

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 729**

51 Int. Cl.:

G10L 19/008 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2007 E 07745765 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2002425**

54 Título: **Codificador de señal de audio y descodificador de señal de audio**

30 Prioridad:

03.04.2006 US 788092 P
07.04.2006 US 789874 P
13.04.2006 US 791432 P
21.07.2006 US 832390 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2016

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, YEUIDO-DONG YEONGDEUNGPO-GU
SEOUL 150-721, KR

72 Inventor/es:

OH, HYEN O;
PANG, HEE SUK;
KIM, DONG SOO;
LIM, JAE HYUN y
JUNG, YANG WON

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 586 729 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

Codificador de señal de audio y decodificador de señal de audio.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al procesado de señales de medios, y más particularmente, a un método para procesar una señal de medios y a un aparato para ello.

10 **Antecedentes de la técnica**

En general, en el caso de una señal de medios, un codificador comprime una señal multicanal en una señal de submezcla (*downmix*) de tipo monofónico o estereofónico, en lugar de comprimir cada señal multicanal. A continuación, el codificador transfiere la señal de submezcla comprimida e información espacial o datos de extensión a un decodificador o los almacena en un soporte de almacenamiento. Además, el decodificador reconstruye multicanales originales utilizando la señal de submezcla comprimida y la información espacial.

El número de canales que puede ser comprimido y reconstruido básicamente por el codificador y el decodificador está preestablecido. En la configuración de N-M-N canales, considerando que "N" frontales es el número de canales a transferir por un codificador, que "M" es el número de señales de submezcla comprimidas, y que "N" traseros es el número de canales a reconstruir por un decodificador, el codificador y el decodificador básicamente proporcionan una configuración de 5-1-5 canales, una configuración de 5-2-5 canales, una configuración de 7-2-7 canales, una configuración de 7-5-7 canales, etc. En caso de un número de canales menor que la configuración de canales soportada por el codificador, los canales se mapean con una estructura de canales soportada por el codificador y a continuación los mismos se codifican. En particular, en caso de que en el codificador se introduzcan menos canales que los soportados por un codificador, la codificación se lleva a cabo suponiendo que los canales equivalentes a una diferencia entre el número de canales comprimibles por el codificador y el número de canales introducidos en el codificador presentan un valor virtual. En este caso, el codificador genera información espacial requerida para que un decodificador reconstruya los canales que tienen el valor virtual, y a continuación transfiere la información espacial generada al decodificador. El documento WO 2007/007263 A2 describe un método para codificar y decodificar datos de audio que utiliza una estructura jerárquica de codificación/decodificación así como datos de audio paramétricos contenidos en un flujo continuo de datos transmitido.

35 **Exposición de los objetivos técnicos de la invención**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método y un aparato de procesado de señales de medios, por los cuales no se transfiere información espacial parcial requerida para reconstruir canales en caso de que un codificador intente transferir menos canales que los comprimibles básicamente.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un método y un aparato de procesado de señales de medios, por los cuales puede omitirse la decodificación destinada a la generación de un canal fijado a un valor virtual.

Solución técnica

45 En la presente invención, en caso de que un aparato de codificación intente transferir menos canales que los comprimibles básicamente, un valor de canal resultante de excluir del número de los canales básicamente comprimibles el número de canales a transferir se fija a un valor virtual. Además, no se transfiere información espacial requerida para reconstruir los canales equivalentes al valor virtual.

50 En la presente invención, un aparato de decodificación detecta qué canal está fijado a un valor virtual entre los canales a generar a partir de una señal de medios transferida y omite la decodificación destinada a la generación del canal fijado al valor virtual.

Efectos ventajosos

55 Tal como se ha mencionado en la anterior descripción, en concordancia con la presente invención, cuando un aparato de codificación transfiere menos canales que los comprimibles básicamente, se genera y transfiere información espacial correspondiente a un canal que tiene un valor válido. Por tanto, se puede evitar la transmisión innecesaria de bits.

60 De acuerdo con la presente invención, un aparato de decodificación detecta qué canal es válido entre canales a generar a partir de una señal de medios transferida, y a continuación lleva a cabo una decodificación solamente para la generación del canal válido. Por tanto, se puede reducir la cantidad de operaciones de decodificación para generar canales no válidos.

65

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es un diagrama de configuración de una señal de medios transferida a un aparato de descodificación por un aparato de codificación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.
- La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de medios que incluye aparatos de codificación y de descodificación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.
- 10 La figura 3 es un diagrama de bloques de una unidad de submezcla de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.
- La figura 4 es un diagrama de bloques de una unidad de generación de canales.
- 15 La figura 5 es un diagrama de un método para decidir un canal válido en un aparato de descodificación.

Modo óptimo para llevar a la práctica la invención

Para alcanzar éstas y otras ventajas y en concordancia con la finalidad de la presente invención, según se materializa y describe en términos generales, un método de descodificación de señales de audio de acuerdo con la presente invención incluye recibir una señal de submezcla e información espacial, incluyendo la señal de submezcla un canal válido que tiene la señal de audio y un canal no válido que tiene un valor virtual, en el que el valor virtual es cero, y detectar el canal válido de multicanales a generar a partir de la señal de submezcla y generar el canal válido detectado utilizando la señal de submezcla y la información espacial, en el que la detección del canal válido se lleva a cabo basándose en la información espacial usada para generar el canal válido. Para lograr adicionalmente estas y otras ventajas y en concordancia con la finalidad de la presente invención, se proporciona un método de codificación de submezcla de por lo menos N canales que comprende un método de codificación de señales de audio, incluyendo el método de codificación de señales de audio recibir canales cuyo número es menor que N, presentando los canales recibidos la señal de audio, y fijar a un valor virtual un valor de canal equivalente a una diferencia entre N y el número de canales recibidos, en donde el valor virtual es cero, y submezclar N canales que incluyen los canales recibidos que tienen la señal de audio y los canales que tienen el valor virtual, en donde el método comprende además fijar un valor de un parámetro espacial a un valor por defecto, de tal manera que un aparato de descodificación puede decidir un primer canal específico que tiene un valor válido y un segundo canal específico que tiene un valor virtual sobre la base del valor del parámetro espacial. Para lograr adicionalmente estas y otras ventajas y concordancia con la finalidad de la presente invención, un aparato de descodificación de señales de audio incluye una unidad de extracción configurada para extraer una señal de submezcla y una información espacial, incluyendo la señal de submezcla un canal válido que tiene la señal de audio y un canal no válido que tiene un valor virtual, en donde el valor virtual es cero, y una unidad de generación de canales configurada para detectar el canal válido entre multicanales a generar a partir de la información espacial, en donde la unidad de generación de canales está configurada para generar el canal válido detectado utilizando la señal de submezcla y la información espacial, en donde la unidad de generación de canales está configurada además para detectar el canal válido basándose en la información espacial utilizada para generar el canal válido. Para lograr adicionalmente estas y otras ventajas y en concordancia con la finalidad de la presente invención, se proporciona un aparato de codificación para submezclar por lo menos N canales que comprende un aparato de codificación de señales de audio, incluyendo el aparato de codificación de señales de audio una unidad de fijación de valores de canal configurada para recibir canales cuyo número es menor que N, teniendo los canales recibidos la señal de audio, y para fijar a un valor virtual un valor de canal equivalente a una diferencia entre N y el número de canales recibidos, en donde el valor virtual es cero, y una unidad de extracción de información espacial configurada para generar una señal de información espacial que incluye información indicadora de canales válidos que indica cuál de los N canales se corresponde con el canal recibido que tiene la señal de audio, y una unidad de submezcla configurada para submezclar N canales que incluyen los canales recibidos que tienen la señal de audio y los canales que tienen el valor virtual, en donde el aparato de codificación está configurado además para fijar un valor de un parámetro espacial a un valor por defecto, de tal manera que un aparato de descodificación puede decidir un primer canal específico que tiene un valor válido y un segundo canal específico que tiene un valor virtual sobre la base del valor del parámetro espacial.

Modo para la invención

A continuación se hará referencia detalladamente a las formas de realización preferidas de la presente invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. La presente invención se refiere a un método y un aparato de descodificación de señales de medios. En este caso, una señal de medios incluye una señal de audio o una señal de vídeo.

La figura 1 es un diagrama de configuración de una señal de medios transferida a un aparato de descodificación por un aparato de codificación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

65 En referencia a la figura 1, una señal de medios incluye una señal de submezcla 101 y una señal de información espacial 103. La señal de submezcla 101 es una señal generada a partir del submezclado de una señal de medios

5 multicanal. La señal de submezcla 101 se puede generar por medio de una unidad de submezcla (no mostrada en el dibujo) incluida en un aparato de codificación, o se puede generar de una manera artificial. La señal de medios existe en forma de un ES (flujo continuo elemental) que tiene tramas dispuestas en el mismo. La señal de submezcla 101 y la señal de información espacial 103 se pueden transferir a un aparato de descodificación en formas de ES independientes, de manera respectiva. Alternativamente, la señal de submezcla 101 y la señal de información espacial 103, según se muestra en la figura 1, se pueden transferir al aparato de descodificación combinándolas en una forma de ES.

10 La señal de información espacial 103 se extrae cuando se submezcla una señal de medios multicanal. La señal de información espacial 103 es utilizada por un aparato de descodificación en la reconstrucción de una señal de medios multicanal original a partir de la señal de submezcla 101 que está comprimida.

15 El aparato de codificación puede generar la señal de información espacial 103 submezclando todas las señales de medios multicanal introducidas en el mismo. Sin embargo, en caso de que en el aparato de codificación se introduzcan canales cuyo número sea menor que el correspondiente de los canales soportados por el aparato de codificación, se supone que los canales correspondientes al número resultante de excluir del número de los canales soportados por el aparato de codificación el número de los canales introducidos, tienen un valor virtual. Por tanto, no se genera la señal de información espacial 103 correspondiente al canal que tiene el valor virtual. Aun cuando se genera la señal de información espacial 103 correspondiente al canal que tiene el valor virtual, la misma no se puede transferir al aparato de descodificación. Además, el aparato de codificación puede representar la información espacial correspondiente al canal que tiene el valor virtual, de una manera sencilla utilizando un valor por defecto o un valor extremo.

25 En la señal de información espacial 103 se pueden incluir un parámetro espacial, información indicadora de canales válidos, información de estructuras de árbol, y similares. El parámetro espacial es la información que indica una relación entre señales multicanal. El parámetro espacial incluye CLD (diferencias de nivel de canal) que indican una diferencia de energía entre señales de medios, ICC (correlaciones entre canales) que indican correlaciones o similitud entre señales de medios, CPC (coeficientes de predicción de canales) que indican un coeficiente para predecir un valor de una señal de medios utilizando diferentes señales, o similares.

30 La señal de información espacial 103 incluye información que indica si un canal introducido en un aparato de codificación es el canal que tiene un valor válido o el canal que tiene un valor virtual generado para soportar una configuración básica de un aparato de codificación en caso de que se introduzcan canales cuyo número sea menor que el correspondiente para una configuración de canales del aparato de codificación. En lo sucesivo en la presente, a la información que indica si un canal introducido en un aparato de codificación no tiene un valor virtual sino un valor válido, se la denomina información indicadora de canales válidos. La información indicadora de canales válidos se puede incluir en un encabezamiento 105 o trama espacial 107 de la señal de información espacial 103. La información espacial es la información extraída en el transcurso del submezclado de una señal de canal de acuerdo con una estructura de árbol determinada. En este caso, estructura de árbol determinada significa la estructura de árbol acordada entre un aparato de descodificación y un aparato de codificación. La señal de información espacial 103 puede incluir información de estructuras de árbol. La información de estructuras de árbol es la información correspondiente a un tipo de la estructura de árbol. De acuerdo con el tipo de la estructura de árbol, se pueden cambiar el número de multicanales, una secuencia de submezcla por canal y similares.

45 El aparato de codificación genera una señal de medios de tipo flujo continuo de bits multiplexando conjuntamente la señal de submezcla codificada 101 y la señal de información espacial 103, y a continuación transfiere la señal generada al aparato de descodificación.

50 La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de medios que incluye aparatos de codificación y de descodificación de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

55 En referencia a la figura 2, un dispositivo de medios incluye un aparato de codificación y un aparato de descodificación. El aparato de codificación incluye una unidad de submezcla 202, una unidad de extracción de información espacial 203, una unidad de codificación de señales de submezcla 205, una unidad de codificación de información espacial 207 y una unidad de multiplexado 209. Además, el aparato de descodificación incluye una unidad de desmultiplexado 211, una unidad de descodificación de señales de submezcla 213, una unidad de descodificación de información espacial 215 y una unidad de generación de canales 217.

60 La unidad de submezcla 202 del aparato de codificación genera una o dos señales de submezcla, submezclando una señal de medios multicanal 201, y a continuación envía la(s) señal(es) generada(s) a la unidad de codificación de señales de submezcla 205. La unidad de codificación de señales de submezcla 205 genera una señal de submezcla codificada, mediante la codificación de la señal de submezcla, y a continuación envía la señal de submezcla codificada a la unidad de multiplexado 209.

65 La unidad de extracción de información espacial 203 genera una señal de información espacial 103 extrayendo un parámetro espacial de la señal de medios multicanal 201.

El aparato de codificación puede incluir una unidad de fijación de valores de canal (no mostrada en el dibujo) proporcionada delante de la unidad de submezcla 202. La unidad de fijación de valores de canal fija un valor virtual a un valor de canal que equivale al número resultante de excluir del número de canales soportado por el aparato de codificación el número de canales introducido. Puesto que no es necesario que el aparato de descodificación reconstruya el canal para el cual se fija el valor virtual, no es necesario que el aparato de codificación genere información espacial para el canal fijado con el valor virtual. Alternativamente, el aparato de descodificación puede representar la información espacial correspondiente al canal fijado con el valor virtual como un valor por defecto, un valor extremo o similares de una manera sencilla.

La unidad de extracción de información espacial genera una señal de información espacial 103 para un canal que tiene un valor válido, y a continuación envía la señal a la unidad de codificación de información espacial 207. En este caso, la señal de información espacial 103, tal como se ha mencionado en la descripción anterior, puede incluir un indicador, un parámetro espacial, un identificador de configuración de canales, un tipo de señal de información espacial modificada y similares.

La unidad de codificación de información espacial 207 genera una señal de información espacial codificada 103 codificando la señal de información espacial 103, y a continuación envía la señal generada a la unidad de multiplexado 209.

Además, la unidad de multiplexado 209 genera una señal de medios de tipo flujo continuo de bits 210 multiplexando entre sí la señal de submezcla codificada, recibida desde la unidad de codificación de señales de submezcla 205, y la señal de información espacial codificada 103, recibida desde la unidad de codificación de información espacial 207, y a continuación transfiere la señal generada al aparato de descodificación.

Al mismo tiempo, el aparato de descodificación recibe la señal de medios de tipo flujo continuo de bits 210 transferida por el aparato de codificación o extrae la señal de medios almacenada previamente 210.

La unidad de demultiplexado 211 incluida en el aparato de descodificación analiza sintácticamente la señal de medios de tipo flujo continuo de bits 210 obteniendo una señal de submezcla codificada y una señal de información espacial codificada, envía la señal de submezcla codificada a la unidad de descodificación de señales de submezcla 213, y envía la señal de información espacial codificada a la unidad de descodificación de información espacial 215.

La unidad de descodificación de señales de submezcla 213 genera una señal de submezcla descodificada y a continuación envía la señal de submezcla descodificada generada a la unidad de generación de canales 217. Además, la unidad de descodificación de información espacial 215 descodifica la señal de información espacial, y a continuación envía la señal de información espacial descodificada a la unidad de generación de canales 217.

La unidad de descodificación puede incluir una unidad de generación de señales de información espacial modificadas (no mostrada en el dibujo). La unidad de generación de señales modificadas de información espacial modifica una señal de información espacial modificada mediante la modificación de la señal de información espacial 103. Señal de información espacial modificada significa una señal de información espacial que se acaba de generar modificando una señal de información espacial. La señal de información espacial modificada se puede generar incluyendo una señal de información espacial parcialmente o combinando señales de información espacial. La unidad de generación de señales modificadas de información espacial puede generar una señal de información espacial modificada utilizando información de estructuras de árbol, información de canales de salida, y similares. La información de canales de salida es la información correspondiente a un altavoz interconectado con el aparato de descodificación, y puede incluir el número de canales de salida, información de posición para cada canal de salida, etc. La información de canales de salida se puede introducir en el aparato de descodificación de antemano por parte de un fabricante, o puede ser introducida en el aparato de descodificación por un usuario.

El aparato de descodificación reconoce el número de multicanales originales submezclados por el aparato de codificación utilizando la información de estructura de árbol, y también reconoce el número de canales a generar. El aparato de descodificación decide si el número de los canales originales submezclados es igual al número de los canales a generar. En lo sucesivo en la presente, a los canales originales submezclados por un aparato de codificación se les denomina primeros multicanales, y a los canales a generar por un aparato de descodificación se les denomina segundos multicanales. Si el número de los primeros multicanales submezclados por el aparato de codificación es diferente del número de los segundos multicanales a generar, o si los primeros multicanales difieren con respecto a los segundos multicanales en el número de canales que tienen valores válidos a pesar de que los números de canales sean iguales entre sí, el aparato de descodificación puede modificar una señal de información espacial utilizando la unidad de generación de señales de información espacial modificadas. La señal de información espacial modificada se puede generar utilizando una correlación con los valores válidos de los segundos multicanales.

El aparato de descodificación puede generar la señal de información espacial modificada combinando los parámetros espaciales antes mencionados CLD, ICC, CPC, IPD y similares. En particular, si el número de los

segundos multicanales es menor que el correspondiente de los primeros multicanales, el aparato de descodificación puede generar canales cuyo número sea menor que el correspondiente de los primeros multicanales combinando los parámetros espaciales transferidos. Por ejemplo, una señal de submezcla generada mediante submezclado a partir de 5.1 canales por un aparato de codificación se puede mezclar en sentido ascendente en una señal de 2 canales por medio de un aparato de descodificación. El aparato de descodificación puede generar un parámetro espacial modificado utilizando en parte los parámetros espaciales transferidos. Por ejemplo, una señal de submezcla generada a partir del submezclado de 5.1 canales se mezcla en sentido ascendente usando los parámetros transferidos en parte para generar canales cuyo número es menor que el correspondiente de los 5.1 canales. Así, el aparato de descodificación puede generar los segundos multicanales cuyo número es diferente al correspondiente de los primeros multicanales utilizando la señal de información espacial modificada y la señal de submezcla.

La unidad de generación de canales 217 reconstruye una señal de medios multicanal 219 utilizando la señal de submezcla descodificada y la señal de información espacial descodificada. El aparato de descodificación puede decidir cuál de entre la señal multicanal 219 a generar a partir de la señal de medios transferida 210 es un canal válido y qué canal tiene un valor virtual. Se explicará posteriormente de forma detallada en referencia a las figuras 3 a 5 un método de decisión de un canal válido por medio del aparato de descodificación utilizando la señal de información espacial 103. El aparato de descodificación detecta un canal válido a partir de la señal multicanal 219, que se generará utilizando la señal de información espacial 103, y a continuación puede llevar a cabo la descodificación para generar un canal que tiene solamente el valor válido. Concretamente, el aparato de descodificación puede evitar la ejecución de la descodificación destinada a generar un canal que tiene un valor no válido.

En la siguiente descripción correspondiente a un método de compresión, transferencia y reconstrucción de canales cuyo número es menor que el correspondiente de los canales soportados por un aparato de codificación y un aparato de descodificación, se explican un preprocesado de codificación y una codificación en referencia a la figura 3 y a continuación se explica una descodificación en referencia a la figura 4 y la figura 5.

1. Preprocesado de codificación

Si el número de canales básicamente comprimibles y reconstruibles por un aparato de codificación y un aparato de descodificación es "N", una señal de medios multicanal introducida 201 puede incluir canales cuyo número es mayor o menor que "N". Si el número de canales de la señal de medios 201 es menor que N, el valor de canal correspondiente a una diferencia entre N y el número de canales de la señal de medios introducida 201 se debe fijar a un valor virtual. La codificación y la descodificación se pueden llevar a cabo únicamente si se establece una configuración de N canales que incluye canales válidos y los canales que tienen el valor virtual. En este caso, el valor de canal correspondiente a la diferencia entre N y el número de canales de la señal de medios introducida 201 se puede fijar a 0.

Se explica en referencia a lo que sigue un preprocesado de codificación. La figura 3 es un diagrama de bloques de una unidad de submezcla 202 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

En referencia a la figura 3, una unidad de submezcla 202 de un aparato de codificación incluye de una primera a una quinta unidades de submezcla. En este dibujo, el aparato de codificación tiene una estructura de 5.1 canales. Además, los 5.1 canales incluyen un canal frontal central C, un canal frontal izquierdo LF, un canal frontal derecho RF, un canal envolvente izquierdo LS, un canal envolvente derecho RS y un canal de altavoz de graves LFE (potenciación de bajas frecuencias). En caso de que el aparato de codificación tenga la estructura de 5.1 canales, para una señal de medios que tenga menos que 5.1 canales se debería mapear la misma con la estructura de 5.1 canales antes de su codificación. A continuación, la señal de medios se puede codificar utilizando una estructura de árbol tal como 5-1-5, 5-2-5, y similares. Puesto que la señal de medios 301 aplicada al aparato de codificación de la figura 3 tiene dos canales LF y RF, debe suponerse que el resto de los canales no aplicados, es decir, los canales C, LFE, LS y RS tienen el valor virtual, es decir, 0. El aparato de codificación lleva a cabo la codificación sobre seis canales en total incluyendo los canales que tienen el valor virtual.

2. Codificación

La unidad de submezcla 202 genera una señal de submezcla a partir de multicanales introducidos. La unidad de submezcla 202 utiliza una caja de OTT (uno-a-dos) o TTT (dos-a-tres) para convertir dos canales en un canal o convertir tres canales en dos canales. La caja de OTT o TTT es una caja conceptual utilizada para que un aparato de descodificación reconstruya multicanales originales usando una señal de submezcla e información espacial. En particular, una señal de medios recibida desde el aparato de codificación de señales de medios se analiza sintácticamente obteniendo una señal de submezcla codificada 101 y una señal de información espacial codificada 103 por medio de la unidad de desmultiplexado 211, se descodifica, y a continuación se envía a la unidad de generación de canales 217. La unidad de generación de canales 217 da salida a dos señales a partir de una señal de entrada o tres señales a partir de dos señales de entrada utilizando la caja de OTT o de TTT en la reconstrucción de multicanales originales con el uso de la señal de submezcla descodificada 101 y la señal de información espacial descodificada 103. Para corresponder al hecho de que la caja de OTT o TTT es utilizada por la unidad de

generación de canales 217 del aparato de descodificación de señales de medios, la unidad de submezcla 202 del aparato de codificación de señales de medios utiliza la caja de OTT o TTT para submezclar multicanales introducidos en una o dos señales. En lo sucesivo en la presente, a la caja de OTT o TTT utilizada por el aparato de codificación de señales de medios se le denomina unidad de submezcla de números ordinales, o a la caja de OTT o TTT utilizada por el aparato de descodificación de señales de medios se le denomina unidad de mezcla ascendente de números ordinales. La unidad de extracción de información espacial 203 extrae un parámetro espacial que indica una relación entre canales de entrada cuando los canales de entrada pasan a través de la unidad de submezcla 202. Por conveniencia a la hora de realizar la explicación, en la figura 3, CLD se muestra de forma ilustrativa como el parámetro espacial extraído por la unidad de submezcla, lo cual no impone limitaciones en el parámetro espacial extraído.

A continuación se explica un método de transferencia de un valor de parámetro espacial para un canal válido o un canal no válido por parte de un aparato de codificación.

2.1 Método de generación de una señal de información espacial

2.1.1 Método de fijación de un valor de parámetro espacial a un valor máximo o mínimo

La figura 3, en el aparato de codificación se introducen seis canales en total que incluyen el canal que tiene el valor virtual por el preprocesado de codificación. Los canales introducidos se aplican a las unidades de submezcla tercera a quinta. Las señales de las unidades de submezcla cuarta y quinta entran en la segunda unidad de submezcla, y las señales de las unidades de submezcla segunda y tercera entran en la primera unidad de submezcla. Puesto que los canales introducidos en las unidades de submezcla tercera y quinta son canales virtuales que tienen valores 0, no es necesario que las unidades de submezcla tercera y quinta extraigan el parámetro espacial que indica la relación entre los canales virtuales. La cuarta unidad de submezcla extrae un parámetro espacial CLD4 que indica una relación entre dos canales a partir de dos canales LF y RF. La segunda unidad de submezcla extrae un parámetro espacial CLD2 que indica una relación entre señales provenientes de la cuarta y la quinta unidades de submezcla. La primera unidad de submezcla extrae un parámetro espacial CLD1 que indica una relación entre señales provenientes de la segunda y la tercera unidades de submezcla. El parámetro espacial CLD1 extraído por la primera unidad de submezcla o el parámetro espacial CLD2 extraído por la segunda unidad de submezcla pueden ser un valor máximo o mínimo dentro de un intervalo de valores de CLD. En particular, el parámetro espacial CLD2 extraído por la segunda unidad de submezcla significa una diferencia de energía entre la señal generada por la cuarta unidad de submezcla y la señal generada por la quinta unidad de submezcla. La señal submezclada por la cuarta unidad de submezcla tiene un valor válido, mientras que la señal submezclada por la quinta unidad de submezcla tiene un valor 0. Por tanto, la energía (o nivel) se apoya únicamente en la señal generada por la cuarta unidad de submezcla. Suponiendo que el valor de CLD está comprendido entre un máximo 150 y un mínimo (-)150, el valor de CLD2 llega al máximo 150 en referencia a la señal submezclada por la cuarta unidad de submezcla. De manera similar, CLD1 llega a 150 en referencia a la señal submezclada por la segunda unidad de submezcla. La unidad de extracción de información espacial 203 extrae un parámetro espacial mientras que la unidad de submezcla 202 submezcla multicanales y a continuación genera la señal de información espacial 103 utilizando el parámetro espacial extraído. El aparato de codificación puede transferir todos los valores de los parámetros espaciales extraídos CLD1 a CLD5 hacia el aparato de descodificación, de manera que los valores de los parámetros espaciales extraídos CLD1 a CLD5 se incluyen en la señal de información espacial 103. En este caso, puesto que la energía va dirigida solamente a una de las dos señales, el aparato de descodificación puede detectar qué canal tiene un valor válido en la señal multicanal 219 que se generará utilizando el hecho de que CLD1 o CLD2 es 150.

El aparato de codificación transfiere la señal de información espacial 103 al aparato de descodificación de manera que la información que indica si el valor de parámetro espacial extraído por cada una de las unidades de submezcla es igual a un valor de parámetro previo, ya sea un valor interpolado, un valor por defecto fijado previamente, o un valor que se leerá de nuevo, se incluye en la señal de información espacial 103. En este caso, tal como se ha mencionado en la descripción anterior, el aparato de codificación permite que la información que indica que el valor del parámetro espacial se representa en forma del valor que se va a leer nuevamente, se incluya en la señal de información espacial 103, y a continuación puede transferir todos los valores de parámetros espaciales al aparato de descodificación. En este caso, si se envían parámetros espaciales no necesarios correspondientes a la generación de canales no válidos, puede surgir un problema de derroche de bits. Por tanto, el aparato de codificación puede utilizar el siguiente método para minimizar el tamaño en bits de la información de señal espacial 103.

2.1.2 Método de fijación de un valor de parámetro espacial a un valor por defecto

El aparato de codificación puede omitir una transmisión innecesaria de parámetros espaciales de una manera tal que se transmite información que indica que un valor de un parámetro espacial es un valor por defecto, fijado previamente. En este caso, el aparato de codificación puede omitir una transmisión innecesaria de valores de parámetros espaciales, de tal manera que se transfiera un valor de parámetro espacial, el cual se extrae en el submezclado de un canal que tiene un valor virtual, al aparato de descodificación, representando el valor del parámetro espacial extraído como un valor por defecto. Por ejemplo, en caso de que el aparato de codificación y el

aparato de descodificación fijen a un valor por defecto 1 un caso en el que un valor de CLD es un máximo 150 y a un valor por defecto 0 un caso en el que el valor de CLD es 0, el aparato de codificación puede reducir el tamaño en bits de la señal de información espacial 103 de tal manera que se transmiten bits que indican que los valores de CLD1 y CLD2 son el valor por defecto y que ese valor es 1, en lugar de transmitir el valor 150 de CLD1 y CLD2 en la figura 3 en forma de bits.

2.1.3 Método de transmisión de información indicadora de canales válidos

El aparato de codificación puede reducir el tamaño en bits de señales de información espacial transmitiendo un parámetro espacial solamente para un canal válido. En la figura 3, el aparato de codificación puede transferir la señal de información espacial 103 que incluye el parámetro espacial CLD4 generado a partir de los canales LF y RF haciendo que en la señal de información espacial 103 se incluya el valor válido únicamente en lugar de CLD3 o CLD5. En este caso, el aparato de descodificación decide que el valor del parámetro espacial es irrelevante puesto que el parámetro espacial se aplicó a la tercera unidad de submezcla (no mostrada en el dibujo) y a la quinta unidad de submezcla (no mostrada en el dibujo) en la señal de información espacial 103 transferida desde el aparato de codificación. A continuación, el aparato de descodificación puede decidir que el valor de canal generado por la tercera unidad de submezcla y la quinta unidad de submezcla es 0. De este modo, en caso de que el aparato de codificación transfiera la señal de información espacial 103 que tiene únicamente incluido en la misma el parámetro espacial parcial, para permitir que el aparato de descodificación decida qué canal es válido, el aparato de codificación genera información indicadora de canales válidos y a continuación puede transferir la información generada al aparato de descodificación haciendo que la información se incluya en la señal de información espacial 103.

La información indicadora de canales válidos es la información que indica si el canal introducido en el aparato de codificación es el canal que tiene el valor válido en lugar de tener el valor virtual. Como método de generación de la información indicadora de canales válidos, se puede considerar un método para representar si un canal es un canal válido de acuerdo con cada secuencia de canales o un método para representar si cada unidad de mezcla ascendente genera un canal válido de manera que se corresponda con cada unidad de submezcla. Para preparar un caso en el que se aplican menos canales que los comprimibles y reconstruibles, el aparato de codificación y el aparato de descodificación pueden considerar un método en el que el aparato de codificación y el aparato de descodificación prometen mutuamente una configuración de canales para menos canales de entrada que los soportados por el aparato de codificación y en el que el aparato de codificación informa al aparato de descodificación de la configuración de canales de los canales aplicados.

En referencia a la figura 3 se explica de la manera siguiente un método para representar si cada canal es un canal válido de acuerdo con una secuencia de canales. Los canales introducidos en una configuración de 5-1-5₁ canales son un canal LF, un canal RF, un canal C, un canal LFE, un canal LS, y un canal RS desde un lado superior. Puesto que el canal LF o RF es un canal válido, el mismo se representa como 1. Puesto que el resto de los canales son canales virtuales, los mismos se representan como 0. Por tanto, se puede generar una información indicadora de canales válidos de 6 bits, tal como 110000 desde un lado superior en una secuencia de canales. En un método de representación de si cada unidad de submezcla o de mezcla ascendente es válida, el aparato de codificación puede representar un caso en el que se utiliza la unidad de submezcla como 1 o un caso en el que no se utiliza la unidad de submezcla como 0 en el orden de las unidades de submezcla primera a quinta. En la figura 3, puesto que la cuarta unidad de submezcla se utiliza únicamente para submezclar dos canales LF y RF, se puede generar información indicadora de canales válidos representando la presencia o no presencia de uso de cada unidad de submezcla con 5 bits. El aparato de codificación puede transferir un identificador de configuración de canales como información indicadora de canales válidos. A continuación se explica en referencia a la Tabla 1 un método para prometer una configuración de canales de acuerdo con una combinación de canales entre aparatos de codificación y descodificación de antemano.

[Tabla 1]

Identificador de configuración de canales	Configuración de canales de entrada y salida
0 (000)	MONO
1 (001)	2 (LF, RF)
2 (010)	3 (LF, RF, C)
3 (011)	3.1 (LF, RF, C, LFE)
4 (100)	4 (LF, RF, LS, RS)
5 (101)	4.1 (LF, RF, LS, RS)
6 (110)	5 (LF, RF, C, LS, RS)
7 (111)	5.1

Por ejemplo, en el caso de la estructura de 5.1 canales, una combinación de canales por debajo de 5.1 canales presenta la configuración de canales que se muestra en la Tabla 1. El aparato de codificación y el aparato de descodificación prometen mutuamente la configuración de canales tal como la mostrada en la Tabla 1, generan

5 identificadores de configuración de canales de acuerdo con el número de canales de entrada, y a continuación transfieren los identificadores al aparato de descodificación. En referencia a la figura 3, puesto que el número de los canales de entrada aplicados al aparato de codificación es 2, el aparato de codificación puede informar al aparato de descodificación de que los canales válidos son los canales LF y RF transfiriendo un identificador de configuración de canales 1 (001) al aparato de descodificación. El aparato de codificación puede transferir la información indicadora de canales válidos al aparato de descodificación haciendo que la información indicadora de canales válidos quede incluida en el encabezamiento 105 o la trama espacial 107 de la señal de información espacial 103. Tal como se ha mencionado en la descripción anterior, el aparato de codificación genera la señal de información espacial 103 de manera eficiente y transfiere la señal al aparato de descodificación junto con la señal de submezcla 101 o por separado con respecto a esta última.

3. Descodificación

3.1 Método para decidir la presencia o no presencia de un canal válido

15 El aparato de descodificación reconstruye la señal de medios multicanal original 219 introducida en el aparato de codificación utilizando la señal de submezcla 101 y la señal de información espacial 103 transferidas desde el aparato de codificación o las señales de submezcla y de información espacial 101 y 103 previamente almacenadas. El aparato de descodificación extrae un parámetro espacial a partir de la señal de información espacial 103, y a continuación aplica el parámetro espacial extraído a cada unidad de mezcla ascendente para reconstruir el canal original. El aparato de descodificación extrae información que indica un tipo de una señal de información espacial modificada a partir de la señal de información espacial 103, y a continuación genera la señal de información espacial modificada del tipo identificado a partir de la señal de información espacial 103. El tipo de la información espacial modificada incluye una señal de información espacial parcial o una señal de información espacial extendida. La señal de información espacial parcial incluye una parte del parámetro espacial, y la información espacial extendida se genera utilizando una señal de información espacial extendida y una señal de información espacial. Si en la señal de información espacial 103 se incluye una señal para identificar un tipo de la señal de información espacial modificada, el aparato de descodificación genera la señal de información espacial modificada modificando la señal de información espacial 103 mediante el uso de la señal incluida en la señal de información espacial 103, y a continuación descodifica una señal de submezcla utilizando la señal de información espacial modificada. Si el tipo de la señal de información espacial modificada es la señal de información espacial parcial, el aparato de descodificación detecta que se reconstruyen menos canales que los soportados por el aparato de descodificación. Concretamente, el aparato de descodificación detecta que se puede reconstruir un canal que tiene un valor no válido. El aparato de descodificación puede decidir qué canal tiene un valor válido entre los canales a reconstruir utilizando la señal de información espacial 103 transferida por el aparato de codificación. El aparato de descodificación extrae un valor de parámetro espacial para aplicar a cada unidad de mezcla ascendente a partir de la señal de información espacial 103, y a continuación decide si el canal a reconstruir es un canal válido utilizando el valor del parámetro espacial extraído. Alternativamente, el aparato de descodificación puede decidir si un canal a reconstruir es un canal válido utilizando la información indicadora de canales válidos o el identificador de configuración de canales extraído de la señal de información espacial 103.

Se explica en referencia a la figura 4 un método en el que un aparato de descodificación que tiene una configuración de 5-1-5₁ canales reconstruye un canal válido. Además, se explica en referencia a la figura 5 un método en el que un aparato de descodificación que tiene una configuración de 5-1-5₂ canales reconstruye un canal válido.

La figura 4 es un diagrama de bloques de la unidad de generación de canales 217 del aparato de descodificación que reconstruye los canales LF y RF mediante la recepción de una señal de medios desde un aparato de codificación que tiene la unidad de submezcla 202.

En referencia a la figura 4, el aparato de descodificación extrae un valor de parámetro espacial a partir de la señal de información espacial 103, y a continuación reconstruye una señal original aplicando el valor del parámetro espacial extraído a las unidades de mezcla ascendente primera a quinta.

El aparato de descodificación lee información correspondiente a la unidad de mezcla ascendente para cada trama espacial 107. La información para la unidad de mezcla ascendente incluye información correspondiente a un valor de parámetro espacial aplicado a cada unidad de mezcla ascendente. El valor del parámetro espacial puede ser un valor por defecto, un valor igual a un valor de parámetro previo, un valor interpolado, o un valor codificado recién extraído a partir de una señal de información espacial 103. Si el valor del parámetro espacial es el valor codificado extraído a partir de la señal de información espacial 103, el aparato de descodificación extrae un valor de parámetro espacial, descodifica el valor extraído, y a continuación aplica el valor descodificado a cada unidad de mezcla ascendente.

En caso de que el aparato de codificación de la figura 3 transfiera los valores de los parámetros espaciales CLD1 a CLD5 extraídos en el submezclado al aparato de descodificación haciendo que los valores se incluyan en la señal de información espacial 103, el aparato de descodificación puede detectar que la primera y la segunda unidades de mezcla ascendente hacen que toda la energía prosiga en la dirección de la flecha mostrada en el dibujo haciendo

uso del hecho de que el CLD1 aplicado a la primera unidad de mezcla ascendente y el CLD2 aplicado a la segunda unidad de mezcla ascendente son 150.

5 El aparato de descodificación puede reconstruir los canales LF y RF extrayendo el parámetro espacial CLD4 a partir de la señal de información espacial 103, y a continuación aplicando el CLD4 extraído a la cuarta unidad de mezcla ascendente.

10 El aparato de descodificación puede decidir que los canales generados a partir del valor de los canales C, LFE, LS y RS a los que dan salida la tercera a quinta unidades de mezcla ascendente son 0 haciendo uso del hecho de que la energía no prosigue hacia la tercera unidad de mezcla ascendente y la quinta unidad de mezcla ascendente. Concretamente, el aparato de descodificación puede decidir que un canal generado a partir de una unidad de mezcla ascendente inferior es 0 utilizando un valor de parámetro espacial aplicado a una unidad de mezcla ascendente superior. Por tanto, de acuerdo con un valor de parámetro espacial aplicado a una unidad de mezcla ascendente superior puede ocurrir que un valor de parámetro espacial aplicado a una unidad de mezcla ascendente inferior no sea necesario.

20 Si un aparato de codificación representa un valor de un parámetro espacial como valor por defecto y lo transfiere a un aparato de descodificación, el aparato de descodificación aplica el valor del parámetro espacial de acuerdo con el valor por defecto a cada unidad de mezcla ascendente sin leer nuevamente un valor de parámetro espacial. En la figura 3, puesto que CLD1 y CLD2 son 150, el aparato de codificación lo representa como un valor por defecto 1, y a continuación lo transfiere al aparato de descodificación. En la figura 4, un aparato de descodificación puede detectar que CLD1 y CLD2 son 150 utilizando un valor por defecto 1. El aparato de descodificación detecta que toda la energía va dirigida en una dirección ascendente aplicando los valores de CLD1 y CLD2 a las unidades de mezcla ascendente primera y segunda, respectivamente, y a continuación puede decidir un canal específico que tiene un valor válido y un canal específico que tiene un valor virtual.

25 El aparato de descodificación puede decidir un canal válido específico a partir de información indicadora de canales válidos o de un identificador de configuración de canales incluido en la señal de información espacial 103.

30 El aparato de descodificación puede utilizar la información indicadora de canales válidos que indica si un canal es un canal válido en cada secuencia de canales o un método de presentación visual de si cada unidad de mezcla ascendente genera un canal válido. En la figura 4, el aparato de descodificación puede detectar que únicamente los canales LF y RF son canales válidos y que el resto de los cuatro canales tiene un valor 0, utilizando el hecho de que la información que indica un canal específico en cada secuencia de canales es 110000. Además, el aparato de descodificación puede decidir que los canales válidos son los canales LF y RF tomando la decisión de que solamente se activa la cuarta unidad de mezcla ascendente para generar un canal válido y que el resto de las unidades de mezcla ascendente no generan canales válidos, con el uso de la información indicadora de canales válidos 00010 que indica si se generan señales en el orden de las unidades de mezcla ascendente. Además, el aparato de descodificación puede decidir que los canales LF y RF son canales válidos haciendo uso del hecho de que el identificador de configuración de canales es 1 (001).

La figura 5 es un diagrama de un método para decidir un canal válido en un aparato de descodificación que tiene una configuración de 5-1-5₂ canales.

45 En referencia a la figura 5, un aparato de descodificación extrae un valor de parámetro espacial a partir de una señal de información espacial 103 y aplica el valor a cada unidad de mezcla ascendente. Si el valor extraído es un valor por defecto, el aparato de descodificación usa un valor de parámetro espacial correspondiente al valor por defecto, y a continuación aplica el valor utilizado a cada unidad de mezcla ascendente.

50 El aparato de descodificación puede detectar que una señal generada por la primera unidad de mezcla ascendente va dirigida en una dirección superior solamente haciendo uso del hecho de que el CLD1 extraído es 150 o de que un valor por defecto correspondiente al CLD1 extraído es 1. El aparato de descodificación puede detectar que se da salida a una señal desde la segunda unidad de mezcla ascendente mediante división en dos señales utilizando el hecho de que CLD2 es 0 o de que el valor por defecto es 0. Además, la unidad de descodificación puede detectar que una señal generada por la cuarta unidad de mezcla ascendente y una señal generada por la quinta unidad de mezcla ascendente van dirigidas en la dirección superior únicamente haciendo uso del hecho de que CLD4 y CLD5 son 150 o de que el valor por defecto es 1. Por tanto, el aparato de descodificación puede decidir que los canales LF y RF son canales válidos. Tal como se ha mencionado en la anterior descripción, el aparato de descodificación puede decidir un canal válido específico utilizando la información indicadora de canales válidos incluida en la señal de información espacial 103. En la figura 5, si la información indicadora de canales válidos representada de acuerdo con cada secuencia de canales de salida es 101000, el aparato de descodificación puede decidir que un primer canal de salida LF y un tercer canal de salida RF son canales válidos. Si la información indicadora de canales válidos representada de acuerdo con cada secuencia de canales de salida es 01000, el aparato de descodificación puede decidir que los canales LF y RF son canales válidos detectando que la segunda unidad de mezcla ascendente genera un canal válido. En caso de que el identificador de configuración de canales sea 1 (001), el

aparato de descodificación también puede decidir que los canales LF y RF son canales válidos entre los canales de salida utilizando el identificador de configuración de canales.

3.2 Método para omitir la descodificación correspondiente a un canal no válido

5 El aparato de descodificación puede llevar a cabo una descodificación de acuerdo con una configuración de canales original si se recibe una señal que tiene canales cuyo número es menor que el correspondiente de los canales de la configuración de canales original. No obstante, en este caso, el aparato de descodificación reconstruye un canal virtual que tiene un valor no válido. Por tanto, el aparato de descodificación puede omitir una serie de procesos de
10 descodificación para generar un canal que se ha decidido como no válido, es decir, un proceso para generar una señal de no correlación utilizando un descorrelacionador, un proceso para un banco de filtros de síntesis, un proceso para operaciones matriciales, un proceso para generación de coeficientes y similares.

3.3 Presentación visual de canales válidos

15 El aparato de descodificación puede presentar visualmente en un dispositivo de usuario o de postprocesado, si un canal incluido en la señal multicanal 219 es un canal válido o un canal que tiene un valor virtual. El aparato de descodificación puede decidir cuál es un canal válido utilizando el método previamente mencionado antes de reconstruir la señal de medios multicanal 219. Esto no impone ninguna limitación sobre la presente invención.
20 Opcionalmente, el aparato de descodificación reconstruye la señal de medios multicanal 219 descodificando la señal de medios 210, decide cuál de los canales reconstruidos es un canal válido, y a continuación presenta visualmente la decisión de manera externa. El dispositivo de postprocesado puede llevar a cabo un submezclado de acuerdo con la selección de un usuario o con un post-procesado, tal como una representación de campos acústicos y similares, utilizando el canal válido indicado por el aparato de descodificación en la señal de medios multicanal generada por el
25 aparato de descodificación.

REIVINDICACIONES

1. Método de descodificación para una señal de audio, que comprende:

5 recibir una señal de submezcla e información espacial, incluyendo la señal de submezcla un canal válido que tiene la señal de audio y un canal no válido que tiene un valor virtual, en el que el valor virtual es cero;
 detectar el canal válido entre multicanales a generar a partir de la señal de submezcla; y
 10 generar el canal válido detectado utilizando la señal de submezcla y la información espacial,
 en el que la detección del canal válido se lleva a cabo sobre la base de la información espacial usada para generar el canal válido.

15 2. Método según la reivindicación 1, en el que la detección del canal válido se lleva a cabo además sobre la base de información indicadora de canales válidos.

3. Método según la reivindicación 2, en el que la información indicadora de canales válidos indica información de configuración del canal válido.

20 4. Método según la reivindicación 2 o 3, en el que la información indicadora de canales válidos se extrae a partir de la información espacial.

5. Método de codificación de señales de audio para submezclado de por lo menos N canales, que comprende:

25 recibir canales cuyo número es menor que N, teniendo los canales recibidos la señal de audio;
 fijar un valor de canal que equivale a una diferencia entre N y el número de canales recibido a un valor virtual, en el que el valor virtual es cero; y
 30 submezclar N canales que incluyen los canales recibidos que tienen la señal de audio y los canales que tienen el valor virtual, en el que el método comprende además fijar un valor de parámetro espacial a un valor por defecto, de tal manera que un aparato de descodificación puede decidir un primer canal específico que tiene un valor válido y un segundo canal específico que tiene un valor virtual sobre la base del valor del parámetro espacial.

35 6. Aparato de descodificación para una señal de audio, que comprende:

una unidad de extracción configurada para extraer una señal de submezcla y una información espacial, incluyendo la señal de submezcla un canal válido que tiene la señal de audio y un canal no válido que tiene un valor virtual, en el que el valor virtual es cero; y
 40 una unidad de generación de canales configurada para detectar el canal válido entre multicanales a generar a partir de la señal de submezcla, en el que la unidad de generación de canales está configurada para generar el canal válido detectado usando la señal de submezcla y la información espacial, en el que la unidad de generación de canales está configurada además para detectar el canal válido sobre la base de la información espacial usada para generar el canal válido.

7. Aparato de codificación de señales de audio para submezclar por lo menos N canales, que comprende:

50 una unidad de fijación de valores de canal configurada para:
 recibir canales cuyo número es menor que N, teniendo los canales recibidos la señal de audio, y
 fijar un valor de canal que equivale a una diferencia entre N y el número de canales recibido a un valor virtual, en el que el valor virtual es cero;
 55 una unidad de extracción de información espacial configurada para generar una señal de información espacial que incluye información indicadora de canales válidos que indica cuál de los N canales se corresponde con el canal recibido que tiene la señal de audio; y
 60 una unidad de submezclado configurada para submezclar N canales que incluyen los canales recibidos que tienen la señal de audio y los canales que tienen el valor virtual, en el que el aparato de codificación está configurado además para fijar un valor de un parámetro espacial a un valor por defecto, de tal manera que un aparato de descodificación puede decidir un primer canal específico que tiene un valor válido y un segundo canal específico que tiene un valor virtual sobre la base del valor del parámetro espacial.

FIG. 1

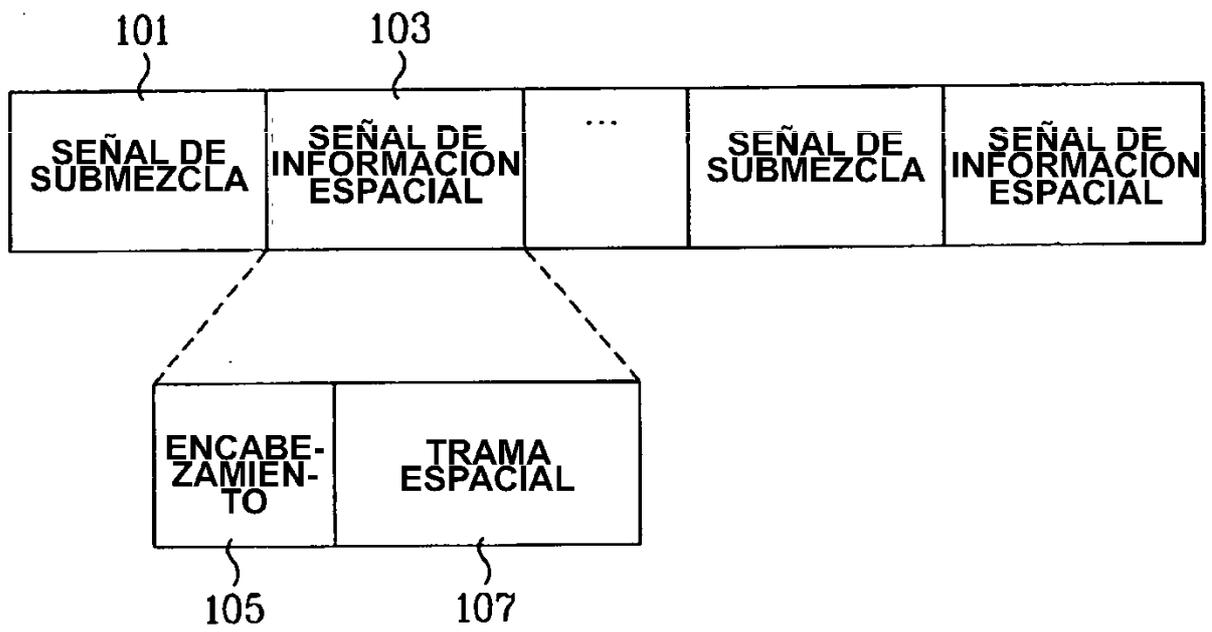


FIG. 2

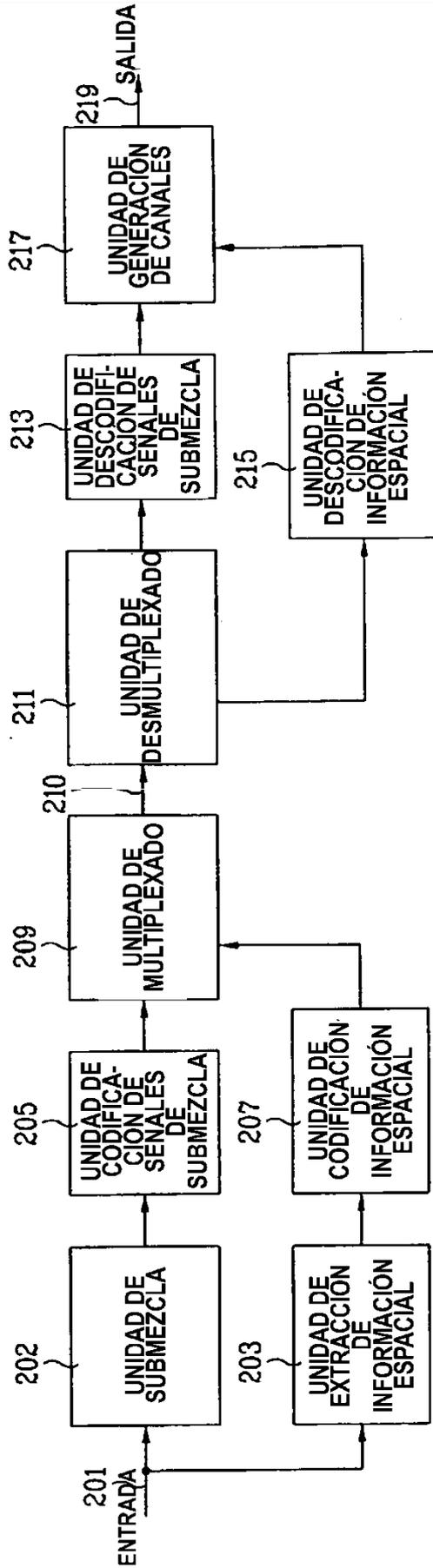


FIG. 3

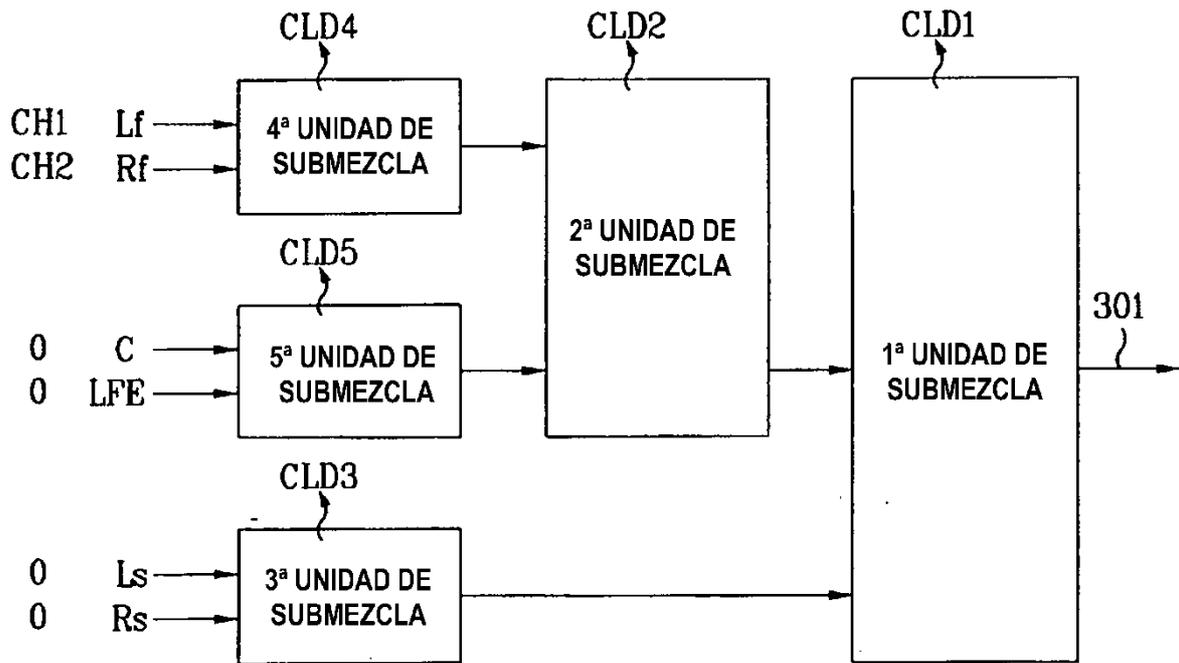


FIG. 4

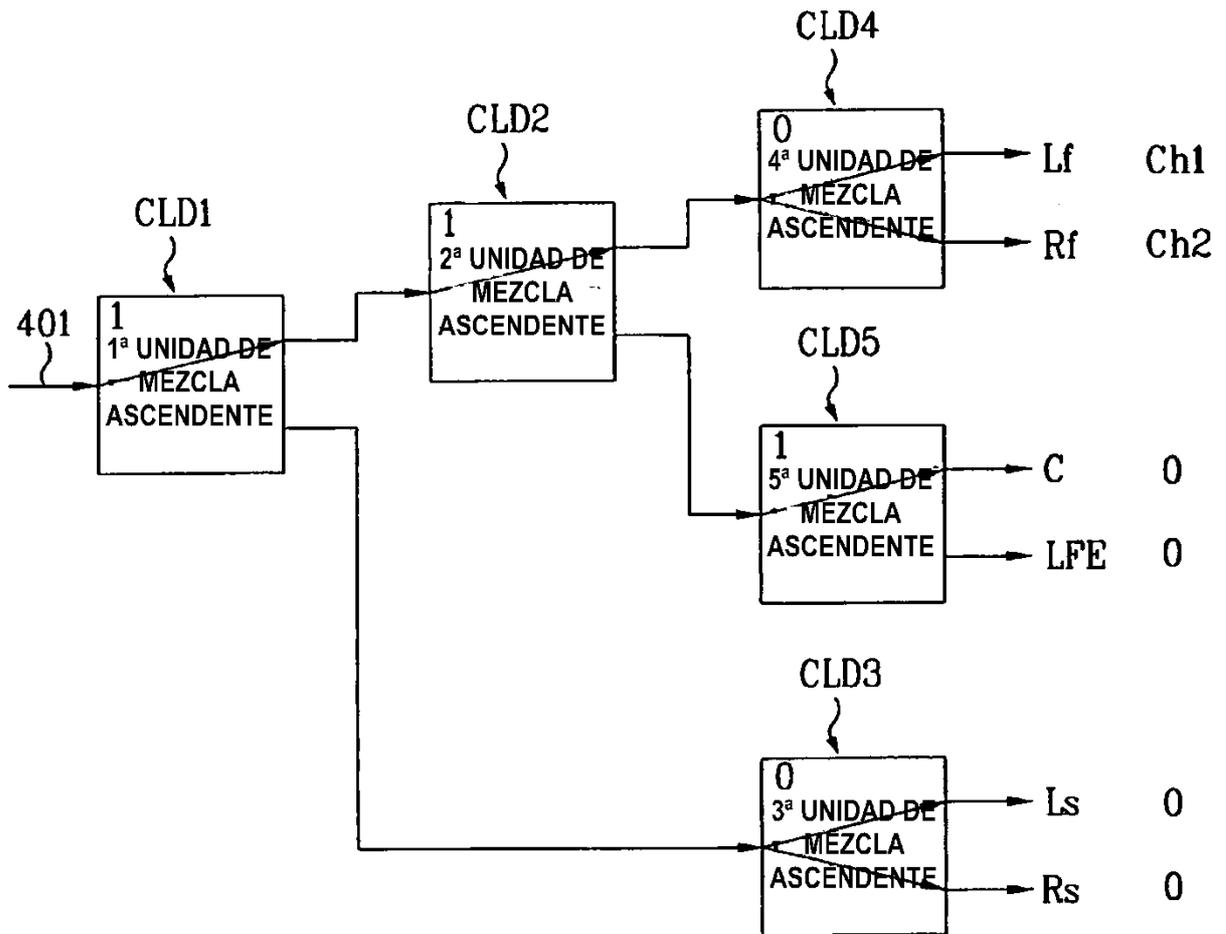


FIG. 5

