

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 106**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/04 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2013** **E 18184714 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020** **EP 3461024**

54 Título: **Procedimiento y aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación, equipo de usuario, y estación base**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.08.2020

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 2 781 106 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

Procedimiento y aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación, equipo de usuario, y estación base

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a tecnologías de transmisión de datos y, en particular, a un procedimiento y un aparato para determinar un indicador de matriz, equipo de usuario de precodificación, y una estación base, y pertenece al campo de las tecnologías de comunicaciones.

Antecedentes

10 Por medio de precodificación por transmisión y combinación por recepción, un sistema de Entrada Múltiple Salida Múltiple (Entrada Múltiple Salida Múltiple, MIMO para abreviar) puede obtener una ganancia de diversidad y una ganancia de conjunto. Un sistema que usa precodificación puede representarse como:

$$y = HVs + n$$

en la que **y** es un vector de la señal recibida, **H** es una matriz de canal, **V** es una matriz de precodificación, **s** es un vector de símbolo transmitido, y **n** es un vector de interferencia y ruido.

15 La precodificación óptima normalmente requiere que un transmisor conozca por completo la información de estado de canal (Información de Estado de Canal, CSI para abreviar). Un procedimiento comúnmente usado es: equipo de usuario (equipo de usuario, UE, para abreviar) que cuantifica CSI instantánea, y envía una retroalimentación a una estación base.

20 En un sistema de existente Evolución a Largo Plazo (Evolución a Largo Plazo, LTE para abreviar) R8-R11 (Release 8-11), la información CSI retroalimentada por UE incluye información de indicador de rango (Indicador de Rango, RI para abreviar), información de indicador de matriz de precodificación (Indicador de Matriz de Precodificación, PMI para abreviar), información de indicador de calidad de canal (Indicador de Calidad de Canal, CQI para abreviar), y similares, en el que el RI y el PMI indican, respectivamente, una cantidad de capas usadas y una matriz de precodificación. Un conjunto de una matriz de precodificación usada se denomina generalmente libro de códigos, en el que cada matriz de precodificación es una palabra de código en el libro de códigos.

25 A fin de reducir los costos del sistema y al mismo tiempo lograr requisitos más altos en una capacidad y cobertura del sistema, un sistema de antena activa (Sistemas de Antena Activa, AAS para abreviar) ha sido ampliamente estudiado. En comparación con una antena de estación base existente que tiene solamente una capacidad de control de una orientación de un haz en una dirección horizontal, el ASS puede proporcionar una capacidad de control de una orientación de un haz tanto en una dirección horizontal como en una dirección perpendicular, y, mientras tanto, tiene
30 una capacidad de control de una forma de un haz para controlar la distribución de energía en el espacio. Sin embargo, en la técnica anterior, una matriz de precodificación retroalimentada por UE a un dispositivo de nodo no puede controlar eficazmente un haz, especialmente una forma de un haz y una orientación de un haz, en una dirección horizontal y una dirección perpendicular al mismo tiempo.

35 El documento US 2011/0110405A desvela un procedimiento para realizar una precodificación en base a un desplazamiento de fase generalizado o una precodificación en base a un cambio de fase extendida en un sistema de Entrada Múltiple Salida Múltiple (MIMO) que emplea varias subportadoras.

40 El documento US 2013/0121437 A desvela un procedimiento y un aparato para adquirir un Indicador de Matriz de Precodificación (PMI) y una Matriz de Precodificación (PM). El procedimiento incluye: adquirir un PMI de referencia y un PMI diferencial de acuerdo con un primer libro de códigos no diferencial y un primer libro de códigos diferencial diagonal, en el que las palabras de código incluidas en el primer libro de códigos diferencial diagonal forman una matriz diagonal.

45 El documento US 2013/10077660A desvela un procedimiento para transmitir, por una estación base, una señal de enlace descendente usando una pluralidad de antenas de transmisión que comprende las etapas de: aplicar una matriz de precodificación indicada por el PMI, recibida de un terminal, en un libro de códigos a una pluralidad de capas, y transmitir la señal precodificada al terminal a través de una pluralidad de antenas de transmisión.

Sumario

50 La presente invención se expone en las reivindicaciones independientes, mientras que las realizaciones preferidas y otras implementaciones se describen en las reivindicaciones dependientes, la descripción y las figuras. Las realizaciones de la presente invención proporcionan un procedimiento y un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación, equipo de usuario, y una estación base, que se usan para controlar eficazmente un haz, especialmente una forma de un haz y una orientación de un haz, en una dirección horizontal y una dirección perpendicular.

Breve descripción de los dibujos

5 La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. A continuación, las realizaciones que no son parte del ámbito de las reivindicaciones deben considerarse ejemplos útiles para comprender la invención. Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior con más claridad, a continuación se introducen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para la descripción de las realizaciones o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran algunas realizaciones de la presente invención, y una persona con experiencia ordinaria en la técnica aún puede derivar otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

10 La FIG. 1 es un primer diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 2 es un segundo diagrama de flujo esquemático de un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 3 es un primer diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

La FIG. 4 es un segundo diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

15 La FIG. 5 es un tercer diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

La FIG. 6 es un cuarto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

La FIG. 7 es un quinto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

La FIG. 8 es un sexto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención;

20 La FIG. 9 es un primer diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 10 es un segundo diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 11 es un tercer diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

25 La FIG. 12 es un cuarto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 13 es un quinto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

30 La FIG. 14 es un sexto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 15 es un primer diagrama esquemático de la estructura de un equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 16 es un primer diagrama esquemático de la estructura de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención;

35 La FIG. 17 es un segundo diagrama estructural esquemático de un equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención;

La FIG. 18 es un segundo diagrama estructural esquemático de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención;

40 La FIG. 19 es un tercer diagrama esquemático de la estructura de un equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La FIG. 20 es un tercer diagrama estructural esquemático de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de realizaciones

45 Para hacer que los objetos, soluciones técnicas y ventajas de las realizaciones de la presente invención sean más claros, a continuación se describen clara y completamente las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Evidentemente, las realizaciones descritas son algunas, pero no todas, de las realizaciones de la presente invención. Todas las demás

realizaciones obtenidas por una persona con experiencia ordinaria en la técnica en base a las realizaciones de la presente invención sin esfuerzos creativos son parte del ámbito de protección de la presente invención.

Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación. La FIG. 1 es un primer diagrama de flujo esquemático del procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con esta realización de la presente invención, y como se muestra en la FIG. 1, el procedimiento incluye las siguientes etapas:

Etapa 101: El equipo de usuario determina un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W} , y la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface una primera condición, una segunda condición, o una tercera condición.

10 Etapa 102: El equipo de usuario envía el PMI a una estación base.

La primera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$; la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; y la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de

filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} , en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α

es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

25 En la realización anterior, para obtener descripciones detalladas sobre tres casos en los que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface por separado la primera condición, la segunda condición, y la tercera condición, se puede hacer referencia a las siguientes realizaciones específicas.

Además, el procedimiento, proporcionado en esta realización de la presente invención, para determinar un indicador de matriz de precodificación puede además incluir: recibir una señal de referencia enviada por la estación base, y seleccionar, a partir de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, la matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente al PMI. Después, determinar un indicador de matriz de precodificación PMI en la etapa anterior 101 es específicamente: determinar el PMI de acuerdo con la señal de referencia o la matriz de precodificación \mathbf{W} .

35 Alternativamente, el procedimiento, en esta realización de la presente invención, para determinar un indicador de matriz de precodificación puede además incluir: recibir una señal de referencia enviada por la estación base. Después, determinar un indicador de matriz de precodificación PMI en la etapa anterior 101 es específicamente: determinar el indicador de matriz de precodificación PMI de acuerdo con la señal de referencia. Además, después de determinar el PMI de acuerdo con la señal de referencia, el procedimiento además incluye: determinar la matriz de precodificación \mathbf{W} de acuerdo con la señal de referencia o el indicador de matriz de precodificación PMI.

40 De manera correspondiente con la realización, que se muestra en la FIG. 1, del procedimiento en un lado de equipo de usuario, la presente invención proporciona además un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación en un lado de la estación base. La FIG. 2 es un segundo diagrama de flujo esquemático del procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención, y como se muestra en la FIG. 2, el procedimiento incluye las siguientes etapas:

Etapa 201: Recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario.

45 Etapa 202: Determinar una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI, en el que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface una primera condición, una segunda condición, o una tercera condición.

La primera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$;

la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; y

50 la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más

vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} , en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz

5 diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

10 En la realización anterior, para obtener descripciones detalladas sobre tres casos en los que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface por separado la primera condición, la segunda condición, y la tercera condición, se puede hacer referencia a las siguientes realizaciones específicas. Además, determinar una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI en la etapa anterior 202 puede ser específicamente: seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de un libro de códigos de acuerdo con el PMI.

15 La FIG. 3 es un primer diagrama de flujo esquemático de una realización específica. Esta realización proporciona un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación que se ejecuta en un lado de equipo de usuario cuando una matriz de precodificación satisface una primera condición. Como se muestra en la FIG. 3, el procedimiento incluye:

Etapa 301: El equipo de usuario recibe una señal de referencia enviada por una estación base.

20 Específicamente, la señal de referencia enviada por la estación base en esta etapa puede incluir: una señal de referencia de información de estado de canal (Señal de Referencia de Información de Estado de Canal, CSI RS para abreviar), una señal de referencia de demodulación (RS de demodulación, RS DM para abreviar), o una señal de referencia de célula específica (RS de célula específica, CRS para abreviar). El equipo de usuario UE puede adquirir la señal de referencia mediante la recepción de una configuración de recursos señal de referencia notificada por un eNB, u obtener una configuración de recursos de la señal de referencia de acuerdo con una identidad de célula (ID de célula) y obtener la señal de referencia en un recurso o subtrama correspondiente, en el que la notificación de eNB puede ser señalización de capa superior tal como señalización de control de recursos de radio (Control de Recursos de Radio, RRC para abreviar), o señalización dinámica tal como información de control de enlace descendente (Información de Control de Enlace Descendente, DCI para abreviar). La señalización de capa superior se envía al equipo de usuario mediante el uso de un Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (Canal Físico Compartido de Enlace Descendente, PDSCH para abreviar). El DCI puede enviarse al equipo de usuario mediante el uso de un canal físico de control de enlace descendente (Canal Físico de Control de Enlace Descendente, PDCCH para abreviar) o un PDCCH mejorado (PDCCH mejorado, ePDCCH para abreviar).

Etapa 302: El equipo de usuario selecciona, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación a partir de un libro de códigos.

35 En esta realización de la presente invención, el libro de códigos es un conjunto de una matriz de precodificación disponible. El libro de códigos y el PMI se pueden almacenar en un dispositivo de una manera de tabla de consulta; o un dispositivo puede obtener el PMI correspondiente por medio de cálculo mediante el uso de una fórmula o algoritmo preestablecido de acuerdo con el libro de códigos, u obtener el libro de códigos correspondiente por medio de cálculo de acuerdo con el PMI.

40 En una forma de implementación opcional de esta realización, al menos una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y tiene la estructura mostrada en la fórmula (1):

$$\mathbf{W} = \mathbf{D}\mathbf{V} \quad (1)$$

en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, y satisface:

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \} \quad (2)$$

45 en la que α es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , e $i = 1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante, por ejemplo, elementos de la matriz \mathbf{V} pueden ser de ± 1 o $\pm j$.

50 Cabe señalar que, la denominada matriz de módulo constante se refiere a una matriz cuyos elementos tienen un mismo módulo o amplitud. Debe entenderse que, una matriz de módulo constante en general es una matriz no diagonal, o ciertamente, puede ser una matriz diagonal, por ejemplo, la matriz de módulo constante es una matriz cuyos elementos son 0.

En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos

un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

$$\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T, \quad (3)$$

5 en la que $()^T$ representa la transposición de una matriz o vector, un elemento es $\bar{v}_i = -v_i$, $i = 1, \dots, n$, y $v_i = \pm 1$, es decir, un valor de v_i es +1 o -1. En una forma de implementación de ejemplo, la matriz \mathbf{V} está formada solamente por el vector de columna $\mathbf{1}$ y/o el al menos un vector de columna \mathbf{v} . Esto es que, en la matriz \mathbf{V} , excepto el vector de columna incluido $\mathbf{1}$, los otros vectores de columna son vectores de columna \mathbf{v} . Además, preferentemente, cuando la matriz \mathbf{V} incluye múltiples vectores \mathbf{v} , los múltiples vectores \mathbf{v} son diferentes; en este caso, se puede proporcionar mejor ortogonalidad, evitando así la aparición de una fuerte interferencia.

10 En otra forma de implementación opcional de esta realización, el libro de códigos incluye al menos: una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , en el que \mathbf{W}_i y \mathbf{W}_j satisfacen la fórmula (4):

$$\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{W}_j \quad (4)$$

15 en la que la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ es una matriz diagonal; opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética, y la matriz tiene la estructura mostrada en la fórmula (5):

$$\mathbf{D}(i,j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag} \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^* \} \quad (5)$$

en la que $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; y un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

20 Para las dos matrices de precodificación anteriores en el libro de códigos, el equipo de usuario puede seleccionar diferentes matrices de precodificación del libro de códigos en diferentes puntos de tiempo de acuerdo con una regla preestablecida o aleatoria, es decir, el equipo de usuario puede determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI en un punto de tiempo, en el que el PMI corresponda a la matriz de precodificación \mathbf{W}_i en el libro de códigos, y enviar el primer PMI a la estación base; y determinar un segundo indicador de matriz de precodificación PMI en otro punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{W}_j en el libro de códigos, y enviar el segundo PMI a la estación base.

De manera correspondiente al caso en el que el equipo de usuario anterior envía el primer PMI o el segundo PMI en diferentes puntos de tiempo, en un lado de la estación base, la estación base también puede recibir, en un punto de tiempo, el primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W}_i correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el primer PMI; y recibir, en otro punto de tiempo, el segundo indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W}_j correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el segundo PMI.

Opcionalmente, el libro de códigos incluye al menos: una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k , en el que \mathbf{W}_i y \mathbf{W}_k satisfacen la fórmula (6):

35
$$\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{W}_k = \mathbf{V} \quad (6)$$

en la que la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} tiene la estructura mostrada en la fórmula (3); y la matriz \mathbf{D}_i y la matriz \mathbf{D}_k ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (7):

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}, m = i, k \quad (7)$$

40 en la que α_m es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m=i,k$, $l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

45 Para las dos matrices de precodificación anteriores en el libro de códigos, el equipo de usuario puede seleccionar diferentes matrices de precodificación del libro de códigos en diferentes puntos de tiempo de acuerdo con una regla

preestablecida al azar, es decir, el equipo de usuario puede determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI en un punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{W}_i en el libro de códigos, y enviar el primer PMI a la estación base; y determinar un segundo indicador de matriz de precodificación PMI en otro punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{W}_k en el libro de códigos, y enviar el segundo PMI a la estación base.

En forma correspondiente al caso en el que el equipo de usuario anterior envía el primer PMI o el segundo PMI en diferentes puntos de tiempo, en un lado de la estación base, la estación base también puede recibir, en un punto de tiempo, el primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W}_i correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el primer PMI; y recibir, en otro punto de tiempo, el segundo indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W}_k correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el segundo PMI.

Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

Etapa 303: El equipo de usuario envía un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

En la realización anterior de la presente invención, el equipo de usuario selecciona, en base a una señal de referencia una matriz de precodificación de un libro de códigos, y envía un indicador de matriz de precodificación PMI. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} . La \mathbf{D} es una matriz diagonal y satisface $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag}\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz.

Además, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna \mathbf{v} y/o al menos un vector de columna $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz de un sistema de antena, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa de transmisión MIMO tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (2) pueden ser:

$$[u_1, u_2, u_3, u_4, u_5] = \left[e^{j\frac{\pi}{2}}, \left(\frac{7}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{j\frac{\pi}{3}}, \left(\frac{8}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{j\frac{\pi}{4}}, \left(\frac{9}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{j\frac{\pi}{6}}, \left(\frac{10}{6}\right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (8)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[u_5^*, u_4^*, u_3^*, u_2^*, u_1^*] = \left[\left(\frac{10}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, \left(\frac{9}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{-j\frac{\pi}{6}}, \left(\frac{8}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{-j\frac{\pi}{4}}, \left(\frac{7}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, e^{-j\frac{\pi}{3}}, e^{-j\frac{\pi}{2}} \right] \quad (9)$$

Alternativamente, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (2) pueden ser:

$$[u_1, u_2, u_3, u_4, u_5] = \left[e^{j\frac{\pi}{2}}, e^{j\frac{\pi}{3}}, e^{j\frac{\pi}{4}}, e^{j\frac{\pi}{6}}, 1 \right] \quad (10)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[u_5^*, u_4^*, u_3^*, u_2^*, u_1^*] = \left[1, e^{-j\frac{\pi}{6}}, e^{-j\frac{\pi}{4}}, e^{-j\frac{\pi}{3}}, e^{-j\frac{\pi}{2}} \right] \quad (11)$$

Correspondientemente, el vector de columna \mathbf{v} puede ser:

$$\mathbf{v} = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1]^T \quad (12)$$

- 5 Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética. Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (5) pueden ser:

$$[\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5] = \left[e^{j\frac{\pi}{2}}, \left(\frac{7}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{3}}, \left(\frac{8}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{4}}, \left(\frac{9}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{6}}, \left(\frac{10}{6}\right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (8a)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[\mu_5^*, \mu_4^*, \mu_3^*, \mu_2^*, \mu_1^*] = \left[\left(\frac{10}{6}\right)^{\frac{1}{2}}, \left(\frac{9}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{\pi}{6}}, \left(\frac{8}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{\pi}{4}}, \left(\frac{7}{6}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{\pi}{3}}, e^{-j\frac{\pi}{2}} \right] \quad (9a)$$

10

Alternativamente, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (5) pueden ser:

$$[\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, \mu_5] = \left[e^{j\frac{\pi}{2}}, e^{j\frac{\pi}{3}}, e^{j\frac{\pi}{4}}, e^{j\frac{\pi}{6}}, 1 \right] \quad (10a)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[\mu_5^*, \mu_4^*, \mu_3^*, \mu_2^*, \mu_1^*] = \left[1, e^{-j\frac{\pi}{6}}, e^{-j\frac{\pi}{4}}, e^{-j\frac{\pi}{3}}, e^{-j\frac{\pi}{2}} \right] \quad (11a)$$

- 15 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (2) pueden ser:

$$[u_1, u_2, u_3, u_4] = \left[e^{j\frac{7\pi}{12}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{5\pi}{12}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{3\pi}{12}}, \left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{12}} \right] \quad (13)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[u_4^*, u_3^*, u_2^*, u_1^*] = \left[\left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{\pi}{12}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{3\pi}{12}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{5\pi}{12}}, e^{-j\frac{7\pi}{12}} \right] \quad (14)$$

Alternativamente, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (2) son:

$$[u_1, u_2, u_3, u_4] = \left[e^{j\frac{7\pi}{12}}, e^{j\frac{5\pi}{12}}, e^{j\frac{3\pi}{12}}, e^{j\frac{\pi}{12}} \right] \quad (15)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[u_4^*, u_3^*, u_2^*, u_1^*] = \left[e^{-j\frac{\pi}{12}}, e^{-j\frac{3\pi}{12}}, e^{-j\frac{5\pi}{12}}, e^{-j\frac{7\pi}{12}} \right] \quad (16)$$

5 En las dos fórmulas anteriores, una progresión de fase de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y una progresión de fase de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman respectivamente progresiones aritméticas cuyas diferencias comunes respectivamente son $-\pi/6$ y $+\pi/6$.

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (5) pueden ser:

$$[\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4] = \left[e^{j\frac{7\pi}{32}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{5\pi}{32}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{3\pi}{32}}, \left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{32}} \right] \quad (13a)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$10 \quad [\mu_4^*, \mu_3^*, \mu_2^*, \mu_1^*] = \left[\left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{\pi}{32}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{3\pi}{32}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{-j\frac{5\pi}{32}}, e^{-j\frac{7\pi}{32}} \right] \quad (14a)$$

Alternativamente, los elementos de la diagonal que se muestran en la fórmula (5) son:

$$[\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4] = \left[e^{j\frac{7\pi}{32}}, e^{j\frac{5\pi}{32}}, e^{j\frac{3\pi}{32}}, e^{j\frac{\pi}{32}} \right] \quad (15a)$$

correspondientemente, se satisface la siguiente fórmula:

$$[\mu_4^*, \mu_3^*, \mu_2^*, \mu_1^*] = \left[e^{-j\frac{\pi}{32}}, e^{-j\frac{3\pi}{32}}, e^{-j\frac{5\pi}{32}}, e^{-j\frac{7\pi}{32}} \right] \quad (16a)$$

15 En las dos fórmulas anteriores, una progresión de fase de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y una progresión de fase de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman respectivamente progresiones aritméticas cuyas diferencias comunes respectivamente son $-\pi/16$ y $\pi/16$.

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales mostrados en la fórmula (7) pueden ser respectivamente:

$$20 \quad [u_{i,1}, u_{i,2}, u_{i,3}, u_{i,4}] = \left[e^{j\frac{7\pi}{16}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{5\pi}{16}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{3\pi}{16}}, \left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{16}} \right] \quad (17)$$

$$[u_{k,1}, u_{k,2}, u_{k,3}, u_{k,4}] = \left[e^{j\frac{7\pi}{8}}, \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{5\pi}{8}}, \left(\frac{6}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{3\pi}{8}}, \left(\frac{7}{4}\right)^{\frac{1}{2}} e^{j\frac{\pi}{8}} \right] \quad (18)$$

Alternativamente, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales mostrados en la fórmula (7) pueden ser

respectivamente:

$$\left[u_{i,1}, u_{i,2}, u_{i,3}, u_{i,4} \right] = \left[e^{j\frac{7\pi}{16}}, e^{j\frac{5\pi}{16}}, e^{j\frac{3\pi}{16}}, e^{j\frac{\pi}{16}} \right] \quad (19)$$

$$\left[u_{k,1}, u_{k,2}, u_{k,3}, u_{k,4} \right] = \left[e^{j\frac{7\pi}{8}}, e^{j\frac{5\pi}{8}}, e^{j\frac{3\pi}{8}}, e^{j\frac{\pi}{8}} \right] \quad (20)$$

En esta realización, en la matriz **D**, las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en la que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna **v** de la matriz **V** puede ser un vector de columna de una matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$, en la que una matriz **H** es una matriz de Hadamard Hadamard.

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, el vector de columna **v** es un vector de columna de la matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$, en la que

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

En este caso, el vector de columna **v** puede ser:

$$\mathbf{v} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T \quad (22)$$

o,

$$\mathbf{v} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T \quad (23)$$

$$\mathbf{v} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1 \quad 1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T \quad (24)$$

En esta realización, el vector de columna **v** es un vector de columna de la matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ y satisface la propiedad de la fórmula (3), y los vectores de columna de la $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo de este modo la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO.

En la realización anterior de la presente invención, seleccionar, por el equipo de usuario, una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia puede ser específicamente: obtener, por el equipo de usuario en base a la señal de referencia, estimación de canal; y seleccionar, en base a un criterio predefinido de acuerdo con la estimación de canal, la matriz de precodificación del libro de códigos, en la que el criterio predefinido anterior no puede ser un criterio de maximización de la capacidad del canal, un criterio de maximización del rendimiento, o un criterio de minimización de la distancia del coseno.

Además, en esta realización de la presente invención, seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos puede incluir:

5 seleccionar la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, en la que el subconjunto de libro de códigos anterior es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base; el subconjunto de libro de códigos predefinido anterior
 10 puede estar predefinido en un protocolo y es conocido por el equipo de usuario y la estación base en el sistema; y el subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base puede ser un subconjunto de libro de códigos que está determinado por el equipo de usuario y está recientemente (recientemente) reportado a la estación base. En esta realización, se establecen los subconjuntos de libro de códigos, para diferentes escenarios de aplicación, en el libro de códigos; y, por lo tanto, seleccionar una matriz de precodificación en base a un subconjunto de libro de códigos puede reducir eficazmente las sobrecargas de retroalimentación y la complejidad de la implementación.

Además, el subconjunto de libro de códigos en la realización anterior de la presente invención puede incluir un conjunto de la matriz de precodificación $W=DV$, en el que la matriz D pertenece a un subconjunto de un conjunto universal de la matriz D , o la matriz V pertenece a un subconjunto de un conjunto universal de la matriz V .

15 Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

20 Se debe entender que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, o puede adquirirse a partir de un dispositivo de red, que no se limita en la presente invención.

25 En la etapa 303 mostrada en la FIG. 3 anterior, el indicador de matriz de precodificación enviado a la estación base puede incluir uno o más índices. Específicamente, el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos por lo general es un conjunto de una o más matrices de precodificación, en el que un indicador de matriz de precodificación corresponde a una matriz de precodificación. Diferentes indicadores de matriz de precodificación corresponden a diferentes matrices de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos, y en esta realización, el indicador de matriz de precodificación enviado corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

30 Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz D , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz V . En una forma de implementación de esta forma de
 35 implementación, para matrices de precodificación W indicadas por dos PMI que tienen diferentes primeros índices PMI1 y un mismo segundo índice PMI2, las matrices D correspondientes son diferentes, y las matrices V correspondientes son iguales. Opcionalmente, para matrices de precodificación W indicadas por dos PMI que tienen un mismo primer índice PMI1 y diferentes segundos índices PMI2, las matrices D correspondientes son iguales, y las matrices V correspondientes son diferentes.

40 Opcionalmente, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

45 Opcionalmente, como otra realización, el equipo de usuario envía el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2.

50 Además, en la etapa 303 en la realización anterior de la presente invención, el indicador de matriz de precodificación PMI puede enviarse a la estación base mediante el uso de un canal físico de control de enlace ascendente (Canal Físico de Control de Enlace Ascendente, PUCCH para abreviar) o un canal físico compartido de enlace ascendente (Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente, PUSCH para abreviar).

55 La matriz de precodificación W en esta realización puede ser una matriz de precodificación obtenida por medio de transposición de fila o columna, por ejemplo, diferentes números de antena correspondientemente causan transposición de fila de la matriz de precodificación. Además, la estructura de la matriz de precodificación anterior W no sólo puede usarse para la configuración de antena en una dirección horizontal en una estación base AAS, sino también puede usarse para la configuración de antena en una dirección perpendicular.

La FIG. 4 es un segundo diagrama de flujo esquemático de una realización específica. Como se muestra en la FIG. 4, la realización incluye las siguientes etapas:

Etapa 401: Una estación base envía una señal de referencia a un equipo de usuario.

Específicamente, la señal de referencia enviada por la estación base en esta etapa puede incluir una CSI RS, una DM RS, o una CRS. El equipo de usuario UE puede adquirir la señal de referencia mediante la recepción de una notificación de eNB, o puede obtener, en base a una ID de identidad de la célula, una configuración de recursos de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso o subtrama correspondiente, en la que la notificación de eNB puede ser de señalización superior tal como señalización RRC, o señalización dinámica tal como DCI.

Etapa 402: La estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario.

Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI corresponde a una matriz de precodificación que se selecciona de un libro de códigos por el equipo de usuario en base a la señal de referencia.

Etapa 403: La estación base determina una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que el libro de códigos incluye una matriz de precodificación \mathbf{W} que es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} y tiene la estructura mostrada en la fórmula (25):

$$\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V} \quad (25)$$

en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, y satisface:

$$\mathbf{D}=\alpha \cdot \text{diag}\left\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\right\} \quad (26)$$

en la que α es un factor complejo, un número complejo u_i es un número complejo conjugado de u_i , e $i=1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante, por ejemplo, elementos de la matriz \mathbf{V} puede ser de ± 1 o $\pm j$.

En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

$$\mathbf{v}=\left[v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1\right]^T \quad (27)$$

en la que $()^T$ representa la transposición de una matriz o vector, un elemento es $\bar{v}_i=-v_i, i=1, \dots, n$, y $v_i=\pm 1$, es decir, un valor de v_i es +1 o -1. En una forma de implementación de ejemplo, la matriz \mathbf{V} está formada solamente por el vector de columna $\mathbf{1}$ y/o el al menos un vector de columna \mathbf{v} , es decir, en la matriz \mathbf{V} , excepto el vector de columna incluida $\mathbf{1}$, los otros vectores de columna son todos vectores de columna \mathbf{v} .

En otra forma de implementación opcional de esta realización, el libro de códigos incluye múltiples matrices de precodificación, y las múltiples matrices de precodificación incluyen una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , en la que la \mathbf{W}_i y la \mathbf{W}_j satisfacen la fórmula (4), y la matriz $\mathbf{D}(i, j)$ es una matriz diagonal y tiene la estructura mostrada en la fórmula (5).

Opcionalmente, las múltiples matrices de precodificación incluyen una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k , en la que la \mathbf{W}_i y la \mathbf{W}_k satisfacen la fórmula (6), la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} tiene la estructura mostrada en la fórmula (27). La matriz \mathbf{D}_i y la matriz \mathbf{D}_k ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (7).

Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

En la realización anterior de la presente invención, una estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y determina una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} . La \mathbf{D} es una matriz diagonal y satisface $\mathbf{D}=\alpha \cdot \text{diag}\left\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\right\}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar

eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz.

Además, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna

$$\mathbf{v} = [\mathbf{v}_1 \ \mathbf{v}_2 \ \cdots \ \mathbf{v}_n \ \bar{\mathbf{v}}_n \ \bar{\mathbf{v}}_{n-1} \ \cdots \ \bar{\mathbf{v}}_1]^T$$

5 de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz de un sistema de antena, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa de transmisión MIMO tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

10 Específicamente, la estación base puede obtener la matriz de precodificación del libro de códigos de acuerdo con el PMI recibido, en la que el libro de códigos es igual al libro de códigos usado por el equipo de usuario. Además, la estación base puede además precodificar datos a enviar de acuerdo con la matriz de precodificación obtenida.

Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal anteriores $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n$, elementos de la diagonal $\mathbf{u}_n^*, \mathbf{u}_{n-1}^*, \dots, \mathbf{u}_1^*$, y el vector de columna \mathbf{v} en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8) a la fórmula (12).

15 Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8a) a la fórmula (11a).

20 Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n$ forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_n^*, \mathbf{u}_{n-1}^*, \dots, \mathbf{u}_1^*$ forman una progresión aritmética. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n$ y los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_n^*, \mathbf{u}_{n-1}^*, \dots, \mathbf{u}_1^*$ se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13) a la fórmula (16).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13a) a la fórmula (16a).

25 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales mostrados en la fórmula (7) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (17) a la fórmula (20).

30 En esta realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \dots, \mathbf{u}_n$ forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $\mathbf{u}_n^*, \mathbf{u}_{n-1}^*, \dots, \mathbf{u}_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en el que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

35 Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} puede ser un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, la matriz de Hadamard Hadamard y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (21) a la fórmula (24).

40 En esta realización, el vector de columna \mathbf{v} es un vector de columna de la matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$ y satisface la propiedad de la fórmula (27), y los vectores de columna de la $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo de este modo la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO.

En esta realización de la presente invención, determinar una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI incluye:

5 determinar la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que el subconjunto de libro de códigos es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base. El subconjunto de libro de códigos puede ser un conjunto de la matriz de precodificación $\mathbf{W}=\mathbf{DV}$, en el que la matriz \mathbf{D} o la matriz \mathbf{V} es un subconjunto de una matriz candidato de la misma.

Se debe entender que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, o puede adquirirse a partir de un dispositivo de red, que no se limita en la presente invención.

10 El indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{D} , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{V} . En una forma de implementación de esta forma de implementación, para matrices de precodificación \mathbf{W} indicadas mediante dos PMI que tienen diferentes primeros índices PMI1 y un mismo segundo índice PMI2, las matrices \mathbf{D} correspondientes son diferentes, y las matrices \mathbf{V} correspondientes son iguales. Opcionalmente, para matrices de precodificación \mathbf{W} indicadas por dos PMI que tienen un mismo primer índice PMI1 y diferentes segundos índices PMI2, las matrices \mathbf{D} correspondientes son iguales, y las matrices \mathbf{V} correspondientes son diferentes.

20 Opcionalmente, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

25 Opcionalmente, como otra realización, la estación base puede recibir, mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 que son enviados por el equipo de usuario, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2. Además, la estación base puede recibir, mediante el uso de un PUCCH o un PUSCH, el indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario.

30 La FIG. 5 es un tercer diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención. Esta realización proporciona un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación que se ejecuta en un lado de equipo de usuario cuando una matriz de precodificación satisface una primera condición. Como se muestra en la FIG. 5, el procedimiento incluye las siguientes etapas:

Etapla 501: El equipo de usuario recibe una señal de referencia enviada por una estación base.

35 En forma similar a la etapa 301 en la realización mostrada en la FIG. 3, en esta etapa, la señal de referencia enviada por la estación base puede incluir una CSI RS, una DM RS, o una CRS. El equipo de usuario UE puede adquirir la señal de referencia mediante la recepción de una notificación de eNB, o puede obtener, en base a una ID de identidad de la célula, una configuración de recursos de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso o subtrama correspondiente, en el que la notificación de eNB puede ser señalización de capa superior tal como señalización RRC, o señalización dinámica tal como DCI.

40 Etapla 502: El equipo de usuario selecciona, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, en la que una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2 \quad (28)$$

La matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques,

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}, N_B \geq 1 \quad (29)$$

45 en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, es decir, la matriz por bloques \mathbf{X} tiene la estructura mostrada en la fórmula (30):

$$\mathbf{X} = \mathbf{DV} \quad (30)$$

La matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \} \quad (31)$$

en la que α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , e $i=1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna 1 es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

$$\mathbf{v} = [v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1]^T \quad (32)$$

5 en la que $()^T$ representa la transposición de una matriz o vector, un elemento es $\bar{v}_i = -v_i$, $i=1, \dots, n$, y $v_i = \pm 1$, es decir, un valor de v_i es +1 o -1. La matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 , para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

10 En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz por bloques \mathbf{X} puede ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_j , en la que la \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_j satisfacen la fórmula (33):

$$\mathbf{P}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{P}_j \quad (33)$$

en la que la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ es una matriz diagonal, y tiene la estructura mostrada en la fórmula (5); y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética.

15 Opcionalmente, la matriz por bloques \mathbf{X} puede ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_k , en la que la \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_k satisfacen la fórmula (34):

$$\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{P}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{P}_k = \mathbf{V} \quad (34)$$

20 en la que la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna 1 es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} tiene la estructura mostrada en la fórmula (32); y la matriz \mathbf{D}_i y la matriz \mathbf{D}_k ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (35):

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^*\}, m = i, k \quad (35)$$

25 en la que α_m es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo, $u_{m,l}$, $m=i,k$, $l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

30 El equipo de usuario puede seleccionar diferentes matrices de precodificación en diferentes puntos de tiempo de acuerdo con una regla preestablecida o aleatoria, es decir, el equipo de usuario puede determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI en un punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{P}_i en el libro de códigos, y enviar el primer PMI a la estación base; y determinar un segundo indicador de matriz de precodificación PMI en otro punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{D}_k en el libro de códigos, y enviar el segundo PMI a la estación base.

35 En forma correspondiente al caso en el que el equipo de usuario anterior envía el primer PMI o el segundo PMI en diferentes puntos de tiempo, en un lado de la estación base, la estación base también puede recibir, en un punto de tiempo, el primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{P}_i correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el primer PMI; y recibir, en otro punto de tiempo, el segundo indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación correspondiente \mathbf{D}_k del libro de códigos de acuerdo con el segundo PMI.

40 Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

45 Etapa 503: El equipo de usuario envía un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, en la que el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

En la realización anterior de la presente invención, el equipo de usuario selecciona, en base a una señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, y envía un indicador de matriz de precodificación PMI. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$. La \mathbf{D} es una matriz diagonal y

satisface $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna

$$\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$$

, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz de un sistema de antena, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa de transmisión MIMO tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

Específicamente, por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal anteriores u_1, u_2, \dots, u_n , elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$, y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8) a la fórmula (12).

Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8a) a la fórmula (11a).

Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13) a la fórmula (16).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13a) a la fórmula (16a).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales en la fórmula (35) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (17) a la fórmula (20).

En esta realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en el que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} puede ser un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, la matriz de Hadamard Hadamard y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (21) a la fórmula (24).

En esta realización, el vector de columna \mathbf{v} es un vector de columna de la matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$ y satisface la propiedad

de la fórmula (32), y los vectores de columna de la $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo de este modo la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO.

5 En la realización anterior de la presente invención, la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar un vector de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en un vector de columna de la \mathbf{W}_1 para formar la matriz \mathbf{W} .

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la siguiente matriz:

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ \mathbf{e}_i \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ j\mathbf{e}_i \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ -\mathbf{e}_i \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ -j\mathbf{e}_i \end{bmatrix} \middle| i = 1, 2, 3, 4 \right\} \quad (36)$$

10 en la que $\mathbf{e}_i, i = 1, 2, 3, 4$ representa un vector de selección 4x1, y con la excepción de que el i-ésimo elemento es 1, los otros elementos son todos 0.

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la siguiente matriz:

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\} \quad (37)$$

15
$$\mathbf{Y} \in \{ \mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7, \mathbf{e}_8 \} \quad (38)$$

o,

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (39)$$

$$(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{ (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4) \} \quad (40)$$

20 en la que $\mathbf{e}_n, n = 1, 2, \dots, 8$ representa un vector de selección 8x1, y con la excepción de que el n-ésimo elemento es 1, los otros elementos son todos 0.

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la siguiente matriz:

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ e^{j\theta} \mathbf{e}_i \\ e^{j\phi} \mathbf{e}_k \\ e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{e}_k \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ -e^{j\theta} \mathbf{e}_i \\ e^{j\phi} \mathbf{e}_k \\ -e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{e}_k \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ je^{j\theta} \mathbf{e}_i \\ e^{j\phi} \mathbf{e}_k \\ je^{j(\phi+\theta)} \mathbf{e}_k \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_i \\ -je^{j\theta} \mathbf{e}_i \\ e^{j\phi} \mathbf{e}_k \\ -je^{j(\phi+\theta)} \mathbf{e}_k \end{bmatrix} \middle| \begin{matrix} i = 1, 2, 3, 4; \\ k = 1, 2, 3, 4 \end{matrix} \right\} \quad (41)$$

25 en la que $\mathbf{e}_i, i = 1, 2, 3, 4$ representa un vector de selección 4x1, y con la excepción de que el i-ésimo elemento es 1, los otros elementos son todos 0, en la que θ y ϕ son fases, por ejemplo,

$$\theta = \frac{m\pi}{32}, m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad \phi = \frac{n\pi}{32}, n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la siguiente matriz:

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ e^{j\theta} \mathbf{Y}_1 \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_2 \\ e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ -e^{j\theta} \mathbf{Y}_1 \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_2 \\ -e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ je^{j\theta} \mathbf{Y}_1 \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_2 \\ je^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ -je^{j\theta} \mathbf{Y}_1 \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_2 \\ -je^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (42)$$

$$\mathbf{Y}_1 \in \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7, \mathbf{e}_8\}, \quad \mathbf{Y}_2 \in \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4, \mathbf{e}_5, \mathbf{e}_6, \mathbf{e}_7, \mathbf{e}_8\} \quad (43)$$

o,

$$\mathbf{W}_2 \in \left\{ \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{1,1} & \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,1} & e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,2} \\ e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,2} \end{bmatrix}, \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{1,1} & \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,1} & -e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,2} \\ e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,1} & -e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,2} \end{bmatrix}, \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{1,1} & \mathbf{Y}_{1,2} \\ -e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,1} & e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,2} \\ e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,1} & -e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,2} \end{bmatrix}, \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{1,1} & \mathbf{Y}_{1,2} \\ -e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,1} & -e^{j\theta} \mathbf{Y}_{1,2} \\ e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j\phi} \mathbf{Y}_{2,2} \\ -e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,1} & e^{j(\phi+\theta)} \mathbf{Y}_{2,2} \end{bmatrix} \right\} \quad (44)$$

5

$$(\mathbf{Y}_{m,1}, \mathbf{Y}_{m,2}) \in \left\{ (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4) \right\}, m = 1, 2 \quad (45)$$

en la que $\mathbf{e}_n, n=1,2,\dots,8$ representa un vector de selección 8×1 , y con la excepción de que el n-ésimo elemento es

$$\theta = \frac{m\pi}{32}, m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad \text{y} \quad \phi = \frac{n\pi}{32}, n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

1, los otros elementos son todos 0, en la que θ y ϕ son fases, por ejemplo,

10 Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

En la realización anterior de la presente invención, seleccionar, por el equipo de usuario en base a la señal de referencia una matriz de precodificación de un libro de códigos puede ser específicamente: obtener, por el equipo de usuario en base a la señal de referencia, estimación de canal; y seleccionar, en base a un criterio predefinido de acuerdo con la estimación de canal, la matriz de precodificación del libro de códigos, en la que el criterio predefinido anterior no puede ser un criterio de maximización de la capacidad del canal, un criterio de maximización del rendimiento, o un criterio de minimización de la distancia del coseno.

15

Además, en la realización anterior de la presente invención, seleccionar, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos puede incluir: seleccionar la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, en la que el subconjunto de libro de códigos anterior es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base; el subconjunto de libro de códigos predefinido anterior puede estar predefinido en un protocolo y es conocido por el equipo de usuario y la estación base en el sistema; y el subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base puede ser un subconjunto de libro de códigos que está determinado recientemente por el equipo de usuario y comunicado a la estación base. En esta realización, los subconjuntos de libro de códigos se establecen, para diferentes escenarios de aplicación, en el libro de códigos; y, por lo tanto, seleccionar una matriz de precodificación en base a un subconjunto de libro de códigos puede reducir eficazmente las sobrecargas de retroalimentación y la complejidad de la implementación.

20

25

Además, el subconjunto de libro de códigos en la realización anterior de la presente invención puede incluir:

un conjunto de una matriz de precodificación $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$, al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$ y $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$; y la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , o la matriz \mathbf{W}_2 es un subconjunto de una matriz candidato de la misma.

5 Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

10 Debe entenderse que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, o puede obtenerse a partir de un dispositivo de red, que no se limita en la presente invención.

15 Además, en la matriz de precodificación anterior, una matriz por bloques \mathbf{X}_k y una matriz por bloques \mathbf{X}_l , $k \neq l$ pueden ser diferentes, o pueden ser iguales. En un caso en el que hay múltiples \mathbf{X}_k que son iguales que \mathbf{X}_l , $k \neq l$, por ejemplo, la \mathbf{X}_k y la \mathbf{X}_l , $k \neq l$ que son iguales existen en pares, las sobrecargas de retroalimentación pueden reducirse en forma adicional. Múltiples matrices por bloques \mathbf{X}_i en la matriz anterior \mathbf{W}_1 pueden corresponder, respectivamente, a grupos de puertos antena que tienen diferentes polarizaciones o en diferentes posiciones, de manera que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples implementaciones o configuraciones de antena.

20 En la etapa 503 mostrada en la FIG. 5 anterior, el indicador de matriz de precodificación enviado a la estación base puede incluir uno o más índices. Específicamente, el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos por lo general es un conjunto de una o más matrices de precodificación, en el que un indicador de matriz de precodificación corresponde a una matriz de precodificación. Diferentes indicadores de matriz de precodificación corresponden a diferentes matrices de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos, y en esta realización, el indicador de matriz de precodificación enviado corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

25 Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_2 . El primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

35 Opcionalmente, el PMI anterior también puede incluir tres índices, en el que los tres índices se usan, respectivamente, para indicar la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , y la matriz \mathbf{W}_2 .

Opcionalmente, como otra realización, el equipo de usuario envía el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2.

40 Además, en la etapa 503 en la realización anterior de la presente invención, la información de indicador de matriz de precodificación PMI puede enviarse a la estación base mediante el uso de un PUCCH o un PUSCH.

45 La matriz de precodificación \mathbf{W} en esta realización puede ser una matriz de precodificación obtenida por medio de transposición de fila o columna, por ejemplo, diferentes números de antena correspondientemente causan transposición de fila de la matriz de precodificación. Además, la estructura de la matriz de precodificación anterior \mathbf{W} no sólo puede usarse para la configuración de antena en una dirección horizontal en una estación base AAS, sino también puede usarse para la configuración de antena en una dirección perpendicular.

50 En esta realización de la presente invención, el equipo de usuario selecciona, en base a una señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, y envía un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, y $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$,

y $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$. La \mathbf{D} es una matriz diagonal y satisface
$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag}\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}, \dots, u_1^*\}$$
, en la que

$u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede

controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y al menos un vector de columna $\mathbf{v} = [\mathbf{v}_1 \ \mathbf{v}_2 \ \dots \ \mathbf{v}_n \ \bar{\mathbf{v}}_n \ \bar{\mathbf{v}}_{n-1} \ \dots \ \bar{\mathbf{v}}_1]^T$, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Múltiples matrices por bloques \mathbf{X}_i pueden corresponder respectivamente a grupos de antena que tienen polarizaciones diferentes o en diferentes posiciones, de manera que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples implementaciones o configuraciones de antena. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz en una dirección horizontal y/o perpendicular de un sistema de antena activa, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa durante la transmisión tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

De manera correspondiente a la realización mostrada en la FIG. 5, una realización de la presente invención proporciona además un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación que se ejecuta en un lado de la estación base cuando una matriz de precodificación satisface una primera condición. La FIG. 6 es un cuarto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 6, la realización incluye las siguientes etapas:

Etapas 601: Una estación base envía una señal de referencia a un equipo de usuario.

La señal de referencia enviada anterior puede incluir múltiples formas, y por detalles, se puede hacer referencia a la etapa 501 en la realización mostrada en la FIG. 5.

Etapas 602: La estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario.

Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI corresponde a una matriz de precodificación que se selecciona de un libro de códigos por el equipo de usuario en base a la señal de referencia.

Etapas 603: La estación base determina una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 , y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2 \quad (46).$$

La matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques,

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}, N_B \geq 1 \quad (47)$$

en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, es decir, la matriz por bloques \mathbf{X} tiene la estructura mostrada en la fórmula (48):

$$\mathbf{X} = \mathbf{D} \mathbf{V} \quad (48).$$

La matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \} \quad (49)$$

en la que α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y $i = 1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

$$\mathbf{v} = [\mathbf{v}_1 \ \mathbf{v}_2 \ \dots \ \mathbf{v}_n \ \bar{\mathbf{v}}_n \ \bar{\mathbf{v}}_{n-1} \ \dots \ \bar{\mathbf{v}}_1]^T \quad (50)$$

en la que $()^T$ representa la transposición de una matriz o vector, un elemento es $\bar{\mathbf{v}}_i = -\mathbf{v}_i$, $i = 1, \dots, n$, y $\mathbf{v}_i = \pm 1$, es decir, un valor de \mathbf{v}_i es +1 o -1. La matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz por bloques \mathbf{X} puede ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_j , en la que la \mathbf{P}_i y \mathbf{P}_j satisfacen la fórmula (51):

$$\mathbf{P}_i = \mathbf{D}(i, j) \mathbf{P}_j \quad (51)$$

en la que la matriz $\mathbf{D}(i, j)$ es una matriz diagonal, y tiene la estructura mostrada en la fórmula (5); y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

5 El equipo de usuario puede seleccionar diferentes matrices de precodificación en diferentes puntos de tiempo de acuerdo con una regla preestablecida o aleatoria, es decir, el equipo de usuario puede determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI en un punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación \mathbf{P}_i en el libro de códigos, y enviar el primer PMI a la estación base; y determinar un segundo indicador de matriz de precodificación PMI en otro punto de tiempo, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{D}_k en el libro de códigos, y enviar el segundo PMI a la estación base.

10 En forma correspondiente al caso en el que el equipo de usuario anterior envía el primer PMI o el segundo PMI en diferentes puntos de tiempo, en un lado de la estación base, la estación base también puede recibir, en un punto de tiempo, el primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{P}_i correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el primer PMI; y recibir, en otro punto de tiempo, el segundo indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{D}_k correspondiente del libro de códigos de acuerdo con el segundo PMI.

15 Opcionalmente, la matriz por bloques \mathbf{X} puede ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_k , en la que \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_k satisfacen la fórmula (52):

$$\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{P}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{P}_k = \mathbf{V} \quad (52)$$

20 en la que la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna 1 es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} tiene la estructura mostrada en la fórmula (50); y la matriz \mathbf{D}_i y la matriz \mathbf{D}_k ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (53):

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \left\{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \right\}, m = i, k \quad (53)$$

25 en la que α_m es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m=i,k$, $l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

30 Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

35 En la realización anterior de la presente invención, una estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y determina una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{NB} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{NB} \}$, y $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$. La \mathbf{D} es

una matriz diagonal y satisface $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita las restricciones de módulo constante, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos

$$\mathbf{v} = \left[v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1 \right]^T$$

40 un vector de columna \mathbf{v} , de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz de un sistema de antena, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa de transmisión MIMO tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

Específicamente, la estación base puede obtener la matriz de precodificación del libro de códigos de acuerdo con el PMI recibido, en la que el libro de códigos es igual al libro de códigos usado por el equipo de usuario. Además, la estación base puede además precodificar datos a enviar de acuerdo con la matriz de precodificación obtenida.

Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal anteriores u_1, u_2, \dots, u_n , elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$, y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8) a la fórmula (12).

5 Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8a) a la fórmula (11a).

Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13) a la fórmula (16).

10 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13a) a la fórmula (16a).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales mostrados en la fórmula (53) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (17) a la fórmula (20).

15 En esta realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en el que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

20 Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} puede ser un vector de columna de una matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, la matriz de Hadamard Hadamard y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (21) a la fórmula (24).

25 En esta realización, el vector de columna \mathbf{v} es un vector de columna de la matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ y satisface la propiedad de la fórmula (50), y los vectores de columna de la $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo así la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO. En la realización anterior de la presente invención, la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar un vector de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en un vector de columna de la \mathbf{W}_1 para formar la matriz \mathbf{W} .

30 Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (36). Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (37) a la fórmula (40).

35 Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (41). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

40 Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (42) a la fórmula (45). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

En la realización anterior de la presente invención, determinar una matriz de precodificación de un libro de códigos de

acuerdo con el PMI puede incluir:

determinar la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que el subconjunto de libro de códigos anterior es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base.

El subconjunto de libro de códigos anterior puede incluir un conjunto de la matriz de precodificación $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$, $\mathbf{X}_k = \mathbf{D}\mathbf{V}$, y la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , o la matriz \mathbf{W}_2 es un subconjunto de una matriz candidato de las mismas.

Se debe entender que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, que no se limita en la presente invención.

Además, el indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_2 . El primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

Opcionalmente, el PMI anterior también puede incluir tres índices, en el que los tres índices se usan, respectivamente, para indicar la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , y la matriz \mathbf{W}_2 .

Opcionalmente, como otra realización, la estación base recibe, mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 que son enviados por el equipo de usuario, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2.

Específicamente, la estación base anterior puede recibir, mediante el uso de un PUCCH o un PUSCH, el indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE.

La matriz de precodificación \mathbf{W} en esta realización de la presente invención puede ser una matriz de precodificación obtenida por medio de transposición de fila o columna, por ejemplo, diferentes números de antena correspondientemente causan transposición de fila de la matriz de precodificación. La matriz de precodificación proporcionada en la realización anterior de la presente invención no sólo puede usarse para la configuración de antena en una dirección horizontal en una estación base AAS, sino también puede usarse para la configuración de antena en una dirección perpendicular.

La FIG. 7 es un quinto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención. Esta realización proporciona un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación que se ejecuta en un lado de equipo de usuario cuando una matriz de precodificación satisface una tercera condición. Como se muestra en la FIG. 7, el procedimiento incluye las siguientes etapas:

Etapas 701: El equipo de usuario recibe una señal de referencia enviada por una estación base.

Específicamente, en esta etapa, el equipo de usuario puede recibir la señal de referencia de múltiples maneras, y la señal de referencia enviada por la estación base puede incluir una CSI RS, una DM RS, o una CRS. El equipo de usuario UE puede adquirir la señal de referencia mediante el uso de una notificación de eNB recibida, o puede obtener, en base a una ID de identidad de la célula, una configuración de recursos de la señal de referencia y obtener la señal de referencia en un recurso o subtrama correspondiente, en la que la notificación de eNB puede ser de señalización superior tal como señalización RRC, o señalización dinámica tal como DCI.

Etapas 702: El equipo de usuario selecciona, en base a la señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, en la que una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2 \quad (54)$$

La matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques,

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}, N_B \geq 1 \quad (55)$$

en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , y $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$, es decir, la matriz por bloques \mathbf{X} tiene la estructura mostrada en la fórmula (56):

$$\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B} \quad (56)$$

en la que la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ,

$$\mathbf{A} = \mathbf{D}\mathbf{V} \quad (57)$$

o

5

$$\mathbf{B} = \mathbf{D}\mathbf{V} \quad (58)$$

La matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, y satisface:

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \} \quad (59)$$

en la que α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , e $i = 1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

10

$$\mathbf{v} = [v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1]^T \quad (60)$$

en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i$, $i = 1, \dots, n$, y $v_i = \pm 1$, es decir, un valor de v_i es +1 o -1. La matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

15

En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} pueden ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz de \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_j , en la que la \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_j satisfacen la fórmula (61):

$$\mathbf{P}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{P}_j \quad (61)$$

en la que la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ es una matriz diagonal, y tiene la estructura mostrada en la fórmula (5); y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética.

20

Opcionalmente, la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} pueden ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_k , en la que la \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_k satisfacen la fórmula (62):

$$\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{P}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{P}_k = \mathbf{V} \quad (62)$$

25

en la que la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} tiene la estructura mostrada en la fórmula (60); y la matriz \mathbf{D}_i y la matriz \mathbf{D}_k ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (63):

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}, m = i, k \quad (63)$$

en la que α_m es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m=i,k$, $l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

30

Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

35

Etapa 703: El equipo de usuario envía un indicador de matriz de precodificación PMI a la estación base, en la que el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

En la realización anterior de la presente invención, el equipo de usuario selecciona, en base a una señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, y envía un indicador de matriz de precodificación PMI. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , en el que $\mathbf{A} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ o $\mathbf{B} = \mathbf{D}\mathbf{V}$. La \mathbf{D} es una matriz diagonal

5 $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna

$$\mathbf{v} = [v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1]^T$$

10 , de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz en las direcciones horizontales y perpendiculares de un sistema de antena activa, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa durante la transmisión tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

Opcionalmente, la estación base puede obtener en forma adicional la matriz de precodificación de acuerdo con el PMI recibido.

20 Específicamente, la estación base puede obtener la matriz de precodificación del libro de códigos de acuerdo con el PMI recibido, en la que el libro de códigos es igual al libro de códigos usado por el equipo de usuario.

Específicamente, cuando la matriz \mathbf{A} es la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (57), la matriz \mathbf{B} puede ser la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (58). Además, la matriz \mathbf{B} puede ser también una matriz de transformada de Fourier discreta (Transformada de Fourier Discreta, DFT para abreviar), una matriz de Householder (Householder), una matriz de Hadamard Hadamard, o una matriz de precodificación en un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas, o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema LTE R10.

30 Específicamente, cuando la matriz \mathbf{B} es la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (57), la matriz \mathbf{A} puede ser la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (58). Además, la matriz \mathbf{A} puede ser también una matriz de transformada de Fourier discreta (Transformada de Fourier Discreta, DFT para abreviar), una matriz de Householder (Householder), una matriz de Hadamard Hadamard, o una matriz de precodificación en un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas, o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema LTE R10.

35 Específicamente, por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal anteriores u_1, u_2, \dots, u_n , elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$, y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8) a la fórmula (12).

Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8a) a la fórmula (11a).

40 Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13) a la fórmula (16).

45 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13a) a la fórmula (16a).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales en la fórmula (63)

usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (17) a la fórmula (20).

En esta realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en el que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} puede ser un vector de columna de una matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, la matriz de Hadamard Hadamard y el vector de columna \mathbf{V} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (21) a la fórmula (24).

En esta realización, el vector de columna \mathbf{v} es un vector de columna de la matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ y satisface la propiedad de la fórmula (60), y los vectores de columna de la $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo de este modo la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO.

En la realización anterior de la presente invención, la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar un vector de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en un vector de columna de la \mathbf{W}_1 para formar la matriz \mathbf{W} .

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (36). Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2 \}$, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (37) a la fórmula (40).

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (41). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4 \}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (42) a la fórmula (45). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

En la realización anterior de la presente invención, seleccionar, por el equipo de usuario, una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia puede ser específicamente: obtener, por el equipo de usuario en base a la señal de referencia, estimación de canal; y seleccionar, en base a un criterio predefinido de acuerdo con la estimación de canal, la matriz de precodificación del libro de códigos, en la que el criterio predefinido anterior no puede ser un criterio de maximización de la capacidad del canal, un criterio de maximización del rendimiento, o un criterio de minimización de la distancia del coseno.

Además, en la realización anterior de la presente invención, la selección de una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia puede incluir:

seleccionar la matriz de precodificación de un subconjunto de libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, en la que el subconjunto de libro de códigos anterior es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base. En esta realización, se establecen los subconjuntos de libro de códigos, para diferentes escenarios de aplicación, en el libro de códigos; y, por lo tanto, seleccionar una matriz de precodificación en base a un subconjunto de libro de códigos puede reducir eficazmente las sobrecargas de retroalimentación y la complejidad de la implementación.

Específicamente, el subconjunto de libro de códigos en la realización anterior de la presente invención puede incluir:

un conjunto de una matriz de precodificación $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2$, en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{NB} \}$, al menos una matriz por bloques es $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{NB} \}$, en la que $\mathbf{A} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ o $\mathbf{B} = \mathbf{D}\mathbf{V}$, y la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , o la matriz \mathbf{W}_2 es un subconjunto de una matriz candidato de la misma.

Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una

propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

5 Debe entenderse que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, o puede obtenerse a partir de un dispositivo de red, que no se limita en la presente invención.

10 Además, en la matriz de precodificación anterior, una matriz por bloques \mathbf{X}_k y una matriz por bloques \mathbf{X}_l , $k \neq l$ pueden ser diferentes, o pueden ser iguales. En un caso en el que hay múltiples \mathbf{X}_k que son iguales que el \mathbf{X}_l , $k \neq l$, por ejemplo, el \mathbf{X}_k y el \mathbf{X}_l , $k \neq l$ que son iguales existen en pares, las sobrecargas de retroalimentación pueden reducirse en forma adicional. Múltiples matrices por bloques \mathbf{X}_i en la matriz anterior \mathbf{W}_1 pueden corresponder, respectivamente, a grupos de puertos antena que tienen diferentes polarizaciones o en diferentes posiciones, de manera que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples implementaciones o configuraciones de antena.

15 En la etapa 703 que se muestra en la FIG. 7 anterior, el indicador de matriz de precodificación enviado a la estación base puede incluir uno o más índices. Específicamente, el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos por lo general es un conjunto de una o más matrices de precodificación, en el que un indicador de matriz de precodificación corresponde a una matriz de precodificación. Diferentes indicadores de matriz de precodificación corresponden a diferentes matrices de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos, y en esta realización, el indicador de matriz de precodificación enviado corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

20 Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_2 . El primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

Opcionalmente, el PMI anterior también puede incluir tres índices, en el que los tres índices se usan, respectivamente, para indicar la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , y la matriz \mathbf{W}_2 .

30 Opcionalmente, como otra realización, el equipo de usuario envía el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2.

Además, en la etapa 703 en la realización anterior de la presente invención, la información de indicador de matriz de precodificación PMI puede enviarse a la estación base mediante el uso de un PUCCH o un PUSCH.

35 La matriz de precodificación \mathbf{W} en esta realización puede ser una matriz de precodificación obtenida por medio de transposición de fila o columna, por ejemplo, diferentes números de antena correspondientemente causan transposición de fila de la matriz de precodificación. Además, la estructura de la matriz de precodificación anterior \mathbf{W} no sólo puede usarse para la configuración de antena en una dirección horizontal en una estación base AAS, sino también puede usarse para la configuración de antena en una dirección perpendicular.

40 En esta realización de la presente invención, el equipo de usuario selecciona, en base a una señal de referencia, una matriz de precodificación de un libro de códigos, y envía un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a la matriz de precodificación seleccionada. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, y $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{NB}\}$; y la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una

45 matriz \mathbf{V} . La \mathbf{D} es una matriz diagonal y satisface
$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag}\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$$
, en la que

$u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y

50 al menos un vector de columna $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Múltiples matrices por bloques \mathbf{X}_i pueden corresponder respectivamente a grupos de antena que tienen polarizaciones diferentes o en diferentes posiciones, de manera que la matriz de precodificación anterior coincide con múltiples implementaciones o configuraciones de antena. Mientras tanto, la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} pueden cuantificar por separado un haz en una dirección horizontal y una dirección perpendicular. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz

de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz en las direcciones horizontales y perpendiculares de un sistema de antena activa, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa durante la transmisión tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

- 5 De manera correspondiente a la realización mostrada en la FIG. 7, la presente invención proporciona además un procedimiento ejecutado en un lado de la estación base. La FIG. 8 es un sexto diagrama de flujo esquemático de una realización específica de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 8, la realización incluye las siguientes etapas:

Etapa 801: Una estación base envía una señal de referencia a un equipo de usuario.

- 10 Específicamente, para un modo en el que la estación base envía la señal de referencia, puede hacerse referencia a la etapa 701 mostrada en la FIG. 7.

Etapa 802: Recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario.

Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI corresponde a una matriz de precodificación que se selecciona de un libro de códigos por el equipo de usuario en base a la señal de referencia.

- 15 Etapa 803: Determinar una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2 \quad (64)$$

La matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques,

$$\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}, N_B \geq 1 \quad (65)$$

- 20 en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, es decir, la matriz por bloques \mathbf{X} tiene la estructura mostrada en la fórmula (66):

$$\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B} \quad (66)$$

en la que la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ,

$$\mathbf{A} = \mathbf{D} \mathbf{V} \quad (67)$$

- 25 o

$$\mathbf{B} = \mathbf{D} \mathbf{V} \quad (68)$$

en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, y satisface:

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \} \quad (69)$$

- 30 en la que α es un factor complejo, un número complejo u_i es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , e $i = 1, \dots, n$; y la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y al menos un vector de columna \mathbf{v} , en la que el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es:

$$\mathbf{v} = [v_1 \quad v_2 \quad \dots \quad v_n \quad \bar{v}_n \quad \bar{v}_{n-1} \quad \dots \quad \bar{v}_1]^T \quad (70)$$

- 35 en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i$, $i = 1, \dots, n$, y $v_i = \pm 1$, es decir, un valor de v_i es +1 o -1. La matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

En otra forma de implementación opcional de esta realización, la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} pueden ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz \mathbf{P}_i y una matriz \mathbf{P}_j , en la que la \mathbf{P}_i y la \mathbf{P}_j satisfacen la fórmula (71):

$$\mathbf{P}_i = \mathbf{D}(i,j) \mathbf{P}_j \quad (71)$$

- 40 en la que la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ es una matriz diagonal, y tiene la estructura mostrada en la fórmula (5); y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética.

Opcionalmente, la matriz **A** o la matriz **B** pueden ser múltiples matrices diferentes, incluyendo una matriz **P_i** y una matriz **P_k**, donde la **P_i** y la **P_k** satisfacen la fórmula (72):

$$\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{P}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{P}_k = \mathbf{V} \quad (72)$$

5 en la que la matriz **V** incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna **v**, el vector de columna 1 es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna **v** tiene la estructura mostrada en la fórmula (60); y la matriz **D_i** y la matriz **D_k** ambas son matrices diagonales, y tienen la estructura mostrada en la fórmula (73):

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}, m = i, k \quad (73)$$

10 en la que α_m es un factor complejo, y una parte real o una parte imaginaria del factor complejo puede ser 0; un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y, opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz **D_m** forman una progresión aritmética.

15 Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

20 En la realización anterior de la presente invención, una estación base recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, y determina una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI. Una matriz de precodificación **W** incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz **W₁** y **W₂** de la matriz, en el que la matriz **W₁** es una matriz diagonal por bloques, $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques **X** es un producto de Kronecker de una matriz **A** y una matriz **B**, $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{x} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; y la matriz **A** o la matriz **B** es un producto de una matriz **D** y una matriz **V**, en el que $\mathbf{A} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ o $\mathbf{B} = \mathbf{D}\mathbf{V}$. La

25 $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, en la que **D** es una matriz diagonal y satisface $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$

30 forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita restricciones de módulo constante o un límite en el que las antenas realizan transmisión mediante el uso de las mismas potencias, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz **V** incluye un vector de columna

$$\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$$

35 y/o al menos un vector de columna, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz en las direcciones horizontales y perpendiculares de un sistema de antena activa, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa durante la transmisión tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

40 Específicamente, la estación base puede obtener la matriz de precodificación del libro de códigos de acuerdo con el PMI recibido, en la que el libro de códigos es igual al libro de códigos usado por el equipo de usuario. Además, la estación base puede además precodificar datos a enviar de acuerdo con la matriz de precodificación obtenida.

45 Específicamente, cuando la matriz **A** es la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (67), la matriz **B** puede ser la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (68). La matriz **B** también puede ser una matriz de transformada de Fourier Discreta (Transformada de Fourier Discreta, DFT para abreviar), una matriz de Householder (Householder), una matriz de Hadamard Hadamard, o una matriz de precodificación en un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas, o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema LTE R10.

Específicamente, cuando la matriz **B** es la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (68), la matriz **A** puede ser la matriz que tiene la estructura mostrada en la fórmula (67). La matriz **A** puede ser también una matriz de transformada de Fourier Discreta (Transformada de Fourier Discreta, DFT para abreviar), una matriz de Householder (Householder), una matriz de Hadamard Hadamard, o una matriz de precodificación en un libro de códigos de dos antenas, un libro de códigos de cuatro antenas, o un libro de códigos de ocho antenas en un sistema LTE R10.

Específicamente, por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal anteriores u_1, u_2, \dots, u_n , elementos

de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$, y el vector de columna \mathbf{v} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8) a la fórmula (12).

5 Por el uso de $n = 5$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (8a) a la fórmula (11a).

Opcionalmente, como otra realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, y las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética.

10 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n y los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13) a la fórmula (16).

Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ y los elementos de la diagonal $\mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*$ en la fórmula (5) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (13a) a la fórmula (16a).

15 Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, los elementos de la diagonal de las matrices diagonales en la fórmula (73) usados en esta realización se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (17) a la fórmula (20).

20 En esta realización, en la matriz \mathbf{D} , las fases de los elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n forman una progresión aritmética, o las fases de los elementos de la diagonal $u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forman una progresión aritmética, que puede coincidir con una estructura de conjunto de un puerto de antena, por ejemplo, un conjunto lineal uniforme común o conjunto de polarización cruzada, en el que en la primera matriz, elementos de conjunto o antenas están dispuestos a una misma distancia, y en la última matriz, antenas copolarizadas o elementos de conjunto están dispuestos a una misma distancia. Por lo tanto, las fases en la progresión aritmética pueden mejorar el rendimiento de precodificación mediante el uso de una propiedad de la estructura de conjunto anterior.

25 Opcionalmente, como otra realización, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} puede ser un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard. Por el uso de $n = 4$ como un ejemplo, la matriz de Hadamard Hadamard y el vector de columna \mathbf{V} se pueden mostrar, respectivamente, en la fórmula (21) a la fórmula (24).

30 En esta realización, el vector de columna \mathbf{v} es un vector de columna de la matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$ y satisface la propiedad de la fórmula (70), y los vectores de columna de la $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$ son ortogonales entre sí, de modo que los vectores de columna obtenidos son ortogonales entre sí, reduciendo de este modo la interferencia intercapa que se genera cuando se usa la matriz de precodificación para la transmisión MIMO.

35 En la realización anterior de la presente invención, la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar un vector de columna de la matriz \mathbf{W}_1 , o se usa para realizar combinación ponderada en un vector de columna de la \mathbf{W}_1 para formar la matriz \mathbf{W} . Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2\}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (36). Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2\}$ como un ejemplo, en la que cada una de una matriz por bloques \mathbf{X}_1 y una matriz por bloques \mathbf{X}_2 tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (37) a la fórmula (40).

Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4\}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene cuatro columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (41). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

40 Por el uso de $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4\}$ como un ejemplo, en la que cada matriz por bloques de $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \mathbf{X}_4$ tiene ocho columnas, la \mathbf{W}_2 puede ser la matriz que se muestra en la fórmula (42) a la fórmula (45). Además, la matriz por bloques es $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$ o $\mathbf{X}_1 = \mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_3 = \mathbf{X}_4$.

En la realización anterior de la presente invención, determinar una matriz de precodificación de un libro de códigos de acuerdo con el PMI incluye:

determinar la matriz de precodificación del libro de códigos de acuerdo con el PMI, en la que el subconjunto de libro de códigos anterior es un subconjunto de libro de códigos predefinido, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, o un subconjunto de libro de códigos reportado a la estación base, y devuelto y confirmado por la estación base. En esta realización, se establecen los subconjuntos de libro de códigos, para diferentes escenarios de aplicación, en el libro de códigos; y, por lo tanto, seleccionar una matriz de precodificación en base a un subconjunto de libro de códigos puede reducir eficazmente las sobrecargas de retroalimentación y la complejidad de la implementación.

Específicamente, el subconjunto de libro de códigos en la realización anterior de la presente invención puede incluir:

un conjunto de una matriz de precodificación $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$, al menos una matriz por bloques es $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$, en la que $\mathbf{A} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ o $\mathbf{B} = \mathbf{D}\mathbf{V}$, y la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , o la matriz \mathbf{W}_2 es un subconjunto de una matriz candidato de la misma.

Cabe señalar que los elementos de la diagonal de la matriz diagonal anterior pueden tener la misma amplitud. En este caso, la estructura de la matriz de precodificación anterior permite que las antenas de transmisión correspondientes a las filas de la matriz de precodificación tengan potencias de transmisión simétricas en base a consideraciones reales, y en este caso, el libro de códigos anterior aún pueda controlar una orientación de haz mediante el uso de una propiedad simétrica de las potencias de las antenas de transmisión, y mientras tanto garantizar la ortogonalidad entre las capas de transmisión.

Se debe entender que la matriz de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos puede prealmacenarse en el equipo de usuario y la estación base, o puede calcularse por el equipo de usuario y la estación base de acuerdo con la estructura de la matriz de precodificación anterior, que no se limita en la presente invención.

Además, el indicador de matriz de precodificación enviado a la estación base puede incluir uno o más índices. Específicamente, el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos por lo general es un conjunto de una o más matrices de precodificación, en el que un indicador de matriz de precodificación corresponde a una matriz de precodificación. Diferentes indicadores de matriz de precodificación corresponden a diferentes matrices de precodificación en el libro de códigos o el subconjunto de libro de códigos, y en esta realización, el indicador de matriz de precodificación enviado corresponde a la matriz de precodificación seleccionada.

Específicamente, el indicador de matriz de precodificación PMI anterior puede incluir solamente un índice, es decir, un índice indica directamente una matriz de precodificación, o el indicador de matriz de precodificación anterior puede incluir dos índices, a saber, un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 indican conjuntamente la matriz de precodificación. Además, el primer índice PMI1 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 se usa para indicar la matriz \mathbf{W}_2 . El primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores pueden tener diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia, es decir, el PMI1 y el PMI2 representan por separado las características de canal de diferentes periodos o anchos de banda, o se obtienen en base a diferentes periodos de subtrama o subbandas.

Opcionalmente, el PMI anterior también puede incluir tres índices, en el que los tres índices se usan, respectivamente, para indicar la matriz \mathbf{D} , la matriz \mathbf{V} , y la matriz \mathbf{W}_2 .

Opcionalmente, como otra realización, la estación base recibe, mediante el uso de diferentes periodos de tiempo, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 que son enviados por el equipo de usuario, por ejemplo, el PMI1 puede tener un periodo de subtrama más extenso que el PMI2.

Específicamente, la estación base anterior puede recibir, mediante el uso de un PUCCH o un PUSCH, el indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario UE.

La matriz de precodificación \mathbf{W} en esta realización de la presente invención puede ser una matriz de precodificación obtenida por medio de transposición de fila o columna, por ejemplo, diferentes números de antena correspondientemente causan transposición de fila de la matriz de precodificación.

En la realización anterior de la presente invención, una estación base envía una señal de referencia y recibe un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación que se selecciona de un libro de códigos por el equipo de usuario en base a la referencia señal. Una matriz de precodificación \mathbf{W} incluida en el libro de códigos es un producto de una matriz \mathbf{W}_1 y una matriz \mathbf{W}_2 , en el que la matriz \mathbf{W}_1 es una matriz diagonal por bloques, $\mathbf{W}_1 = \text{diag}\{\mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B}\}$; y la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} . La \mathbf{D} es una matriz diagonal y

satisface $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag}\{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$, en la que $u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*$ forma un conjugado y secuencia simétrica, lo que evita las restricciones de módulo constante, y puede controlar eficazmente una forma de un haz y una orientación de un haz. La matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna 1 y/o al menos un vector de columna

$$\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$$

, de modo que los vectores de columna de la matriz de precodificación son ortogonales entre sí, lo que puede reducir eficazmente la interferencia intercapa, lo que mejora considerablemente el rendimiento de MIMO, especialmente MU-MIMO. Por lo tanto, el procedimiento anterior para determinar una matriz de precodificación puede usar completamente un grado de libertad de control de una forma de un haz y una orientación de un haz en las direcciones horizontales y perpendiculares de un sistema de antena activa, y mientras tanto reducir la interferencia intercapa durante la transmisión tanto como sea posible, mejorando así la precisión de retroalimentación de CSI, y un rendimiento de sistema.

La FIG. 9 es un primer diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 9, el aparato incluye un primer módulo de determinación 11 y un primer módulo de envío 12. El primer módulo de determinación está configurado para determinar un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W} , y la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface una primera condición, una segunda condición, o una tercera condición; y

el primer módulo de envío está configurado para enviar el PMI a una estación base, en el que

la primera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$, en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz

diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante;

la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{X_1, X_2, \dots, X_{N_B}\}$; la matriz

\mathbf{D} es una matriz diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante; y

la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en la que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{X_1, \dots, X_{N_B}\}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{X_1, X_2, \dots, X_{N_B}\}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz \mathbf{D} es una matriz

diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} ; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

En la segunda condición o la tercera condición, la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

Las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz anterior \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

La matriz anterior \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es

un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$

, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1$ e $i = 1, \dots, n$. La matriz \mathbf{V} incluye sólo el vector de columna $\mathbf{1}$ y el al menos un vector de columna \mathbf{v} , y cuando la matriz \mathbf{V} incluye múltiples vectores de columna \mathbf{v} , los múltiples vectores de columnas \mathbf{v} son diferentes. Opcionalmente, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz \mathbf{V} es un vector de columna de una

matriz $\begin{bmatrix} \mathbf{H}^T & \mathbf{H}^T \end{bmatrix}^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard.

Además, el PMI anterior incluye un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la primera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{D} , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{V} ;

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la segunda condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 ; o

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la tercera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 .

- 5 Además, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores tienen diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia; o el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 se envían a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo.

En la realización anterior de la presente invención, el aparato anterior además incluye:

- 10 un primer módulo de recepción, configurado para recibir una señal de referencia enviada por la estación base, y seleccionar, a partir de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, la matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente al PMI.

El libro de códigos incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y las dos matrices de

precodificación satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{W}_j$, en la que $\mathbf{D}(i,j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag} \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^* \}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor

- 15 complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena. Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz anterior $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética.

Alternativamente, el libro de códigos anterior incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación

\mathbf{W}_k , y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}$, $m = i, k$, α_m

- 20 complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m=i,k$, $l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

- 25 La FIG. 10 es un segundo diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 10, el aparato incluye un segundo módulo de recepción 21 y un segundo módulo de determinación 22. El segundo módulo de

- recepción 21 está configurado para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el segundo módulo de determinación 22 está configurado para determinar una matriz correspondiente de precodificación \mathbf{W} de acuerdo con el PMI, en el que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface una primera condición,

- 30 una segunda condición, o una tercera condición, en la que la primera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$; la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$,

- 35 en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; y la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al

- 40 menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} , en la que

la matriz $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número

complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

- 45 En la realización anterior de la presente invención, en la segunda condición o la tercera condición, la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para

obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz anterior \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

Además, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es

5 un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1$, e $i = 1, \dots, n$. Opcionalmente, la matriz \mathbf{V} incluye sólo el vector de columna $\mathbf{1}$ y el al menos un vector de columna \mathbf{v} , y cuando la matriz \mathbf{V} incluye múltiples vectores de columna \mathbf{v} , los múltiples vectores de columna \mathbf{v} son diferentes.

10 Además, el vector de columna \mathbf{v} de la matriz anterior \mathbf{V} es un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$, en el que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard.

En la realización anterior de la presente invención, el indicador de matriz de precodificación PMI incluye un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la primera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{D} , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{V} ;

15 cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la segunda condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 ; o

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la tercera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 .

20 Opcionalmente, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 tienen diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia; o el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 se envían a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo.

Además, la anterior determinación de una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI incluye:

seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente a partir de un libro de códigos de acuerdo con el PMI.

25 Específicamente, el libro de códigos anterior incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{W}_j$, en la que $\mathbf{D}(i,j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag}\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*\}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i,j)$ forman una progresión aritmética.

30 Alternativamente, el libro de códigos anterior incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k , y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag}\{u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^*\}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

35 La FIG. 11 es un tercer diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 11, el aparato incluye un tercer módulo de determinación 31 y un segundo módulo de envío 32. El tercer módulo de determinación 31 está configurado para determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W}_i en un libro de códigos; y el segundo módulo de envío 32 está configurado para enviar el primer PMI a una estación base, en el que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y la matriz de precodificación

40 \mathbf{W}_j en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i,j)\mathbf{W}_j$, en la que $\mathbf{D}(i,j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag}\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*\}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un

factor complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz anterior $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

5 La FIG. 12 es un cuarto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 12, el aparato incluye un tercer módulo de recepción 41 y un cuarto módulo de determinación 42. El tercer módulo de recepción 41 está configurado para recibir un primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el cuarto módulo de determinación 42 está configurado para determinar una matriz de precodificación \mathbf{W}_i correspondiente de un libro de códigos de acuerdo con el primer PMI, en la que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y la matriz de precodificación \mathbf{W}_j en el libro de códigos satisfacen

10 $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i, j) \mathbf{W}_j$, en la que $\mathbf{D}(i, j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag} \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^* \}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz anterior $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

La FIG. 13 es un quinto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 13, el aparato incluye un quinto módulo de determinación 51 y un tercer módulo de envío 52. El quinto módulo de determinación 51 está configurado para determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el primer PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W}_i en un libro de códigos; y el tercer módulo de envío 52 se configura para enviar el primer PMI a una estación base, en el que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación

25 \mathbf{W}_k en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

La FIG. 14 es un sexto diagrama estructural esquemático de un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación de acuerdo con una realización de la presente invención.

Como se muestra en la FIG. 6, el aparato incluye un cuarto módulo de recepción 61 y un sexto módulo de determinación 62. El cuarto módulo de recepción 61 está configurado para recibir un primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el sexto módulo de determinación 62 está configurado para determinar una matriz correspondiente de precodificación \mathbf{W}_i de un libro de códigos de acuerdo con el primer PMI, en la que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{W}_k = \mathbf{V}$

35 $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

La FIG. 15 es un primer diagrama esquemático de la estructura de un equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 14, el equipo de usuario incluye un primer procesador 71 y un primer transmisor 72. El primer procesador 71 está configurado para determinar un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W} , y la matriz de precodificación \mathbf{W}

satisface una primera condición, una segunda condición, o una tercera condición; y el primer transmisor 72 está configurado para enviar el PMI a una estación base, en el que la primera condición es que la matriz de precodificación

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}, \quad \alpha$$

\mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ en la que la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

5 factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante; la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

10 $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}, \quad \alpha$ es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante; la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz

\mathbf{D} es una matriz diagonal,

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^*\}, \quad \alpha$$

es un factor complejo, un número complejo u_i^*

es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} ; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

20 En la realización anterior de la presente invención, en la segunda condición o la tercera condición, la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

25 Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz anterior \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

Además, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es

$$\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T, \quad \text{en el que un elemento es } \bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1 \quad i = 1, \dots, n.$$

30 la matriz \mathbf{V} incluye sólo el vector de columna $\mathbf{1}$ y el al menos un vector de columna \mathbf{v} , y cuando la matriz \mathbf{V} incluye múltiples vectores de columna \mathbf{v} , los múltiples vectores de columna \mathbf{v} son diferentes. El vector de columna \mathbf{v} de la

matriz anterior \mathbf{V} es un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \ \mathbf{H}^T]^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz Hadamard Hadamard.

En la realización anterior de la presente invención, el PMI incluye un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que

35 cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la primera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{D} , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{V} ;

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la segunda condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 ; o

40 cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la tercera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 .

Opcionalmente, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 anteriores tienen diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia; o el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 se envían a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo.

En la realización anterior de la presente invención, el equipo de usuario además incluye:

45 un primer receptor, configurado para recibir una señal de referencia enviada por la estación base, y seleccionar, a partir de un libro de códigos de acuerdo con la señal de referencia, la matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente al PMI.

El libro de códigos anterior incluye la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y las dos matrices

$$\mathbf{D}(i, j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag} \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^* \}, \quad \alpha_{(i,j)}$$

de precodificación satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i, j)\mathbf{W}_j$, en la que

$\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

- 5 Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

Alternativamente, el libro de códigos anterior incluye la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación

\mathbf{W}_k , y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que

$$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}, \quad m = i, k, \quad \alpha_m \text{ es un factor complejo, un número complejo } u_{m,l}^*$$

- 10 es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m=i,k, l=1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

- 15 La FIG. 16 es un primer diagrama esquemático de la estructura de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 16, la estación base incluye un segundo receptor 81 y un segundo procesador 82. El segundo receptor 81 está configurado para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el segundo procesador 82 está configurado para determinar una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI, en el que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface una primera condición, una segunda condición, o una tercera condición, en el que

- 20 la primera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{D}\mathbf{V}$;

la segunda condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X}=\mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; y

- 25 la tercera condición es que la matriz de precodificación \mathbf{W} incluye uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en la que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto de Kronecker de una matriz \mathbf{A} y una matriz \mathbf{B} , $\mathbf{X} = \mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$, y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} es un producto de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} ; la matriz \mathbf{D} es una matriz
- 30 diagonal, $i = 1, \dots, n$, y n es una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} , en la que

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$$

la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

- 35 En la realización anterior de la presente invención, en la segunda condición o la tercera condición, la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W}=\mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en la que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

- 40 En la realización anterior de la presente invención, la matriz \mathbf{V} incluye un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna

\mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1 \quad i = 1, \dots, n$. Opcionalmente, la matriz \mathbf{V} incluye sólo el vector de columna $\mathbf{1}$ y el al menos un vector de columna \mathbf{v} , y cuando la matriz \mathbf{V} incluye múltiples vectores de columna \mathbf{v} , los múltiples vectores de columna \mathbf{v} son diferentes. Además, el vector de columna \mathbf{v}

de la matriz anterior \mathbf{V} es un vector de columna de una matriz $[\mathbf{H}^T \quad \mathbf{H}^T]^T$, en la que una matriz \mathbf{H} es una matriz de Hadamard Hadamard.

En la realización anterior de la presente invención, el indicador de matriz de precodificación PMI incluye un primer índice PMI1 y un segundo índice PMI2, en el que

- 5 cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la primera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{D} , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{V} ;

cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la segunda condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 ; o cuando la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface la tercera condición, el primer índice PMI1 corresponde a la matriz \mathbf{W}_1 , y el segundo índice PMI2 corresponde a la matriz \mathbf{W}_2 .

- 10 Opcionalmente, el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 tienen diferentes granularidades de dominio de tiempo o granularidades de dominio de frecuencia; o el primer índice PMI1 y el segundo índice PMI2 se envían a la estación base mediante el uso de diferentes periodos de tiempo.

En la realización anterior de la presente invención, determinar una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI incluye:

- 15 seleccionar la matriz de precodificación \mathbf{W} a correspondiente partir de un libro de códigos de acuerdo con el PMI.

Además, el libro de códigos anterior incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i, j)\mathbf{W}_j$ en la que

$\mathbf{D}(i, j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag}\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*\}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo, un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

- 20 Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

Alternativamente, el libro de códigos incluye una matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k , y las dos matrices de precodificación satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1}\mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1}\mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que

$\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag}\{u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^*\}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es

- 25 un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena. Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

La FIG. 17 es un segundo diagrama estructural esquemático de equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 17, el equipo de usuario incluye un tercer procesador 73 y un segundo transmisor 74. El tercer procesador 73 está configurado para determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W}_i en un libro de códigos; y el segundo transmisor 74 está configurado para enviar el primer PMI a una estación base, en el que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y la matriz de precodificación \mathbf{W}_j en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i, j)\mathbf{W}_j$ en la que

- 35 $\mathbf{D}(i, j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag}\{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^*\}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo de un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz anterior $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

- 40 La FIG. 18 es un segundo diagrama estructural esquemático de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 18, la estación base incluye un tercer receptor 81 y un cuarto procesador 82. El tercer receptor 81 incluido en la estación base está configurado para recibir un primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el cuarto procesador 82 está configurado para determinar una matriz de precodificación \mathbf{W}_i correspondiente de un libro de códigos de acuerdo con el primer PMI, en la que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y la matriz de precodificación \mathbf{W}_j en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{W}_i = \mathbf{D}(i, j)\mathbf{W}_j$ en la que

- 45

$\mathbf{D}(i, j) = \alpha_{(i,j)} \text{diag} \{ \mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n, \mu_n^*, \mu_{n-1}^*, \dots, \mu_1^* \}$, $\alpha_{(i,j)}$ es un factor complejo de un número complejo μ_m^* es un número complejo conjugado de un número complejo μ_m , $m = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ de la matriz anterior $\mathbf{D}(i, j)$ forman una progresión aritmética.

5 La FIG. 19 es un tercer diagrama esquemático de la estructura de un equipo de usuario de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 19, el equipo de usuario incluye un quinto procesador 75 y un tercer transmisor 76. El quinto procesador 75 está configurado para determinar un primer indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el primer PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W}_i en un libro de códigos; y el tercer transmisor 76 está configurado para enviar el primer PMI a una estación base, en el que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la que $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

15 Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

La FIG. 20 es un tercer diagrama estructural esquemático de una estación base de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 20, la estación base incluye un cuarto receptor 85 y un sexto procesador 86. El cuarto receptor 85 está configurado para recibir un primer indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y el sexto procesador 86 está configurado para determinar una matriz correspondiente de precodificación \mathbf{W}_i de un libro de códigos de acuerdo con el primer PMI, en la que el libro de códigos incluye al menos: la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_j , y la matriz de precodificación \mathbf{W}_i y una matriz de precodificación \mathbf{W}_k en el libro de códigos satisfacen $\mathbf{D}_i^{-1} \mathbf{W}_i = \mathbf{D}_k^{-1} \mathbf{W}_k = \mathbf{V}$, en la

que $\mathbf{D}_m = \alpha_m \cdot \text{diag} \{ u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}, u_{m,n}^*, u_{m,n-1}^*, \dots, u_{m,1}^* \}$, $m = i, k$, α_m es un factor complejo, un número complejo $u_{m,l}^*$ es un número complejo conjugado de un número complejo $u_{m,l}$, $m = i, k$, $l = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante.

Opcionalmente, las fases de elementos de la diagonal $u_{m,1}, u_{m,2}, \dots, u_{m,n}$ de la matriz anterior \mathbf{D}_m forman una progresión aritmética.

30 Una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede entender que todas o algunas de las etapas de las realizaciones de procedimiento pueden implementarse por un hardware pertinente de indicación de programas. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan las etapas de las realizaciones de procedimiento. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que puede almacenar código de programa, tal como una ROM, una RAM, un disco magnético, o un disco óptico.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación, que comprende:

determinar un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W} , y la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface que:

5 la matriz de precodificación \mathbf{W} comprende uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

$$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}, \alpha \text{ es un factor complejo, un número complejo } u_i^* \text{ es un número complejo}$$

10 conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante cuyos elementos tienen un mismo módulo o amplitud.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en el que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la matriz \mathbf{V} comprende un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos

20 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1$ e $i = 1, \dots, n$.

5. Un procedimiento para determinar un indicador de matriz de precodificación, que comprende:

recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y

determinar una matriz correspondiente de precodificación \mathbf{W} de acuerdo con el PMI, en el que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface que

la matriz de precodificación \mathbf{W} comprende uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{D} es una matriz

30 diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante cuyos elementos tienen un mismo módulo o amplitud.

6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que

la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en el que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

la matriz \mathbf{V} comprende un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un

vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1$ e $i = 1, \dots, n$.

9. Un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación, que comprende:

un primer módulo de determinación, configurado para determinar un indicador de matriz de precodificación PMI, en el que el PMI corresponde a una matriz de precodificación \mathbf{W} , y la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface que:

5 la matriz de precodificación \mathbf{W} comprende uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz

10 de módulo constante; y la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal, $\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , $i = 1, \dots, n$, y n se determina por una cantidad de filas de la matriz \mathbf{A} o la matriz \mathbf{B} ; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante cuyos elementos tienen un mismo módulo o amplitud.

10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que

15 la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en el que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

20 12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que

la matriz \mathbf{V} comprende un vector de columna $\mathbf{1}$ y/o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$

en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1 \quad i = 1, \dots, n$.

13. Un aparato para determinar un indicador de matriz de precodificación, que comprende:

25 un segundo módulo de recepción, configurado para recibir un indicador de matriz de precodificación PMI enviado por el equipo de usuario; y un segundo módulo de determinación, configurado para determinar una matriz de precodificación \mathbf{W} correspondiente de acuerdo con el PMI, en el que la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface que

30 la matriz de precodificación \mathbf{W} comprende uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , o la matriz de precodificación \mathbf{W} se obtiene realizando combinación ponderada en uno o más vectores de columna de una matriz diagonal por bloques \mathbf{W}_1 , en el que $\mathbf{W}_1 = \text{diag} \{ \mathbf{X}_1, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$, y $N_B \geq 1$, en el que al menos una matriz por bloques \mathbf{X} es un producto $\mathbf{X} = \mathbf{D}\mathbf{V}$ de una matriz \mathbf{D} y una matriz \mathbf{V} , y $\mathbf{X} \in \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_{N_B} \}$; la matriz \mathbf{D} es una matriz diagonal,

$\mathbf{D} = \alpha \cdot \text{diag} \{ u_1, u_2, \dots, u_n, u_n^*, u_{n-1}^*, \dots, u_1^* \}$, α es un factor complejo, un número complejo u_i^* es un número complejo conjugado de un número complejo u_i , y n se determina por una cantidad de puertos antena; y la matriz \mathbf{V} es una matriz de módulo constante cuyos elementos tienen un mismo módulo o amplitud.

35 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que

la matriz de precodificación \mathbf{W} satisface $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1\mathbf{W}_2$, en el que la matriz \mathbf{W}_2 se usa para seleccionar uno o más de los vectores de columna de la matriz \mathbf{W}_1 ; o se usa para realizar combinación ponderada en uno o más vectores de columna de la \mathbf{W}_1 para obtener la matriz de precodificación \mathbf{W} .

40 15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que las fases de elementos de la diagonal u_1, u_2, \dots, u_n de la matriz \mathbf{D} forman una progresión aritmética.

16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la matriz \mathbf{V} comprende un vector de columna $\mathbf{1}$ y o al menos un vector de columna \mathbf{v} , el vector de columna $\mathbf{1}$ es un vector de columna cuyos elementos son todos 1, y el vector de columna \mathbf{v} es $\mathbf{v} = [v_1 \ v_2 \ \dots \ v_n \ \bar{v}_n \ \bar{v}_{n-1} \ \dots \ \bar{v}_1]^T$, en el que un elemento es $\bar{v}_i = -v_i, v_i = \pm 1$ $i = 1, \dots, n$.

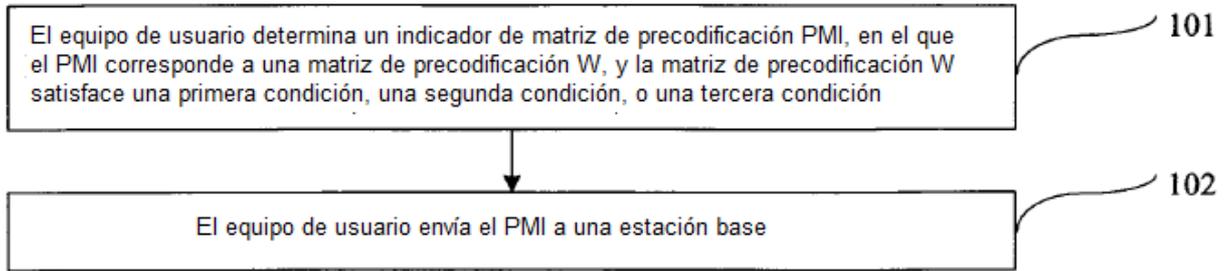


FIG. 1

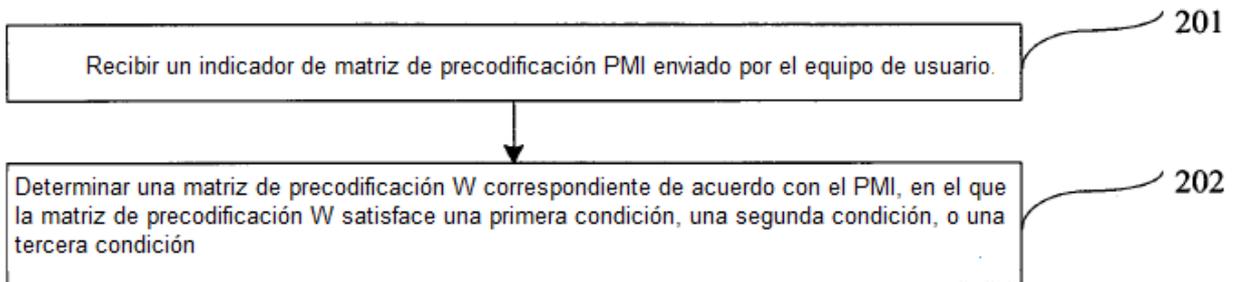


FIG. 2

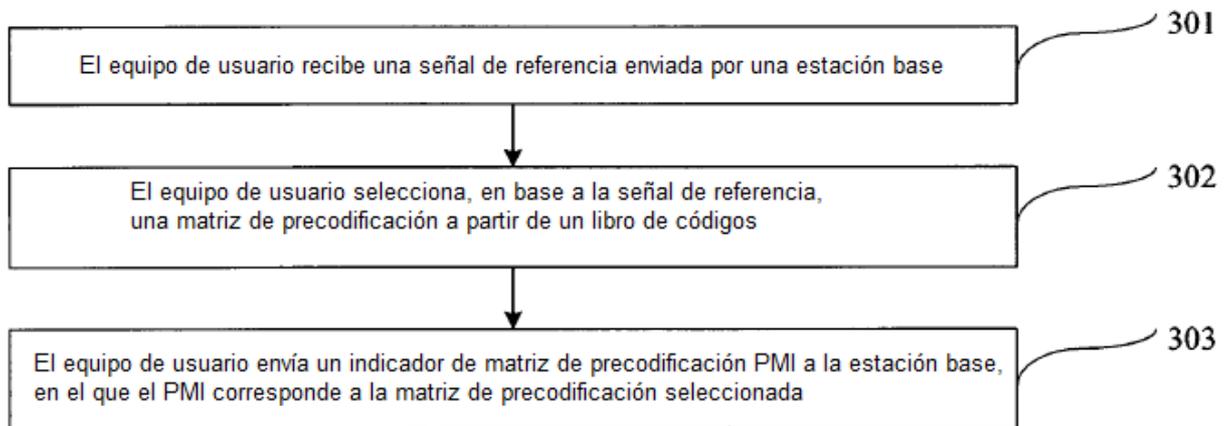


FIG. 3

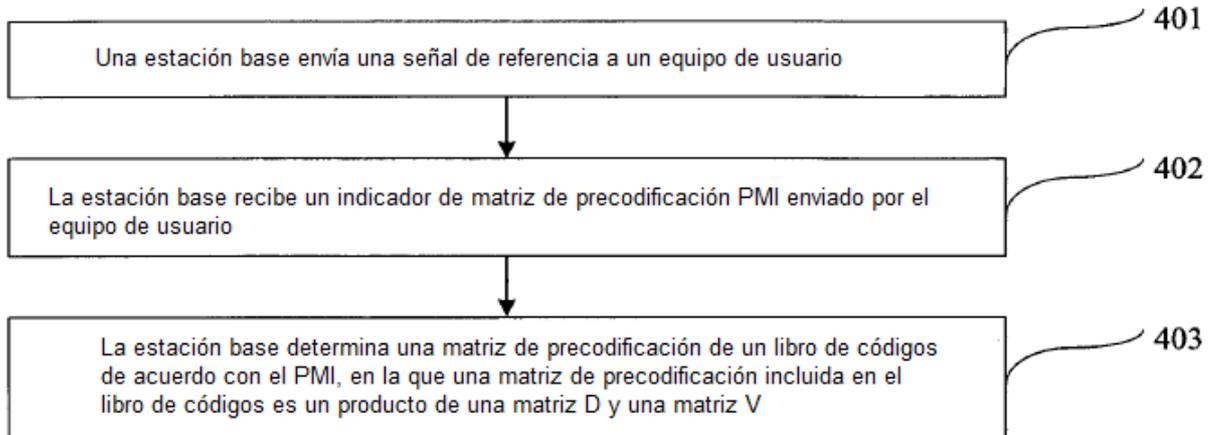


FIG. 4

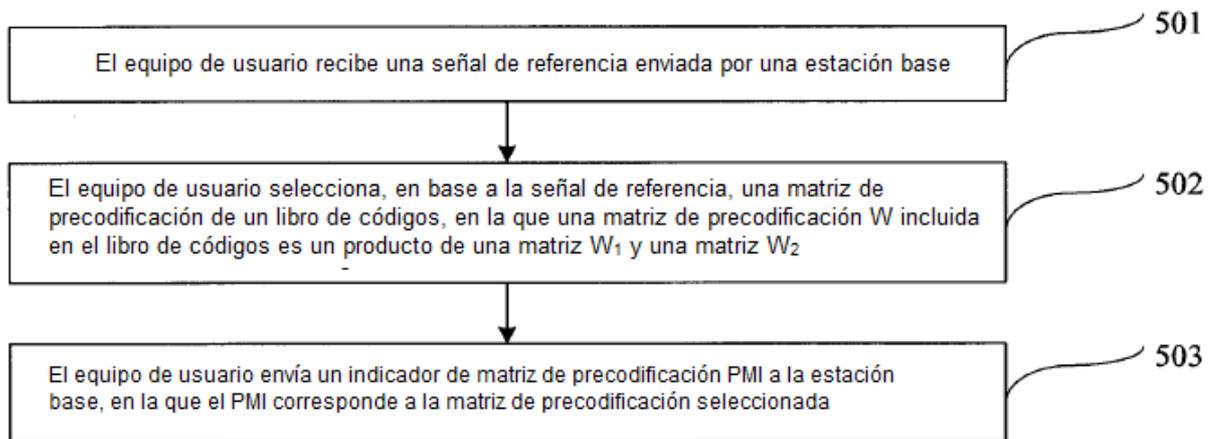


FIG. 5

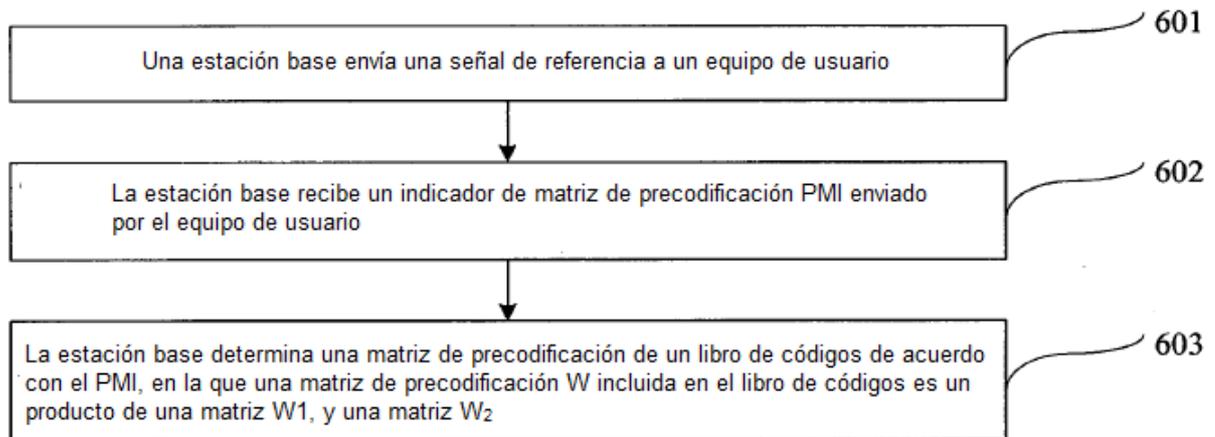


FIG. 6

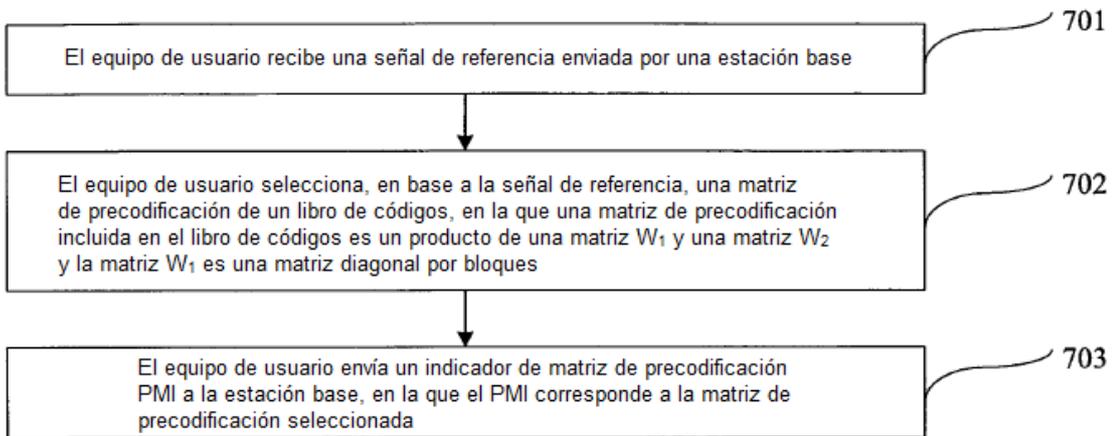


FIG. 7

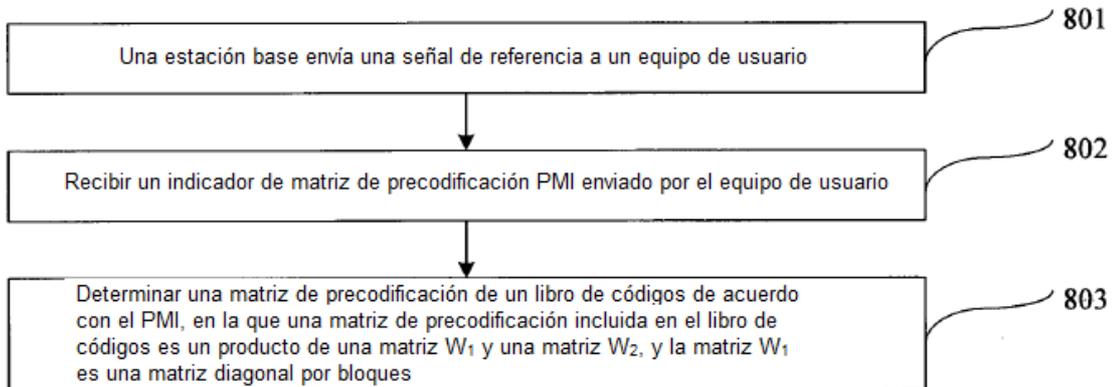


FIG. 8

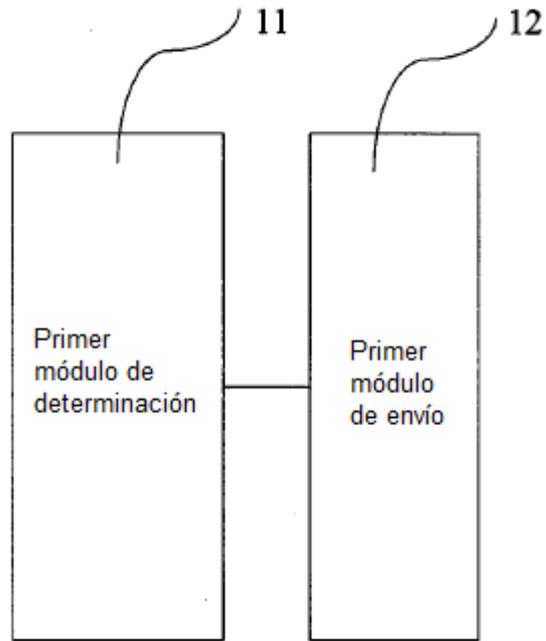


FIG. 9

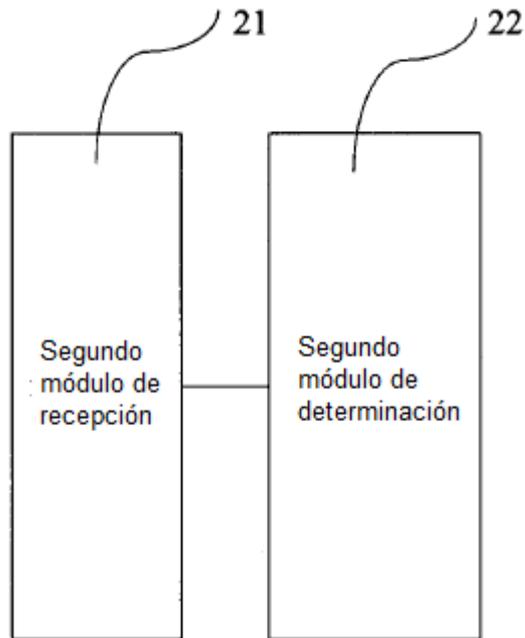


FIG. 10

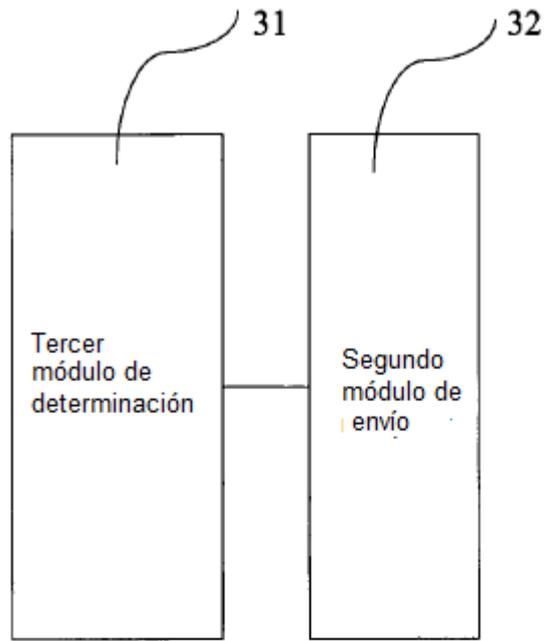


FIG. 11

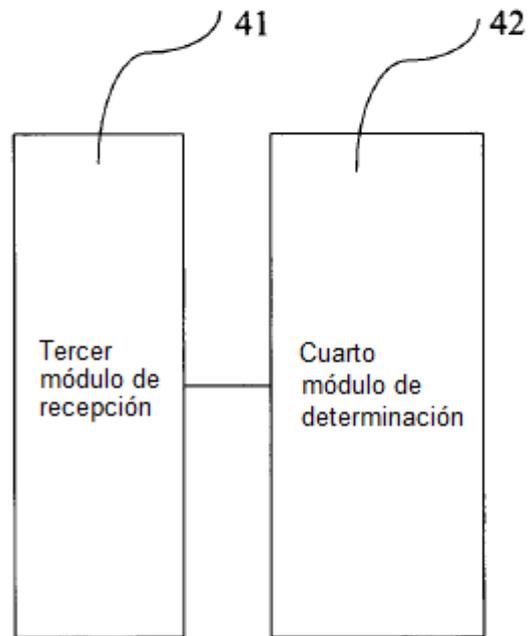


FIG. 12

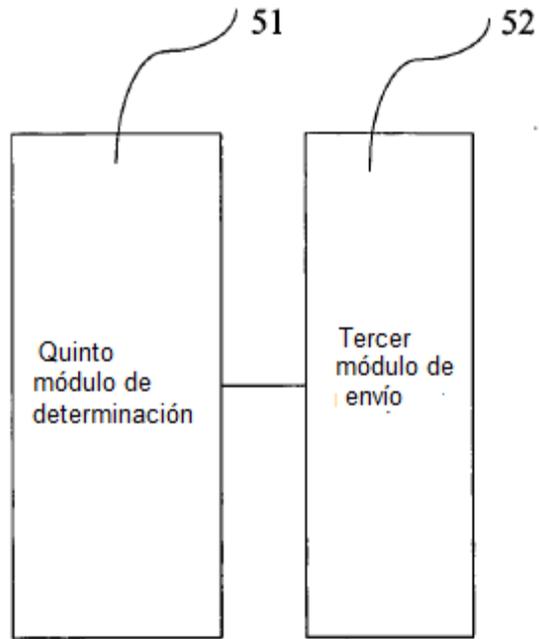


FIG. 13

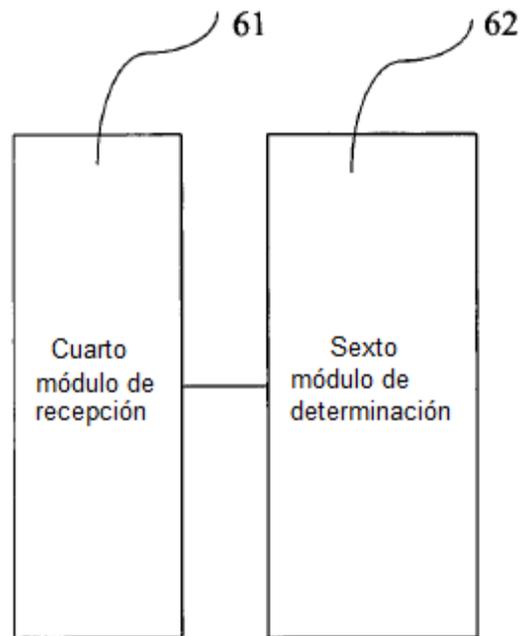


FIG. 14

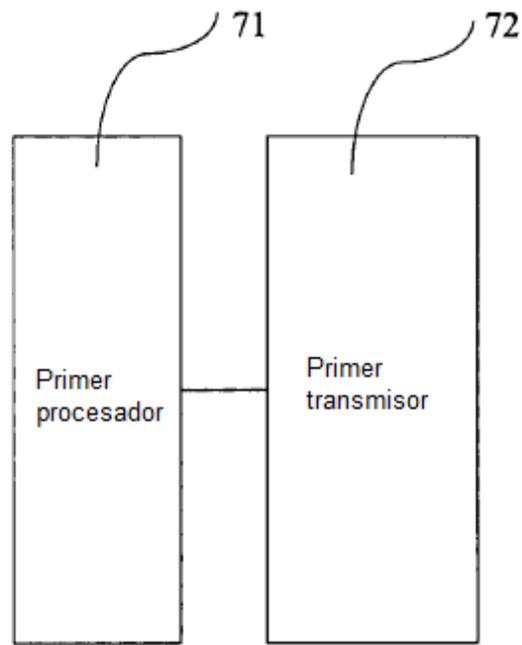


FIG. 15

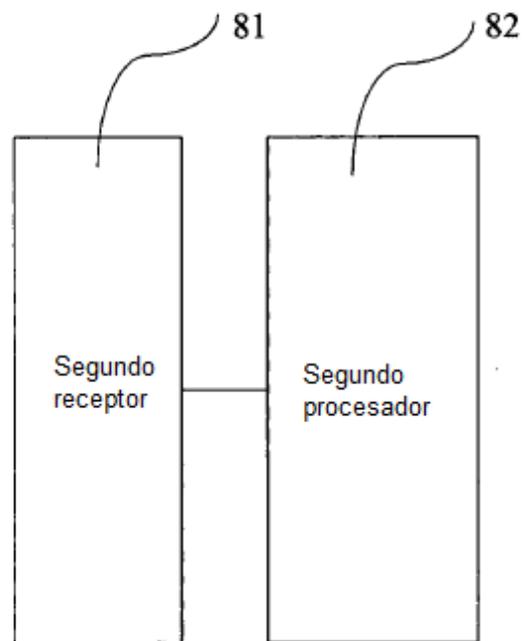


FIG. 16

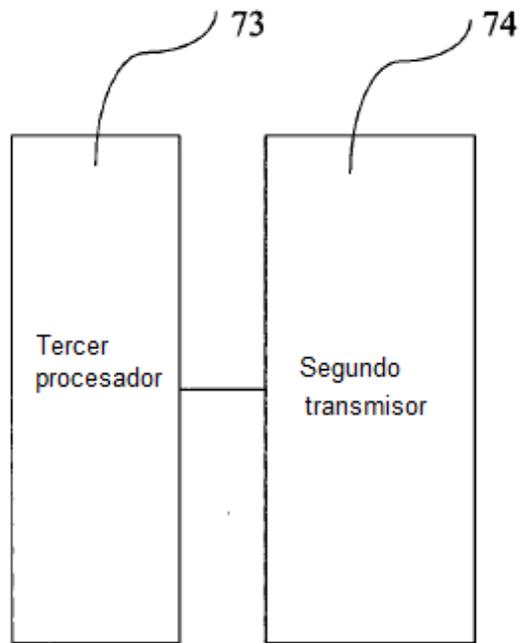


FIG. 17

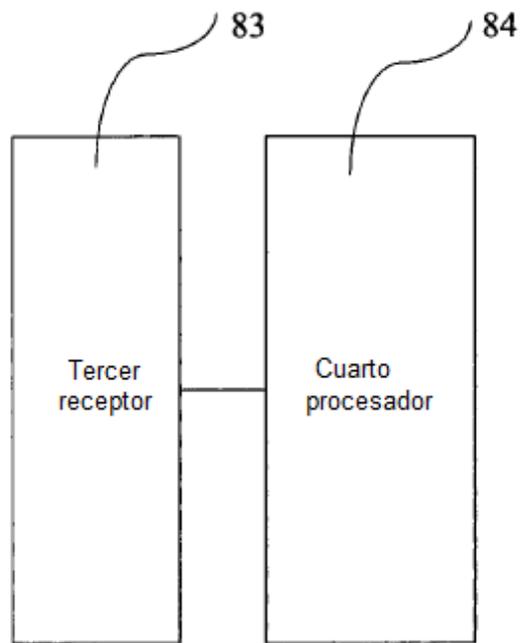


FIG. 18

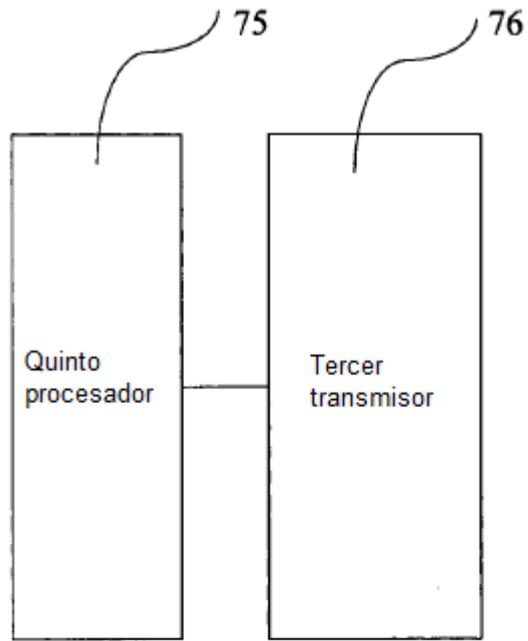


FIG. 19

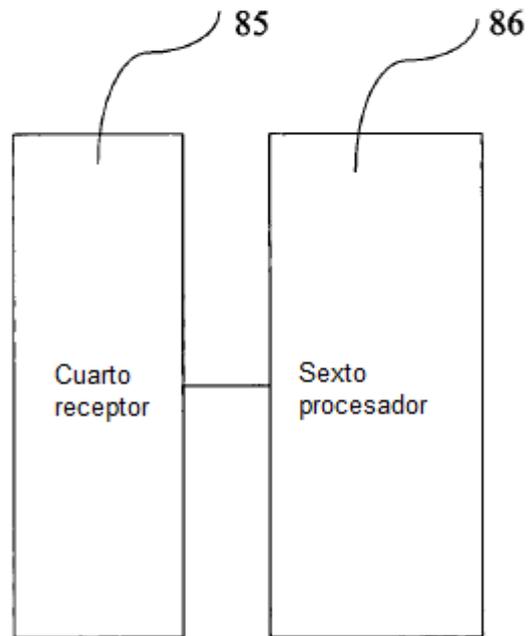


FIG. 20