directamente la matriz de precodificación  $W$ . Por ejemplo, si hay un total de 16 matrices de precodificación diferentes, se pueden utilizar los  $PMI = 0, \dots, 15$  para indicar respectivamente las matrices de precodificación  $W$  cuyas etiquetas son  $0, 1, \dots, 15$ .
- Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_1$  y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_1$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  en la fórmula (2) y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por el  $PMI_1$  y el  $PMI_2$  en el libro de códigos; o
- 10 enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  en el libro de códigos.
- 15 Además, los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_1$  y  $PMI_2$ , o los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  tienen diferentes granularidades en el dominio de tiempo o granularidades en el dominio de frecuencia, por ejemplo  $PMI_1$  y  $PMI_2$ , o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  indican por separado diferentes periodos o características del canal de ancho de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o tamaños de sub-banda.
- Alternativamente, además, los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$  y  $PMI_{12}$  se envían a la estación base según diferentes periodos de tiempo.
- 20 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente.
- 25 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar una matriz  $X_{2i-1} = X_{2i} = A_{2i} \otimes B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $X_{2i-1} = X_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares; o enviar los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  a la estación base, donde el  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar una matriz  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , la matriz  $B_{2i-1} = B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $B_{2i-1} = B_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares.
- 30 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base puede ser el envío, por el UE, del indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base a través de un canal físico de control de enlace ascendente (Canal Físico de Control De Enlace Ascendente, PUCCH) o un canal físico compartido de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente, PUSCH).
- 35 Además, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base puede ser el envío por separado, por parte del UE utilizando diferentes subtramas o según diferentes periodos, de los anteriores  $PMI_1$  y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  a la estación base.
- 40 Además, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede ser el envío por separado, por el UE para diferentes sub-bandas o tamaños de sub-banda en un dominio de frecuencia, de los anteriores  $PMI_1$  y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  a la estación base.
- 45 En esta realización de la presente invención, un equipo de usuario determina y envía un indicador de matriz de precodificación PMI, donde el PMI indica una matriz de precodificación. La matriz de precodificación tiene una estructura de  $W=W_1W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques en la que cada matriz de bloque en una línea diagonal es  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $i=1, \dots, N_B$ , donde la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  soporta eficazmente la cuantificación de la información del estado del canal en una dirección horizontal o una dirección vertical, respectivamente. Esto puede utilizar completamente un grado de libertad de un sistema de antena activa AAS en una dirección horizontal y una dirección vertical, mejorando así enormemente la precisión de realimentación de la información del estado del canal.
- 50 Además, múltiples matrices de bloque  $X_i$  pueden corresponder por separado a grupos de antenas de diferentes polarizaciones o en diferentes ubicaciones, de modo que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples despliegues o configuraciones de antena. La estructura del libro de códigos anterior mejora enormemente el comportamiento de MIMO, y especialmente el de MU-MIMO. Además, uno o más PMI son realimentados en base a un subconjunto para indicar una matriz de precodificación, que utiliza completamente el dominio de tiempo/frecuencia/correlación espacial de un canal, reduciendo así enormemente las sobrecargas de realimentación.
- 55



La Figura 2 es un diagrama de flujo de una segunda realización de un método para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. Como se muestra en la figura, esta realización incluye específicamente:

Etapa 201: enviar una señal de referencia a un equipo de usuario UE.

- 5 Específicamente, la señal de referencia puede incluir una señal de referencia de información del estado del canal (Señal de Referencia de información del estado del canal, CSI RS), una señal de referencia de demodulación (RS de demodulación, DM RS), o una señal de referencia específica de celda (RS específica de celda, CRS). Un eNB de estación base puede notificar al equipo de usuario UE de una configuración de recursos de la señal de referencia utilizando señalización RRC (Control de Recursos de Radio) o información de control de enlace descendente (DCI), y  
 10 ordenar al UE que obtenga la señal de referencia a partir de un recurso o subtrama correspondiente. El equipo de usuario UE también puede obtener implícitamente, en base a otra información tal como una identidad ID de celda, la configuración de recursos de la señal de referencia, y obtener la señal de referencia a partir del recurso o subtrama correspondiente.

- 15 Etapa 202: recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE, donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación seleccionada por el equipo de usuario, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos; y una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , y la matriz de precodificación  $W$  tiene una estructura mostrada en las fórmulas (1) a (4).

- Específicamente, cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$ , puede ser un vector de DFT o es un vector columna de una matriz de Hadamard, como se muestra en las fórmulas (5) a (11); o  
 20 específicamente, la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  también puede ser una matriz de precodificación en un libro de códigos de 2 antenas o un libro de códigos de 4 antenas de un sistema R8 de LTE, o en un libro de códigos de 8 antenas de un sistema R10 de LTE.

Además, la matriz  $W_2$  se utiliza para seleccionar o ponderar y combinar un vector columna en la matriz  $W_1$ , para formar la matriz  $W$ .

- 25 En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (12) a (23); o  $B_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

- En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (24) a (30); o  $B_i$  es una  
 30 matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

Específicamente, la selección, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos incluye:

- 35 seleccionar, en base a la señal de referencia, la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos, donde el subconjunto de libro de códigos puede ser un subconjunto de libro de códigos predefinido; o un subconjunto de libro de códigos que es informado por el UE al eNB de estación base, determinado por el eNB de estación base en base al informe del UE, y notificado al UE; o un subconjunto de libro de códigos que es determinado e informado por el UE, por ejemplo, un último subconjunto de libro de códigos informado.

Además, el subconjunto de libro de códigos puede incluir un subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ .

- 40 Además, los subconjuntos de libro de códigos tienen un mismo subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ . De esta manera, los subconjuntos de libro de códigos se superponen entre sí, lo que puede superar un efecto de borde de la cuantificación de la información del estado del canal.

- Además, en la matriz de precodificación, las matrices de bloque  $X_i$  y  $X_j, i \neq j$ , pueden ser desiguales, o también pueden ser iguales. Si hay múltiples casos en los que  $X_i$  y  $X_j, i \neq j$  son iguales, por ejemplo,  $X_i$  y  $X_j, i \neq j$  que son iguales pueden  
 45 aparecer en pares, se pueden reducir adicionalmente las sobrecargas de realimentación.

Además, la matriz  $A_i$  o matriz  $B_i$  anteriores, también pueden utilizar otra forma, que no se desarrolla adicionalmente en la presente memoria.

Debe señalarse que, cada una de las matrices anteriores se puede multiplicar además por un factor de escala, para implementar la normalización de potencia o equalización de potencia.

- 50 Específicamente, la matriz de precodificación se incluye en un conjunto de matrices de precodificación o un libro de códigos; y el PMI se utiliza para indicar la matriz de precodificación seleccionada en el conjunto de matrices de precodificación o el libro de códigos.

Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE incluye: recibir el indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE, donde el PMI puede

incluir solo un valor específico. En este caso, el PMI indica directamente la matriz de precodificación  $W$ . Por ejemplo, si hay un total de 16 matrices de precodificación diferentes, se pueden utilizar los  $PMI = 0, \dots, 15$  para indicar respectivamente las matrices de precodificación  $W$  cuyas etiquetas son  $0, 1, \dots, 15$ .

5 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE también puede incluir: recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_1$  y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_1$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  en la fórmula (2) y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por el  $PMI_1$  y el  $PMI_2$  en el libro de códigos; o  
 10 recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  en el libro de códigos.

15 Además, los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_1$  y  $PMI_2$ , o los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  tienen diferentes granularidades en el dominio de tiempo o granularidades en el dominio de frecuencia, por ejemplo  $PMI_1$  y  $PMI_2$ , o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$  indican por separado diferentes periodos o características del canal de ancho de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o tamaños de sub-banda.

Alternativamente, además, los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11}$  y  $PMI_{12}$  se envían a la estación base según diferentes periodos de tiempo.

20 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE también puede incluir: recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o  
 25 recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o

30 recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  se utilizan para indicar una matriz  $X_{2i-1} = X_{2i} = A_{2i} \otimes B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $X_{2i-1} = X_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares; o  
 recibir los indicadores de matriz de precodificación  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  enviados por el equipo de usuario UE, donde el  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ , y  $PMI_2$  se utilizan para indicar una matriz  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , la matriz  $B_{2i-1} = B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $B_{2i-1} = B_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares.

35 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE puede ser la recepción, a través de un canal físico de control de enlace ascendente (Canal Físico de Control De Enlace Ascendente, PUCCH) o un canal físico compartido de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente, PUSCH), del indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE.

40 Además, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE puede ser la recepción por separado, por parte de la estación base utilizando diferentes subtramas o según diferentes periodos, de los anteriores  $PMI_1$  y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  que son enviados por el equipo de usuario UE; o  
 también puede ser la recepción de los anteriores  $PMI_1$  y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  que son enviados para diferentes sub-bandas o tamaños de sub-banda en un dominio de frecuencia por el equipo de usuario UE.

45 En esta realización de la presente invención, un eNB de estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por un equipo de usuario UE, donde el PMI indica una matriz de precodificación. La matriz de precodificación tiene una estructura de  $W=W_1W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques en la que cada matriz de bloque en una línea diagonal es  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $i=1, \dots, N_B$ , donde la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  soporta eficazmente la cuantificación de la información del estado del canal en una dirección horizontal o una dirección vertical, respectivamente. Esto puede utilizar completamente un grado de libertad de un sistema de antena activa AAS en una dirección horizontal y una dirección vertical, mejorando así enormemente la precisión de realimentación de la información del estado del canal. Además, múltiples matrices de bloque  $X_i$  pueden corresponder por separado a grupos de antenas de diferentes polarizaciones o en diferentes ubicaciones, de modo que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples despliegues o configuraciones de antena. La estructura del libro de códigos anterior mejora enormemente el comportamiento de MIMO, y especialmente el de MU-MIMO. Además, uno o más PMI son realimentados en base a un subconjunto para indicar una matriz de precodificación, que utiliza completamente el dominio de tiempo/frecuencia/correlación espacial de un canal, reduciendo así enormemente las sobrecargas de realimentación.  
 55

Lo siguiente describe un sistema para determinar un indicador de matriz de precodificación, un equipo de usuario UE, y un eNB de estación base en la presente invención en detalle.

La Figura 3 es un diagrama estructural esquemático de la composición de una realización de un sistema para determinar un indicador de matriz de precodificación según la presente invención. El sistema según esta realización de la presente invención incluye un equipo de usuario UE 11 y un eNB 12 de estación base. Para una estructura del equipo de usuario UE 11, consulte la Figura 4; y para un diagrama estructural esquemático del eNB 12 de estación base, consulte la Figura 5.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de un equipo de usuario UE 11 para determinar un indicador de matriz de precodificación según una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura, el equipo de usuario UE 11 incluye, una unidad de recepción 111, una unidad de selección 112, y una unidad de envío 113.

La unidad de recepción 111 se configura para recibir una señal de referencia enviada por una estación base.

- 10 Específicamente, la señal de referencia enviada por la estación base puede incluir una señal de referencia de información del estado del canal (Señal de Referencia de información del estado del canal, CSI RS), una señal de referencia de demodulación (RS de demodulación, DM RS), o una señal de referencia específica de celda (RS específica de celda, CRS). Un equipo de usuario UE puede obtener una configuración de recursos de la señal de referencia mediante la recepción de una notificación (por ejemplo, señalización RRC (Control de Recursos de Radio) o información de control de enlace descendente DCI) de un eNB o en base a una identidad ID de celda, y obtener la señal de referencia de un recurso o subtrama correspondiente.

La unidad de selección 112 se configura para seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, donde una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ ; y la matriz de precodificación tiene la estructura mostrada en las fórmulas (1) a (4).

- 20 Específicamente, cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  puede ser un vector de DFT o puede ser un vector columna de una matriz de Hadamard, como se muestra en las fórmulas (5) a (11); o específicamente, la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  también puede ser una matriz de precodificación en un libro de códigos de 2 antenas o un libro de códigos de 4 antenas de un sistema R8 de LTE, o en un libro de códigos de 8 antenas de un sistema R10 de LTE.

- 25 Además, la matriz  $W_2$  se utiliza para seleccionar o ponderar y combinar un vector columna en la matriz  $W_1$ , para formar la matriz  $W$ .

En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (12) a (23); o  $B_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

- 30 En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B = 2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (24) a (30); o  $B_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

Específicamente, la selección, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos incluye:

- 35 obtención, por parte del equipo de usuario UE en base a la señal de referencia, de una estimación de canal; y selección, en base a un criterio predefinido tal como una capacidad de canal o criterio de maximización del rendimiento, de la matriz de precodificación del libro de códigos según la estimación de canal. La selección, en base a un criterio predefinido, de una matriz de precodificación es una tecnología existente, y los detalles no se describen en la presente memoria.

- 40 Además, la selección, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos incluye:

seleccionar, en base a la señal de referencia, la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos, donde el subconjunto de libro de códigos puede ser un subconjunto de libro de códigos predefinido; o un subconjunto de libro de códigos que es informado por el UE al eNB de estación base, determinado por el eNB de estación base en base al informe del UE, y notificado al UE; o un subconjunto de libro de códigos que es determinado e informado por el UE, por ejemplo, un último subconjunto de libro de códigos informado.

- 45

Además, el subconjunto de libro de códigos puede incluir un subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ .

La selección, en base al subconjunto de libro de códigos, de la matriz de precodificación puede reducir además las sobrecargas de realimentación y la complejidad de implementación.

- 50 Además, los subconjuntos de libro de códigos tienen un mismo subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ . De esta manera, los subconjuntos de libro de códigos se superponen entre sí, lo que puede superar un efecto de borde de la cuantificación de la información del estado del canal.

Además, en la matriz de precodificación, las matrices de bloque  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$ , pueden ser desiguales, o también pueden ser iguales. Si hay múltiples casos en los que  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$  son iguales, por ejemplo,  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$  que son iguales pueden aparecer en pares, se pueden reducir adicionalmente las sobrecargas de realimentación.

5 Además, la matriz  $A_i$  o matriz  $B_i$  anteriores, también pueden utilizar otra forma, que no se desarrolla adicionalmente en la presente memoria.

Debe señalarse que, cada una de las matrices anteriores se puede multiplicar además por un factor de escala, para implementar la normalización de potencia o balance de potencia.

10 La unidad de envío 113 se configura para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

Específicamente, la matriz de precodificación se incluye en un conjunto de matrices de precodificación o un libro de códigos; y el PMI se utiliza para indicar la matriz de precodificación seleccionada en el conjunto de matrices de precodificación o el libro de códigos.

15 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base incluye: enviar el indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, donde el PMI puede incluir solo un valor específico. En este caso, el PMI indica directamente la matriz de precodificación  $W$ . Por ejemplo, si hay un total de 16 matrices de precodificación diferentes, se pueden utilizar los  $\text{PMI} = 0, \dots, 15$  para indicar respectivamente las matrices de precodificación  $W$  cuyas etiquetas son 0, 1, ..., 15.

20 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_1$  y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  en la fórmula (2) y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por el  $\text{PMI}_1$  y el  $\text{PMI}_2$  en el libro de códigos; o enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$  en el libro de códigos.

25 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar una matriz  $X_{2i-1} = X_{2i} = A_{2i} \otimes B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $X_{2i-1} = X_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares; o enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ , y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ , y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar una matriz  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , la matriz  $B_{2i-1} = B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $B_{2i-1} = B_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares.

30 Además, los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y  $\text{PMI}_2$ , o los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$  tienen diferentes granularidades en el dominio de tiempo o granularidades en el dominio de frecuencia, por ejemplo  $\text{PMI}_1$  y  $\text{PMI}_2$ , o  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$  indican por separado diferentes periodos o características del canal de ancho de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o tamaños de sub-banda.

Alternativamente, además, los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$  y  $\text{PMI}_{12}$  se envían a la estación base según diferentes periodos de tiempo.

35 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede incluir: enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o

enviar los indicadores de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ , y  $\text{PMI}_2$  a la estación base, donde el  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ , y  $\text{PMI}_2$  se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente.

40 Específicamente, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base puede ser el envío, por el UE, del indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base a través de un canal físico de control de enlace ascendente (Canal Físico de Control De Enlace Ascendente, PUCCH) o un canal físico compartido de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente, PUSCH).

45 Además, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base puede ser el envío por separado, por parte del UE utilizando diferentes subtramas o según diferentes periodos, de los anteriores  $\text{PMI}_1$  y  $\text{PMI}_2$ ; o  $\text{PMI}_{11}$ ,  $\text{PMI}_{12}$ , y  $\text{PMI}_2$ ; o  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $\text{PMI}_2$ ; o  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $\text{PMI}_2$ ; o  $\text{PMI}_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y  $\text{PMI}_2$ ; o  $\text{PMI}_{11,i}$ ,  $\text{PMI}_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $\text{PMI}_2$  a la estación base.

Además, el envío de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base también puede ser el envío por separado, por el UE para diferentes sub-bandas o tamaños de sub-banda en un dominio de frecuencia, de los

anteriores PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,1</sub>, PMI<sub>1,2</sub>, y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,i</sub>, 1 ≤ i ≤ N<sub>B</sub>, y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,1,i</sub>, PMI<sub>1,2,i</sub>, 1 ≤ i ≤ N<sub>B</sub>, y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,i</sub>, 1 ≤ i ≤ N<sub>B</sub>/2, y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,1,i</sub>, PMI<sub>1,2,i</sub>, 1 ≤ i ≤ N<sub>B</sub>/2 y PMI<sub>2</sub> a la estación base.

En esta realización de la presente invención, un equipo de usuario determina y envía un indicador de matriz de precodificación PMI, donde el PMI indica una matriz de precodificación. La matriz de precodificación tiene una estructura de  $W=W_1W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques en la que cada matriz de bloque en una línea diagonal es  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $i=1,\dots,N_B$ , donde la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  soporta eficazmente la cuantificación de la información del estado del canal en una dirección horizontal o una dirección vertical, respectivamente. Esto puede utilizar completamente un grado de libertad de un sistema de antena activa AAS en una dirección horizontal y una dirección vertical, mejorando así enormemente la precisión de realimentación de la información del estado del canal. Además, múltiples matrices de bloque  $X_i$  pueden corresponder por separado a grupos de antenas de diferentes polarizaciones o en diferentes ubicaciones, de modo que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples despliegues o configuraciones de antena. La estructura del libro de códigos anterior mejora enormemente el comportamiento de MU-MIMO, y especialmente el de MU-MIMO. Además, uno o más PMI son realimentados en base a un subconjunto para indicar una matriz de precodificación, lo que utiliza completamente el dominio de tiempo/frecuencia/correlación espacial de un canal, reduciendo así enormemente las sobrecargas de realimentación.

La Figura 5 es un eNB 12 de estación base para determinar un indicador de matriz de precodificación según una realización de la presente invención. Como se muestra en la figura, en eNB 12 de estación base incluye: una unidad de envío 121 y una unidad de recepción 122.

La unidad de envío 121 se configura para enviar una señal de referencia a un equipo de usuario UE.

Específicamente, la señal de referencia puede incluir una señal de referencia de información del estado del canal (Señal de Referencia de información del estado del canal, CSI RS), una señal de referencia de demodulación (RS de demodulación, DM RS), o una señal de referencia específica de celda (RS específica de celda, CRS). Un eNB de estación base puede notificar al equipo de usuario UE de una configuración de recursos de la señal de referencia utilizando señalización RRC (Control de Recursos de Radio) o información de control de enlace descendente (DCI), y ordenar al UE que obtenga la señal de referencia a partir de un recurso o subtrama correspondiente. El equipo de usuario UE también puede obtener implícitamente, en base a otra información tal como una identidad ID de celda, la configuración de recursos de la señal de referencia, y obtener la señal de referencia a partir del recurso o subtrama correspondiente.

La unidad de recepción 122 se configura para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE, donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación seleccionada, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos por parte del equipo de usuario; y una matriz de precodificación  $W$  incluida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , y la matriz de precodificación  $W$  tiene la estructura mostrada en las fórmulas (1) a (4).

Específicamente, cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  puede ser un vector de DFT o puede ser un vector columna de una matriz de Hadamard, como se muestra en las fórmulas (5) a (11); o específicamente, la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  también puede ser una matriz de precodificación en un libro de códigos de 2 antenas o un libro de códigos de 4 antenas de un sistema R8 de LTE, o en un libro de códigos de 8 antenas de un sistema R10 de LTE.

Además, la matriz  $W_2$  se utiliza para seleccionar o ponderar y combinar un vector columna en la matriz  $W_1$ , para formar la matriz  $W$ .

En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B=2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (12) a (23); o  $B_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

En un ejemplo en el que el número de matrices de bloque es  $N_B=2$  y hay 32 antenas de transmisión, las matrices que forman la matriz de precodificación  $W$  pueden ser por separado las mostradas en las fórmulas (24) a (30); o  $B_i$  es una matriz de precodificación en un libro de códigos de rango 4 de 4 antenas de un sistema R8 de LTE.

Específicamente, la matriz de precodificación seleccionada, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos incluye: la matriz de precodificación seleccionada, en base a la señal de referencia, de un subconjunto de libro de códigos, donde:

el subconjunto de libro de códigos puede ser un subconjunto de libro de códigos predefinido; o un subconjunto de libro de códigos que es informado por el UE al eNB de estación base, determinado por el eNB de estación base en base al informe del UE, y notificado al UE; o un subconjunto de libro de códigos que es determinado e informado por el UE, por ejemplo, un último subconjunto de libro de códigos informado.

Además, el subconjunto de libro de códigos puede incluir un subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ .

Además, los subconjuntos de libro de códigos tienen un mismo subconjunto de la matriz  $W_1$ , la matriz  $A_i$ , la matriz  $B_i$ , o la matriz  $W_2$ . De esta manera, los subconjuntos de libro de códigos se superponen entre sí, lo que puede superar un efecto de borde de la cuantificación de la información del estado del canal.

5 Además, en la matriz de precodificación, las matrices de bloque  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$ , pueden ser desiguales, o también pueden ser iguales. Si hay múltiples casos en los que  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$  son iguales, por ejemplo,  $X_i$  y  $X_{j,i} \neq j$  que son iguales pueden aparecer en pares, se pueden reducir adicionalmente las sobrecargas de realimentación.

Además, la matriz  $A_i$  o matriz  $B_i$  anteriores, también pueden utilizar otra forma, que no se desarrolla adicionalmente en la presente memoria.

10 Debe señalarse que, cada una de las matrices anteriores se puede multiplicar además por un factor de escala, para implementar la normalización de potencia o balanceo de potencia.

Específicamente, la matriz de precodificación se incluye en un conjunto de matrices de precodificación o un libro de códigos; y el PMI se utiliza para indicar la matriz de precodificación seleccionada en el conjunto de matrices de precodificación o el libro de códigos.

15 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE incluye: recibir el indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE, donde el PMI puede incluir solo un valor específico. En este caso, el PMI indica directamente la matriz de precodificación  $W$ . Por ejemplo, si hay un total de 16 matrices de precodificación diferentes, se pueden utilizar los PMI = 0, ..., 15 para indicar respectivamente las matrices de precodificación  $W$  cuyas etiquetas son 0, 1, ..., 15.

20 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE también puede incluir: recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  en la fórmula (2) y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por el PMI<sub>1</sub> y el PMI<sub>2</sub> en el libro de códigos; o

25 recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso, la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$  están indicadas respectivamente por PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub> en el libro de códigos.

30 Además, los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub>, o los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub> tienen diferentes granularidades en el dominio de tiempo o granularidades en el dominio de frecuencia, por ejemplo PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub>, o PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub> indican por separado diferentes periodos o características del canal de ancho de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o tamaños de sub-banda.

Alternativamente, además, los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>11</sub> y PMI<sub>12</sub> se envían a la estación base según diferentes periodos de tiempo.

35 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE también puede incluir: recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>1,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B$  y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>1,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B$  y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o

40 recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>, y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>, y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar la matriz  $A_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , la matriz  $B_i$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; o

recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>1,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>1,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar una matriz  $X_{2i-1} = X_{2i} = A_{2i} \otimes B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $X_{2i-1} = X_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares; o

45 recibir los indicadores de matriz de precodificación PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>, y PMI<sub>2</sub> enviados por el equipo de usuario UE, donde el PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>, y PMI<sub>2</sub> se utilizan para indicar una matriz  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , la matriz  $B_{2i-1} = B_{2i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$ , y la matriz  $W_2$ , respectivamente; y en este caso,  $A_{2i-1} = A_{2i}$ ,  $B_{2i-1} = B_{2i}$ , y las matrices aparecen en pares.

50 Específicamente, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE puede ser la recepción, a través de un canal físico de control de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Control De Enlace Ascendente, PUCCH) o un canal físico compartido de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente, PUSCH), del indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE.

55 Además, la recepción de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE puede ser la recepción por separado, por parte de la estación base utilizando diferentes subtramas o según diferentes periodos, de los anteriores indicadores de matriz de precodificación enviados por el equipo de usuario UE, que son PMI<sub>1</sub> y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>11</sub>, PMI<sub>12</sub>, y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>1,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B$ , y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B$ , y PMI<sub>2</sub>; o PMI<sub>11,i</sub>, PMI<sub>12,i</sub>,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y PMI<sub>2</sub>; o

también puede ser la recepción de los anteriores  $PMI_1$  y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11}$ ,  $PMI_{12}$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{1,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B$ , y  $PMI_2$ ; o  $PMI_{11,i}$ ,  $PMI_{12,i}$ ,  $1 \leq i \leq N_B/2$  y  $PMI_2$  que son enviados para diferentes sub-bandas o tamaños de sub-banda en un dominio de frecuencia por el equipo de usuario UE.

5 En esta realización de la presente invención, un eNB de estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE, donde el PMI indica una matriz de precodificación. La matriz de precodificación tiene una estructura de  $W=W_1W_2$ , donde  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques en la que cada matriz de bloque en una línea diagonal es  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $i=1, \dots, N_B$ , donde la matriz  $A_i$  o la matriz  $B_i$  soporta eficazmente la cuantificación de la información del estado del canal en una dirección horizontal o una dirección vertical, respectivamente. Esto puede utilizar completamente un grado de libertad de un sistema de antena activa AAS en una dirección horizontal y una dirección vertical, mejorando así enormemente la precisión de realimentación de CSI. Además, múltiples matrices de bloque  $X_i$  pueden corresponder por separado a grupos de antenas de diferentes polarizaciones o en diferentes ubicaciones, de modo que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples despliegues o configuraciones de antena. La estructura del libro de códigos anterior mejora enormemente el comportamiento de MIMO, y especialmente el de MU-MIMO. Además, uno o más PMI son realimentados en base a un subconjunto para indicar una matriz de precodificación, que utiliza completamente el dominio de tiempo/frecuencia/correlación espacial de un canal, reduciendo así enormemente las sobrecargas de realimentación.

10 Un experto en la técnica puede ser consciente además de que, en combinación con los ejemplos descritos en las realizaciones descritas en esta especificación, las etapas de las unidades y el algoritmo se pueden implementar mediante hardware electrónico, software informático, o una combinación de los mismos. Para describir claramente la intercambiabilidad entre el hardware y el software, lo anterior ha descrito generalmente las estructuras y etapas de cada ejemplo según las funciones. Si las funciones son realizadas mediante hardware o software depende de las aplicaciones particulares y las condiciones de restricción de diseño de las soluciones técnicas. Un experto en la técnica puede utilizar diferentes métodos para implementar las funciones descritas para cada aplicación particular, pero no se debe considerar que la implementación vaya más allá del alcance de la presente invención.

25 En combinación con las realizaciones descritas en esta especificación, las etapas del método o algoritmo se pueden implementar mediante hardware, un módulo de software ejecutado por un procesador, o una combinación de los mismos. El módulo de software puede residir en una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria, memoria de solo lectura (ROM), una ROM eléctricamente programable, una ROM programable y borrable eléctricamente, un registro, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica.

30 Las realizaciones específicas anteriores describen además los objetivos, soluciones técnicas, y efectos beneficiosos de la presente invención en detalle. Debe entenderse que las descripciones anteriores son simplemente realizaciones específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación, sustitución equivalente, o mejora hecha sin desviarse del principio de la presente invención debe caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar un indicador de matriz de precodificación, en donde el método comprende:

recibir (101), por parte de un equipo de usuario, una señal de referencia enviada por una estación base; caracterizado por que el método comprende además:

5 la selección (102), por parte del equipo de usuario, en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos, en donde una matriz de precodificación  $W$  comprendida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , en donde  
 $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag}\{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , en donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ , en donde cada  
 10 columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  en la matriz de bloque  $X_i = A_i \otimes B_i$  es un vector de transformada discreta de Fourier DFT o es un vector columna de una matriz de Hadamard; y la  $W_1$  comprende al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ ; y  
 el envío (103), por parte del equipo de usuario, de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, en donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

2. El método según la reivindicación 1, en donde la selección (102), en base a la señal de referencia, de una matriz de precodificación de un libro de códigos comprende específicamente:

seleccionar, en base a la señal de referencia, la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos, en donde el subconjunto de libro de códigos es un subconjunto predefinido, o informado por el equipo de usuario, o  
 20 determinado localmente.

3. El método según la reivindicación 1 o 2, en donde el envío (103) de un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base comprende específicamente:

enviar un primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y un segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  a la estación base, en donde el primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  se utiliza para indicar la  
 25 matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y el segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar la matriz  $W_2$ ; o enviar un tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ , un cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$ , y un quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  a la estación base, en donde el tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$  se utiliza para indicar la matriz  $A_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; el cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$  se utiliza para indicar la matriz  $B_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; y el quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar matriz  $W_2$ .

4. Un método para determinar una matriz de precodificación, en donde el método comprende:

el envío (201) de una señal de referencia a un equipo de usuario UE; y  
 caracterizado por que el método comprende además: la recepción (202) de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el UE, en donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación que es  
 35 seleccionada por el UE, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos; y una matriz de precodificación  $W$  comprendida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , en donde  
 $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag}\{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , en donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ , en donde cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  en la matriz de bloque  $X_i = A_i \otimes B_i$  es un vector de transformada discreta de Fourier DFT o es un vector columna de una matriz de Hadamard; y la matriz  $W_1$  comprende al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ , en donde la matriz de precodificación  $W$  se determina según el PMI.

5. El método según la reivindicación 4, en donde la recepción (202) de un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el UE comprende específicamente:

45 recibir un primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y un segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  que son enviados por el equipo de usuario UE, en donde el primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  se utiliza para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y el segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar la matriz  $W_2$ ; o  
 recibir un tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ , un cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$ , y un quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  que son enviados por el UE, en donde el tercer  
 50 indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$  se utiliza para indicar la matriz  $A_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; el cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$  se utiliza para indicar la matriz  $B_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; y el quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar matriz  $W_2$ .

6. Un equipo de usuario UE, que comprende:



una unidad de recepción (111), configurada para recibir una señal de referencia enviada por una estación base; caracterizado por que el UE comprende además:

5 una unidad de selección (112), configurada para seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, en donde una matriz de precodificación  $W$  comprendida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , en donde

10  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , en donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ , en donde cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  en la matriz de bloque  $X_i = A_i \otimes B_i$  es un vector de transformada discreta de Fourier DFT o es un vector columna de una matriz de Hadamard; y la matriz  $W_1$  comprende al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ ; y

una unidad de envío (113), configurada para enviar un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, en donde el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada, de modo que la estación base obtenga la matriz de precodificación según el PMI.

7. El equipo de usuario según la reivindicación 6, en donde la unidad de selección (112) se configura específicamente para seleccionar, en base a la señal de referencia, la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos, en donde el subconjunto de libro de códigos es un subconjunto que es predefinido o determinado localmente.

8. El equipo de usuario según la reivindicación 6 o 7, en donde la unidad de envío (113) se configura específicamente para: enviar un primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y un segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  a la estación base, en donde el primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  se utiliza para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y el segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar la matriz  $W_2$ ; o enviar un tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ , un cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$ , y un quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  a la estación base, en donde el tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$  se utiliza para indicar la matriz  $A_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; el cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$  se utiliza para indicar la matriz  $B_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; y el quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar matriz  $W_2$ .

9. Una estación base, que comprende:

una unidad de envío (121), configurada para enviar una señal de referencia a un equipo de usuario UE; y caracterizada por que la estación base comprende además:

30 una unidad de recepción (122), configurada para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el UE, en donde el PMI corresponde a una matriz de precodificación que es seleccionada por el UE, en base a la señal de referencia, de un libro de códigos; y una matriz de precodificación  $W$  comprendida en el libro de códigos es un producto de dos matrices  $W_1$  y  $W_2$ , en donde

35  $W_1$  es una matriz diagonal por bloques, es decir,  $W_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$ , en donde cada matriz de bloque  $X_i$  es un producto de Kronecker de una matriz  $A_i$  y una matriz  $B_i$ , es decir  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y  $1 \leq i \leq N_B$ , en donde cada columna de la matriz  $A_i$  o de la matriz  $B_i$  en la matriz de bloque  $X_i = A_i \otimes B_i$  es un vector de transformada discreta de Fourier DFT o es un vector columna de una matriz de Hadamard; y la matriz  $W_1$  comprende al menos una matriz de bloque, es decir, el número de matrices de bloque es  $N_B \geq 1$ .

40 10. La estación base según la reivindicación 9, en donde la unidad de recepción (122) se configura específicamente para: recibir un primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  y un segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  que son enviados por el UE, en donde el primer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_1$  se utiliza para indicar la matriz  $X_i = A_i \otimes B_i$ , y el segundo indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar la matriz  $W_2$ ; o recibir un tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$ , un cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$ , y un quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  que son enviados por el UE, en donde el tercer indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{11}$  se utiliza para indicar la matriz  $A_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; el cuarto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_{12}$  se utiliza para indicar la matriz  $B_i$ , en donde  $1 \leq i \leq N_B$ ; y el quinto indicador de matriz de precodificación  $\text{PMI}_2$  se utiliza para indicar matriz  $W_2$ .

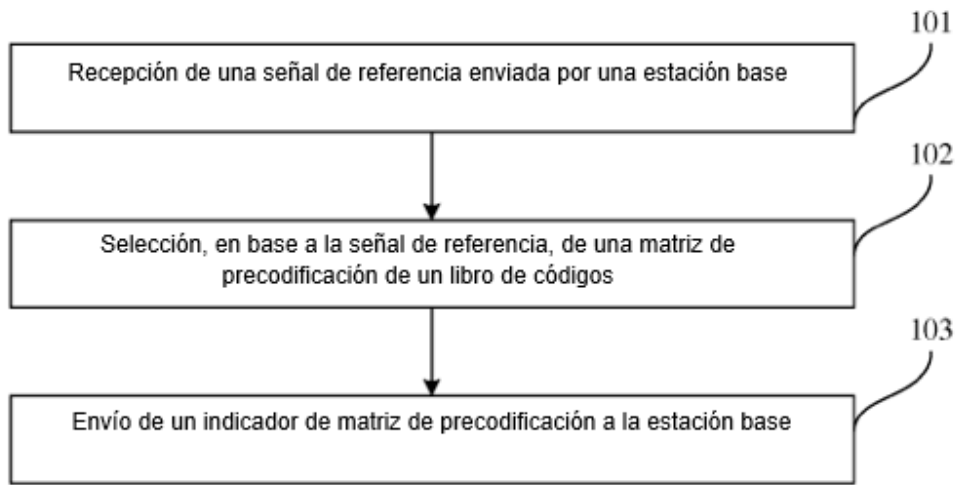


FIG. 1

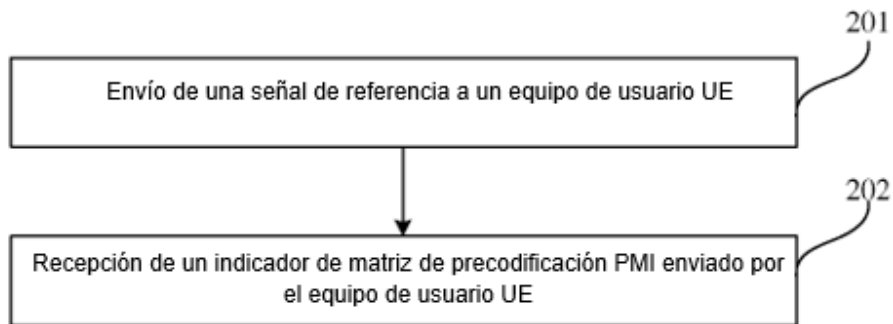


FIG. 2

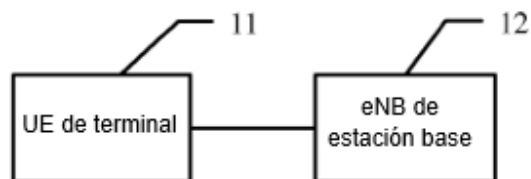


FIG. 3

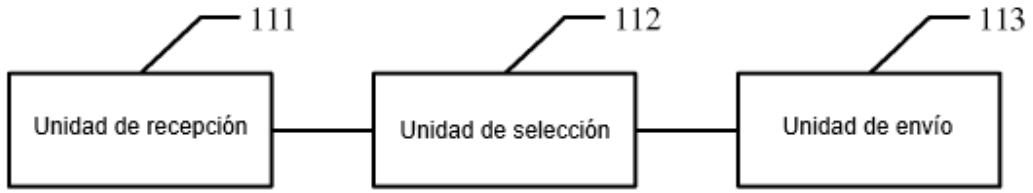


FIG. 4

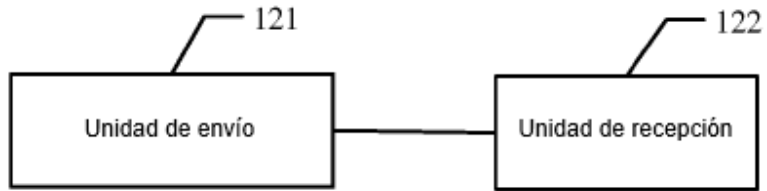


FIG. 5