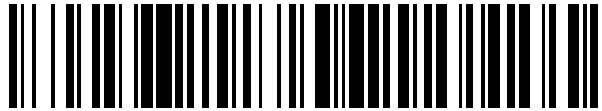


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 468 796**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/06** (2006.01)  
**H04L 5/00** (2006.01)  
**H04B 7/04** (2006.01)  
**H04B 7/02** (2006.01)  
**H04L 25/02** (2006.01)  
**H04L 25/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2010 E 10764063 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2421176**

54 Título: **Método de retorno de información de canal, terminal, estación base y sistema de entradas múltiples/salidas múltiples (MIMO)**

30 Prioridad:

**17.04.2009 CN 200910106694**

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

**17.06.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZHANG, GONG;**  
**LONG, YI;**  
**HE, CHENG;**  
**CHENG, YONG;**  
**HUANG, KAIBIN y**  
**LIU, JIANNENG**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 468 796 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Método de retorno de información de canal, terminal, estación base y sistema de entradas múltiples/salidas múltiples (MIMO)

5

**CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a tecnologías de comunicaciones y en particular, a un método de retorno de información de canal, una estación móvil, una estación base y un sistema de entradas múltiples/salidas múltiples.

10

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La tecnología MIMO coordinada (Co-MIMO) es una tecnología de capa física principal de la norma de IMT-Avanzada. En un sistema celular con multiplexación global de frecuencias, la interferencia intercélulas es un factor principal de restricción del rendimiento de las comunicaciones móviles. El diseño de Co-MIMO es coordinar la transmisión de señales entre múltiples Estaciones Base (BS) con el fin de eliminar la interferencia entre células. En un sistema Co-MIMO, múltiples estaciones base BSs se coordinan para proporcionar servicios de comunicación para múltiples estaciones móviles (MS), simultáneamente.

15

20

A diferencia del sistema de precodificación tradicional de Acceso Múltiple por División de Espacio (SDMA) con retorno finito de Información de Estado de Canal en el Transmisor (CSIT) de una estación base BS única, el sistema Co-MIMO está inherentemente caracterizado por: cada canal desde una estación BS coordinadora a una estación MS tiene calidad diferente. En consecuencia, la señal recibida por la MS desde cada una de las diferentes estaciones BSs tiene una relación de señal a ruido (SNR) media diferente. Para la finalidad del diseño de precodificación basado en el estado de canal, la estación MS necesita realimentar información de estado de canal del canal a la estación BS. En la técnica anterior, los bits de retorno de información de canal se asignan, de forma promediada, sea cual fuere la calidad del canal. En consecuencia, el canal de alta calidad y el canal de baja calidad tienen el mismo número de bits de retorno de información de canal.

25

30

En la técnica anterior, los bits de retorno de información de canal se asignan de forma promediada, la magnitud del retorno de información de estado de canal está limitada y la ganancia de retorno es baja.

35

En el documento titulado "Aspectos de transmisión multipunto coordinada para E-UTRA avanzada" se da a conocer varios aspectos de la transmisión de CoMP de enlace descendente. El aspecto de la transmisión de señal de CoMP cae dentro de un marco de trabajo típico de precodificación de MIMO. Esto da lugar a varios aspectos de señalización de control permanente que no son ajenos a la liberación actual de la red E-UTRA. El aspecto fundamental implica la cooperación a través de diferentes células para formar una súper-célula en la forma de programación de UE cooperativa y adaptación de enlaces. Esto implica algún procesamiento de retorno por un controlador de súper célula.

40

45

El documento titulado "MIMO colaborativo para enlace descendente avanzado de LTE" da a conocer que Co-MIMO sirve como un complemento importante para las técnicas de MIMO de BS única existentes tales como SU-MIMO y MU-MIMO. En particular, la técnica MIMO de BS única puede utilizarse en el centro celular para mejorar la tasa máxima de transmisión de datos (SU-MIMO) y el rendimiento del sector (mediante MU-MIMO), mientras que Co-MIMO puede utilizarse, en el borde la célula, para mejor control de ICI y para mejorar el rendimiento del borde la célula.

50

El documento "Consideraciones adicionales sobre la precodificación de MBSFN para DL CoMP" da a conocer una descripción detallada de propuestas para sistemas de precodificación en DL JP CoMP. Da a conocer sistemas de precodificación globales, sistemas de precodificación de MBSFN, sistemas de precodificación locales y sistemas de precodificación locales ponderados.

**SUMARIO DE LA INVENCION**

55

Las formas de realización de la presente invención dan a conocer un método de retorno de información de canal, una estación MS, una estación BS y un sistema MIMO. Diferentes números de bits de retorno de información de canal son asignados a diferentes canales, de forma dinámica, según el estado del canal y se genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno. De este modo, la información de estado de canal del canal se refleja en su integridad y la ganancia de retorno es objeto de pleno uso.

60

Un método de retorno de información de estado de canal, en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, el método que se da a conocer en una forma de realización de la presente invención incluye:

65

la determinación, por la estación móvil, del tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal de enlace descendente en función del número de bits de retorno de información de canal asignados a

- cada canal de enlace descendente de forma dinámica y la generación, por la estación móvil, de un libro de códigos de información de estado de canal;
- 5 la determinación, por la estación móvil, de una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal en función de la información de estado del canal, en donde la palabra de código de retorno está diseñada para realimentar la información de estado de canal y
- 10 el envío, por la estación móvil, de un resultado de asignación del número de bits de retorno de información de canal a la estación base y el envío, por la estación móvil, de un número de índice de la palabra de código de retorno a la estación base, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno;
- en donde la etapa de asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, según la calidad del canal, comprende:
- 15 la asignación de diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad según una política preestablecida de asignación de bits de forma dinámica.
- Un método de procesamiento de información, en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, incluyendo el método que se da a conocer en una forma de realización de la presente invención:
- 20 la recepción, por una estación base, de un resultado de asignación dinámica enviado por una estación móvil, en donde el resultado de la asignación dinámica es un resultado de la asignación por la estación móvil del número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente de forma dinámica según la calidad de canal de enlace descendente; en donde la etapa de asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, según la calidad del canal, comprende: la asignación de diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad según una política preestablecida de asignación de bits de forma dinámica;
- 25 la determinación, por una estación base, del tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal según el resultado de la asignación y la generación de un libro de códigos de información de estado de canal;
- 30 la recepción de un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación móvil, encontrar una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal en función del número de índice de palabra de código de retorno y obtener el retorno de información de estado de canal por la estación móvil a partir de la palabra de código de retorno, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno y
- 35 realizar un diseño de precodificación en función de la información de estado de canal.
- 40 Una estación MS en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número de total de bits asignados en el sistema celular en un número finito preestablecido, incluyendo la MS que se da a conocer en una forma de realización de la presente invención:
- 45 un módulo de asignación de bits dinámica, configurado para asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente, de forma dinámica, en función de la calidad de cada canal de enlace descendente;
- 50 un primer módulo de envío, configurado para enviar un resultado de la asignación del número de bits de retorno de información de canal a una estación base;
- 55 un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal, configurado para determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal de enlace descendente en función del número de bits de retorno de información de canal asignados por el módulo de asignación de bits dinámica y generar un libro de códigos de información de estado de canal;
- 60 un módulo de determinación de palabra de código de retorno, configurado para determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal en función de la información de estado de canal, en donde la palabra de código de retorno está diseñada para realimentar la información de estado de canal y
- 65 un segundo módulo de envío, configurado para enviar un número de índice de palabra de código de retorno determinado por el módulo de determinación de palabra de código de retorno a la estación base, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno;
- en donde, el módulo de asignación de bits dinámico, con configuración especial para asignar diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad según una política preestablecida de

asignación dinámica de bits.

5 Una estación BS en un sistema de comunicación tipo Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, incluyendo la BS que se da a conocer en una forma de realización de la presente invención:

10 un primer módulo de recepción, configurado para recibir un resultado de asignación dinámica enviado por una estación móvil, en donde el resultado de la asignación dinámica es un resultado de la asignación por la estación móvil del número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente, de forma dinámica, en función de la calidad de cada canal de enlace descendente; en donde, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a canales de diferente calidad según una política preestablecida de asignación dinámica de bits;

15 un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal, configurado para determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal en función del resultado de la asignación y para generar un libro de códigos de información de estado de canal;

20 un segundo módulo de recepción, configurado para recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación móvil, en donde el número de índice es un identificador de una palabra de código de retorno;

25 un módulo de determinación de palabra de código de retorno, configurado para encontrar una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal en función del número de índice de palabra de código de retorno recibido por el segundo módulo de recepción y para obtener el retorno de información de estado de canal por la estación móvil a partir de la palabra de código de retorno y

un módulo de diseño de precodificación, configurado para realizar un diseño de precodificación en función de la información de estado de canal obtenida por el módulo de determinación de palabra de código de retorno.

30 Un sistema de comunicación de tipo de entradas múltiples, salidas múltiples (MIMO), dado a conocer en una forma de realización de la presente invención incluye al menos dos estaciones BSs según se indicó con anterioridad y al menos una estación MS también como se indicó con anterioridad.

35 Mediante las soluciones técnicas anteriores, se asigna un número diferente de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, en función del estado de canal y un libro de códigos de información de estado de canal de un tamaño diferente se genera para cada canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal. De este modo, la información de estado de canal del canal se refleja adecuadamente y la ganancia de retorno es objeto de utilización completa.

#### 40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Para ilustrar las soluciones técnicas de la presente invención, o de la técnica anterior, con mayor claridad, a continuación se describen los dibujos adjuntos que se mencionan en la descripción de las formas de realización de la presente invención o de la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos son ilustrativos y no exhaustivos. Los expertos en esta técnica pueden derivar otros dibujos a partir de ellos sin necesidad de ningún esfuerzo creativo.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un modelo de sistema de comunicación Co-MIMO según una forma de realización de la presente invención;

50 La Figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de comunicación Co-MIMO según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un método de retorno de información de canal según una forma de realización de la presente invención;

55 La Figura 4 es un diagrama esquemático de un método de retorno de información de canal según una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 5 es un diagrama esquemático de un método de retorno de información de canal según una forma de realización de la presente invención,

La Figura 6 es un diagrama esquemático de un método de procesamiento de información según una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 7 es un diagrama esquemático de un método de procesamiento de información según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama esquemático de un método de procesamiento de información según una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 9 es un diagrama de estructura esquemático de una estación MS según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 10 es un diagrama de estructura esquemático de un módulo de estimación de canal en otra estación MS según una forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 11 es un diagrama de estructura esquemático de una estación BS según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama de estructura esquemático de una estación BS según una forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de un módulo de asignación de potencia en una estación BS según una forma de realización de la presente invención;

20 La Figura 14 es un diagrama esquemático de un sistema MIMO según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 15 es un diagrama esquemático de mejora del rendimiento mediante una política de asignación de potencia según una forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 16 es un diagrama esquemático de mejora del rendimiento mediante una política de asignación de potencia según una forma de realización de la presente invención y

La Figura 17 es un diagrama esquemático de un método de procesamiento de información según una forma de realización de la presente invención.

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La siguiente descripción detallada se proporciona en conjunción con los dibujos adjuntos para proporcionar un conocimiento a fondo de la presente invención. Evidentemente, las formas de realización descritas de la presente invención son solamente parte de la totalidad de las formas de realización. Todas las demás formas de realización, que pueden derivarse por los expertos en esta técnica a partir de las formas de realización descritas de la presente invención sin necesidad de ningún esfuerzo creativo, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

40 La Figura 1 es un diagrama esquemático de un modelo de sistema de comunicación Co-MIMO según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 1, en un sistema de Co-MIMO, múltiples estaciones BSs se coordinan para prestar servicios de comunicación para múltiples estaciones MSs simultáneamente. Cuando se aplica un retorno de bits finito, cada MS necesita la realimentación de múltiples elementos de información de matriz de canal (cada elemento de información de matriz de canal incluye información de estado de canal del canal). Por lo tanto, la estación MS necesita asignar bits de retorno disponibles a cada matriz de canal adecuadamente con el fin de hacer pleno uso de los bits de retorno.

50 Para facilitar el conocimiento intuitivo del sistema Co-MIMO, la Figura 2 ilustra un escenario operativo de comunicación de un sistema de comunicación Co-MIMO según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 7, dos estaciones BSs próximas se coordinan para servir a dos estaciones MSs. En este escenario operativo,  $N = 2$  (número de estaciones BSs),  $K = 2$  (número de MSs),  $n_T = 4$  (número de antenas de transmisión) y  $n_R = 2$  (número de antenas receptoras). Las dos BSs tienen la misma distancia a MS2 pero la distancia desde MS1 a BS1 es más corta que la distancia desde MS1 a BS2.

55 Según se ilustra en la Figura 3, un método de retorno de información de estado de canal se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica al sistema Co-MIMO ilustrado en la Figura 1 o Figura 2 o se aplica en otro sistema de comunicación, tal como un sistema MIMO-OFDM, sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE) o sistema WiMAX. El método incluye las etapas siguientes:

60 S101. Asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, según la calidad del canal.

S102. Determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal en función del número de bits de retorno de información de canal asignados, de forma dinámica, a cada canal y para generar un libro de códigos de información de estado de canal.

65

S103. Determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal en función de la información de estado de canal, en donde la palabra de código de retorno está diseñada para realimentar la información de estado de canal.

- 5 S104. Enviar un resultado de la asignación del número de bits de retorno de información de canal y enviar un número de índice de la palabra de código de retorno, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno.

10 Conviene señalar que: Después de que la estación BS reciba el resultado de asignar el número de bits de retorno de información de canal y el número de índice de palabra de código de retorno en la etapa S104, la estación BS genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos generado por la estación BS tiene el mismo tamaño y contenido que el libro de códigos de información de estado de canal en la estación MS; encuentra una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal generado en función del número de índice recibido y realiza el diseño de precodificación en función del retorno de información de estado de canal por la palabra de código de retorno.

15 Conviene señalar que: La calidad de canal de cada canal puede obtenerse mediante la estimación de canal o la medición de canal.

20 Aunque en las soluciones técnicas anteriores, un número diferente de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de forma dinámica, en función del estado de canal, un libro de códigos de información de estado de canal de un tamaño diferente se genera para cada canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal y el diseño de precodificación se realiza en función de la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal. De este modo, se utiliza completamente la ganancia de retorno.

25 Más concretamente, según se ilustra en la Figura 4, un método de retorno de información de canal se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. El método se aplica al sistema Co-MIMO ilustrado en la Figura 1 o en la Figura 2, o se aplica a otro sistema de comunicación tal como un sistema MIMO-OFDM, un sistema LTE o un sistema WiMAX. El método incluye las etapas siguientes:

S110. Realizar la estimación de canal en función de la información enviada por la estación BS.

- 35 La estimación de canal puede ser un proceso de estimación de parámetros de modelos de un modelo de canal supuesto en conformidad con los datos recibidos. La estimación de canal puede proporcionar la información de estado de canal requerida por el receptor.

40 Después de recibir la información enviada por la estación BS, la estación MS realiza una estimación de canal en función de la información enviada por la BS. En una forma de realización, la información enviada por la estación BS puede incluir una señal piloto preestablecida. De este modo, la estación MS puede estimar un canal entre la MS y la BS mediante un algoritmo de estimación de canal en conformidad con la señal piloto preestablecida en la información, con el fin de obtener parámetros de modelos de canal, es decir, obtener un modelo de matriz de canal. En una forma de realización, la señal piloto se inserta periódicamente en la información enviada por la BS. En otra forma de realización, la información a enviarse es dividida en múltiples bloques de datos de antemano y múltiples señales piloto son interpoladas entre los bloques de datos a intervalos.

45 El algoritmo de estimación de canal en una forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de canal de mínimos cuadrados; el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de probabilidad máxima y el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de Mínimo Error Cuadrático Medio (MMSE) o un algoritmo de estimación de Probabilidad a Posteriori Máxima (MAP).

50 En otra forma de realización, una secuencia de formación se añade en la información a enviarse de antemano, con el fin de tener lugar con la señal piloto. De este modo, después de recibir la información enviada por la estación BS, la estación MS puede estimar el canal entre la MS y la BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la secuencia de formación, con el fin de obtener parámetros de modelos de canal, es decir, obtener un modelo de matriz de canales. La secuencia de formación, en una forma de realización, puede ser señales de bloques continuos separados de la información enviada por la BS; la secuencia de formación, en otra forma de realización, puede insertarse, de forma promediada, en la información enviada por la BS.

55 El algoritmo de estimación de canal, en una forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de canal de mínimos cuadrados; el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de probabilidad máxima y el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de MMSE o un algoritmo de estimación de MAP.

Puede ser entendible que en una forma de realización, la estimación de canal puede realizarse mediante una estimación a ciegas. La estimación a ciegas no requiere ninguna secuencia de formación ni señales piloto y utiliza la información inherente de los datos transmitidos para realizar la estimación de canal. En otra forma de realización, la estimación de canal basada en señales piloto puede combinarse con la estimación a ciegas para realizar la estimación de canal o la estimación de canal basada en la secuencia de formación se combina con la estimación a ciegas para realizar la estimación de canal.

Después de la estimación de canal, se obtiene un modelo de matriz de canales entre la MS y la BS, según se detalla a continuación:

Se supone que la estimación de canal en la MS es perfecta, a modo de ejemplo, la MS tiene información de estado de canal perfecta e información de pérdida de ruta. Se supone que cada estación BS tiene  $n_T$  antenas trasmisoras y cada estación MS tiene  $n_R$  antenas receptoras. Mediante la estimación de canal, el canal desde la antena transmisora numerada  $n$  (antena transmisora  $n$ ) de la estación BS a la antena receptora numerada  $m$  (antena receptora  $m$ ) de la MS se expresa como  $H_{mn}$  y se modeliza como:

$$H_{mn} = \sqrt{\frac{d_{mn}^{-\gamma}}{d_0}} H_{mn}^w \quad (1)$$

En la fórmula anterior,  $d_{mn}$  es una distancia desde la antena transmisora  $n$  de la estación BS a la antena receptora  $m$  de la MS,  $d_0$  es una distancia estándar preestablecida,  $\gamma$  es un factor de pérdida de ruta,  $d_{mn}^{-\gamma}$  representa el desvanecimiento de ruta,  $H_{mn}^w$  representa el desvanecimiento de Rayleigh a pequeña escala y  $H_{mn}$  es una matriz dimensional  $n_R \times n_T$ . Además, en otra forma de realización, la MS puede obtener los parámetros  $d_{mn}^{-\gamma}$  y  $H_{mn}^w$  aplicando la fórmula (1), con el fin de obtener los datos de desvanecimiento de ruta del canal y los datos de desvanecimiento de Rayleigh a pequeña escala y para obtener la información de estado de canal tal como la relación SNR en función de los datos de desvanecimiento.

En un sistema de comunicación Co-MIMO ilustrado en la Figura 1,  $N$  BSs proporcionan servicios de comunicación para MS numerada  $m$  (esto es, MS  $m$ ), simultáneamente, en donde  $N$  es una variante temporal. Para la MS  $m$ , necesitan estimarse  $N$  matrices de canales, esto es,  $H_{mn_1}, H_{mn_2}, \dots, H_{mn_N}$  y todas dichas matrices tienen una estructura similar a la fórmula (1). Por lo tanto, una matriz de canal total es:

$$H_m = [H_{mn_1} \ H_{mn_2} \ \dots \ H_{mn_N}] \quad (2)$$

En la fórmula (2), cada elemento de la matriz de canales es una sub-matriz y es una matriz de canales entre cada estación BS y MS  $m$  y representa información sobre todos los canales entre cada BS y MS  $m$ , es decir, incluye información sobre canales desde todas las antenas de la estación BS a todas las antenas de la MS. Por lo tanto, en una forma de realización, la estación MS realiza una estimación de canal para tener información tal como pérdida de ruta, reacción SNR en recepción y relación de Señal a ruido y distorsión (SINAD); e infiere la calidad de canal en función de la información tal como pérdida de ruta, relación SNR o SINAD en recepción o según una combinación de dicha información. En otra forma de realización, la calidad de canal puede obtenerse mediante medición. A modo de ejemplo, la información tal como pérdida de ruta, relación SNR en recepción y relación SINAD se obtiene mediante medición y a continuación, se calcula la calidad del canal o se infiere en función de una combinación de dicha información.

S120. Asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, en función de la calidad del canal.

En un sistema celular con retorno finito, el número total de bits asignados en un número finito preestablecido. En un sistema de comunicación Co-MIMO, la calidad de cada canal no es completamente la misma. Mediante una política preestablecida de asignación dinámica de bits, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales de diferente calidad y se hace mejor uso de la ganancia de retorno.

Más concretamente, como con respecto al número asignado, de forma promediada, de bits de retorno de información de canal, el número de bits de retorno de información de canal asignados a un canal de más alta calidad es mayor. Por lo tanto, los bits de retorno de información de canal del mayor número soportan más información de estado de canal que el número medio de bits de retorno de información de canal. Para los canales de baja calidad, el número medio de bits de retorno de información de canal es suficiente para soportar toda la información de estado de canal. De este modo, menos bits de retorno de información de canal pueden asignarse a los canales en un estado desfavorable y más bits de retorno de información de canal se asignan a los canales en un mejor estado operativo. De este modo, el número total finito de bits de retorno de información de canal puede ser objeto de mejor

uso y la información de estado de canal proporcionada para la estación BS es tan completa como sea posible. La estación BS ajusta la potencia de transmisión en función de la información de estado de canal, de modo que el receptor pueda recibir una mejor ganancia con respecto al número asignado, de forma promediada, de bits de retorno de información de canal.

5 En una forma de realización, la calidad del canal está fuertemente relacionada con la distancia entre la estación BS y la estación MS. Por lo tanto, para una estación MS más próxima a la BS, la relación SNR media del canal de la MS es más alta y la calidad de canal de la MS es más alta. A modo de ejemplo, en una forma de realización, dos estaciones BSs, es decir, BS1 y BS2, se coordinan para servir a una sola MS. Cuando la MS está más próxima a BS1 que a BS2, el canal entre BS1 y la MS tiene más alta calidad que el canal entre BS2 y la MS.

10 En un sistema celular con retorno finito, el número total de bits asignados es un número finito preestablecido. Suponiendo que se utiliza un total de 8 bits de retorno de información de canal para realimentar la información de estado de canal, pueden asignarse 5 bits de retorno de información de canal al canal entre BS1 y la estación MS y 3 bits de retorno de información de canal pueden asignarse al canal entre BS2 y la estación MS. En otra forma de realización, pueden asignarse 6 bits de retorno de información de canal al canal entre BS1 y la estación MS y 2 bits de retorno de información de canal pueden asignarse al canal entre BS2 y la estación MS. En un sistema celular con retorno finito, la ganancia del rendimiento (ganancia de SNR o ganancia de capacidad) es una función de la relación SNR media y del número de bits de retorno de información de canal. Por lo tanto, la estación MS asigna el número de bits de retorno de información de canal a los canales, de forma dinámica, en función de la calidad de cada canal, lo que mejora efectivamente el rendimiento del sistema.

15 En una forma de realización, la calidad del canal se refleja por la información tal como pérdida de ruta, relación SNR en recepción o relación SINAD obtenida mediante estimación de canal (según se ilustra en S110) o medición en la estación MS.

20 Además, para cuantificar la calidad de canal con más exactitud, en otra forma de realización, diferentes niveles de la calidad del canal pueden reflejarse por diferentes relaciones SINRs (relación entre la señal y el ruido de interferencia, SINR). Por lo tanto, en función del valor de SINR, mediante una política preestablecida de asignar bits de forma dinámica, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales de SINR diferente. El valor de SINR puede inferirse en función de la información tal como pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD o en función de la combinación de dicha información, en donde la información se obtiene mediante la estimación de canal o medición en la MS. En las siguientes formas de realización de la presente invención, SINR se utiliza para cuantificar la calidad del canal.

25 Para mejor conocimiento del sistema de asignación dinámica de bits, en otra forma de realización, el sistema Co-MIMO ilustrado en la Figura 2, se toma, a modo de ejemplo, para exponer el sistema de asignación dinámica de bits:

30 Para facilidad de descripción, la ruta entre MS1 y BS1 se expresa como BS1-MS1, la ruta entre MS1 y BS2 se expresa como BS2-MS1, la ruta entre MS2 y BS1 se expresa como BS1-MS2 y la ruta entre MS2 y BS2 se expresa como BS2-MS2.

35 La política de asignación dinámica de bits de retorno es una política de asignación de bits de retorno basada en umbral. En una forma de realización, el umbral es una diferencia de SINR entre la estación MS y cada una de las diferentes estaciones BSs coordinadoras. En un escenario operativo de comunicación de Co-MIMO, ilustrado en la Figura 2, según una forma de realización de la presente invención, se supone que un total de 8 bits de retorno de información de canal se utilizan para realimentar información de estado de canal, siendo las combinaciones probables de los bits de retorno de información de canal: (1,7), (2, 6), (3, 5) y (4, 4). Según se ilustra en la tabla 1, en función de las posibles combinaciones, se establecen los siguientes umbrales de diferencia de SINR fuera de línea:

Tabla 1

Umbral de diferencia de SINR entre MS y diferentes BSs	Sistema de asignación de bits de retorno de información de canal
0 dB	(4, 4)
5 dB	(3, 5)
10 dB	(2, 6)
15 dB	(1, 7)

40 Para MS1, puesto que su distancia a BS1 es más corta que su distancia a BS2, la relación SINR de BS1-MS1 es menor que la SINR de BS2-MS1. Por lo tanto, se supone que la diferencia de SINR de la ruta es:

$$5dB \leq SINR_{BS1-MS1} - SINR_{BS2-MS1} \leq 10dB .$$



La desigualdad anterior significa que la relación SINR de MS1-BS1 menos la relación SINR de MS1-BS2 es mayor que 5 dB pero menor que 10 dB y puede ser 8 dB, a modo de ejemplo. En este caso, según la tabla 1, se asignan 5 bits de retorno de información de canal a la ruta de MS1-BS1 para realimentar la información de estado de canal y 3 bits de retorno de información de canal se asignan a la ruta de MS1-BS2 para realimentar la información de estado de canal. Es entendible que si la diferencia de SINR entre las dos rutas es 12 dB u 11 dB, entonces, según la tabla 1, se asignan 6 bits de retorno de información de canal a la ruta de MS1-BS1 para realimentar la información de estado de canal y 2 bits de retorno de información de canal se asignan a la ruta de MS1-BS2 para realimentar la información de estado de canal.

Para MS2, debido a que su distancia a BS1 es la misma que su distancia a BS2, según la tabla 1, se asignan 4 bits de retorno de información de canal a la ruta de MS2-BS1 para realimentar información de estado de canal y 4 bits de retorno de información de canal se asignan a la ruta de MS2-BS2 para realimentar información de estado de canal. Es entendible que, en otra forma de realización, la distancia entre MS2 y BS1 es diferente de la distancia entre MS2 y BS2. En este caso, la política de asignación es similar a la política de asignación de MS1 ilustrada en la Figura 2 y por ello aquí no se repite.

Conviene señalar que el umbral anterior se establece fuera de línea (es decir, es preestablecido) y la información pertinente se memoriza en la estación BS y la estación MS. En esta forma de realización, los valores umbrales se ilustran en la tabla 1. En otra forma de realización, los valores umbrales preestablecidos pueden ser diferentes, a modo de ejemplo, 0 dB, 4 dB, 8 dB y 12 dB u otros valores preestablecidos.

Conviene señalar que, en otra forma de realización, el número total de bits de retorno de información de canal es 10, 9 u otro valor. En este caso, las combinaciones de bits de retorno similares a las realizaciones, a modo de ejemplo, dadas en la tabla 1 existen a este respecto. A modo de ejemplo, cuando el número total de bits de retorno de información de canal es 10, las probables combinaciones de bits de retorno son (1, 9), (2, 8), (3, 7), (4, 6) y (5, 5) y el correspondiente umbral de diferencia de SINR puede establecerse como siendo de 12 dB, 9 dB, 6 dB, 3 dB y 0 dB; en otra forma de realización, el umbral puede establecerse para ser otros valores. Cuando el número total de bits de retorno de información de canal es otro valor, los ajustes operativos son similares.

Puede ser entendible que, en otra forma de realización, la política de asignación dinámica de bits de retorno puede establecerse en función de la comparación entre una relación de SINRs de rutas entre la estación MS y diferentes estaciones BSs y un umbral preestablecido. Según se ilustra en la tabla 2, en función de probables combinaciones, los siguientes umbrales de la relación de SINR se establecen fuera de línea:

Según se ilustra en la Figura 2, se supone que la relación SINR de BS1-MS1 es 10 dB, la relación SINR de BS2-MS1 es 16 dB y la relación SINR es  $5:8 = 1:1.6$ . Puesto que  $1.5 \leq 1.6 \leq 2$ , según la tabla 2, se asignan 5 bits de retorno de información de canal a la ruta de MS1-BS1 para realimentar información de estado de canal y se asignan 3 bits de retorno de información de canal a la ruta de MS1-BS2 para realimentar información de estado de canal.

**Tabla 2**

Umbral de diferencia de SINR entre MS y diferentes BSs	Sistema de asignación de bits de retorno de información de canal
1	(4, 4)
1.5	(3, 5)
2	(2, 6)
2.5	(1, 7)

Puede ser entendible que los valores umbral, en esta forma de realización, se ilustran en la tabla 2. En otra forma de realización, los valores umbrales preestablecidos pueden ser diferentes, a modo de ejemplo, 1 dB, 1.4 dB, 2 dB, 2.4 dB; o 1 dB, 2 dB, 2.5 dB, 3 dB; o 1 dB, 1.3 dB, 1.8 dB y 2.2 dB. Cuando el número total de bits de retorno de información de canal es otro valor tal como 10, las combinaciones de bits de retorno son (5, 5), (4, 6), (3, 7), (2, 8) y (1, 9) y los valores umbral de la relación SINR correspondiente pueden establecerse para ser 1 dB, 1.5 dB, 2 dB, 2.5 dB y 3 dB; en otra forma de realización, los valores umbral pueden ser otros valores. Cuando el número total de bits de retorno de información de canal es otro canal, los ajustes operativos son similares.

Es entendible que cuando existen 3 o más estaciones BSs coordinadoras, la relación SINR de la ruta desde la estación MS a cada una de las diferentes estaciones BSs coordinadoras difiere y también difiere la relación de SINR. A modo de ejemplo, cuando existen 3 estaciones BSs, se supone que la relación de SINR de las rutas entre la estación MS y 3 estaciones BSs es 1:1:2, si existen 8 bits de retorno de información de canal en total, pueden asignarse 2, 2 y 4 bits de retorno de información de canal a las correspondientes rutas, respectivamente; si la relación de SINR es otro valor o el número total de bits de retorno de información de canal es otro valor, la política de asignación dinámica es similar y puede establecerse de forma flexible cuando así se requiera. Si existen 3 o más

estaciones BSs coordinadoras, los valores de umbral pueden establecerse según probables combinaciones de bits de retorno de información de canal y en función de una diferencia de SINR entre cada dos de las rutas o la relación de la diferencia de SINR.

5 S121. Enviar el resultado de asignar el número de bits de retorno de información de canal a la estación BS. De este modo, después de recibir el resultado de la asignación, la estación BS adquiere el número de bits de retorno de información de canal asignados a la ruta entre la BS y la MS y genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos de información de estado de canal tiene el mismo tamaño y contenido que el libro de códigos de información de estado de canal en la estación MS. Conviene señalar que, en una forma de realización, el resultado de la asignación de bits de retorno de información de canal puede enviarse directamente a la estación BS; en otra forma de realización, el resultado de la asignación de bits de retorno de información de canal puede enviarse a un aparato retransmisor y dicho aparato retransmisor reenvía el resultado a la estación BS.

15 S130. Determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal en función del número de bits de retorno de información de canal asignados, de forma dinámica, a cada canal y generar un libro de códigos de información de estado de canal.

20 El tamaño del libro de códigos de información de estado de canal (C) de cada canal entre cada estación BS y la MS, está relacionado con el número de bits de retorno de información de canal asignados al canal entre cada BS y la MS. A modo de ejemplo, en función del resultado de la estimación de canal en S110, se asignan k bits de retorno de información de canal a un canal y por lo tanto, el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal del canal es  $2^k$ . En esta forma de realización, se asignan diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales con diferentes valores de SINR (que representan la calidad del canal) y por lo tanto, los libros de códigos de información de estado de canal de diferentes tamaños se aplican a los canales con diferentes valores de SINR. De este modo, el canal con una más alta relación SNR media utiliza un mayor libro de códigos que incluye más información de palabras de código.

30 Después de que se determine el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal, la matriz de canales estimada en la etapa S110 se descompone. En una forma de realización, la matriz de canales, estimada en la etapa S110, puede descomponerse en la etapa S110; es entendible que, en otra forma de realización, la matriz de canales pueda descomponerse antes de la etapa de determinar el tamaño del libro de códigos y cuando se descompone la matriz de canales no existe limitación concreta. He aquí una realización, a modo de ejemplo:

35 En MS denominada m, se realiza la Descomposición del Valor Singular (SVD) para la matriz de canal  $H_{mn}$  de cada canal para obtener:

$$H_{mn} = U_{mn} S_{mn} V_{mn}^H \quad (3)$$

40 Después de la descomposición SVD,  $H_{mn}$  (matriz de canales coordinada entre MS m y todas las estaciones BSs coordinantes) puede expresarse como:

$$H_m = [U_{mn_1} S_{mn_1} V_{mn_1}^H \quad U_{mn_2} S_{mn_2} V_{mn_2}^H \quad \dots \quad U_{mn_N} S_{mn_N} V_{mn_N}^H] \quad (4)$$

45 Además,  $H_{mn}$  se simplifica como:

$$H_m = A_m B_m \quad (5)$$

En la fórmula anterior:

$$A_m = [U_{mn_1} S_{mn_1} \quad U_{mn_2} S_{mn_2} \quad \dots \quad U_{mn_N} S_{mn_N}] \quad (6)$$

$$B_m = \text{diag}([V_{mn_1} \quad V_{mn_2} \quad \dots \quad V_{mn_N}]^H) \quad (7)$$

55 En la fórmula (7), cada  $V_{mn}$  es una matriz de información de dirección de canal de un canal entre la estación MS y cada una de las N BSs; cada  $V_{mn}$  incluye información de dirección de canal de cada canal, esto es, incluye la información de estado de canal de todos los canales entre cada BS y la MS o bien, incluye la información de estado de canal de los canales entre todas las antenas de la estación BS y todas las antenas de la estación MS.

La MS necesita realimentar el valor de  $V_{mn}$  de cada canal a la estación BS. Sin embargo, al estar limitada por el

número asignado de bits de retorno de información de canal,  $V_{mn}$  no puede realimentar completamente a la estación BS de forma directa. A modo de ejemplo, si se necesitan 10 bits para la realimentación de  $V_{mn}$  de un canal, los bits asignados no son suficientes para realimentar a  $V_{mn}$  si se asignan 5 bits de retorno de información de canal al canal. En la forma de realización de la presente invención, el libro de códigos de información de estado de canal (C) se utiliza para realimentar a  $V_{mn}$  adecuadamente y se asignan 5 bits de retorno de información de canal. Por lo tanto, el libro de códigos de información de estado de canal incluye  $2^5$  (esto es, 32) palabras de código en total. En comparación con la solución que no utiliza el libro de códigos o aplica el libro de códigos del mismo tamaño a todos los canales, la solución, en esta forma de realización, genera libros de códigos de diferentes tamaños de forma dinámica, en función del número asignado de bits de retorno de información de canal y utiliza la palabra de códigos en el libro de códigos para realimentar  $V_{mn}$  del canal, lo que hace mejor uso de los bits de retorno de información de canal asignados para realimentar la información de estado de canal del canal.

Todas las palabras de código en el libro de códigos C se comparan con  $V_{mn}$  para obtener una mejor palabra de código y la mejor palabra de código se utiliza como una palabra de código de retorno. El número de índice de la palabra de código de retorno se realimenta a la estación BS. A modo de ejemplo, si la 16ª palabra de código es la mejor, el número de índice "16" se realimenta a la estación BS y la BS encuentra la palabra de código correspondiente al número de índice "16" y obtiene, relativamente, el mensaje más aproximado de  $V_{mn}$ .

En esta forma de realización, se genera un libro de códigos de tipo Grassmannian mediante un algoritmo de Lloyd y se utiliza como un libro de códigos de información de estado de canal. Es entendible que, en otras formas de realización, el libro de códigos de información de estado de canal puede generarse mediante un algoritmo de Lloyd generalizado (GLA).

S140. Determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal generado en función de la información de estado de canal estimada mediante una estimación de canal.

En la fórmula (7), cada  $V_{mn}$  es una matriz de información de dirección de canal de un canal entre la MS y cada una de las N BSs; cada  $V_{mn}$  incluye información de dirección de canal de cada canal, esto es, incluye la información de estado de canal de todos los canales entre cada estación BS y la estación MS o bien, incluye la información de estado de canal de canales entre todas las antenas de la estación BS y todas las antenas de la estación MS. Por lo tanto, en una forma de realización, la palabra de código de retorno se determina en función del valor de  $V_{mn}$  de cada canal. En otra forma de realización, la información de estado de canal puede obtenerse en otros modos, a modo de ejemplo, la información de estado de canal puede obtenerse mediante la estimación o medición de la potencia de la señal.

Después de que se genere el libro de códigos de información de estado de canal en la etapa S130, necesita encontrarse una mejor palabra de código como una palabra de código de retorno para la matriz de información de dirección de canal  $V_{mn}$  para poder realimentar la información de dirección de canal incluida en  $V_{mn}$  en el libro de códigos C de un tamaño de  $2k$  ( $k$  es el número asignado de bits de retorno). De este modo, la palabra de código de retorno refleja la información de estado de canal incluida en  $V_{mn}$  tan completa como sea posible. En el supuesto de que el número de índice de la palabra de código de retorno sea  $c$ , la estación MS necesita encontrar la palabra de código de retorno mediante la búsqueda exhaustiva y comparación siguiente:

$$c = \arg \left\{ \min_{V_c \in C} \{d_c(V_c, V_{mn})\} \right\} \quad (8)$$

En la fórmula anterior,  $V_c$  es una palabra de código numerada  $c$  (palabra de código  $c$ ) en el libro de códigos C;  $d_c(V_c, V_{mn})$  es una distancia cordal entre  $V_{mn}$  y  $V_c$  y se define como:

$$d_c(V_c, V_{mn}) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left\| V_{mn} V_{mn}^H - V_c V_c^H \right\|_F \quad (9)$$

En la fórmula (9) anterior, el subíndice  $F$  representa una norma. Una norma es una medida de una función, vector o matriz. Una norma así denominada, se utiliza para medir la distancia entre dos funciones, vectores o matrices. Una norma de vector es una medida de la longitud de un vector. En este caso, la norma representa la distancia entre matrices, esto es, la distancia cordal entre  $V_{mn}$  y  $V_c$ . Dicho de otro modo, según las fórmulas (8) y (9), la palabra de código  $V_c$ , con una distancia cordal mínima a  $V_{mn}$  puede buscarse exhaustivamente y la palabra de código se utiliza como una palabra de código de retorno.

S150. Después de que la estación MS determine la palabra de código de retorno, el método comprende, además, la etapa S150. La estación MS puede enviar el número de índice  $c$  de la palabra de código de retorno  $V_c$  a la estación BS a través de un canal de retorno de enlace ascendente. El número de índice  $c$  es un identificador de la palabra de código de retorno  $V_c$ . En todas las formas de realización de la presente invención, un número de índice sirve como un identificador de una palabra de código de retorno.

Conviene señalar que, en una forma de realización, el número de índice  $c$  de la palabra de código de retorno  $V_c$  puede enviarse directamente a la estación BS; en otra forma de realización, el número de índice  $c$  de la palabra de código de retorno  $V_c$  puede enviarse a un aparato de reenvío y el aparato de reenvío envía el número de índice a la estación BS.

Conviene señalar que después de que se asignen los bits de retorno de información de canal en S121, el resultado de la asignación se realimenta a la BS. Después de recibir el resultado de la asignación, la estación BS adquiere el número de bits de retorno de información de canal asignados al canal entre la estación BS y la estación MS y genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos de información de estado de canal tiene el mismo tamaño y contenido que el libro de códigos de información de estado de canal en la estación MS.

Puesto que las estaciones BS y MS acuerdan el libro de códigos, la estación BS puede encontrar en el libro de códigos una mejor palabra de código  $V_c$  en función del número de índice recibido  $c$ , puede obtener la información de estado de canal del canal de enlace descendente en función de  $V_c$  y realizar el diseño de precodificación correspondiente en función de la información de estado de canal obtenida.

Conviene señalar que, según se ilustra en la Figura 5, en otra forma de realización, el envío del resultado de asignar bits de retorno de información de canal a la estación BS en la etapa S121, puede ocurrir después de la etapa S140. Es decir, en la etapa S160 en la forma de realización ilustrada en la Figura 4, el resultado de asignar bits de retorno de información de canal y el número de índice de la palabra de código de retorno se envían a la estación BS. El resultado de asignar bits de retorno de información de canal y el número de índice de la palabra de código de retorno puede enviarse a la estación BS juntos en una forma de realización o pueden enviarse a la estación BS por separado en otra forma de realización. Además, puede ser entendible que el resultado de asignar bits de retorno de información de canal puede enviarse a la estación BS antes o después de que el número de índice de la palabra de código de retorno sea enviado a la estación BS y la secuencia no está limitada concretamente.

Mediante las soluciones técnicas anteriores según las formas de realización de la presente invención, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de forma dinámica, en función del resultado de estimación de canal, se determina el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal en función de número asignado de bits de retorno de información de canal, se genera un mismo libro de códigos en la estación BS y en la estación MS simultáneamente para el mismo canal y una palabra de código para realimentar información de estado de canal se determina en el libro de códigos. Para un número total dado de bits de retorno de información de canal, la estación MS asigna, de forma dinámica, los bits de retorno de información de canal a diferentes canales de forma más razonable y hace mejor uso de la ganancia de retorno. En formas de realización de la presente invención, más estaciones BSs pueden participar en la comunicación de Co-MIMO y se asignan los bits de retorno de información de canal y el libro de códigos de información de estado de canal se procesa para cada estación BS coordinante en lugar de considerar todas las estaciones BSs coordinantes como una "súper BS". Sobre la base del estado de canal entre cada BS coordinante y la MS, el procesamiento es flexible y se mejora la flexibilidad de procesamiento.

Según se ilustra en la Figura 6, un método de procesamiento de la información se proporciona en una forma de realización de la presente invención. Este método se aplica al sistema de Co-MIMO ilustrado en la Figura 1 o en la Figura 2 o se aplica a otro sistema de comunicación tal como un sistema MIMO-OFDM, un sistema LTE o un sistema WiMAX. El método incluye las etapas siguientes:

S201. Recibir un resultado de asignación dinámica que es del número de bits de retorno de información de canal y se envía por una estación MS, en donde el resultado de la asignación dinámica es un resultado de la estación MS que asigna el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, en función de la calidad del canal.

S202. Determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal en función de resultado de la asignación y generar un libro de códigos de información de estado de canal.

S203. Recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación MS, encontrar, en función del número del índice de palabra de código de retorno, una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal generado en S202 y obtener, en la palabra de código de

retorno, la información de estado de canal realimentada por la estación MS, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno.

S204. Realizar el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal.

Conviene señalar que la calidad de canal de cada canal puede obtenerse mediante la estimación de canal o la medición de canal en el lado de MS.

Mediante las soluciones técnicas anteriores, un número diferente de bits de retorno de información de canal se asigna, de forma dinámica, a cada canal en función del estado de canal, un libro de códigos de información de estado de canal de un tamaño diferente se genera para cada canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal y se realiza el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal. De este modo, se hace uso completo de la ganancia de retorno.

Según se ilustra en la Figura 17, en otra forma de realización, después de que la estación BS realiza el diseño de precodificación, el método puede incluir además:

S260. Establecer un factor de asignación de potencia diferente para cada estación MS en función de una tabla de consulta preestablecida y asignar potencia a cada estación MS.

Asignando el número de bits de retorno de información de canal, de manera dinámica, en la forma de realización ilustrada en la Figura 6, se mejora, en gran medida, el rendimiento de las estaciones MSs en la célula (en particular, las MSs en el centro de la célula). Mediante la política de asignación de potencia dada a conocer en la forma de realización, una parte del rendimiento mejorado para las estaciones MSs en el centro de la célula se transfiere a las estaciones MSs en el borde de la célula y por lo tanto, el rendimiento de comunicación de las estaciones MSs, en el borde de la célula, se mejora sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula.

Más concretamente, según se ilustra en la Figura 7, un método de procesamiento de información se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. Este método se aplica al sistema Co-MIMO ilustrado en la Figura 1 o en la Figura 2 o se aplica a otro sistema de comunicación tal como un sistema MIMO-OFDM, sistema LTE o sistema WiMAX. El método incluye las etapas siguientes:

S210. Enviar información a una estación MS, en donde la información incluye información de estimación de canal que se utiliza para la estación MS para realizar la estimación de canal.

En una forma de realización, la información de estimación de canal, en la información enviada por la estación BS, puede ser una señal piloto preestablecida, en donde la información de estimación de canal se utiliza para la estación MS para realizar la estimación de canal. De este modo, la estación MS puede estimar el canal entre las estaciones MS y BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la señal piloto preestablecida en la información, con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, esto es, para obtener un modelo de matriz de canales. En una forma de realización, la señal piloto se inserta periódicamente en la información enviada por la estación BS. En otra forma de realización, la información a enviarse se divide en múltiples bloques de datos de antemano y múltiples señales piloto se interpolan entre los bloques de datos a intervalos.

En otra forma de realización, una secuencia de formación se añade en la información a enviarse de antemano para tener lugar como la señal piloto. De este modo, después de recibir la información enviada por la estación BS, la estación MS puede estimar el canal entre las estaciones MS y BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la secuencia de formación con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, esto es, para obtener un modelo de matriz de canales. La secuencia de formación, en una forma de realización, puede ser señales de bloques continuos separadas de la información enviada por la estación BS; la secuencia de formación, en otra forma de realización, puede insertarse, de forma promediada, en la información enviada por la estación BS.

La estación MS realiza la estimación de canal en función de la información enviada por la estación BS y asigna el número de bits de retorno de información de canal al canal entre la estación MS y cada una de las diferentes estaciones BSs, de forma dinámica, en función del resultado de estimación de canal. Es decir, la estación MS asigna diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales de diferentes valores de SNR medios de forma dinámica y realimenta el resultado de la asignación a la estación BS.

S220-S230. Recibir un resultado de asignación dinámica que es el del número de bits de retorno de información de canal y se envía desde la estación MS; determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal en función del resultado de asignación y genera un libro de códigos de información de estado de canal, en donde el resultado de la asignación es un resultado de la asignación por la estación MS del número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, en función de la calidad del canal.

Conviene señalar que la estación MS puede determinar la calidad del canal en función del resultado de estimación

de canal en la etapa S210 en una forma de realización o puede obtener la calidad del canal mediante medición en receptora forma de realización, que ha sido detallada en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y por ello no se repite en esta descripción.

5 Después de recibir el resultado que es el de asignación del número de bits de retorno de información de canal y de que se envíe por la estación MS, cada estación BS coordinadora adquiere, a partir del resultado de asignación, el número de bits de retorno de información de canal que se asignan por la estación MS al canal entre MS y BS.

10 El tamaño del libro de códigos de información de estado de canal de un canal entre cada estación BS coordinadora y la estación MS está relacionado con el número de bits de retorno de información de canal asignados por la estación MS a este canal. A modo de ejemplo, si la estación MS asigna  $k$  bits de retorno de información de canal a un canal, el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal del canal es  $2^k$ . En esta forma de realización, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales con diferentes valores de SNR medios, de forma dinámica, y por lo tanto, los libros de códigos de información de estado de canal de diferentes tamaños se aplican a los canales con diferentes valores de SNR medios. De este modo, el canal con un más alto valor SNR medio utiliza un mayor libro de códigos que incluye más información de palabras de código. Por lo tanto, la información de canal puede reflejarse de forma más completa y exacta.

20 Después de que se determine el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal, la estación BS, en esta forma de realización, puede generar un libro de códigos de Grassmannian mediante un algoritmo de Lloyd y utilizar este libro de códigos como un libro de códigos de información de estado de canal. En otra forma de realización, el libro de códigos de información de estado de canal puede generarse mediante un GLA. En este caso, se puede generar un libro de códigos en el lado de MS en función del número de bits de retorno de información de canal asignados, en donde el libro de códigos tiene el mismo tamaño y contenido que el libro de códigos en el lado de BS, lo que se ha detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repite aquí en esta descripción.

25 S240. Recibir el número de índice de palabra de código de retorno enviado por la MS, encontrar la palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos que se genera en la etapa S230 y obtener la realimentación de información de estado de canal mediante la palabra de código de retorno.

30 El número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación MS es un número de índice de palabra de código de retorno determinado, en función de la información de estado de canal obtenida a través de la estimación de canal, por la estación MS en el libro de códigos de información de estado de canal que se genera en el lado de MS.

35 El proceso de generar el libro de códigos de información de estado de canal en el lado de MS y el proceso de determinar la palabra de código de retorno se ha detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repiten aquí en esta descripción.

40 Puesto que las estaciones BS y MS están conformes en el libro de códigos, la BS puede encontrar, en función del número de índice recibido, una mejor palabra de código (esto es, palabra de código de retorno) determinada por la MS en el libro de códigos de información de estado de canal. La estación BS obtiene la información de estado de canal del canal de enlace descendente para la estación MS en función de la palabra de código de retorno.

45 S250. Realizar el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal obtenida a partir de la palabra de código de retorno.

50 Después la recogida de toda la información de estado de canal realimentada por la estación MS, la BS realiza el diseño de precodificación. Es decir, después de que la estación MS realimente la información de estado de canal de canales entre la MS y otras las estaciones BSs coordinadoras a la estación BS, la BS inicia la realización del diseño de precodificación.

55 En esta forma de realización, el diseño de precodificación se realiza sobre la base de un algoritmo de precodificación lineal de cero forzado, a modo de ejemplo.

En el algoritmo de precodificación lineal de cero forzado, la precodificación de la MS se encuentra en un espacio de cero conjunto de todas las demás matrices de canales de usuario. Para calcular la precodificación de la MS numerada  $m$ , es necesario encontrar la base ortogonal del espacio de cero de  $H_{m,m}$ .  $H_{m,m}$  es un valor aproximado de

60 una matriz de coordinación de canales  $H_m = [U_{m m_1} S_{m m_1} V_{m m_1}^H \quad U_{m m_2} S_{m m_2} V_{m m_2}^H \quad \dots \quad U_{m m_N} S_{m m_N} V_{m m_N}^H]$  obtenida por la estación BS en función de la información de estado de canal recibida desde la MS.

Según se indica en las formas de realización precedentes (ilustradas en la Figura 3-Figura 5), la estación MS necesita realimentar  $V_{m m}$  de cada canal a la estación BS, pero el  $V_{m m}$  no puede realimentarse completamente a la

BS de forma directa, debido a la limitación del número asignado de bits de retorno de información de canal. La estación MS compara todas las palabras de código en el libro de códigos de información de estado de canal C con  $V_{ms}$  para seleccionar una mejor palabra de código como una palabra de código de retorno y envía el número de índice de la palabra de código de retorno a la BS. La estación BS encuentra la palabra de código de retorno en libro de códigos de información de estado de canal en el lado de BS en función del número de índice y obtiene un valor aproximado de  $V_{ms}$  en función de la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno.

Después de la recogida de toda la información de  $V_{ms}$  realimentada por la estación MS, la BS obtiene el valor aproximado  $\hat{V}_{-m}$  de  $V_{ms}$ :

$$B_{-m} = [B_1^H B_2^H \dots B_{m-1}^H B_{m+1}^H \dots B_K^H]^H \quad (10)$$

Según se describe en la fórmula (5) en las formas de realización precedentes (ilustradas en la Figura 3-Figura 5), el espacio de cero de  $\hat{V}_{-m}$  está situado en el espacio de cero de  $H_{-m}$ . Por lo tanto, el espacio de cero de  $\hat{V}_{-m}$  puede calcularse en lugar de calcular el espacio de  $H_{-m}$ . Mediante el cálculo  $\hat{V}_{-m}$ , se obtiene la base ortogonal del espacio de cero de  $\hat{V}_{-m}$ . En función de la base ortogonal calculada, se realiza el diseño de precodificación mediante un algoritmo de precodificación lineal de cero forzado. Puede ser entendible que, en otra forma de realización, puede aplicarse un algoritmo de precodificación lineal de cero forzado de ortogonalidad de bloques o un algoritmo de precodificación de filtros adaptados.

En otra forma de realización, un algoritmo de precodificación no lineal, tal como un algoritmo de la denominada codificación de paper dirty (transmisión de niveles de potencia acotados), un algoritmo de precodificación de cero forzado de envío no lineal o un algoritmo de Precodificación de Tomlinson-Harashima (THP) pueden aplicarse, lo que implica una gran complejidad de la puesta en práctica.

Por intermedio de las soluciones técnicas anteriores, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de forma dinámica, en función del resultado de estimación de canal, el tamaño de cada libro de códigos de información de estado de canal de cada canal se determina en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, un libro de códigos del mismo tamaño se genera en la estación BS y en la MS para el mismo canal y una palabra de código para realimentación de información de estado de canal se determina en el libro de códigos. Para un número total dado de bits de retorno de información de canal, la estación MS asigna el número de bits de retorno de información de canal a diferentes canales de forma más razonable y hace mejor uso de la ganancia de retorno. En una forma de realización de la presente invención, más estaciones BSs pueden participar en la comunicación de Co-MIMO y se asignan los bits de retorno de información de canal y el libro de códigos de información de estado de canal se procesa para cada BS coordinante en lugar de considerar todas las estaciones BSs coordinantes como una "súper BS". Sobre la base del estado del canal entre cada BS coordinante y la MS, el procesamiento es flexible y se mejora la flexibilidad de dicho procesamiento.

Según se ilustra en la Figura 8, en otra forma de realización, después de que la estación BS realice el diseño de precodificación, el método puede incluir, además:

S260. Establecer un factor de asignación de potencia diferente para cada estación MS en función de una tabla de consulta preestablecida y asignar potencia a cada MS.

En un escenario operativo de comunicación de Co-MIMO ilustrado en la Figura 1, las señales en el canal de comunicación de las estaciones MSs en el borde de una célula son más débiles que las señales en el canal de comunicación de las estaciones MSs en el centro de la célula. Mediante el método de asignación de bits de retorno de información de estado de canal, de forma dinámica, en la forma de realización de la presente invención, las estaciones MSs en el centro de la célula realizan una mayor ganancia de rendimiento de la comunicación. Además, se da a conocer una política de asignación de potencia, basada en una tabla de consulta, en una forma de realización de la presente invención, de modo que se mejora el rendimiento de la comunicación de las estaciones MSs, en el borde de la célula, sin perjudicar el rendimiento de comunicación de las estaciones MSs en el centro de la célula. Es decir, asignando el número de bits de retorno de información de canal, de manera dinámica, en la forma de realización de la presente invención, se mejora, en gran medida, el rendimiento de las estaciones MSs en la célula (en particular, las MSs en el centro de la célula). Por intermedio de la política de asignación de potencia dada a conocer en la forma de realización de la presente invención, una parte del rendimiento mejorado para las estaciones MSs en el centro de la célula se transfiere a las MSs en el borde de la célula y por lo tanto, el rendimiento de comunicación de las estaciones MSs en el borde de la célula se mejora sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula.

En una forma de realización de la presente invención, se preestablece una tabla de consulta, un factor de asignación

diferente se establece para cada MS en función de la tabla de consulta preestablecida y se asigna potencia a cada MS en función del factor de asignación de potencia. Para ayudar a los expertos en esta técnica a comprender mejor la política de asignación de potencia, dada a conocer por la forma de realización de la presente invención, a continuación se proporcionan más detalles citando el escenario operativo de comunicación ilustrado en la Figura 7.

Según se ilustra en la Figura 2, dos estaciones BSs próximas se coordinan para servir a dos estaciones MSs. En este escenario operativo, N = 2 (número de estaciones BSs), K = 2 (número de MSs), n<sub>T</sub> = 4 (número de antenas transmisoras) y n<sub>R</sub> = 2 (número de antenas receptoras). Las dos estaciones BSs tienen la misma distancia a MS2, pero la distancia desde MS1 a BS1 es más corta que la distancia desde MS1 a BS2. De este modo, en relación con MS1, MS2 está situada en el borde de la célula. Después de que se mejore el rendimiento global del sistema, puede asignarse más potencia a MS2 para mejorar el rendimiento de MS2 sin perjudicar el rendimiento de MS1.

En el mecanismo existente, la estación BS asigna potencia a dos estaciones MSs a partes iguales. Por lo tanto,

$$p_1 = p_2 = p \tag{11}$$

En la forma de realización de la presente invención, se aplica una política de asignación de potencia simple:

$$p_1 = (1 - \alpha)p \tag{12}$$

$$p_2 = (1 + \alpha)p \tag{13}$$

En las fórmulas anteriores, α es un factor de asignación de potencia, que es una función de la potencia de transmisión de cada BS (p), de la distancia entre BS1 y MS1 (d), del número total de bits de retorno de información de canal (B) y de la política de asignación de bits de retorno de información de canal:

$$\alpha = f(p, d, B, s) \tag{14}$$

En la forma de realización de la presente invención, un valor de α adecuado se encuentra mediante una búsqueda en una tabla de consulta. La tabla de consulta está construida mediante una emulación fuera de línea. Es decir, la tabla de consulta se preestablece mediante emulación. En una forma de realización, la tabla de consulta 3 puede construirse según la fórmula (14):

**Tabla 3 – Tabla de consulta de factores de potencia**

d(km)	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
α	0.2880	0.2800	0.2713	0.2513	0.2240	0.1373	0.1080	0.0780	0.0540	0.0333

En otra forma de realización, la política de asignación de bits de retorno de información de canal puede cambiar (la posibilidad del cambio se detalla en la etapa S120 en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5). En este caso, se puede construir la tabla de consulta 4.

**Tabla 4 – Tabla de consulta de factores de potencia**

d(km)	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60
α	0.3987	0.3940	0.3793	0.3520	0.3120	0.1173	0.1020	0.0800	0.0600	0.0380

En otras formas de realización, el valor de α en la tabla de consulta puede ser otro valor, dependiendo de la política de asignación del bits de retorno de información de canal, de la potencia de transmisión de cada BS (p), de la distancia entre BS1 y MS1 (d) y del número total de bits de retorno de información de canal (B).

Para ayudar a los expertos en esta técnica a entender mejor la forma de realización de la presente invención, el proceso de construcción de una tabla de consulta de α se detalla a continuación mediante realizaciones a modo de ejemplo:

(1) Inicializar una (p, d, B, s) dada:

$$p_{1b} = p, p_{2b} = p, \alpha = 0, p_{1p} = (1 - \alpha)p, p_{2p} = (1 + \alpha)p.$$

El subíndice b indica que se adopta el sistema de línea base existente; el subíndice p indica que se adopta el sistema propuesto en la forma de realización de la presente invención.



(2) Realizar una operación de iteración

5 (a) Calcular la capacidad ergódica  $c_{1b}$  y la capacidad ergódica  $c_{1p}$  si el criterio de medición es una capacidad ergódica.

Calcular la probabilidad de desvanecimiento lento  $p_{out1b}$  y la probabilidad de desvanecimiento lento  $p_{out1p}$  si el criterio de medición es una probabilidad de desvanecimiento lento.

10 (b) Interrumpir el funcionamiento si  $|c_{1b} - c_{1p}| \leq \epsilon$  o  $|p_{out1b} - p_{out1p}| \leq \epsilon$  ( $\epsilon$  es un valor preestablecido) o se alcanza el número máximo de biteraciones.

Si  $c_{1p} \leq c_{1b}$  o  $p_{out1p} > p_{out1b}$ , entonces

$$\alpha^k = \alpha^{k-1} - \frac{2}{3} \delta^{k-1} \tag{15}$$

15 De no ser así,  $\alpha^k = \alpha^{k-1} + \delta^k$  (16). En este caso, volver a (a).

20 En las fórmulas anteriores,  $c_{1b}$  es una capacidad ergódica de MS1 en el sistema de referencia,  $c_{1p}$  es una capacidad ergódica de MS1 en el sistema propuesto en la solución de la presente invención,  $p_{out1b}$  es una probabilidad de desvanecimiento lento de MS1 en el sistema de referencia,  $p_{out1p}$  es una probabilidad de desvanecimiento lento en MS1 en el sistema propuesto en la solución de la presente invención,  $\alpha^k$  es el valor de iteración numerado k de  $\alpha$  y  $\delta^k$  es una longitud de etapa incrementada de  $\alpha$  y depende de  $(c_{1p}-c_{1b})$  o de  $(p_{out1b}-p_{out1p})$ .

25 Cuando la longitud de la etapa de  $\delta^k$  depende de  $(c_{1p}-c_{1b})$ , los valores de la longitud en la forma de realización se ilustran en la tabla 5 y los valores de  $\alpha$  se ilustran en la tabla 2 (para cualesquiera valores razonables de p y d, B = 8 bits, de los cuales 6 bits se asignan a H<sub>11</sub> y 2 bits se asignan a H<sub>12</sub>).

**Tabla 5 – Ejemplos de valores de longitudes de etapas**

$(c_{1p} - c_{1b})$	$\geq 0.5$	$\geq 0.4$	$\geq 0.3$	$\geq 0.2$	$\geq 0.0$	$\geq 0.05$
$\delta^k$	0.12	0.1	0.08	0.06	0.04	0.006

30 Si el criterio de medición es una capacidad ergódica, según se ilustra en la Figura 15, escenario operativo de comunicación, ilustrado en la Figura 2, se emula aplicando la política de asignación de potencia propuesta en la forma de realización. Según se da a conocer en el diagrama de emulación, después de que se aplique el sistema de asignación de potencia propuesto en esta forma de realización, MS2 tiene una capacidad de canal evidentemente más alta con respecto a MS2 que no emplea el sistema de asignación de potencia propuesto en la forma de realización. En consecuencia, la capacidad de canal de MS1 no cambia evidentemente. Por lo tanto, mediante la política de asignación de potencia propuesta en la forma de realización de la presente invención, después de que se mejore el rendimiento global del sistema, se asigna más potencia a MS2 de modo que se mejore el rendimiento de MS2 sin perjudicar el rendimiento de MS1.

40 En otra forma de realización, la longitud de la etapa  $\delta^k$  depende de la probabilidad de *outage* (desvanecimiento lento). Puesto que la probabilidad de desvanecimiento lento está en correlación con la capacidad ergódica  $c_{1b}$  y la capacidad ergódica  $c_{1p}$  el sistema es esencialmente el mismo.

45 En otra forma de realización de la presente invención, el criterio de medición es una probabilidad de desvanecimiento lento (*outage*). En este caso, el escenario operativo de comunicación ilustrado en la Figura 2 se emula aplicando la política de asignación de potencia propuesta en la forma de realización. El resultado de emulación se ilustra en la Figura 16.

50 Según se da a conocer en el diagrama de emulación, después de que se aplique el sistema de asignación de potencia propuesto en la forma de realización de la presente invención, MS2 tiene una probabilidad de desvanecimiento lento evidentemente más baja en comparación con MS2 que no emplea el sistema de asignación de potencia propuesto en esta forma de realización. En consecuencia, la probabilidad de desvanecimiento lento de MS1 no cambia evidentemente. Por lo tanto, mediante la política de asignación de potencia propuesta en la forma de realización de la presente invención, después de que se mejore el rendimiento global del sistema, se asigna más potencia a MS2, de modo que el rendimiento de MS2 se mejore sin perjudicar el rendimiento de MS1.

55 En las soluciones técnicas anteriores, sobre la base de la asignación de bits de retorno de información de canal a cada canal de manera dinámica, una política de asignación de potencia propuesta en una forma de realización de la

presente invención se busca en una tabla de consulta fuera de línea y se da a conocer un método para controlar el rendimiento de MSs en el centro de la célula y el rendimiento de MSs en el borde de la célula de forma flexible. De este modo, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de manera dinámica, en función de la calidad de cada canal y la información de canal se realimenta de forma más eficiente. Además, mediante una nueva política de asignación de potencia, el rendimiento de comunicación de las estaciones MSs en el borde de la célula se mejora, en gran medida, sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula.

Según se ilustra en la Figura 9, se da a conocer una estación MS en una forma de realización de la presente invención. La estación MS incluye un módulo estimación de canal 310, un módulo de asignación dinámica de bits 320, un primer módulo de envío 330, un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 350, un módulo de determinación de palabra de código de retorno 370 y un segundo módulo de envío 390.

El módulo de estimación de canal 310 está configurado para realizar la estimación de canal en función de la información recibida desde una estación BS.

La estimación de canal puede ser un proceso de estimación de parámetros de modelos de un modelo de canal supuesto en función de los datos recibidos. La estimación de canal puede proporcionar la información de estado de canal requerida por la MS.

Después de recibir la información enviada por la estación BS, el módulo de estimación de canal 310 realiza la estimación de canal en función de la información enviada por la BS. En una forma de realización, la información enviada por la BS puede incluir una señal piloto preestablecida. De este modo, el módulo de estimación de canal 310 puede estimar el canal entre la MS y la BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la señal piloto preestablecida en la información, con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, a saber, obtener un modelo de matriz de canales. En una forma de realización, la señal piloto se inserta periódicamente en la información enviada por la estación BS. En otra forma de realización, la información a enviarse se divide en múltiples bloques de datos de antemano y múltiples señales piloto se interpolan entre los bloques de datos a intervalos.

El algoritmo de estimación de canal, en una forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de canal de mínimos cuadrados; el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de probabilidad máxima y el algoritmo de estimación de canal en otra forma de realización puede ser un algoritmo de estimación de MMSE o un algoritmo de estimación de MAP.

En otra forma de realización, una secuencia de formación se añade en la información que ha de enviarse de antemano para ocupar el lugar de la señal piloto. De este modo, después de recibir enviada por la estación BS, el módulo de estimación de canal 310 puede estimar el canal entre el módulo de estimación de canal 310 y la estación BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la secuencia de formación, con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, esto es, obtener un módulo de matriz de canales. La secuencia de formación, en una forma de realización, puede ser señales de bloques continuos separados de la información enviada por la BS; la secuencia de formación, en otra forma de realización, puede insertarse, de forma promediada, en la información enviada por la estación BS.

El algoritmo de estimación de canal, en una forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de canal de mínimos cuadrados; el algoritmo de estimación canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de probabilidad máxima y el algoritmo de estimación de canal, en otra forma de realización, puede ser un algoritmo de estimación de MMSE o un algoritmo de estimación de MAP.

Puede ser entendible que en una forma de realización, la estimación de canal puede realizarse mediante un método de estimación a ciegas. La estimación a ciegas no requiere ninguna secuencia de formación ni señales piloto y utiliza la información inherente de los datos transmitidos para realizar la estimación de canal. En otra forma de realización, la estimación de canal basada en señales piloto puede combinarse con la estimación a ciegas para realizar una estimación de canal o la estimación de canal, basada en la secuencia de formación, se combina con la estimación a ciegas para realizar la estimación de canal.

Después de la estimación de canal, se obtiene un modelo de matriz de canales entre la MS y la BS, según se detalla a continuación.

Se supone que cada estación BS tiene  $n_T$  antenas transmisoras y cada MS tiene  $n_R$  antenas receptoras. Mediante la estimación de canal del módulo de estimación de canal 310, el canal desde la antena transmisora numerada  $n$  (antena transmisora  $n$ ) de la BS a la antena receptora  $m$  de la MS se expresa como  $H_{mn}$  y se modeliza como:

$$H_{mn} = \sqrt{\frac{d_{nm}^{-\gamma}}{d_0}} H_{mn}^w \quad (1)$$

En la fórmula anterior,  $d_{mn}$  es una distancia desde la antena transmisora  $n$  de la BS a la antena receptora  $m$  de la MS,  $d_0$  es una distancia estándar preestablecida,  $\gamma$  es un factor de pérdida de ruta,  $\alpha_{\text{ruta}}^{\text{IT}}$  representa el desvanecimiento de la ruta,  $\alpha_{\text{rayleigh}}^{\text{IT}}$  representa el desvanecimiento de Rayleigh a pequeña escala y  $H_{\text{rayleigh}}^{\text{IT}}$  es una matriz dimensional  $n_{\text{R}} \times n_{\text{T}}$ . Además, en otra forma de realización, la MS puede obtener los parámetros  $\alpha_{\text{ruta}}^{\text{IT}}$  y  $\alpha_{\text{rayleigh}}^{\text{IT}}$  aplicando la fórmula (1), con el fin de obtener los datos de desvanecimiento de ruta del canal y los datos de desvanecimiento de Rayleigh a pequeña escala y para obtener la información de estado de canal tal como la relación SNR en función de los datos de desvanecimiento.

En un sistema de comunicación de Co-MIMO,  $N$  estaciones BSs proporcionan servicios de comunicación para la MS en la forma de realización de modo simultáneo, en donde  $N$  es una variante temporal. Se supone que la estación MS dada a conocer en la forma de realización es MS numerada  $m$  en el sistema. Para MS  $m$ , necesita estimarse  $N$  matrices de canales, esto es,  $H_{mn_1}, H_{mn_2}, \dots, H_{mn_N}$  y todas dichas matrices presentan una estructura similar a la fórmula (1). Por lo tanto, se puede obtener una matriz de canal total:

$$H_m = [H_{mn_1} \ H_{mn_2} \ \dots \ H_{mn_N}] \quad (2)$$

En la fórmula (2), cada elemento de la matriz de canales es una sub-matriz y es una matriz de canales entre cada estación BS y MS  $m$  y representa información sobre todos los canales entre cada BS y MS  $m$ , es decir, incluye información sobre canales desde todas las antenas de la estación BS a todas las antenas de la MS. Por lo tanto, en una forma de realización, la estación MS puede obtener información de estado de canal tal como un desvanecimiento de ruta y la relación SNR correspondiente de cada canal en función del desvanecimiento de ruta y del desvanecimiento de Rayleigh a pequeña escala de cada canal y puede determinar el canal que está en un mejor estado operativo en función de la información de estado del canal. Puede ser entendible que, en otra forma de realización, la calidad de canal puede obtenerse mediante medición. A modo de ejemplo, la información tal como pérdida de ruta, SNR en recepción y la relación SINAD se obtiene mediante medición y a continuación, se calcula o infiere la calidad de canal del canal según una combinación de dicha información.

Más concretamente, según se ilustra en la Figura 10, en otra forma de realización, el módulo de estimación de canal 310 puede incluir una unidad de estimación 311 y una unidad de descomposición 312.

La unidad de estimación 311 está configurada para realizar la estimación de canal para cada canal para obtener una matriz de canales del canal.

La unidad de estimación 311 estima la matriz de canales del canal en función de la información recibida desde la estación BS.

Las etapas de estimación de la matriz de canales han sido detalladas en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repiten aquí en esta descripción.

La unidad de descomposición 312 está configurada para descomponer la matriz de canales para obtener una matriz de información de dirección de canal de cada canal, en donde la matriz de información de dirección de canal de cada canal incluye la información de estado de canal de cada canal.

Las etapas de descomposición de la matriz de canales se han detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repiten aquí en esta descripción.

El módulo de asignación dinámica de bits 320 está configurado para asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de manera dinámica, en función de la calidad del canal.

En un sistema celular con retorno finito, el número total de bits asignados es un número finito preestablecido. En un sistema de comunicación de Co-MIMO, la calidad de canal de cada canal no es completamente la misma. Mediante una política preestablecida de asignación dinámica de bits, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales de calidad diferente, lo que hace mejor uso de la ganancia de retorno.

Más concretamente, con respecto al número asignado, de forma promediada, de bits de retorno de información de canal, el número de bits de retorno de información de canal asignado a un canal de más alta calidad es de mayor magnitud. Por lo tanto, el mayor número de bits de retorno de información de canal soporta más información de estado de canal que el número medio de bits de retorno de información de canal. Para los canales de baja calidad, el número medio de bits de retorno de información de canal es suficiente para soportar toda la información de estado de canal. De este modo, menos bits de retorno de información de canal pueden asignarse a los canales que están en un estado más desfavorable y más bits de retorno de información de canal se asignan a los canales que están en un estado operativo mejor. De este modo, el número total finito de bits de retorno de información de canal puede

hacer un mejor uso de la información de estado de canal y dicha información de estado de canal proporcionada para la BS es tan completa como sea posible. La estación BS ajusta la potencia de transmisión en función de la información de canal, de modo que el receptor pueda recibir una mejor ganancia con respecto al número asignado, de forma promediada, de bits de retorno de información de canal.

En una forma de realización, la calidad del canal está fuertemente relacionada con la distancia entre la BS y la MS. Por lo tanto, una MS más próxima a la BS tiene más alta calidad de canal. A modo de ejemplo, en una forma de realización, dos estaciones BSs se coordinan para servir a una sola estación MS. Cuando la MS está más próxima a BS1 que BS2, el canal entre BS1 y la MS tiene más alta calidad que el canal entre BS2 y la MS.

En un sistema celular con retorno finito, el número total de bits de retorno de información de canal es un número finito preestablecido. En el supuesto de que un total de 8 bits de retorno de información de canal se utilicen para realimentar la información de canal, se pueden asignar 5 bits de retorno de información de canal al canal entre BS1 y la MS y se pueden asignar 3 bits de retorno de información de canal al canal entre BS2 y la MS. En otra forma de realización, se pueden asignar 6 bits de retorno de información de canal al canal entre BS1 y la MS y se pueden asignar 2 bits de retorno de información de canal al canal entre BS2 y la MS. En un sistema celular con retorno finito, la ganancia de rendimiento (ganancia de SNR o ganancia de capacidad) es una función de la relación SNR media y del número de bits de retorno de información de canal. Por lo tanto, la estación MS asigna el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, en función de la calidad de cada canal, lo que puede mejorar el rendimiento del sistema.

En otra forma de realización, diferentes niveles de la calidad de canal pueden reflejarse por diferentes relaciones SINRs. Por lo tanto, según el valor de SINR, mediante una política preestablecida de asignación dinámica de bits, se asignan diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales de valor SINR diferente. En una forma de realización, el valor de SINR puede inferirse en función de la pérdida de ruta, SNR en recepción o la relación SINAD o según una combinación de dicha información, en donde la pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD se estima en el lado de MS por el módulo de estimación de canal 310 o bien, el valor de SINR puede inferirse en función de la pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD o según una combinación de dicha información, en donde la pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD se obtiene mediante medición.

Las etapas de asignar los bits de retorno, de manera dinámica, se ha detallado en la etapa S120 en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repiten aquí en esta descripción.

El primer módulo de envío 330 está configurado para enviar un resultado de asignación del número de bits de retorno de información de canal.

Después de que el módulo de asignación dinámica de bits 320 asigne los bits de retorno de información de canal de forma dinámica, el resultado de la asignación necesita enviarse a la estación BS. De este modo, después de recibir el resultado de la asignación, la estación BS adquiere el número de bits de retorno de información de canal asignados al canal entre BS y MS y genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos de información de estado de canal es coherente con el libro de códigos de información de estado de canal en la estación MS.

El módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 350 está configurado para determinar el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal de cada canal en función del número de bits de retorno de información de canal asignados, de forma dinámica, por el módulo de asignación dinámica de bits 320 y generar un libro de códigos de información de estado de canal.

El tamaño del libro de códigos de información de estado de canal de cada canal entre la estación BS y la MS, depende del número de bits de retorno de información de canal asignados al canal. A modo de ejemplo, si  $k$  bits de retorno de información de canal se asigna a un canal, el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal es  $2^k$ . En la forma de realización de la presente invención, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales con diferente calidad de canal y por lo tanto, los libros de códigos de información de estado de canal de diferentes tamaños se aplican a los canales con diferente calidad de canal. De este modo, el canal con más alta calidad de canal utiliza un mayor libro de códigos que incluye más información de palabras de código.

Después de que se determine el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal, el módulo de asignación de libro de códigos de información de estado de canal 350, en la forma de realización, puede generar un libro de códigos de Grassmannian mediante un algoritmo de Lloyd y utilizar el libro de códigos como un libro de códigos de información de estado de canal. Puede ser entendible que, en otra forma de realización, el libro de códigos de información de estado de canal puede generarse a través de un GLA.

Conviene señalar que, en una forma de realización, el resultado de la asignación de bits de retorno de información de canal puede enviarse directamente a la estación BS; en otra forma de realización, el resultado de asignación de bits de retorno de información de canal puede enviarse a un aparato de reenvío y el aparato de reenvío remite el

resultado a la estación BS.

El módulo de determinación de palabra de código de retorno 370 está configurado para determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal generado por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 350.

Después de que el libro de códigos de información de estado de canal se genere por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 350, necesita encontrarse una mejor palabra de código como una palabra de código de retorno para la información de estado de canal que ha de realimentarse con el fin de efectuar el retorno de la información de estado de canal en un libro de códigos de un tamaño  $2^k$  (k es el número asignado de bits de retorno de información de canal). De este modo, la palabra de código de retorno puede realimentar la información de estado de canal lo más completa posible.

Las distancias cordales entre cada una de las palabras de código en el libro de códigos y la matriz de información de dirección de canal estimada por el módulo de estimación de canal 310 son objeto de comparación, teniendo una palabra de código la más corta distancia cordal a la matriz de información de dirección de canal se utiliza como una palabra de código de retorno y el número de índice de la palabra de código de retorno se envía a la estación BS. A modo de ejemplo, si la 16ª palabra de código se utiliza como una palabra de código de retorno, el número de índice "16" se realimenta a la estación BS y la BS encuentra la palabra de código correspondiente al número de índice "16" y obtiene la información de estado de canal realimentada por la palabra de código.

Las etapas de selección de una palabra de código en función de la distancia cordal han sido detalladas en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repiten aquí en consecuencia.

El segundo módulo de envío 390 está configurado para enviar un número de índice del código de retorno.

Conviene señalar que, en una forma de realización, el número de índice de la palabra de código de retorno puede enviarse directamente a la BS; en otra forma de realización, el número de índice de la palabra de código de retorno puede enviarse a un aparato de reenvío y el aparato de reenvío remite el número de índice a la estación BS.

Conviene señalar que, después de que el primer módulo de envío 330 realimente el resultado de asignación a la estación BS, la estación BS adquiere el número de bits de retorno de información de canal asignados al canal entre la BS y la MS y genera un libro de códigos de información de estado de canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos de información de estado de canal tiene el mismo tamaño que el libro de códigos de información de estado de canal en la estación MS.

Puesto que las estaciones BS y MS están concordantes en el libro de códigos, la BS puede buscar el libro de códigos en función del número de índice recibido para obtener la palabra de código de retorno y obtiene la información de estado de canal del canal de enlace descendente en función de la palabra de código de retorno.

Mediante las soluciones técnicas anteriores de la presente invención, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de forma dinámica, en función del resultado de estimación de canal, el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal se determina en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, un libro de códigos del mismo tamaño se genera en la BS y en la MS simultáneamente para el mismo canal y una palabra de código para realimentar la información de estado de canal se determina en el libro de códigos. Para un número total dado de bits de retorno de información de canal, la estación MS asigna, de modo dinámico, los bits de retorno de información de canal a diferentes canales de forma más razonable y hace mejor uso de la ganancia de retorno. En una forma de realización de la presente invención, más estaciones BSs pueden participar en la comunicación de Co-MIMO y se asignan los bits de retorno de información de canal y el libro de códigos de información de estado de canal se procesa para cada estación BS coordinadora en lugar de considerar todas las estaciones BSs coordinadoras como una "súper BS". En función del estado del canal entre cada BS coordinadora y la MS, el procesamiento es flexible y se mejora la flexibilidad del procesamiento.

Según se ilustra en la Figura 11, una estación BS, se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. La estación BS incluye un primer módulo de recepción 420, un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430, un segundo módulo de recepción 440, un módulo de determinación de palabra de código de retorno 450 y un módulo de diseño de precodificación 460.

El primer módulo de recepción 420 está configurado para recibir un resultado de asignación dinámica enviado por una MS, en donde el resultado de asignación dinámica es un resultado de la asignación por la MS del número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de manera dinámica, en función de la calidad del canal.

En un sistema celular con retorno finito, el número total de bits asignados es un número finito preestablecido. En un sistema de comunicación de Co-MIMO, la calidad de cada canal no es completamente la misma. Mediante una política preestablecida de asignación dinámica de bits, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales de calidad diferente, lo que hace mejor uso de la ganancia de retorno.

5 Diferentes niveles de la calidad de canal pueden reflejarse por diferentes valores de SINR. Por lo tanto, según el valor de SINR, mediante una política preestablecida de asignación dinámica de bits, diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a los canales de diferente relación SINR. El valor de SINR puede inferirse en función de la información tal como pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD o según una combinación de dicha información, en donde la pérdida de ruta, SNR en recepción o relación SINAD se obtiene mediante una estimación de canal o una medición en la MS.

10 El módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 está configurado para determinar el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal en función del resultado de asignación recibido por el primer módulo de recepción 420 y para generar un libro de códigos de información de estado de canal.

15 El libro de códigos de información de estado de canal generado por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 es el mismo que el libro de códigos de información de estado de canal generado en la MS en función del número de bits de retorno de información de canal asignados a cada canal. El libro de códigos de información de estado de canal se ha detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y no se repite aquí de nuevo.

20 El segundo módulo de recepción 440 está configurado para recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por una MS, en donde el número de índice es un identificador de una palabra de código de retorno.

25 La palabra de código de retorno se determina, en función de la información de estado de canal estimada mediante la estimación de canal, por la MS en el libro de códigos de información de estado de canal generado en la MS. El método de determinación se ha detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y por ello no se repite aquí de nuevo.

30 El módulo de determinación de palabra de código de retorno 450 está configurado para encontrar, en función del número de índice de palabra de código de retorno, una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal generado por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 y para obtener la información de estado de canal reenviada por la MS en la palabra de código de retorno.

35 El módulo de diseño de precodificación 460 está configurado para realizar el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal obtenida por el módulo de determinación de palabra de código de retorno.

40 Mediante las soluciones técnicas anteriores de la presente invención, un número diferente de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal de manera dinámica en función del estado del canal, un libro de códigos de información de estado de canal de un tamaño diferente se genera para cada canal en función del número asignado de bits de retorno de información de canal y se realiza el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal que se realimenta por la palabra de código de retorno y se proporciona por el libro de códigos de información de estado de canal. De este modo, se hace uso completo de la ganancia de retorno.

45 Según se ilustra en la Figura 12, una estación BS se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. La estación BS incluye un módulo de envío 410, un primer módulo de recepción 420, un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430, un segundo módulo de recepción 440, un módulo de determinación de palabra de código de retorno 450 y un módulo de diseño de precodificación 460.

50 El módulo de envío de información 410 está configurado para enviar información a la MS, en donde la información incluye la información relativa para la MS para realizar la estimación de canal.

55 La información de estimación de canal incluida en la información enviada por el módulo de envío 410 puede ser una señal piloto preestablecida en una forma de realización. De este modo, la MS puede estimar el canal entre MS y BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la señal piloto preestablecida en la información, con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, esto es, obtener un modelo de matriz de canales. En una forma de realización, la información a enviarse se divide en múltiples bloques de datos de antemano y múltiples señales piloto se interpolan entre los bloques de datos a intervalos.

60 En otra forma de realización, se añade una secuencia de formación en la información a enviarse de antemano para ocupar el lugar de la señal piloto. De este modo, después de recibir la información enviada por la BS, la MS puede estimar el canal entre MS y BS mediante un algoritmo de estimación de canal en función de la secuencia de formación, con el fin de obtener parámetros de modelos de canales, esto es, obtener un modelo de matriz de canales. La secuencia de formación, en una forma de realización, puede ser señales de bloques continuos separadas de la información enviada por la BS; la secuencia de formación, en otra forma de realización, puede insertarse, de forma promediada, en la información enviada por la BS.

65

Después de realizar la estimación de canal en función de la información enviada por la BS, la MS determina la calidad de cada canal en función del resultado de estimación de canal y asigna bits de retorno de información de canal al canal entre la MS y cada una de las diferentes estaciones BSs, de forma dinámica, en función del resultado de la estimación de canal. Es decir, la MS asigna diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales de diferente calidad de forma dinámica y realimenta el resultado de la asignación a la estación BS.

El primer módulo de recepción 420 está configurado para recibir el resultado de la asignación dinámica de bits enviado por una MS, en donde el resultado de la asignación es un resultado de la asignación, por la MS, del número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de manera dinámica, en función de un resultado de estimación de canal después de que la MS realice la estimación de canal en función de la información enviada por el módulo de envío de información 410.

El resultado de la asignación dinámica es un resultado obtenido mediante el proceso de que después de que la MS realice la estimación de canal en función de la información enviada por el módulo de envío de información 410, la MS determina la calidad de canal de cada canal en función del resultado de la estimación de canal y la MS asigna el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de manera dinámica. En función del resultado de estimación de canal, si un canal tiene más alta calidad, se asignan más bits de retorno de información de canal para el canal de módulo que se pueda soportar más información de estado de canal. De este modo, la estación BS puede obtener más información de estado de canal y aumentar la ganancia del receptor tomando una serie de acciones tal como reajustar la potencia de transmisión de la información. Si un canal tiene más baja calidad, un pequeño número de bits de retorno se asignan para el canal puesto que los bits de retorno de información de canal son suficientes para soportar la información de estado de canal del canal. De este modo, más bits de retorno de información de canal pueden ahorrarse y asignarse a los canales de más alta calidad.

El módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 está configurado para determinar el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal en función del resultado de asignación y para generar un libro de códigos de información de estado de canal.

El tamaño del libro de códigos de información de estado de canal C de un canal entre cada estación BS coordinadora y la MS depende del número de bits de retorno de información de canal asignados a este canal. A modo de ejemplo, si la estación MS asigna k bits de retorno de información de canal a un canal, el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal del canal es  $2^k$ . En la forma de realización de la presente invención, la MS asigna diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales con diferente calidad de canal y por lo tanto, los libros de códigos de información de estado de canal de diferentes tamaños se aplican a los canales con diferente calidad de canal. De este modo, el canal con más alta calidad de canal utiliza un mayor libro de códigos que incluye más información de palabras de código.

Después de que se determine el tamaño del libro de códigos de información de estado de canal, la estación BS en esta forma de realización puede generar un libro de códigos de Grassmannian mediante un algoritmo de Lloyd y utilizar este libro de códigos como un libro de códigos de información de estado de canal. Puede ser entendible que en otra forma de realización, el libro de códigos de información de estado de canal puede generarse mediante un GLA. En este caso, se puede generar un libro de códigos en el lado de la MS en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, en donde el libro de códigos es coherente con el libro de códigos en el lado de BS, lo que ha sido detallado en las formas de realización ilustradas en la Figura 3-Figura 5 y por ello no se repite aquí de nuevo.

El segundo módulo de recepción 440 está configurado para recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la MS, en donde el número de índice de palabra de código de retorno es un identificador de la palabra de código de retorno que se determina, en función de la información del estado de canal obtenida mediante la estimación de canal, por la MS en un libro de códigos de información de estado de canal generado en el lado de MS.

El módulo de determinación de palabra de código de retorno 450 está configurado para encontrar, en función del número de índice de palabra de código de retorno recibido por el segundo módulo de recepción 440, una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal generado por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 y obtener la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno en función de la palabra de código de retorno.

Puesto que las estaciones BS y MS están conformes sobre el libro de códigos, el módulo de determinación de libro de códigos de retorno 450 puede encontrar, en función del número de índice recibido por el módulo de recepción 440, una mejor palabra de código (esto es, palabra de código de retorno) determinada por la estación MS en el libro de códigos de información de estado de canal generado por el módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal 430 y puede obtener la información de estado de canal del canal de enlace descendente entre la BS y la MS en función de la palabra de código de retorno.

El módulo de diseño de precodificación 460 está configurado para realizar el diseño de precodificación en función de

la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno determinada por el módulo de determinación de palabra de código de retorno 450.

5 Después de que un aparato de envío y procesamiento de información recoja toda la información de estado de canal realimentada por la MS, el módulo de diseño de precodificación 460 inicia la realización del diseño de precodificación. Es decir, después de que la MS realimente información de estado de canal de canales entre la MS y todas las estaciones BSs coordinadoras al aparato de envío y procesamiento de información, el módulo de diseño de precodificación 460 inicia la realización del diseño de precodificación.

10 En la forma de realización, el diseño de precodificación se basa en un algoritmo de precodificación lineal de cero forzado, a modo de ejemplo. En otra forma de realización, un algoritmo de precodificación lineal de cero forzado de ortogonalidad de bloques o un algoritmo de precodificación de filtro adaptado puede aplicarse a este respecto.

15 Puede ser entendible que, en otra forma de realización, un algoritmo de precodificación no lineal tal como el denominado algoritmo de codificación de paper dirty, un algoritmo de precodificación de cero forzado de envío o un algoritmo de precodificación de THP pueda aplicarse en su lugar, lo que trae consigo más complejidad de puesta en práctica.

20 Mediante las soluciones técnicas anteriores, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal de manera dinámica, en función del resultado de estimación de canal, el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal se determina en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, un libro de códigos del mismo tamaño se genera en la estación BS y en la MS simultáneamente para el mismo canal y una palabra de código para realimentar información de estado de canal se determina en el libro de códigos. Para un número total dado de bits de retorno de información de canal, la estación MS asigna, de forma dinámica, un número diferente de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad de forma más razonable y hace un mejor uso de la ganancia de retorno. En una forma de realización de la presente invención, más estaciones BSs pueden participar en la comunicación de Co-MIMO y los bits de retorno de información de canal se asignan y el libro de códigos de información de estado de canal se procesa para cada BS coordinadora en lugar de considerar todas las estaciones BSs coordinadoras como una "súper BS". Sobre la base del estado de canal entre cada BS coordinadora y la MS, el procesamiento es flexible y se mejora la flexibilidad del procesamiento.

35 Según se ilustra en la Figura 13, en otra forma de realización, la estación BS en la Figura 11 y Figura 12 puede incluir además:

un módulo de asignación de potencia 470, configurado para establecer un diferente factor de asignación de potencia para cada MS en función de una tabla de consulta preestablecida y asignar potencia a cada MS.

40 Mediante una tabla de consulta construida de antemano, después de que se mejore el rendimiento global del sistema mediante la asignación dinámica de bits de retorno de información de canal, se asigna un diferente factor de asignación de potencia a cada MS en función de la tabla de consulta fuera de línea dada a conocer en esta forma de realización y se asigna potencia a cada MS en función del factor de asignación de potencia. Una parte de la mayor ganancia de rendimiento de comunicación obtenida en el centro de la célula se transfiere a las estaciones MSs en el borde de la célula. De este modo, el rendimiento de las estaciones MSs en el borde de la célula se mejora sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula. La política de asignación de potencia ha sido detallada en la forma de realización ilustrada en la Figura 8 y por ello no se repite aquí de nuevo.

50 En las soluciones técnicas anteriores, sobre la base de la asignación de bits de retorno de información de canal a cada canal de manera dinámica, una política de asignación de potencia propuesta en una forma de realización de la presente invención se busca sobre la base de una tabla de consulta fuera de línea y se da a conocer un método para controlar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula y el rendimiento de las estaciones MSs en el borde de la célula de forma flexible. De este modo, un número diferente de bits de retorno de información de canal se asigna de forma dinámica en función de la diferente calidad de canal de la MS situada en un lugar diferente en la célula y la información de estado de canal se realimenta de manera más eficiente. Además, mediante una nueva política de asignación de potencia, se mejora el rendimiento de la comunicación de las estaciones MSs en el borde de la célula sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula.

60 Según se ilustra en la Figura 11, un sistema de comunicación de MIMO se da a conocer en una forma de realización de la presente invención. El sistema incluye:

al menos dos estaciones BSs (BS10 y BS20) y al menos una MS30.

65 La MS 30 está configurada para: realizar la estimación de canal en función de la información enviada por BS10 y BS20, es decir, la estimación de la matriz de canales entre MS30 y BS10 y la matriz de canales entre MS30 y BS20; asignar, de forma dinámica, diferentes números de bits de retorno de información de canal a los canales de diferente calidad en función de la calidad de cada canal, esto es, si un canal tiene más alta calidad, asignar más bits de



5 retorno de información de canal al canal y realimentar un resultado de asignación a BS10 y BS20; determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal en función del número de bits de retorno de información de canal asignados a cada canal y generar un libro de códigos de información de estado de canal y determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal generado, en función de la información de estado de canal incluida en una matriz de canales estimada mediante una estimación de canal y realimentar un número de índice para la palabra de código de retorno a BS10 y BS20.

10 Las estaciones BS10 y BS20 están configuradas para: enviar información a MS30, en donde la información incluye información de estimación de canal disponible para la estación MS30; recibir desde la MS30 el resultado de asignación del número de bits de retorno de información de canal; determinar, en función del resultado de la asignación, el número de bits de retorno de información de canal; determinar, en función del resultado de la asignación, el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de un canal que conduce a MS30 y generar un libro de códigos de información de estado de canal; recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por MS30 y encontrar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal en función del número de índice y realizar el diseño de precodificación en función de la información de estado de canal realimentada por la palabra de código de retorno.

20 En otra forma de realización, las estaciones BS10 y BS20 están configuradas, además, para asignar potencia a la MS en función de una tabla de consulta preestablecida. La política de asignación ha sido detallada en las formas de realización ilustradas en la Figura 7 y Figura 8 y no se repite aquí de nuevo.

25 La estructura y las funciones de la estación MS30 en una forma de realización, pueden ilustrarse como la forma de realización ilustrada en la Figura 9 o en otras formas de realización, puede ilustrarse como la realización ilustrada en la Figura 9 y Figura 10.

30 Las estructuras y las funciones de las estaciones BS10 y BS20, en una forma de realización, pueden ilustrarse como la forma de realización representada en la Figura 11; o bien, en otra forma de realización, puede ilustrarse como la forma de realización representada en la Figura 12 o en otra forma de realización, puede ilustrarse como la realización representada en la Figura 11 y la Figura 13 o en otra forma de realización, puede ilustrarse como se representa en la Figura 12 y la Figura 13.

Puede ser entendible que la calidad de canal de cada canal puede obtenerse mediante la estimación de canal o medición de canal en el lado de MS.

35 Mediante las soluciones técnicas anteriores, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal, de manera dinámica, en función del resultado de estimación de canal, el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal se determina en función del número asignado de bits de retorno de información de canal, un mismo libro de códigos generado en la estación BS y en la estación MS simultáneamente y una palabra de código para realimentar la información de estado de canal se determina en el libro de códigos. Para un número total dado de bits de retorno de información de canal, la estación MS asigna, de forma dinámica, diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad de forma más razonable y la estación BS hace mejor uso de la información de estado de canal obtenida para realizar el diseño de precodificación y hace mejor uso de la ganancia de retorno. En la forma de realización de la presente invención, cualquier número de estaciones BSs puede participar en la comunicación de Co-MIMO y los bits de retorno de información de canal se asignan y el libro de códigos de información de estado de canal se procesa para cada estación BS coordinadora en lugar de considerar todas las estaciones BSs coordinadoras como una "súper BS". Sobre la base del estado del canal entre cada estación BS coordinadora y la MS, el procesamiento es flexible y se mejora la flexibilidad del procesamiento.

50 Además, sobre la base de asignar bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, una política de asignación de potencia propuesta en otra forma de realización de la presente invención se busca sobre la base de una tabla de consulta fuera de línea y un método para controlar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula y el rendimiento de las estaciones MSs en el borde de la célula se da a conocer de forma flexible. De este modo, el número de bits de retorno de información de canal se asigna a cada canal de manera dinámica en función de la calidad de cada canal y la información de estado de canal se realimenta de forma más eficiente. Además, mediante una nueva política de asignación de potencia, el rendimiento de comunicación de las estaciones MSs en el borde de la célula se mejora, en gran medida, sin perjudicar el rendimiento de las estaciones MSs en el centro de la célula.

60 Mediante la descripción de las formas de realización anteriores, los expertos en esta técnica tendrán conocimiento claro de las formas de realización de la presente invención que pueden ponerse en práctica mediante hardware o software además de una plataforma de hardware universal necesaria o por intermedio de la combinación de hardware y de software. Por lo tanto, las soluciones técnicas de la presente invención o aportaciones a la técnica anterior pueden materializarse en un producto informático. El módulo de software o el producto informático del ordenador pueden memorizarse en un medio de memorización e incorpora varias instrucciones para que un dispositivo informático (a modo de ejemplo, ordenador personal, servidor o dispositivo de red) realice el método especificado en

cualquier forma de realización de la presente invención. Los medios de memorización pueden ser memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de ordenador, memoria de lectura solamente (ROM), memoria ROM eléctricamente programable, memoria ROM programable y eléctricamente borrable, registro, unidad de disco, disco móvil, CD-ROM o cualquier otra forma de medio de memorización bien conocida en esta técnica.

5

## REIVINDICACIONES

1. Un método de retorno de información de canal en un sistema de comunicación MIMO coordinado (Co-MIMO), con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, comprendiendo dicho método:
- 5 asignar (S101), por una estación móvil, un número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente, de manera dinámica, según la calidad de cada canal de enlace descendente;
- 10 determinar (S102), por la estación móvil, un tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal de enlace descendente según el número de bits de retorno de información de canal asignados a cada canal de enlace descendente de forma dinámica y generar, por la estación móvil, un libro de códigos de información de estado de canal;
- 15 determinar (S103), por la estación móvil, una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal según la información de estado de canal, en donde la palabra de código de retorno está diseñada para realimentar la información de estado de canal y
- 20 enviar (S104), por la estación móvil, un resultado de asignación del número de bits de retorno de información de canal a la estación base y enviar, por la estación móvil, un número de índice de la palabra de código de retorno a la estación base, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno;
- en donde la etapa de asignación del número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, según la calidad del canal, comprende:
- 25 asignar diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de calidad diferente según una política preestablecida de asignación dinámica de bits.
2. El método de retorno de información de estado de canal según la reivindicación 1, en donde: antes de determinar la palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal según la información de estado de canal, el método comprende, además:
- 30 realizar una estimación de canal para cada canal de enlace descendente para obtener una matriz de canal de cada canal de enlace descendente y descomponer la matriz de canal para obtener una matriz de información de dirección de canal de cada canal de enlace descendente, en donde la matriz de información de dirección de canal de cada canal de enlace descendente comprende la información de estado de canal de cada canal.
- 35
3. El método de retorno de información de estado de canal según la reivindicación 2, en donde:
- 40 la palabra de código de retorno es una palabra de código que tiene la más corta distancia cordal a la matriz de información de dirección de canal, en el libro de códigos de información de estado de canal.
4. Un método de procesamiento de información en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, cuyo método comprende:
- 45 recibir, por una estación base, un resultado de asignación dinámica enviado por una estación móvil, en donde el resultado de asignación dinámica es un resultado de la asignación por la estación móvil del número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente, de manera dinámica, según la calidad de cada canal de enlace descendente; en donde la etapa de asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal, de forma dinámica, según la calidad del canal comprende: asignar diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferente calidad según una política preestablecida de asignación dinámica de bits;
- 50
- 55 determinar, por una estación base, un tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal según el resultado de la asignación y generar un libro de códigos de información de estado de canal;
- 60 recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación móvil, encontrar una palabra de código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal según el número de índice de palabra de código de retorno y obtener información de estado de canal realimentada por la estación móvil a partir de la palabra de código de retorno, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno y
- 65 realizar un diseño de precodificación según la información de estado de canal.
5. El método de procesamiento de información según la reivindicación 4, en donde: después de realizar el diseño

de precodificación en función de la información de estado de canal, el método comprende, además:

establecer un factor de asignación de potencia diferente para cada estación móvil según una tabla de consulta preestablecida y asignar una potencia a cada estación móvil.

5 **6.** Una estación móvil, en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados, en el sistema celular, es un número finito preestablecido, comprendiendo la estación móvil:

10 un módulo de asignación dinámica de bits (320), configurado para asignar el número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente de manera dinámica, según la calidad de cada canal de enlace descendente;

15 un primer módulo de envío (330), configurado para enviar un resultado de asignación del número de bits de retorno de información de canal a una estación base;

20 un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal (350), configurado para determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal de cada canal de enlace descendente según el número de bits de retorno de información de canal asignados por el módulo de asignación dinámica de bits (320) y generar un libro de códigos de información de estado de canal;

un módulo de determinación de palabra de código de retorno (370), configurado para determinar una palabra de código de retorno en el libro de códigos de información de estado de canal según la información de estado de canal, en donde la palabra de código de retorno está diseñada para realimentar la información de estado de canal y

25 un segundo módulo de envío (390), configurado para enviar un número de índice de palabra de código de retorno determinado por el módulo de determinación de palabra de código de retorno a la estación base, en donde el número de índice es un identificador de la palabra de código de retorno;

30 en donde el módulo de asignación dinámica de bits (320), está configurado para asignar diferentes números de bits de retorno de información de canal a canales de diferentes calidades según una política preestablecida de asignación dinámica de bits.

35 **7.** Una estación móvil, según la reivindicación 6, que comprende, además, un módulo de estimación de canal (310) para estimar canales, en donde el módulo de estimación de canal comprende:

una unidad de estimación (311), configurada para efectuar una estimación de canal para cada canal para obtener una matriz de canal del canal y

40 una unidad de descomposición (312), configurada para descomponer la matriz de canal para obtener una matriz de información de dirección de canal de cada canal, en donde la matriz de información de dirección de canal de cada canal comprende la información de estado de canal de cada canal.

**8.** La estación móvil según la reivindicación 7, en donde:

45 la palabra de código de retorno es una palabra de código que tiene la distancia cordal más corta a la matriz de información de dirección de canal en el libro de códigos de información de estado de canal.

50 **9.** Una estación base, en un sistema de comunicación Co-MIMO con retorno finito, en donde el número total de bits asignados en el sistema celular es un número finito preestablecido, comprendiendo la estación base:

un primer módulo de recepción (420), configurado para recibir un resultado de asignación dinámica enviado por una estación móvil, en donde el resultado de asignación dinámica es un resultado de asignación por la estación móvil del número de bits de retorno de información de canal a cada canal de enlace descendente, de manera dinámica, según la calidad de cada canal de enlace descendente; en donde diferentes números de bits de retorno de información de canal se asignan a canales de diferentes calidades según una política preestablecida de asignación dinámica de bits;

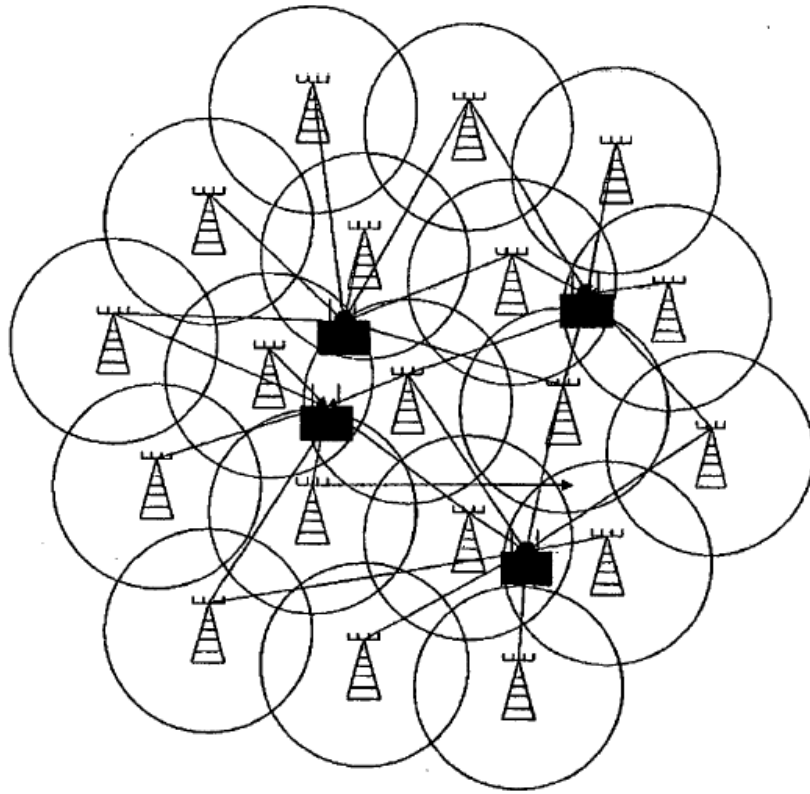
60 un módulo de generación de libro de códigos de información de estado de canal (430), configurado para determinar el tamaño de un libro de códigos de información de estado de canal según el resultado de asignación y generar un libro de códigos de información de estado de canal;

un segundo módulo de recepción (440), configurado para recibir un número de índice de palabra de código de retorno enviado por la estación móvil, en donde el número de índice es un identificador de una palabra de código de retorno;

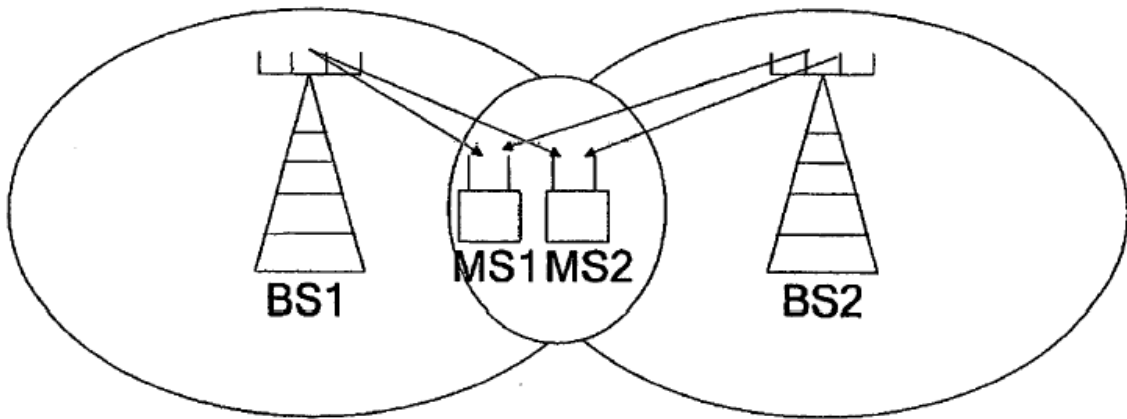
65 un módulo de determinación de palabra de código de retorno (450), configurado para encontrar una palabra de

código de retorno correspondiente en el libro de códigos de información de estado de canal según el número de índice de palabra de código de retorno recibido por el segundo módulo de recepción y obtener información de estado de canal reenviada por la estación móvil a partir de la palabra de código de retorno y

- 5 un módulo de diseño de precodificación (460), configurado para realizar un diseño de precodificación según la información de estado de canal obtenida por el módulo de determinación de palabra de código de retorno (450).
- 10.** La estación base según la reivindicación 9 que comprende, además:
- 10 un módulo de asignación de potencia (470), configurado para establecer un factor de asignación de potencia diferente para cada estación móvil según una tabla de consulta preestablecida y asignar una potencia a cada estación móvil.
- 11.** Un sistema de comunicación de entradas múltiples y de salidas múltiples (MIMO) que comprende al menos dos estaciones base según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10 y al menos una estación móvil según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8.



**FIG. 1**



**FIG. 2**

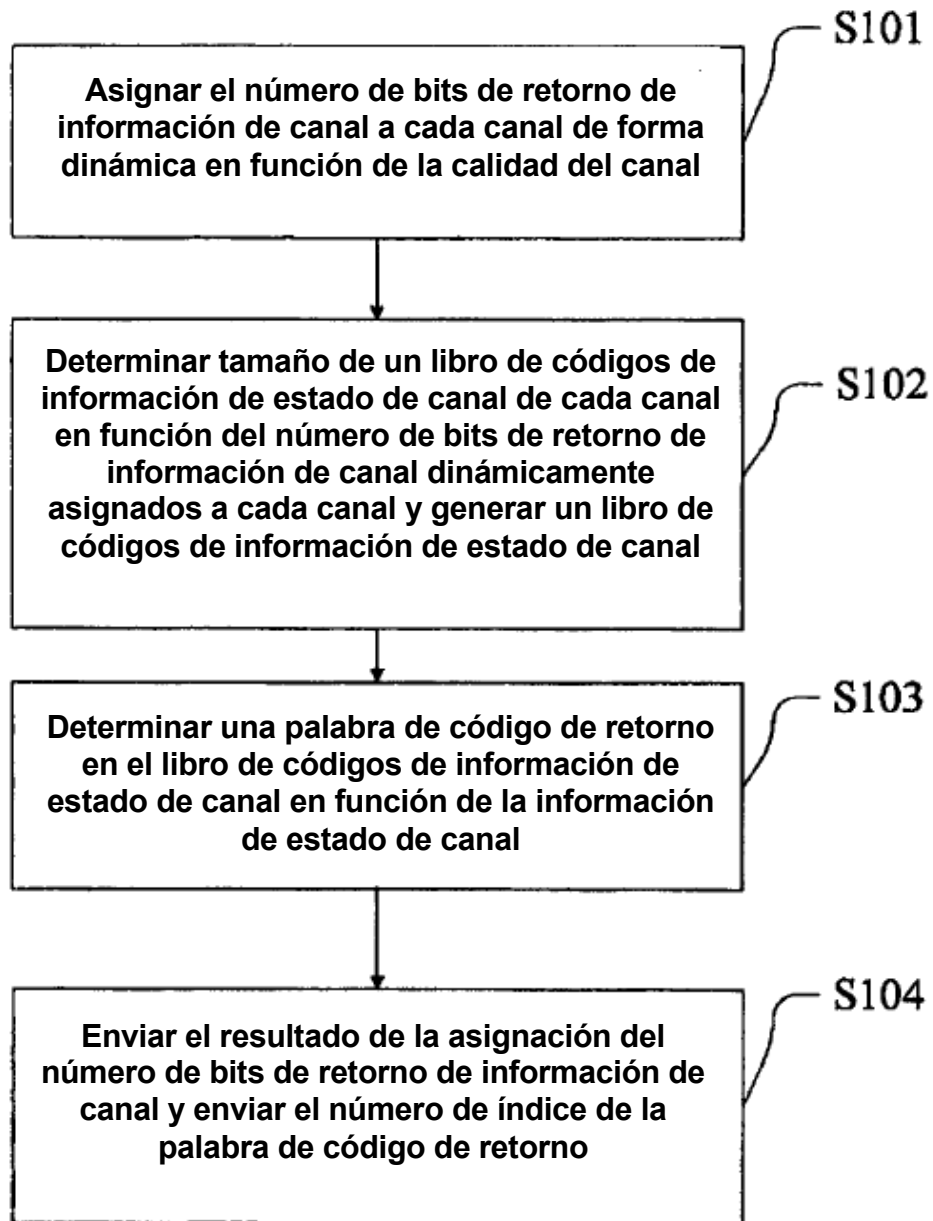


FIG. 3

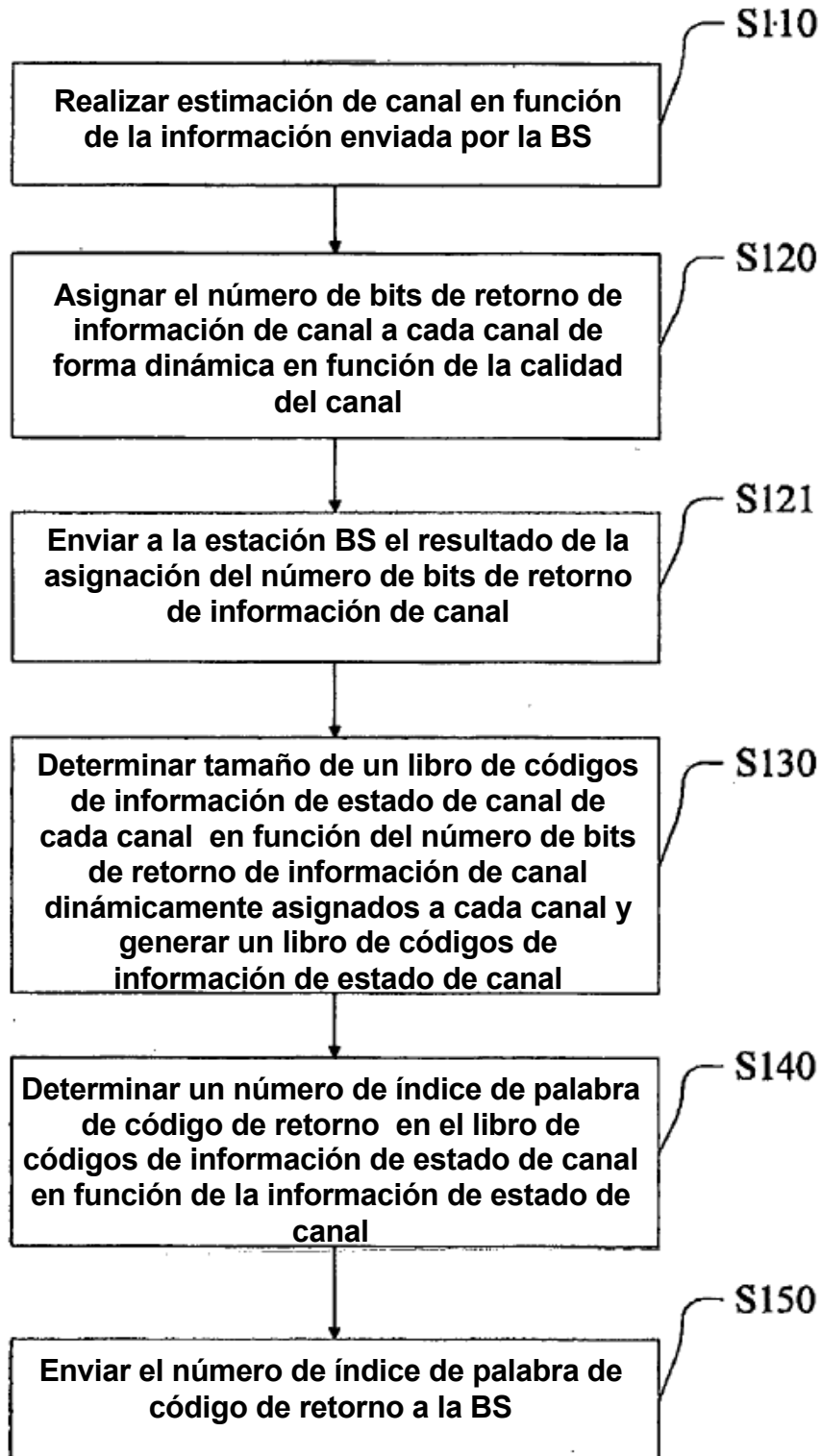


FIG. 4



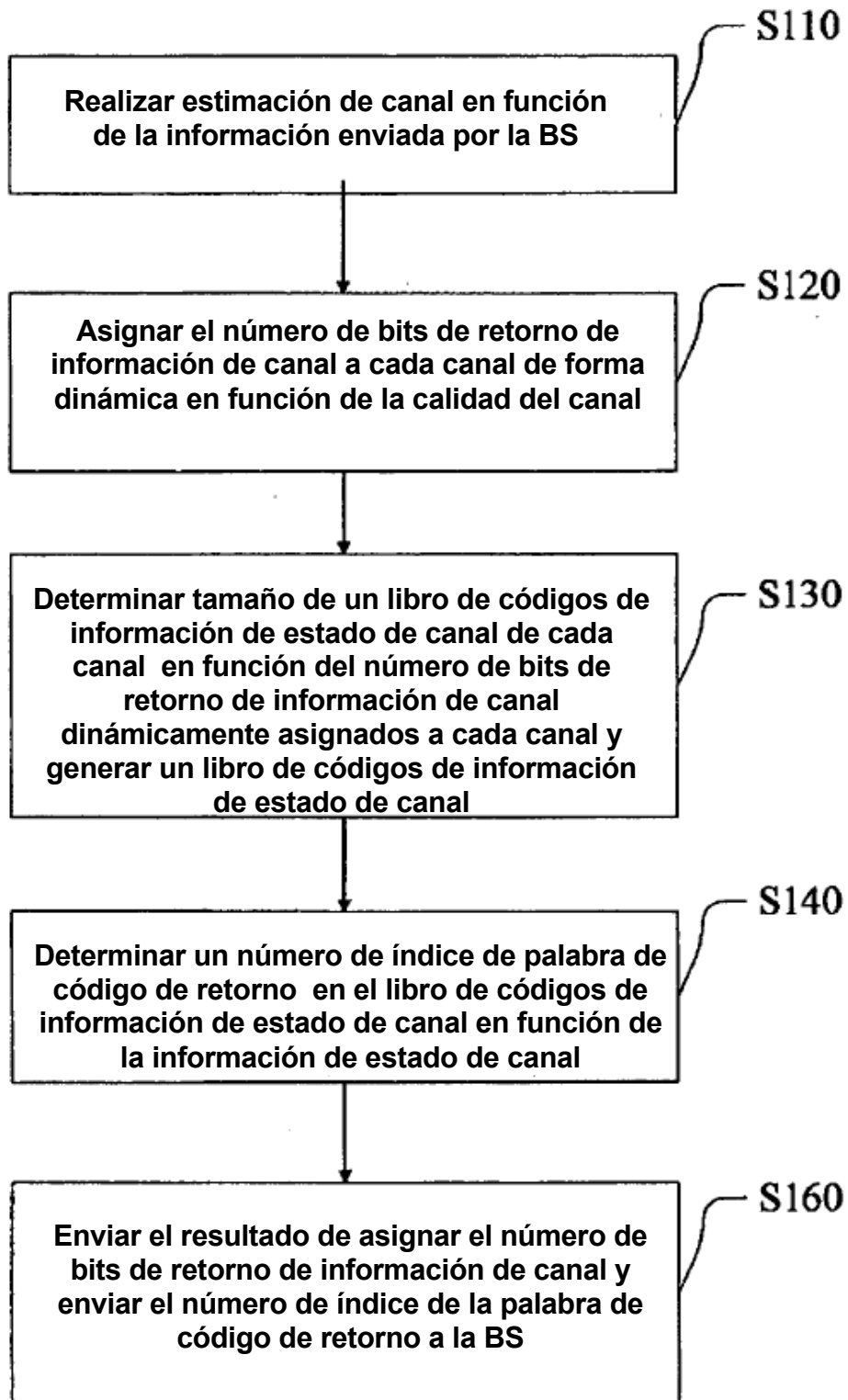


FIG. 5

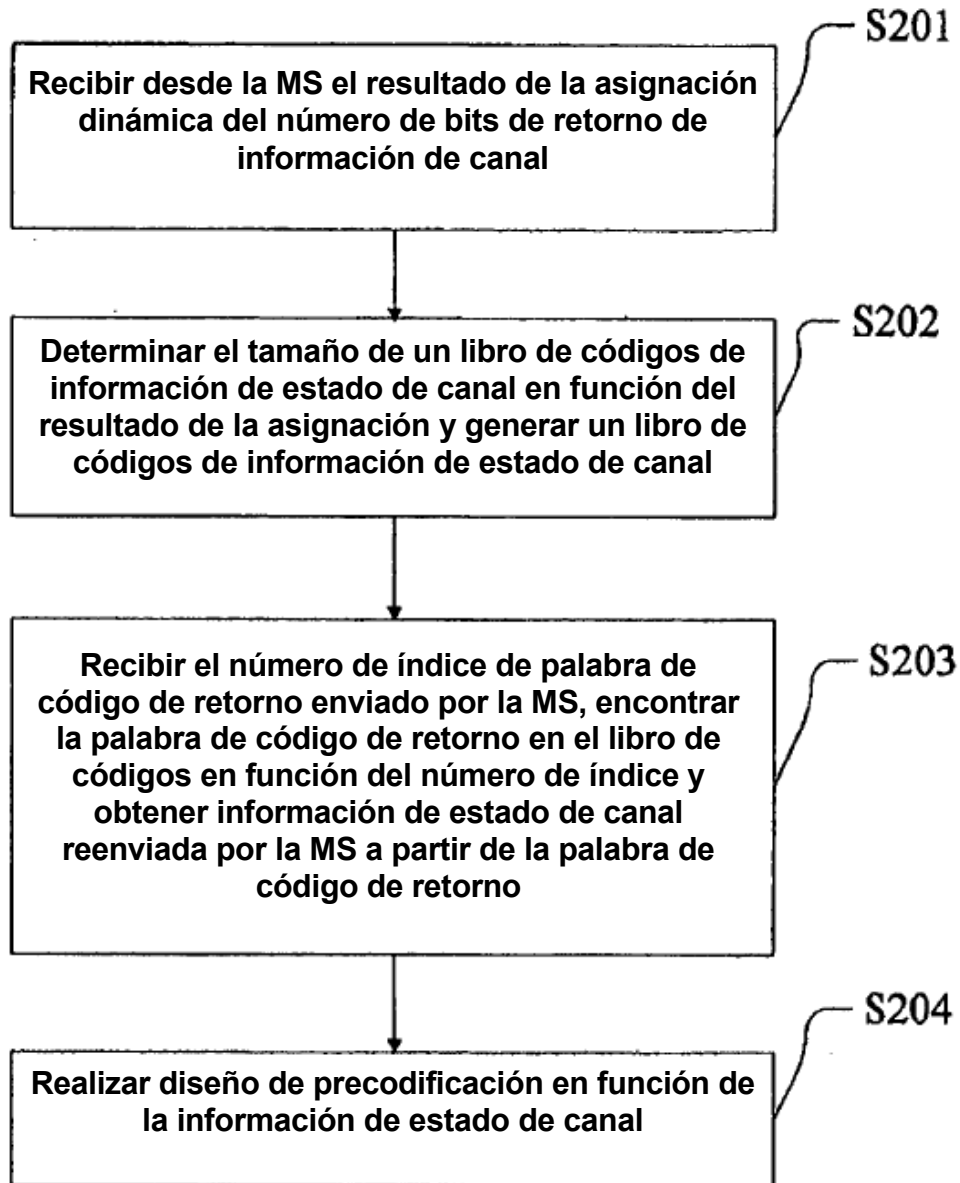


FIG. 6

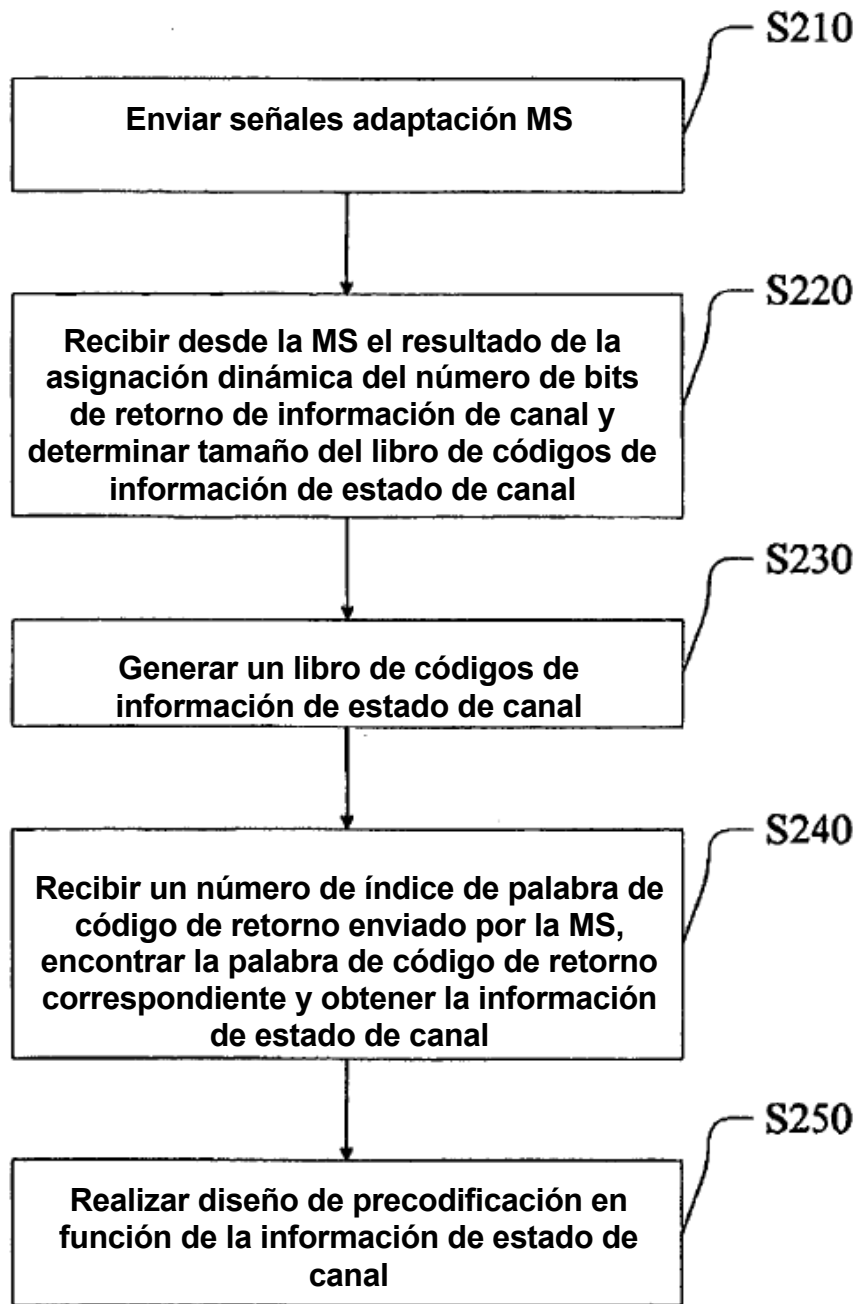


FIG. 7

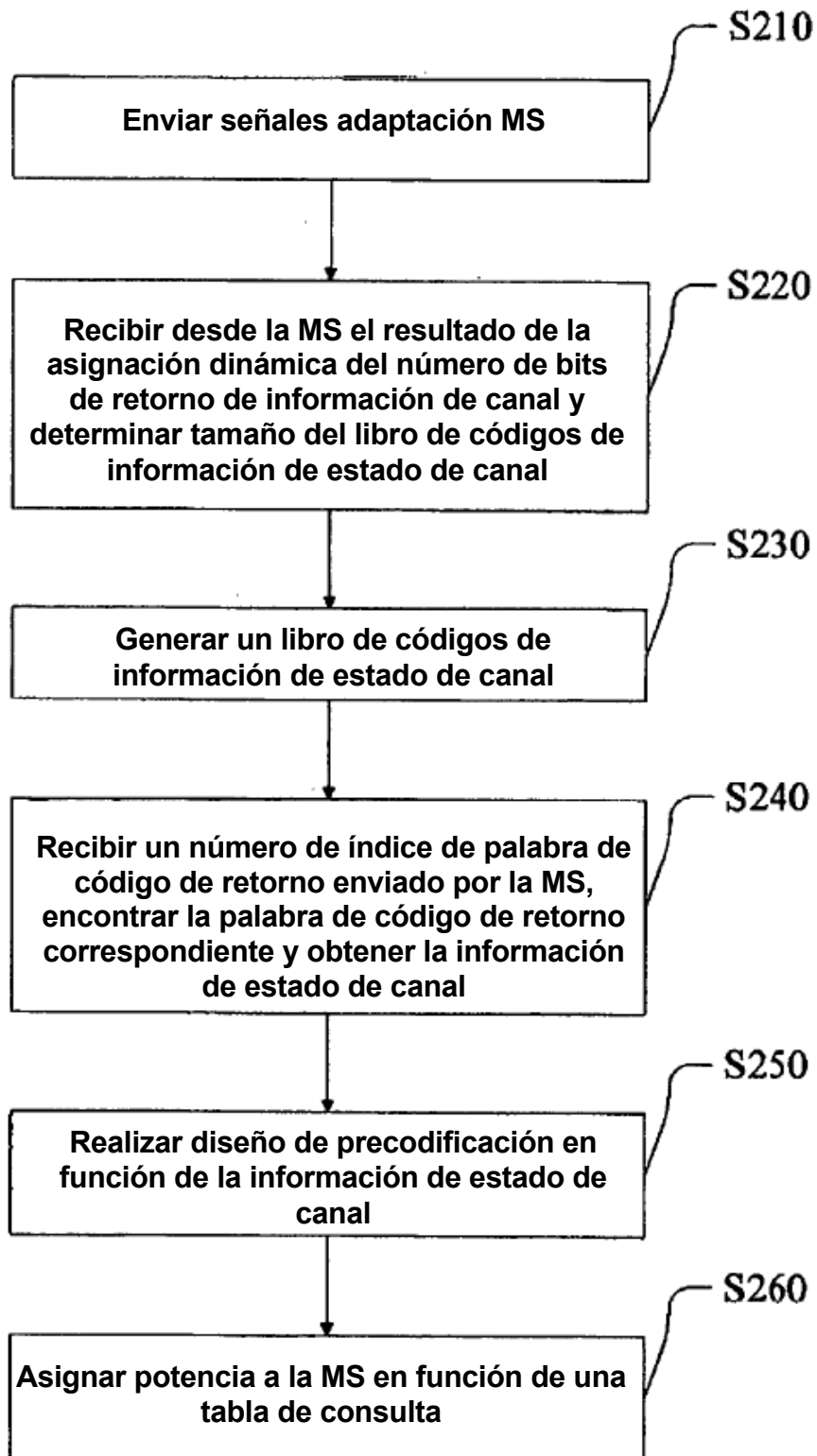


FIG. 8

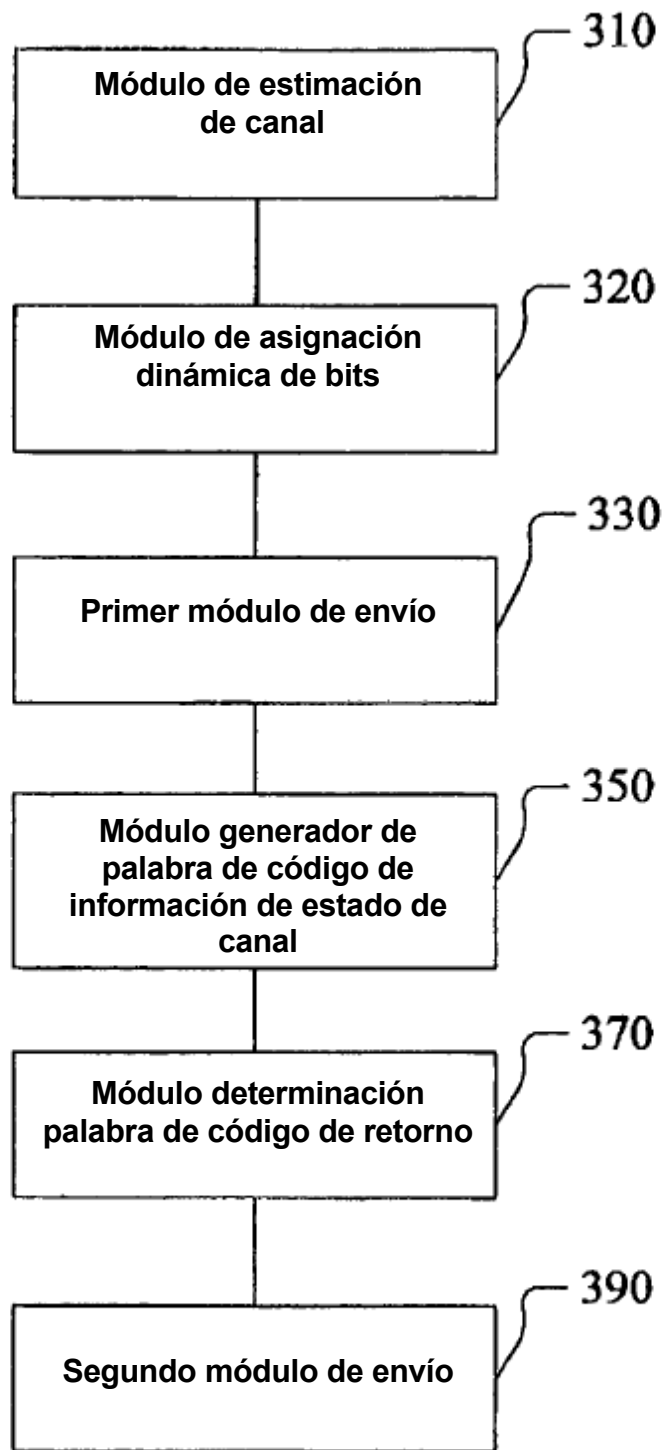


FIG. 9

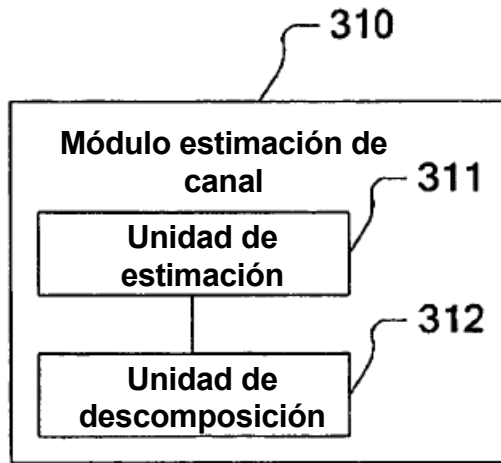


FIG. 10

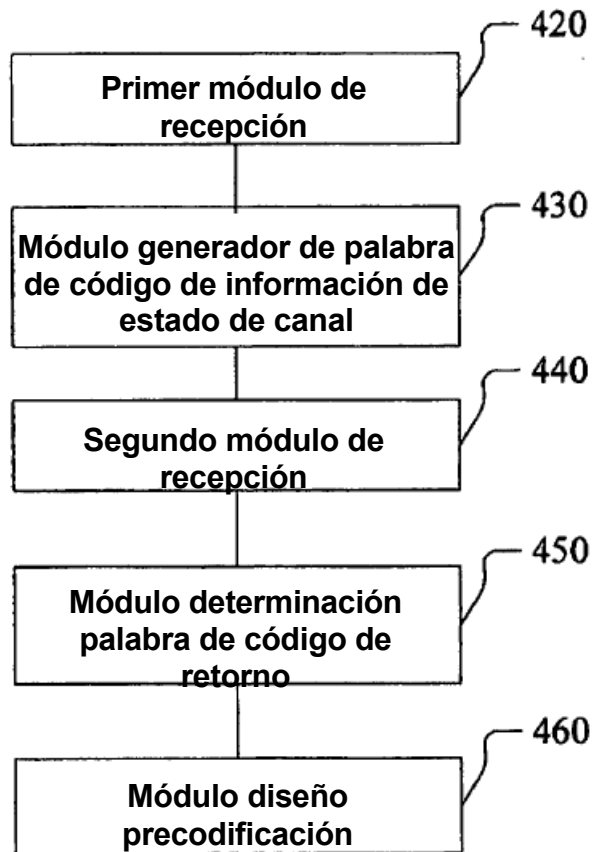


FIG. 11

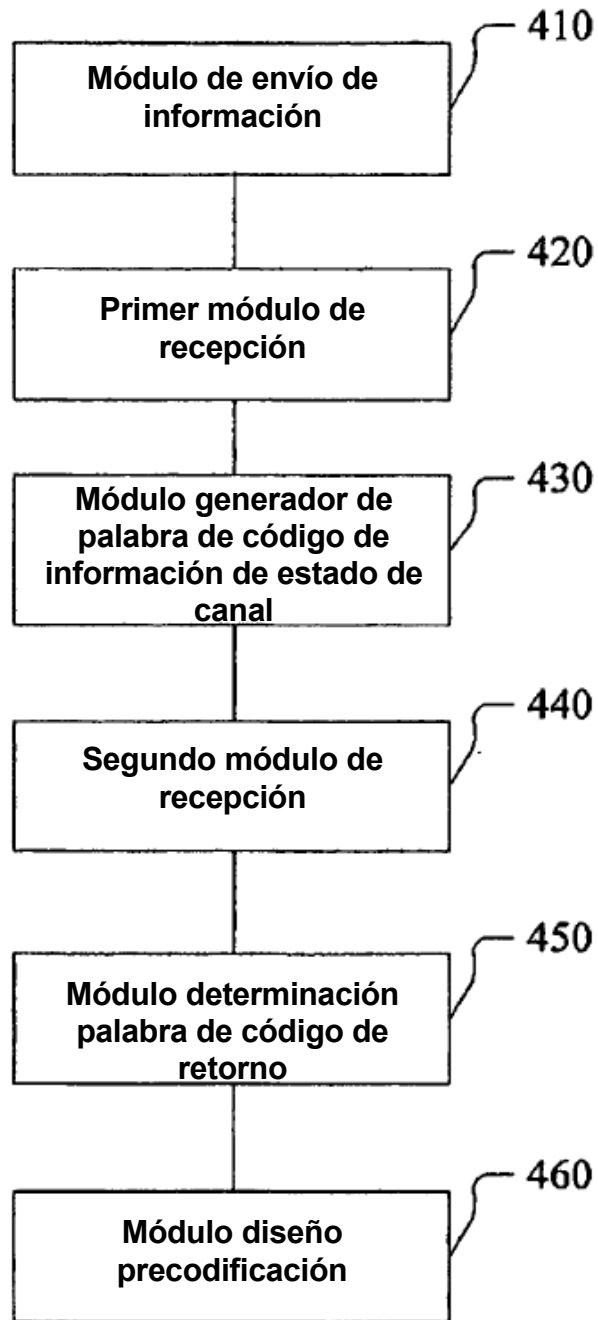


FIG. 12

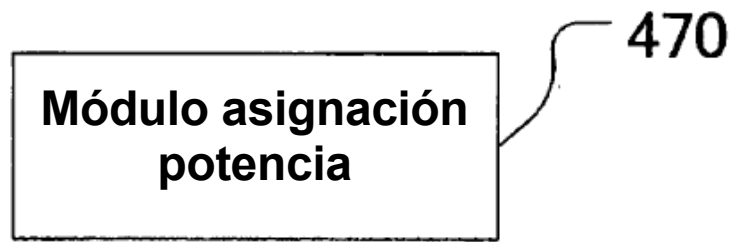


FIG. 13

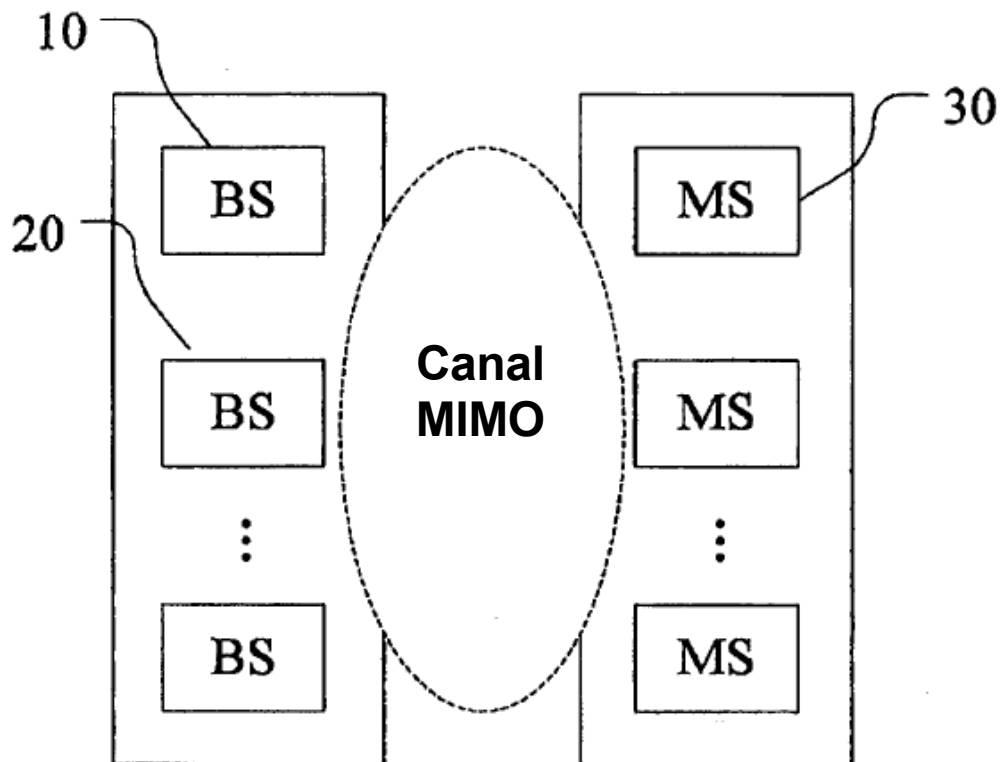


FIG. 14



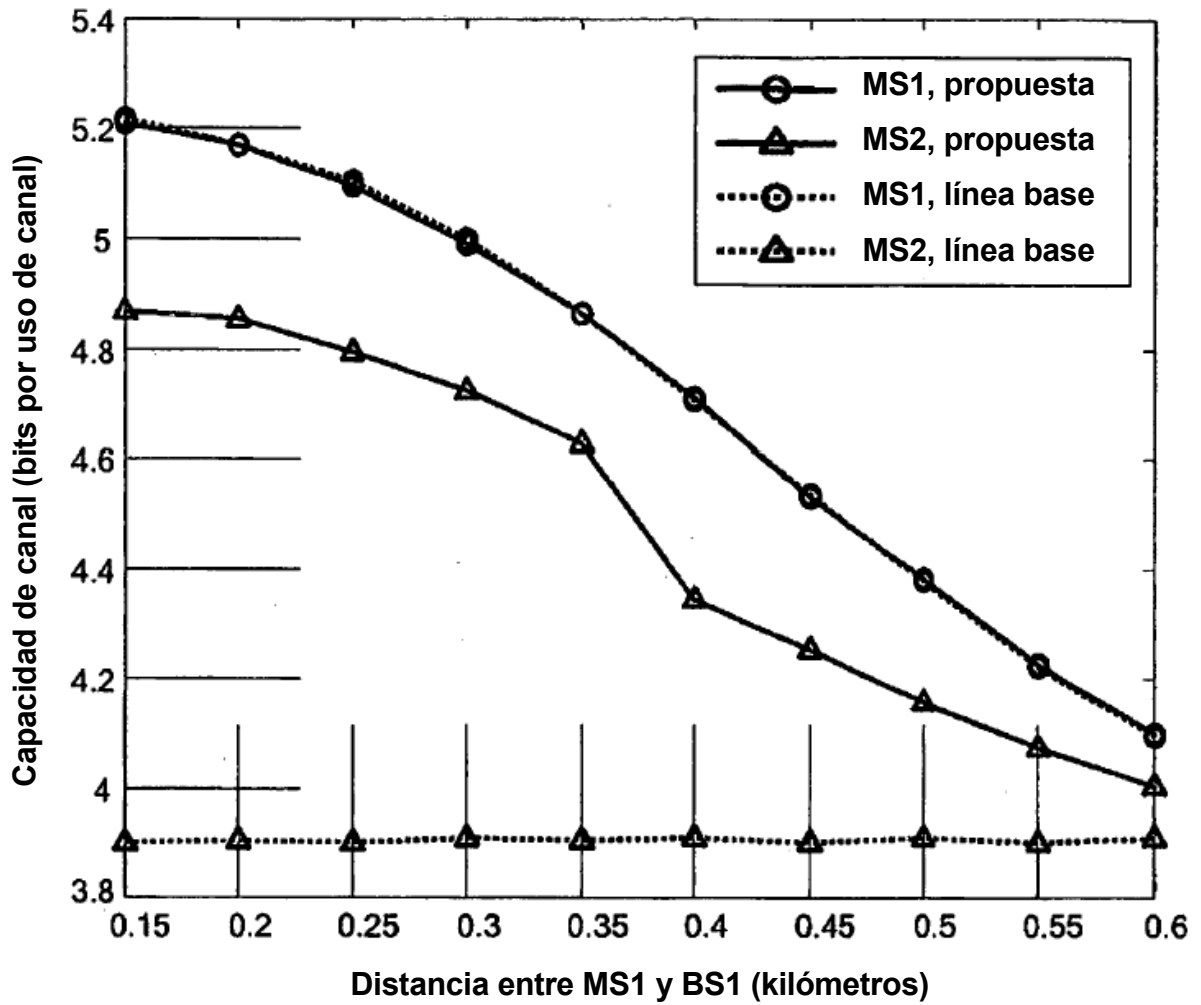


FIG. 15

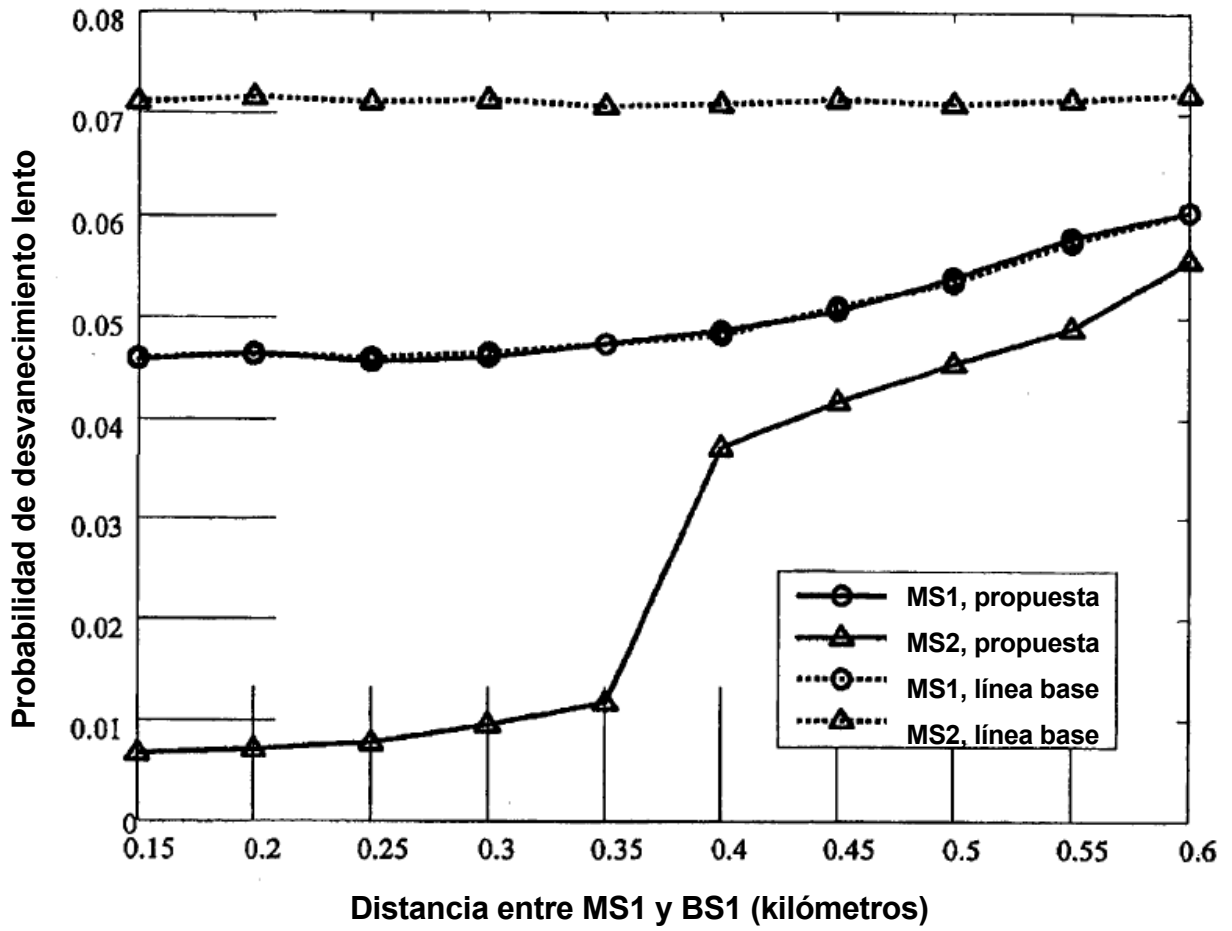


FIG. 16

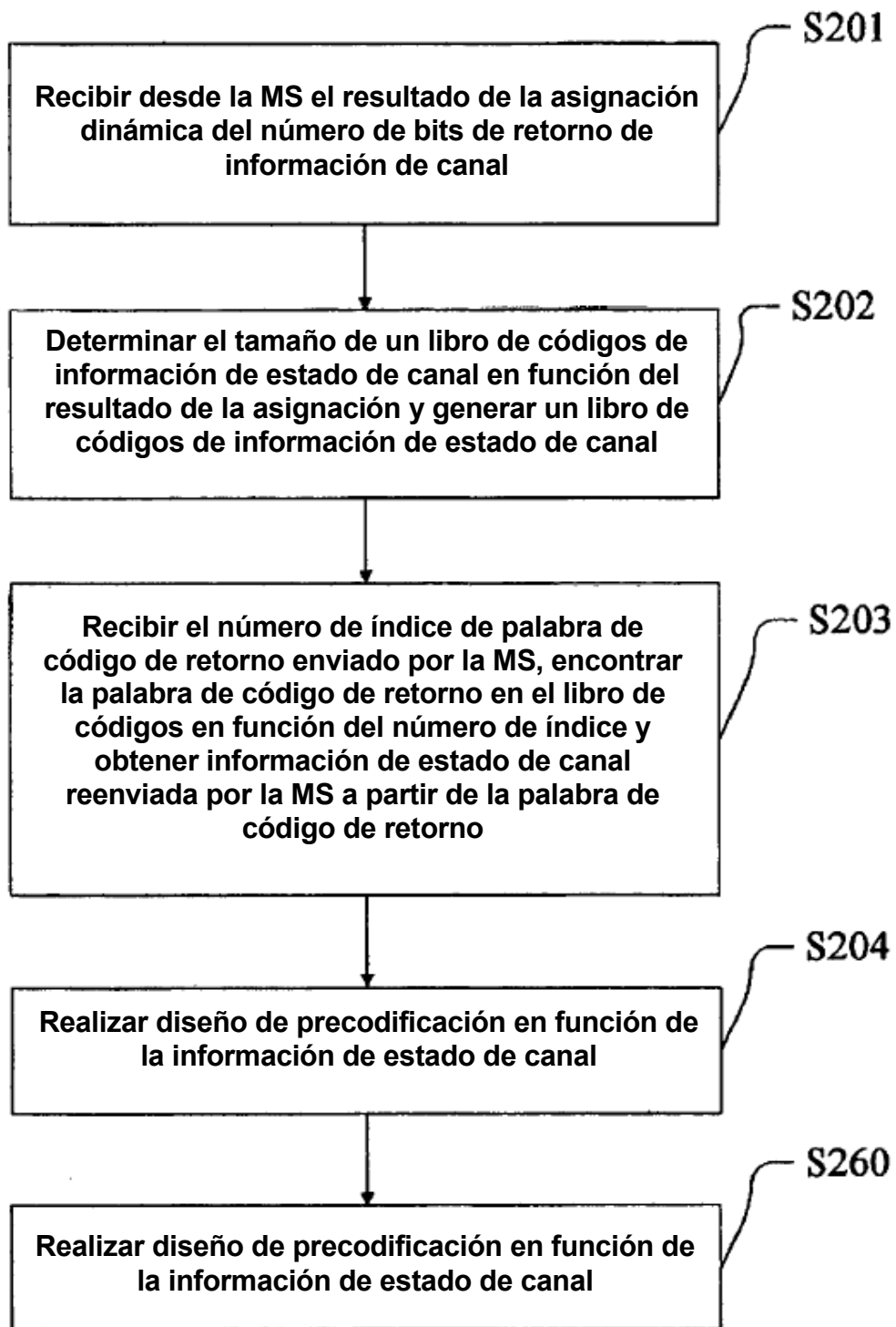


FIG. 17