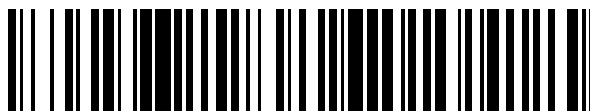


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 329**

51 Int. Cl.:

**H04N 19/126** (2014.01)

**H04N 19/146** (2014.01)

**H04N 19/177** (2014.01)

**H04N 19/192** (2014.01)

**H04N 19/196** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2011 PCT/JP2011/060522**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.11.2011 WO11142291**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2011 E 11780548 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 2571268**

54 Título: **Método de control de codificación de vídeo, dispositivo de codificación de vídeo y programa de codificación de vídeo**

30 Prioridad:

**12.05.2010 JP 2010109878**

**12.05.2010 JP 2010109877**

**12.05.2010 JP 2010109876**

**12.05.2010 JP 2010109875**

**12.05.2010 JP 2010109874**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.07.2020**

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)  
3-1 Otemachi 2-chome Chiyoda-ku  
Tokyo 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**KITAHARA MASAKI;  
SHIMIZU ATSUSHI y  
ONO NAOKI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**Observaciones:**

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 773 329 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 control de codificación de vídeo, dispositivo de codificación de vídeo y programa de codificación de vídeo

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a tecnología de codificación de vídeo para codificar una señal de vídeo de modo que no falla una memoria intermedia hipotética tal como una memoria intermedia de instantánea codificada (CPB) en un decodificador hipotético y no aumenta el deterioro en la calidad de imagen.

10 Se reivindica prioridad sobre las solicitudes de patentes japonesas N.º 2010-109874, 2010-109875, 2010-109876, 2010-109877, y 2010-109878, presentadas el 12 de mayo de 2010.

15 **Antecedentes de la técnica**

En la codificación de una señal de vídeo, es necesario realizar la codificación de modo que un decodificador no falle. En un esquema de codificación H.264, se define un decodificador hipotético, un decodificador de referencia hipotético (HRD), obtenido modelando un decodificador. Un codificador H.264 necesita realizar codificación de modo que el decodificador hipotético no falle. La presente invención es tecnología para reducir el deterioro en la calidad de imagen mientras se suprime el fallo de una CPB de un decodificador hipotético, específicamente, la infrutilización de la CPB.

En la Figura 1, se ilustra un diagrama conceptual de la infrutilización de la CPB. En el caso de una tasa de bits constante, un flujo codificado se introduce a la CPB a esa tasa de bits (símbolo de referencia RS1 en la Figura 1). La cantidad de datos de flujos codificados en la CPB en cada tiempo se denomina como una "tasa de bits residual". El decodificador hipotético extrae el flujo codificado que corresponde a cada instantánea de la CPB. En este caso, la tasa de bits residual de CPB se reduce instantáneamente por la tasa de bits que corresponde a cada instantánea. La Figura 1 ilustra un caso a modo de ejemplo de la tasa de bits constante, aunque lo mismo se aplica a un caso de una tasa de bits variable.

La infrutilización de CPB hace referencia a una situación en la que un flujo codificado de una instantánea es insuficiente en la CPB cuando el decodificador hipotético intenta extraer el flujo codificado de la instantánea de la CPB, como se ilustra en la Figura 1. En codificación basada en H.264, el estado de la CPB necesita verificarse mientras se está realizando codificación para producir un flujo que no provoca la infrutilización de CPB. Como se ha descrito anteriormente, la CPB del decodificador hipotético está normalizada en H.264 y se describen detalles adicionales, por ejemplo, en el documento no de patente 1 descrito más adelante.

Se ha de observar que el mismo concepto como el de la CPB también se define en otras normas de codificación. Por ejemplo, en el Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento (MPEG)-2, hay un verificador de almacenamiento en memoria intermedia de vídeo (VBV), y un modelo de memoria intermedia de un decodificador de este tipo que se denomina en el presente documento como "una memoria intermedia hipotética". En la siguiente descripción, una "CPB" puede leerse como las palabras "memoria intermedia hipotética" para su interpretación en un sentido amplio.

Los métodos para codificar una señal de vídeo incluyen tecnología de codificación de 1 pasada y tecnología de codificación de múltiples pasadas. En la codificación de 1 pasada, en general, las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican secuencialmente. En contraste, en la codificación de múltiples pasadas, un vídeo de entrada se codifica una pluralidad de veces. En codificación de 2 pasadas, se realiza la segunda codificación usando un resultado de la primera codificación. En la siguiente descripción, la técnica convencional de la codificación de 1 pasada se denomina como "técnica convencional a" y la técnica convencional de la codificación de 2 pasadas se denomina como "técnica convencional b".

<Técnica convencional a>

En la codificación de 1 pasada, puesto que las instantáneas de entrada se codifican secuencialmente, la naturaleza de una instantánea futura después de una instantánea objetivo de codificación no es conocida. Por lo tanto, el grado de complejidad de la instantánea futura se estima, por ejemplo, a partir de la tasa de bits generada de una instantánea codificada en el pasado para suprimir la infrutilización de CPB. Por ejemplo, en la tecnología del documento de patente 1, antes de la codificación de cada instantánea, el grado de complejidad de un vídeo obtenido de un resultado de codificación en el pasado se determina como un valor estimado del grado de complejidad de los vídeos restantes de un grupo de instantáneas (GOP). Bajo la premisa del valor estimado del grado de complejidad, se estima un parámetro de cuantificación que genera la tasa de bits máxima que está disponible para la codificación de los vídeos del GOP restantes a partir de la tasa de bits residual de la CPB, y se usa como un valor de límite inferior de un parámetro de cuantificación en la codificación de la instantánea objetivo de codificación, suprimiendo de esta manera la infrutilización de CPB. Por esta razón, en el caso de un paso de una escena sencilla a una escena compleja, en la codificación de la escena sencilla, se genera una tasa de bits suponiendo que la tasa de bits es la misma incluso en el futuro, y en la codificación de la escena compleja, la CPB no tiene una tasa de bits residual

que se requiere para mantener la calidad de imagen y se usa un parámetro de cuantificación grande. Como resultado, existe un problema en que la calidad de imagen se deteriora enormemente.

<Técnica convencional b>

5 En codificación de 2 pasadas, se codifican todas las instantáneas de un vídeo de entrada, y la tasa de bits de cada instantánea generada en este momento se usa para la segunda codificación. En este método, puesto que la complejidad de cada porción del vídeo es conocida en el momento de la segunda codificación, a diferencia del caso de la codificación de 1 pasada, la infrutilización de CPB se espera que se suprima suprimiéndose el deterioro en  
10 calidad de imagen. Por ejemplo, en la tecnología del documento de patente 2, en la primera codificación, se obtiene el grado de complejidad de cada fotograma y se obtiene una tasa de bits de asignación de cada fotograma. Se realiza una comprobación en cuarto a si esta tasa de bits de asignación da como resultado o no la infrutilización de CPB. Si tiene lugar la infrutilización de CPB, se modifica la tasa de bits de asignación. De esta manera, puesto que el grado de complejidad de cada fotograma es conocido, puede esperarse que se mantenga la calidad de imagen  
15 mientras se suprime la infrutilización de CPB. Sin embargo, en este método, puesto que todos los fotogramas del vídeo de entrada se codifican dos veces, existe un problema en que se requiere una cantidad de cálculo grande.

El documento WO 2008/042259 desvela un método para codificar un grupo de instantáneas a una tasa de bits objetivo. Se realiza un procedimiento de pre-análisis para cada fotograma en el grupo de instantáneas para  
20 desarrollar una serie de parámetros. Se realiza a continuación un procedimiento de pre-procesamiento para un fotograma seleccionado de dicho grupo de instantáneas, de modo que los parámetros asociados con el fotograma seleccionado se actualizan mientras que los parámetros asociados a fotogramas no codificados del grupo de instantáneas permanecen iguales. Estos dos conjuntos de parámetros se usan a continuación para determinar una  
25 tasa de bits asignada para el fotograma de manera que cuando el fotograma se codifica realmente, la tasa de bits asignada se reserva para la operación de codificación.

### Documentos de la técnica anterior

Documentos de patente

30 Documento de Patente 1: solicitud de patente no examinada de Japón, primera publicación n.º 2006-295535  
Documento de Patente 2: solicitud de patente no examinada de Japón, primera publicación n.º 2003-018603

Documento no de patente

35 Documento no de patente 1: Kadono, Kikuchi, y Suzuki, "Third Revised Edition H.264/AVC Textbook" emitido por Impress R & D, 2009, págs. 189-191.

### Sumario de la invención

#### Problemas a resolver por la invención

45 En la técnica convencional a anteriormente descrita, puesto que se realiza control de codificación usando únicamente información ya codificada, existe un problema en que no puede evitarse el enorme deterioro en calidad de imagen debido a la supresión de infrutilización de CPB. Como un método sencillo para evitar el deterioro en la calidad de imagen, puede considerarse también el establecimiento de un valor umbral superior de un parámetro de cuantificación. Sin embargo, esta contramedida provoca la infrutilización de CPB.

50 Por otra parte, de acuerdo con la técnica convencional b, aunque la infrutilización de CPB puede suprimirse mientras se suprime el deterioro en la calidad de imagen, existe un problema en que la cantidad de cálculo es grande.

Un objetivo de la presente invención es reducir el enorme deterioro en calidad de imagen que tiene lugar en la codificación de 1 pasada convencional (técnica convencional a) mientras se suprime la infrutilización de CPB con  
55 una cantidad de cálculo menor que la codificación de 2 pasadas convencional (técnica convencional b), para resolver de esta manera los problemas anteriormente descritos.

#### Medios para resolver los problemas

60 Antes de describir la presente invención, se define un "grupo de instantáneas en orden de codificación" y una "estadística de cuantificación". El grupo de instantáneas en orden de codificación incluye un número predeterminado de instantáneas, y es una colección de instantáneas sucesivas en el orden de codificación. Un ejemplo típico del grupo de instantáneas en orden de codificación es un agrupo de instantáneas (GOP).

65 Los diagramas conceptuales del grupo de instantáneas en orden de codificación se ilustran en las Figuras 2A a 2C. En las Figuras 2A a 2C, I indica una instantánea que es un objetivo de una codificación intra-predictiva (una

instantánea I), P indica una instantánea que es un objetivo de una codificación predictiva directa (una instantánea P), y B indica una instantánea que es un objetivo de una codificación predictiva bidireccional (una instantánea B).

5 Un orden de visualización de las instantáneas se supone que es, por ejemplo, un orden de  $I \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow B, \dots$ , como se ilustra en la Figura 2A. Cuando el grupo de instantáneas en orden de codificación en la presente invención se supone que es un GOP, el grupo de instantáneas en orden de codificación se vuelve un grupo de instantáneas de  $I \rightarrow P \rightarrow B \rightarrow P \rightarrow \dots \rightarrow B \rightarrow P$  (inmediatamente antes de I), como se ilustra en la Figura 2B. Por ejemplo, cuando el grupo de instantáneas en orden de codificación incluye 13 instantáneas, 13 instantáneas sucesivas en el orden de codificación como se ilustra en la Figura 2C forman el grupo de instantáneas en orden de codificación de la presente invención.

15 Como se ha descrito anteriormente, una colección de instantáneas en la que una secuencia de instantánea de un vídeo de entrada se divide en grupos de un número predeterminado de instantáneas sucesivas en el orden de codificación se denomina como el grupo de instantáneas en orden de codificación. Se ha de observar que la "instantánea" en el presente documento se refiere a un fotograma cuando un vídeo tiene un formato progresivo o se refiere a un fotograma de un campo o un fotograma obtenido al unir un campo superior y un campo inferior cuando un vídeo tiene un formato entrelazado.

20 Además, la estadística de cuantificación es una estadística obtenida de un parámetro de cuantificación o una etapa de cuantificación usada para codificar cada macrobloque en una instantánea. Por ejemplo, es el promedio o la mediana de parámetros de cuantificación o etapas de cuantificación de macrobloques en una instantánea.

25 La presente invención resuelve el problema de la técnica anterior de acuerdo con las características reivindicadas en las reivindicaciones independientes.

### Efectos de la invención

30 De acuerdo con la presente invención, incluso cuando un proceso de codificación continúa desde una escena sencilla de un vídeo a una escena compleja y la calidad de imagen se deteriora debido a una tasa de bits residual de CPB insuficiente, se realiza decodificación desde la primera instantánea de un grupo de instantáneas en orden de codificación para aumentar la tasa de bits residual de CPB, y por lo tanto puede reducirse el deterioro en calidad de imagen en la escena compleja en comparación con la técnica convencional *a* de codificación de 1 pasada. Además, puesto que la presente invención reduce el deterioro en la calidad de imagen realizando parcialmente recodificación únicamente cuando fuera necesario, una cantidad de cálculo es pequeña en comparación con la técnica convencional *b* de codificación de 2 pasadas en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

40 En particular, la presente invención hace que una cantidad de cambio de un parámetro de codificación en el momento de recodificación sea pequeña gestionando el contador de reintentos, reduciendo por lo tanto el deterioro en calidad de imagen debido a la recodificación.

45 Además, si la tasa de bits residual de CPB después de la recodificación es pequeña, el parámetro de codificación se mantiene para que sea igual que en el momento de la recodificación, suprimiendo de esta manera la re-ocurrencia de la recodificación.

50 Además, de acuerdo con la presente invención, incluso cuando un proceso de codificación continúa desde una escena sencilla de un vídeo a una escena compleja y la calidad de imagen se deteriora debido a una tasa de bits residual de CPB insuficiente, se realiza recodificación desde la cabecera del grupo de instantáneas en orden de codificación establecidas como el punto de reintento para aumentar adicionalmente la tasa de bits residual de CPB, y por lo tanto puede reducirse el deterioro en calidad de imagen en la escena compleja en comparación con la técnica convencional *a* de codificación de 1 pasada. Además, puesto que la presente invención reduce el deterioro en la calidad de imagen realizando parcialmente recodificación únicamente cuando fuera necesario, una cantidad de cálculo es pequeña en comparación con la técnica convencional *b* de codificación de 2 pasadas en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

55 En particular, en la presente invención, es posible evitar que la calidad de imagen de la primera instantánea I en el grupo de instantáneas en orden de codificación se deteriore enormemente incluso si la tasa de bits residual de CPB es pequeña cuando se completa la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación.

60 Adicionalmente, de acuerdo con la presente invención, incluso cuando un proceso de codificación continúa desde una escena sencilla de un vídeo a una escena compleja y la calidad de imagen se deteriora debido a una tasa de bits residual de CPB insuficiente, se realiza recodificación desde la instantánea en el grupo de instantáneas en orden de codificación establecidas como el punto de reintento para aumentar la tasa de bits residual de CPB, y por lo tanto puede reducirse el deterioro en calidad de imagen en la escena compleja en comparación con la técnica convencional *a* de codificación de 1 pasada. Además, puesto que la presente invención reduce el deterioro en la calidad de imagen realizando parcialmente recodificación únicamente cuando fuera necesario, la cantidad de cálculo

es pequeña en comparación con la técnica convencional *b* de codificación de 2 pasadas en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. Además, puesto que la recodificación se realiza desde el punto de reintento determinado dependiendo de una cantidad de memoria requerida para la recodificación, puede usarse eficazmente la memoria.

5

**Breve descripción de los dibujos**

- La Figura 1 es un diagrama para describir la infrutilización de CPB.
- La Figura 2A es un diagrama conceptual de un grupo de instantáneas en orden de codificación.
- 10 La Figura 2B es un diagrama conceptual de un grupo de instantáneas en orden de codificación.
- La Figura 2C es un diagrama conceptual de un grupo de instantáneas en orden de codificación.
- La Figura 2D es un diagrama conceptual de un grupo de instantáneas en orden de codificación.
- La Figura 3 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una primera realización de la presente invención.
- 15 La Figura 4 es un diagrama de flujo de proceso de una variante del método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la primera realización de la presente invención.
- La Figura 5 es un diagrama conceptual de un GOP.
- La Figura 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la primera realización de la presente invención.
- 20 La Figura 7 es un diagrama conceptual de un cambio en un parámetro de codificación cuando se realiza la recodificación.
- La Figura 8 es un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de CPB cuando se realiza la recodificación.
- La Figura 9 es un diagrama conceptual de una transición de una estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación.
- 25 La Figura 10 es un diagrama conceptual de una transición de una estadística de cuantificación cuando una estadística de cuantificación que supera un valor umbral predeterminado no podría haberse evitado incluso por recodificación.
- La Figura 11 es un diagrama de flujo de proceso de un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.
- 30 La Figura 12 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la segunda realización de la presente invención.
- La Figura 13 es un diagrama conceptual de una transición de un contador de reintentos y un parámetro de codificación.
- 35 La Figura 14 es un diagrama de flujo de proceso de un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.
- La Figura 15 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la tercera realización de la presente invención.
- La Figura 16 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención.
- 40 La Figura 17 es un diagrama de flujo de proceso de una variante del método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la cuarta realización de la presente invención.
- La Figura 18 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la cuarta realización de la presente invención.
- 45 La Figura 19 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una quinta realización de la presente invención.
- La Figura 20 es un diagrama de flujo de proceso de una variante del método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la quinta realización de la presente invención.
- La Figura 21 es un diagrama que ilustra un ejemplo de configuración de un aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la quinta realización de la presente invención.
- 50 La Figura 22 es un diagrama conceptual que describe la cantidad de memoria requerida para instantáneas de referencia.
- La Figura 23 es un diagrama que ilustra la reducción de memoria de una memoria intermedia de entrada y una memoria intermedia de salida a través de la limitación de un punto de reintento a la distancia inter-instantánea máxima.

55

**Modos para llevar a cabo la invención**

[Primera realización]

60

En lo sucesivo, una primera realización de la presente invención se describirá en detalle con referencia a los dibujos. La Figura 3 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la primera realización de la presente invención.

65

En primer lugar, una siguiente instantánea a una instantánea para la que ha finalizado la codificación en una señal de vídeo de entrada se establece como un objetivo de codificación (etapa S1). La instantánea de entrada establecida

como el objetivo de codificación se codifica usando H.264 o cualesquiera de otros esquemas de codificación predeterminados (etapa S2). Se realiza una determinación en cuanto a si se codifica o no una estadística de cuantificación de la instantánea de entrada cuando la instantánea de entrada supera un valor umbral predeterminado (etapa S3), y si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, el proceso continúa a la etapa S7.

Si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de la última instantánea (etapa S4), y si está completada la codificación de la última instantánea, el proceso de codificación finaliza.

De lo contrario, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S5). Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación no está completada, el proceso vuelve a la etapa S1, y un proceso de codificación similar continúa para la siguiente instantánea. Un parámetro de codificación se restaura a un valor en el momento de codificación normal si el parámetro de codificación se ha cambiado recodificando (reintento) del grupo de instantáneas en orden de codificación cuando está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S6), el proceso vuelve a la etapa S1, y el proceso de codificación se realiza desde la primera instantánea del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

Si se detecta en la etapa S3 que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si se ha recodificado o no el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (el reintento ya se ha realizado) (etapa S7). Si el reintento ya se ha realizado, no se realiza recodificación adicional, el proceso continúa a la etapa S4, y el proceso de codificación simplemente se continúa.

Si el reintento no se ha realizado aún, la primera instantánea en el grupo de instantáneas en orden de codificación actual se establece como un objetivo de codificación en orden para recodificar el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (etapa S8). A continuación, uno o ambos de dos parámetros de codificación (un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro) se cambian (para el parámetro de cuantificación, el tamaño de paso se cambia para que sea mayor, y para la intensidad de filtro, un grado de desenfoque se cambia para que sea mayor) (etapa S9), el proceso vuelve a la etapa S2, y se recodifica el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando.

En otras palabras, el grupo de instantáneas en orden de codificación (por ejemplo, un GOP) se codifica dos veces únicamente si la estadística de cuantificación de la instantánea codificada es demasiado grande, a diferencia de la técnica convencional b en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. En el momento de la segunda codificación, únicamente se recodifica el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando actualmente usando un parámetro de codificación con el que la tasa de bits residual de CPB aumenta adicionalmente, y por lo tanto el deterioro en la calidad de imagen en el momento de una transición del vídeo de una escena sencilla a una escena compleja puede reducirse y una cantidad de cálculo puede reducirse, en comparación con la técnica convencional b en la que todas las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

La Figura 4 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una variante de la presente realización. La presente realización puede implementarse sustituyendo el proceso de la etapa S6 ilustrado en la Figura 3 con un proceso de las etapas S61 a S63 ilustradas en la Figura 4. Los procesos distintos de la etapa S6 son similares a aquellos en la Figura 3.

Después del proceso de la etapa S5 en la Figura 3, se realiza una determinación en cuanto a si se ha cambiado o no el parámetro de codificación por el reintento (etapa S61). Si el parámetro de codificación no se ha cambiado por el reintento, el proceso vuelve a la etapa S1 en la Figura 3. Si se ha cambiado el parámetro de codificación por el reintento, se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que un valor umbral predeterminado (etapa S62). Si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se mantiene como el usado para la recodificación, y únicamente si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se restaura a un parámetro de codificación por defecto original (etapa S63). A continuación, el proceso vuelve a la etapa S1 en la Figura 3 para continuar a la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

Como se ha descrito anteriormente, en la variante ilustrada en la Figura 4, el parámetro de codificación se restaura al valor en el momento de codificación normal únicamente si la tasa de bits residual de CPB supera una cantidad predeterminada en un tiempo cuando está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación. Esto es por la siguiente razón. Incluso si la tasa de bits residual de CPB es pequeña cuando la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación está completada, la restauración del parámetro de codificación al valor en el momento de codificación normal aumenta adicionalmente la tasa de bits generada, y por lo tanto la estadística de cuantificación de la instantánea codificada es altamente probable que supere el valor umbral predeterminado de nuevo en la codificación del siguiente grupo de instantáneas de orden de codificación. En el proceso de la Figura 4, si la tasa de bits residual de CPB es pequeña, el parámetro de codificación no se cambia, de

modo que la ocurrencia de la recodificación se suprime en la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación y se reduce adicionalmente una cantidad de cálculo, en comparación con el proceso de la Figura 3.

5 Como se ha descrito anteriormente, la presente realización cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación. En este punto, se supone que un pre-filtro se aplica al vídeo de entrada en el momento de codificación, y los parámetros de codificación que van a cambiarse son un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro. Ambos de los dos parámetros de codificación pueden cambiarse o puede cambiarse únicamente uno cualquiera de ellos.

10 Para el parámetro de cuantificación, un valor de desplazamiento predeterminado se añade al valor de un parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal, y se realiza la recodificación usando un parámetro de cuantificación mayor de este tipo.

15 Para el pre-filtro, se supone que se usa un filtro gaussiano en la presente realización. El filtro gaussiano puede producirse muestreando una distribución gaussiana mostrada en la siguiente ecuación con respecto a  $x$  e  $y$ .

$$g(x, y) = \{1/(2\pi\sigma^2)\} \times \exp\{-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)\}$$

20 Como puede observarse de la ecuación anterior, un grado de desenfoque aumenta a medida que el valor de  $\sigma$  aumenta. Puesto que se reduce un componente de alta frecuencia a medida que aumenta el grado de desenfoque, se reduce la tasa de bits generada en el momento de codificación. Los detalles del filtro gaussiano se describen, por ejemplo, en el siguiente documento no de patente 2. [Documento no de patente 2]: Okutomi, Ozawa, Shimizu, y Hori, "Digital Image Processing", Computer Graphic Arts Society, 2006, págs. 108-110.

25 Cuando  $\sigma$  es igual a 0, el filtro gaussiano no se aplica y, por ejemplo, se usa un parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0 = 0$  y un parámetro de codificación para recodificar  $\sigma_1 > 0$ . Se ha de observar que, en la presente realización, el tipo de filtro de paso bajo no importa. Además, cómo fortalecer el grado de desenfoque en el momento de recodificación puede determinarse arbitrariamente con antelación. Por ejemplo, es aceptable emplear la estructura en la que el parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0$  se cambia dependiendo del grado de complejidad de cada instantánea y  $\sigma_1$  se establece a la suma de un desplazamiento predeterminado y  $\sigma_0$ .

Además, en la presente realización, se supone que el valor promedio de los parámetros de cuantificación de macrobloques de una instantánea se usa como la estadística de cuantificación.

35 Para codificación, se supone que se realiza la codificación de acuerdo con la norma H.264. Además, en la presente realización, el grupo de instantáneas en orden de codificación es un GOP, y se ilustra un diagrama conceptual del GOP cuando se codifica en la Figura 5. Se supone que un GOP incluye 10 instantáneas, y una instantánea B y una instantánea P se alinean de manera alterna en orden de visualización, con una instantánea I que es la primera instantánea.

40 Un ejemplo de la configuración del aparato de la presente realización se ilustra en la Figura 6. Una memoria intermedia de entrada 10 almacena una señal de vídeo de entrada y emite una señal de vídeo que es un objetivo de codificación a una unidad de codificación 20. Además, si la memoria intermedia de entrada 10 recibe información que indica que ha de realizarse recodificación (información de reintento) debido a la estadística de cuantificación de una instantánea que supera el valor umbral predeterminado, de una unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40, que se describirá a continuación, la memoria intermedia de entrada 10 emite la señal de vídeo de la primera instantánea en un GOP que se está codificando a la unidad de codificación 20 de nuevo. Además, si está completada la codificación del GOP sin recepción de la información de reintento, la memoria intermedia de entrada 10 descarta la señal de vídeo almacenada del GOP.

50 La unidad de codificación 20 codifica la señal de vídeo introducida de la memoria intermedia de entrada 10, y emite un flujo codificado a una memoria intermedia de salida 30. Además, la unidad de codificación 20 emite un parámetro de cuantificación (información de parámetro de cuantificación) de cada macrobloque cuando se ha codificado la señal de vídeo de entrada a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40. Además, si la unidad de codificación 20 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40, la señal de vídeo de la primera instantánea en el GOP que se está codificando se introduce desde la memoria intermedia de entrada 10 de nuevo, y un parámetro de codificación para recodificar se introduce desde una unidad de ajuste de parámetro 50, y por lo tanto la unidad de codificación 20 realiza la recodificación usando el parámetro de codificación de entrada para recodificación.

60 La memoria intermedia de salida 30 emite flujos codificados del GOP cuando se han almacenado todos los flujos codificados del GOP, y la memoria intermedia de salida 30 descarta los flujos codificados almacenados del GOP que se está codificando si la información de reintento se recibe desde la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40.

65

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 obtiene una estadística de cuantificación que cambia en unidades de instantáneas usando la información de parámetro de cuantificación introducida desde la unidad de codificación 20. A continuación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 emite la información de reintento a la memoria intermedia de entrada 10, a la unidad de codificación 20, a la unidad de ajuste de parámetro 50, y a la memoria intermedia de salida 30 para notificar que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado.

Si la unidad de ajuste de parámetro 50 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40, la unidad de ajuste de parámetro 50 introduce el parámetro de codificación para recodificación a la unidad de codificación 20 como se ha descrito anteriormente. Como resultado, en el momento de recodificación, la unidad de codificación 20 realiza codificación del mismo GOP usando el parámetro de codificación con el que se reduce la tasa de bits generada.

El flujo del proceso de codificación en la presente realización se describirá con referencia al diagrama de flujo de la Figura 3. En la siguiente descripción, la correspondencia con el diagrama de flujo de la Figura 3 como S1, S2, ... se indica en sentencias.

Un proceso de codificación de un cierto GOP se describirá con respecto a los siguientes tres casos de manera separada.

- [Caso 1]: la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP.
- [Caso 2]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante recodificación.
- [Caso 3]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 1]

En primer lugar, se describirá el caso 1 en el que la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 10, la memoria intermedia de entrada 10 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 20 como una instantánea objetivo de codificación (S1). A continuación, la unidad de codificación 20 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 30 (la memoria intermedia de salida 30 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 (S2).

En este punto, se usa un parámetro de codificación por defecto para codificación, y se aplica un proceso de filtración en una unidad de pre-filtro 21 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación por defecto, y un coeficiente de Transformada de Coseno Discreta (DCT) generado en la instantánea actual se cuantifica por una unidad de cuantificación 22 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación por defecto.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 20. En este ejemplo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 no emite información de reintento (S3). Si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea de la señal de vídeo de entrada, la memoria intermedia de salida 30 emite flujos codificados almacenados, y el proceso de codificación está completado (S4). Por otra parte, si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea del GOP, la memoria intermedia de salida 30 emite los flujos codificados almacenados, la memoria intermedia de entrada 10 descarta las instantáneas almacenadas, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S5). En este punto, puesto que no ha tenido lugar la recodificación en el GOP, el parámetro de codificación no se cambia, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S6).

[Ejemplo de proceso del caso 2]

A continuación, se describirá el caso 2 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante la recodificación. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 10, la memoria intermedia de entrada 10 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 20 como una instantánea objetivo de codificación (S1). A continuación, la unidad de codificación 20 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 30 (la memoria intermedia de salida 30 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 (S2). En este punto, se usa un parámetro de codificación por defecto en la codificación.



La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 20. Como resultado, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 detecta que la estadística de cuantificación para la instantánea supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 emite la información de reintento a la unidad de codificación 20, a la unidad de ajuste de parámetro 50, a la memoria intermedia de entrada 10, y a la memoria intermedia de salida 30 (S3).

Si no ha tenido lugar aún el reintento para el GOP que se está codificando (S7), la memoria intermedia de entrada 10 emite la primera instantánea del GOP almacenado que se está codificando a la unidad de codificación 20 (S8), y la unidad de ajuste de parámetro 50 emite un parámetro de codificación para su recodificación a la unidad de codificación 20 (S9). Además, la memoria intermedia de salida 30 descarta flujos codificados del GOP que se está codificando. A continuación, la unidad de codificación 20 codifica la primera instantánea de entrada en el GOP usando el parámetro de codificación para su recodificación.

En este punto, el parámetro de codificación para recodificación se usa en la codificación, se aplica un proceso de pre-filtración en la unidad de pre-filtro 21 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación para recodificación (un grado de desenfoque es mayor que el parámetro de codificación por defecto). Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por la unidad de cuantificación 22 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación para recodificación (el tamaño de paso de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto).

Posteriormente, las instantáneas del GOP se introducen secuencialmente de la memoria intermedia de entrada 10 a la unidad de codificación 20, y el proceso de codificación se realiza por la unidad de codificación 20. A continuación, cuando la codificación de la última instantánea del GOP está completada (S5), se emiten flujos codificados del GOP de la memoria intermedia de salida 30, la unidad de codificación 20 establece el parámetro de codificación al parámetro de codificación por defecto (S6), y el proceso continúa al proceso de codificación del siguiente GOP. Se ha de observar que una operación cuando está completada la codificación de la última instantánea del vídeo de entrada se realiza de manera similar que en el caso 1 anteriormente descrito.

Se ilustra un diagrama conceptual de un cambio en el parámetro de codificación cuando se realiza la recodificación en la Figura 7. En el ejemplo de la Figura 7, puesto que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la sexta instantánea del segundo GOP2, se establece el parámetro de codificación para recodificación para reducir la tasa de bits generada y el GOP2 se recodifica desde su primera instantánea I. Posteriormente, puesto que la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado por la recodificación, el parámetro de codificación para recodificación se restaura al parámetro de codificación por defecto en la codificación del siguiente GOP3, y se continúa el proceso de codificación.

Se ilustra un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de CPB cuando se realiza la recodificación en la Figura 8. Una porción indicada por una línea en negrita es una tasa de bits residual de CPB después de la recodificación. En la recodificación, puesto que se fortalece un grado de desenfoque por un pre-filtro y un parámetro de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto, se reduce la tasa de bits generada y la transición de la tasa de bits residual de CPB es como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 8. Como resultado, la tasa de bits residual de CPB en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación aumenta en el momento de la recodificación, y puede evitarse la apariencia de gran deterioro en calidad de imagen de la instantánea.

Además, un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 9. Como se ilustra en la Figura 9, las estadísticas de cuantificación de las instantáneas para las que ha iniciado la recodificación aumentan puesto que se cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación, pero esto deja un margen en la tasa de bits residual de CPB como se ilustra en la Figura 8, y por lo tanto la estadística de cuantificación en la instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación se hace menor que antes de la recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 3]

Finalmente, se describirá el caso 3 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por la recodificación.

La Figura 10 ilustra un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se ha realizado recodificación y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por recodificación. El caso 3 puede tener lugar, por ejemplo, cuando la estadística de cuantificación ya es grande en la cabecera del GOP desde el cual se inicia la recodificación, como se ilustra en la Figura 10. En este caso, una operación en la que la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 40 detecta que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado y se realiza recodificación del GOP es similar que en el caso 2.

Si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado durante la recodificación del GOP (S3 y S7), no se realiza recodificación adicional, y el proceso de codificación simplemente se continúa (el proceso continúa a S4). En la Figura 10, el símbolo de referencia RS10 indica que la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por la recodificación.

5 Se ha de observar que a medida el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que en el momento de codificación normal, en el momento de recodificación, la estadística de cuantificación puede superar el valor umbral en una instantánea más anterior que una instantánea provocando la recodificación en el orden de codificación. Para reducir la posibilidad de tal superación, si el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que el valor umbral de la estadística de cuantificación, el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación puede modificarse para que sea un valor igual al valor umbral de la estadística de cuantificación. Sin embargo, si el parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal es mayor o igual que la estadística de cuantificación, el valor del parámetro de cuantificación en el momento de recodificación se hace igual al valor en el momento de codificación normal de modo que el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación no es menor que en el momento de codificación normal.

[Segunda realización]

20 En lo sucesivo, se describirá en detalle una segunda realización de la presente invención con referencia a los dibujos. La Figura 11 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la presente realización.

25 En primer lugar, una siguiente instantánea a una instantánea para la que ha finalizado la codificación en una señal de vídeo de entrada se establece como un objetivo de codificación (etapa S101). La instantánea de entrada establecida como el objetivo de codificación se codifica usando H.264 o cualesquiera de otros esquemas de codificación predeterminados (etapa S102). Se realiza una determinación en cuanto a si se codifica o no una estadística de cuantificación de la instantánea de entrada cuando la instantánea de entrada supera un valor umbral predeterminado (etapa S103), y si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, el proceso continúa a la etapa S108.

30 Si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de la última instantánea (etapa S104), y si está completada la codificación de la última instantánea, el proceso de codificación finaliza.

35 De lo contrario, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S105). Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación no está completada, el proceso vuelve a la etapa S101, y un proceso de codificación similar continúa para la siguiente instantánea. Si está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación, un contador de reintentos se decrementa en 1 si el contador de reintentos es mayor o igual que 1 (etapa S106). Se ha de observar que un valor inicial del contador de reintentos es 0. Posteriormente, se establece el parámetro de codificación determinado dependiendo del contador de reintentos con antelación basándose en el contador de reintentos (etapa S107), el proceso vuelve a la etapa S101, y el proceso de codificación se realiza desde la primera instantánea del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

45 Si se detecta en la etapa S103 que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si el valor del contador de reintentos actual ha alcanzado o no un valor máximo predeterminado (etapa S108). Si el contador de reintentos es el valor máximo, no se realiza recodificación adicional, el proceso continúa a la etapa S104, y el proceso de codificación simplemente se continúa.

50 Si el contador de reintentos no ha alcanzado el valor máximo, la primera instantánea en el grupo de instantáneas en orden de codificación actual se establece como un objetivo de codificación en orden para recodificar el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (etapa S109). A continuación, el contador de reintentos se incrementa en 1 (etapa S110). Posteriormente, se cambia uno o ambos de dos parámetros de codificación (un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro) basándose en el contador de reintentos (para el parámetro de cuantificación, se cambia el tamaño de paso para que sea mayor, y para la intensidad de filtro, se cambia un grado de desenfoque para que sea mayor) (etapa S111), el proceso vuelve a la etapa S102, y se recodifica el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando.

60 En la presente realización, básicamente, el proceso de codificación se realiza una vez, y cada instantánea en el grupo de instantáneas de orden de codificación (por ejemplo, un GOP) se codifica repetitivamente únicamente si se satisfacen las condiciones de recodificación mientras se reduce la tasa de bits generada de una manera gradual hasta que no se satisfagan las condiciones de recodificación, a diferencia de la técnica convencional *b* en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. En el momento de la segunda y posterior codificación, la codificación se realiza usando un parámetro de codificación con el que se reduce la tasa de bits generada y que se determina dependiendo del contador de reintentos. Por consiguiente, puede reducirse una cantidad de cálculo y puede reducirse el deterioro en calidad de imagen debido a la recodificación, en comparación

con la técnica convencional  $b$  en la que todas las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

5 Como se ha descrito anteriormente, la presente realización cambia los parámetros de codificación dependiendo del contador de reintentos en el momento de recodificación. En este punto, se supone que un pre-filtro se aplica al vídeo de entrada en el momento de codificación, y los parámetros de codificación que van a cambiarse son un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro. Ambos de los dos parámetros de codificación pueden cambiarse o puede cambiarse únicamente uno cualquiera de ellos.

10 Para el parámetro de cuantificación, se añade un valor de desplazamiento predeterminado creciente de una manera gradual dependiendo del contador de reintentos al valor de un parámetro de cuantificación determinado en el momento de codificación normal, y se realiza recodificación usando un parámetro de cuantificación mayor de este tipo.

15 Para el pre-filtro, se supone que se usa un filtro gaussiano en la presente realización. El filtro gaussiano puede producirse muestreando una distribución gaussiana mostrada en la siguiente ecuación con respecto a  $x$  e  $y$ .

$$g(x, y) = \{1/(2\pi\sigma^2)\} \times \exp\{-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)\}$$

20 Como puede observarse de la ecuación anterior, un grado de desenfoque aumenta a medida que el valor de  $\sigma$  aumenta. Puesto que se reduce un componente de alta frecuencia a medida que aumenta el grado de desenfoque, se reduce la tasa de bits generada en el momento de codificación. Los detalles del filtro gaussiano se describen, por ejemplo, en el documento no de patente 2 anteriormente descrito.

25 Cuando  $\sigma$  es igual a 0, el filtro gaussiano no se aplica y, por ejemplo, se usa un parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0 = 0$ , y se usa un parámetro de codificación para recodificación  $\sigma_c$  cuando el valor del contador de reintentos es  $c$ . El valor de  $\sigma_c$  se hace mayor a medida que el valor de  $c$  se hace más grande.  $0 < \sigma_1 < \sigma_2 < \dots$  se satisface. Se ha de observar que, en la presente realización, el tipo de filtro de paso bajo no importa. Además, por ejemplo, es aceptable emplear la estructura en la que el parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0$  se cambia dependiendo del grado de complejidad de cada instantánea, y  $\sigma_c$  es la suma de un desplazamiento predeterminado y  $\sigma_{c-1}$ .

30 Además, en la presente realización, se supone que el valor promedio de los parámetros de cuantificación de macrobloques de una instantánea se usa como la estadística de cuantificación.

35 En una realización que se describirá a continuación, se supone que se realiza la codificación usando un esquema de codificación de acuerdo con la norma H.264. Además, se supone que el grupo de instantáneas en orden de codificación es un GOP. Un diagrama conceptual del GOP cuando se codifica es como se ilustra en la Figura 5. Se supone que un GOP incluye 10 instantáneas, y una instantánea B y una instantánea P se alinean de manera alterna en un orden de visualización, con una instantánea I que es la primera instantánea.

40 Un ejemplo de la configuración del aparato de la presente realización se ilustra en la Figura 12. Una memoria intermedia de entrada 110 almacena una señal de vídeo de entrada y emite una señal de vídeo que es un objetivo de codificación a una unidad de codificación 120. Además, si la memoria intermedia de entrada 110 recibe información que indica que ha de realizarse recodificación (información de reintento) debido a la estadística de cuantificación de una instantánea que supera el valor umbral predeterminado, de una unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140, que se describirá a continuación, la memoria intermedia de entrada 110 emite la señal de vídeo de la primera instantánea en un GOP que se está codificando a la unidad de codificación 120 de nuevo. Además, si está completada la codificación del GOP sin recepción de la información de reintento, la memoria intermedia de entrada 110 descarta la señal de vídeo almacenada del GOP.

50 La unidad de codificación 120 codifica la señal de vídeo introducida de la memoria intermedia de entrada 110 y emite un flujo codificado a una memoria intermedia de salida 130. Además, la unidad de codificación 120 emite un parámetro de cuantificación (información de parámetro de cuantificación) de cada macrobloque cuando se ha codificado la señal de vídeo de entrada a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140. Además, si la unidad de codificación 120 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140, la señal de vídeo de la primera instantánea en el GOP que se está codificando se introduce desde la memoria intermedia de entrada 110 de nuevo, y un parámetro de codificación para recodificar se introduce desde una unidad de ajuste de parámetro 160, y por lo tanto la unidad de codificación 120 realiza la recodificación usando el parámetro de codificación de entrada para recodificación.

60 La memoria intermedia de salida 130 emite flujos codificados del GOP cuando se han almacenado todos los flujos codificados del GOP, y la memoria intermedia de salida 130 descarta los flujos codificados almacenados del GOP que se está codificando si la información de reintento se recibe desde la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140.

65 La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 obtiene una estadística de cuantificación que cambia en

unidades de instantáneas usando la información de parámetro de cuantificación introducida desde la unidad de codificación 120. A continuación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 emite la información de reintento a la memoria intermedia de entrada 110, a la unidad de codificación 120, a la unidad de gestión de contador de reintentos 150, y a la memoria intermedia de salida 130 para notificar que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado.

Si la unidad de gestión de contador de reintentos 150 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140, la unidad de gestión de contador de reintentos 150 añade 1 al valor del contador de reintentos actual y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 160 del contador de reintentos actualizado. Además, en el caso en el que esté completada la codificación del GOP que se está codificando actualmente sin recepción de la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140, si el valor del contador de reintentos es mayor o igual que 1, la unidad de gestión de contador de reintentos 150 resta 1 del valor del contador de reintentos y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 160 del contador de reintentos actualizado. Si el valor del contador de reintentos es 0 cuando está completada la codificación del GOP, la unidad de gestión de contador de reintentos 150 notifica a la unidad de ajuste de parámetro 160 que el contador de reintentos es 0.

Cuando la unidad de ajuste de parámetro 160 recibe el contador de reintentos de la unidad de gestión de contador de reintentos 150, la unidad de ajuste de parámetro 160 introduce el parámetro de codificación determinado dependiendo del contador de reintentos a la unidad de codificación 120. Como resultado, la unidad de codificación 120 realiza codificación del mismo GOP usando el parámetro de codificación con el que la tasa de bits generada se reduce a medida que aumenta el número de repeticiones de recodificación.

Como se ha descrito anteriormente, en la presente realización, se introduce un concepto del contador de reintentos cuyo valor aumenta si tiene lugar la recodificación y se reduce en un momento cuando está completada la codificación del GOP, y la unidad de gestión de contador de reintentos 150 gestiona el contador de reintentos. Se supone que con respecto a este contador de reintentos, hay un valor límite superior predeterminado, tal como un límite superior de "3", y puede realizarse recodificación del mismo GOP hasta que el contador de reintentos alcance el valor de límite superior. El valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación y la intensidad de filtro del pre-filtro en el momento de codificación se cambian dependiendo del valor del contador de reintentos.

Si el contador de reintentos es 0, se usa un parámetro de codificación por defecto. En el caso en el que el contador de reintentos sea distinto de 0, por ejemplo, cuando el valor de límite superior del contador de reintentos es 3, los parámetros de codificación para recodificación que corresponden al contador de reintentos de 1, 2, y 3 pueden prepararse como una tabla de parámetros de codificación con antelación, y el parámetro de codificación obtenido de la tabla de parámetros de codificación puede usarse para recodificación.

El flujo de un proceso de codificación en la presente realización se describirá con referencia al diagrama de flujo en la Figura 11. En la siguiente descripción, la correspondencia con el diagrama de flujo de la Figura 11 como S101, S102, ... se indica en sentencias.

Un proceso de codificación de un cierto GOP se describirá con respecto a los siguientes tres casos de manera separada.

- [Caso 1]: la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP.
- [Caso 2]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante recodificación.
- [Caso 3]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 1]

En primer lugar, se describirá el caso 1 en el que la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 110, la memoria intermedia de entrada 110 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 120 como una instantánea objetivo de codificación (S101). A continuación, la unidad de codificación 120 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 130 (la memoria intermedia de salida 130 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 (S102).

En este punto, por ejemplo, si el contador de reintentos se supone que tiene un valor inicial de 0, se aplica un parámetro de codificación por defecto para codificación, y un proceso de filtración en una unidad de pre-filtro 121 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación por

defecto. Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por una unidad de cuantificación 122 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación por defecto. Si el contador de reintentos es mayor o igual que 1, se realiza codificación usando un pre-filtro y un proceso de cuantificación con la intensidad de filtro y el parámetro de cuantificación determinado dependiendo del contador de reintentos.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 120. En este ejemplo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 no emite información de reintento (S103). Si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea de la señal de vídeo de entrada, la memoria intermedia de salida 130 emite flujos codificados almacenados, y el proceso de codificación está completado (S104). Por otra parte, si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea del GOP, la memoria intermedia de salida 130 emite los flujos codificados almacenados, la memoria intermedia de entrada 110 descarta las instantáneas almacenadas, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S105 a S107).

Si la codificación del GOP está completada sin que la estadística de cuantificación supere el valor umbral predeterminado al codificar cada instantánea como en este caso 1, la unidad de gestión de contador de reintentos 150 decrementa el valor del contador de reintentos actual en 1 a menos que el contador de reintentos sea 0 (S106). Si tiene lugar la recodificación en un GOP más anterior que un GOP para el que se está completando actualmente la codificación, el contador de reintentos puede no ser 0. La unidad de gestión de contador de reintentos 150 notifica a la unidad de ajuste de parámetro 160 del contador de reintentos cambiado, la unidad de ajuste de parámetro 160 establece el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos notificado en la unidad de codificación 120, y se inicia la codificación de la primera instantánea del siguiente GOP.

[Ejemplo de proceso del caso 2]

A continuación, se describirá el caso 2 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante la recodificación. En este punto, se describirá un caso en el que el contador de reintentos en un momento cuando se inicia la codificación del GOP es 1 y la recodificación se realiza dos veces en el mismo GOP.

Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 110, la memoria intermedia de entrada 110 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 120 como una instantánea objetivo de codificación (S101). A continuación, la unidad de codificación 120 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 130 (la memoria intermedia de salida 130 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 (S102). En este punto, se usa un parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos igual a 1 para codificación.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 120. Como resultado, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 detecta que la estadística de cuantificación para la instantánea supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 emite la información de reintento a la unidad de codificación 120, a la unidad gestión de contador de reintentos 150, a la memoria intermedia de entrada 110, y a la memoria intermedia de salida 130 (S103).

Puesto que el contador de reintentos actual es 1 y no ha alcanzado un valor de límite superior de 3 (S108), la memoria intermedia de entrada 110 emite la primera instantánea del GOP almacenado que se está codificando a la unidad de codificación 120 (S109). Por otra parte, el contador de reintentos se incrementa en 1 por la unidad de gestión de contador de reintentos 150, y el contador de reintentos cuyo valor es 2 se introduce a la unidad de ajuste de parámetro 160 (S110).

La unidad de ajuste de parámetro 160 lee el parámetro de codificación en el caso en el que el contador de reintentos es 2 desde la tabla de parámetros de codificación, y establece el parámetro de codificación en la unidad de codificación 120 (S111). La memoria intermedia de salida 130 descarta flujos codificados del GOP que se está codificando.

En la unidad de codificación 120, siempre que la estadística de cuantificación no supere el valor umbral predeterminado, las instantáneas del GOP se introducen secuencialmente desde la memoria intermedia de entrada 110 y se lleva a cabo la codificación. En esta codificación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en el mismo GOP de nuevo, el contador de reintentos se incrementa en 1 y el contador de reintentos se vuelve 3 a través de un proceso similar al proceso anteriormente descrito. Como resultado, el parámetro de codificación se cambia a un parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 3, y a continuación se realiza secuencialmente codificación en el mismo GOP comenzando desde la primera instantánea

de nuevo.

En esta codificación del GOP, si la estadística de cuantificación ya no ha superado más el valor umbral predeterminado, el contador de reintentos se decrementa en 1 por la unidad de gestión de contador de reintentos 150, el contador de reintentos se vuelve 2, y se lleva a cabo la codificación del siguiente GOP. En este caso, las operaciones de la memoria intermedia de entrada 110 y la memoria intermedia de salida 130 son similares a aquellas en el ejemplo anteriormente descrito.

Se ilustra un diagrama conceptual de una transición del contador de reintentos y el parámetro de codificación en el ejemplo del caso 2 en la Figura 13. En el ejemplo de la Figura 13, cuando el segundo GOP2 se está codificando en un estado en el que el contador de reintentos es 1, la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la sexta instantánea, y por lo tanto el contador de reintentos se establece a 2 y el GOP2 se recodifica de nuevo desde su primera instantánea I usando el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 2. Incluso en esta recodificación, la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la octava instantánea y la recodificación se realiza usando el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 3 con el que la tasa de bits generada es pequeña. En la recodificación realizada de nuevo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, el contador de reintentos se decrementa en 1 cuando está completada la codificación del GOP2, y el proceso continúa a la codificación del siguiente GOP3 usando el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 2.

Un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de CPB cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 8. Una porción indicada por una línea en negrita es una tasa de bits residual de CPB después de la recodificación. En la recodificación, puesto que se fortalece un grado de desenfoque por un pre-filtro y un parámetro de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto, se reduce la tasa de bits generada y la transición de la tasa de bits residual de CPB es como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 8. Como resultado, la tasa de bits residual de CPB en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación aumenta en el momento de la recodificación, y puede evitarse la apariencia de gran deterioro en calidad de imagen de la instantánea.

Además, un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 9. Como se ilustra en la Figura 9, las estadísticas de cuantificación de las instantáneas para las que ha iniciado la recodificación aumentan puesto que se cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación, pero esto deja un margen en la tasa de bits residual de CPB como se ilustra en la Figura 8, y por lo tanto la estadística de cuantificación en la instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación se hace menor que antes de la recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 3]

Finalmente, se describirá el caso 3 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del mismo GOP y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por la recodificación.

El contador de reintentos se supone que alcanza 3 durante la codificación de un cierto GOP, similar al caso 2. Además, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 140 detecta que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación del mismo GOP (S103), la unidad de gestión de contador de reintentos 150 detecta que el contador de reintentos alcanza el valor de límite superior (S108), y por lo tanto no se realiza recodificación, y se lleva a cabo el proceso de codificación.

Un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se ha realizado recodificación y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por la recodificación es como se ilustra en la Figura 10. El caso 3 puede tener lugar, por ejemplo, cuando la estadística de cuantificación ya es grande en la cabecera del GOP desde el cual se inicia la recodificación, como se ilustra en la Figura 10.

Se ha de observar que a medida el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que en el momento de codificación normal, en el momento de recodificación, la estadística de cuantificación puede superar el valor umbral en una instantánea más anterior que una instantánea provocando la recodificación en el orden de codificación. Para reducir la posibilidad de tal superación, un valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación que corresponde a cada valor del contador de reintentos puede determinarse como sigue.

Un valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación (que es un valor predeterminado determinado con antelación) que corresponde al valor máximo del contador de reintentos (3 en la realización anteriormente descrita) se añade al parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal, y si un valor resultante supera el valor umbral de la estadística de cuantificación, el valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación que corresponde al valor máximo del contador de reintentos se modifica para que sea igual al valor umbral. A continuación, se determinan los valores de desplazamiento que corresponden a los otros valores del contador de

reintentos basándose en un valor de desplazamiento de este tipo (por ejemplo, en la realización anteriormente descrita, cuando el valor de desplazamiento que corresponde al valor máximo del contador de reintentos es A, los valores de desplazamiento del contador de reintentos de 0, 1 y 2 pueden determinarse dividiendo igualmente A, como 0, A/3, y 2 x (A/3)). Sin embargo, si el parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal es mayor o igual que la estadística de cuantificación, los valores de desplazamiento que corresponden a todos los valores del contador de reintentos se establecen a 0 de modo que el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación no es menor que en el momento de codificación normal. Además, si un valor obtenido añadiendo el valor de desplazamiento predeterminado del parámetro de cuantificación que corresponde al valor máximo del contador de reintentos al parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal no supera el valor umbral de la estadística de cuantificación, los valores de desplazamiento que corresponden a los otros valores del contador de reintentos pueden determinarse basándose en un valor de desplazamiento de este tipo.

[Tercera realización]

En lo sucesivo, se describirá en detalle una tercera realización de la presente invención con referencia a los dibujos. La Figura 14 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la presente realización.

En primer lugar, una siguiente instantánea a una instantánea para la que ha finalizado la codificación en una señal de vídeo de entrada se establece como un objetivo de codificación (etapa S201). La instantánea de entrada establecida como el objetivo de codificación se codifica usando H.264 o cualesquiera de otros esquemas de codificación predeterminados (etapa S202). Se realiza una determinación en cuanto a si se codifica o no una estadística de cuantificación de la instantánea de entrada cuando la instantánea de entrada supera un valor umbral predeterminado (etapa S203), y si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, el proceso continúa a la etapa S208.

Si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de la última instantánea (etapa S204), y si está completada la codificación de la última instantánea, el proceso de codificación finaliza.

De lo contrario, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S205). Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación no está completada, el proceso vuelve a la etapa S201, y un proceso de codificación similar continúa para la siguiente instantánea.

Si está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación, se realiza una determinación en cuanto a si se satisfacen o no las siguientes condiciones, y un contador de reintentos se decrementa en 1 únicamente si se satisfacen las condiciones (etapa S206).

- Condición 1: el contador de reintentos es mayor o igual que 1.
- Condición 2: una tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que un valor umbral predeterminado.

Si el contador de reintentos es 0 o si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral predeterminado, el contador de reintentos no se decrementa y se mantiene como un valor original.

Posteriormente, el parámetro de codificación que se determina dependiendo del contador de reintentos con antelación se establece basándose en el contador de reintentos (etapa S207), el proceso vuelve a la etapa S201, y el proceso de codificación se realiza desde la primera instantánea del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

Si se detecta en la etapa S203 que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si el valor del contador de reintentos actual ha alcanzado o no un valor máximo predeterminado (etapa S208). Si el contador de reintentos es el valor máximo, no se realiza recodificación adicional, el proceso continúa a la etapa S204, y el proceso de codificación simplemente se continúa.

Si el contador de reintentos no ha alcanzado el valor máximo, la primera instantánea en el grupo de instantáneas en orden de codificación actual se establece como un objetivo de codificación en orden para recodificar el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (etapa S209). A continuación, el contador de reintentos se incrementa en 1 (etapa S210). Posteriormente, se cambia uno o ambos de dos parámetros de codificación (un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro) basándose en el contador de reintentos (para el parámetro de cuantificación, se cambia el tamaño de paso para que sea mayor, y para la intensidad de filtro, se cambia un grado de desenfoque para que sea mayor) (etapa S211), el proceso vuelve a la etapa S202, y se recodifica el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando.

En la presente realización, básicamente, el proceso de codificación se realiza una vez, y cada instantánea en el grupo de instantáneas de orden de codificación (por ejemplo, un GOP) se codifica repetitivamente únicamente si se

satisfacen las condiciones de recodificación mientras se reduce la tasa de bits generada de manera gradual hasta que no se satisfagan las condiciones de recodificación, a diferencia de la técnica convencional  $b$  en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. En el momento de la segunda y posterior codificación, la codificación se realiza usando un parámetro de codificación con el que se reduce la tasa de bits generada y que se determina dependiendo del contador de reintentos. Por consiguiente, puede reducirse una cantidad de cálculo y puede reducirse el deterioro en calidad de imagen debido a la recodificación, en comparación con la técnica convencional  $b$  en la que todas las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

Como se ha descrito anteriormente, la presente realización cambia un parámetro de codificación dependiendo del contador de reintentos en el momento de la recodificación. En este punto, se supone que un pre-filtro se aplica al vídeo de entrada en el momento de codificación, y parámetros de codificación que van a cambiarse son un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro. Ambos de los dos parámetros de codificación pueden cambiarse o puede cambiarse únicamente uno cualquiera de ellos.

Para el parámetro de cuantificación, se añade un valor de desplazamiento predeterminado creciente de una manera gradual dependiendo del contador de reintentos al valor de un parámetro de cuantificación determinado en el momento de codificación normal, y se realiza recodificación usando un parámetro de cuantificación mayor de este tipo.

Para el pre-filtro, se supone que se usa un filtro gaussiano en la presente realización. El filtro gaussiano puede producirse muestreando una distribución gaussiana mostrada en la siguiente ecuación con respecto a  $x$  e  $y$ .

$$g(x, y) = \{1/(2\pi\sigma^2)\} \times \exp\{-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)\}$$

Como puede observarse de la ecuación anterior, un grado de desenfoque aumenta a medida que el valor de  $\sigma$  aumenta. Puesto que se reduce un componente de alta frecuencia a medida que aumenta el grado de desenfoque, se reduce la tasa de bits generada en el momento de codificación. Los detalles del filtro gaussiano se describen, por ejemplo, en el documento no de patente 2 anteriormente descrito.

Cuando  $\sigma$  es igual a 0, el filtro gaussiano no se aplica y, por ejemplo, se usa un parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0 = 0$ , y se usa un parámetro de codificación para recodificación  $\sigma_c$  cuando el valor del contador de reintentos es  $c$ . El valor de  $\sigma_c$  se hace mayor a medida que el valor de  $c$  se hace más grande.  $0 < \sigma_1 < \sigma_2 < \dots$  se satisface. Se ha de observar que, en la presente realización, el tipo de filtro de paso bajo no importa. Además, por ejemplo, es aceptable emplear la estructura en la que el parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0$  se cambia dependiendo del grado de complejidad de cada instantánea, y  $\sigma_c$  es la suma de un desplazamiento predeterminado y  $\sigma_{c-1}$ .

Además, en la presente realización, se supone que el valor promedio de los parámetros de cuantificación de macrobloques de una instantánea se usa como la estadística de cuantificación.

En una realización que se describirá a continuación, se supone que se realiza la codificación usando un esquema de codificación de acuerdo con la norma H.264. Además, se supone que el grupo de instantáneas en orden de codificación es un GOP. Un diagrama conceptual del GOP cuando se codifica es como se ilustra en la Figura 5. Se supone que un GOP incluye 10 instantáneas, y una instantánea B y una instantánea P se alinean de manera alterna en un orden de visualización, con una instantánea I que es la primera instantánea.

Un ejemplo de la configuración del aparato de la presente realización se ilustra en la Figura 15. Una memoria intermedia de entrada 210 almacena una señal de vídeo de entrada y emite una señal de vídeo como es un objetivo de codificación a una unidad de codificación 220. Además, si la memoria intermedia de entrada 210 recibe información que indica que ha de realizarse recodificación (información de reintento) debido a la estadística de cuantificación de una instantánea que supera el valor umbral predeterminado, de una unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240, que se describirá a continuación, la memoria intermedia de entrada 210 emite la señal de vídeo de la primera instantánea en un GOP que se está codificando a la unidad de codificación 220 de nuevo. Además, si está completada la codificación del GOP sin recepción de la información de reintento, la memoria intermedia de entrada 210 descarta la señal de vídeo almacenada del GOP.

La unidad de codificación 220 codifica la señal de vídeo introducida de la memoria intermedia de entrada 210, y emite un flujo codificado a una memoria intermedia de salida 230. Además, la unidad de codificación 220 emite un parámetro de cuantificación (información de parámetro de cuantificación) de cada macrobloque cuando se ha codificado la señal de vídeo de entrada a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240. Además, la unidad de codificación 220 notifica a una unidad de predicción de estado de CPB 260 de la información de tasa de bits residual de CPB en un momento cuando está completada la codificación del GOP.

Además, si la unidad de codificación 220 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240, la señal de vídeo de la primera instantánea en el GOP que se está codificando se introduce desde la memoria intermedia de entrada 210 de nuevo, y un parámetro de codificación para recodificar se introduce



desde una unidad de ajuste de parámetro 270, y por lo tanto la unidad de codificación 220 realiza la recodificación usando el parámetro de codificación de entrada para recodificación.

5 La memoria intermedia de salida 230 emite flujos codificados del GOP cuando se han almacenado todos los flujos codificados del GOP, y la memoria intermedia de salida 230 descarta los flujos codificados almacenados del GOP que se está codificando si la información de reintento se recibe desde la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240.

10 La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 obtiene una estadística de cuantificación que cambia en unidades de instantáneas usando la información de parámetro de cuantificación introducida desde la unidad de codificación 220. A continuación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 emite la información de reintento a la memoria intermedia de entrada 210, a la unidad de codificación 220, a la unidad de gestión de contador de reintentos 250, y a la memoria intermedia de salida 230 para notificar que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado.

15 Si la unidad de gestión de contador de reintentos 250 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240, la unidad de gestión de contador de reintentos 250 añade 1 al valor del contador de reintentos actual y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 270 del contador de reintentos actualizado. Además, en el caso en el que esté completada la codificación del GOP que se está codificando actualmente sin recepción de la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240, si el valor del contador de reintentos es mayor o igual que 1, la unidad de gestión de contador de reintentos 250 resta 1 del valor del contador de reintentos y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 270 del contador de reintentos actualizado. Sin embargo, si la información de cambio/no cambio de parámetro notificada desde la unidad de predicción de estado de CPB 260 indica "no cambio de parámetro", la unidad de gestión de contador de reintentos 250 no resta 1 del contador de reintentos incluso si el contador de reintentos es mayor o igual que 1. Además, si el contador de reintentos es 0, la unidad de gestión de contador de reintentos 250 tampoco resta 1 del contador de reintentos, y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 270 del valor del contador de reintentos actual.

30 La unidad de predicción de estado de CPB 260 determina si una tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado basándose en la información de tasa de bits residual de CPB notificada desde la unidad de codificación 220 en un momento cuando está completada la codificación del GOP, y si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 260 notifica a la unidad de gestión de contador de reintentos 250 que ha de cambiarse el parámetro de codificación, como la información de cambio/no cambio de parámetro. En contraste, si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 260 notifica a la unidad de gestión de contador de reintentos 250 que el parámetro de codificación no ha de cambiarse, como la información de cambio/no cambio de parámetro.

40 Cuando la unidad de ajuste de parámetro 270 recibe el contador de reintentos de la unidad de gestión de contador de reintentos 250, la unidad de ajuste de parámetro 270 introduce el parámetro de codificación determinado dependiendo del contador de reintentos a la unidad de codificación 220. Como resultado, la unidad de codificación 220 realiza codificación del mismo GOP usando el parámetro de codificación con el que la tasa de bits generada se reduce a medida que aumenta el número de repeticiones de recodificación.

45 Como se ha descrito anteriormente, en la presente realización, se introduce un concepto del contador de reintentos cuyo valor aumenta si tiene lugar la recodificación y se reduce en un momento cuando está completada la codificación del GOP, y la unidad de gestión de contador de reintentos 250 gestiona el contador de reintentos. Se supone que con respecto a este contador de reintentos, hay un valor límite superior predeterminado tal como un límite superior de "3", y puede realizarse recodificación del mismo GOP hasta que el contador de reintentos alcance el valor de límite superior. El valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación y la intensidad de filtro del pre-filtro en el momento de codificación se cambian dependiendo del valor del contador de reintentos.

50 Si el contador de reintentos es 0, se usa un parámetro de codificación por defecto. En el caso en el que el contador de reintentos sea distinto de 0, por ejemplo, cuando el valor de límite superior del contador de reintentos es 3, los parámetros de codificación para recodificación que corresponden al contador de reintentos de 1, 2, y 3 pueden prepararse como una tabla de parámetros de codificación con antelación, y el parámetro de codificación obtenido de la tabla de parámetros de codificación puede usarse para recodificación.

60 El flujo de un proceso de codificación en la presente realización se describirá con referencia al diagrama de flujo en la Figura 14. En la siguiente descripción, la correspondencia con el diagrama de flujo de la Figura 14 como S201, S202, ... se indica en sentencias.

Un proceso de codificación de un cierto GOP se describirá con respecto a los siguientes tres casos de manera separada.

65 • [Caso 1]: la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP.

- [Caso 2]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante recodificación.
- [Caso 3]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 1]

En primer lugar, se describirá el caso 1 en el que la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 210, la memoria intermedia de entrada 210 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 220 como una instantánea objetivo de codificación (S201). A continuación, la unidad de codificación 220 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 230 (la memoria intermedia de salida 230 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 (S202).

En este punto, por ejemplo, cuando el contador de reintentos se supone que tiene un valor inicial de 0, un parámetro de codificación por defecto para codificación, y un proceso de filtración en una unidad de pre-filtro 221 se aplica a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación por defecto. Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por una unidad de cuantificación 222 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación por defecto. Si el contador de reintentos es mayor o igual que 1, se realiza codificación usando un pre-filtro y un proceso de cuantificación con la intensidad de filtro y el parámetro de cuantificación determinado dependiendo del contador de reintentos.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 220. En este ejemplo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 no emite información de reintento (S203). Si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea de la señal de vídeo de entrada, la memoria intermedia de salida 230 emite flujos codificados almacenados, y el proceso de codificación está completado (S204). Por otra parte, si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea del GOP, la memoria intermedia de salida 230 emite los flujos codificados almacenados, la memoria intermedia de entrada 210 descarta las instantáneas almacenadas, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S205 a S207).

Si la codificación del GOP está completada sin la estadística de cuantificación que supera el valor umbral predeterminado como en este caso 1, la unidad de codificación 220 notifica a la unidad de predicción de estado de CPB 260 de la tasa de bits residual de información de CPB en un momento cuando está completada la codificación del GOP. La unidad de predicción de estado de CPB 260 determina si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado, y si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 260 notifica a la unidad de gestión de contador de reintentos 250 que el parámetro de codificación ha de cambiarse, como la información de cambio/no cambio de parámetro. En contraste, si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 260 notifica a la unidad de gestión de contador de reintentos 250 que el parámetro de codificación no ha de cambiarse, como la información de cambio/no cambio de parámetro. La unidad de gestión de contador de reintentos 250 decrementa el valor del contador de reintentos actual en 1 únicamente si la información de cambio/no cambio de parámetro indica que el parámetro de codificación ha de cambiarse (S206).

En otras palabras, si tiene lugar la recodificación en un GOP más anterior que el GOP para el que se está completando actualmente la codificación, el contador de reintentos puede no ser 0. En este caso, la unidad de gestión de contador de reintentos 250 cambia el contador de reintentos de acuerdo con la notificación de la información de cambio/no cambio de parámetro de la unidad de predicción de estado de CPB 260, y notifica a la unidad de ajuste de parámetro 270 del contador de reintentos cambiado. La unidad de ajuste de parámetro 270 establece el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos notificado en la unidad de codificación 220, y se inicia la codificación de la primera instantánea del siguiente GOP.

[Ejemplo de proceso del caso 2]

A continuación, se describirá el caso 2 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante la recodificación. En este punto, se describirá un caso en el que el contador de reintentos en un momento cuando se inicia la codificación del GOP es 1 y la recodificación se realiza dos veces en el mismo GOP.

Quando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 210, la memoria intermedia de entrada 210 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 220 como una instantánea objetivo de codificación (S201). A continuación, la unidad de codificación 220 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 230 (la memoria intermedia de salida 230 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 (S202). En este punto, se usa un parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos igual a 1 para codificación.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 220. Como resultado, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 detecta que la estadística de cuantificación para la instantánea supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 emite la información de reintento a la unidad de codificación 220, a la unidad gestión de contador de reintentos 250, a la memoria intermedia de entrada 210, y a la memoria intermedia de salida 230 (S203).

Puesto que el contador de reintentos actual es 1 y no ha alcanzado un valor de límite superior de 3 (S208), la memoria intermedia de entrada 210 emite la primera instantánea del GOP almacenado que se está codificando a la unidad de codificación 220 (S209). Por otra parte, el contador de reintentos se incrementa en 1 por la unidad de gestión de contador de reintentos 250, y el contador de reintentos cuyo valor es 2 se introduce a la unidad de ajuste de parámetro 270 (S210).

La unidad de ajuste de parámetro 270 lee el parámetro de codificación en el caso en el que el contador de reintentos es 2 desde la tabla de parámetros de codificación, y establece el parámetro de codificación en la unidad de codificación 220 (S211). La memoria intermedia de salida 230 descarta flujos codificados del GOP que se está codificando.

En la unidad de codificación 220, siempre que la estadística de cuantificación no supere el valor umbral predeterminado, las instantáneas del GOP se introducen secuencialmente desde la memoria intermedia de entrada 210 y se lleva a cabo la codificación. En esta codificación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en el mismo GOP de nuevo, el contador de reintentos se incrementa en 1 y el contador de reintentos se vuelve 3 a través de un proceso similar al proceso anteriormente descrito. Como resultado, el parámetro de codificación se cambia a un parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 3, y a continuación se realiza secuencialmente codificación en el mismo GOP comenzando desde la primera instantánea de nuevo.

En esta codificación del GOP, si la estadística de cuantificación ya no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de codificación 220 notifica a la unidad de predicción de estado de CPB 260 de la información de tasa de bits residual de CPB. Si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, la unidad de predicción de estado de CPB 260 establece la información de cambio/no cambio de parámetro como "cambio"; de lo contrario, la unidad de predicción de estado de CPB 260 establece la información de cambio/no cambio de parámetro como "sin cambio", y la unidad de predicción de estado de CPB 260 notifica a la unidad de gestión de contador de reintentos 250 de la información de cambio/no cambio de parámetro.

Si la información de cambio/no cambio de parámetro notificada es "cambio", el contador de reintentos se decrementa en 1 por la unidad de gestión de contador de reintentos 250, el contador de reintentos se vuelve 2, y se lleva a cabo la codificación del siguiente GOP. En este caso, las operaciones de la memoria intermedia de entrada 210 y la memoria intermedia de salida 230 son similares a aquellas en el ejemplo anteriormente descrito. Si la información de cambio de parámetro es "sin cambio", el contador de reintentos se mantiene como 3, y se lleva a cabo la codificación del siguiente GOP.

Se ilustra un diagrama conceptual de una transición del contador de reintentos y el parámetro de codificación en el ejemplo del caso 2 en la Figura 13. En el ejemplo de la Figura 13, cuando el segundo GOP2 se está codificando en un estado en el que el contador de reintentos es 1, la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la sexta instantánea, y por lo tanto el contador de reintentos se establece a 2 y el GOP2 se recodifica de nuevo desde su primera instantánea I usando el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 2. Incluso en esta recodificación, la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la octava instantánea y la recodificación se realiza usando un parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 3 con el que la tasa de bits generada es pequeña.

Puesto que la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado al realizar la recodificación de nuevo, se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado. En este punto, puesto que la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, el contador de reintentos se decrementa en 1 cuando está completada la codificación del GOP2, y el proceso continúa a la codificación del siguiente GOP3 usando el parámetro de codificación que corresponde al contador de reintentos de 2.

Se ilustra un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de CPB cuando se realiza la recodificación en la Figura 8. Una porción indicada por una línea en negrita es una tasa de bits residual de CPB después de la recodificación. En la recodificación, puesto que se fortalece un grado de desenfoque por un pre-filtro y un parámetro de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto, se reduce la tasa de bits generada y la transición de la tasa de bits residual de CPB es como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 8. Como resultado, la tasa de bits residual de CPB en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación aumenta en el momento de la recodificación, y puede evitarse la apariencia de gran deterioro en calidad de imagen de la instantánea.

- 5
- 10 Además, un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 9. Como se ilustra en la Figura 9, las estadísticas de cuantificación de las instantáneas para las que ha iniciado la recodificación aumentan puesto que se cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación, pero esto deja un margen en la tasa de bits residual de CPB como se ilustra en la Figura 8, y por lo tanto la estadística de cuantificación en la instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación se hace menor que antes de la recodificación.
- 15

[Ejemplo de proceso del caso 3]

- 20 Finalmente, se describirá el caso 3 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado una pluralidad de veces en la codificación del mismo GOP y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por la recodificación.

- 25 El contador de reintentos se supone que alcanza 3 durante la codificación de un cierto GOP, similar al caso 2. Además, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 240 detecta que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación del mismo GOP (S203), la unidad de gestión de contador de reintentos 250 detecta que el contador de reintentos alcanza el valor de límite superior (S208), y por lo tanto no se realiza recodificación, y se lleva a cabo el proceso de codificación.

- 30 Un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se ha realizado recodificación y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por la recodificación es como se ilustra en la Figura 10. El caso 3 puede tener lugar, por ejemplo, cuando la estadística de cuantificación ya es grande en la cabecera del GOP desde el cual se inicia la recodificación, como se ilustra en la Figura 10.

- 35 Se ha de observar que a medida el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que en el momento de codificación normal, en el momento de recodificación, la estadística de cuantificación puede superar el valor umbral en una instantánea más anterior que una instantánea provocando la recodificación en el orden de codificación. Para reducir la posibilidad de tal superación, un valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación que corresponde a cada valor del contador de reintentos puede determinarse como sigue.

- 40 Un valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación (que es un valor predeterminado determinado con antelación) que corresponde al valor máximo del contador de reintentos (3 en la realización anteriormente descrita) se añade al parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal, y si un valor resultante supera el valor umbral de la estadística de cuantificación, el valor de desplazamiento del parámetro de cuantificación que corresponde al valor máximo del contador de reintentos se modifica para que sea igual al valor umbral. A continuación, se determinan los valores de desplazamiento que corresponden a los otros valores del contador de reintentos basándose en un valor de desplazamiento de este tipo (por ejemplo, en la realización anteriormente descrita, cuando el valor de desplazamiento que corresponde al valor máximo del contador de reintentos es A, los valores de desplazamiento del contador de reintentos de 0, 1 y 2 pueden determinarse dividiendo igualmente A, como 0, A/3, y 2 x (A/3)). Sin embargo, si el parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal es mayor o igual que la estadística de cuantificación, los valores de desplazamiento que corresponden a todos los valores del contador de reintentos se establecen a 0 de modo que el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación no es menor que en el momento de codificación normal. Además, si un valor obtenido añadiendo el valor de desplazamiento predeterminado del parámetro de cuantificación que corresponde al valor máximo del contador de reintentos al parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal no supera el valor umbral de la estadística de cuantificación, los valores de desplazamiento que corresponden a los otros valores del contador de reintentos pueden determinarse basándose en un valor de desplazamiento de este tipo.
- 50
- 55

[Cuarta realización]

- 60 En lo sucesivo, se describirá una cuarta realización de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos. La Figura 16 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la presente realización.

- 65 En primer lugar, una siguiente instantánea a una instantánea para la que ha finalizado la codificación en una señal de vídeo de entrada se establece como un objetivo de codificación (etapa S301). La instantánea de entrada establecida como el objetivo de codificación se codifica usando H.264 o cualesquiera de otros esquemas de

codificación predeterminados (etapa S302). Se realiza una determinación en cuanto a si se codifica o no una estadística de cuantificación de la instantánea de entrada cuando la instantánea de entrada supera un valor umbral predeterminado (etapa S303), y si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, el proceso continúa a la etapa S311.

5 Si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de la última instantánea (etapa S304), y si está completada la codificación de la última instantánea, el proceso de codificación finaliza.

10 De lo contrario, se realiza una determinación en cuanto a si la instantánea codificada es o no la primera instantánea I del grupo de instantáneas de orden de codificación (etapa S305). Si la instantánea actualmente codificada es la primera instantánea I del grupo de instantáneas en orden de codificación, la instantánea I se establece como un punto de reintento (etapa S306). Esto es un procedimiento para actualizar el punto de reintento después de que se ha confirmado que una condición de recodificación (la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado) no se satisface en la siguiente instantánea I, puesto que el punto de reintento está establecido aún en la cabecera de un grupo de instantáneas en orden de codificación inmediatamente anterior si una tasa de bits residual de CPB es menor que un valor umbral predeterminado en la etapa S309, que se describirá a continuación. Se ha de observar que si el punto de reintento se establece en la etapa S310, el punto de reintento se establece a la misma posición de nuevo, pero no tiene lugar una desventaja en el proceso. A continuación, el proceso vuelve a la etapa S301, y se lleva a cabo la codificación de la siguiente instantánea.

25 Si la instantánea codificada no es la cabecera del grupo de instantáneas en orden de codificación, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S307). Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación no está completada, el proceso vuelve a la etapa S301, y el proceso de codificación continúa para realizarse de manera similar en la siguiente instantánea. Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación está completada, en el caso en el que el parámetro de codificación se haya cambiado por recodificación del grupo de instantáneas en orden de codificación (reintento), el parámetro de codificación se restaura a un valor en el momento de codificación normal (etapa S308).

30 Además, se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado en un momento cuando está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S309). Si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, el punto de reintento se establece a la primera instantánea I del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S310). A continuación, el proceso vuelve a la etapa S301, y se lleva a cabo la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación de manera secuencial desde su cabecera.

35 Si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral predeterminado, el punto de reintento no se actualiza, el proceso vuelve a la etapa S301, y se lleva a cabo la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

40 Si se detecta en la etapa S303 que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si se ha recodificado o no el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (el reintento ya se ha realizado) (etapa S311). Si el reintento ya se ha realizado, no se realiza recodificación adicional, el proceso continúa a la etapa S304, y el proceso de codificación simplemente se continúa.

45 Si el reintento no se ha realizado aún, la instantánea en el punto de reintento se establece como un objetivo de codificación en orden para recodificar el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (etapa S312). A continuación, uno o ambos de dos parámetros de codificación (un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro) se cambian (para el parámetro de cuantificación, el tamaño de paso se cambia para que sea mayor, y para la intensidad de filtro, un grado de desenfoque se cambia para que sea mayor) (etapa S313), el proceso vuelve a la etapa S302, y se recodifica el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando.

50 En otras palabras, el grupo de instantáneas en orden de codificación (por ejemplo, un GOP) se codifica dos veces únicamente si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, a diferencia de la técnica convencional b en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. En el momento de la segunda codificación, se realiza codificación con un parámetro de codificación para reducir la tasa de bits generada. Únicamente si se satisfacen las condiciones de recodificación, únicamente se recodifica un grupo de instantáneas en orden de codificación que satisfacen las condiciones (se ha de observar que excepcionalmente, puede realizarse la recodificación desde un grupo de instantáneas de orden de codificación inmediatamente anterior), reduciendo de esta manera el deterioro en calidad de imagen mientras se suprime la infrutilización de la CPB. Por consiguiente, puede reducirse una cantidad de cálculo en comparación con la técnica convencional b en la que todas las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican dos veces.

65 La Figura 17 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una variante de la presente realización. La presente realización puede implementarse sustituyendo el

proceso de la etapa S308 ilustrado en la Figura 16 con un proceso de las etapas S381 a S383 ilustradas en la Figura 17. Los procesos distintos de la etapa S308 son sustancialmente similares a aquellos en la Figura 16.

5 Siguiendo el proceso de la etapa S307 de la Figura 16, se realiza una determinación en cuanto a si se ha cambiado o no el parámetro de codificación por el reintento (etapa S381). Si el parámetro de codificación no se ha cambiado por el reintento, el proceso continúa a la etapa S309. Si se ha cambiado el parámetro de codificación por el reintento, se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que un primer valor umbral predeterminado (etapa S382). Si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se mantiene como el parámetro de codificación usado para la recodificación, y únicamente si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se restaura a un parámetro de codificación por defecto original (etapa S383). A continuación, el proceso continúa a la etapa S309 en la que se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que un segundo valor umbral predeterminado, y este proceso y el proceso de la etapa S310 son similares a los procesos de las etapas S309 y S310 ilustradas en la Figura 16. Se ha de observar que el primer valor umbral y el segundo valor umbral pueden ser los mismos valores o diferentes valores.

20 Como se ha descrito anteriormente, en la variante ilustrada en la Figura 17, el parámetro de codificación se restaura al valor en el momento de codificación normal únicamente si la tasa de bits residual de CPB supera una cantidad predeterminada en un tiempo cuando está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación. Esto es por la siguiente razón. Incluso si la tasa de bits residual de CPB es pequeña cuando la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación está completada, la restauración del parámetro de codificación al valor en el momento de codificación normal aumenta adicionalmente la tasa de bits generada, de modo que es altamente probable que se satisfagan las condiciones de recodificación al codificar instantáneas en el siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación. En el proceso de la Figura 17, si la tasa de bits residual de CPB es pequeña, el parámetro de codificación no se cambia, de modo que la ocurrencia de la recodificación se suprime en la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación y se reduce adicionalmente una cantidad de cálculo, en comparación con el proceso de la Figura 16.

30 Como se ha descrito anteriormente, la presente realización cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación. En este punto, se supone que un pre-filtro se aplica al vídeo de entrada en el momento de codificación, y los parámetros de codificación que van a cambiarse son un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro. Ambos de los dos parámetros de codificación pueden cambiarse o puede cambiarse únicamente uno cualquiera de ellos.

35 Para el parámetro de cuantificación, un valor de desplazamiento predeterminado se añade al valor de un parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal, y se realiza la recodificación usando un parámetro de cuantificación mayor de este tipo.

40 Para el pre-filtro, se supone que se usa un filtro gaussiano en la presente realización. El filtro gaussiano puede producirse muestreando una distribución gaussiana mostrada en la siguiente ecuación con respecto a x e y.

$$g(x, y) = \{1/(2\pi\sigma^2)\} \times \exp\{-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)\}$$

45 Como puede observarse de la ecuación anterior, un grado de desenfoque aumenta a medida que el valor de  $\sigma$  aumenta. Puesto que se reduce un componente de alta frecuencia a medida que aumenta el grado de desenfoque, se reduce la tasa de bits generada en el momento de codificación. Los detalles del filtro gaussiano se describen, por ejemplo, en el documento no de patente 2 anteriormente descrito.

50 Cuando  $\sigma$  es igual a 0, el filtro gaussiano no se aplica y, por ejemplo, se usa un parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0 = 0$  y un parámetro de codificación para recodificar  $\sigma_1 > 0$ . Se ha de observar que, en la presente realización, el tipo de filtro de paso bajo no importa. Además, cómo fortalecer el grado de desenfoque en el momento de recodificación puede determinarse arbitrariamente con antelación. Por ejemplo, es aceptable emplear la estructura en la que el parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0$  se cambia dependiendo del grado de complejidad de cada instantánea y  $\sigma_1$  se establece a la suma de un desplazamiento predeterminado y  $\sigma_0$ .

55 Además, en la presente realización, se supone que el valor promedio de los parámetros de cuantificación de macrobloques de una instantánea se usa como la estadística de cuantificación.

60 Para codificación, se supone que se realiza la codificación de acuerdo con la norma H.264. Además, en la presente realización, se supone que el grupo de instantáneas en orden de codificación es un GOP. Un diagrama conceptual del GOP cuando se codifica es como se ilustra en la Figura 5. Se supone que un GOP incluye 10 instantáneas, y una instantánea B y una instantánea P se alinean de manera alterna en un orden de visualización, con una instantánea I que es la primera instantánea.

65 Un ejemplo de la configuración del aparato de la presente realización se ilustra en la Figura 18. Una memoria

intermedia de entrada 310 almacena una señal de vídeo de entrada y emite una señal de vídeo que es un objetivo de codificación a una unidad de codificación 320. Además, si la memoria intermedia de entrada 310 recibe información que indica que ha de realizarse la recodificación (información de reintento) debido a la estadística de cuantificación de una instantánea que supera el valor umbral predeterminado, de una unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340, que se describirá a continuación, la memoria intermedia de entrada 310 emite la señal de vídeo de la primera instantánea en un GOP establecido como un punto de reintento a la unidad de codificación 320 de nuevo. Además, si la información de punto de reintento se introduce desde una unidad de gestión de punto de reintento 360, la memoria intermedia de entrada 310 descarta la señal de vídeo almacenada del GOP más anterior que el punto de reintento.

La unidad de codificación 320 codifica la señal de vídeo introducida de la memoria intermedia de entrada 310, y emite un flujo codificado a una memoria intermedia de salida 330. Además, la unidad de codificación 320 emite un parámetro de cuantificación (información de parámetro de cuantificación) generado cuando se codifica la señal de vídeo de entrada, a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340. Además, si la unidad de codificación 320 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340, se introduce la señal de vídeo de la primera instantánea en el GOP indicada por el punto de reintento desde la memoria intermedia de entrada 310 de nuevo, y se introduce un parámetro de codificación para recodificación desde una unidad de ajuste de parámetro 370, y por lo tanto la unidad de codificación 220 realiza recodificación usando el parámetro de codificación de entrada para recodificación. Además, la unidad de codificación 320 emite la información de tasa de bits residual de CPB en un momento cuando está completada la codificación del GOP a una unidad de predicción de estado de CPB 350.

La memoria intermedia de salida 330 emite flujos codificados determinados para que se emitan, es decir, flujos codificados como un resultado de codificación determinado que no requiere recodificación basándose en la información de punto de reintento de la unidad de gestión de punto de reintento 360. En contraste, si la memoria intermedia de salida 330 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340, la memoria intermedia de salida 330 descarta los flujos codificados almacenados del GOP que se está codificando.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 obtiene una estadística de cuantificación que cambia en unidades de instantáneas usando la información de parámetro de cuantificación introducida desde la unidad de codificación 320. A continuación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 emite la información de reintento a la memoria intermedia de entrada 310, a la unidad de codificación 320, a la unidad de ajuste de parámetro 370, y a la memoria intermedia de salida 330 para notificar que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado.

La unidad de predicción de estado de CPB 350 determina si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado, y si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 350 notifica a la unidad de gestión de punto de reintento 360 de la información que indica que el punto de reintento del siguiente GOP es su primera instantánea I, como información de cambio/no cambio de punto de reintento. En contraste, si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral, la unidad de predicción de estado de CPB 350 notifica a la unidad de gestión de punto de reintento 360 de la información que indica que el punto de reintento de la primera instantánea del siguiente GOP es la primera instantánea (una instantánea I) de un GOP inmediatamente antes del siguiente GOP, como la información de cambio/no cambio de punto de reintento.

Si la información de cambio/no cambio de reintento indica que el punto de reintento de la primera instantánea del GOP que ha de codificarse ahora es la primera instantánea de un GOP inmediatamente anterior, la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 del punto de reintento, y si la recodificación no tiene lugar en la codificación de la primera instantánea, la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 que el punto de reintento se establece a la primera instantánea del GOP actualmente codificado a partir de cuando se codifica la siguiente instantánea. Además, si la información de cambio/no cambio de reintento indica que el punto de reintento es la primera instantánea del GOP a codificarse ahora, la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 y a la memoria intermedia de salida 330 del punto de reintento. En este punto, la información de notificación se denomina como información de punto de reintento. Como se ha descrito anteriormente, en el momento de recodificación, la memoria intermedia de entrada 310 introduce una señal de vídeo a la unidad de codificación 320, de la instantánea basándose en la información de punto de reintento, y la memoria intermedia de salida 330 emite únicamente flujos codificados determinados para emitirse basándose en la información de punto de reintento.

Si la unidad de ajuste de parámetro 370 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340, la unidad de ajuste de parámetro 370 introduce el parámetro de codificación para recodificación a la unidad de codificación 320 como se ha descrito anteriormente. Como resultado, en el momento de recodificación, la unidad de codificación 320 realiza codificación del mismo GOP usando un parámetro de codificación con el que se reduce la tasa de bits generada.

El flujo de un proceso de codificación en la presente realización se describirá con referencia al diagrama de flujo en la Figura 16. En la siguiente descripción, la correspondencia con el diagrama de flujo de la Figura 16 como S301, S302, ... se indica en sentencias.

- 5 Un proceso de codificación de ciertos GOP en los que el primer GOP es GOP1 y el siguiente GOP es GOP2 se describirá con respecto a los siguientes cuatro casos de manera separada.
- [Caso 1]: La codificación del GOP1 se ha completado sin la condición de recodificación de que la estadística de cuantificación supere el valor umbral predeterminado que se satisface en la codificación del GOP1, y la condición de recodificación no se haya satisfecho incluso en la codificación de la primera instantánea del siguiente GOP2.
  - 10 • [Caso 2]: La codificación del GOP1 se ha completado, y la condición de recodificación se ha satisfecho en la codificación de la primera instantánea del siguiente GOP2, de modo que la recodificación ha sido necesaria.
  - [Caso 3]: La condición de recodificación se ha satisfecho en la codificación de una instantánea intermedia del GOP2, de modo que ha sido necesaria la recodificación.
  - 15 • [Caso 4]: La condición de recodificación se ha satisfecho en la codificación de una instantánea intermedia del GOP2, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 1]

20 En primer lugar, se describirá el caso 1 en el que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP1 (en el caso en el que la condición de recodificación no se haya satisfecho). Cuando una instantánea del GOP1 se introduce en la memoria intermedia de entrada 310, la memoria intermedia de entrada 310 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 320 como una instantánea objetivo de codificación (S301). A continuación, la unidad de codificación 320 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 330 (la memoria intermedia de salida 330 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 (S302).

30 En este punto, se usa para codificar un parámetro de codificación por defecto, y se aplica un proceso de filtración en una unidad de pre-filtro 321 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación por defecto. Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por una unidad de cuantificación 322 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación por defecto.

35 La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 320. En este ejemplo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 no emite información de reintento (S303). Si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea de la señal de vídeo de entrada, la memoria intermedia de salida 330 emite flujos codificados almacenados, y el proceso de codificación está completado (S304).

45 Si la instantánea objetivo de codificación es la primera instantánea en el GOP1 (S305), la unidad de gestión de punto de reintento 360 establece la primera instantánea (una instantánea I) en el GOP1 como un punto de reintento (S306) y a continuación la unidad de codificación 320 realiza codificación de la siguiente instantánea.

50 O si no, si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea del GOP (S307), en el caso en el que el parámetro de codificación para la recodificación se haya usado en la recodificación, la unidad de ajuste de parámetro 370 cambia el parámetro de codificación al parámetro de codificación por defecto (S308).

55 Por otra parte, la unidad de codificación 320 emite información de tasa de bits residual de CPB a la unidad de predicción de estado de CPB 350, y la unidad de predicción de estado de CPB 350 determina si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que el valor umbral predeterminado (S309). La unidad de predicción de estado de CPB 350 notifica a la unidad de gestión de punto de reintento 360 de un resultado de determinación como la información de cambio/no cambio de punto de reintento anteriormente descrita. Si la información de cambio/no cambio de punto de reintento indica que el punto de reintento no ha de cambiarse (la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral), la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 del punto de reintento que es la primera instantánea en el GOP1, como la información de punto de reintento.

60 A continuación, el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea I en el GOP2 (S302), y si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la instantánea I (S303), la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 y a la memoria intermedia de salida 330 que el punto de reintento es la primera instantánea en el GOP2 (S306). En otras palabras, si tiene lugar la recodificación en una instantánea posterior en el GOP2, se realiza recodificación desde la primera instantánea en el GOP2.



Si la tasa de bits residual de CPB es suficiente en un momento cuando está completada la codificación anteriormente descrita del GOP1, se emite la información de cambio/no cambio de punto de reintento que indica que el punto de reintento ha de cambiarse desde la unidad de predicción de estado de CPB 350 a la unidad de gestión de punto de reintento 360, y la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 que el punto de reintento es la primera instantánea en el GOP2, como la información de punto de reintento (S310). En este caso, incluso si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en cualquier instantánea del GOP2 más adelante, se realiza recodificación desde la primera instantánea en el GOP2.

10 [Ejemplo de proceso del caso 2]

A continuación, se describirá el caso 2 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación de la primera instantánea en el GOP2, pero entonces la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado por recodificación. Si la información de cambio/no cambio de punto de reintento en un momento cuando está completada la codificación del GOP1 indica que el punto de reintento no ha de cambiarse debido a la tasa de bits residual de CPB que es pequeña como en el caso 1, la unidad de gestión de punto de reintento 360 notifica a la memoria intermedia de entrada 310 que el punto de reintento es la primera instantánea I del GOP1.

20 El proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea I en el GOP2, y si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 detecta que la estadística de cuantificación en la instantánea supera el valor umbral predeterminado (S303), la memoria intermedia de entrada 310 introduce instantáneas secuencialmente desde la primera instantánea del GOP1 a la unidad de codificación 320 basándose en la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340, y la unidad de codificación 320 realiza recodificación. En este caso, como el parámetro de codificación, se usa un parámetro de codificación para recodificación establecido desde la unidad de ajuste de parámetro 370 (S313). En esta recodificación, el proceso de pre-filtración por la unidad de pre-filtro 321 se aplica a la instantánea objetivo de codificación con la intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación para recodificación (el grado de desenfoque es mayor que el parámetro de codificación por defecto). Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por la unidad de cuantificación 322 con un parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación para recodificación (el tamaño de paso de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto).

35 Si está completada la codificación hasta la última instantánea de GOP1 por recodificación del GOP1, el punto de reintento se establece a la primera instantánea en el GOP1 o la primera instantánea en el GOP2 dependiendo de la tasa de bits residual de CPB en este momento, y a continuación se lleva a cabo un proceso de codificación de la primera instantánea en el GOP2.

[Ejemplo de proceso del caso 3]

40 El caso 2 anterior describe el ejemplo en el que la recodificación es necesaria puesto que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la primera instantánea del GOP2. En contraste, si la estadística de cuantificación en una instantánea distinta de la primera instantánea en el GOP2 supera el valor umbral predeterminado, se realiza de manera similar recodificación desde la primera instantánea en el GOP2 usando el parámetro de codificación para recodificación.

45 Un diagrama conceptual de un cambio en el parámetro de codificación cuando se realiza la recodificación en una instantánea intermedia en GOP2 es como se ilustra en la Figura 7. En el ejemplo de la Figura 7, puesto que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la sexta instantánea en el GOP2, se establece el parámetro de codificación para que la recodificación reduzca la tasa de bits generada y el GOP2 se recodifica desde su primera instantánea I. Puesto que la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado por recodificación, el parámetro de codificación para recodificación se restaura al parámetro de codificación por defecto en la codificación del siguiente GOP3, y se continúa el proceso de codificación.

55 Un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de CPB cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 8. Una porción indicada por una línea en negrita es una tasa de bits residual de CPB después de la recodificación. En la recodificación, puesto que se fortalece un grado de desenfoque por un pre-filtro y un parámetro de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto, se reduce la tasa de bits generada y la transición de la tasa de bits residual de CPB es como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 8. Como resultado, la tasa de bits residual de CPB en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación aumenta en el momento de la recodificación, y puede evitarse la apariencia de gran deterioro en calidad de imagen de la instantánea.

65 Además, un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 9. Como se ilustra en la Figura 9, las estadísticas de cuantificación de las instantáneas para las que ha iniciado la recodificación aumentan puesto que se cambia un parámetro de codificación en el momento de recodificación, pero esto deja un margen en la tasa de bits residual de CPB como se

ilustra en la Figura 8, y por lo tanto la estadística de cuantificación en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación se hace menor que antes de la recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 4]

5 Finalmente, se describirá el caso 4 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación de una instantánea intermedia en el GOP2, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por recodificación.

10 Un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se ha realizado recodificación y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por la recodificación es como se ilustra en la Figura 10. El caso 4 puede tener lugar, por ejemplo, cuando la estadística de cuantificación ya es grande en la cabecera del GOP para el que se inicia la recodificación, como se ilustra en la Figura 10. En este caso, una operación en la que se detecta la estadística de cuantificación que supera el valor umbral predeterminado por la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 340 y se realiza recodificación del GOP2 es similar que en el caso 3. Si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado durante la recodificación del GOP2 (S303 y S311), no se realiza recodificación adicional, y el proceso de codificación simplemente se continúa (un paso a S304).

20 Se ha de observar que a medida el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que en el momento de codificación normal, en el momento de recodificación, la estadística de cuantificación puede superar el valor umbral en una instantánea más anterior que una instantánea provocando la recodificación en el orden de codificación. Para reducir la posibilidad de tal superación, si el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que el valor umbral de la estadística de cuantificación, el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación puede modificarse para que sea un valor igual al valor umbral de la estadística de cuantificación. Sin embargo, si el parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal es mayor o igual que la estadística de cuantificación, el valor del parámetro de cuantificación en el momento de recodificación se hace igual al valor en el momento de codificación normal de modo que el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación no es menor que en el momento de codificación normal.

30 [Quinta realización]

En lo sucesivo, se describirá una quinta realización de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos. La Figura 19 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la presente realización.

35 Para una instantánea de orden M y una instantánea de orden N ( $N > M$ ) en el orden de codificación, N-M se denomina como una distancia inter instantánea. En primer lugar, se obtiene la distancia inter-instantánea máxima que es una distancia inter instantánea que puede trazarse de vuelta al máximo dentro de un límite de una memoria en el momento de recodificación basándose en información de una cantidad disponible de la memoria dada desde el exterior y se almacena (S400).

40 A continuación, una instantánea siguiente a una instantánea para la cual se ha finalizado la codificación en una señal de vídeo de entrada (la primera instantánea de la señal de vídeo de entrada cuando se inicia la codificación) se establece como un objetivo de codificación (etapa S401). La instantánea de entrada establecida como el objetivo de codificación se codifica usando H.264 o cualesquiera de otros esquemas de codificación predeterminados (etapa S402). Se realiza una determinación en cuanto a si se codifica o no una estadística de cuantificación de la instantánea de entrada cuando la instantánea de entrada supera un valor umbral predeterminado (etapa S403), y si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, el proceso continúa a la etapa S407.

50 Si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si o no está completada la codificación de la última instantánea (etapa S404). Si está completada la codificación de la última instantánea, el proceso de codificación finaliza.

55 De lo contrario, se realiza una determinación en cuanto a si está completada o no la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación (etapa S405). Si la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación no está completada, el proceso vuelve a la etapa S401, y un proceso de codificación similar continúa para la siguiente instantánea. Si está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación, si el parámetro de codificación se ha cambiado mediante la recodificación del grupo de instantáneas en orden de codificación (reintento), el parámetro de codificación se restaura a un valor en el momento de codificación normal (etapa S406), el proceso vuelve a la etapa S401, y el proceso de codificación se realiza desde la primera instantánea del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

60 Si se detecta en la etapa S403 que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, se realiza una determinación en cuanto a si se ha recodificado o no el grupo de instantáneas en orden de codificación actual (el reintento ya se ha realizado) (etapa S407). Si el reintento ya se ha realizado, no se realiza recodificación

adicional, el proceso continúa a la etapa S404, y el proceso de codificación simplemente se continúa.

Si el reintento no se ha realizado aún, un punto de reintento se establece en orden para recodificar instantáneas en el grupo de instantáneas de orden de codificación actual. En otras palabras, la instantánea más lejana incluida en el grupo de instantáneas en orden de codificación que se está codificando dentro del intervalo de la distancia inter-instantánea máxima calculada en la etapa S400 se establece como un objetivo de codificación (etapa S408). A continuación, uno o ambos de dos parámetros de codificación (un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro) se cambian (para el parámetro de cuantificación, el tamaño de paso se cambia para que sea mayor, y para la intensidad de filtro, un grado de desenfoque se cambia para que sea mayor) (etapa S409), el proceso vuelve a la etapa S402, y se realiza recodificación desde la instantánea en el grupo de instantáneas en orden de codificación establecido como el punto de reintento.

De acuerdo con el proceso de recodificación anteriormente descrito, una pluralidad de instantáneas en el grupo de instantáneas en orden de codificación (por ejemplo, un GOP) se codifican dos veces únicamente si la estadística de cuantificación de la instantánea codificada es demasiado grande, a diferencia de la técnica convencional b en la que todos los fotogramas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. En el momento de la segunda codificación, únicamente la pluralidad de instantáneas en el grupo de instantáneas en orden de codificación que se están codificando actualmente se recodifican usando un parámetro de codificación con el que la tasa de bits residual de CPB aumenta adicionalmente. Como resultado, puede reducirse el deterioro en calidad de imagen cuando el vídeo se mueve de una escena sencilla a una escena compleja y puede reducirse una cantidad de cálculo, en comparación con la técnica convencional b en la que todas las instantáneas de un vídeo de entrada se codifican dos veces. Además, una memoria requerida como una memoria intermedia de entrada y una memoria intermedia de salida pueden tener únicamente el tamaño que corresponde a un número predeterminado de instantáneas, de modo que puede conseguirse reducción de memoria.

La Figura 20 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una variante de la presente realización. La presente realización puede implementarse sustituyendo el proceso de la etapa S406 ilustrado en la Figura 19 con un proceso de las etapas S461 a S463 ilustradas en la Figura 20. Los procesos distintos de la etapa S406 son similares a aquellos en la Figura 19.

Siguiendo el proceso de la etapa S405 de la Figura 19, se realiza una determinación en cuanto a si se ha cambiado o no el parámetro de codificación por reintento (etapa S461). Si el parámetro de codificación no se ha cambiado por el reintento, el proceso vuelve a la etapa S401 de la Figura 19. Si se ha cambiado el parámetro de codificación por el reintento, se realiza una determinación en cuanto a si la tasa de bits residual de CPB es o no mayor o igual que un valor umbral predeterminado (etapa S462). Si la tasa de bits residual de CPB es menor que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se mantiene como el parámetro de codificación usado en la recodificación. Únicamente si la tasa de bits residual de CPB es mayor o igual que el valor umbral predeterminado, el parámetro de codificación se restaura a un parámetro de codificación por defecto original (etapa S463). A continuación, el proceso vuelve a la etapa S401 de la Figura 19, y el proceso continúa a la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación.

En la variante ilustrada en la Figura 20, el parámetro de codificación se restaura al valor en el momento de codificación normal únicamente si la tasa de bits residual de CPB supera una cantidad predeterminada en un tiempo cuando está completada la codificación del grupo de instantáneas en orden de codificación. Esto es por la siguiente razón. Incluso si la tasa de bits residual de CPB es pequeña cuando la codificación de un grupo de instantáneas en orden de codificación está completada, la restauración del parámetro de codificación al valor en el momento de codificación normal aumenta adicionalmente la tasa de bits generada, y por lo tanto la estadística de cuantificación de la instantánea codificada es altamente probable que supere el valor umbral predeterminado de nuevo en la codificación del siguiente grupo de instantáneas de orden de codificación. En el proceso de la Figura 20, si la tasa de bits residual de CPB es pequeña, el parámetro de codificación no se cambia, de modo que la ocurrencia de la recodificación se suprime en la codificación del siguiente grupo de instantáneas en orden de codificación y se reduce adicionalmente una cantidad de cálculo, en comparación con el proceso de la Figura 19.

Como se ha descrito anteriormente, la presente realización cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación. En este punto, se supone que un pre-filtro se aplica al vídeo de entrada en el momento de codificación, y los parámetros de codificación que van a cambiarse son un parámetro de cuantificación e intensidad de pre-filtro. Ambos de los dos parámetros de codificación pueden cambiarse o puede cambiarse únicamente uno cualquiera de ellos.

Para el parámetro de cuantificación, un valor de desplazamiento predeterminado se añade al valor de un parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal, y se realiza la recodificación usando un parámetro de cuantificación mayor.

Para el pre-filtro, se supone que se usa un filtro gaussiano en la presente realización. El filtro gaussiano puede producirse muestreando una distribución gaussiana mostrada en la siguiente ecuación con respecto a x e y.

$$g(x, y) = \{1/(2\pi\sigma^2)\} \times \exp\{-(x^2 + y^2)/(2\sigma^2)\}$$

Como puede observarse de la ecuación anterior, un grado de desenfoque aumenta a medida que el valor de  $\sigma$  aumenta. Puesto que se reduce un componente de alta frecuencia a medida que aumenta el grado de desenfoque, se reduce la tasa de bits generada en el momento de codificación. Los detalles del filtro gaussiano se describen, por ejemplo, en el documento no de patente 2 anteriormente descrito.

Cuando  $\sigma$  es igual a 0, el filtro gaussiano no se aplica y, por ejemplo, se usa un parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0 = 0$  y un parámetro de codificación para recodificar  $\sigma_1 > 0$ . Se ha de observar que, en la presente realización, el tipo de filtro de paso bajo no importa. Además, cómo fortalecer el grado de desenfoque en el momento de recodificación puede determinarse arbitrariamente con antelación. Por ejemplo, es aceptable emplear la estructura en la que el parámetro de codificación por defecto  $\sigma_0$  se cambia dependiendo del grado de complejidad de cada instantánea y  $\sigma_1$  se establece a la suma de un desplazamiento predeterminado y  $\sigma_0$ .

Además, en la presente realización, se supone que el valor promedio de los parámetros de cuantificación de macrobloques de una instantánea se usa como la estadística de cuantificación.

Para codificación, se supone que se realiza la codificación de acuerdo con la norma H.264. Además, en la presente realización, se supone que el grupo de instantáneas en orden de codificación es un GOP. Un diagrama conceptual del GOP cuando se codifica es como se ilustra en la Figura 5. Se supone que un GOP incluye 10 instantáneas, y una instantánea B y una instantánea P se alinean de manera alterna en un orden de visualización, con una instantánea I que es la primera instantánea.

Un ejemplo de la configuración del aparato de la presente realización se ilustra en la Figura 21. Se notifica a una unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima 500 de una cantidad de memoria disponible (información de cantidad de memoria disponible) desde el exterior, y obtiene la distancia inter-instantánea máxima que puede trazarse de vuelta al máximo en el momento de recodificación basándose en la misma. En la presente realización, una señal de vídeo de entrada del GOP que se está codificando se almacena en una memoria intermedia de entrada 410 y un flujo codificado del GOP que se está codificando se almacena en una memoria intermedia de salida 430 para hacer frente a la recodificación. La unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima 500 obtiene una distancia inter instantánea en la que la suma total de la cantidad de memoria requerida en el peor caso de la memoria intermedia de entrada 410 y la memoria intermedia de salida 430 y otra cantidad de memoria usada es menor o igual que la cantidad de memoria disponible, mientras se reduce el valor de la distancia inter-instantánea máxima de un valor inicial de la distancia inter-instantánea máxima que se establece a la longitud de un GOP, para determinar de esta manera la distancia inter-instantánea máxima.

En este punto, se describirá un cálculo a modo de ejemplo de la cantidad de memoria requerida para obtener la distancia inter-instantánea máxima. En primer lugar, la cantidad de memoria requerida de la memoria intermedia de entrada 410 es como sigue.

Cantidad de memoria requerida de memoria intermedia de entrada = (distancia inter-instantánea máxima + 1) x (cantidad de datos de una instantánea)

Por otra parte, la cantidad de memoria requerida de la memoria intermedia de salida 430 es la tasa de bits máxima que puede generarse sin provocar infrutilización de CPB bajo limitaciones del tamaño de la CPB y una tasa de bits. Específicamente, la tasa de bits máxima que puede generarse se obtiene cuando los datos introducidos a la CPB de acuerdo con la tasa de bits se han usado todos (la tasa de bits residual de CPB es 0 después de la codificación del GOP) en un estado en el que la tasa de bits residual de CPB inmediatamente antes de que se inicie la codificación del GOP es igual al tamaño de la CPB. Como una ecuación de cálculo en términos del número de bits, la cantidad de memoria requerida de la memoria intermedia de salida se representa como la siguiente ecuación.

Cantidad de memoria requerida de memoria intermedia de salida = (tasa de bits/ número de instantáneas por segundo) x (distancia inter-instantánea máxima + 1) + (tamaño de CPB en número de bits)

Además, puede ser necesario que se calcule la cantidad de datos de los siguientes datos. En el caso de H.264, una instantánea decodificada producida durante la codificación de un GOP necesita mantenerse como una instantánea de referencia para hacer frente a la recodificación (si no se mantiene, no hay instantánea de referencia cuando se realiza la codificación desde un punto de reintento en el momento de recodificación). Puesto que una instantánea en el GOP no hace referencia a una instantánea más anterior que el GOP, suponiendo que las instantáneas I y P se almacenan en una memoria intermedia de instantánea decodificada (DPB) como instantáneas de referencia, una memoria se hace suficiente en todas las situaciones asegurando la memoria como sigue.

Si tiene lugar la recodificación en la última instantánea en el GOP, es suficiente preparar una memoria que corresponde al número de instantáneas I y P en el grupo de instantáneas en orden de codificación más anterior que una instantánea desde la que se inicia la recodificación (una instantánea en la distancia inter-instantánea máxima) en el orden de codificación.

La Figura 22 ilustra un diagrama conceptual para describir esta cantidad de memoria requerida. Por ejemplo, se supone que el GOP incluye 10 instantáneas, y la distancia inter-instantánea máxima es 6, como se ilustra en la Figura 22. El número de instantáneas a mantenerse en la memoria intermedia de entrada 410 es un máximo de 7.

5 Por otra parte, en el ejemplo de la Figura 22, las instantáneas decodificadas de la primera instantánea I y la siguiente instantánea P necesitan mantenerse también como instantáneas de referencia en la memoria, para recodificación. En comparación con un caso en el que la distancia inter-instantánea máxima es igual a la longitud del GOP, necesita mantenerse adicionalmente una DPB para dos instantáneas (símbolo de referencia RS22 en la Figura 22) de la primera instantánea I y la segunda instantánea P en el caso como se ilustra en la Figura 22, pero el número de instantáneas a mantenerse en la memoria intermedia de entrada 410 se reduce en 3. En otras palabras, como la distancia inter-instantánea máxima es menor, la cantidad de memoria para instantáneas de referencia aumenta, pero una reducción en el número de instantáneas a almacenarse en la memoria intermedia de entrada 410 es mayor, y por lo tanto puede observarse que una distancia inter-instantánea máxima pequeña reduce la cantidad de memoria requerida.

15 Además, en H.264, puede hacerse referencia a un vector de movimiento de una instantánea de referencia, y por lo tanto puede ser necesaria una memoria para el vector de movimiento. Además, se calcula la memoria requerida dependiendo de, por ejemplo, la configuración de un codificador. Se obtiene una distancia inter instantánea en la que la suma total de estas memorias es menor o igual que la cantidad de memoria disponible, para determinar de esta manera la distancia inter-instantánea máxima.

20 Se ha de observar que al implementar la presente invención, la distancia inter-instantánea máxima puede calcularse en el exterior y proporcionarse a la unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima 500, en lugar de notificar la unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima 500 de la cantidad de memoria disponible desde el exterior y calcular la distancia inter-instantánea máxima.

25 La unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima 500 notifica a una unidad de gestión de punto de reintento 460 de la información de distancia inter-instantánea máxima determinada.

30 La memoria intermedia de entrada 410 almacena una señal de vídeo de entrada y emite la señal de vídeo como un objetivo de codificación a una unidad de codificación 420. Además, si la memoria intermedia de entrada 410 recibe información que indica que ha de realizarse la recodificación (información de reintento) debido a que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, desde una unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440, que se describirá a continuación, la memoria intermedia de entrada 410 emite una señal de vídeo a la unidad de codificación 420 desde una instantánea de un punto de reintento notificado desde la unidad de gestión de punto de reintento 460 de nuevo. Además, si se notifica a la memoria intermedia de entrada 410 de la información de punto de reintento de la unidad de gestión de punto de reintento 460, la memoria intermedia de entrada 410 descarta datos de una señal de vídeo que corresponden a instantáneas almacenadas antes del punto de reintento.

40 La unidad de codificación 420 codifica la señal de vídeo introducida desde la memoria intermedia de entrada 410, y emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 430. Además, cuando está completada la codificación de la instantánea, la unidad de codificación 420 emite un parámetro de cuantificación (información de parámetro de cuantificación) generado cuando se codifica la señal de vídeo de entrada, a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440, y emite información que indica que está completada la codificación de instantánea (información de instantánea de finalización de codificación) a la unidad de gestión de punto de reintento 460. Además, si la unidad de codificación 420 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440, la señal de vídeo de la instantánea del punto de reintento en el GOP que se está codificando se introduce desde la memoria intermedia de entrada 410 de nuevo, y un parámetro de codificación para recodificación se introduce desde una unidad de ajuste de parámetro 450, y por lo tanto la unidad de codificación 420 realiza la recodificación usando el parámetro de codificación de entrada para recodificación.

55 La memoria intermedia de salida 430 almacena un flujo codificado que es un resultado de codificación del GOP, y si se notifica a la memoria intermedia de salida 430 de la información de punto de reintento de la unidad de gestión de punto de reintento 460, la memoria intermedia de salida 430 emite flujos codificados almacenados que corresponden a las instantáneas antes del punto de reintento, los datos se eliminan de la memoria intermedia de salida 430. Además, si se recibe la información de reintento desde la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440, se descartan los flujos codificados almacenados del GOP que se está codificando.

60 La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 obtiene una estadística de cuantificación que cambia en unidades de instantáneas usando la información de parámetro de cuantificación introducida desde la unidad de codificación 420. A continuación, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 emite la información de reintento a la memoria intermedia de entrada 410, a la unidad de codificación 420, a la unidad de ajuste de parámetro 450, y a la memoria intermedia de salida 65 430 para notificar que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado.

Si la unidad de ajuste de parámetro 450 recibe la información de reintento de la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440, la unidad de ajuste de parámetro 450 introduce el parámetro de codificación para recodificación a la unidad de codificación 420 como se ha descrito anteriormente. Como resultado, en el momento de recodificación, la unidad de codificación 420 realiza codificación del mismo GOP usando el parámetro de codificación con el que se reduce la tasa de bits generada.

La unidad de gestión de punto de reintento 460 notifica a la memoria intermedia de entrada 410 y a la memoria intermedia de salida 430 de la información de punto de reintento que indica qué instantánea es un punto de reintento cuando la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la siguiente instantánea basándose en la información de instantánea de finalización de codificación y la información de distancia inter-instantánea máxima.

El flujo de un proceso de codificación en la presente realización se describirá con referencia al diagrama de flujo en la Figura 19. En la siguiente descripción, la correspondencia con el diagrama de flujo de la Figura 19 como S401, S402, ... se indica en sentencias.

Un proceso de codificación de un cierto GOP se describirá con respecto a los siguientes tres casos de manera separada.

- [Caso 1]: la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP.
- [Caso 2]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante recodificación.
- [Caso 3]: la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por recodificación.

[Ejemplo de proceso del caso 1]

En primer lugar, se describirá el caso 1 en el que la estadística de cuantificación no ha superado un valor umbral predeterminado en la codificación del GOP. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 410, la memoria intermedia de entrada 410 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 420 como una instantánea objetivo de codificación (S401). A continuación, la unidad de codificación 420 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 430 (la memoria intermedia de salida 430 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440. Además, la unidad de codificación 420 emite información de instantánea de finalización de codificación a la unidad de gestión de punto de reintento 460 (S402).

En este punto, se usa para codificar un parámetro de codificación por defecto, y se aplica un proceso de filtración en una unidad de pre-filtro 421 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación por defecto. Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por una unidad de cuantificación 422 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación por defecto.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 420. En este ejemplo, puesto que la estadística de cuantificación no ha superado el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 no emite información de reintento (S403). Si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea de la señal de vídeo de entrada, la memoria intermedia de salida 430 emite flujos codificados almacenados, y el proceso de codificación está completado (S404). Por otra parte, si la instantánea objetivo de codificación es la última instantánea del GOP, la memoria intermedia de salida 430 emite los flujos codificados almacenados, la memoria intermedia de entrada 410 descarta las instantáneas almacenadas, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S405). En este punto, puesto que no ha tenido lugar la recodificación en el GOP, el parámetro de codificación no se cambia, y el proceso continúa al proceso de codificación de la primera instantánea en el siguiente GOP (S406).

[Ejemplo de proceso del caso 2]

A continuación, se describirá el caso 2 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP, pero la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría haberse evitado mediante la recodificación. Cuando una instantánea del GOP se introduce en la memoria intermedia de entrada 410, la memoria intermedia de entrada 410 almacena la instantánea e introduce la instantánea en la unidad de codificación 420 como una instantánea objetivo de codificación (S401). A continuación, la unidad de codificación 420 codifica la instantánea, emite un flujo codificado a la memoria intermedia de salida 430 (la memoria intermedia de salida 430 no emite el flujo codificado pero almacena el flujo codificado), y emite información de parámetro de cuantificación acerca de la instantánea a la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440

(S402). En este punto, se usa un parámetro de codificación por defecto en la codificación.

La unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 calcula una estadística de cuantificación para la instantánea basándose en la información de parámetro de cuantificación introducida de la unidad de codificación 420. Como resultado, si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 detecta que la estadística de cuantificación para la instantánea supera el valor umbral predeterminado, la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 emite la información de reintento a la unidad de codificación 420, a la unidad de ajuste de parámetro 450, a la memoria intermedia de entrada 410, y a la memoria intermedia de salida 430 (S403).

Si no ha tenido lugar aún el reintento para el GOP que se está codificando (S407), la memoria intermedia de entrada 410 emite la instantánea del GOP almacenado que se está codificando en una posición indicada por el punto de reintento, a la unidad de codificación 420 (S408), y la unidad de ajuste de parámetro 450 emite un parámetro de codificación para su recodificación a la unidad de codificación 420 (S409). Además, la memoria intermedia de salida 430 descarta flujos codificados del GOP que se está codificando. A continuación, la unidad de codificación 420 codifica instantáneas desde el punto de reintento usando el parámetro de codificación para recodificación.

En este punto, el parámetro de codificación para recodificación se usa en la codificación, se aplica un proceso de pre-filtración en la unidad de pre-filtro 421 a la instantánea objetivo de codificación con intensidad de pre-filtro que corresponde al parámetro de codificación para recodificación (un grado de desenfoque es mayor que el parámetro de codificación por defecto). Además, un coeficiente de DCT generado en la instantánea actual se cuantifica por la unidad de cuantificación 422 usando el parámetro de cuantificación de acuerdo con el parámetro de codificación para recodificación (el tamaño de paso de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto).

A continuación, siempre que la estadística de cuantificación no supere el valor umbral predeterminado, las instantáneas del GOP se introducen secuencialmente desde la memoria intermedia de entrada 410 a la unidad de codificación 420 y el proceso de codificación se realiza por la unidad de codificación 420. A continuación, cuando la codificación de la última instantánea del GOP está completada (S405), se emiten flujos codificados del GOP de la memoria intermedia de salida 430, la unidad de codificación 420 establece el parámetro de codificación al parámetro de codificación por defecto (S406), y el proceso continúa al proceso de codificación del siguiente GOP. Se ha de observar que una operación cuando está completada la codificación de la última instantánea del vídeo de entrada se realiza de manera similar que en el caso 1 anteriormente descrito.

Se ilustra un diagrama conceptual de un cambio en el parámetro de codificación cuando se ha realizado la recodificación en la Figura 7. En el ejemplo de la Figura 7, puesto que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado en la codificación de la sexta instantánea del segundo GOP2, se establece el parámetro de codificación para recodificación para reducir la tasa de bits generada y el GOP2 se recodifica de su primera instantánea I dentro de un intervalo de la distancia inter-instantánea máxima. Puesto que la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado por recodificación, el parámetro de codificación para recodificación se restaura al parámetro de codificación por defecto en la codificación del siguiente GOP3, y se continúa el proceso de codificación.

Se ilustra un diagrama conceptual de una transición de una tasa de bits residual de la CPB cuando se realiza la recodificación en la Figura 8. Una porción indicada por una línea en negrita es una tasa de bits residual de CPB después de la recodificación. En la recodificación, puesto que se fortalece un grado de desenfoque por un pre-filtro y un parámetro de cuantificación es mayor que el parámetro de codificación por defecto, se reduce la tasa de bits generada y la transición de la tasa de bits residual de CPB es como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 8. Como resultado, la tasa de bits residual de CPB en una instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación aumenta en el momento de la recodificación, y puede evitarse la apariencia de gran deterioro en calidad de imagen de la instantánea.

Un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se realiza la recodificación es como se ilustra en la Figura 9. Como se ilustra en la Figura 9, las estadísticas de cuantificación de las instantáneas para las que ha iniciado la recodificación aumentan puesto que se cambia el parámetro de codificación en el momento de recodificación, pero esto deja un margen en la tasa de bits residual de CPB como se ilustra en la Figura 8, y por lo tanto la estadística de cuantificación en la instantánea para la que ha tenido lugar la recodificación se hace menor que antes de la recodificación.

La Figura 23 es un diagrama que describe una reducción de memoria de la memoria intermedia de entrada y la memoria intermedia de salida a través de la limitación de un punto de reintento a la distancia inter-instantánea máxima. Un caso en el que el punto de reintento se establece acuerdo con la presente realización se describirá como el "caso A". Por ejemplo, también puede concebirse que una instantánea desde la que se reinicia la recodificación cuando la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado se establece siempre a la primera instantánea del grupo de instantáneas en orden de codificación (por ejemplo, un GOP), a diferencia de la presente realización. Esto se denomina como el "caso B". Comparando el caso A con el caso B, por ejemplo, en el caso A, cuando la instantánea actualmente codificada es la novena instantánea B del GOP2 y la distancia inter-instantánea máxima es "5" como se ilustra en la Figura 23, el punto de reintento es la cuarta instantánea (una

instantánea P) del GOP2, y de la primera a tercera instantáneas del GOP2 más anteriores que el punto de reintento no se usan para recodificación. Por esta razón, los datos en la memoria intermedia de entrada 410 y la memoria intermedia de salida 430 que corresponden a estas instantáneas no necesitan mantenerse y pueden descartarse (símbolo de referencia RS23 en la Figura 23). En contraste, en un caso tal como el caso B, desde el inicio de la codificación de la primera instantánea en el GOP2 a la finalización de la codificación de la última instantánea en el GOP2, es necesario que los datos que corresponden a estas instantáneas en el GOP2 se mantengan en la memoria intermedia de entrada 410 y la memoria intermedia de salida 430, y por lo tanto aumenta la cantidad de memoria requerida. En la presente realización (caso A), puesto que se calcula la distancia inter-instantánea máxima y se establece el punto de reintento, es posible reducir la cantidad de memoria, en comparación con el caso B.

[Ejemplo de proceso del caso 3]

Finalmente, se describirá el caso 3 en el que la estadística de cuantificación ha superado el valor umbral predeterminado en la codificación del GOP y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral podría no haberse evitado incluso por la recodificación.

Un diagrama conceptual de una transición de la estadística de cuantificación cuando se ha realizado recodificación y la estadística de cuantificación que supera el valor umbral no podría haberse evitado incluso por la recodificación es como se ilustra en la Figura 10. El caso 3 puede tener lugar, por ejemplo, cuando la estadística de cuantificación ya es grande en la cabecera del GOP desde el cual se inicia la recodificación, como se ilustra en la Figura 10. En este caso, una operación en la que la unidad de cálculo de estadística de cuantificación 440 detecta que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado y se realiza recodificación del GOP es similar que en el caso 2. Si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado y se realiza la recodificación del GOP es similar que en el caso 2. Si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado durante la recodificación del GOP (5403 y S407), no se realiza recodificación adicional, y el proceso de codificación simplemente se continúa (el proceso continúa a S404).

Se ha de observar que a medida el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que en el momento de codificación normal, en el momento de recodificación, la estadística de cuantificación puede superar el valor umbral en una instantánea más anterior que una instantánea provocando la recodificación en el orden de codificación. Para reducir la posibilidad de tal superación, si el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación es mayor que el valor umbral de la estadística de cuantificación, el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación puede modificarse para que sea un valor igual al valor umbral de la estadística de cuantificación. Sin embargo, si el parámetro de cuantificación en el momento de codificación normal es mayor o igual que la estadística de cuantificación, el valor del parámetro de cuantificación en el momento de recodificación se hace igual al valor en el momento de codificación normal de modo que el parámetro de cuantificación en el momento de recodificación no es menor que en el momento de codificación normal.

El proceso del control de codificación de vídeo anteriormente descrito puede realizarse por un ordenador y un programa de software, y el programa puede grabarse en un medio de grabación legible por ordenador o puede proporcionarse mediante una red.

Aunque se han descrito las realizaciones de la presente invención en detalle con referencia a los dibujos, una configuración específica no está limitada a estas realizaciones. La presente invención no está limitada a la descripción anterior y está limitada por únicamente las reivindicaciones adjuntas.

### Aplicabilidad industrial

La presente invención puede usarse, por ejemplo, para tecnología de codificación de vídeo para codificar una señal de vídeo. De acuerdo con la presente invención, la señal de vídeo puede codificarse de modo que una memoria intermedia hipotética, tal como una memoria intermedia de instantánea codificada en un decodificador hipotético, no falla y no aumenta el deterioro en la calidad de imagen.

### Descripción de símbolos de referencia

10	memoria intermedia de entrada
20	unidad de codificación
21	unidad de pre-filtro
22	unidad de cuantificación
30	memoria intermedia de salida
40	unidad de cálculo de estadística de cuantificación
50	unidad de ajuste de parámetro
110	memoria intermedia de entrada
120	unidad de codificación
121	unidad de pre-filtro
122	unidad de cuantificación



130	memoria intermedia de salida
140	unidad de cálculo de estadística de cuantificación
150	unidad de gestión de contador de reintentos
160	unidad de ajuste de parámetro
210	memoria intermedia de entrada
220	unidad de codificación
221	unidad de pre-filtro
222	unidad de cuantificación
230	memoria intermedia de salida
240	unidad de cálculo de estadística de cuantificación
250	unidad de gestión de contador de reintentos
260	unidad de predicción de estado de CPB
270	unidad de ajuste de parámetro
310	memoria intermedia de entrada
320	unidad de codificación
321	unidad de pre-filtro
322	unidad de cuantificación
330	memoria intermedia de salida
340	unidad de cálculo de estadística de cuantificación
350	unidad de predicción de estado de CPB
360	unidad de gestión de punto de reintento
370	unidad de ajuste de parámetro
410	memoria intermedia de entrada
420	unidad de codificación
421	unidad de pre-filtro
422	unidad de cuantificación
430	memoria intermedia de salida
440	unidad de cálculo de estadística de cuantificación
450	unidad de ajuste de parámetro
460	unidad de gestión de punto de reintento
500	unidad de determinación de distancia inter-instantánea máxima

## REIVINDICACIONES

1. Un método de control de codificación de vídeo que codifica una señal de vídeo de entrada controlando una tasa de bits generada de modo que una memoria intermedia hipotética en un decodificador hipotético obtenida modelando un decodificador no falla, comprendiendo el método:

una etapa (S101) de ajuste de una instantánea objetivo de codificación como la primera instantánea en un grupo de instantáneas y de ajuste de un parámetro de codificación a un parámetro de codificación predeterminado, siendo el parámetro de codificación cualquiera de un parámetro de cuantificación o una intensidad de filtro de un pre-filtro para la señal de vídeo de entrada, o tanto el parámetro de cuantificación como la intensidad de filtro;

una etapa de codificación (S102) de codificación de la instantánea objetivo de codificación en el grupo de instantáneas de acuerdo con el parámetro de codificación, incluyendo el grupo de instantáneas un número predeterminado de instantáneas y que es una colección de instantáneas sucesivas en el orden de codificación;

una etapa (S103) de cálculo de una estadística de cuantificación de la instantánea objetivo de codificación que es una estadística obtenida de información de parámetro de cuantificación usada para codificar la instantánea objetivo de codificación, y de comprobación de si la estadística de cuantificación supera o no un valor umbral predeterminado, siendo la estadística de cuantificación el promedio o la mediana de los parámetros de cuantificación de bloques en la instantánea objetivo de codificación; y

una etapa (S108) de, si la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, determinar si un contador de reintentos que indica el número de veces de recodificación en el grupo de instantáneas alcanza o no un valor máximo predeterminado;

una etapa (S105, S101) de, si el contador de reintentos alcanza el valor máximo, establecer la siguiente instantánea como la instantánea objetivo de codificación y devolver el procesamiento a la etapa de codificación;

una etapa (S109-S111) de, si el contador de reintentos no alcanza el valor máximo, incrementar el contador de reintentos, cambiar el parámetro de codificación de acuerdo con el contador de reintentos de modo que se reduce la tasa de bits generada resultante de la codificación y se aumenta una tasa de bits residual de la memoria intermedia hipotética a medida que se aumenta el contador de reintentos, establecer una primera instantánea de un grupo de instantáneas que se está codificando como la instantánea objetivo de codificación, y devolver el procesamiento a la etapa de codificación para la recodificación del grupo de instantáneas que se está codificando usando el parámetro de codificación cambiado; y

una etapa (S105, S101) de, si la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, establecer la siguiente instantánea como la instantánea objetivo de codificación y devolver el procesamiento a la etapa de codificación sin realizar la recodificación.

2. El método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una etapa (S205-S207) de comprobación de la tasa de bits residual de la memoria intermedia hipotética si la estadística de cuantificación de cada instantánea codificada no supera el valor umbral predeterminado hasta que se completa la codificación de una última instantánea en el grupo de instantáneas, no cambiando el valor del contador de reintentos si la tasa de bits residual es menor que un valor umbral de tasa de bits residual predeterminado o el contador de reintentos es 0, y decrementar el contador de reintentos si la tasa de bits residual es mayor o igual que el valor umbral de la tasa de bits residual y el contador de reintentos no es 0.

3. El método de control de codificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una etapa (S105-S107) de decremento del contador de reintentos si la estadística de cuantificación de cada instantánea codificada no supera el valor umbral predeterminado hasta que se completa la codificación de una última instantánea en el grupo de instantáneas.

4. El método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde

cuando el parámetro de codificación es el parámetro de cuantificación, se establece un parámetro de codificación en el que un tamaño de paso del parámetro de cuantificación aumenta a medida que el valor del contador de reintentos aumenta, y

cuando el parámetro de codificación es la intensidad de filtro del pre-filtro, se establece un parámetro de codificación en el que aumenta un grado de desenfoque mediante un proceso de filtración a medida que aumenta el valor del contador de reintentos.

5. Un aparato de codificación de vídeo que codifica una señal de vídeo de entrada controlando una tasa de bits generada de modo que una memoria intermedia hipotética en un decodificador hipotético obtenida modelando un decodificador no falla, comprendiendo el aparato:

una memoria intermedia de entrada (110) que establece una instantánea objetivo de codificación como la primera instantánea en un grupo de instantáneas;

una unidad de ajuste de parámetro (160) que establece un parámetro de codificación a un parámetro de codificación predeterminado, siendo el parámetro de codificación un parámetro de cuantificación o una intensidad de filtro de un pre-filtro para la señal de vídeo de entrada, o tanto el parámetro de cuantificación como la intensidad de filtro;

una unidad de codificación (120) que codifica la instantánea objetivo de codificación en el grupo de instantáneas de acuerdo con el parámetro de codificación, incluyendo el grupo de instantáneas un número predeterminado de instantáneas y que es una colección de instantáneas sucesivas en el orden de codificación;

5 una unidad de cálculo de estadística de cuantificación (140) que calcula una estadística de cuantificación de la instantánea objetivo de codificación que es una estadística obtenida de la información de parámetro de cuantificación usada para codificar la instantánea objetivo de codificación, comprueba si la estadística de cuantificación supera o no un valor umbral predeterminado, y emite información de reintento si se detecta que la estadística de cuantificación supera el valor umbral predeterminado, siendo la estadística de cuantificación el promedio o la mediana de los parámetros de cuantificación de bloques en la instantánea objetivo de codificación;

10 y  
una unidad de gestión de contador de reintentos (150) que, si se emite la información de reintento, determina si un contador de reintentos que indica el número de veces de la recodificación en el grupo de instantáneas alcanza o no un valor máximo predeterminado,

15 en donde si la unidad de gestión de contador de reintentos determina que el contador de reintentos alcanza el valor máximo, la memoria intermedia de entrada establece la siguiente instantánea como la instantánea objetivo de codificación y emite la instantánea objetivo de codificación a la unidad de codificación,

20 si la unidad de gestión de contador de reintentos determina que el contador de reintentos no alcanza el valor máximo, la unidad de gestión de contador de reintentos incrementa el contador de reintentos, la unidad de ajuste de parámetro cambia el parámetro de codificación de acuerdo con el contador de reintentos de modo que se reduce la tasa de bits generada resultante de la codificación y se aumenta una tasa de bits residual de la memoria intermedia hipotética a medida que se aumenta el contador de reintentos y notifica a la unidad de codificación del parámetro de codificación cambiado, y la memoria intermedia de entrada establece una primera instantánea en un grupo de instantáneas que se está codificando como la instantánea objetivo de codificación y emite la instantánea objetivo de codificación a la unidad de codificación para la recodificación del grupo de instantáneas que se está codificando usando el parámetro de codificación cambiado por la unidad de ajuste de parámetro,

25 si la unidad de cálculo de estadística de cuantificación detecta que la estadística de cuantificación no supera el valor umbral predeterminado, la unidad de codificación no realiza la recodificación y la memoria intermedia de entrada establece la siguiente instantánea como la instantánea objetivo de codificación y emite la instantánea objetivo de codificación a la unidad de codificación, la unidad de gestión de contador de reintentos decrementa el contador de reintentos si la información de reintento no se emite hasta que está completada la codificación de una última instantánea en el grupo de instantáneas.

35 6. El aparato de codificación de vídeo de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende una unidad de predicción de estado de memoria intermedia (220, 260) que emite información de cambio/no cambio de parámetro que indica que se requiere un cambio de parámetro o que no se requiere un cambio de parámetro dependiendo de si la tasa de bits residual de la memoria intermedia hipotética es mayor o igual que un valor umbral de tasa de bits residual predeterminado, si la codificación está completada sin que la estadística de cuantificación no supere el valor umbral predeterminado hasta que se codifique la última instantánea en el grupo de instantáneas,

40 en donde cuando la unidad de gestión de contador de reintentos recibe la información de cambio/no cambio de parámetro desde la unidad de predicción de estado de memoria intermedia, la unidad de gestión de contador de reintentos no cambia el valor del contador de reintentos si la información de cambio/no cambio de parámetro indica que no se requiere el cambio de parámetro o el contador de reintentos es 0, y decrementa el contador de reintentos si la información de cambio/no cambio de parámetro indica que se requiere el cambio de parámetro y el contador de reintentos no es 0.

7. Un programa de codificación de vídeo para provocar que un ordenador ejecute un método de control de codificación de vídeo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

FIG. 1

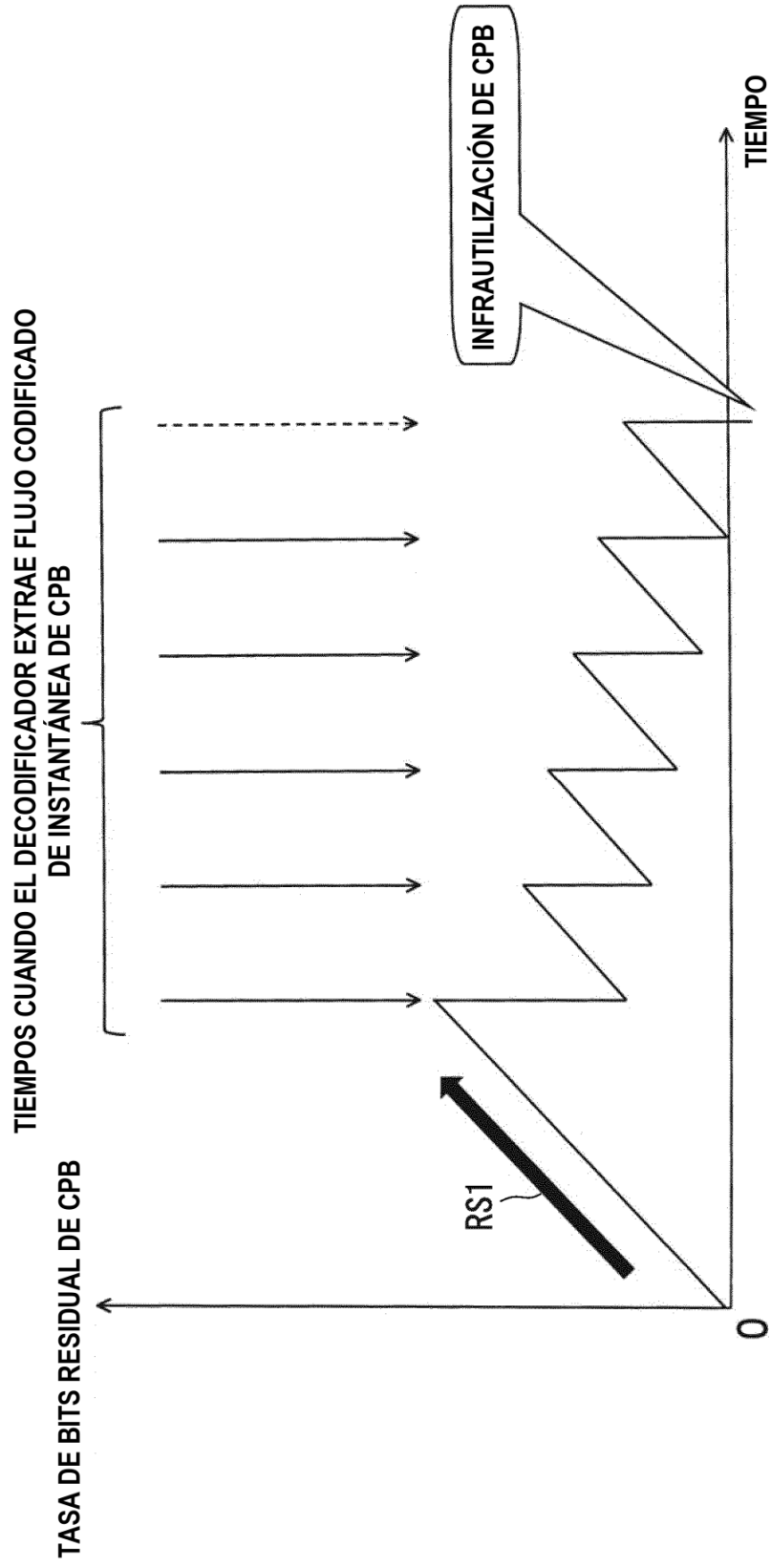




FIG. 2B

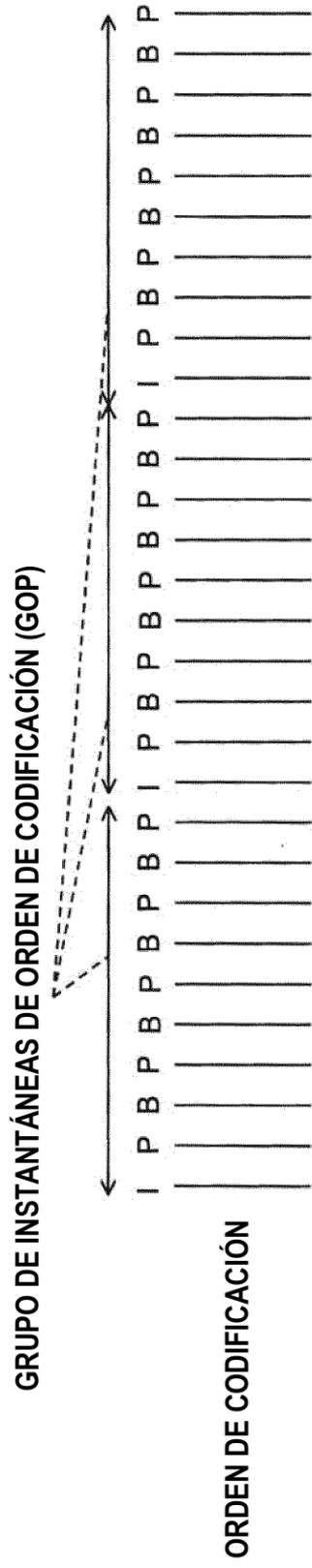


FIG. 2C

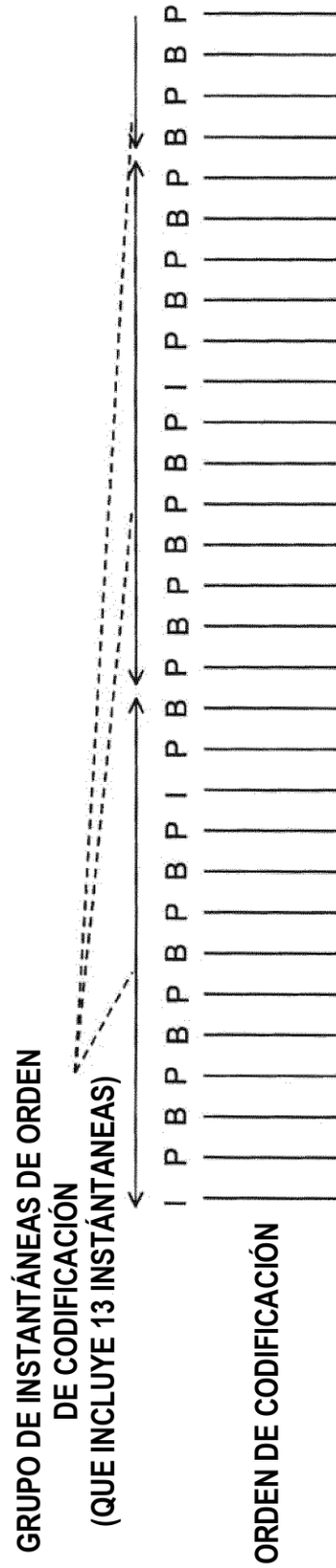


FIG. 2D

GRUPO DE INSTANTÁNEAS DE ORDEN DE CODIFICACIÓN  
(QUE INCLUYE 20 INSTANTÁNEAS (CORRESPONDIENTES A 2 GOP))

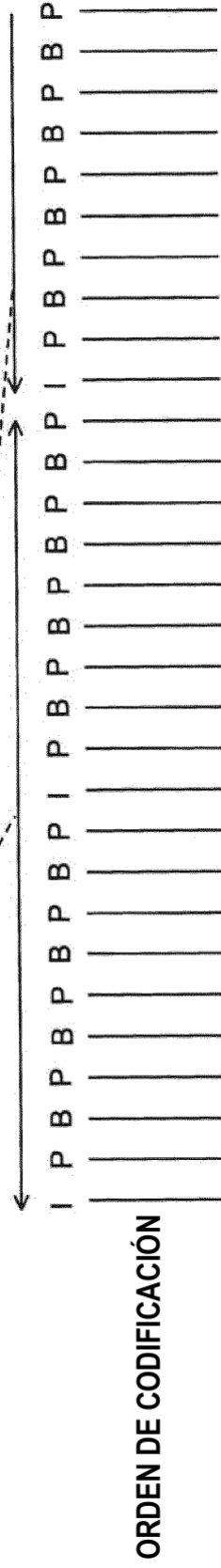




FIG. 3

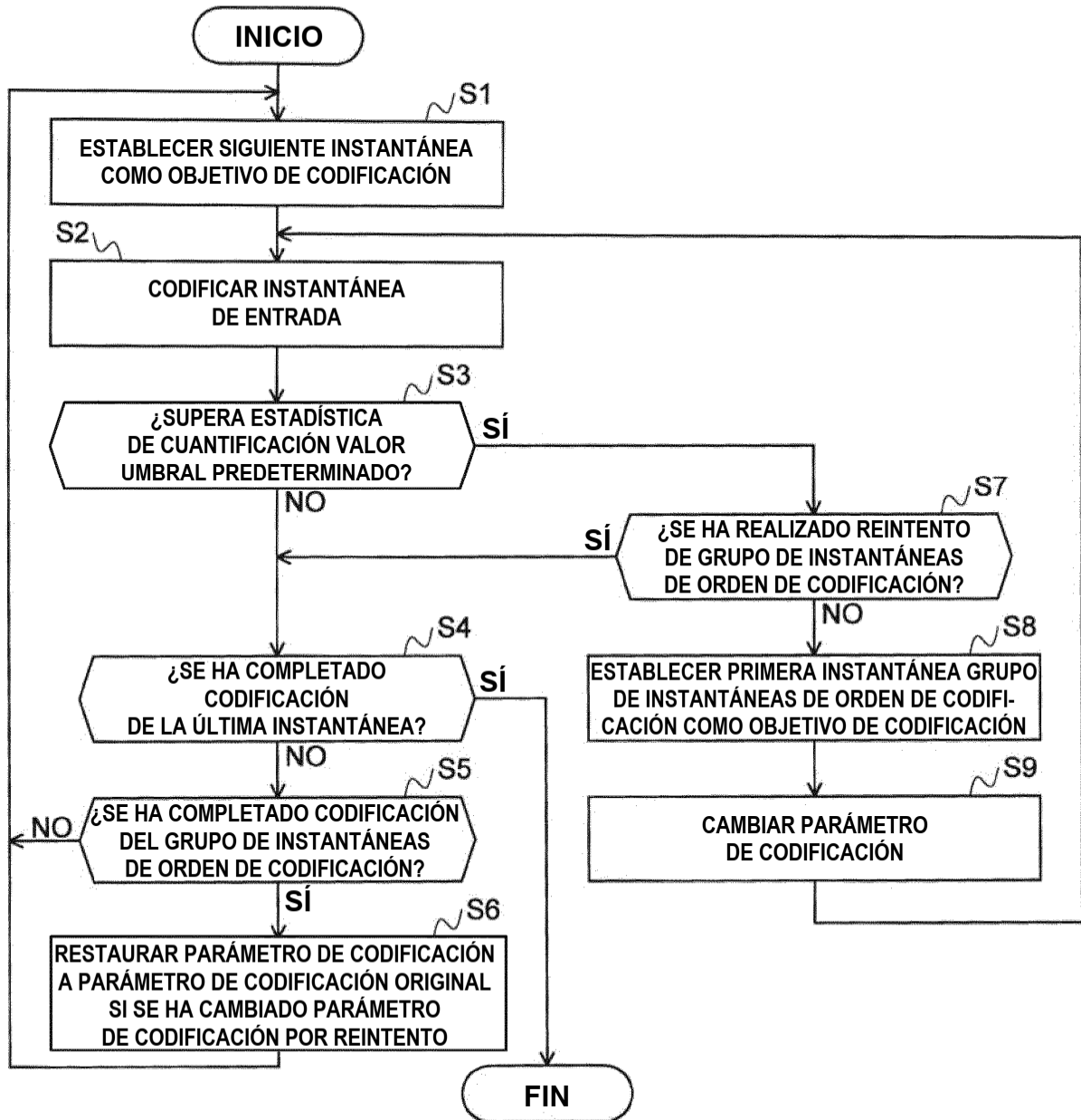


FIG. 4

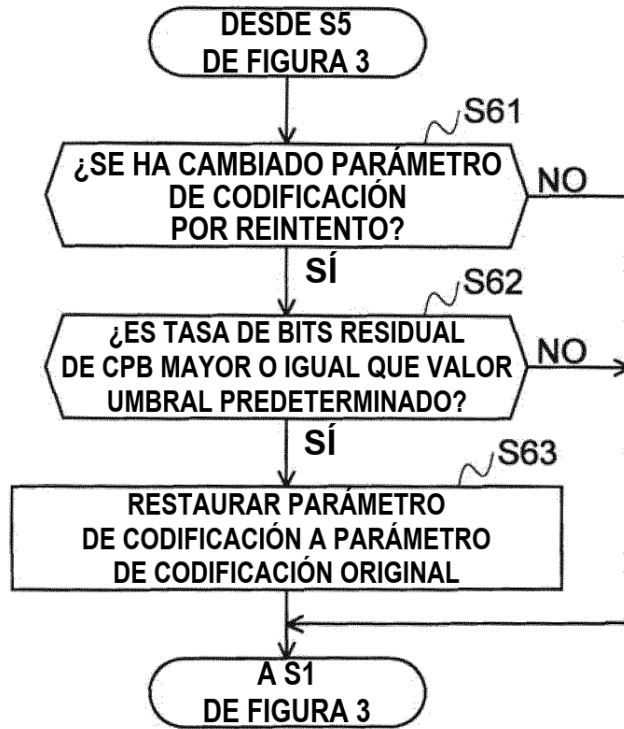




FIG. 6

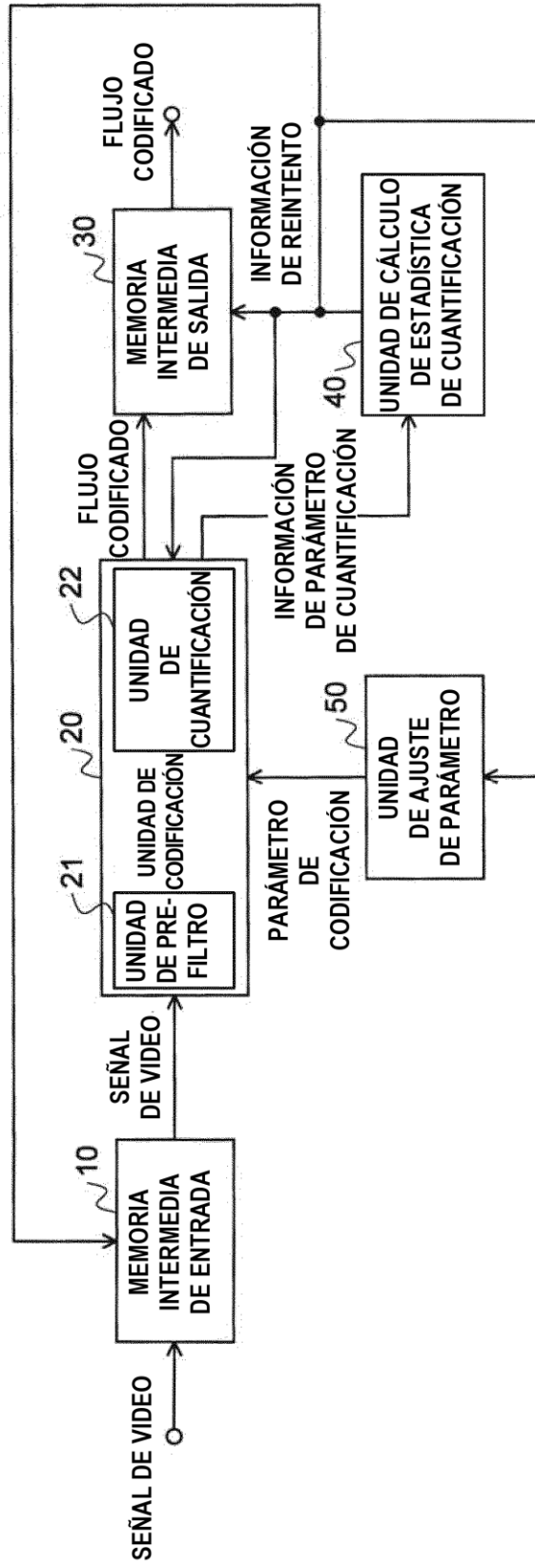




FIG. 8

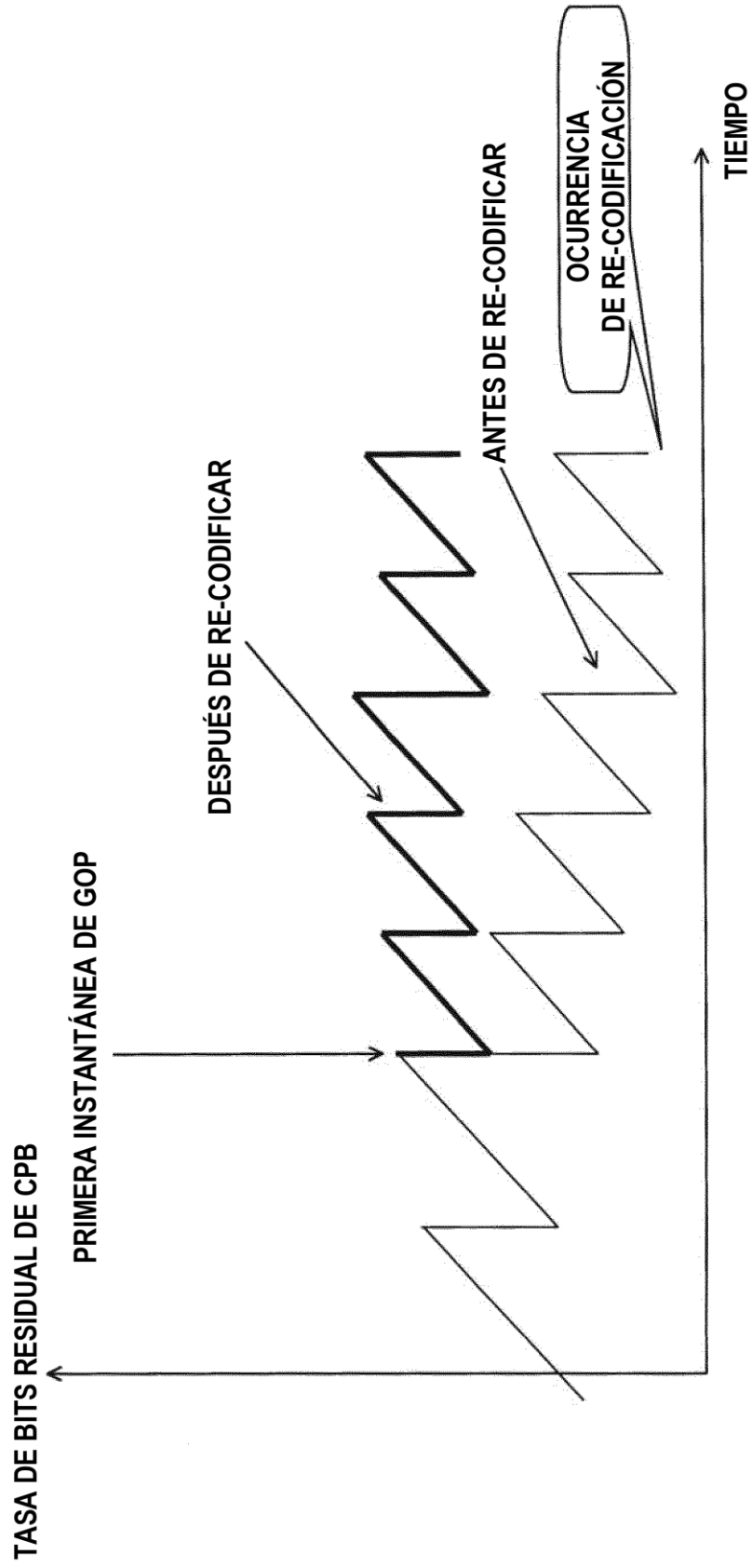


FIG. 9

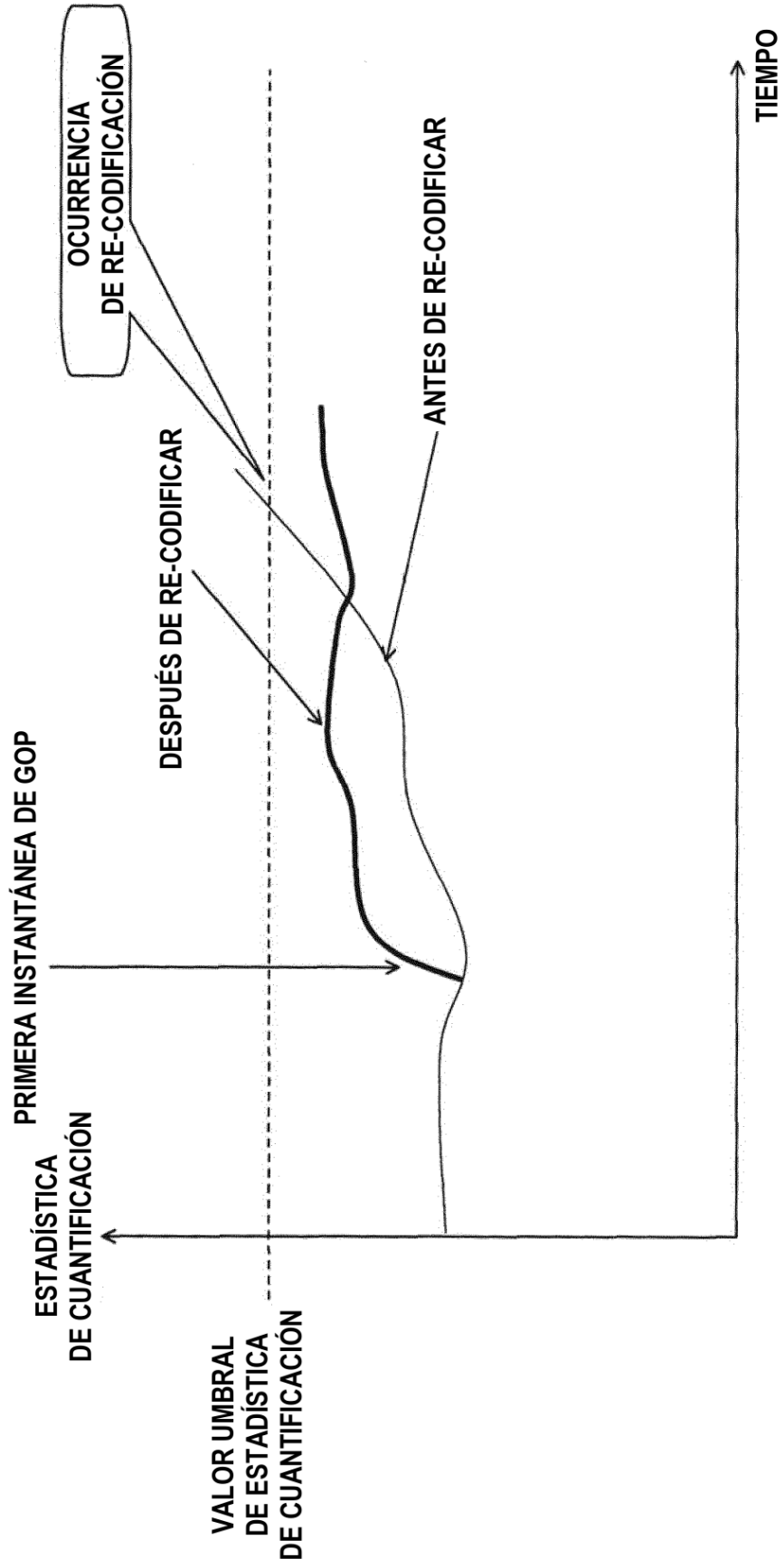


FIG. 10

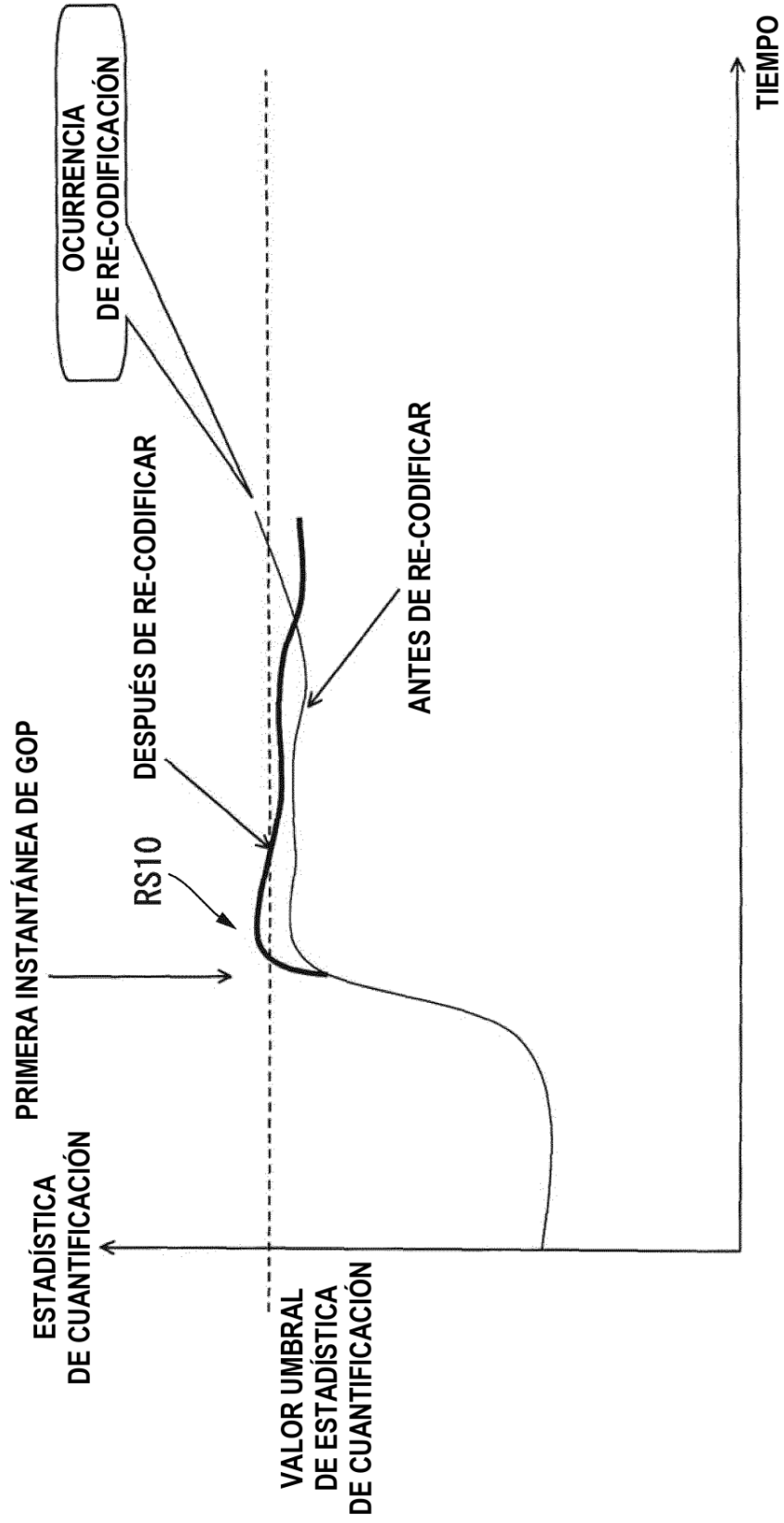




FIG. 11

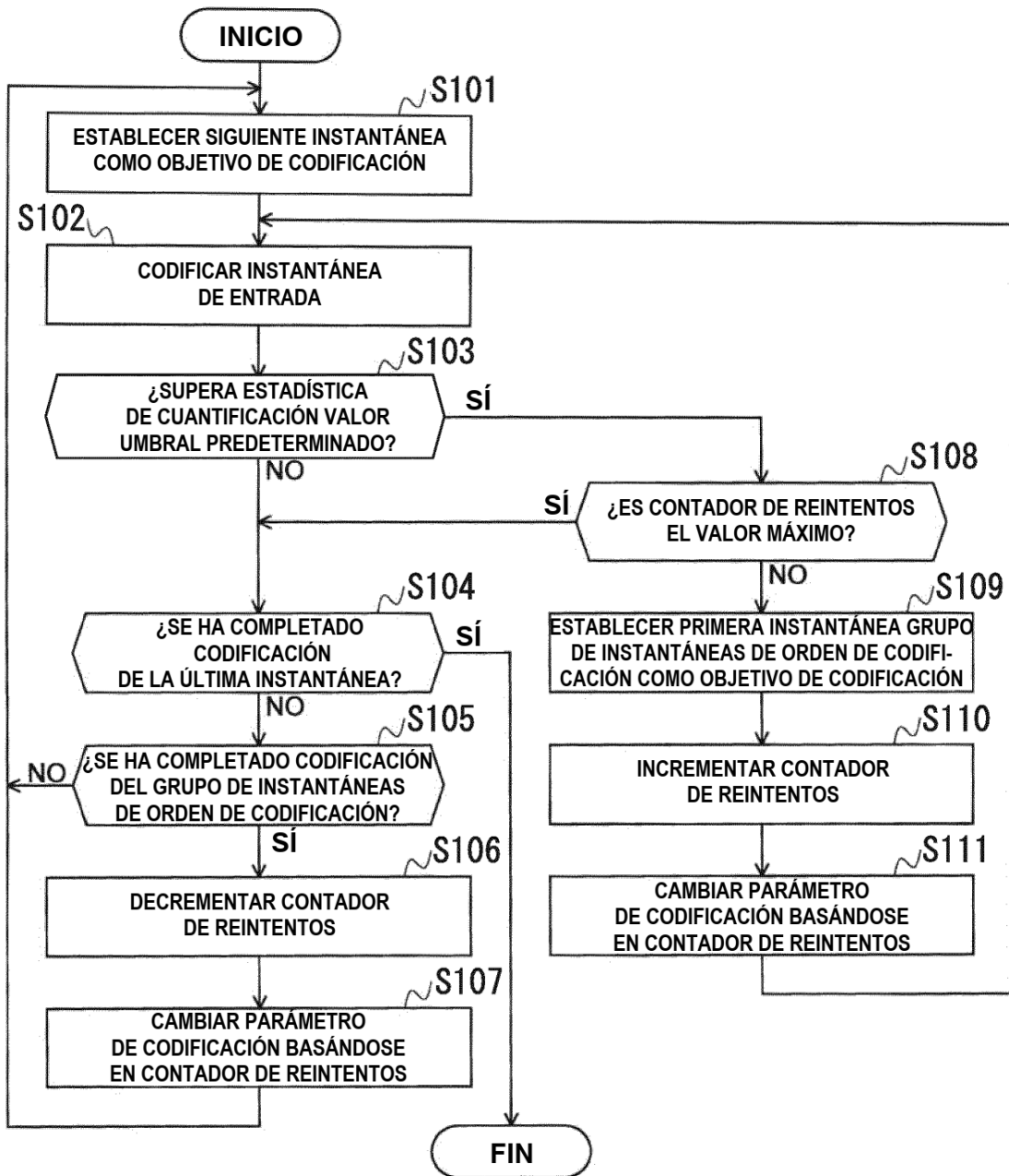


FIG. 12

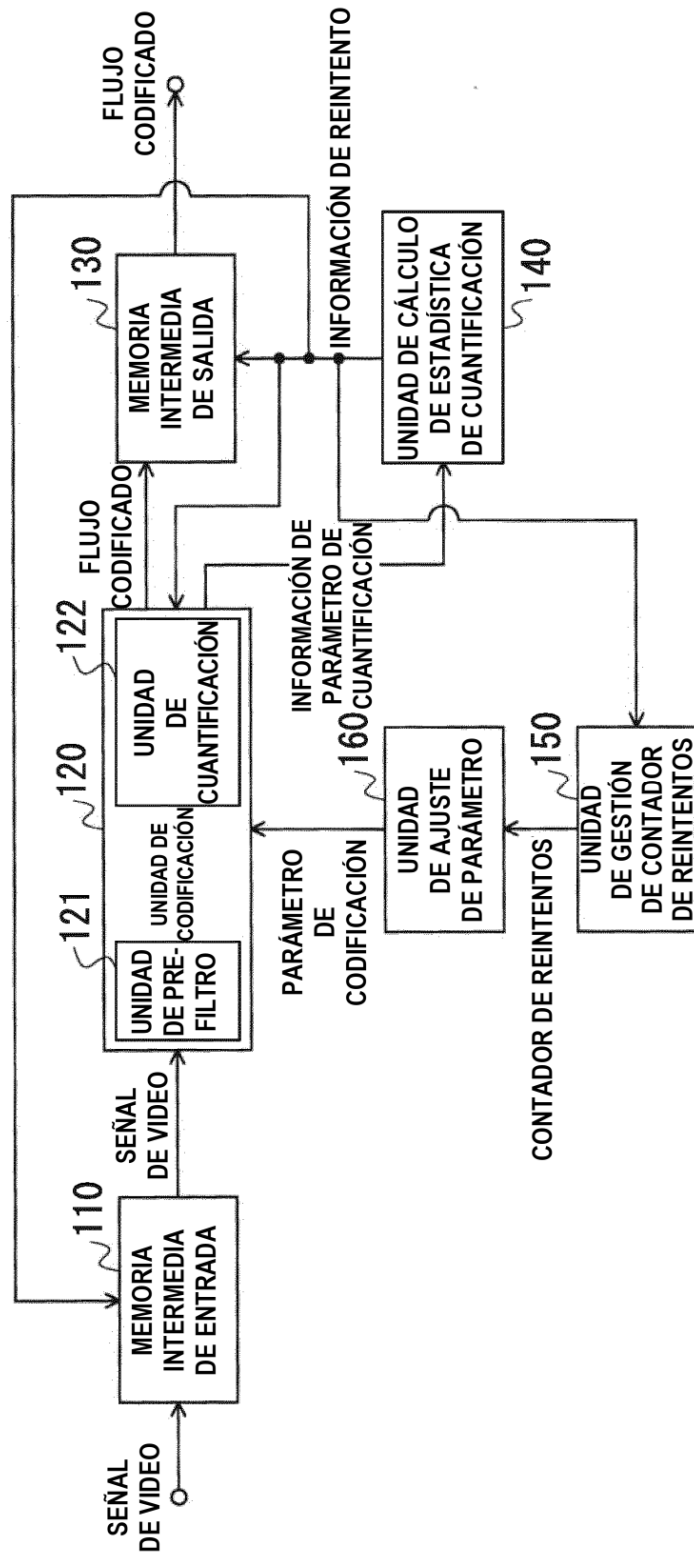




FIG. 14

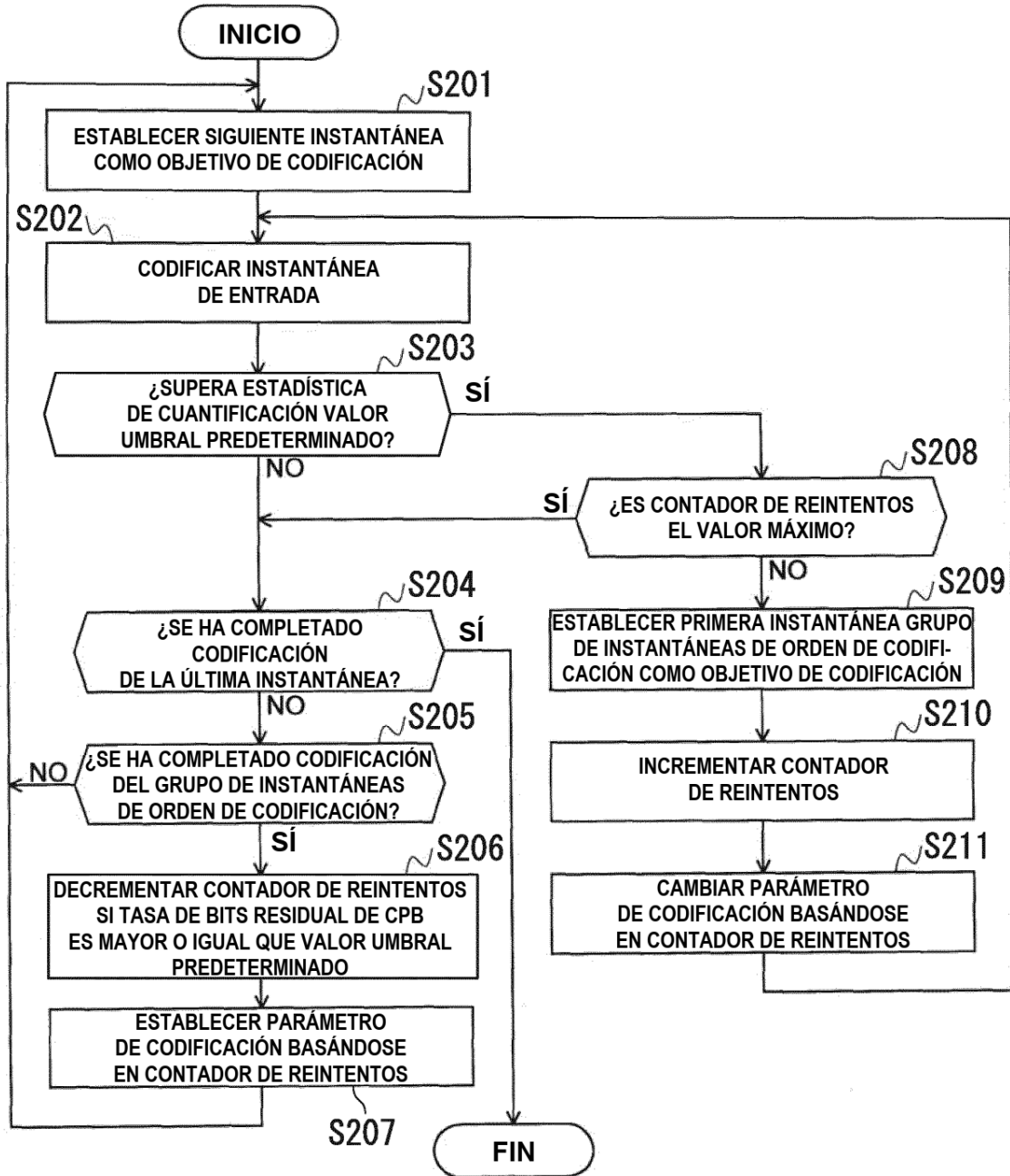


FIG. 15

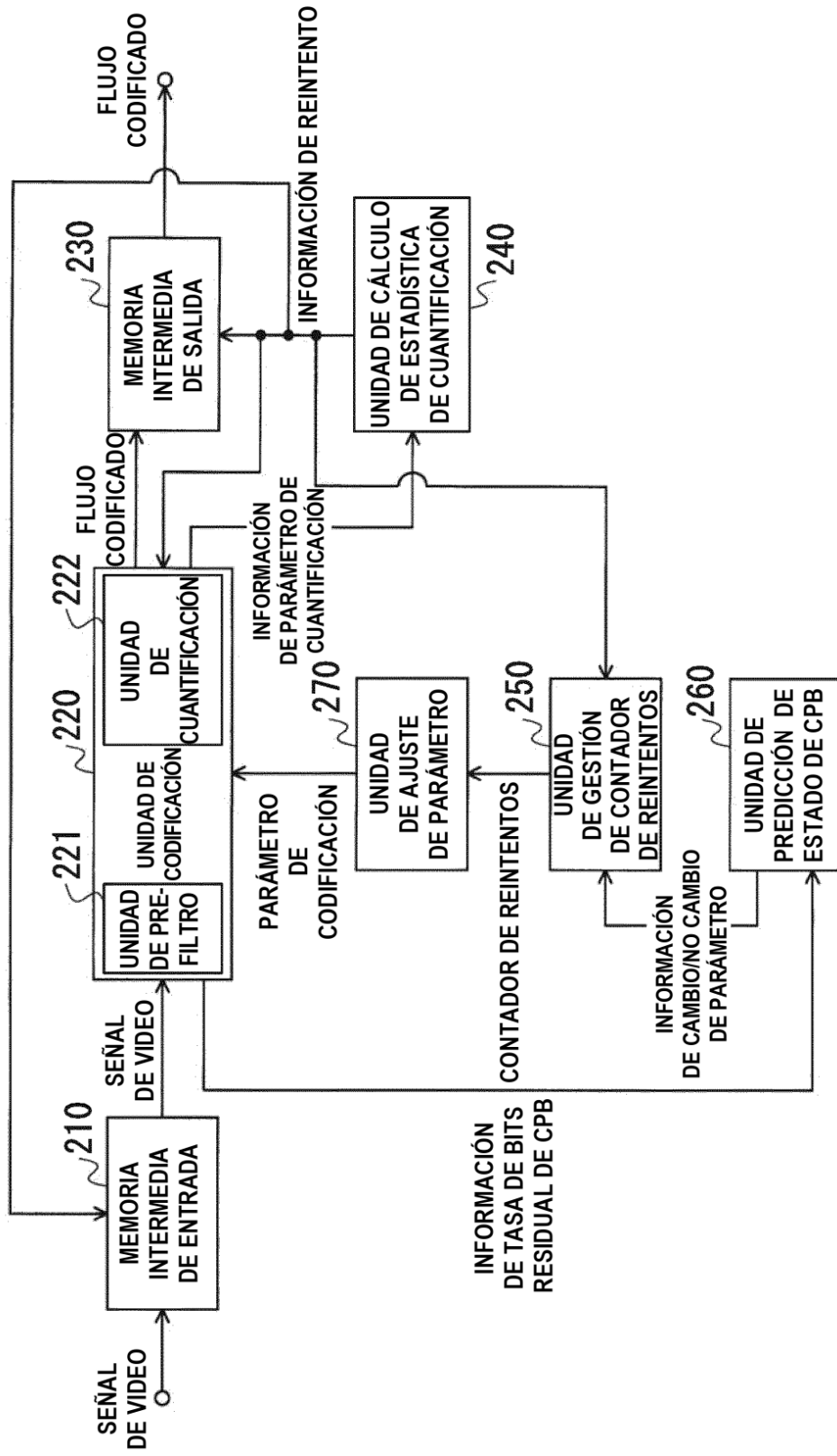


FIG. 16

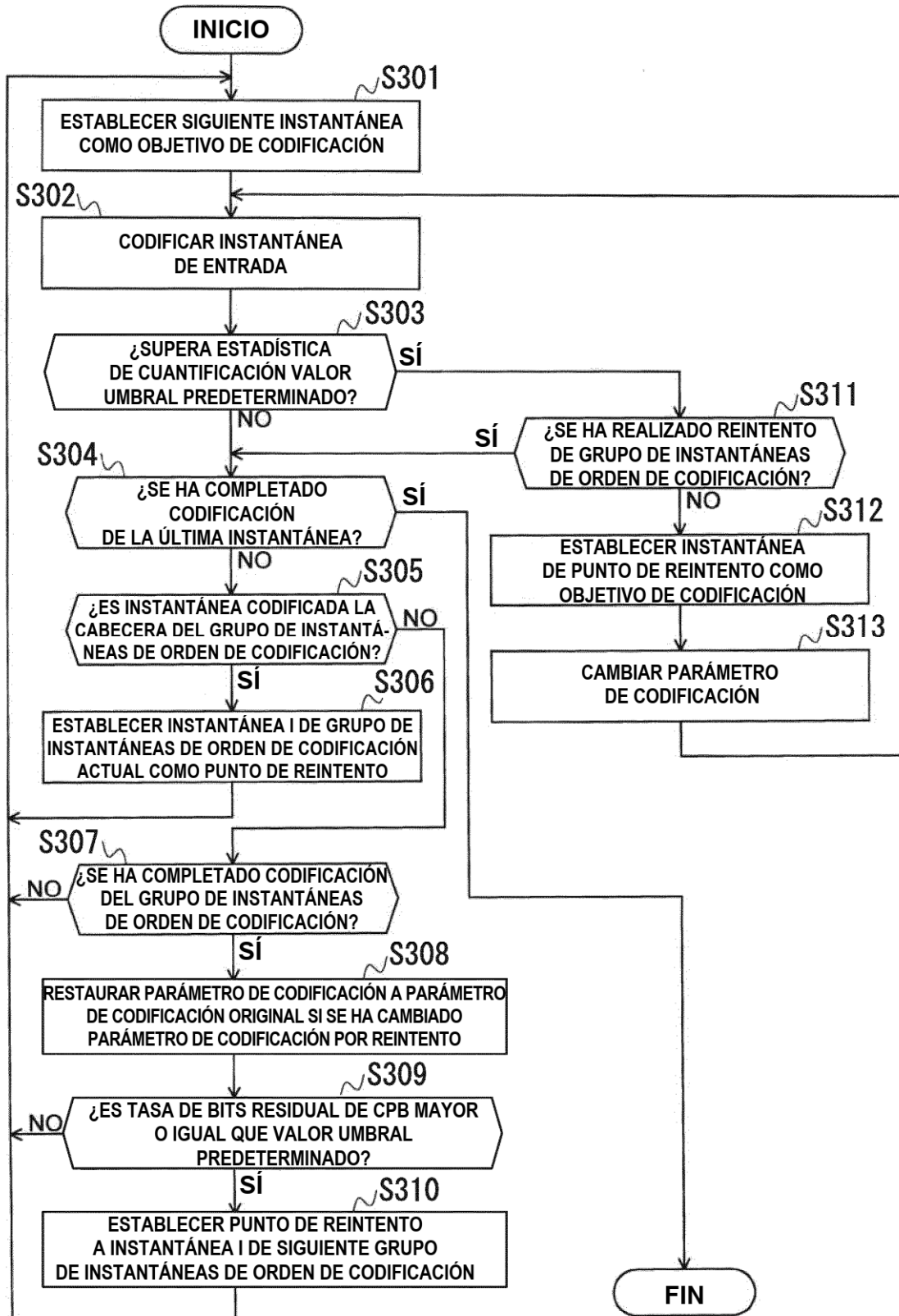


FIG. 17

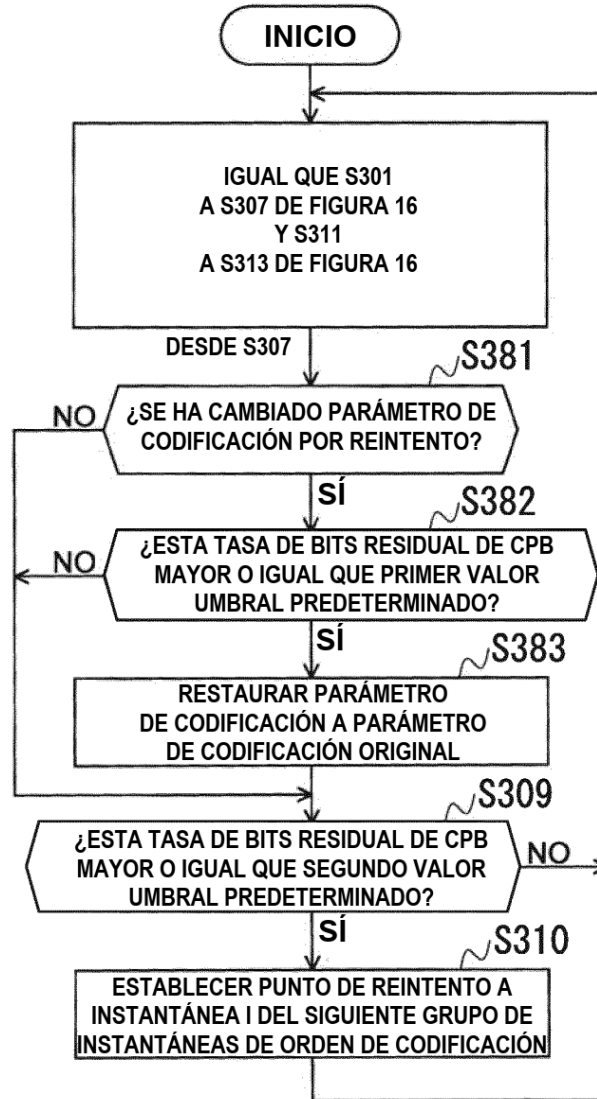


FIG. 18

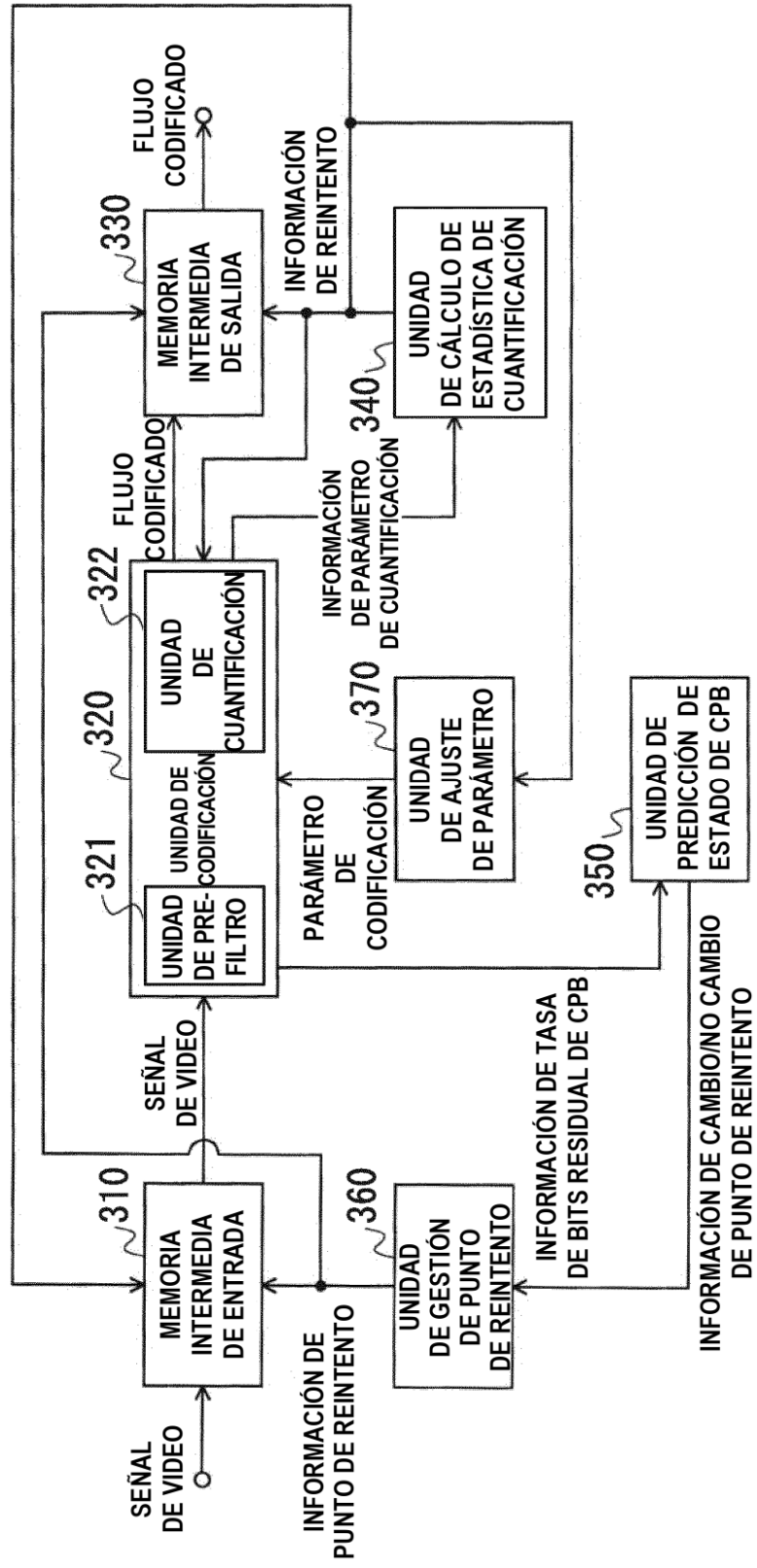




FIG. 19

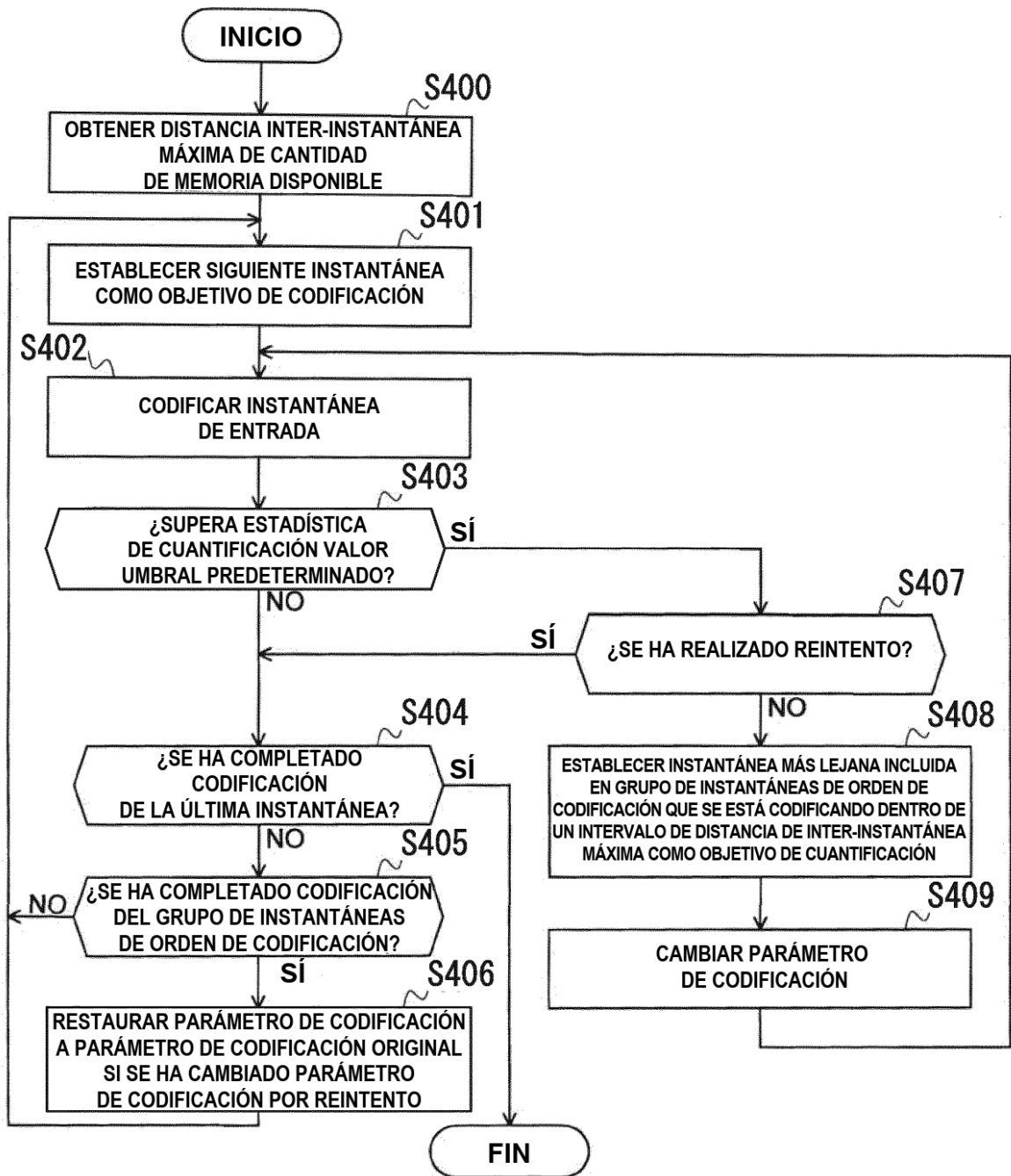


FIG. 20

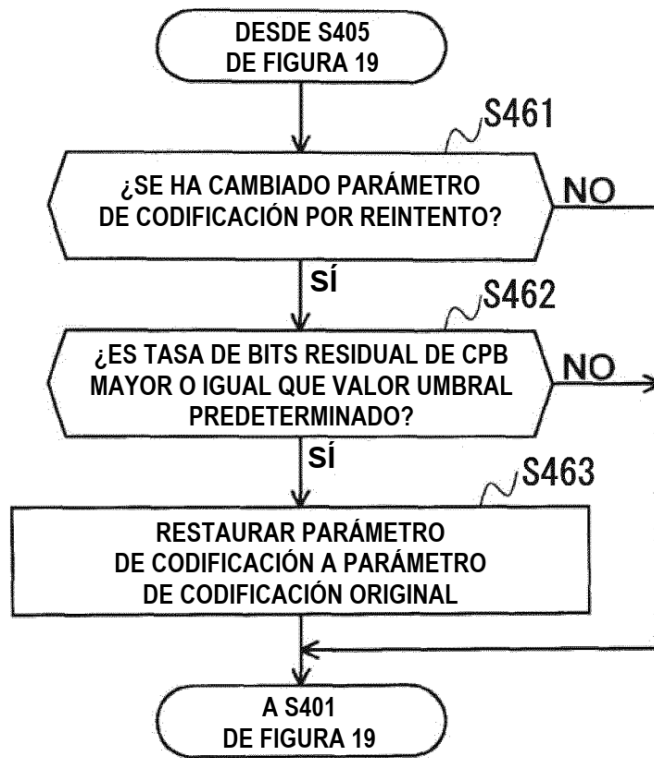


FIG. 21

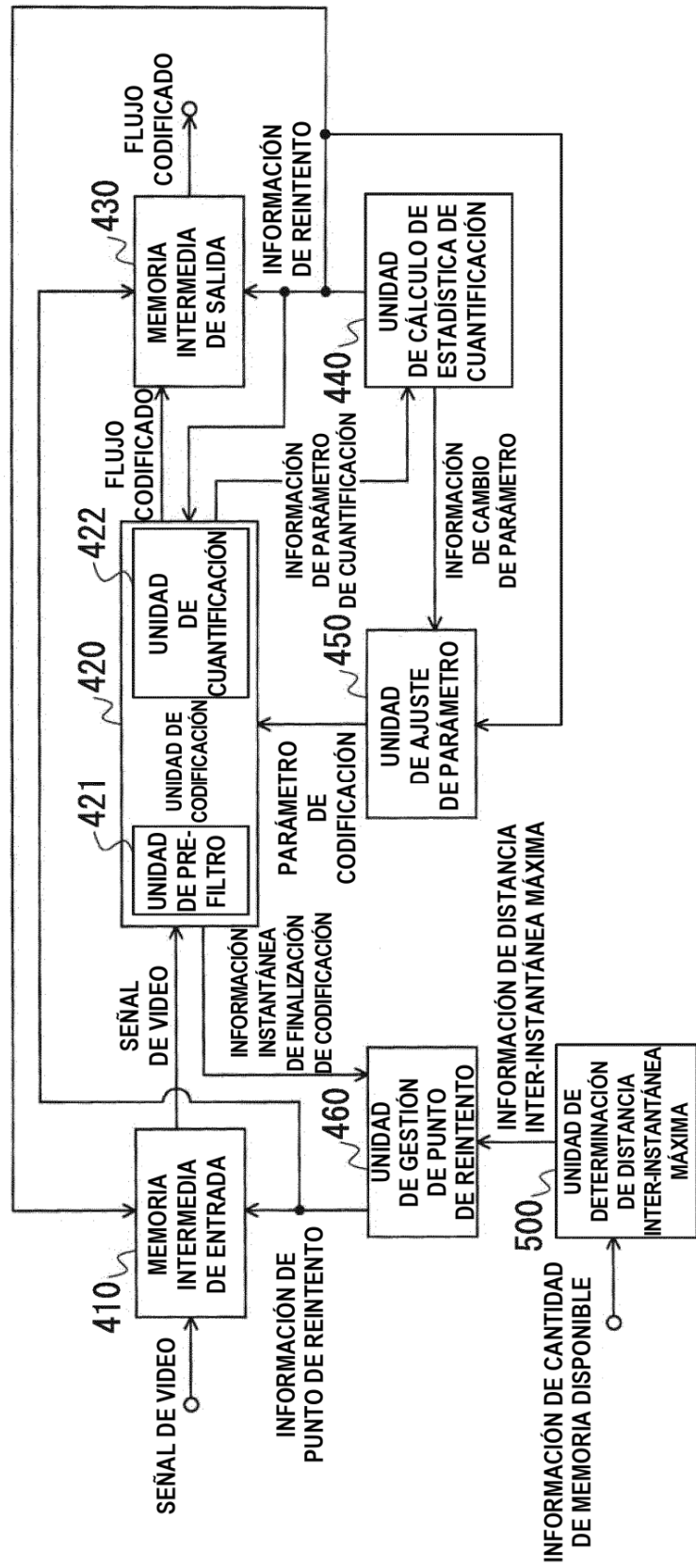


FIG. 22

