

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 174**

51 Int. Cl.:

H04N 5/235 (2006.01)

H04N 5/355 (2011.01)

H04N 5/353 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2011 PCT/US2011/048670**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12027290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2011 E 11749680 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2606637**

54 Título: **Vídeo de rango dinámico alto**

30 Prioridad:

23.08.2010 US 376172 P
08.04.2011 US 201161473711 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.01.2017

73 Titular/es:

RED.COM, INC. (100.0%)
34 Parker
Irvine, CA 92618, US

72 Inventor/es:

JANNARD, JAMES;
NATTRESS, GRAEME;
MATHUR, BIMAL;
MATHUR, UDAY;
DASILVA, DEANAN y
LAND, PETER, JARRED

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 599 174 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

Vídeo de rango dinámico alto

5 Antecedentes

La presente descripción se refiere a dispositivos para crear imágenes de rango dinámico mejorado, tal como a partir de imágenes de escenas fijas o en movimiento detectadas con una cámara digital.

10 El rango dinámico de una imagen digital se puede caracterizar como la relación en intensidad entre los valores medidos de más brillo y más oscuridad en la imagen. Así, una imagen que tiene un rango dinámico amplio representa más exactamente el amplio rango de niveles de intensidad hallados en escenas reales.

Resumen

15 Las cámaras y las técnicas digitales convencionales producen de ordinario imágenes de rango dinámico relativamente bajo y proporcionan flexibilidad limitada al controlar el rango dinámico. El rango dinámico puede ser limitado por factores que incluyen el nivel de brillo detectable por cada elemento sensor (por ejemplo, la anchura de bit de cada píxel) y el nivel de exposición. Por ejemplo, una imagen capturada puede representar exactamente la intensidad de regiones relativamente oscuras de la escena, pero no regiones relativamente brillantes de la misma escena, o viceversa.

20 US 6.278.490 describe un aparato de captación de imágenes con control de exposición al usar un flash electrónico. Este documento describe un sistema en que se obtienen exposiciones corta y larga para cada línea de elementos de imagen mediante exposición simultánea.

US2003/117386 describe un aparato de formación de imágenes de estado sólido y un método para activarlo. Este documento describe la mezcla de dos señales de salida para obtener una imagen con un rango dinámico grande.

30 Se puede usar diferentes técnicas para mejorar el rango dinámico de imágenes. Sin embargo, en particular para imágenes en movimiento, las técnicas existentes son por lo general sumamente complejas, proporcionan una calidad de imagen inferior a la óptima, o permiten una flexibilidad creativa limitada. Por ejemplo, algunas técnicas producen artefactos de movimiento incontrolado, relativamente grandes (por ejemplo, desenfoque u oscilación). Por estas y otras razones, algunas cámaras y sistemas aquí descritos producen imágenes de rango dinámico mejorado que también tienen artefactos de movimiento controlado o reducido. Además, según algunos aspectos, el sistema proporciona una interfaz que permite a los usuarios sintonizar el rango dinámico y/o los artefactos de movimiento para lograr un efecto cinematográfico deseado.

40 La presente descripción proporciona un método de obtener datos de imagen como el definido en las reivindicaciones 1 a 14 y un sistema de formación de imágenes como el definido en la reivindicación 15.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema ejemplar de formación de imágenes según realizaciones aquí descritas.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura de sensor ejemplar capaz de generar múltiples exposiciones próximas en el tiempo según algunas realizaciones.

50 Las figuras 3A-3D son diagramas de tiempo que representan la operación de sensores ejemplares que registran múltiples exposiciones próximas en el tiempo para múltiples cuadros de vídeo registrado según algunas realizaciones.

55 La figura 3E es un diagrama de tiempo que representa la operación de un sensor que opera sin registrar exposiciones próximas en el tiempo.

Las figuras 4A-4C son diagramas de tiempo que representan la operación de realizaciones de sensores que registran exposiciones próximas en el tiempo para varias filas de un sensor de imagen.

60 La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra un proceso ejemplar para mezclar pistas de exposiciones próximas en el tiempo que tienen diferentes niveles de exposición según algunas realizaciones.

Las figuras 6A-6B ilustran operaciones ejemplares para mezclar pistas de exposiciones próximas en el tiempo que tienen diferentes niveles de exposición según algunas realizaciones.

65 La figura 7 ilustra otro proceso ejemplar para mezclar pistas que tienen diferentes niveles de exposición según

algunas realizaciones.

La figura 8 ilustra una realización de un proceso para mezclar pistas de exposiciones próximas en el tiempo que tienen diferentes niveles de exposición para controlar artefactos de movimiento.

5

Descripción detallada

Según algunos aspectos, se facilita un sistema de cámara que tiene un sensor capaz de capturar y enviar secuencialmente una primera y una segunda imagen o imágenes que tiene(n) diferentes niveles de exposición. Además, el sistema comienza capturando la primera y segunda (o más) imágenes dentro de un solo período de cuadro, proporcionando artefactos de movimiento controlables o reducidos, entre otras ventajas.

10

Por ejemplo, las imágenes primera y segunda están próximas en el tiempo una con respecto a otra. Además, aunque puede haber cierta separación en el tiempo entre cuando el sistema captura píxeles para la primera imagen y captura píxeles correspondientes para la segunda imagen, las imágenes primera y segunda se pueden denominar, no obstante, “conjuntas” una con otra en el tiempo porque la separación no da lugar a artefactos visualmente significativos cuando se combinan las imágenes. Para lograr este efecto, los tiempos de exposición para al menos algunas porciones de las imágenes primera y segunda se solapan uno con otro, en algunas configuraciones. Al registrar imágenes vídeo, algunos sensores aquí descritos envían al menos flujos de imágenes primero y segundo próximos en el tiempo (o “conjuntos”) (también denominados aquí “pistas”). Según aspectos adicionales, los sistemas y métodos aquí descritos procesan los flujos de imágenes primero y segundo (por ejemplo, en cámara o durante el post-procesado) para crear un flujo de salida combinado.

15

20

Por ejemplo, para cada cuadro vídeo, el sistema de formación de imágenes captura exposiciones individuales en una segunda pista (por ejemplo, exposición relativamente alta) muy poco después de capturar exposiciones correspondientes en la primera pista (por ejemplo, exposición relativamente baja). De esta manera, algunas técnicas aquí descritas reducen o quitan la posibilidad de separación visual entre objetos en una pista de imagen que tiene un primer nivel de exposición en comparación con los mismos objetos en una pista o pistas de imagen que tiene(n) un nivel de exposición diferente. De otro modo podrían surgir niveles de separación visual indeseables entre objetos entre los objetos en la primera imagen y objetos correspondientes en la segunda imagen, debido a movimiento de los objetos en la escena o de la cámara, por ejemplo.

25

30

Además, el sistema adquiere las imágenes individuales del sensor de forma relativamente rápida. Donde el sistema incorpora un obturador rodante, por ejemplo, el período de retardo entre iniciar la exposición para las primeras filas del sensor para una imagen concreta e iniciar la exposición para las últimas filas del sensor para la imagen es relativamente corto. Igualmente, el período de retardo de entre la lectura de las primeras filas para una imagen y la lectura de las últimas filas del sensor para la imagen también es relativamente corto. De esta manera, el sistema limita la cantidad de artefacto de movimiento (por ejemplo, inestabilidad, inclinación, deformación) introducido por el obturador rodante. Esto contrasta con configuraciones donde la cantidad de tiempo que tarda en capturar y leer una exposición completa consume un período de tiempo más grande.

35

40

Además, los sistemas aquí descritos según algunos aspectos explotan el intervalo mínimo entre las imágenes primera y segunda, limitados artefactos de obturador rodante, y otros aspectos de las técnicas aquí descritas para lograr varios efectos creativos deseables. Por ejemplo, el sistema puede mezclar o combinar selectivamente los flujos de imágenes próximos en el tiempo para regular el rango dinámico, el carácter del efecto de movimiento (por ejemplo, la cantidad o la calidad del desenfoque), u otra característica.

45

En algunos casos, la mezcla de los flujos de imágenes está adaptada para lograr un efecto de movimiento sustancialmente similar a cómo el movimiento es percibido por el ojo humano. En algunos casos, la mezcla se ajusta de tal manera que el efecto de desenfoque sea similar al de una cámara tradicional. El usuario puede controlar ventajosamente la cantidad o la calidad de la mezcla de flujos de imágenes, proporcionando adicionalmente poder y flexibilidad creativos. Además, tales procesos pueden ser parcial o completamente automatizados.

50

Así, las técnicas aquí descritas proporcionan varios beneficios. En concreto, en el ámbito de registrar vídeo en movimiento, algunas realizaciones proporcionan registros que tienen un rango dinámico mejorado, movimiento personalizado u otros efectos visuales, y sus combinaciones.

55

Aunque las técnicas aquí descritas se explican primariamente con respecto a cámaras de movimiento digitales que registran vídeo continuo, se entenderá que varios aspectos de las invenciones aquí descritas son compatibles con cámaras fijas, así como cámaras digitales fijas y de movimiento (DSMC).

60

Visión general del sistema

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar 100 que detecta datos ópticos y procesa los datos detectados. El sistema 100 puede incluir un dispositivo de formación de imágenes 101 que puede incluir un módulo óptico 110, y un sensor de imagen 112, que puede incluir además un generador de exposiciones múltiples 113. El

65

dispositivo 101 también puede incluir una memoria 114 y un módulo de procesado de imagen 116. A su vez, el módulo de procesado de imagen 116 puede incluir un módulo de mezcla 117 que está configurado en general para regular el rango dinámico de una imagen o flujo de imágenes de salida. El módulo de mezcla 117 también puede estar configurado para regular el efecto de movimiento en el flujo de salida.

El dispositivo de formación de imágenes 101 puede ser un sistema de cámara, por ejemplo, y el módulo óptico 110, el sensor de imagen 112, la memoria 114 y el módulo de procesado de imagen 116 o porciones del mismo pueden estar alojados en el alojamiento de cámara o ser soportados por él. Además, porciones del sistema 100 pueden estar incluidas en un dispositivo separado. Por ejemplo, como se representa, el módulo de mezcla 117 o porciones del mismo en algunas configuraciones residen en un dispositivo informático separado 102, tal como un ordenador personal u otro.

El módulo óptico 110 enfoca una imagen en el sensor de imagen 112. Los sensores 112 pueden incluir, por ejemplo, una serie de dispositivos de acoplamiento de carga (CCD) o células de sensor de imagen de Metal Óxido Semiconductor Complementario (CMOS) tal como células de sensor de píxeles activos. Tales sensores de imagen se forman típicamente en chips de silicio y pueden contener millones de células de sensor de imagen. Cada célula de sensor detecta la luz que llega a su superficie y envía una señal que corresponde a la intensidad de la luz detectada. La luz detectada es digitalizada después.

Dado que estos sensores de imagen son sensibles a un amplio espectro de longitudes de onda de luz, se puede disponer una serie de filtros de color sobre la superficie fotosensible de tales sensores. Un tipo de serie de filtros de color es una serie de filtros de color de configuración Bayer, que pasa selectivamente longitudes de onda roja, azul, o verde a elementos sensores. Sin embargo, la salida de tal sensor es una imagen mosaico. Esta imagen mosaico está formada por las matrices de solapamiento de píxeles rojos, verdes y azules. Por lo general, la imagen mosaico es desmosaicada después, de modo que cada elemento de imagen enga un conjunto completo de datos de imagen en color. Los datos de imagen en color pueden expresarse en el formato de colores RGB o cualquier otro formato de colores.

Algunas de las realizaciones aquí descritas se describen en el contexto de una videocámara que tiene un solo dispositivo sensor con un filtro de configuración Bayer. Sin embargo, las realizaciones y las invenciones aquí descritas también pueden aplicarse a cámaras que tienen otros tipos de sensores de imagen (por ejemplo, CMY Bayer así como otras configuraciones no Bayer), otros números de sensores de imagen, que operan en diferentes tipos de formato de imagen, y que están configuradas para imágenes fijas y/o en movimiento. Se ha de entender que las realizaciones aquí descritas son realizaciones ejemplares, pero no limitadoras, y las invenciones aquí descritas no se limitan a las realizaciones ejemplares descritas, excepto por el alcance de las reivindicaciones.

El hardware óptico 110 puede tener forma de un sistema de lentes que tiene al menos una lente configurada para enfocar una imagen entrante sobre el sensor de imagen 112. Opcionalmente, el hardware óptico 110 puede tener forma de un sistema de lentes múltiples que proporciona zoom, apertura y enfoque variables. Adicionalmente, el hardware óptico 110 puede tener forma de un casquillo de lente soportado por un alojamiento de cámara y configurado para recibir una pluralidad de diferentes tipos de sistemas de lentes; por ejemplo, aunque sin limitación, el hardware óptico 110 incluye un casquillo configurado para recibir varios tamaños de sistemas de lentes incluyendo una lente zoom de 50-100 milímetros (T3), una lente zoom de 50-150 milímetros (T3), una lente zoom de 18-50 milímetros (T3), una lente zoom de 18-85 milímetros (T2,9), una lente de 300 milímetros (T2,8), una lente de 18 milímetros (T2,9), una lente de 25 milímetros (T1,8), una lente de 35 milímetros (T1,8), una lente de 50 milímetros (T1,8), una lente de 85 milímetros (T1,8), una lente de 85 milímetros (T1,8), una lente de 100 milímetros (T1,8) y/o cualquier otra lente. En algunas realizaciones, una lente zoom de 50-100 milímetros (F2,8), una lente zoom de 18-50 milímetros (F2,8), una lente zoom de 300 milímetros (F2,8), una lente zoom de 15 milímetros (F2,8), una lente zoom de 25 milímetros (F1,9), una lente zoom de 35 milímetros (F1,9), una lente zoom de 50 milímetros (F1,9), una lente zoom de 85 milímetros (F1,9), y/o cualquier otra lente. Como se ha indicado anteriormente, el hardware óptico 110 puede estar configurado de tal manera que, a pesar de que la lente este montada en él, las imágenes pueden ser enfocadas sobre una superficie fotosensible del sensor de imagen 112.

El sensor de imagen 112 puede ser cualquier tipo de dispositivo detector de imagen, incluyendo, por ejemplo, aunque sin limitación, CCD, CMOS, dispositivos CMOS apilados verticalmente tal como el sensor Foveon®, o una matriz de múltiples sensores que utilice una prisma para dividir la luz entre los sensores. En algunas realizaciones, el sensor de imagen 112 puede incluir un dispositivo CMOS que tenga aproximadamente 12 millones de fotocélulas. Sin embargo, también se puede usar sensores de otro tamaño. En algunas configuraciones, la cámara 10 puede estar configurada para emitir vídeo a "5k" (por ejemplo, 5120 x 2700), Quad HD (por ejemplo, 3840 x 2160 píxeles), resolución "4,5k" (por ejemplo, 4.520 x 2540), "4k" (por ejemplo, 4.096 x 2.540 píxeles), "2k" (por ejemplo, 2048 x 1152 píxeles) u otras resoluciones. En el sentido en que se usa aquí, en los términos expresados en el formato de xk (tal como 2k y 4k indicados anteriormente), la cantidad "x" se refiere a la resolución horizontal aproximada. Como tal, resolución "4k" corresponde a aproximadamente 4000 o más píxeles horizontales y "2k" corresponde a aproximadamente 2000 o más píxeles.

La cámara también puede estar configurada para submuestrear y posteriormente procesar la salida del sensor 112

para obtener salida vídeo a 2K, 1080p, 720p, o cualquier otra resolución. Por ejemplo, los datos de imagen del sensor 112 puede ser “puestos en ventanas”, reduciendo por ello el tamaño de la imagen de salida y permitiendo velocidades de lectura más altas. Sin embargo, también se puede usar sensores de otro tamaño. Adicionalmente, la cámara puede estar configurada para sobremuestrear la salida del sensor 112 para obtener salida vídeo a resoluciones más altas. Además, la cámara puede estar configurada para capturar y registrar vídeo a 10, 20, 24, 30, 60, y 120 cuadros por segundo, o cualquier otra frecuencia de cuadros. Adicionalmente, las técnicas de mezcla aquí descritas son generalmente compatibles con varias resoluciones y frecuencias de cuadros, incluyendo las enumeradas anteriormente.

La memoria 114 puede tener forma de cualquier tipo de almacenamiento digital, tal como, por ejemplo, aunque sin limitación, discos duros, discos de estado sólido, memoria flash, discos ópticos, o cualquier otro tipo de dispositivo de memoria. En algunas realizaciones, el tamaño de la memoria 114 puede ser suficientemente grande para almacenar datos de imagen procedentes del módulo de compresión correspondientes a al menos aproximadamente 30 minutos de vídeo a una resolución de 12 megapíxeles, resolución de color de 12 bits, y a 60 cuadros por segundo. Sin embargo, la memoria 114 puede tener cualquier tamaño.

En algunas realizaciones, la memoria 114 puede ir montada fuera de un alojamiento de cámara. Además, en algunas realizaciones, la memoria puede estar conectada a los otros componentes a través de puertos de comunicaciones estándar o personalizados, incluyendo, por ejemplo, aunque sin limitación, Ethernet, USB, USB2, USB3, IEEE 1394 (incluyendo aunque sin limitación FireWire 400, FireWire 800, FireWire S3200, FireWire S800T, i.LINK, DV), SATA y SCSI. Además, en algunas realizaciones, la memoria 114 puede incluir una pluralidad de discos duros, tal como los que operan bajo un protocolo RAID. Sin embargo, se puede usar cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento.

El módulo de procesado de imagen 116 puede operar, por ejemplo, en datos almacenados en la memoria 114. Alternativamente, el módulo de procesado de imagen puede operar en datos cuando vienen del sensor de imagen 112, y los datos procesados puede ser almacenados después en la memoria 114. El módulo de procesado de imagen 116 puede realizar varias operaciones en los datos. Dependiendo de la operación, el módulo de procesado 116 puede realizar la operación en los flujos de imágenes primero y segundo individuales, antes de la mezcla, o alternativamente, en el flujo de salida HDR mezclado.

Por ejemplo, el módulo de procesado de imagen 116 puede comprimir los datos procedentes del sensor de imagen, realizar preparación de datos por precompresión (por ejemplo, preénfasis y/o reducción de entropía), formatear los datos comprimidos, y análogos. Se describen ejemplos de tales técnicas con más detalle en la Patente de Estados Unidos número 7.830.967 titulada “VIDEO CAMERA” (la patente '967), que se incorpora por referencia aquí en su totalidad. En algunos casos, el módulo de procesado de imagen 116 procesa el flujo de imágenes individuales (o el flujo de imágenes combinadas) para sintonizar los flujos de imágenes al espacio perceptual, como se describirá con detalle más adelante con respecto a la figura 8A. Las técnicas compatibles adicionales incluyen procesos de modificación de datos verdes y pre-énfasis mostrados y descritos en toda la patente '967 (por ejemplo, con respecto a las figuras 8-11 y las columnas 11-13). En general, algunas realizaciones aquí descritas son compatibles con y/o son componentes de realizaciones descritas en la patente '967. Así, algunas o todas las características aquí descritas pueden ser usadas o combinadas de otro modo con varias características descritas en la patente '967, incluyendo características descritas en la patente '967 que no se explican explícitamente aquí.

El sensor 112 puede estar configurado para capturar y enviar secuencialmente al menos flujos de imágenes primero y segundo (o pistas) que tienen diferentes niveles de exposición. Por ejemplo, el generador de exposiciones múltiples 113 puede incluir lógica de control de tiempo de diseño especial que controle el sensor 112 para enviar los flujos de imágenes. En algunos casos, el sensor 112 puede enviar más de dos pistas (por ejemplo, un total de 3, 4, 5, 10 o más) que tengan varios niveles de exposición.

Donde hay una cantidad significativa de retardo entre exposiciones o porciones de exposiciones en una primera pista y exposiciones correspondientes o porciones de exposiciones en una segunda pista, pueden surgir artefactos de movimiento indeseables. Por ejemplo, tales artefactos pueden surgir donde un objeto en la escena registrada (por ejemplo, un actor u otro sujeto fotográfico) se mueve una distancia visualmente significativa entre el tiempo en que se toma el primer cuadro del flujo de imágenes y el tiempo en que se toma el segundo cuadro del flujo de imágenes. En tales casos, puede surgir separación visual o “intervalos” entre objetos en una pista en comparación con el mismo objeto en otra pista. Tales problemas pueden ser difíciles de corregir o controlar en el post-procesado.

Por estas y otras razones, el sensor 112 según algunos aspectos está configurado para enviar secuencialmente al menos flujos de imágenes primero y segundo que tienen diferentes niveles de exposición y que están próximos en el tiempo uno con respecto a otro. Por ejemplo, el generador de exposiciones múltiples 113 puede controlar una matriz de píxeles y circuitería de salida del sensor 112 para hacer que el sensor 112 envíe flujos de imágenes primero y segundo. Cada flujo de imágenes puede tener múltiples cuadros que están próximos en el tiempo y/o al menos se solapan parcialmente en el tiempo con cuadros correspondientes del otro flujo de imágenes. Por ejemplo, la cantidad de tiempo entre cuando el sistema convierte los datos capturados para elementos de imagen en las imágenes del primer flujo a valores digitales y comienza a exponer los mismos elementos de imagen para imágenes

correspondientes en el segundo flujo de imágenes es relativamente corto. Además, en algunos casos, el generador de exposiciones múltiples 113 captura al menos algunos de los elementos de imagen para las imágenes en el segundo flujo mientras que captura otros elementos de imagen para las imágenes correspondientes en el primer flujo, durante períodos de tiempo de solapamiento. De esta manera, la separación visual entre objetos en movimiento en el primer flujo de imágenes y los mismos objetos en movimiento en el segundo flujo de imágenes puede ser relativamente insignificante, o de otro modo se puede reducir sustancialmente. El generador de exposiciones múltiples 113 puede ser en general un generador de tiempo especializado acoplado al sensor 112, y se describe con más detalle con respecto a la figura 2.

Dado que puede no haber separación visual significativa entre objetos en un cuadro en el primer cuadro de pista de imagen y los objetos correspondientes en un cuadro capturado posteriormente en la segunda pista de imagen, también se puede decir que las pistas de imagen primera y segunda no tienen “intervalos” una con respecto a otra, o que “se tocan” sustancialmente. Por ejemplo, aunque puede haber cierto retardo sustancialmente entre la captura de elementos de imagen para las primeras imágenes y la captura de elementos de imagen en las segundas imágenes, el retardo puede ser tan pequeño que haya separación visual de objetos reducida o sustancialmente nula a plena resolución del sensor, a una o varias resoluciones de escala inferior, o su combinación. Debido a la naturaleza de proximidad en el tiempo de las pistas, los artefactos de movimiento en la pista de salida combinada se reducen sustancialmente, eliminan o pueden ser controlados de la forma deseada.

De los sensores aquí descritos se dice que tienen capacidad de “lectura adyacente” o “exposición conjunta”. Adicionalmente, de las pistas de imágenes se puede decir que son “adyacentes”, “próximas en el tiempo”, “conjuntas” o análogos.

Además, como se ha descrito anteriormente, las exposiciones individuales según algunas realizaciones son capturadas y/o enviadas de manera compacta, haciendo un uso eficiente del período de cuadro.

El módulo de mezcla 117 según algunas realizaciones combina selectivamente las pistas próximas en el tiempo para producir una pista de salida que tiene un efecto visual deseado. Por ejemplo, el flujo de salida vídeo puede tener un rango dinámico mejorado con relación al rango dinámico de las pistas de imagen primera y segunda individuales. Como ejemplo, el primer flujo de imágenes puede tener un nivel de exposición relativamente bajo (por ejemplo, corto tiempo de integración), proporcionando datos útiles en regiones relativamente brillantes de una escena capturada, tal como un detalle resaltado. El segundo flujo de imágenes puede tener un nivel de exposición relativamente más alto (por ejemplo, un tiempo de integración más largo), proporcionando datos útiles en regiones relativamente más oscuras de la escena, tal como detalle en las sombras.

Además, en algunos casos donde el sensor 112 envía más de dos pistas, el módulo de mezcla 117 es capaz de combinar un número correspondiente de pistas. Donde el módulo de mezcla 117 o porciones del mismo residen en el dispositivo informático externo 102, el procesado de rango dinámico y/o movimiento se puede hacer en el post-procesado. Adicionalmente, dependiendo de la implementación, el módulo de mezcla 117 puede operar en datos almacenados en la memoria 114, en datos tal como salen del sensor de imagen 112, o en datos almacenados en el dispositivo informático externo 102.

Como se ha explicado, el flujo de salida combinado se puede crear en la cámara o alternativamente fuera de la cámara, durante el post-procesado. En una configuración, el usuario puede seleccionar creación en cámara o fuera de cámara del flujo de salida, a voluntad. Además, como se describirá con más detalle más adelante con respecto a las figuras 5-9, en varias realizaciones el módulo de mezcla 117 puede combinar las pistas próximas en el tiempo según varios algoritmos. Los algoritmos pueden ser fijos o seleccionables o ajustables por el usuario. Por ejemplo, en una realización, los flujos de imágenes se combinan en cámara según un algoritmo fijo. En otra configuración, el usuario selecciona de entre una variedad de algoritmos, dependiendo del efecto creativo deseado.

Generación de pistas de imágenes próximas en el tiempo que tienen múltiples niveles de exposición

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sensor de imagen ejemplar 200 capaz de generar exposiciones próximas en el tiempo según realizaciones aquí descritas. Con referencia a la figura 2, el sensor de imagen 200 incluye una matriz de píxeles 202, circuitería de salida 204, y un generador de exposiciones múltiples 206. Como se describirá con más detalle, el generador de exposiciones múltiples 206 controla en general los varios componentes del sensor 200 para proporcionar exposiciones próximas en el tiempo en el bus de salida 212 del sensor 200 para almacenamiento y procesado adicionales.

El sensor de imagen 200 puede ser similar al sensor de imagen 12 descrito anteriormente con respecto a la figura 1, por ejemplo, y la matriz de píxeles 202 incluye una pluralidad de píxeles (por ejemplo, fotocélulas) dispuestos en una matriz incluyendo “M” filas y “N” columnas. Aunque es posible una amplia variedad de valores para “M” y “N”, un sensor ejemplar de “5k” incluye 5.120 filas y 2.700 columnas, un sensor ejemplar Quad HD incluye 3.840 y 2.160 píxeles, un sensor ejemplar de “4,5k” de resolución incluye 4.520 filas y 2.540 columnas, un sensor ejemplar de “4k” incluye 4.096 filas y 2.540 columnas, y un sensor ejemplar de “2k” incluye 2.048 y 1.152 columnas.

En el ejemplo ilustrado, el sensor 200 está configurado para enviar una sola fila en un tiempo dado, y el sensor 200 incluye un ejemplo de circuitería de salida 204 que está configurada para procesar y enviar información de imagen para una sola fila. En otra realización, tal como donde se usa un sensor de configuración Bayer, el sensor envía dos filas a la vez y puede incluir dos casos de la circuitería de salida 204. En otras configuraciones, el sensor 200 envía otros números de filas durante un intervalo de tiempo dado (por ejemplo, 2, 3, 4, 5, 10 o más filas), y puede incluir un número correspondiente de ejemplos de la circuitería de salida 204.

Durante la operación, el generador de exposiciones múltiples 206 proporciona información de selección de fila mediante el bus de entrada 208 a lógica de descodificación de fila (no representada) de la matriz de píxeles 202. Por cada una de las filas seleccionadas, la matriz de píxeles 202 proporciona los valores almacenados para los N píxeles correspondientes a las columnas de la fila seleccionada (o subconjunto de filas) a la circuitería de salida 204.

La circuitería de salida 204 del sensor ejemplar 200 también recibe señales de control de tiempo en el bus 210 del generador de exposiciones múltiples 206, y está configurado en general para procesar y digitalizar los valores de píxel analógicos recibidos de la matriz de píxeles. La circuitería de salida 204 del sensor ejemplar 200 incluye conjuntos de amplificadores de ganancia programable (PGAs) y convertidores analógico a digital (ADCs), aunque se puede usar varios componentes en varias implementaciones. A su vez, la circuitería de salida 204 presenta los valores digitalizados procesados de la fila actualmente seleccionada en el bus de salida 212. Por ejemplo, el sensor 200 puede transmitir los valores a la memoria 114, el módulo de procesamiento de imagen 116, u otros componentes del sistema de la figura 1 para almacenamiento y procesamiento. En algunos casos, el sensor pone en memoria intermedia los valores para una o más filas antes de la transmisión en el bus de salida 212.

Como se representa en la figura 2, el generador de exposiciones múltiples 206 puede residir fuera del paquete 214. Por ejemplo, el paquete 214 es un paquete de circuitos integrados y la matriz de píxeles 202 y la circuitería de salida 204 están formadas en un circuito integrado alojado en el paquete 214. Por otra parte, el generador de exposiciones múltiples 206 puede formar una parte de un circuito integrado separado que se aloja en un paquete separado. En otra realización, el generador de exposiciones múltiples 206 está incluido en el mismo circuito integrado que los otros componentes, y se aloja en el paquete de sensor 214.

En algunos casos, el generador de exposiciones múltiples 206 incluye lógica implementada en una matriz de puertas programable in situ (FPGA), aunque el generador de exposiciones múltiples 206 se puede implementar de varias formas, y puede incluir hardware, software, circuitería analógica y/o digital, tal como circuitería personalizada, un microprocesador, un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), sus combinaciones y análogos.

La figura 3A es un diagrama de tiempo ejemplar 300 que ilustra dos cuadros consecutivos de vídeo para una cámara que registra dos pistas de imágenes próximas en el tiempo (también denominados flujos de imágenes) según una realización. Se toman dos exposiciones próximas en el tiempo 302, 304 dentro de cada cuadro vídeo, una por cada pista de imagen. Así, una primera pista de imagen corresponde a las primeras exposiciones 302 tomadas en una serie de cuadros vídeo registrados y una segunda pista de imagen 304 corresponde a segundas exposiciones 304 tomadas en la misma serie de cuadros vídeo.

La cámara expone la primera exposición 302 por cada cuadro durante un primer período de integración 306, y expone la segunda exposición 304 por cada cuadro durante un segundo período de integración 308. El diagrama de tiempo 300 puede ser representativo de la operación de los sensores 112, 200 de las figuras 1 y 2, por ejemplo. Además, aunque el diagrama representa la operación de solamente dos cuadros a efectos de ilustración, se apreciará que la cámara puede registrar cualquier número de cuadros, dependiendo de la longitud del registro.

Como se representa, la cámara del ejemplo ilustrado expone las filas 0→M del sensor en forma de solapamiento. De esta manera, la primera fila (o subconjunto de filas) se expone durante un primer período de integración que comienza en el tiempo t_0 y que termina en el tiempo t_1 . Las filas restantes (o subconjuntos de filas) se exponen en sucesivos intervalos de tiempo de solapamiento, y el primer período de integración para la última fila se extiende desde el tiempo t_2 al tiempo t_3 . Este esquema de exposición general, donde filas sucesivas (o subconjuntos de filas) se exponen en sucesivos intervalos de tiempo de solapamiento, se puede denominar en general una técnica de "obturador rodante".

Los elementos de imagen para la segunda exposición 304 son capturados ventajosamente relativamente poco después de capturar los mismos elementos de imagen para la primera exposición 302. Por ejemplo, el retardo entre exposiciones 312 entre el final del primer período de exposición 306 para cada fila (o subconjunto de filas) y el inicio del segundo período de exposición 308 para la misma fila es relativamente mínimo. Por ejemplo, como se explica con más detalle con respecto a la figura 4A más adelante, el retardo entre exposiciones 312 puede depender en un ejemplo del tiempo de reseteo para una o más filas del sensor. En otros casos, el retardo entre exposiciones 312 puede depender de algún o algunos otros parámetros. Con referencia de nuevo al sensor 200 de la figura 2, el generador de exposiciones múltiples 206 está configurado para generar señales de control para operar la matriz de píxeles 202 y la circuitería de salida 204 para generar las exposiciones próximas en el tiempo 302, 304.

Además, el sesgo entre filas para las exposiciones individuales 302, 304 introducido por el obturador rodante es

relativamente mínimo. Esto da lugar a un tiempo general más corto de adquisición de imágenes, y ayuda a controlar cualesquiera artefactos de movimiento que el obturador rodante pueda introducir de otro modo. Como se explicará mejor con respecto a la figura 4A, el sesgo entre filas y el tiempo de adquisición de imagen pueden estar relacionados con el tiempo de lectura de una fila (o subconjunto de filas).

Como se representa, el sistema hace además un uso eficiente del hardware de sensor y el período de cuadro solapando algunas porciones de las exposiciones primera y segunda en el tiempo. Por ejemplo, el sistema comienza a exponer al menos algunas filas (o subconjuntos de filas) para la segunda exposición 304 antes de que todas las filas hayan sido convertidas y/o leídas para la primera exposición 302. Además, al menos algunas filas se exponen para la primera exposición 302 simultáneamente con otras filas para la segunda exposición 304.

Además, en algunas realizaciones el sistema completa sustancialmente la conversión y/o la lectura de las filas de sensor (o subconjuntos de filas) para la primera exposición 302 antes de comenzar a convertir y/o leer las filas para la segunda exposición 304. Dedicando la circuitería de conversión y lectura a cada una de las respectivas exposiciones hasta que se completen, el sistema ayuda a mantener un tiempo de adquisición general compacto para las exposiciones individuales 302, 304. En la realización ilustrada, el sistema completa la conversión y/o la lectura del 100 por ciento de las filas de sensor para la primera exposición 302 antes de comenzar a convertir y/o leer alguna de las filas para la segunda exposición 304. En otros casos, el sistema completa la conversión y/o la lectura de al menos 80 por ciento, al menos 90 por ciento, al menos 95 por ciento, al menos 96 por ciento, al menos 97 por ciento, al menos 98 por ciento o al menos 99 por ciento de las filas de sensor para la primera exposición 302 antes de comenzar a convertir y/o leer las filas para la segunda exposición 304. En otros casos, el sistema completa sustancialmente la conversión y/o la lectura de las filas para la primera exposición 302 antes de leer alguna de las filas para la segunda exposición 304, o antes de leer más de 1 por ciento, más de 2 por ciento, más de 3 por ciento, más de 4 por ciento, más de 5 por ciento, más de 10 por ciento, o más de 20 por ciento de las filas para la segunda exposición 304, dependiendo de la realización. Otros detalles acerca de la especificidad del tiempo de sensor se exponen más adelante con respecto a las figuras 4A-4C.

Dependiendo de la configuración particular, la duración de los varios períodos de tiempo representados en la figura 3A puede variar en gran medida, incluyendo el período de cuadro 312, los tiempos de integración de primera y segunda exposición 302, 304, el retardo entre exposiciones 312 y el tiempo de sensor inactivo 310. El tiempo de sensor inactivo 310 puede referirse a un período donde elementos sensores están sustancialmente inactivos y no están expuestos. Por ejemplo, al capturar las exposiciones primera y segunda, el sensor activa electrónicamente los elementos de imagen apropiados según la técnica de obturador rodante de manera que sean sensibles a la luz incidente y la capturen. En contraposición, los elementos de píxel apropiados son desactivados electrónicamente y por lo tanto no son sensibles a luz incidente durante el período de sensor inactivo 310. En otras implementaciones, donde se usa un obturador físico, el obturador físico se abre/cierra en lugar de la activación/desactivación electrónica. El período de sensor inactivo también puede definirse en su lugar como el período de tiempo entre t_7 , cuando se completa la exposición de la última fila en la segunda exposición 304, al final del período de cuadro, inmediatamente antes de que la primera fila en la primera exposición 302 comience la exposición para el cuadro siguiente.

Las figuras 3B-3D ilustran diagramas de tiempo para varias configuraciones ejemplares. Para mayor claridad, el retardo entre exposiciones 312 no se representa en las figuras 3B-3D. En una realización, la figura 3B ilustra un escenario donde el período de cuadro es aproximadamente 41,7 milisegundos (24 fps), el primer tiempo de integración 306 es aproximadamente 2,6 milisegundos, el segundo tiempo de integración 308 es aproximadamente 20,8 milisegundos, el retardo entre exposiciones 312 es aproximadamente 15,6 microsegundos, y el tiempo de obturador cerrado es aproximadamente 18,2 milisegundos. El segundo tiempo de integración 308 es aproximadamente la mitad del período de cuadro, y así corresponde en general a un tiempo de integración para un sensor que implementa un obturador de 180 grados. En otro caso ejemplar, la figura 3C representa un escenario donde el período de cuadro 312 es aproximadamente 41,7 milisegundos (24 fps), el primer tiempo de integración 306 es aproximadamente 2,6 milisegundos, el segundo tiempo de integración 308 es aproximadamente 31,6 milisegundos, el retardo entre exposiciones 312 es aproximadamente 15,6 microsegundos, y el tiempo de obturador cerrado 310 es aproximadamente 7,4 milisegundos. En este caso, el segundo tiempo de integración 308 corresponde a un tiempo de integración para un sensor que implementa un obturador de 273 grado. En otro ejemplo, la figura 3D ilustra un caso donde el período de cuadro 312 es aproximadamente 41,7 milisegundos (24 fps), el primer tiempo de integración 306 es aproximadamente 0,65 milisegundos, el segundo tiempo de integración 308 es aproximadamente 5,2 milisegundos, el retardo entre exposiciones 312 es aproximadamente 15,6 microsegundos, y el tiempo de obturador cerrado 310 es aproximadamente 35,75 milisegundos. Aquí, el segundo tiempo de integración 308 corresponde a un tiempo de integración para un obturador de 45 grados.

Para comparación, la figura 3E ilustra un diagrama de tiempo para otra cámara ejemplar que captura múltiples exposiciones que tienen diferentes niveles de exposición. Sin embargo, a diferencia de las realizaciones representadas en las figuras 3A-3D, la cámara de la figura 3E captura las exposiciones largas 304 y las exposiciones cortas 306 en diferentes cuadros alternos. Así, las exposiciones 304 y 306 no están próximas en el tiempo, y puede haber artefactos de movimiento indeseables significativos. Por ejemplo, puede haber intervalos de separación visual relativamente grandes entre objetos de escena de imagen en las exposiciones largas 304 en

comparación con objetos de escena de imagen en la exposición corta 306 en el cuadro siguiente. Así, puede ser difícil en tales casos combinar las exposiciones corta y larga 304, 306 para crear imágenes de rango dinámico alto con artefactos de movimiento controlados.

5 La figura 4A representa un diagrama de tiempo 400 que ilustra exposiciones primera y segunda próximas en el tiempo 402, 404 para un cuadro de vídeo registrado. Para claridad, el diagrama de tiempo se representa solamente con respecto a las tres primeras filas R1, R2, R3 (o subconjuntos de filas) de un sensor de imagen. Por ejemplo, el diagrama 400 puede corresponder a una realización de una ilustración más detallada del tiempo de exposición para las tres primeras filas del sensor cuya operación se ilustra en alguna de las figuras 3A-3D. Con referencia a la primera fila R1, antes de que comience la primera exposición 402, la fila R1 se resetea inicialmente, como indica la flecha vertical etiquetada "RST".

15 Después de transcurrir un período de reseteo 410 correspondiente a la cantidad de tiempo que tarda en resetear los píxeles en la fila R1, las fotocélulas en la fila R1 comienzan a acumular carga durante el primer período de integración 406. Después del primer período de integración 406, los píxeles en la primera fila R1 han acumulado carga correspondiente al primer nivel de exposición. Entonces se inicia un ciclo de lectura para la fila R1, junto con otro ciclo de reseteo, como indica la flecha vertical etiquetada "RO/RST". Con referencia a la figura 2, al final del período de lectura 412, la fila R1 es leída de la matriz de píxeles 202 por la circuitería de salida 204, y se dispone en la salida 212 para almacenamiento y/o procesado.

20 Además, una vez que la fila R1 ha completado el segundo ciclo de reseteo, comienza la segunda exposición 404. Como tal, el retardo entre exposiciones 410 entre las exposiciones primera y segunda en una realización depende del tiempo de reseteo 410 para una fila de píxeles (o subconjunto de filas donde se lee más de una fila de una vez). Por ejemplo, el retardo entre exposiciones 410 puede corresponder, sustancialmente corresponder, o ser aproximadamente igual al tiempo de reseteo 410 para una fila (o subconjunto de filas). En otros casos, el retardo entre exposiciones 410 es menor o igual a aproximadamente uno, aproximadamente 2, aproximadamente 5, aproximadamente 10, aproximadamente 20, aproximadamente 50 o aproximadamente 100 tiempos de reseteo 410 para una fila (o subconjunto de filas). En otros casos, el retardo entre exposiciones 410 es algún valor entre aproximadamente un tiempo de reseteo 410 para una fila (o subconjunto de filas) y aproximadamente 2, aproximadamente 5, aproximadamente 10, aproximadamente 20, aproximadamente 50 o aproximadamente 100 tiempos de reseteo, dependiendo de la realización. Como se describe con más detalle más adelante, el tiempo de reseteo 410 puede ser ventajosamente relativamente corto, dando lugar a exposiciones primera y segunda próximas en el tiempo 402, 404.

35 En otras configuraciones, el retardo entre las exposiciones primera y segunda 402, 404 puede corresponder a varios valores distintos del tiempo de reseteo 410. Por ejemplo, el retardo entre exposiciones 410 puede corresponder, sustancialmente corresponder o depender de otro modo del tiempo de lectura 412, tal como donde el tiempo de lectura es mayor o igual al tiempo de reseteo. En una realización, el retardo entre exposiciones 410 es aproximadamente igual al tiempo de lectura 412. En otros casos, dependiendo de la implementación específica, el retardo entre exposiciones 410 es menor o igual a aproximadamente uno, aproximadamente 2, aproximadamente 5, aproximadamente 10, aproximadamente 20, aproximadamente 50 o aproximadamente 100 tiempos de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas). Según otras realizaciones, el retardo entre exposiciones 410 es algún valor entre aproximadamente un tiempo de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas) y aproximadamente 2, aproximadamente 5, aproximadamente 10, aproximadamente 20, aproximadamente 50 o aproximadamente 100 tiempos de lectura 412. En otros casos, el retardo 410 entre las exposiciones primera y segunda 402, 404 depende tanto del tiempo de lectura como del tiempo de reseteo. Por ejemplo, la operación de reseteo en una realización se inicia solamente después de la terminación de la operación de lectura. En este caso, el retardo entre las exposiciones primera y segunda 402, 404 puede corresponder o corresponder sustancialmente a la suma del tiempo de lectura 412 y el tiempo de reseteo. En tales casos, el retardo entre exposiciones 410 puede ser menor o igual a aproximadamente la suma del tiempo de reseteo 410 y el tiempo de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas), o alternativamente puede ser menor o igual a aproximadamente la suma del tiempo de reseteo 410 y el tiempo de lectura 412, multiplicado por un factor de 2, 5, 10, 20, 50 o 100. En otras realizaciones, el retardo entre exposiciones 410 puede ser algún valor entre aproximadamente la suma del tiempo de reseteo 410 y el tiempo de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas) y aproximadamente la suma del tiempo de reseteo 410 y el tiempo de lectura 412, multiplicado por un factor de 2, 5, 10, 20, 50 o 100.

60 Como se representa, el sensor inicia una secuencia similar de operaciones para las otras filas R2, R3 ...RM. Sin embargo, como se ha descrito anteriormente, con respecto a la figura 2, el sensor puede estar configurado para enviar solamente una fila (o un subconjunto de dos o más filas) a la vez. Así, para cada fila posterior, el generador de exposiciones múltiples 206 espera al menos un período de lectura 412 antes de iniciar el ciclo de reseteo inicial. Como tal, el tiempo de exposición para cada fila se escalona en el tiempo con respecto a las otras filas. En el ejemplo ilustrado, cada fila posterior se retarda el período de lectura 412 con respecto a la fila precedente. Como tal, cuando se completa un período de integración 402, 404 para una fila particular, la circuitería de salida 204 estará en general inmediatamente disponible. De esta manera, la utilización de la circuitería de lectura (por ejemplo, la circuitería de salida 204 de la figura 2) es relativamente alta. Con referencia de nuevo a la figura 2, el generador de exposiciones múltiples 206 puede enviar las señales de control apropiadas a la matriz de píxeles mediante el bus

208 y a la circuitería de salida 204 mediante el bus 210, iniciando el reseteo y la lectura de las filas R1, R2, R3 ...RM de la manera descrita.

5 Aunque varios valores son posibles, un sensor ejemplar 200 tiene 2740 filas de píxeles configuradas para ser leídas dos filas a la vez, y el tiempo de lectura 412 para las dos filas del sensor ejemplar 200 es aproximadamente 7,4 microsegundos. En este ejemplo, el tiempo de reseteo 410 para resetear un subconjunto de dos filas es aproximadamente 15,6 microsegundos. Así, el tiempo entre las exposiciones primera y segunda 402, 404 y el tiempo entre los flujos de imágenes próximos en el tiempo es aproximadamente 15,6 microsegundos, o aproximadamente 0,03 por ciento del período de cuadro para una frecuencia de cuadros de 24 fps, y aproximadamente 0,05, 0,08, 0,09, y 0,16 por ciento del período de cuadro para frecuencias de cuadros de 30, 50, 59,94, y 100 fps, respectivamente. En otra configuración, por ejemplo, el sensor 200 produce flujos de imágenes primero y segundo que están temporalmente espaciados no más de aproximadamente 7 microsegundos. Como tal, por cada cuadro el sensor 200 captura la exposición subsiguiente 404 (correspondiente al segundo flujo de imágenes) no más de aproximadamente 7 microsegundos después de capturar la exposición precedente 402 para dicho cuadro (correspondiente al primer flujo de imágenes). En otras realizaciones, las exposiciones primera y segunda 402, 404 y los flujos de imágenes correspondientes están temporalmente espaciados no más de aproximadamente 4 microsegundos, no más de aproximadamente 2 microsegundos, o no más de aproximadamente 1 microsegundo. En otras realizaciones, las exposiciones primera y segunda 402, 404 están espaciadas no más de aproximadamente 1 milisegundo, no más de aproximadamente 100 microsegundos, no más de aproximadamente 50 microsegundos, no más de aproximadamente 25 microsegundos, no más de aproximadamente 20 microsegundos, no más de aproximadamente 16 microsegundos, no más de 15,6 microsegundos, no más de aproximadamente 15 microsegundos, o no más de aproximadamente 10 microsegundos. Como se ha indicado anteriormente, en algunas realizaciones hay más de dos exposiciones dentro de cada cuadro. En tales casos, el retardo entre cualesquiera dos exposiciones adyacentes puede corresponder a cualquiera de los valores o rangos de valores enumerados anteriormente. En varias realizaciones, el retardo entre exposiciones es menos de aproximadamente 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, o 30 por ciento del período de cuadro.

Adicionalmente, como se ha mencionado previamente, dado que la adquisición de cada fila (o subconjunto de filas) está escalonada en el tiempo de la fila inmediatamente precedente una cantidad relativamente mínima, se reducen el sesgo y los artefactos de movimiento resultantes introducidos por el obturador rodante. Por ejemplo, el sesgo de adquisición entre filas entre el tiempo en que el sistema comienza a adquirir datos de imagen para una fila (o subconjunto de filas) y comienza a adquirir datos de imagen para la fila inmediatamente posterior corresponde al tiempo de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas) en la realización ilustrada. Igualmente, un sesgo de lectura entre filas entre el tiempo en que el sistema completa la lectura de datos de imagen adquiridos para una fila (o subconjunto de filas) y completa la lectura de datos de imagen adquiridos para la fila posterior (o subconjunto de filas) corresponde al tiempo de lectura 412 para una fila (o subconjunto de filas). En varias realizaciones, el sesgo de adquisición entre filas y/o el sesgo de lectura entre filas es aproximadamente igual a un tiempo de lectura 412 para una fila o subconjunto de filas, o es menor o igual a aproximadamente uno, aproximadamente 1,5, aproximadamente 2, aproximadamente 2,5, o aproximadamente 3 tiempos de lectura 412.

Extendiendo el sesgo entre filas a través de todas las filas para la figura 4A, el sesgo de adquisición intra-exposición total a través de toda la imagen entre el tiempo en que el sistema comienza a adquirir una primera fila (o subconjunto de filas) y comienza a adquirir todas las filas o sustancialmente todas (por ejemplo, al menos 90, 95 o 99 por ciento) las filas viene dado aproximadamente por:

$$(M - 1) * read_out_time, \tag{Ec. 1}$$

Igualmente, el sesgo de lectura intra-exposición entre el tiempo en que el sistema completa la lectura de una primera fila y completa la lectura de sustancialmente todas las filas puede corresponder a la misma cantidad. Como un ejemplo específico, para el sensor de 2740 filas descrito anteriormente, los sesgos de adquisición y lectura intra-exposición son iguales a aproximadamente 10,1 milisegundos $((2740/2-1)*7,4$ microsegundos).

Además, el tiempo de adquisición para una exposición completa, entre el tiempo en que el sistema comienza a adquirir una primera de las filas (o subconjuntos de filas) y completa la lectura de sustancialmente todas las filas para la exposición viene dado aproximadamente por:

$$exposure_time + [(M - 1) * read_out_time]. \tag{Ec. 2}$$

En otras realizaciones compatibles, el tiempo de adquisición de imagen es menor o igual a uno de los siguientes:

$$\text{exposure_time} + [(M - 1) * \text{read_out_time}] \quad (\text{Ec. 3})$$

$$\text{exposure_time} + [(M - 1) * 1.5 * \text{read_out_time}], \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\text{exposure_time} + [(M - 1) * 2 * \text{read_out_time}], \quad (\text{Ec. 5})$$

$$\text{exposure_time} + [(M - 1) * 2.5 * \text{read_out_time}], \text{ o} \quad (\text{Ec. 6})$$

$$\text{exposure_time} + [(M - 1) * 3 * \text{read_out_time}]. \quad (\text{Ec. 7})$$

5
10
15
Los sistemas en cada uno de los ejemplos específicos antes descritos registran una primera exposición relativamente inferior (por ejemplo, exposición corta) seguida de una segunda exposición relativamente más alta (por ejemplo, exposición larga) por cada cuadro. Sin embargo, el número y el orden de las exposiciones entre cuadros puede variar, y se puede personalizar a voluntad. Por ejemplo, en un ejemplo, cada cuadro incluye una pista larga seguida de una pista corta. Adicionalmente, el dispositivo puede estar configurado para capturar más de dos exposiciones por cuadro, tal como 3, 4, 5, 10 o más exposiciones. Como unos pocos ejemplos ilustrativos, son posibles las configuraciones de captura siguientes incluyendo más de dos exposiciones por cuadro: (1) larga, corta, larga; (2) corta, larga, corta; (3) corta, corta+x, corta+x*2, ..., corta+x*k; (4) larga, larga-x, larga-x*2, ..., larga-x*k; (5) corta, media, larga; (6) larga, media, corta; (7) media, larga, corta.

20
25
Los diagramas 300, 400 de las figuras 3A-3D y 4A corresponden a configuraciones en las que el sensor envía las exposiciones en el mismo orden para cada fila. Por ejemplo, con referencia a la figura 4, cada una de las filas R1 ... RN envía la exposición corta 402 seguida de la exposición larga 404 por cada cuadro. Sin embargo, en algunos casos, el generador de exposiciones múltiples 206 está configurado para hacer que el sensor 200 envíe las exposiciones primera y segunda en un orden diferente dependiendo de la fila, proporcionando una mayor flexibilidad creativa.

30
La figura 4B representa tal ejemplo, donde el orden de las exposiciones corta y larga 402, 404 alterna de una fila a otra (o de un subconjunto de filas a otro). Consiguientemente, la primera fila R1 envía la exposición corta 402 seguida de la exposición larga 404, la segunda fila R2 envía la exposición larga 404 seguida de la exposición corta, la tercera fila envía la exposición corta 402 seguida de la exposición larga 404, y así sucesivamente. En otra realización similar, uno o varios tiempos de integración para la exposición corta y la exposición larga para las filas impares son diferentes de la exposición corta y la exposición larga para las filas pares.

35
En otros casos, una o varias filas capturan solamente una sola exposición por cuadro, mientras que las filas restantes capturan múltiples exposiciones. Por ejemplo, la figura 4C representa el caso donde las filas impares envían una sola exposición larga 402 por cuadro, mientras que las filas pares envían tres exposiciones próximas en el tiempo (por ejemplo, corta, media, corta) 404, 406, 408 por cuadro. Así, se puede apreciar que hay una amplia variedad de posibilidades para crear exposiciones próximas en el tiempo.

40
45
50
A efectos de claridad, los términos "corta" y "larga" se usan aquí para distinguir diferentes exposiciones, tal como donde una exposición tiene un tiempo de integración relativamente más corto que otra(s) exposición(es), o una velocidad de obturador que es así relativamente más larga que la(s) otra(s) exposición(es). Sin embargo, las técnicas antes descritas son compatibles con realizaciones donde se manipulan otros parámetros en lugar de, o además de, el tiempo de integración, y que afectan al grado de exposición. Tales parámetros pueden incluir ganancia (por ejemplo, ganancia analógica), apertura e ISO, por ejemplo. Así, dependiendo de la realización, donde las exposiciones se denominan "cortas" o "largas" se apreciará que se pueden denominar realmente más exactamente "bajas" o "altas". En el sentido en que se usa aquí, los términos "tiempo de reseteo de elemento de imagen" y "tiempo de lectura de elemento de imagen" pueden referirse a uno o varios de la cantidad de tiempo que tarda en leer una fila de elementos de imagen (por ejemplo, píxeles), un subconjunto de más de una fila de elementos de imagen, un solo elemento de imagen, o algún otro agrupamiento no fila de elementos de píxel, tal como una o varias columnas de elementos de imagen. En algunos casos, tal como donde múltiples elementos de píxel son leídos en paralelo, por ejemplo, el tiempo de lectura para un grupo concreto (por ejemplo, fila o subconjunto de filas de elementos de píxel) corresponde a la misma cantidad de tiempo que el de un solo elemento de imagen.

Generar pistas de imágenes próximas en el tiempo que tienen múltiples niveles de exposición

5 La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar 500 para crear una pista de salida mezclada a partir de múltiples pistas de cuadros de exposición próximos en el tiempo. Como se describirá, según el proceso 500 y otras técnicas aquí descritas, el módulo de mezcla 117 recibe en general y procesa pistas de cuadros de exposición próximos en el tiempo. El módulo de mezcla 117 puede recibir y/o procesar las pistas en base de cuadro a cuadro, o puede operar en cualquier porción de las pistas (por ejemplo, 5, 10, 100, 1000 o más cuadros, o todas las pistas) en cualquier tiempo dado.

10 En el bloque 502, el módulo de mezcla 117 recibe múltiples pistas (o porciones de ellas) de cuadros vídeo que tienen exposiciones próximas en el tiempo (por ejemplo, espaciadas no más de aproximadamente 20, 16, 7, 4, o 2 microsegundos). El módulo de mezcla 117 puede recibir las pistas de varias formas. Como un ejemplo, el módulo de mezcla 117 reside en software que se ejecuta en un dispositivo informático externo. La cámara 100 registra las pistas de exposición próximas en el tiempo en el dispositivo de memoria 114 y las pistas son transferidas desde el dispositivo de memoria 114 al dispositivo informático externo, que envía las pistas registradas al módulo de mezcla 117 para procesado. Como otro ejemplo, el módulo de mezcla 117 reside en software o hardware en la cámara 100 y recibe las pistas registradas directamente del dispositivo de memoria 114 o el sensor 112.

20 En el bloque 504, el módulo de mezcla 117 procesa las exposiciones recibidas según el algoritmo deseado (por ejemplo, fijo o seleccionable por el usuario). El módulo de mezcla 117 puede mezclar conjuntamente las pistas primera y segunda según el algoritmo, generando la pista de salida en base a las pistas primera y segunda (o más). Algunas técnicas de mezcla ejemplares se muestran y describen con respecto a las figuras 6A-9.

25 En el bloque 506, el módulo de mezcla 117 proporciona la pista de salida mezclada. Por ejemplo, donde el módulo de mezcla 117 reside en cámara, puede proporcionar el cuadro de flujo de imagen de salida a la memoria 114 para almacenamiento. Alternativamente, la cámara puede dirigir la pista de imagen mezclada al dispositivo informático 102 para procesado y/o almacenamiento externos. Donde el módulo de mezcla 117 opera solamente en un cuadro u otra porción de cada pista a la vez, el proceso 500 puede volver entonces al bloque 502, donde el módulo de mezcla 117 recibe las exposiciones primera y segunda para el cuadro siguiente o grupo de cuadros en la pista respectiva.

30 Las figuras 6A-6B ilustran operaciones de mezcla ejemplares. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 puede ser capaz de implementar las técnicas de mezcla representadas en las figuras 6A-6B. En general, usando estas y otras técnicas de mezcla, el módulo de mezcla 117 es capaz de proporcionar una pista de salida que incorpora contenido deseado de las respectivas imágenes al mismo tiempo que desecha contenido de imagen no deseado. El contenido de imagen desechado puede incluir porciones con ruido de una o varias pistas, así como otras porciones que no son necesarias para proporcionar el efecto estético deseado. Además, en algunos casos el usuario puede seleccionar qué contenido incluir en la pista de salida, proporcionando mayor flexibilidad creativa.

40 Con referencia a la figura 6A, la operación de mezcla 600 representa un escenario en el que la cámara captura exposiciones próximas en el tiempo primera (por ejemplo, larga) 604 y segunda (por ejemplo, corta) 606, respectivamente, por cada cuadro vídeo. La anchura de las barras que representan las exposiciones largas y cortas 604, 606 corresponde en general al rango dinámico del sensor, que, a su vez, puede corresponder al rango de posibles valores de píxel para el sensor 112 (por ejemplo, de 0 a 1023 para un sensor de 10 bits, de 0 a 4095 para un sensor de 12 bits, de 0 a 65.535 para un sensor de 16 bits, etc). La figura 6A corresponde a una configuración en la que la pista de salida tiene una profundidad de bit expandida en comparación con el sensor 112, y tiene un rango dinámico mejorado en comparación con cualquiera de las pistas individuales 604, 606 debido a la inclusión selectiva de contenido de las dos pistas 604, 606.

50 Como se representa, con respecto a cada una de las exposiciones corta y larga 604, 606 un cierto número de valores capturados serán relativamente ruidosos, teniendo una relación de señal a ruido (SNR) relativamente más baja. Por ejemplo, la SNR es relativamente baja para valores de píxel más bajos y aumenta gradualmente cuando los valores de píxel medidos aumentan. Además, la escena sujeto puede incluir claros en algunas regiones más brillantes. Como se ha indicado, la exposición corta 606 puede capturar una porción significativa de los claros a causa del tiempo de integración más corto, reduciendo la posibilidad de que los claros sean eliminados. Por otra parte, como se ilustra, la exposición larga 604 en algunos casos no captura mucho detalle resaltado debido al tiempo de integración relativamente más largo, lo que puede dar lugar a eliminación.

60 La escena también puede incluir regiones más oscuras incluyendo sombras, que a menudo pueden estar yuxtapuestas con regiones más brillantes. Como se representa, la exposición larga 604 puede capturar relativamente más detalle en estas regiones debido al tiempo de integración largo. A la inversa, la exposición corta 606 puede capturar menos detalle en estas regiones debido al tiempo de integración más corto.

65 Además, como se representa, las exposiciones corta y larga 604, 606 también pueden incluir contenido que corresponde a porciones "normales" de la escena de imagen. Estas porciones puede no ser especialmente oscuras o brillantes, por ejemplo, y pueden tener un nivel de brillo generalmente normal o medio. Las etiquetas usadas con respecto a las figuras 6A-6B ("sombras", "normal", "claros") se usan solamente a los efectos de ilustrar los conceptos

de mezcla, y no son limitativos. Por ejemplo, se apreciará que la exposición más corta puede capturar en algunos casos cierta cantidad de contenido de sombra de la escena de imagen. Igualmente, la exposición más larga en algunos casos registrará algún detalle resaltado.

5 En el ejemplo ilustrado, el módulo de mezcla 117 corresponde a los niveles de luz entre las dos exposiciones 604, 606. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 puede desplazar las exposiciones una con respecto a otra N bits (por ejemplo, 1, 2, 4, 8, o más bits) antes de la mezcla, o realizar alguna otra operación matemática en una o varias exposiciones. En el ejemplo ilustrado, la exposición corta 606 se ha desplazado hacia arriba N bits, y por lo tanto se ha multiplicado por un factor de 2^N . En tales casos, la exposición larga 604 puede estar más expuesta que la
10 exposición corta 606 un factor de 2^N . Como tal, después del desplazamiento, los niveles de luz entre las dos exposiciones 604, 606 para regiones de escena de imagen correspondientes concuerdan más estrechamente. Además, como se representa, el contenido más ruidoso en la exposición corta 606 se desecha en algunos casos.

15 Son posibles otros varios procesos para ajustar las exposiciones 604, 606 una con respecto a otra antes de la mezcla. Por ejemplo, en algunos casos, la exposición larga 604 se desplaza o ajusta de otro modo en lugar de la exposición más corta 606. En un ejemplo, la exposición larga 604 se desplaza hacia abajo N bits en lugar de desplazar la exposición más corta 606 hacia arriba N bits. La figura 3B, explicada más adelante, representa tal realización. En otras realizaciones se desplazan ambas exposiciones 604, 606. Por ejemplo, las exposiciones 604, 606 pueden ser desplazadas en direcciones iguales y opuestas. En otros casos, el sistema desplaza las
20 exposiciones 604, 606 en direcciones opuestas pero valores diferentes. Por ejemplo, donde la primera exposición 604 se expone un factor de 2^N superior a la segunda exposición 606, y donde $N = X+Y$, la primera exposición 604 puede ser desplazada hacia abajo X bits, y la segunda exposición puede ser desplazada hacia arriba Y bits. Otras varias realizaciones son posibles. Por ejemplo, en lugar de multiplicar o dividir los valores de píxel para las exposiciones 604, 606, se puede usar una resta, suma u otra operación apropiada.

25 Después de la correspondencia de los niveles de luz, el módulo de mezcla mezcla conjuntamente las exposiciones 604, 606. Tres algoritmos de mezcla (i)-(iv) se muestran a efectos de ilustración.

30 Con referencia al primer algoritmo (i), en una realización, el módulo de mezcla 117 selecciona el contenido de imagen de la exposición larga 604 que corresponde al segmento de línea A-B para inclusión en la pista de salida. En un ejemplo, el sensor es un sensor de 12 bits, la exposición corta se desplaza hacia arriba 2 bits, y el segmento de línea A-B corresponde a valores de píxel de entre 0 y 2048. El módulo de mezcla 117 usa los valores medidos de exposición larga como una referencia para determinar qué valores de píxel incluir en la pista de salida mezclado. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 determina qué píxeles medidos en la exposición larga 604 tienen valores de 0 a
35 2048, e incorpora dichos valores de píxel a los píxeles correspondientes en la imagen de salida mezclada. Los valores de la exposición larga 604 son incorporados de forma sustancialmente directa, no modificados, a la pista de salida mientras que, en algunas configuraciones alternativas, el módulo de mezcla 117 realiza alguna operación matemática en los valores antes de la incorporación, tal como un escalamiento, desplazamiento o redondeo.

40 Los gráficos 608, 610 mostrados con respecto a las exposiciones corta y larga 604, 606, respectivamente, indican el porcentaje de cada pista incluido en la pista de salida según el algoritmo de mezcla (i). Por ejemplo, para valores de píxel entre los puntos A y B, 100% de la pista de salida está compuesto por el contenido de la exposición larga 604.

45 El módulo de mezcla 117 puede usar alternativamente la exposición corta 606 como referencia para determinar qué valores de píxel medidos de la exposición larga 604 incluir en la pista de salida para la porción A-B. En el ejemplo caso, por ejemplo, el módulo de mezcla 117 determina que píxeles en la exposición corta 606 tienen valores medidos de entre 0 y 2048, y selecciona los valores medidos para los píxeles correspondientes en la exposición larga 604 a incluir en la pista de salida. En otros casos, el módulo de mezcla 117 usa otros tipos de referencias. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 puede calcular alguna combinación (por ejemplo, una media) de los valores medidos para la exposición larga y corta 606, 604 para cada píxel, y usar el valor calculado como una referencia para determinar que píxeles de la exposición larga 604 incluir en la pista de salida. Igualmente, aunque se describe que las operaciones de mezcla restantes (por ejemplo, las de a lo largo de las líneas B-C, CD, y las de los otros esquemas de mezcla ejemplares (ii)-(iv)) usan la exposición larga 604 como una referencia, en dichos casos también se puede emplear la exposición corta 606, alguna combinación de la exposición larga y corta 606, 604, o
50 algún otro tipo de referencia.

60 Dicho contenido de imagen procedente de la exposición larga 604 a lo largo del segmento de línea A-B puede incluir detalle relativamente bueno en las sombras. En algunos otros casos, el módulo de mezcla 117 mezcla conjuntamente las exposiciones corta y larga 604, 606 en cierto grado con respecto a valores a lo largo de la línea A-B. La cantidad de mezcla puede ser relativamente constante, independientemente de los valores de píxel introducidos. Además, la mezcla se puede desviar en favor de una de las pistas, por ejemplo, la pista larga 604. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 puede realizar una media ponderada de valores introducidos de la pista larga 604 y la pista corta 606, donde la pista larga tiene una ponderación más alta que la pista corta 606. En algunos casos, el grado de desviación o ponderación es controlable por un usuario, o se regula automáticamente dependiendo del modo de operación concreto. El algoritmo de mezcla (iv) descrito más adelante muestra un ejemplo donde se usan medias ponderadas para generar parte del contenido de imagen en la pista de salida mezclada.
65

Con referencia todavía al algoritmo (i), la porción siguiente de la pista de salida corresponde a una combinación del contenido de imagen de ambas exposiciones corta y larga 604, 606 a lo largo de la línea inclinada B-C. Además, el grado en el que las respectivas exposiciones 604, 606 se incluyen en la exposición de salida varía en base a los valores introducidos medidos. Esto puede contrastar con las porciones de la imagen de salida correspondiente a los segmentos de línea A-B y C-D (explicados más adelante). Por ejemplo, con respecto a los segmentos A-B y C-D, se seleccionan píxeles de solamente una pista para inclusión en la pista de salida, o la cantidad de mezcla es generalmente constante (por ejemplo, media ponderada), e independiente de los valores introducidos medidos.

Varias operaciones son posibles para la mezcla de las exposiciones 604, 606 con respecto al segmento B-C. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la cantidad de la pista larga 604 incluida en la pista de salida es mayor en el punto B. A la inversa, la cantidad de la pista corta 606 usada en la operación de mezcla es menos en el punto B. Además, para incrementar los valores de píxel x entre B y C, la cantidad de la pista larga 604 incluida en la pista de salida disminuye gradualmente. A la inversa, la cantidad de la segunda pista 606 incluida en la pista de salida aumenta, llegando a un máximo en el punto C. Esto se ilustra en el gráfico 608, que representa que el porcentaje de la exposición larga 604 en la pista de salida disminuye linealmente de 100 por ciento a 0 por ciento para valores de píxel crecientes B a C. A la inversa, el gráfico 610 representa el porcentaje de la exposición corta 606 en la pista de salida incrementando linealmente de 0 por ciento a 100 por ciento de B a C. En un caso ejemplar, el sensor es un sensor de 12 bits, la exposición corta 606 se ha desplazado hacia arriba 2 bits, B corresponde a un valor de píxel de 2048, y C corresponde a un valor de píxel de 4094. Tomando como ejemplo un punto a mitad de camino entre B y C correspondiente a un valor de píxel de 3071, el módulo de mezcla 117 determina que píxeles en la exposición larga 604 (la referencia exposición) tienen un valor de 3071. Dado que el punto está a mitad de camino entre B y C, el módulo de mezcla 117 calcula los valores para píxeles correspondientes en la pista de salida según la ecuación siguiente:

$$out_pixel_val = 0.5 * long_pixel_val + 0.5 * short_pixel_val . \quad (Ec. 8)$$

Se usa una interpolación lineal para la porción B-C en algunos casos, y en un caso el interpolante viene dado por:

$$y = 1 + \frac{x - B}{B - C} , \quad (Ec. 9)$$

donde x corresponde a valores de píxel introducidos medidos entre B y C, de tal manera que $B \leq x \leq C$, por ejemplo. A su vez, el interpolante puede ser usado para calcular el valor de píxel de salida interpolado para cada valor de x . Por ejemplo, los valores de salida de píxel se pueden calcular según la ecuación siguiente:

$$out_pixel_val = y * long_pixel_val + (1 - y) * short_pixel_val \quad (Ec. 10)$$

Se puede usar otros tipos de mezcla para valores de píxel correspondientes al segmento de línea B-C. En algunos casos, y a diferencia de la técnica de interpolación lineal, la cantidad de las respectivas exposiciones 604, 606 incluida en la exposición mezclada puede no depender de los valores introducidos. Por ejemplo, para esta porción de la pista de salida, el módulo de mezcla 117 puede calcular una media del contenido de imagen a partir de la exposición larga 604 y el contenido de imagen de la exposición corta 606, e incluir la media en la pista de salida. Se pueden usar otras varias operaciones en lugar de una media, incluyendo, sin limitación, una suma, diferencia, media ponderada, o análogos. El algoritmo de mezcla (iii) descrito más adelante incorpora una función de mezcla curvada.

En una realización, el módulo de mezcla 117 selecciona el contenido de imagen de la exposición corta 606 correspondiente a la línea C-D para completar la pista de salida, y no mezcla las exposiciones para esta porción de la pista de salida. Por ejemplo, con referencia al ejemplo del sensor de 12 bits, el punto C puede corresponder a un valor de píxel de 4095, que corresponde a un valor saturado para la exposición larga 604. Por lo tanto, el módulo de mezcla 117 puede determinar qué píxeles en la exposición larga 604 tienen un valor saturado de 4095 e incorporar a la imagen de salida los valores de los píxeles correspondientes en la exposición corta 606. Como se ha indicado, el contenido de imagen a lo largo de la línea C-D incluye detalle resaltado relativamente bueno. En otros casos, se puede usar algún grado de mezcla para la porción de la pista de salida correspondiente al segmento C-D. Por ejemplo, para la porción C-D, el módulo de mezcla 117 puede realizar una media ponderada u otra operación que sea similar a las descritas anteriormente con respecto al segmento A-B. Sin embargo, la media ponderada puede ser sesgada en favor de la pista corta 606 en lugar de la pista larga 604 para la porción C-D, a diferencia de con respecto a la porción A-B. El algoritmo (iv) descrito más adelante incorpora una función de mezcla a lo largo de estas líneas.

Así, según tales técnicas de mezcla, el módulo de mezcla 117 usa la exposición corta 606 para conservar los claros en la pista de salida resultante, corrigiendo cualquier posible pérdida de detalle resaltado. Por lo tanto, la pista formada por los cuadros de exposición corta se puede denominar una "pista de protección de claro" o "pista de corrección de claro", por ejemplo.

5 Como indican las flechas, uno o varios puntos A, B, C y D pueden ser ajustados para ajustar el perfil de mezcla. Esto puede afectar en gran medida tanto al rango dinámico como a la característica de movimiento de la pista de salida resultante. Por ejemplo, las longitudes de los segmentos A-B y C-D pueden alterar de forma significativa el rango dinámico de la imagen. Además, el efecto de movimiento se puede sintonizar ajustando la longitud del
10 segmento B-C o la operación de mezcla concreta (por ejemplo, interpolación lineal, media ponderada, etc) que se use en esta porción. Se describen operaciones específicas de control de movimiento con más detalle más adelante con respecto a la figura 8.

15 El algoritmo de mezcla (ii) es similar al algoritmo de mezcla (i), a excepción de que, como indica el segmento de línea más corto B-C, el módulo de mezcla 117 mezcla conjuntamente las exposiciones corta y larga 604, 606 en una porción mucho menor de la pista de salida. Además, como indica el segmento de línea relativamente largo A-B, se incluye una porción mayor de la pista larga 604 directamente en la pista de salida en comparación con el algoritmo (i).

20 Como muestran los gráficos 608, 610 para el algoritmo (iii), un módulo de mezcla 117 que implementa el algoritmo (iii) aplica una curva a los valores introducidos medidos para generar la pista de salida. Aunque son posibles varias curvas diferentes, el módulo de mezcla 117 en el ejemplo ilustrado aplica una curva "S" sobre la porción de la pista de salida correspondiente a los valores de píxel entre los puntos B y C. La curva puede ser una curva sigmoide, o algún otro tipo de curva. Como en los ejemplos anteriores, se puede ajustar uno o varios puntos A, B, C, y D para
25 cambiar la longitud de los varios segmentos y el perfil de mezcla correspondiente. En un ejemplo, la curva se aplica sobre toda la pista de salida.

Puede haber adicionalmente más de tres porciones (A-B, B-C, C-D) de la pista de salida que tienen perfiles de mezcla discretos. El algoritmo (iv) muestra ese caso donde hay perfiles de mezcla separados para cinco porciones
30 diferentes de la pista de salida: (1) A-B - incorporación directa de la pista larga 604; (2) B-C - media ponderada, donde la pista larga 604 es ponderada como de más peso que la pista corta 606; (3) C-D - interpolación lineal entre la pista larga 604 y la pista corta 606; (4) D-E - media ponderada, donde la pista corta 606 es ponderada como de más peso que la pista larga 604; y (5) E-F - incorporación directa de la pista corta 606.

35 Con referencia ahora a la figura 6B, la operación de mezcla ilustrada es similar a la de la figura 6A en que el sistema de nuevo captura y mezcla conjuntamente exposiciones próximas en el tiempo primera (por ejemplo, larga) y segunda (por ejemplo, larga) 604, 606. Sin embargo, a diferencia de la operación mostrada en la figura 6A, la figura 6B representa una configuración donde el módulo de mezcla 117 no expande la anchura de bit de la pista de salida en comparación con las pistas de entrada. Más bien, la anchura de bit sigue siendo la misma. Como ejemplo, el
40 sensor 112 es un sensor de 12 bits y así envía exposiciones larga y corta de 12 bits 604, 606, aunque otras anchuras de bits son posibles. El módulo de mezcla 117 realiza correspondencia de nivel de luz desplazando la exposición larga 604 hacia abajo un número (por ejemplo, 2, 4, 8, etc) de bits con respecto a la exposición larga 604. Sin embargo, a diferencia de la operación mostrada en la figura 4A, la porción desplazada se conserva en la realización de la figura 6B. Las pistas primera y segunda 604, 606 se mezclan entonces conjuntamente según el
45 algoritmo seleccionado, creando una pista de salida de 16 bits. Se muestran tres algoritmos de mezcla ejemplares (i), (ii) y (iii), aunque hay una amplia variedad de otras posibilidades. Como se representa, el contenido más ruidoso en la exposición larga 604 se desecha en algunos casos, mientras que todavía se conserva cierto detalle en las sombras.

50 Aunque se ha descrito con respecto a varios ejemplos específicos en las figuras 6A-6B, la mezcla puede tener lugar de varias maneras adicionales. Por ejemplo, la mezcla se puede basar en niveles de contraste, como se describe más adelante con respecto a la figura 9.

55 La figura 7 representa un proceso de mezcla 700 para crear una exposición de salida de múltiples exposiciones próximas en el tiempo. Aunque se ha descrito con respecto a exposiciones primera y segunda únicas a efectos de ilustración, las operaciones descritas más adelante con respecto al proceso 700 se pueden realizar en cambio en pistas completas de las exposiciones primera y segunda o porciones de las mismas.

60 En los bloques 702A, 702B, el sensor 112 captura exposiciones primera (por ejemplo, larga) y segunda (por ejemplo, larga). En el bloque 704A, 704B, el módulo de mezcla 117 u otro componente procesa las exposiciones capturadas.

65 Por ejemplo, con referencia a las figuras 6A-6B, en algunos casos se ajustan una o varias exposiciones 604, 606 antes de la mezcla, por ejemplo, para la correspondencia de los niveles de luz entre las dos exposiciones. En algunos de estos casos, el módulo de mezcla 117 desplaza una o ambas exposiciones 604, 606 y por lo tanto multiplica o divide los valores de píxel por un factor correspondiente de dos. Sin embargo, los píxeles de sensor en

algunos casos envían valores no cero incluso cuando no incide luz en los píxeles (por ejemplo, cuando el capuchón de lente está sobre el sensor), creando valores “negro no cero”. Puede ser deseable tener esto en cuenta antes de la mezcla. Por ejemplo, multiplicar estos valores “negro no cero” en el proceso de correspondencia de luz puede complicar etapas de procesado posteriores o producir otros resultados indeseables.

5 Así, en una realización el módulo 117 resta una desviación (por ejemplo, una desviación de negro) de las exposiciones primera y/o segunda antes de la correspondencia de luz. El módulo 117 realiza entonces la correspondencia de luz u otra(s) operación(es) matemática(s) en las exposiciones, por ejemplo, multiplicando cada una de las exposiciones por un factor predeterminado. Finalmente, el módulo de mezcla 117 puede añadir una desviación a las exposiciones primera y segunda, tal como una desviación de negro que tenga la misma magnitud que el valor que se restó antes de la correspondencia de luz.

15 En algunas configuraciones, en el bloque 704A, 704B el módulo de mezcla realiza uno o varias operaciones en las exposiciones primera y segunda para mejorar la compresión de los datos de imagen. Por ejemplo, en un ejemplo, el módulo de procesado de imagen 116 combina componentes de frecuencia seleccionada (por ejemplo, baja) de onditas de ambas exposiciones primera y segunda para mejorar la eficiencia de compresión. El módulo de procesado de imagen 116 también puede implementar una curva de pre-énfasis en una o varias exposiciones (por ejemplo, la exposición más corta más oscura). Se describen funciones pre-énfasis ejemplares con más detalle en la patente '967 (por ejemplo, con respecto a las figuras 8, 8A, 11 y las columnas 11-12 de la patente '967) y se incorporan aquí por referencia. Tales técnicas pueden mejorar la eficiencia u otra calidad de la compresión. Por ejemplo, en algunos casos, las técnicas de pre-énfasis u otras pueden evitar o reducir la cantidad de compresión que tiene lugar en bits más bajos de la(s) exposición(es) concreta(s).

25 En el bloque 706, el módulo de mezcla 117 recibe parámetros para uso en la operación de mezcla. Por ejemplo, los parámetros de mezcla definen en general cómo se combinarán las exposiciones primera y segunda. En algunos casos, por ejemplo, el sistema 100 proporciona una interfaz para poner uno o varios parámetros de mezcla. Por ejemplo, el sistema 100 presenta al usuario una interfaz gráfica de usuario (GUI) con la que el usuario puede interactuar para poner el (los) parámetro(s). La GUI u otra interfaz se pueden facilitar mediante software en una pantalla de un ordenador externo, o se puede disponer en cambio en la cámara, dependiendo de la configuración.

30 En un ejemplo, la GUI incluye un cursor o uno o más iconos distintos que el usuario puede manipular para regular los parámetros de mezcla. El gráfico 707 es similar a los representados con respecto a los algoritmos de las figuras 6A-6B. Consiguientemente, las posiciones de “A,” “B,” “C,” y “D” definen en general cómo mezclar las exposiciones primera y segunda (“EXP. 1,” “EXP. 2”). Como se ha indicado en la figura 7, el usuario puede ajustar en algunos casos la posición de “B” y “C” usando la interfaz, estableciendo por ello cuánto de las exposiciones primera y segunda (o más) incluir en la pista de salida resultante, y qué porciones de las pistas se deberán mezclar conjuntamente. En algunos casos el usuario puede ajustar la posición de “A” y/o “D” en lugar o además de “B” y “C”. Además del ejemplo ilustrado, otras varias interfaces compatibles son posibles. Además, la interfaz puede permitir a los usuarios ajustar otros varios parámetros.

40 En otra configuración, el usuario puede seleccionar un valor de “protección de claro”, que determina la cantidad de protección de claro a emplear. Con referencia a las figuras 6A-6B, el valor de “protección de claro” seleccionado puede ser en general la exposición (por ejemplo, tiempo de integración) de las exposiciones 606 en la pista corta. En una realización, el usuario puede seleccionar un número de topes (por ejemplo, 2, 3, 4, 5, o 6 para) de protección de claro a incluir. Por ejemplo, si el usuario selecciona 2 topes de protección de claro, la exposición para la pista de exposición corta 606 serán 2 topes menos que el de la pista larga 604. Por ejemplo, donde el valor de exposición de pista larga 604 es 1/48 segundos, la exposición para la pista corta 606 se pondrá a 1/192 segundos.

50 En otra configuración, el sistema proporciona al usuario un menú de algoritmos preestablecidos, cada uno de los cuales tiene un efecto creativo concreto. Cada uno de los algoritmos preestablecidos tiene parámetros de mezcla predeterminados (por ejemplo, valores “B” y “C”). Los algoritmos preestablecidos concretos también pueden determinar qué tipo de procesado tiene lugar en los bloques 704A, 704B (por ejemplo, interpolación lineal, media ponderada, curva “S”, etc) en algunos casos.

55 En el bloque 708, el módulo de mezcla 117 realiza la operación de mezcla en base a los parámetros de mezcla seleccionados. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 puede realizar la mezcla en general de la manera descrita anteriormente con respecto a las figuras 5-6B. Finalmente, en el bloque 710, el módulo de mezcla 117 envía la exposición mezclada (o pista de exposiciones). Por ejemplo, las exposiciones mezcladas se le proporcionan al usuario para almacenamiento y/o reproducción.

60 En algunas realizaciones, el sistema 100 proporciona al usuario realimentación generalmente en tiempo real. Por ejemplo, cuando el usuario cambia uno o más parámetros de mezcla o selecciona un algoritmo de mezcla preestablecido diferente, el sistema reproduce la pista de salida mezclada o una porción de la misma para revisión por parte del usuario en una cámara o monitor de ordenador. Así, el usuario puede hacer ajustes al vuelo para lograr el efecto visual deseado.

65

Volviendo al bloque 708, en algunas realizaciones el módulo de mezcla 117 mezcla las pistas próximas en el tiempo determinando, según el algoritmo seleccionado, qué porciones de cada pista se exponen adecuadamente. Por ejemplo, para cada exposición, el módulo de mezcla 117 señala los píxeles adecuadamente expuestos para inclusión en la imagen de salida combinada. Según otra realización, el módulo de mezcla 117 compara píxeles de una exposición con píxel(es) correspondiente(s) en la(s) otra(s) exposición(es), y según un algoritmo predeterminado, calcula el valor de píxel correspondiente en la salida mezclada.

Como se ha descrito, cualquiera de las técnicas de mezcla se puede implementar en general en base de cuadro a cuadro, por ejemplo, o en alguna otra granularidad, y es posible una amplia variedad de técnicas de mezcla compatibles. En algunas configuraciones, se compara más de un cuadro de las pistas primera y/o segunda (o más) o se analiza de otro modo al generar la pista de salida. Por ejemplo, en tales casos el módulo de mezcla 117 compara cuadros $n-w, \dots, n, \dots, n+x$ de la primera pista en cuadros $n-y, \dots, n, \dots, n+z$ de la segunda pista para generar el cuadro n en el flujo de imágenes de salida, donde n es el cuadro de pista de salida actual.

15 Controlar el efecto de movimiento

Como se ha explicado, las técnicas de captura de imagen aquí descritas utilizan eficientemente el período de cuadro para proporcionar pistas que tienen diferentes niveles de exposiciones dentro de cuadros individuales. El retardo entre exposiciones es relativamente pequeño, dando lugar a un intervalo temporal sustancialmente reducido o nulo entre las pistas expuestas de forma diferente. Por ejemplo, puede no haber sustancialmente separación visual entre objetos en una pista en comparación con los mismos objetos en otra pista. Además, como se ha explicado, el sesgo entre exposiciones para las pistas individuales es relativamente mínimo. Según algunos aspectos, el sistema explota estos y otros aspectos para controlar el efecto de movimiento en la pista de salida combinada, tal como la cantidad o calidad de desenfoque, además de proporcionar los beneficios de rango dinámico aquí descritos. Por ejemplo, los artefactos de movimiento en el flujo de salida combinado se pueden reducir sustancialmente, quitar o controlar de la forma deseada. Además, algunas técnicas aquí descritas reducen o eliminan la cantidad de detección y procesamiento de artefactos de movimiento que pueda ser necesaria en algunos acercamientos convencionales.

La figura 8 representa un proceso 800 de proporcionar una pista de imagen de salida que tiene efecto de movimiento controlado. En el bloque 802, el módulo de mezcla 117 recibe al menos dos pistas próximas en el tiempo, que pueden ser registradas según alguna de las técnicas aquí descritas. Por ejemplo, las pistas pueden ser alguna de las representadas y descritas en las figuras 3A-6B. En el bloque 804, el módulo de mezcla 117 recibe un conjunto de parámetros de control de movimiento. Estos parámetros definen en general el algoritmo de control de movimiento que el módulo de mezcla 117 realiza cuando combina selectivamente pistas. Como con los parámetros de mezcla de rango dinámico (por ejemplo, la cantidad de "protección de claro") descritos anteriormente, los parámetros de control de movimiento pueden ser seleccionables por el usuario o fijos, dependiendo de la implementación. En algunos casos, al usuario se le proporciona un menú que tiene una lista de varias técnicas de control de movimiento entre las que elegir. Éstas pueden ser alguna de las técnicas descritas más adelante con respecto al bloque 806, o alguna(s) otra(s) técnica(s).

En el bloque 806, el proceso 800 combina las pistas de imágenes próximas en el tiempo creando un flujo de imágenes de salida que tiene el efecto de movimiento deseado. Son posibles varias técnicas de control de movimiento.

Donde se registran múltiples pistas de imágenes próximas en el tiempo en diferentes niveles de exposición, una de las pistas puede ser relativamente borrosa, similar a las grabaciones vídeo convencionales. Por ejemplo, puede haber un desenfoque significativo en pistas de tiempo de integración relativamente largo, tal como las representadas en las figuras 3A-4C y 6A-6B. Sin embargo, otras pistas pueden ser más nítidas e incluir desenfoque reducido o mínimo. Por ejemplo, las exposiciones de tiempo de integración corto representadas en las figuras 3A-4C y 6A-6B pueden ser relativamente más nítidas. Las grabaciones vídeo típicas (por ejemplo, 24 fps con un obturador de 180 grados) muestran un desenfoque generalmente constante con respecto a los objetos en movimiento, sin referencias más nítidas. Sin embargo, lo que el ojo humano ve al observar la escena en persona está más próximo a una combinación de referencias borrosas a los objetos así como referencias discretas más nítidas a los objetos en movimiento.

Para imitar este efecto, en algunas realizaciones, el módulo de mezcla 117 usa tanto la(s) pista(s) más borrosa(s) como la(s) pista(s) más nítida(s) para controlar el efecto de movimiento, creando una pista de salida que incluye referencias tanto borrosas como nítidas a objetos en movimiento. Por ejemplo, con referencia de nuevo a las figuras 6A-6B, la cantidad o la calidad del efecto de movimiento incluido en la pista de salida puede ser controlada ajustando los parámetros de mezcla, tal como las posiciones de A, B, C, D o el tipo de operaciones de mezcla usados. Como ejemplo, el usuario puede controlar la cantidad de referencias borrosas y nítidas representadas en la pista de salida ajustando la posición de B y C, ajustando por ello la longitud y la posición de los segmentos de línea A-B, B-C, y C-D. En particular, con referencia al algoritmo (i) representado en la figura 6A, para incrementar valores de píxel medidos a lo largo de la línea B-C donde el módulo de mezcla 117 implementa una función de interpolación, la pista de salida tenderá a incluir una mezcla variable de referencias borrosas y referencias más nítidas. Específicamente, la pista de salida a lo largo de la línea B-C incluye una porción crecientemente significativa de

5 contenido de imagen de la pista corta 606 y una porción correspondientemente menor de la pista larga 604. Como tales, las porciones de la pista de salida correspondientes al segmento de línea B-C incluirán una mezcla variable de referencias relativamente más borrosas a objetos de escena de imagen de la pista larga 604 y referencias relativamente más nítidas a los mismos objetos de escena de imagen de la pista corta 606. De esta manera, el módulo de mezcla 117 puede crear una pista de salida que imita mejor lo que el ojo humano vería si observase la escena en persona. El sistema o el usuario pueden ajustar adicionalmente las posiciones de B y C para modificar el efecto.

10 Además, desplazar gradualmente las contribuciones relativas de la pista más grande 604 y la pista más corta 606 (o viceversa) de manera incremental, tal como usando interpolación lineal o una función de curva, puede ayudar a limitar o evitar cualquier efecto de banda u otros artefactos visuales indeseables que pueden producirse a partir de un cambio más brusco en las contribuciones relativas de las dos pistas. En algunos casos, el desplazamiento gradual también puede ayudar a reducir la cantidad de contenido de imagen SNR más bajo que se incorpora a la pista de salida (por ejemplo, desde la pista más corta 606), mejorando la calidad de imagen.

15 En otro ejemplo, el módulo de mezcla 117 implementa una media ponderada de las exposiciones corta y larga 604, 606 con respecto a porciones de la pista de salida a lo largo de la línea B-C. Por ejemplo, una media ponderada de 50/50 puede dar lugar a una pista de salida que tenga una mezcla generalmente uniforme de contenido más nítido de la pista corta 606 y contenido borroso de la pista más larga 604. Las ponderaciones se pueden ajustar para personalizar el efecto. En una realización, el sistema proporciona al usuario una interfaz para controlar cuánto efecto de movimiento de cada pista incluir en la pista de salida resultante. En general, el sistema puede emplear una amplia variedad de otras funciones en lugar de o en combinación con las ilustradas.

20 En otras configuraciones, el módulo de mezcla 117 puede establecer la ponderación relativa de las pistas corta y larga 604, 606 en la pista de salida en base a un nivel de contraste. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 procesa valores introducidos medidos de la pista larga 604, la pista corta 606, o su combinación para determinar un nivel de contraste en regiones concretas de la imagen, y usa el nivel de contraste determinado para seleccionar la ponderación relativa entre la pista larga 604 y la pista corta 606 para píxeles dentro de dichas regiones de imagen. Por ejemplo, el módulo de mezcla 117 aplica un filtro de paso alto en los datos de imagen para la pista corta 606 (y/o pista larga 606) para determinar regiones de contraste alto. Para regiones de contraste relativamente alto, el módulo de mezcla 117 pondera la pista corta 606 más pesada que la pista larga 604 en la pista de salida. Para regiones de contraste relativamente más bajo, el módulo de mezcla 117 puede ponderar la pista larga 604 más alta, o ponderar las dos pistas igualmente. De esta manera, la pista de salida resultante puede incluir tanto referencias nítidas a objetos en movimiento (de las regiones de contraste alto de la pista corta 606) como referencias borrosas a objetos en movimiento (de regiones de contraste relativamente más bajo adyacentes de la pista larga 604). El módulo de mezcla 117 puede identificar regiones de contraste más bajo en lugar de, o además de, regiones de contraste más alto, realizando un filtro de paso bajo en las exposiciones larga y/o corta 604, 606, por ejemplo.

25 Además, con respecto a porciones de la pista de salida correspondiente a los segmentos de línea A-B y/o C-D, en algunas realizaciones el usuario regula el efecto de movimiento controlando la cantidad de cada imagen a incluir en la pista de salida. Por ejemplo, el usuario puede ajustar el valor de desviación en una operación de mezcla de media ponderada para controlar el peso que se da a cada pista de entrada en la operación de mezcla. Por ejemplo, el sistema puede proporcionar un cursor, otra GUI u otro mecanismo de entrada para que el usuario pueda personalizar el efecto.

30 En otra realización, el módulo de mezcla 117 está configurado para mezclar las pistas conjuntamente de una manera que corresponda más estrechamente al efecto de movimiento de una cámara tradicional (por ejemplo, 24 fps con un obturador de 180 grados). Por ejemplo, un algoritmo de estimación de movimiento personalizado puede ser usado para adaptar el desenfoque de movimiento de una o varias pistas al de una cámara tradicional. Por ejemplo, con referencia a la figura 3A, el desenfoque en la pista de tiempo de integración más corto 302 se puede incrementar para adaptación al de la pista de tiempo de integración más largo 304. En una realización, la adaptación de movimiento se realiza antes de la mezcla de las exposiciones, aunque se puede hacer posteriormente en otras implementaciones.

35 En el bloque 908, el módulo de mezcla 117 envía la pista de movimiento ajustado para reproducción o procesado adicional.

Terminología/Realizaciones adicionales

40 Se han descrito realizaciones en conexión con los dibujos acompañantes. Sin embargo, se deberá entender que las figuras no se han dibujado a escala. Las distancias, los ángulos, etc, son simplemente ilustrativos y no tienen necesariamente una relación exacta con las dimensiones y disposición reales de los dispositivos ilustrados. Además, las realizaciones anteriores se han descrito con un nivel de detalle que permite a los expertos en la técnica hacer y usar los dispositivos, los sistemas, etc, aquí descritos. Es posible una amplia variedad de variación. Los componentes, los elementos y/o los pasos se pueden alterar, añadir, quitar o redistribir. Aunque algunas realizaciones se han descrito explícitamente, otras realizaciones serán evidentes a los expertos en la técnica en

base a esta descripción.

Las expresiones condicionales aquí usadas, tales como, entre otras, “puede”, “podía”, “podría”, “es posible”, “por ejemplo” y análogos, a no ser que se indique específicamente lo contrario, o se entienda de otro modo dentro del contexto en que se usen, tienen la finalidad general de indicar que algunas realizaciones incluyen, mientras que otras realizaciones no incluyen, algunas características, elementos y/o estados. Así, dichas expresiones condicionales no tienen la finalidad general de implicar que las características, los elementos y/o los estados son necesarios de alguna forma para una o más realizaciones o que una o más realizaciones incluyen necesariamente lógica para decidir, con o sin entrada o indicación del autor, si estas características, elementos y/o estados se incluyen o se han de realizar en alguna realización particular.

Dependiendo de la realización, algunos hechos, eventos o funciones de alguno de los métodos aquí descritos se pueden realizar en una secuencia diferente, se pueden añadir, mezclar o excluir todos conjuntamente (por ejemplo, no todos los hechos o eventos descritos son necesarios para la práctica del método). Además, en algunas realizaciones, los hechos o eventos pueden ser realizados simultáneamente, por ejemplo, a través de procesado multihilo, procesado de interrupción o múltiples procesadores o núcleos de procesador, más bien que secuencialmente. En algunas realizaciones, los algoritmos aquí descritos pueden ser implementados como rutinas almacenadas en un dispositivo de memoria. Además, un procesador puede estar configurado para ejecutar las rutinas. En algunas realizaciones, se puede usar circuitería personalizada.

Los varios bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos, y pasos de algoritmo descritos en conexión con las realizaciones aquí descritas pueden implementarse como hardware electrónico, software de ordenador, o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos, y pasos ilustrativos se han descrito anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación concreta y las limitaciones de diseño impuestas al sistema general. La funcionalidad descrita se puede implementar de formas variables para cada aplicación concreta, pero tales decisiones de implementación no deberán ser interpretadas como alejamiento del alcance de la descripción.

Los varios bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descritos en conexión con las realizaciones aquí descritas pueden implementarse o realizarse con un procesador de tipo general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de aplicación (ASIC), una matriz de puertas programable in situ (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, lógica discreta de puerta o transistor, componentes discretos de hardware, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones aquí descritas. Un procesador de tipo general puede ser un microprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estado convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos de cálculo, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en unión con un núcleo DSP, o cualquier otra configuración análoga.

Los bloques de los métodos y algoritmos descritos en conexión con las realizaciones aquí descritas pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento legible por ordenador conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar está acoplado a un procesador de tal manera que el procesador pueda leer información, y escribir información, del/en el medio de almacenamiento. En alternativa, el medio de almacenamiento puede ser integral con el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. En alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

El alcance de algunas invenciones aquí descritas se indica por las reivindicaciones anexas más bien que por la descripción anterior. Todos los cambios que caigan dentro del significado y rango de equivalencia de las reivindicaciones quedarán incluidos dentro de su alcance.

REIVINDICACIONES

1. Un método de obtener datos de imagen usando un sensor de formación de imágenes digitales (200) incluyendo una matriz de elementos de imagen (202) de filas y columnas, incluyendo el método:
- 5 usar una pluralidad de elementos de imagen en la matriz de elementos de imagen (202) para capturar luz correspondiente a una primera imagen en un primer nivel de exposición;
- 10 usar la pluralidad de elementos de imagen en la matriz de elementos de imagen (202) para capturar luz correspondiente a una segunda imagen en un segundo nivel de exposición diferente del primer nivel de exposición;
- 15 convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la primera imagen a mediciones digitales; y
- convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la segunda imagen a mediciones digitales,
- 20 donde elementos de imagen para la segunda imagen son capturados después de capturar los mismos elementos de imagen para la primera imagen;
- donde además el paso de usar la pluralidad de elementos de imagen en la matriz de elementos de imagen (202) para capturar luz correspondiente a la segunda imagen en el segundo nivel de exposición comienza antes de la terminación del paso de convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la primera imagen a mediciones digitales, y **caracterizado porque** el método incluye:
- 25 almacenar la primera imagen en un dispositivo de memoria (114);
- almacenar la segunda imagen en un dispositivo de memoria (114);
- 30 donde además el paso de convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la primera imagen a mediciones digitales se completa sustancialmente antes del inicio del paso de convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la segunda imagen a mediciones digitales; y
- 35 donde además las imágenes primera y segunda son capturadas y almacenadas en el dispositivo de memoria (114) para una pluralidad de cuadros vídeo para crear una primera pista de primeras imágenes y para crear una segunda pista de segundas imágenes, donde se crean imágenes combinadas para la pluralidad de cuadros vídeo.
2. El método de la reivindicación 1, donde la pluralidad de elementos de imagen forman subconjuntos de una o más filas de píxeles, y donde los píxeles en cada uno de los subconjuntos son capturados y convertidos como un grupo.
3. El método de la reivindicación 1, donde, para un elemento de imagen, hay un retardo entre exposiciones de menos de aproximadamente 100 tiempos de reseteo de elemento de imagen entre convertir la luz capturada por el elemento de imagen para la primera imagen y comenzar a capturar luz correspondiente a la segunda imagen en el segundo nivel de exposición por el elemento de imagen.
4. El método de la reivindicación 3, donde el retardo entre exposiciones es menos de aproximadamente 10 tiempos de reseteo de elemento de imagen.
5. El método de la reivindicación 4, donde el retardo entre exposiciones es aproximadamente un tiempo de reseteo de elemento de imagen.
6. El método de la reivindicación 1, donde las imágenes primera y segunda son capturadas usando una técnica de obturador rodante, donde la captura de luz por cada subconjunto de una o más filas de elementos de imagen comienza después de comenzar la captura de luz por el subconjunto precedente de una o más filas de elementos de imagen.
7. El método de la reivindicación 6, donde un retardo de elemento entre imágenes desde cuando comienza la captura de luz por un subconjunto particular de una o más filas de elementos de imagen y cuando comienza la captura de luz por el subconjunto posterior de una o más filas de elementos de imagen es menos de aproximadamente dos tiempos de lectura de elemento de imagen.
8. El método de la reivindicación 7, donde el retardo de elemento entre imágenes es aproximadamente un tiempo de lectura de elemento de imagen.
9. El método de la reivindicación 1, incluyendo además combinar selectivamente la primera imagen y la segunda imagen para crear una imagen combinada que tiene un rango dinámico más amplio que el de la primera imagen o la segunda imagen.

10. El método de la reivindicación 9, donde un tiempo de exposición para la segunda imagen es más largo que un tiempo de exposición para la primera imagen, y donde la primera imagen proporciona protección de claro.
- 5 11. El método de la reivindicación 9, incluyendo además incorporar selectivamente valores de elemento de imagen de la primera imagen y valores de elemento de imagen de la segunda imagen a la imagen combinada.
- 10 12. El método de la reivindicación 11, donde dicha incorporación selectiva incluye mezclar conjuntamente valores de elemento de imagen de la primera imagen con valores de elemento de imagen de la segunda imagen para al menos parte de la imagen combinada, donde porciones de la escena de imagen capturada representada por los valores de elemento de imagen mezclados incluyen primeras referencias de la primera imagen a uno o más objetos de escena de imagen y segundas referencias de la segunda imagen a los mismos objetos de escena de imagen, ilustrando de forma significativa las segundas referencias más desenfoque de movimiento que las primeras referencias.
- 15 13. El método de la reivindicación 12, donde dicha mezcla de valores de elemento de imagen de la primera imagen y la segunda imagen incluye variar las cantidades relativas de valores de elemento de imagen de primera imagen y valores de elemento de imagen de segunda imagen incluidos en los valores de elemento de imagen mezclados en respuesta a magnitudes de valores de elemento de imagen de una o varias de la primera imagen y la segunda imagen.
- 20 14. El método de la reivindicación 13, donde dicha variación incluye realizar una función de interpolación lineal o una función de promedio ponderado.
- 25 15. Un sistema de formación de imágenes, incluyendo:
una pluralidad de elementos de imagen dispuestos en una matriz (202); y
circuitería de control configurada para:
30 capturar luz correspondiente a una primera imagen en un primer nivel de exposición con la pluralidad de elementos de imagen en la matriz de elementos de imagen (202);
capturar luz correspondiente a una segunda imagen en un segundo nivel de exposición diferente del primer nivel de exposición con la pluralidad de elementos de imagen en la matriz de elementos de imagen (202);
35 convertir la luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la primera imagen a mediciones digitales; y convertir luz capturada por la pluralidad de elementos de imagen para la segunda imagen a mediciones digitales,
controlar elementos de imagen donde los elementos de imagen para la segunda imagen son capturados después de
40 capturar los mismos elementos de imagen para la primera imagen;
comenzar la captura de la luz correspondiente a la segunda imagen en el segundo nivel de exposición antes de la terminación de la conversión de la luz capturada para la primera imagen a mediciones digitales, y **caracterizado porque** el sistema de formación de imágenes incluye además un dispositivo de memoria (114) y porque la circuitería de control está configurada para:
45 almacenar la primera imagen en el dispositivo de memoria (114);
almacenar la segunda imagen en el dispositivo de memoria (114);
50 completar sustancialmente la conversión de la luz para la primera imagen a mediciones digitales antes del inicio de la conversión de la luz para la segunda imagen a mediciones digitales; y
crear una primera pista de primeras imágenes y crear una segunda pista de segundas imágenes con imágenes primera y segunda capturadas almacenadas en el dispositivo de memoria (114) para una pluralidad de cuadros, donde se crean imágenes combinadas para la pluralidad de cuadros vídeo.
55

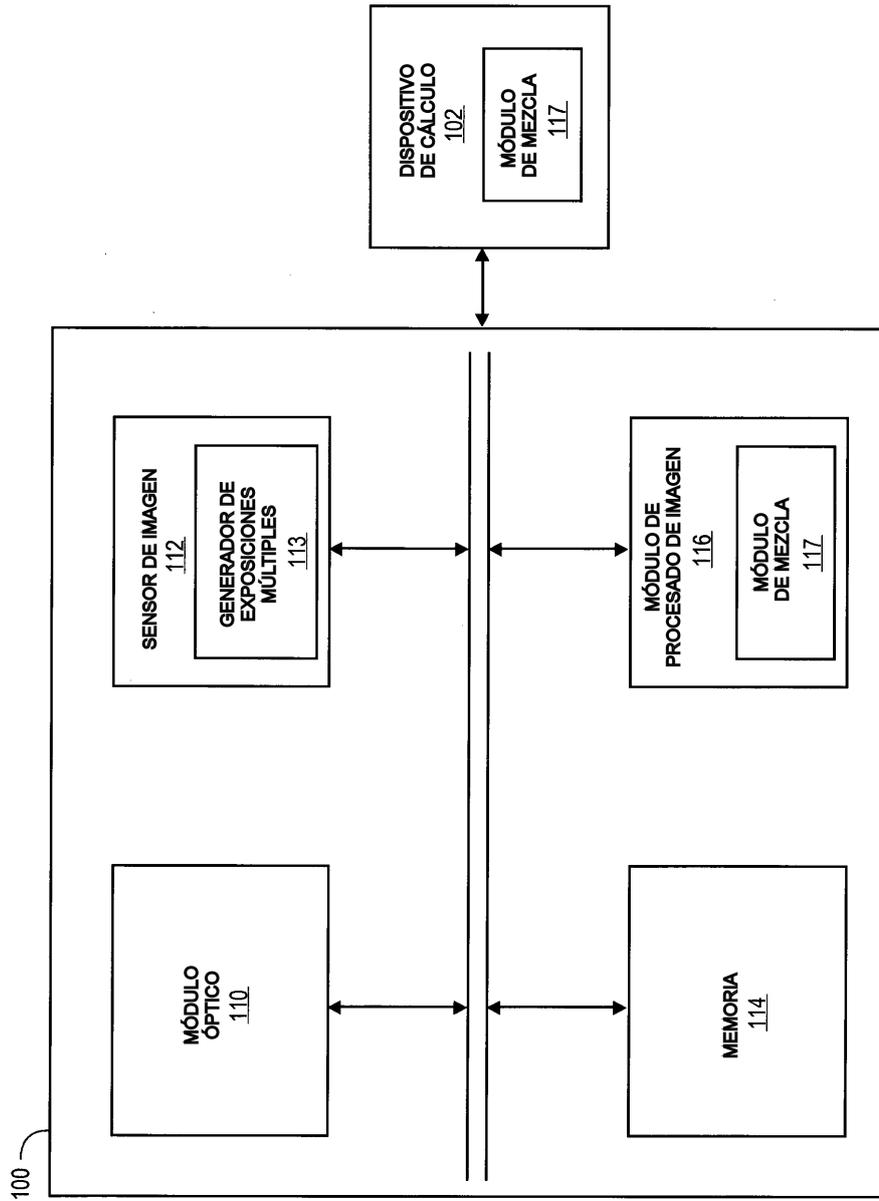


FIG. 1

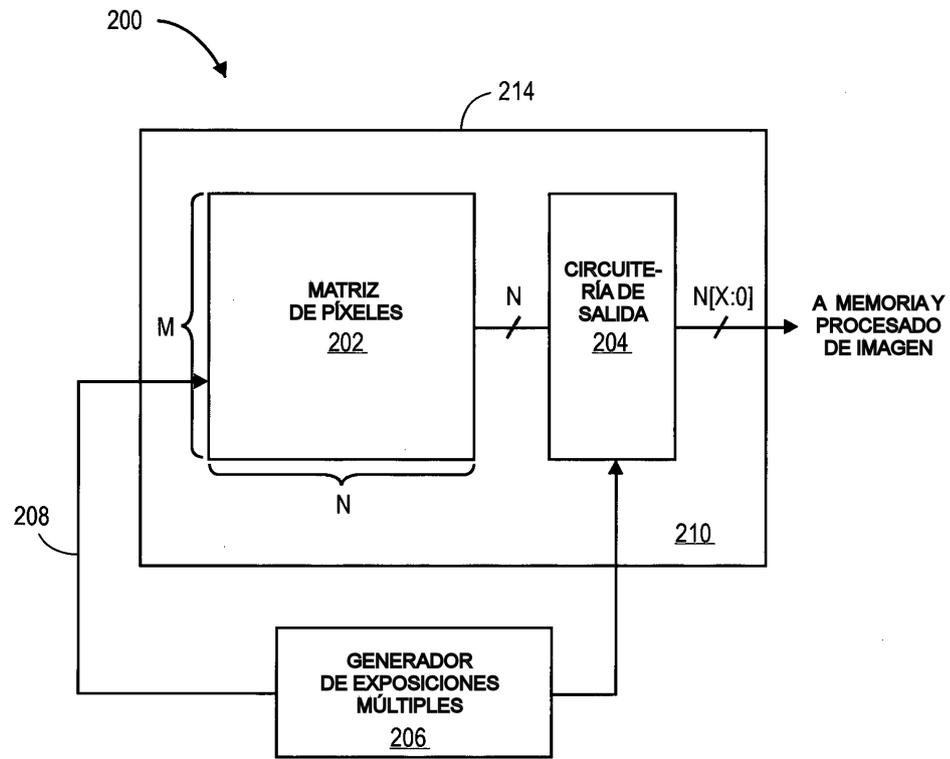


FIG. 2

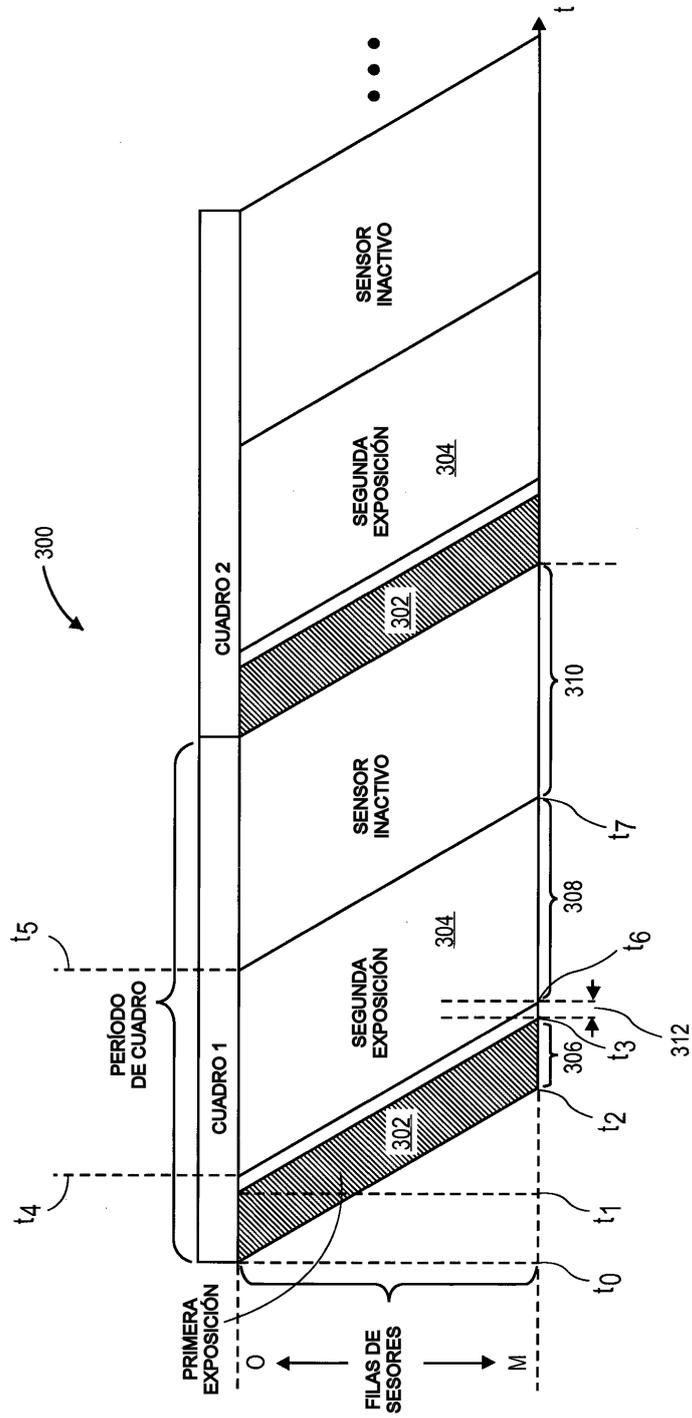
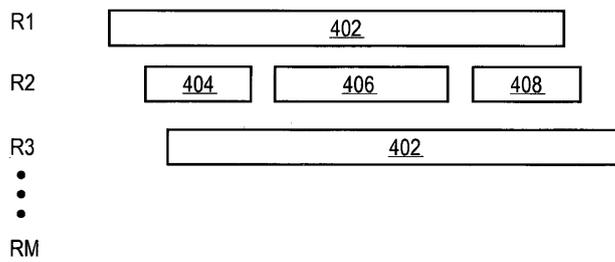
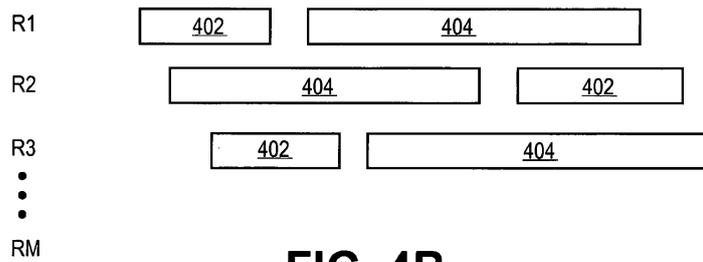
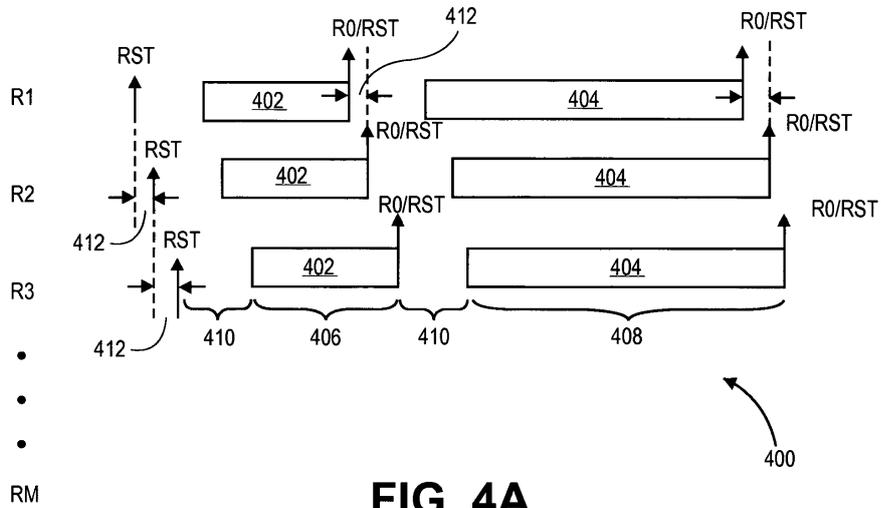


FIG. 3A



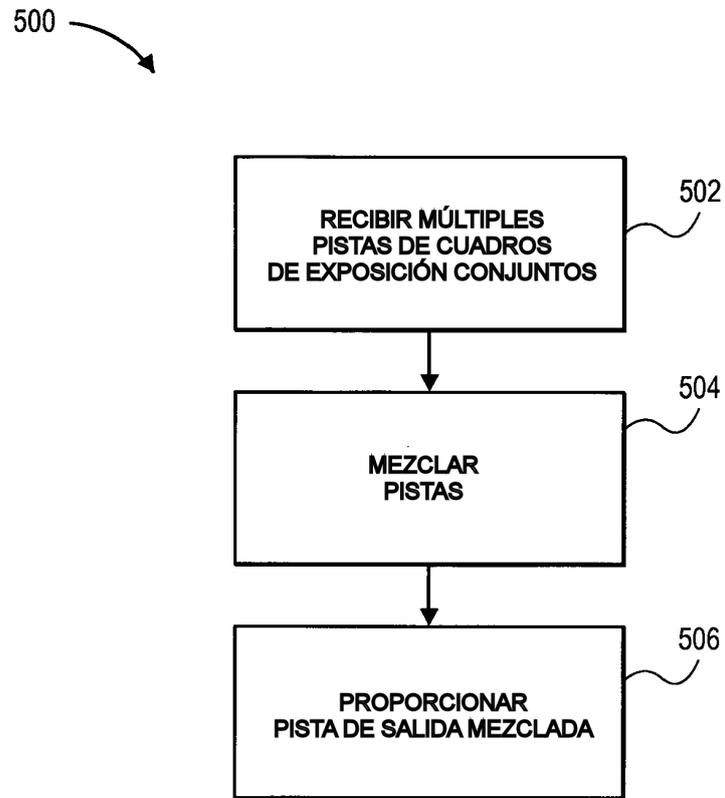


FIG. 5

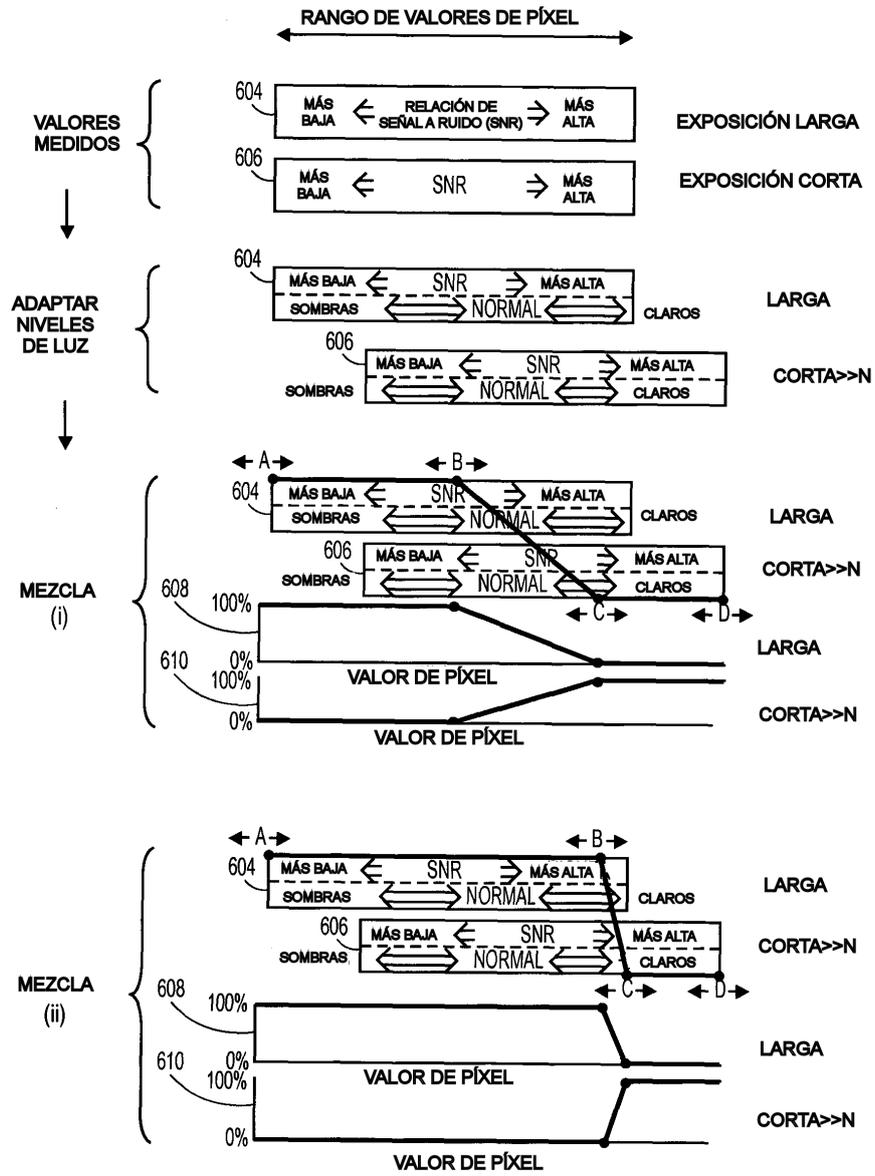


FIG. 6A

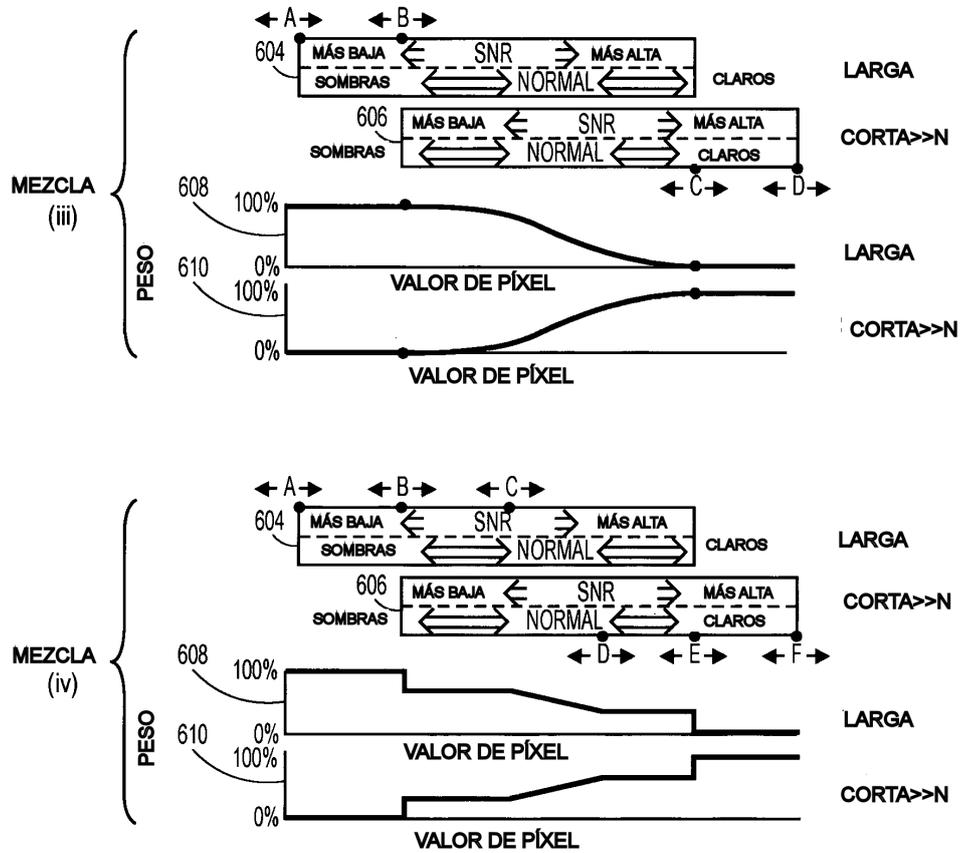


FIG. 6A
(CONT.)

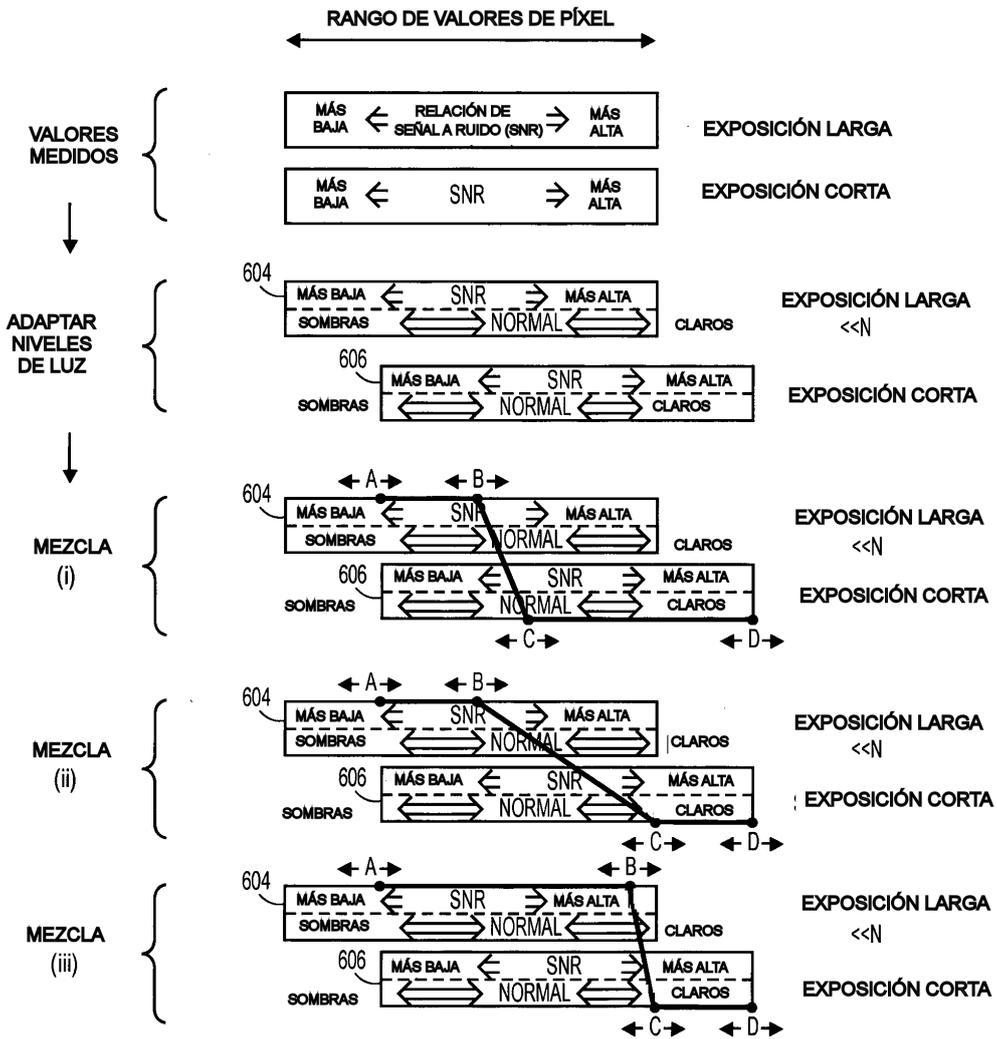


FIG. 6B

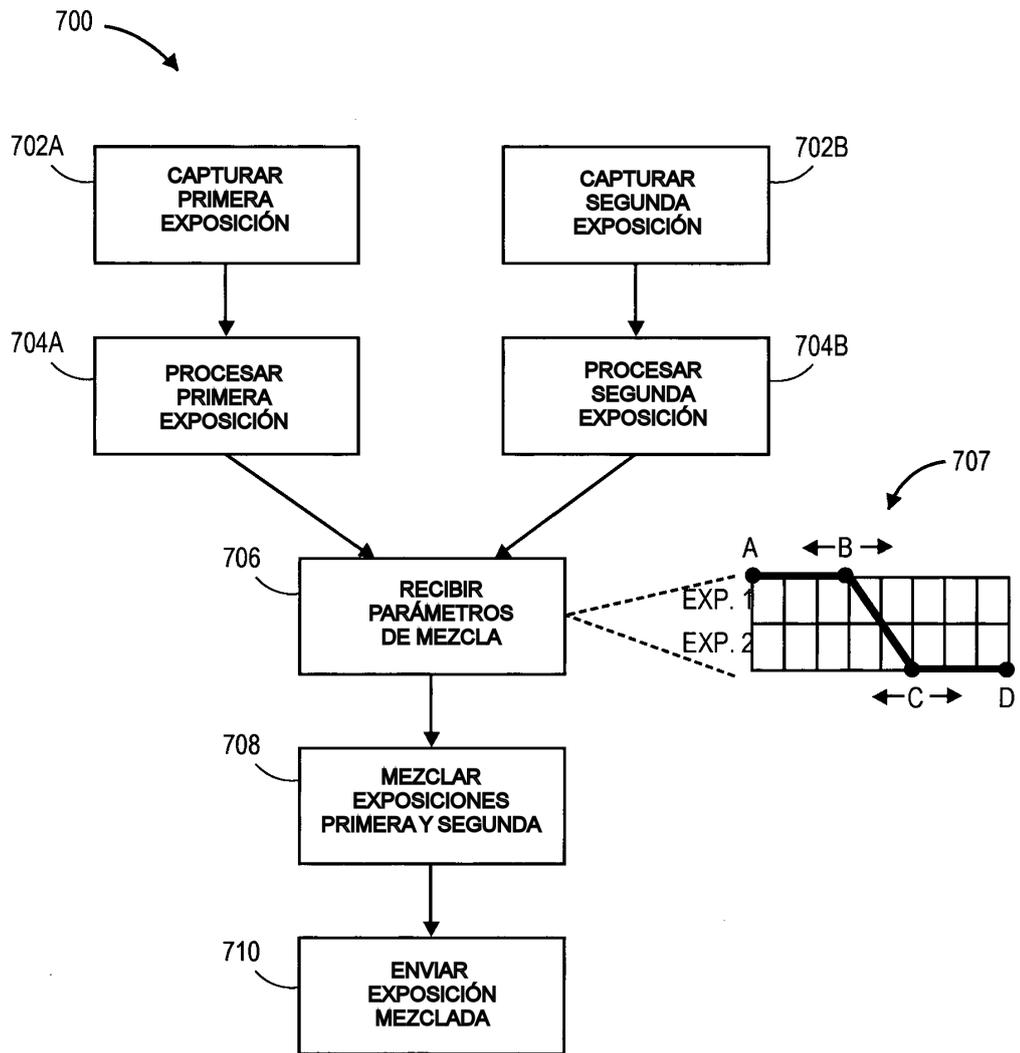


FIG. 7

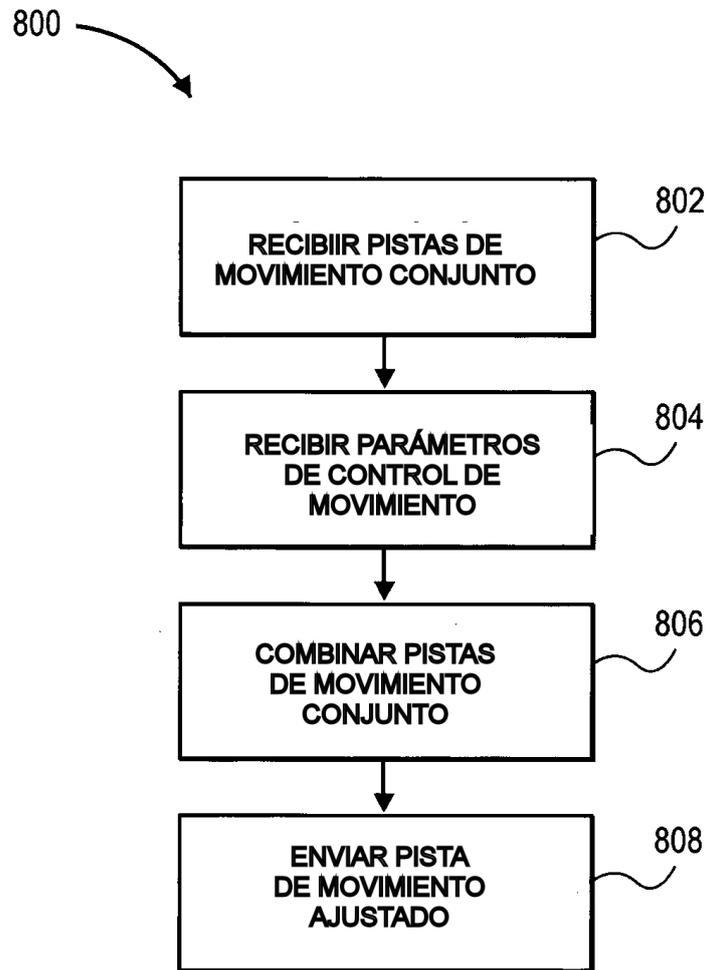


FIG. 8