

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 615**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2006.01)

G09G 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2008 E 08777422 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2054763**

54 Título: **Memoria intermedia de fotogramas completa para pantallas de papel electrónico**

30 Prioridad:

15.06.2007 US 944415 P
31.03.2008 US 59441

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.04.2015

73 Titular/es:

RICOH COMPANY, LTD. (100.0%)
3-6, NAKAMAGOME 1-CHOME
OHTA-KU, TOKYO 143-8555, JP

72 Inventor/es:

BARRUS, JOHN y
FENG, GUOTONG

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 533 615 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

Memoria intermedia de fotogramas completa para pantallas de papel electrónico.

5 **Campo técnico**

La divulgación se refiere en general al campo de las pantallas de papel electrónico. Más particularmente, la invención se refiere a actualizar pantallas de papel electrónico.

10 **Antecedentes de la técnica**

Recientemente se han introducido varias tecnologías que proporcionan algunas de las propiedades del papel en una pantalla que puede actualizarse electrónicamente. Algunas de las propiedades deseables del papel que intenta conseguir este tipo de pantalla incluyen: bajo consumo de energía, flexibilidad, ángulo de visión amplio, bajo coste, peso ligero, alta resolución, contraste alto y legibilidad en interiores y exteriores. Puesto que estas pantallas intentan imitar las características del papel, estas pantallas se denominan pantallas de papel electrónico (EPD) en esta solicitud. Otros nombres para este tipo de pantalla incluyen: pantallas en forma de papel, pantallas de energía cero, papel electrónico, pantallas biestables y electroforéticas.

Una comparación de EPD con pantallas de tubo de rayos catódicos (CRT) o pantallas de cristal líquido (LCD) revela que en general, las EPD requieren menos energía y tienen una mayor resolución espacial; pero tienen las desventajas de velocidades de actualización más lentas, un control del nivel de grises menos preciso y una menor resolución de colores. Muchas pantallas de papel electrónico son actualmente sólo dispositivos en escala de grises. Los dispositivos en color están poniéndose a disposición aunque a menudo a través de la adición de un filtro de colores, que tiende a reducir la resolución espacial y el contraste.

Las pantallas de papel electrónico son normalmente reflectantes en lugar de transmisivas. Por tanto, pueden usar luz ambiente en lugar de requerir una fuente de iluminación en el dispositivo. Esto permite que las EPD mantengan una imagen sin usar energía. A veces se denominan "biestables" porque pueden visualizarse continuamente píxeles en blanco o negro y sólo se necesita energía para cambiar de un estado a otro. Sin embargo, algunos dispositivos son estables en múltiples estados y, por tanto, soportan múltiples niveles de grises sin consumo de energía.

Las pantallas de papel electrónico se controlan aplicando una forma de onda o una serie de valores a un píxel en lugar de sólo un único valor como en el caso de una LCD típica. Algunos controladores para controlar las pantallas están configurados como una pantalla en mapa a color indexada. La memoria intermedia de fotogramas de estas pantallas de papel electrónico contiene un índice para la forma de onda usado para actualizar ese píxel en lugar de la propia forma de onda.

Aunque las pantallas de papel electrónico tienen muchos beneficios, un problema es que la mayoría de las tecnologías de EPD requieren un tiempo relativamente largo para actualizar la imagen en comparación con las pantallas de CRT o LCD convencionales. Una LCD típica tarda aproximadamente 5 milisegundos en cambiar al valor correcto, soportando tasas de transmisión de fotogramas de hasta doscientos fotogramas por segundo (la tasa de transmisión de fotogramas que puede conseguirse está limitada normalmente por la capacidad de la electrónica del controlador de visualización para modificar todos los píxeles en la pantalla). En cambio, muchas pantallas de papel electrónico, por ejemplo las pantallas de tinta electrónica, tardan del orden de trescientos a mil milisegundos en cambiar un valor de píxel de blanco a negro. Aunque este tiempo de actualización es generalmente suficiente para el paso de página necesario en los libros electrónicos, es problemático para aplicaciones interactivas como seguimiento con lápiz, interfaces de usuario y la pantalla de vídeo.

Un tipo de EPD denominado pantalla electroforética microencapsulada (MEP) mueve cientos de partículas a través de un fluido viscoso para actualizar un único píxel. El fluido viscoso limita el movimiento de las partículas cuando no se aplica ningún campo eléctrico y proporciona a la EPD su propiedad de poder retener una imagen sin energía. Este fluido también restringe el movimiento de partículas cuando se aplica un campo eléctrico y hace que la pantalla se actualice muy lentamente en comparación con otros tipos de pantallas.

Cuando se visualiza un vídeo o animación, cada píxel debería estar idealmente a la reflectancia deseada durante el transcurso del fotograma de vídeo, es decir hasta que se recibe la siguiente reflectancia solicitada. Sin embargo, todas las pantallas presentan alguna latencia entre la petición de una reflectancia particular y el tiempo en el que se consigue esa reflectancia. Si un vídeo está reproduciéndose a 10 fotogramas por segundo y el tiempo requerido para cambiar un píxel es de 10 milisegundos, el píxel mostrará la reflectancia correcta durante 90 milisegundos y el efecto será según se desee. Si tarda cien milisegundos en cambiar el píxel, será el momento de cambiar el píxel a otra reflectancia justo cuando el píxel consigue la reflectancia correcta del fotograma anterior. Finalmente, si el píxel tarda doscientos milisegundos en cambiar, el píxel nunca tendrá la reflectancia correcta excepto en la circunstancia en la que el píxel ya estaba muy cerca de la reflectancia correcta, es decir cambiando lentamente la visualización.

Además, en las pantallas de papel electrónico actuales, todos los píxeles deben actualizarse simultáneamente. Con

el fin de cambiar la pantalla entera, el cambio de la pantalla previa debe ser completo. La forma de onda usada para actualizar la pantalla se basa en el valor anterior y ese valor es desconocido si se interrumpe una actualización.

5 Por tanto, sería altamente deseable producir una pantalla de papel electrónico que superara las limitaciones de velocidad de actualización y contraste de una pantalla de papel electrónico actual, permitiendo por tanto una actualización más rápida y más de tipo "en tiempo real" de las pantallas biestables.

10 El documento WO 2005/101362 A2 da a conocer una pantalla electroforética en la que puede iniciarse una actualización de imágenes en un píxel individual sin importar el estado de cualquier actualización de imágenes de cualquier otro píxel.

Los documentos WO 2005/054933 y WO 2005/031688 A1 se refieren a reducir errores en pantallas electroforéticas provocados por una tensión remanente.

15 **Divulgación de la invención**

Una realización de un sistema (y método) dado a conocer para actualizar una pantalla biestable incluye una memoria intermedia de fotogramas para almacenar formas de onda para cada píxel individualmente. El sistema incluye determinar un estado actual de un píxel de la pantalla biestable; determinar un estado deseado del píxel de la pantalla biestable; y actualizar el píxel aplicando una señal de control determinada al píxel para convertir el píxel del estado actual al estado final. La actualización de cada píxel se produce independientemente de los demás píxeles de la pantalla biestable.

25 En la memoria descriptiva los aspectos y ventajas descritos no lo incluyen todo y, en particular, muchos aspectos y ventajas adicionales resultarán evidentes para un experto habitual en la técnica en vista de los dibujos, la memoria descriptiva y las reivindicaciones. Además, debe observarse que el vocabulario usado en la memoria descriptiva se ha seleccionado principalmente con fines de legibilidad y didácticos, y puede no haberse seleccionado para definir o circunscribir el contenido dado a conocer.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones dadas a conocer tienen otras ventajas y aspectos que resultarán más fácilmente evidentes a partir de la descripción detallada, las reivindicaciones adjuntas y las figuras (o dibujos) adjuntas. A continuación se presenta una breve introducción de las figuras.

35 La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de una parte de una pantalla de papel electrónico a modo de ejemplo según algunas realizaciones.

40 La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de pantalla de papel electrónico según algunas realizaciones.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques modificado de un sistema de pantalla de papel electrónico según algunas realizaciones.

45 La figura 4 ilustra un diagrama de flujo de nivel alto de un método para actualizar una pantalla biestable según algunas realizaciones.

50 Las figuras representan diversas realizaciones de la presente invención sólo con fines de ilustración. Un experto en la técnica reconocerá fácilmente a partir de la siguiente exposición que pueden emplearse realizaciones alternativas de las estructuras y métodos ilustrados en el presente documento sin apartarse de los principios de la invención descritos en el presente documento.

Mejor modo de llevar a cabo la invención

55 Las figuras (FIG.) y la siguiente descripción se refieren a realizaciones preferidas sólo a modo de ilustración. Debe observarse que a partir de la siguiente exposición, se reconocerán fácilmente realizaciones alternativas de las estructuras y métodos dados a conocer en el presente documento como alternativas viables que pueden emplearse sin apartarse de los principios de lo que se reivindica.

60 Ahora se hará referencia en detalle a varias realizaciones, cuyos ejemplos están ilustrados en las figuras adjuntas. Debe observarse que en caso de que sea posible pueden usarse números de referencia similares o iguales en las figuras y pueden indicar una funcionalidad similar o igual. Las figuras representan realizaciones del sistema (o método) dado a conocer sólo con fines de ilustración. Un experto en la técnica reconocerá fácilmente a partir de la siguiente descripción que pueden emplearse realizaciones alternativas de las estructuras y métodos ilustrados en el presente documento sin apartarse de los principios descritos en el presente documento.

65

Tal como se usa en el presente documento, cualquier referencia a “una realización” o “algunas realizaciones” significa que un elemento, aspecto, estructura o característica particular descrito en relación con la realización está incluido en al menos una realización. Cuando aparece la frase “en una realización” en diversos lugares en la memoria descriptiva no se hace referencia necesariamente siempre a la misma realización.

Algunas realizaciones pueden describirse usando la expresión “acoplado” y “conectado” junto con sus derivados. Debe entenderse que no se pretende que estos términos sean sinónimos entre sí. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden describirse usando el término “conectado” para indicar que dos o más elementos están en contacto físico o eléctrico directo entre sí. En otro ejemplo, pueden describirse algunas realizaciones usando el término “acoplado” para indicar que dos o más elementos están en contacto físico o eléctrico directo. Sin embargo, el término “acoplado” también puede significar que dos o más elementos no están en contacto directo entre sí, aunque todavía actúan conjuntamente o interaccionan entre sí. Las realizaciones no se limitan en este contexto.

Tal como se usa en el presente documento, se pretende que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye”, “que incluye”, “tiene”, “que tiene” o cualquier otra variación de los mismos, cubran una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un proceso, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no está limitado necesariamente a sólo esos elementos sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a tal proceso, método, artículo o aparato. Además, a menos que se mencione expresamente lo contrario, “o” se refiere a una o inclusiva y no a una o exclusiva. Por ejemplo, se cumple una condición A o B por uno cualquiera de los siguientes: A es verdadero (o está presente) y B es falso (o no está presente), A es falso (o no está presente) y B es verdadero (o está presente), y tanto A como B son verdaderos (o están presentes).

Además, se emplea el uso de “un” o “una” para describir elementos y componentes de las realizaciones en el presente documento. Esto se hace meramente por conveniencia y para dar un sentido general de la invención. Esta descripción debe leerse incluyendo uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que significa lo contrario.

Ahora se hará referencia en detalle a varias realizaciones, cuyos ejemplos están ilustrados en las figuras adjuntas. Se observa que en caso de que sea posible pueden usarse números de referencia similares o iguales en las figuras y pueden indicar una funcionalidad similar o igual. Las figuras representan realizaciones del sistema (o método) dado a conocer sólo con fines de ilustración. Un experto en la técnica reconocerá fácilmente a partir de la siguiente descripción que pueden emplearse realizaciones alternativas de las estructuras y métodos ilustrados en el presente documento sin apartarse de los principios descritos en el presente documento.

Vista global del dispositivo

La figura 1 ilustra una vista en sección transversal de una parte de una pantalla de papel electrónico 100 a modo de ejemplo según algunas realizaciones. Los componentes de la pantalla de papel electrónico 100 están intercalados entre un electrodo transparente superior 102 y un plano posterior de fondo 116. El electrodo transparente superior 102 es una capa delgada de material transparente. El electrodo transparente superior 102 permite ver microcápsulas 118 de la pantalla de papel electrónico 100.

Directamente debajo del electrodo transparente superior 102 está la capa de microcápsulas 120. En una realización, la capa de microcápsulas 120 incluye microcápsulas 118 muy juntas que tienen un fluido 108 claro y algunas partículas negras 112 y partículas blancas 110. En algunas realizaciones, la microcápsula 118 incluye partículas blancas 110 cargadas positivamente y partículas negras 112 cargadas negativamente. En otras realizaciones, la microcápsula 118 incluye partículas negras 112 cargadas positivamente y partículas blancas 110 cargadas negativamente. Todavía en otras realizaciones, la microcápsula 118 puede incluir partículas de colores de una polaridad y partículas de colores diferentes de la polaridad opuesta. En algunas realizaciones, el electrodo transparente superior 102 incluye un material conductor transparente tal como óxido de indio-estaño.

Dispuesta debajo de la capa de microcápsulas 120 hay una capa de electrodos inferior 114. La capa de electrodos inferior 114 es una red de electrodos usados para convertir las microcápsulas 118 a un estado óptico deseado. La red de electrodos está conectada a un conjunto de circuitos de pantalla, que “enciende” y “apaga” la pantalla de papel electrónico en píxeles específicos aplicando una tensión a electrodos específicos. La aplicación de una carga negativa al electrodo repele las partículas 112 cargadas negativamente a la parte superior de la microcápsula 118, forzando a las partículas blancas 110 cargadas positivamente a la parte inferior y proporcionando al píxel un aspecto negro. La inversión de la tensión tiene el efecto opuesto, las partículas blancas 112 cargadas positivamente se fuerzan a la superficie, proporcionando al píxel un aspecto blanco. La reflectancia (brillo) de un píxel en una EPD cambia cuando se aplica tensión. La cantidad de los cambios de reflectancia del píxel puede depender tanto de la cantidad de tensión como de la duración de tiempo durante la que se aplica, dejando invariable una tensión cero la reflectancia del píxel.

Las microcápsulas electroforéticas de la capa 120 pueden activarse individualmente a un estado óptico deseado, tal como negro, blanco o gris. En algunas realizaciones, el estado óptico deseado puede ser cualquier otro color prescrito. Cada píxel en la capa 114 puede estar asociado con una o más microcápsulas 118 contenidas con una

capa de microcápsulas 120. Cada microcápsula 118 incluye una pluralidad de partículas 110 y 112 pequeñas que están suspendidas en un fluido 108 claro. En algunas realizaciones, la pluralidad de partículas 110 y 112 pequeñas están suspendidas en un polímero líquido claro.

5 La capa de electrodos inferior 114 está dispuesta sobre un plano posterior 116. En una realización, la capa de electrodos 114 es solidaria con la capa de plano posterior 116. El plano posterior 116 es una capa de apoyo de plástico o cerámica. En otras realizaciones, el plano posterior 116 es una capa de apoyo metálica o de vidrio. La capa de electrodos 114 incluye una serie de electrodos de píxeles direccionables y que soporta la electrónica.

10 **Vista global del sistema y del método**

La figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de pantalla de papel electrónico según algunas realizaciones. Los datos asociados con una imagen deseada, o una imagen de entrada 202 nueva, se proporcionan al sistema 200.

15 En algunas realizaciones, el sistema 200 incluye memorias intermedias de imágenes opcionales, tal como una memoria intermedia de imágenes deseadas 204 y una memoria intermedia de imágenes actuales 206. En algunas realizaciones, los datos de imágenes deseadas (imagen de entrada 202 nueva) se envían y almacenan en una memoria intermedia de imágenes deseadas 204 opcional que incluye información asociada con la imagen deseada.
 20 Una memoria intermedia de imágenes actuales 206 opcional almacena al menos una imagen actual con el fin de determinar cómo cambiar la pantalla a la imagen deseada nueva. En una realización, la memoria intermedia de imágenes actuales 206 está acoplada para recibir la imagen actual desde la memoria intermedia de imágenes deseadas 204 una vez que la pantalla se ha actualizado para mostrar la imagen deseada actual. En una realización, la memoria intermedia de imágenes actuales 206 se actualiza dinámicamente cuando se aplican formas de onda a cada píxel.
 25

El sistema 200 también incluye una memoria intermedia de fotogramas 208, que es lo suficientemente grande para que cada píxel almacene la forma de onda directamente, en lugar de que cada píxel almacene un índice para la forma de onda. Por ejemplo, la memoria intermedia de fotogramas 208 puede almacenar treinta y dos pares de bits para cada píxel. Un par de bits puede representar cada una de las tres posibles tensiones, +15, -15 y tensión cero (sin cambios en la tensión). En otras palabras, "01" puede representar +15, "10" puede representar -15 y "00" u "11" pueden representar cero (sin cambios). Cada par de bits se aplica para un fotograma de veinte ms y treinta y dos pares de bits (o sesenta y cuatro bits) dejarían espacio para una forma de onda arbitraria de 32 x 20 milisegundos (ms) o seiscientos cuarenta ms. El número de pares de bits puede aumentarse si se desean formas de onda más largas. Por tanto, una memoria intermedia de fotogramas para una pantalla de 640 x 480 píxeles con una forma de onda de treinta y dos pares de bits requeriría aproximadamente 2,46 megabytes de memoria.
 30
 35

Realizando un seguimiento de la forma de onda para cada píxel individualmente, puede haber un control completo de la pantalla entera, que puede actualizar píxeles individuales empezando en cualquier momento, reduciendo por tanto la latencia percibida. En algunas realizaciones, una actualización de imágenes puede proceder llenando todos los pares de bits de forma de onda de píxeles con las formas de onda correctas y luego pasando a través de cada par de bits para cada píxel. El proceso de pasar a través de los pares de bits y actualizar los píxeles también borraría la memoria intermedia de fotogramas completa. Al llegar al final, la imagen podría actualizarse de nuevo escribiendo formas de onda nuevas en los pares de bits de cada píxel que se modificará.
 40
 45

Hay varias maneras de controlar la pantalla usando la memoria intermedia de fotogramas 208 completa de pares de bits. En una realización, tal como se describió anteriormente, la pantalla entera se actualiza simultáneamente llenando cada par de bits con el valor apropiado para generar la forma de onda correcta para cada píxel. Por ejemplo, los treinta y dos pares de bits para el píxel izquierdo superior, si el píxel permaneciera invariable, se llenarían con "00" indicando que en ningún momento durante la actualización de imágenes debe aplicarse una tensión a ese píxel. Alternativamente, si se aplicara una forma de onda específica al píxel, se colocaría una serie de "00", "01", "10" y "11" en los treinta y dos pares de bits de una manera que indicaría la forma de onda apropiada de 0, -15 y +15 voltios, donde cada par de bits indica una tensión que va a aplicarse durante veinte milisegundos en una realización. La forma de onda o secuencia de valores estaría diseñada para cambiar el píxel de un valor de reflectancia a otro valor de reflectancia al final de la forma de onda.
 50
 55

La forma de onda se aplica por el controlador de pantalla 214 a los medios físicos 216 en incrementos de veinte milisegundos. Después de cada incremento, el controlador de pantalla restablece el par de bits que acaba de usarse para aplicar una tensión al píxel de vuelta a "00" de modo que cuando el controlador de pantalla alcanza ese par de bits de nuevo la próxima vez a través de la memoria intermedia de fotogramas completa, no modifica el píxel una segunda vez.
 60

Treinta y dos pares de bits representan una forma de onda máxima de 32 x 20 milisegundos o seiscientos cuarenta milisegundos. En una realización, es deseable cambiar todos los píxeles simultáneamente. La forma de onda para cada píxel puede cargarse de manera que el primer cambio de tensión para ese píxel corresponda al primer par de bits en la memoria intermedia de fotogramas 208, el segundo cambio de tensión corresponda al segundo par de bits,
 65

etc. El controlador de pantalla 214 usa los valores a partir de la memoria intermedia de fotogramas 208 completa accediendo al primer par de bits para cada píxel y estableciendo las tensiones para que correspondan con los valores en esos primeros pares de bits. Después de veinte milisegundos, el controlador de pantalla cambia las tensiones para que correspondan a los valores almacenados en los segundos pares de bits para cada píxel. Esto continúa hasta el final de la forma de onda más larga almacenada para cualquier píxel.

La desventaja de controlar la pantalla de esta manera es que el píxel no puede modificarse o cambiarse independientemente. Un método alternativo en otra realización es pasar por los pares de bits continuamente manteniendo un valor de índice que comience inicialmente en cero, incrementando en uno hasta que alcance treinta y uno y luego volver a cero. En algunas realizaciones, el incremento se produce cada veinte milisegundos, tiempo en el que el controlador de pantalla accede al par de bits correspondiente al valor de índice para cada píxel y aplica una tensión a ese píxel correspondiente al par de bits almacenado en ese índice para ese píxel.

Si todos los pares de bits para todos los píxeles se establecen en "00", se mantiene una tensión cero en todos los píxeles de modo que no se actualiza ningún píxel. Cuando la imagen 202 deseada se cambia por un único píxel, se modifican los pares de bits para ese píxel. Sin embargo, en lugar de almacenar la forma de onda con el primer par de bits de forma de onda en el índice 0, el primer par de bits de forma de onda se almacena en el siguiente valor de índice para que acceda el controlador de pantalla. Por ejemplo, si el valor de índice actual es cinco, el primer par de bits para la forma de onda se almacena en el índice seis para ese píxel y los valores de forma de onda posteriores se almacenan en pares de bits posteriores. Si el índice es actualmente treinta y uno, el siguiente valor de forma de onda debería almacenarse en el índice cero para ese píxel.

Esto permite que los píxeles de pantalla se actualicen independientemente sin importar el estado actual de cualquier otro píxel en la pantalla. Si la parte superior de la pantalla está en medio de una actualización, puede iniciarse una actualización en la mitad inferior sólo escribiendo las formas de onda correctas comenzando en el par de bits de índice+1. Puede iniciarse cualquier cambio de píxel en cualquier momento en los seiscientos cuarenta milisegundos futuros escribiendo suficientemente por delante en la memoria intermedia de fotogramas de par de bits.

En otra realización, es deseable cambiar píxeles en diversos momentos. Por ejemplo, puede ser deseable cambiar el píxel izquierdo superior comenzando en un tiempo T y el píxel justo a la derecha del mismo comenzando en el tiempo T + ΔT . Si ΔT es sesenta milisegundos, los valores de forma de onda pueden escribirse en un índice de par de bits + 3 donde tres es igual a sesenta milisegundos dividido entre veinte milisegundos.

En una realización, puede ser deseable cambiar el valor final deseado de un píxel incluso en la mitad de una forma de onda. Por ejemplo, si el cambio de un píxel de negro a blanco tomó cuatrocientos milisegundos, la forma de onda podría contener veinte pares de bits de "01" indicando que deberían aplicarse +15 voltios al píxel durante cuatrocientos milisegundos. Si a los doscientos milisegundos se decidiera que el píxel debería ser negro después de todo, sería deseable convertir los pares de bits restantes a "10" indicando que deberían aplicarse -15 voltios para los doscientos milisegundos restantes para convertir el píxel de vuelta a negro. En los sistemas actuales, el controlador de visualización espera hasta que el píxel se convierta del todo a blanco y luego aplica la forma de onda de "blanco a negro" lo que significa que el tiempo transcurrido total es de ochocientos milisegundos incluyendo tanto el cambio de "negro a blanco" como el cambio de "blanco a negro".

En una realización, la memoria intermedia de imágenes actuales 206 se actualiza dinámicamente para indicar el estado actual de la pantalla basándose en una simulación de cómo cambian los medios físicos. Por ejemplo, después de que cada par de bits se aplique a los medios físicos 216, se registra un pequeño cambio en la memoria intermedia de imágenes actuales 206. En cualquier momento se realiza un cambio en la memoria intermedia de imágenes deseadas 204, la diferencia entre la memoria intermedia de imágenes actuales 206 y la memoria intermedia de imágenes deseadas 204 puede calcularse y la forma de onda correcta puede escribirse en los pares de bits.

La actualización dinámica de la memoria intermedia de imágenes actuales requiere una simulación de lo que está sucediendo en los medios físicos basándose en las tensiones aplicadas. Un modelo sencillo de la reacción de los medios físicos a los impulsos de tensión puede formar parte del controlador de pantalla o un procesador externo. En una realización, el modelo o simulación de la reacción de medios físicos puede ser un modelo lineal en el que una tensión aplicada durante veinte milisegundos siempre cambia la reflectancia de los medios físicos en una determinada cantidad o bien en el sentido negativo o bien en el sentido positivo basándose en el signo de la tensión aplicada.

En una realización, el cambio de reflectancia de los medios físicos es una función de la reflectancia actual. En una realización, el modelo también representa un valor de error o una probabilidad de que el cambio de reflectancia fue mayor o menor de lo supuesto por el modelo. En una realización, el error se acumula a medida que la forma de onda se aplica a un píxel y ese error se almacena en una memoria intermedia de errores 213 para ese píxel. El error es la diferencia entre el valor de reflectancia calculado y el valor de reflectancia real en la pantalla física y sólo puede estimarse. Un módulo de simulación 211 calcula valores de error tomando entradas de la memoria intermedia de imágenes deseadas 204, la memoria intermedia de imágenes actuales 206, la memoria intermedia de fotogramas

completa 208 y el índice 209 y proporciona el error a la memoria intermedia de errores 213. La memoria intermedia de errores 213 contiene suficiente capacidad de almacenamiento para recordar el error acumulado para cada píxel. Se comprueba la magnitud del error antes de que cada píxel se convierta a un valor de reflectancia nuevo y si el error es demasiado grande, se restablece el píxel convirtiéndolo a blanco o negro antes de enviarlo al valor de reflectancia nuevo con el fin de minimizar la diferencia entre un valor de reflectancia real y un valor de reflectancia calculado.

Aquéllos familiarizados con las pantallas de papel electrónico reconocerán que cuando se convierte un píxel a negro o blanco, la reflectancia cambia mucho menos que cuando el píxel está al nivel de grises medio. Una manera de reducir el error de un píxel es convertirlo a negro o blanco lo que lo pone en un estado conocido. A medida que se acumulan los errores para un píxel dado, será posible restablecer el valor de error para ese píxel convirtiéndolo a negro o blanco antes de convertirlo al valor final.

En una realización, un conjunto de pares de bits para un píxel contendrá una forma de onda que indica cómo ese píxel debe controlarse en los siguientes seiscientos cuarenta milisegundos para moverlo al valor deseado almacenado para ese píxel en la memoria intermedia de imágenes deseadas 204. Después de cada veinte milisegundos cuando el controlador de pantalla 214 aplica el valor de tensión solicitado al píxel, se actualiza la memoria intermedia de imágenes actuales 206 para indicar el estado actual y se actualiza la memoria intermedia de errores 213 para reflejar el posible error acumulado en el píxel. Si se determina que el error se ha acumulado lo suficiente como para distorsionar la imagen cuando se escribe una forma de onda para el píxel, la forma de onda nueva puede escribirse de una manera que el píxel se convierta a negro o blanco para eliminar el error antes de llegar al estado final solicitado en la memoria intermedia de imágenes deseadas 206. En otras palabras, la forma de onda elegida y escrita en la memoria intermedia de fotogramas completa para un píxel específico depende del estado actual del píxel, el estado deseado del píxel y el error acumulado de ese píxel. Si el error acumulado es bajo basándose en las formas de onda previas, se usará una forma de onda directa que mueve el píxel directamente al valor nuevo. Si el error se ha acumulado sustancialmente, se usará una forma de onda indirecta para mover el píxel a blanco o negro antes de alcanzar el valor de reflectancia final.

Para una pantalla tradicional como CRT o LCD, la imagen de entrada podría usarse para seleccionar la tensión para controlar la pantalla y se aplicaría la misma tensión continuamente en cada píxel hasta proporcionar una imagen de entrada nueva. Sin embargo, en el caso de pantallas con estado, la tensión correcta a aplicar depende del estado actual. Por ejemplo, no es necesario que se aplique una tensión si la imagen previa es la misma que la imagen deseada. Sin embargo, si la imagen previa es diferente de la imagen deseada, es necesario que se aplique una tensión basándose en el estado de la imagen actual, un estado deseado para conseguir la imagen deseada y la cantidad de tiempo para alcanzar el estado deseado. Por ejemplo, si la imagen previa es negra y la imagen deseada es blanca, puede aplicarse una tensión positiva durante alguna duración de tiempo con el fin de conseguir la imagen blanca, y si la imagen previa es blanca y la imagen deseada es negra, puede aplicarse una tensión negativa con el fin de conseguir la imagen negra deseada. Por tanto, el controlador de pantalla 214 en la figura 4 usa la información en la memoria intermedia de imágenes deseadas 204 y la memoria intermedia de imágenes actuales 206 para seleccionar una forma de onda para pasar el píxel del estado actual al estado deseado.

En algunas realizaciones, las formas de onda requeridas usadas para conseguir múltiples estados pueden obtenerse conectando la forma de onda usada para ir del estado inicial a un estado intermedio a la forma de onda usada para ir del estado intermedio al estado final. Puesto que ahora habrá múltiples formas de onda para cada transición, puede ser útil tener un hardware que pueda almacenar más formas de onda. En algunas realizaciones, un hardware que puede almacenar formas de onda para uno cualquiera de dieciséis niveles para cualquier otro de los dieciséis niveles de grises requiere doscientas cincuenta y seis formas de onda. Si la visualización está limitada a cuatro niveles, entonces sólo son necesarias dieciséis formas de onda sin usar niveles intermedios y, por tanto, podría haber dieciséis formas de onda diferentes almacenadas para cada transición.

Con el hardware más actual no hay manera de leer directamente los valores de reflectancia actuales de los medios físicos 216; por tanto, sus valores pueden estimarse usando datos empíricos o un modelo de los medios físicos 216 y el conocimiento de tensiones previas que se han aplicado tal como se describió anteriormente. En otras palabras, el proceso de actualización para medios físicos 216 es un sistema de control de bucle abierto. Puede ser posible obtener un modelo bastante preciso de la interacción forma de onda/píxel, pero no será preciso para todas las situaciones. Pueden existir errores o diferencias entre el valor de reflectancia esperado y el valor de reflectancia real. Estos errores o diferencias pueden corregirse llevando los píxeles "al extremo", o en otras palabras, haciendo que un píxel se sature con negro o se sature con blanco. Esto pone el píxel en un estado conocido. A partir de ese estado conocido, en algunas realizaciones, se ha minimizado la diferencia entre la reflectancia esperada y la reflectancia real. Esto indica que es favorable sincronizar el modelo con los valores de reflectancia real obligando ocasionalmente a un píxel a un estado de blanco puro o un estado de negro puro. En algunas realizaciones, hay una memoria intermedia de errores 213 que realiza un seguimiento de una estimación del posible error y cuando el error resulta demasiado grande para un único píxel, ese píxel puede convertirse o bien del todo a negro o bien del todo a blanco antes de alcanzar un valor de reflectancia final.

En algunas realizaciones, el entorno en el que está la pantalla, en particular la iluminación, y cómo un observador

humano ve la imagen a través de los medios físicos 216 determinan la imagen 222 final presentada visualmente. Habitualmente, la pantalla está destinada a un usuario humano y el sistema visual humano desempeña un papel importante en la calidad de la imagen percibida. Por tanto, algunos artefactos que son sólo pequeñas diferencias entre una reflectancia deseada y una reflectancia real pueden ser más inaceptables que algunos cambios mayores en la imagen que pueden percibirse menos por un ser humano. Algunas realizaciones están diseñadas para producir imágenes que tienen grandes diferencias con la imagen de reflectancia deseada, pero que son imágenes mejor percibidas. Un ejemplo de este tipo son las imágenes de medio tono.

El sistema descrito anteriormente es una memoria intermedia de fotogramas que almacena formas de onda para cada píxel individualmente. Realizando un seguimiento de la forma de onda para cada píxel individualmente, puede haber un control completo de la pantalla entera. Pueden iniciarse actualizaciones de píxeles individuales en cualquier momento y puede reducirse la latencia percibida.

En otras realizaciones, este método para actualizar una pantalla biestable puede permitir un mejor seguimiento con lápiz, visualización de vídeo, visualización de animación y en general, interfaces de usuario más rápidas para pantallas de papel electrónico.

La figura 3 ilustra un diagrama de bloques modificado de un sistema de pantalla de papel electrónico según algunas realizaciones. Una realización del sistema para actualizar una pantalla de papel electrónico incluiría una disposición de puertas programables en campo (FPGA) 302 programada para aceptar una imagen de entrada nueva 202 y realizar un seguimiento de la memoria intermedia de imágenes actuales 206, una memoria intermedia de fotogramas completa 208, una memoria intermedia de errores 213 y un índice 209 en una memoria de acceso aleatorio (RAM) 304 y controlar el controlador de pantalla directamente. Todos los cálculos para la simulación de la respuesta de los medios físicos y la acumulación de errores pueden realizarse en la FPGA 302.

La figura 4 ilustra un diagrama de flujo de nivel alto de un método 400 para actualizar una pantalla biestable según algunas realizaciones. El método 400 se realiza para cada píxel individualmente, permitiendo esto que las actualizaciones de píxeles individuales se inicien en cualquier momento. En otras palabras, cada píxel puede actualizarse independientemente uno de otro con el siguiente método 400 descrito. Se recibe 402 una petición de escritura de píxel. Se comprueba 406 el estado actual del píxel.

Posteriormente, se realiza una determinación 40B en cuanto a si el estado actual es igual al estado solicitado. Si el estado actual es igual al estado solicitado (408-Sí), no se adopta ninguna acción. En otras palabras, no se aplica ningún cambio al píxel y, por tanto, el estado permanece igual puesto que el estado actual es igual al estado solicitado. Si el estado actual no es igual al estado solicitado (408-No), el controlador de pantalla determina 412 la señal de control que va a aplicarse al píxel con el fin de conseguir el estado deseado. Una vez que se determina la señal de control o forma de onda, se escriben los valores apropiados en los pares de bits para ese píxel 414.

La presente solicitud se basa en la solicitud de patente estadounidense n.º 60/944.415, presentada el 15 de junio de 2007 y n.º 12/059.441, presentada el 31 de marzo de 2008.

REIVINDICACIONES

1. Método para actualizar una imagen en una pantalla biestable, que comprende:

5 determinar un estado actual de un píxel de la pantalla biestable;
determinar un estado deseado del píxel de la pantalla biestable, siendo el estado deseado blanco o negro;
almacenar una pluralidad de formas de onda en una memoria intermedia de fotogramas, una forma de onda
para cada píxel, comprendiendo cada forma de onda un número predeterminado de pares de bits;
10 actualizar, durante varios periodos de fotograma, el píxel aplicando una señal de control determinada al
píxel para convertir el píxel del estado actual al estado deseado, aplicando, durante cada periodo de
fotograma, una tensión representada por un par de bits correspondiente de la forma de onda para dicho
píxel;
en el que la actualización para cada píxel se produce independientemente de los demás píxeles de la
pantalla biestable;
15 **caracterizado por**
determinar, mientras el píxel está convirtiéndose a un estado final deseado, si se ha cambiado el estado
final deseado, y, si se ha cambiado el estado final deseado, convertir, en la memoria intermedia de
fotogramas, sólo los pares de bits restantes de la forma de onda respectiva para el píxel convertido según el
estado deseado nuevo.

20 2. Método según la reivindicación 1, que comprende además: determinar una señal de control para convertir el
píxel del estado actual al estado deseado.

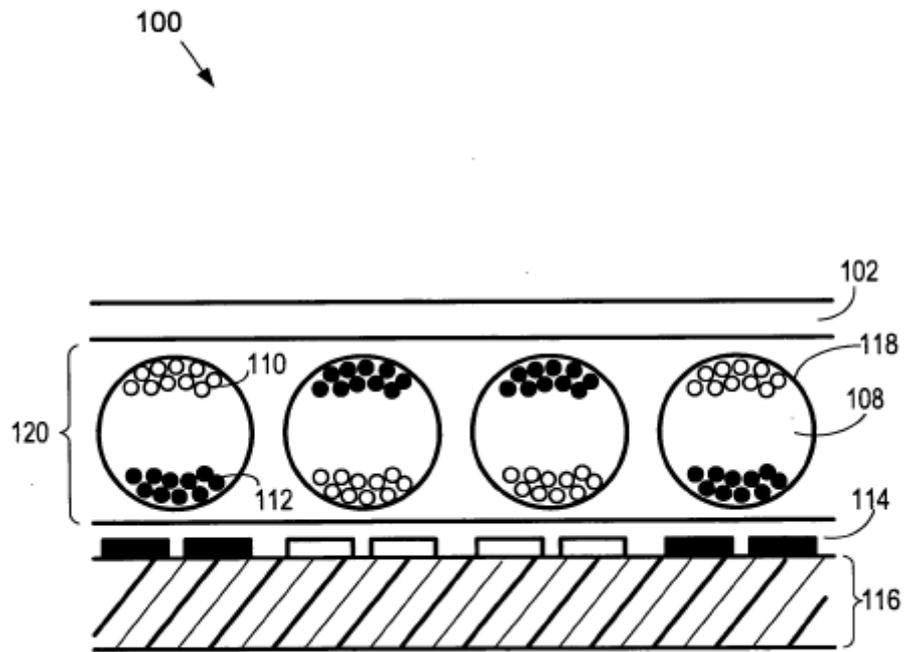
25 3. Aparato (200) para actualizar una imagen en una pantalla biestable, que comprende:

un módulo (206) para determinar un estado actual de un píxel de la pantalla biestable;
un módulo (204) para determinar un estado deseado del píxel de la pantalla biestable, siendo el estado
deseado negro o blanco;
una memoria intermedia de fotogramas (208) para almacenar una pluralidad de formas de onda, una forma
de onda para cada píxel, comprendiendo cada forma de onda un número predeterminado de pares de bits;
30 y un módulo (214) para actualizar, durante varios periodos de fotograma, el píxel aplicando una señal de
control determinada al píxel para convertir el píxel del estado actual al estado deseado, aplicando, durante
cada periodo de fotograma, una tensión representada por un par de bits correspondiente de la forma de
onda para dicho píxel;
35 en el que la actualización para cada píxel se produce independientemente de los demás píxeles de la
pantalla biestable,
caracterizado por que el módulo (214) para actualizar el píxel está configurado para determinar, mientras
el píxel está convirtiéndose a un estado final deseado, si se ha cambiado el estado final deseado, y, si se
ha cambiado el estado final deseado, convertir, en la memoria intermedia de fotogramas, sólo los pares de
40 bits restantes de la forma de onda respectiva para el píxel convertido según el estado deseado nuevo.

4. Aparato según la reivindicación 3, que comprende además:

45 un módulo (214) para determinar una señal de control para convertir el píxel del estado actual al estado
deseado.

FIG.1



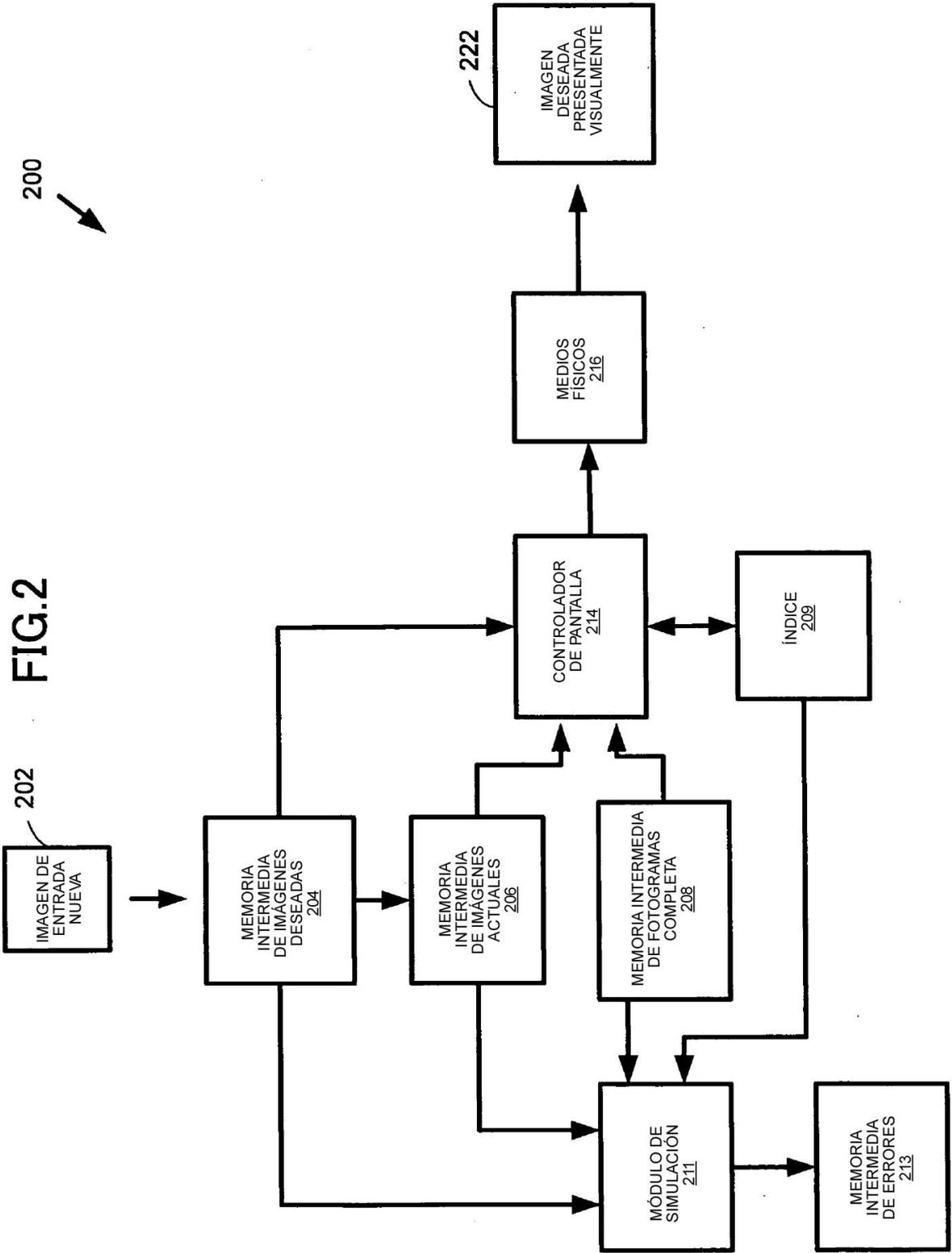


FIG.3

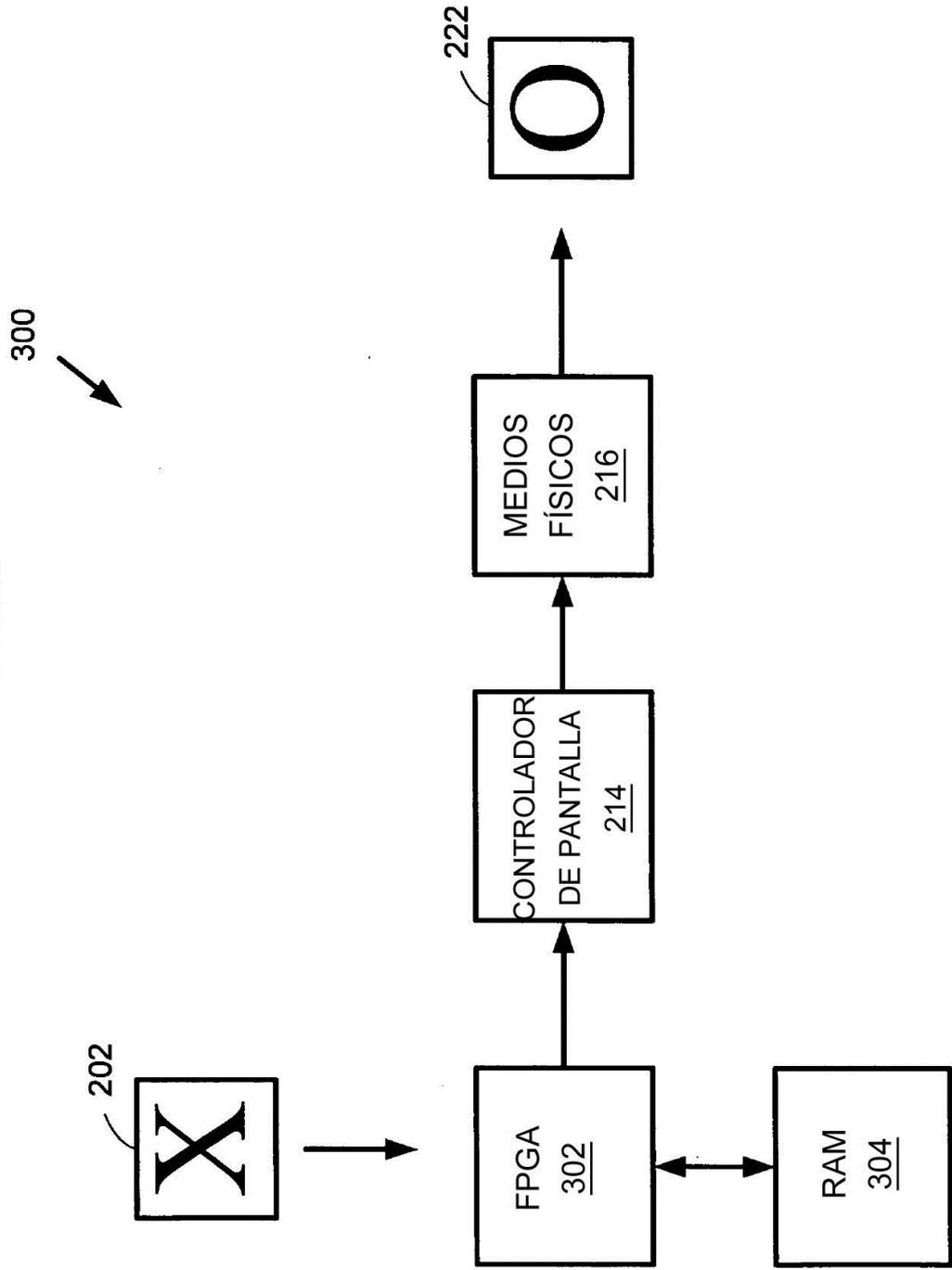


FIG.4

