



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 153**

51 Int. Cl.:  
**G02B 26/00** (2006.01)  
**G02F 1/13357** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05255638 .8**  
96 Fecha de presentación : **14.09.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1640764**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.03.2006**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de iluminación de una pantalla de modulador interferométrico.**

30 Prioridad: **27.09.2004 US 613951 P**  
**22.02.2005 US 64143**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.07.2011**

73 Titular/es: **QUALCOMM Mems Technologies, Inc.**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121, US**

72 Inventor/es: **Cummings, William J. y**  
**Gally, Brian J.**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 363 153 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

Sistemas y procedimientos de iluminación de una pantalla de modulador interferométrico

### Antecedentes

#### Campo de la invención

- 5 El campo de la invención se refiere a sistemas micro electromecánicos (MEMOS).

#### Descripción de la tecnología relacionada

Los sistemas micro electromecánicos (MEMS) incluyen elementos micro mecánicos, actuadores y electrónica. Los elementos micro mecánicos se puede crear usando deposición, grabado y/u otros procesos de micromecanizado que desprenden partes o sustratos y/o depositan capas de materiales o que añaden capas para formar dispositivos eléctricos y electromecánicos. Un tipo de dispositivo MEMS se denomina modulador interferométrico. Un modulador interferométrico puede comprender un par de placas conductoras, una o ambas de las cuales pueden ser transparentes y/o total o parcialmente reflectoras y aptas para su movimiento relativo tras la aplicación de una señal eléctrica apropiada. Una placa puede comprender una capa fija depositada sobre el sustrato, la otra placa puede comprender una membrana metálica separada de la capa fija por un hueco de aire. Tales dispositivos tienen una amplia gama de aplicaciones y sería beneficioso en la técnica utilizar y/o modificar las características de estos tipos de dispositivos de modo que se puedan explotar sus características en la mejora de los productos existentes y en la creación de nuevos productos que no se hayan desarrollado aún.

El documento EP-A-1 271 223 describe una pantalla electrónica, tal como una pantalla de cristal líquido, en la técnica anterior, la pantalla se ilumina por la luz ambiente durante el día, pero en la noche la pantalla puede estar iluminada por una fuente de luz localizada alrededor de la periferia de una luz frontal. Existe un pequeño hueco de aire entre la luz frontal y la pantalla y la luz frontal comprende una guía de luz que tiene ranuras paralelas grabadas en su superficie superior para redirigir la luz emitida por la fuente de luz hacia la pantalla. La invención descrita elimina el hueco de aire proporcionando una guía de luz y una pantalla integradas, reduciendo de ese modo el grosor global de la pantalla.

El documento US-A-2002/0054424 describe un aparato de pantalla con modulador interferométrico. En una realización, la iluminación suplementaria está proporcionada por una guía de luz con una fuente de luz en un lateral de la misma. La luz se acopla en la guía de luz usando un colimador de modo que la mayor parte de la luz se atrapa dentro de la guía por medio de una reflexión interna total. Una almohadilla dispersora, que comprende un área raspada de la superficie superior de la guía de luz, refleja la luz hacia el sustrato del aparato de pantalla.

El documento EP-A-1 251 454 describe un panel táctil que incluye un iluminador y un dispositivo de pantalla reflectora de cristal líquido, en el que se usa como un iluminador un tubo de luz, con una fuente de luz lateral adyacente. En la superficie superior de la tubería de luz se incluyen medios de salida de luz que miran hacia el lado del observador.

El documento US-A-2003/0169385 desvela un dispositivo de iluminación para una pantalla de cristal líquido en color que comprende un LED, y un panel de iluminación para la guía de la luz emitida por el LED para iluminar una LCD.

El documento WO-A-01/84228 describe un dispositivo de visualización de imágenes que comprende un panel de modulación de luz, un conductor de la luz dispuesto en oposición al panel de modulación de la luz y una fuente de luz conectada al conductor de luz. En la disposición descrita, el conductor de la luz comprende una lámina estriada que refleja un haz de luz emitida por la fuente de luz y que tiene una primera dirección de polarización y transmite un haz de luz modulada por el panel de modulación de luz y que tiene una segunda dirección de polarización.

#### Sumario de ciertas realizaciones

El sistema, procedimientos y dispositivos de la invención tienen cada uno diversos aspectos, ninguno de los cuales por separado es responsable únicamente de sus atributos deseables. Sin limitar el alcance de la presente invención, se explicará ahora brevemente su característica más prominente. Tras la consideración de esta explicación y particularmente tras la lectura de la sección titulada "Descripción detallada de ciertas realizaciones" se comprenderá cómo las características de la presente invención proporcionan ventajas sobre otros dispositivos de pantalla.

Un aspecto de la invención comprende un aparato de pantalla reflectora, que comprende: medios para proporcionar soporte; medios para la modulación de la luz por medios interferométricos sobre los medios para proporcionar soporte y medios para cubrir dichos medios de soporte y dichos medios de modulación, situados dichos medios de cobertura con relación a dichos medios de soporte de modo que haya un hueco de aire entre ellos, comprendiendo dichos medios de cobertura una primera superficie que mira hacia dichos medios de soporte incluyendo dichos medios de cobertura medios para redirigir la luz, localizados dichos medios para la redirección de la luz sobre la primera superficie y configurados para redirigir al menos una parte de la luz dirigida hacia la primera superficie a través del hueco de aire sobre dichos medios de soporte.

Otro aspecto de la invención comprende un procedimiento de fabricación de una pantalla reflectora, que comprende: la colocación de una pluralidad de moduladores interferométricos sobre una primera superficie de un sustrato; la formación de una pluralidad de redireccionadores de luz en o sobre una cubierta, teniendo la cubierta una segunda superficie, estando formados los redireccionadores de luz sobre la segunda superficie; y la colocación de la cubierta de modo que exista un hueco de aire entre la segunda superficie y una tercera superficie en el sustrato opuesto a la primera superficie, configurados los redireccionadores de luz para redirigir al menos una parte de la luz dirigida hacia la segunda superficie a través del hueco de aire.

### **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista isométrica que representa una parte de una realización de una pantalla de un modulador interferométrico en el que una capa protectora móvil de un primer modulador interferométrico está en una posición de relajación y una capa protectora móvil de un segundo modulador interferométrico está en una posición actuada.

La Figura 2 es un diagrama de bloques del sistema que ilustra una realización de un dispositivo electrónico que incorpora una pantalla de modulador interferométrico de 3x3.

La Figura 3 es un diagrama de la posición de un espejo móvil en relación a la tensión aplicada para una realización de ejemplo de un modulador interferométrico de la Figura 1.

La Figura 4 es una ilustración de un conjunto de tensiones de fila y columna que se pueden usar para accionar una pantalla de modulador interferométrico.

La Figura 5A ilustra una trama de ejemplo de los datos de pantalla en la pantalla de modulador interferométrico de 3x3 de la Figura 2.

La Figura 5B ilustra un diagrama de tiempos de ejemplo para las señales de fila y columna que se pueden usar para escribir la trama de la Figura 5A.

La Figura 6A es una sección transversal del dispositivo de la Figura 1 tomada a lo largo de la línea 6A- 6A de la Figura 1.

La Figura 6B es una sección transversal tomada a lo largo de la línea que corresponde a 6A-6A en la Figura 1, pero ilustrando una realización alternativa de un modulador interferométrico.

La Figura 6C es una sección transversal tomada a lo largo de la línea que corresponde a 6A-6A en la Figura 1, pero ilustrando una realización alternativa de un modulador interferométrico.

La Figura 7 ilustra esquemáticamente una matriz de modulador interferométrico que utiliza una luz frontal en conjunto con una placa de luz para dirigir la luz dentro de los elementos del modulador interferométrico.

La Figura 8A ilustra esquemáticamente una matriz de modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación en el que la luz desde la retroiluminación se refleja dentro de los elementos del modulador interferométrico mediante estructuras reflectoras localizadas en el poste que soporta el elemento de espejo.

La Figura 8B ilustra esquemáticamente otra matriz de modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación en la que la luz desde la retroiluminación que pasa a través de postes transparentes se refleja dentro de los elementos del modulador interferométrico mediante estructuras reflectoras situadas en el sustrato en sí.

La Figura 8C ilustra esquemáticamente otra matriz de modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación en la que la luz desde la retroiluminación que pasa a través de los huecos en la matriz se dirige dentro de los elementos del modulador interferométrico mediante estructuras reflectoras situadas en el sustrato.

La Figura 8D ilustra esquemáticamente otra matriz de modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación en la que la luz desde la retroiluminación que pasa a través de los huecos en la matriz se dirige dentro de los elementos del modulador interferométrico mediante estructuras reflectoras situadas en la película por encima del sustrato.

La Figura 8E ilustra esquemáticamente otra matriz de modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación en el que la luz desde la retroiluminación que pasa a través de los postes transparentes se dispersa dentro de los elementos del modulador interferométrico mediante centros de dispersión situados en la película por encima del sustrato.

La Figura 9 ilustra esquemáticamente una luz frontal para una matriz de modulador interferométrico que utiliza estructuras reflectoras o dispersoras de la luz fijadas a una cubierta de vidrio de acuerdo con la invención.

La Figura 10 ilustra esquemáticamente una matriz de modulador interferométrico en la que se utiliza el sustrato en sí como una luz frontal.

Las Figuras 11A ilustran esquemáticamente un ejemplo de una matriz de modulador interferométrico en la que el

uso de una iluminación lateral en combinación con centros de dispersión en ángulo se usa para proporcionar luz a los elementos del modulador interferométrico en una matriz.

5 La Figura 11B ilustra esquemáticamente un ejemplo de una matriz de modulador interferométrico en la que se usa una iluminación lateral en combinación con elementos de dispersión en ángulo que se alinean con la dirección de la fuente de luz para proporcionar luz a los elementos del modulador interferométrico.

La Figura 12A ilustra esquemáticamente una matriz de modulador interferométrico que utiliza materiales fosforescentes o fluorescentes para mejorar la escala de colores.

10 La Figura 12B ilustra esquemáticamente una matriz de modulador interferométrico que utiliza materiales fosforescentes o fluorescentes para proporcionar luz a la matriz que incluye un material absorbente de luz sobre la superficie del material fosforescente o fluorescente.

Las Figuras 13A y 13B son diagramas de bloques del sistema que ilustran una realización de un dispositivo de pantalla visual que comprende una pluralidad de moduladores interferométricos.

### **Descripción de ciertas realizaciones**

15 La siguiente descripción detallada se dirige hacia ciertas realizaciones específicas de la invención. Sin embargo, la invención se puede realizar en una multitud de diferentes maneras. En esa descripción, se hace referencia a los dibujos en los que las partes similares se designan con números similares en todas ellas. Cómo será evidente a partir de la siguiente descripción, la invención se puede implementar en cualquier dispositivo que se configure para visualizar una imagen, tanto en movimiento (por ejemplo, video) como fija (por ejemplo, una imagen fija) y tanto de texto como de imágenes. Más particularmente, se contempla que la invención se puede implementar en o asociada con una variedad de dispositivos electrónicos tales como, pero sin limitarse a, teléfonos móviles, dispositivos inalámbricos, asistentes de datos personales (PDA), ordenadores de mano o portátiles, receptores/navegadores GPS, cámaras, reproductores MP3, grabadoras de video, consolas de juego, relojes de muñeca, relojes, calculadoras, monitores de televisión, pantallas de panel plano, monitores de ordenador, pantallas de automoción (por ejemplo, una pantalla de cuentakilómetros, etc.), controles y/o pantallas en la cabina de mando, pantalla de cámaras de visión (por ejemplo pantallas de una cámara de la visión trasera en un vehículo), fotografías electrónicas, vallas publicitarias o de señalización electrónicas, proyectores, estructuras arquitectónicas, embalaje y estructuras estéticas (por ejemplo la visualización de imágenes sobre una pieza de joyería). Los dispositivos MEMS de estructura similar a los descritos en el presente documento se pueden usar también en aplicaciones no de visualización tal como en dispositivos de conmutación electrónica.

30 Se ilustra en la Figura 1 una realización de pantalla de modulador interferométrico que comprende un elemento de visualización MEMS interferométrico. En estos dispositivos, los píxeles están o bien en un estado brillante o en un estado oscuro. En el estado brillante ("on" o "abierto"), el elemento de pantalla refleja una gran parte de la luz visible incidente a un usuario. Cuando está en el estado oscuro ("off" o "cerrado"), el elemento de pantalla refleja poco de la luz visible incidente al usuario. Dependiendo de la realización, las propiedades de reflexión de la luz en los estados "on" y "off" se pueden invertir. Los píxeles del MEMS se pueden configurar para reflejar predominantemente colores seleccionados, permitiendo una pantalla en color además de en blanco y negro.

40 La Figura 1 es una vista isométrica que representa dos píxeles adyacentes en una serie de píxeles de una pantalla de visualización, en la que cada píxel comprende un modulador interferométrico MEMS. En algunas realizaciones, una pantalla de modulador interferométrico comprende una matriz de filas/columnas de estos moduladores interferométricos. Cada modulador interferométrico incluye un par de capas reflectoras posicionadas a una distancia variable y controlable entre sí para formar una cavidad óptica resonante con al menos una dimensión variable. En una realización, una de las capas reflectoras se puede mover entre dos posiciones. En la primera posición, denominada en el presente documento como estado relajado, la capa móvil se sitúa a una distancia relativamente grande de una capa parcialmente reflectora fija. En la segunda posición, la capa móvil se sitúa más próximamente adyacente a la capa parcialmente reflectora. La luz incidente que se refleja de las dos capas interfiere constructiva o destructivamente dependiendo de la posición de la capa reflectora móvil, produciendo o bien un estado global reflector o no reflector para cada píxel.

50 La parte representada de la matriz de píxeles en la Figura 1 incluye dos moduladores interferométricos adyacentes 12a y 12b. En el modulador interferométrico 12a de la izquierda, se ilustra una capa móvil y altamente reflectora 14a en una posición relajada a una distancia predeterminada de una capa parcialmente reflectora fija 16a. En el modulador interferométrico 12b de la derecha, la capa altamente reflectora móvil 14b se ilustra en una posición actuada adyacente a la capa parcialmente reflectora fija 16b.

55 Las capas fijas 16a, 16b son eléctricamente conductoras, parcialmente transparentes y parcialmente reflectoras y se pueden fabricar, por ejemplo, mediante el depósito de una o más capas cada una de cromo y de óxidos de indio-estaño sobre un sustrato transparente 20. Las capas se trazan en bandas paralelas y pueden formar electrodos de fila en un dispositivo de pantalla como se describe adicionalmente a continuación. Las capas móviles 14a, 14b se pueden formar como una serie de bandas paralelas de una capa o capas metálicas depositadas (ortogonales a las filas de electrodos 16a, 16b) depositadas en la parte superior de postes 18 y de un material de interposición de

sacrificio depositado entre los postes 18. Cuando se elimina el material de sacrificio, las capas metálicas deformables están separadas de las capas metálicas fijas por un hueco de aire 19 definido. Se puede usar un material altamente conductor y reflectante tal como el aluminio para las capas deformables y estas bandas pueden formar electrodos de columna en un dispositivo de pantalla.

5 Sin tensión aplicada, permanece la cavidad 19 entre las capas 14a, 16a y la capa deformable está en un estado mecánicamente relajado como se ilustra por el píxel 12a en la Figura 1. Sin embargo, cuando se aplica una diferencia de potencial a una fila y columnas seleccionadas, el condensador formado en la intersección de los electrodos de fila y de columna en el píxel correspondiente se queda cargado y las fuerzas electrostáticas tiran para unir los electrodos. Si la tensión es suficientemente alta, la capa móvil se deforma y es forzada contra la capa fija (se puede depositar un material dieléctrico que no se ilustra en esta Figura sobre la capa fija para impedir el cortocircuito y para el control de la distancia de separación) como se ilustra por el píxel 12b a la derecha de la Figura 1. El comportamiento es el mismo independientemente de la polaridad de la diferencia de potencial aplicada. De esta forma, la actuación de fila/columna que puede controlar los estados del píxel reflector respecto a no reflector es análoga en muchas formas a la usada en LCD convencionales y otras tecnologías de pantalla.

15 Las Figuras 2 a 5B ilustran un proceso y sistema de ejemplo para el uso de una matriz de moduladores interferométricos en una aplicación de pantalla. La Figura 2 es un diagrama de bloques del sistema que ilustra una realización de un dispositivo electrónico que puede incorporar aspectos de la invención. En la realización de ejemplo, el dispositivo electrónico incluye un procesador 21 que puede ser cualquier microprocesador de propósito general de un chip o multi chip tal como un ARM, Pentium®, Pentium II®, Pentium III®, Pentium IV®, Pentium® Pro, un 8051, un MPIS®, un Power PC®, un ALPHA® o cualquier microprocesador de propósito especial tal como un procesador de señal digital, micro controlador o una matriz de puertas programables. Como es convencional en la técnica, el procesador 21 se puede configurar para ejecutar uno o más módulos de software. Además de la ejecución de un sistema operativo, el procesador se puede configurar para ejecutar una o más aplicaciones de software, incluyendo un navegador web, una aplicación de teléfono, un programa de correo electrónico o cualquier otra aplicación de software.

En una realización, el procesador 21 se configura también para comunicar con un controlador de la matriz 22. En una realización, el controlador de la matriz 22 incluye un circuito de accionamiento de filas 24 y un circuito de accionamiento de columnas 26 que proporciona señales a una matriz de píxeles 30. La sección transversal de la matriz ilustrada en la Figura 1 se muestra por las líneas 1-1 en la Figura 2. Para los moduladores interferométricos MEMS, el protocolo de actuación fila/columna puede hacer uso de la propiedad de histéresis de estos dispositivos ilustrada en la Figura 3. Puede ser necesaria, por ejemplo, una diferencia de potencial de 10 voltios para hacer que una capa móvil se deforme desde un estado relajado al estado actuado. Sin embargo, cuando se reduce la tensión desde ese valor, la capa móvil mantiene su estado cuando la tensión cae de nuevo por debajo de los 10 voltios. En la realización de ejemplo de la Figura 3, la capa móvil no se relaja completamente hasta que la tensión cae por debajo de 2 voltios. Hay por lo tanto un intervalo de tensión, de aproximadamente 3 a 7 V en el ejemplo ilustrado en la Figura 3, en el que existe una ventana de tensión aplicada dentro de la que el dispositivo es estable tanto en el estado relajado como en el estado actuado. Esto se denomina en el presente documento como la "ventana de histéresis" o la "ventana de estabilidad". Para una matriz de pantalla que tenga unas características de histéresis de la Figura 3, el protocolo de actuación fila/columna se puede diseñar de modo que durante el impulso estroboscópico en la fila, los píxeles en la fila seleccionada por el impulso estroboscópico que se han de activar se exponen a una diferencia de tensión de aproximadamente 10 voltios y los píxeles que se han de relajar se exponen a una diferencia de tensión cercana a los cero voltios. Después del impulso estroboscópico, los píxeles se exponen a una diferencia de tensión de estado estable de aproximadamente 5 voltios de modo que permanecen estables independientemente del estado en el que el impulso estroboscópico en la fila los haya puesto. Después de haber sido escritos, cada píxel ve una diferencia de potencial dentro de la ventana de estabilidad de 3-7 voltios en este ejemplo. Esta característica hace al diseño de píxeles ilustrado en la Figura 1 estable en las mismas condiciones de tensión aplicada tanto en un estado preexistente actuado como relajado. Dado que cada píxel del modulador interferométrico, tanto en el estado actuado como en el relajado, es esencialmente un condensador formado por las capas reflectoras fija y móvil, este estado estable se puede mantener en una tensión dentro de la ventana de histéresis sin prácticamente disipación de potencia. Esencialmente, no circula corriente dentro del píxel si el potencial aplicado es fijo.

En aplicaciones típicas, se puede crear la trama de pantalla mediante la declaración del conjunto de electrodos de columna de acuerdo con el conjunto deseado de píxeles actuados en la primera fila. Se aplica entonces un pulso de fila a los electrodos de la fila 1, actuando los píxeles que corresponden a las líneas de columna impuestas. El conjunto declarado de electrodos de columna se cambia entonces para corresponder al conjunto deseado de píxeles actuados en la segunda fila. Se aplica entonces un pulso al electrodo de la fila 2, actuando los píxeles apropiados en la fila 2 de acuerdo con los electrodos de columna declarados. Los píxeles de la fila 1 no quedan afectados por el pulso de la fila 2 y permanecen en el estado en el que se fijaron durante el pulso de la fila 1. Esto se puede repetir para la serie completa de filas en una manera secuencial para producir la trama. Generalmente, las tramas se refrescan y/o actualizan con nuevos datos de pantalla mediante la repetición de modo continuo de este proceso algún número deseado de tramas por segundo. Son bien conocidos una amplia variedad de protocolos para el accionamiento de los electrodos de fila y columna de las matrices de píxeles para producir tramas de pantalla y se pueden usar en conjunto con la presente invención.

Las Figuras 4, 5A y 5B ilustran un protocolo de actuación posible para la creación de una trama de pantalla de la matriz 3x3 de la Figura 2. La Figura 4 ilustra un conjunto posible de niveles de tensión de columna y fila que se pueden usar para píxeles que responden a las curvas de histéresis de la Figura 3. En la realización de la Figura 4, la actuación de un píxel involucra el ajuste de la columna apropiada a  $-V_{\text{polarización}}$  y la fila apropiada a  $+\Delta V$ , que puede corresponder a -5 voltios y + 5 voltios respectivamente. La relajación del píxel se lleva a cabo mediante el ajuste de la columna apropiada a  $+V_{\text{polarización}}$  y la fila apropiada al mismo  $+\Delta V$ , produciendo una diferencia de potencial de cero voltios a través del píxel. En aquellas filas en las que la tensión de fila se mantiene a cero voltios, los píxeles son estables cualquiera que fuera el estado en el que estuvieran originalmente, independientemente de si la columna está a  $+V_{\text{polarización}}$  o a menos o  $-V_{\text{polarización}}$ .

La Figura 5B es un diagrama de tiempos que muestra una serie de señales de fila y columna aplicadas a la matriz de 3x3 de la Figura 2 que da como resultado la disposición de pantalla ilustrada en la Figura 5A, en la que los píxeles actuados son no reflectores. Previamente a la escritura de la trama ilustrada en la Figura 5A, los píxeles pueden estar en cualquier estado y en este ejemplo, todas las filas están a 0 voltios y todas las columnas están a +5 voltios. Con estas tensiones aplicadas, todos los píxeles son estables en sus estados actuados o relajados existentes.

En la trama de la Figura 5A, se actúan los píxeles (1,1), (1,2), (2,2), (3,2) y (3,3). Para llevar a cabo esto, durante un "tiempo de línea" para la fila 1, las columnas 1 y 2 se fijan a -5 voltios, y la columna 3 se fija a +5 voltios. Esto no cambia el estado de ningún píxel, porque todos los píxeles permanecen en la ventana de estabilidad de 3-7 voltios. Se da a continuación un impulso estroboscópico a la fila 1 con un pulso que va de 0 hasta 5 voltios y de vuelta a cero. Esto actúa los píxeles (1,1) y (1,2) y relaja el píxel (1,3). No queda afectado ningún otro píxel en la matriz. Para fijar la fila 2 como se desea, se fija la columna 2 en -5 voltios y las columnas 1 y 3 se fijan a +5 voltios. El mismo impulso estroboscópico aplicado a la fila 2 actuará entonces el píxel (2,2) y relajará los píxeles (2,1) y (2,3). De nuevo, ningún otro píxel de la matriz quedará afectado. La fila 3 se fija de modo similar ajustando las columnas 2 y 3 a -5 voltios y la columna 1 a +5 voltios. El impulso estroboscópico a la fila 3 ajusta los píxeles de la fila 3 como se muestra en la Figura 5A. Después de escribir la trama, los potenciales de fila son cero y los potenciales de columna pueden permanecer tanto a +5 como a -5 voltios y la pantalla es estable entonces en la disposición de la Figura 5A. Se apreciará que se puede emplear el mismo procedimiento para matrices de docenas o cientos de filas y columnas. Se apreciará también que los tiempos, secuencias y niveles de tensión usados para realizar la actuación de filas y columnas se pueden variar ampliamente dentro de los principios generales descritos anteriormente y el ejemplo anterior es solamente de ejemplo y se puede usar con la presente invención cualquier procedimiento en la tensión de actuación.

Los detalles de la estructura de los moduladores interferométricos que funcionan de acuerdo con los principios expuestos anteriormente pueden variar ampliamente. Por ejemplo, las Figuras 6A-6C ilustran tres realizaciones diferentes de la estructura de espejo móvil. La Figura 6A es una sección transversal de la realización de la Figura 1, en la que se deposita una banda de material metálico 14 sobre soportes que se extienden ortogonalmente 18. En la Figura 6B, el material reflector móvil 14 se fija a los soportes en las esquinas solamente, sobre ligaduras 32. En la Figura 6C, el material reflector móvil 14 se suspende de una capa deformable 34. Esta realización tiene beneficios porque el diseño estructural y los materiales usados para el material reflector 14 se pueden optimizar con respecto a las propiedades ópticas y el diseño estructural y los materiales usados para la capa deformable 34 se puede optimizar con relación a las propiedades mecánicas deseadas. La producción de varios tipos de dispositivos interferométricos se describe en una variedad de documentos publicados, incluyendo, por ejemplo, la Solicitud de Patente de Estados Unidos publicada 2004/0051929. Se pueden usar una amplia variedad de técnicas bien conocidas para producir las estructuras descritas anteriormente que involucran una serie de etapas de deposición, tramado y grabado del material.

Generalmente, el modulador interferométrico se utiliza en una pantalla de panel plano altamente reflectora, de visión directa. Debido a su alta reflectividad, el modulador interferométrico tiene poca necesidad de iluminación en la mayor parte de las condiciones de luminosidad. El consumidor típico confía en ser capaz de leer pantallas electrónicas en ciertas situaciones en las que hay poca iluminación ambiente. Como resultado, es deseable alguna forma de iluminación para el modulador interferométrico y otros moduladores de luz espaciales puramente reflectores que usan típicamente la iluminación ambiente.

Las técnicas de iluminación desde el lado posterior típicas usadas extensamente con las pantallas de cristal líquido (LCD) no funcionan para moduladores de luz espacial puramente reflectores. Un modulador de luz espacial puramente reflector es aquel a través del que no se puede transmitir la luz desde la parte posterior a la frontal de tal manera que ilumine los elementos del modulador. Es posible dejar huecos entre los elementos de un modulador de luz espacial puramente reflector para permitir la iluminación desde el lado posterior que se traslade a su través y emerja en el frontal del panel, pero la luz no contendrá ninguna información de imagen, dado que la luz no ilumina realmente los elementos, pasando al margen de ellos en su recorrido a través del panel de la pantalla. Por ello, es deseable proporcionar una iluminación dirigida al frontal de los elementos de pantalla reflectores en las pantallas reflectoras.

Como se escribe con más detalle a continuación, varias realizaciones de la invención proporcionan redireccionadores de luz para redirigir la luz desde una fuente de luz situada en varias localizaciones en una pantalla

reflectora de modo que se dirija la luz sobre el frontal de los elementos de la pantalla reflectora en la pantalla reflectora.

#### Luz frontal dirigida

5 En un ejemplo, ilustrado en la Figura 7 que no es el sujeto de la invención reivindicada, se utiliza una luz frontal dirigida en conjunto con una matriz de moduladores interferométricos. Se fija una placa de luz frontal 200 a la superficie frontal 302 del sustrato 300. Aunque la placa de luz frontal 200 se muestra fijada directamente al sustrato 300, en otras realizaciones la placa de luz 200 se puede suspender por encima del sustrato 300 o fijar a una película u otra capa que se superponga al sustrato.

10 Se conecta una fuente de luz 100, tal como un LED, a la placa de luz frontal 200 de modo que la luz 202 emitida por la fuente de luz 100 entre en la placa de luz frontal 200. En la realización ilustrada en la Figura 7, la fuente de luz 100 se conecta a una superficie lateral 304 de la placa de luz frontal 200. La estructura de la placa de luz frontal 200 se optimiza de modo que la luz 202 que pasa desde la fuente de luz 100 dentro de la placa de luz frontal 200 se redirige al interior de los elementos 310 de la matriz. Aunque se representa un único rayo de luz 202 en la Figura 7 y en las figuras posteriores, se debería comprender que la fuente de luz 100 emite un haz de luz que tiene una divergencia dada y rellena por ello completamente la placa de luz frontal 200 con luz. En consecuencia, la luz que se redirige dentro de los elementos 310 consistirá en una pluralidad de haces. Preferentemente, la luz 202 se dirige dentro de los elementos 310 de la matriz en haces tan estrechos como sea posible. Por ello, como se usa en el presente documento, la expresión "luz 202" representa haces de luz que ilustran una de las numerosas trayectorias de luz dentro de esos haces.

20 En un ejemplo, la luz 202 emitida por la fuente de luz 100 se mantiene dentro de la placa de luz frontal 200 mediante la reflexión interna total hasta que la luz 202 hace contacto con las superficies 204, desde las que se refleja a través del sustrato 300 y dentro de los elementos 310. La placa de luz 200 puede comprender un número de ranuras 210 que proporcionan superficies 204 desde la que se puede reflejar la luz 202. Ventajosamente, la luz 202 se puede redirigir dentro de los elementos 310 en un haz estrecho que es sustancialmente perpendicular a la superficie frontal del sustrato 300. Ventajosamente, la mayoría de la luz 202 que se dirige dentro de los elementos 310 se refleja fuera de los elementos 310 y se transmite a través del sustrato 300 y la placa de luz 200 sin quedar significativamente afectado por las ranuras 210.

30 En un ejemplo, los elementos 310 son moduladores interferométricos, los elementos pueden ser otros dispositivos ópticos capaces de reflejar la luz de una longitud de onda deseada. Mediante la dirección de la luz 202 desde la luz frontal 100 directamente dentro de los elementos del modulador interferométrico 310, se aumenta el brillo de la pantalla comparado con el uso solamente de luz ambiente, particularmente en situaciones en las que hay una luz ambiente limitada. Además, esta disposición permite el uso de pantallas en situaciones en las que hay poca o ninguna luz ambiente.

35 En el ejemplo ilustrado en la Figura 7, debido a que la mayoría de la luz 202 se refleja hacia fuera de los elementos del modulador interferométrico 310 en un ángulo sustancialmente perpendicular al sustrato 300 de la superficie frontal, el ángulo de visión es relativamente estrecho. Sin embargo, cambiando la profundidad y espaciado de la ranuras 210 o mediante la utilización de otras estructuras, se puede controlar el ángulo de incidencia de la luz 202 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. Por ejemplo, mediante el cambio del ángulo del lado inclinado 204 de la ranuras ilustradas 210, se puede controlar el ángulo de la luz dirigida dentro del modulador interferométrico. Por ello, se puede controlar el ángulo de visión. Además de la ranuras, un experto en la materia reconocerá que se pueden utilizar otras estructuras en la placa de luz 200 para redirigir la luz desde la fuente de luz 100 dentro de los elementos 310 en el ángulo deseado. Por ejemplo, se pueden incorporar bandas de material reflector dentro de la placa de luz frontal 200 en un ángulo diagonal.

45 Una placa de luz frontal 200 que contenga ranuras 210 se puede construir mediante moldeo por inyección, grabado controlado o mediante otro proceso conocido para los expertos en la técnica. El material para su uso en la placa de luz frontal 200 puede ser cualquier material adecuado transparente o parcialmente transparente tal como plástico o vidrio.

En un ejemplo, las estructuras reflectoras 210 se separan de modo que se dirija la luz a los elementos 310 y no al hueco entre los elementos 320.

50 En otro ejemplo, en lugar de ranuras 210, se pueden colocar líneas de material reflector dentro o sobre la placa de luz frontal 200 para proporcionar redireccionamiento de la luz dentro de los elementos 310.

En un ejemplo, la placa de luz frontal 200 se puede colocar contra el sustrato 300 como se representa en la Figura 7. En otro ejemplo, la placa de luz frontal 200 se puede situar de modo que haya un espacio entre la placa 200 y el sustrato 300.

55 La fuente de luz 100, así como otras fuentes de luz descritas en el presente documento, puede ser cualquier fuente de luz adecuada conocida en la técnica. Ejemplos no limitativos incluyen LED o luces fluorescentes tales como luces fluorescentes compactas frías.

Modulador interferométrico retroiluminado

En otro ejemplo, que no es el sujeto de la invención reivindicada, se usa una retroiluminación para proporcionar luz a una matriz de elementos del modulador interferométrico. El uso de una retroiluminación para mejorar la función de una pantalla de modulador interferométrico puede ser deseable, por ejemplo, en un dispositivo que ya utilice una retroiluminación, tal como un teléfono móvil.

Un ejemplo de un modulador interferométrico que utiliza una retroiluminación se ilustra en la Figura 8A. Se sitúa una retroiluminación 110 en el lado opuesto de una estructura de modulador interferométrico desde el sustrato 300 y se orienta de modo que su superficie emisora de luz 112 sea paralela a y mire hacia el sustrato 300. Se suspende un elemento de espejo 370 por debajo del sustrato 300 mediante postes 400. Debido a que en un ejemplo el elemento de espejo 370 es opaco, la luz no puede viajar desde la retroiluminación 110 directamente dentro de la cavidad del modulador interferométrico 360. Por ello, en este ejemplo los postes 400 se construyen de un material transparente o parcialmente transparente y se sitúa un redireccionador de la luz 410 en el extremo de los postes 400 cercano al sustrato 300. La luz 202 transmitida desde la retroiluminación 110 pasa a través de los postes 400 y es redirigida por el redireccionador de luz 410 dentro de la cavidad 360 de la estructura del modulador interferométrico. La luz 202 se refleja entonces fuera del espejo 370 y finalmente sale de la estructura del modulador interferométrico a través del sustrato 300 en la dirección de un observador 50.

El redireccionador de luz 410 puede incluir una estructura reflectora, estructuras dispersoras de luz tal como una pluralidad de centros de dispersión, material fosforescente o fluorescente o cualquier otra característica adecuada configurada para redirigir la luz. Los postes transparentes 400 se pueden construir de cualquier material transparente o parcialmente transparente adecuado tal como un óxido o polímero transparente y puede ser incoloro o incluir una tinta de color. En un ejemplo ventajoso, los postes 400 son incoloros y transparentes. Los redireccionadores de luz 410 pueden estar incorporados en cualquier posición deseada dentro de los postes transparentes 400 mediante los que la luz se puede dirigir apropiadamente dentro de los moduladores interferométricos.

En el ejemplo ilustrado en la Figura 8A, el redireccionador de luz 410 comprende espejos orientados diagonalmente dispuestos como una pirámide metálica. Se pueden usar también otras estructuras que reflejen la luz dentro de la cavidad 360. Por ejemplo, se podría usar una estructura curvada en el lugar de la pirámide para obtener una reflexión más amplia dentro de la cavidad 360. Alternativamente, una estructura triangular podría proporcionar la reflexión dentro de una cavidad interferométrica simple. El redireccionador de luz 410 se puede realizar mediante cualquier proceso conocido en la técnica. Por ejemplo, se puede construir mediante la formación de un canal con forma de pirámide en la parte superior del poste y posteriormente rellenando el canal con una sustancia reflectora. En un ejemplo, el redireccionador de luz 410 se construye de aluminio. En un ejemplo, el material reflector (por ejemplo, aluminio) se puede depositar como una capa sobre una estructura que tenga la forma deseada. Por ejemplo, se puede crear una forma de pirámide mediante el control del grabado del silicio o molibdeno seguido por una deposición de una capa de aluminio sobre la forma de pirámide.

En un ejemplo alternativo, el redireccionador de luz 410 se sitúa en el sustrato 300 más que en el poste 400 (Figura 8B). En el ejemplo ilustrado en la Figura 8B, los redireccionadores de luz 410 en el sustrato 300 se alinean por encima de los postes 400. En este caso, la luz 202 viaja desde la retroiluminación 110 a través del poste 400 al redireccionador de luz 410 situado en o sobre el sustrato 300 directamente por encima del poste 400. La luz se refleja fuera del redireccionador de luz 410 y de vuelta a la cavidad 360. El redireccionador de luz 410 puede ser, por ejemplo, una ranura en el vidrio 300 que está plateada o rellena con una sustancia reflectora. En otro ejemplo, las ranuras en el sustrato 300 se pueden formar mediante grabado y las superficies de las ranuras se pueden recubrir con un material reflector tal como aluminio. En otro ejemplo, las ranuras se pueden rellenar con polímero que contiene partículas reflectoras o dispersoras. Por ejemplo, el polímero se puede depositar mediante recubrimiento por centrifugado.

En otro ejemplo, los redireccionadores de luz 410 se pueden situar en el sustrato 300 por encima de los huecos 320 entre los elementos individuales del modulador interferométrico 310. La luz 202 desde una retroiluminación 110 se puede pasar entonces a través de huecos muy pequeños 320 hasta los redireccionadores de luz 410, como se ilustra en la Figura 8C. La luz 202 desde la retroiluminación 110 pasa a través de los huecos 320 y se refleja desde los redireccionadores de luz 410 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. Como se ha explicado anteriormente, los redireccionadores de luz 410 pueden ser espejos en diagonal formados mediante la creación de unas ranuras en el sustrato y el relleno de las ranuras con un material reflector. Serán evidentes las formas alternativas de la creación de los redireccionadores de luz 410 para los expertos en la técnica.

En otro ejemplo, los redireccionadores de luz 410 se forman por encima del sustrato 300 (Figura 8D). Por ejemplo, se pueden formar los redireccionadores de luz 410 en una película 500 que se aplica a la superficie del sustrato 300. En un ejemplo la película 500 es un difusor o película antirreflejo. La película 500 se puede localizar sobre el sustrato 300 de modo que los redireccionadores de luz 410 se sitúen directamente por encima de los huecos 320 entre los elementos 310 en la matriz. Como en los ejemplos explicados anteriormente, los redireccionadores de luz 410 pueden ser de cualquier forma y material que sirva para reflejar la luz de vuelta a los elementos del modulador interferométrico 310. En algún ejemplo, los redireccionadores de luz comprenden centros de dispersión o material

fosforescente o fluorescente depositado dentro de la película 500. La película 500 se puede depositar por laminación, recubrimiento por centrifugado o cualquier otro medio adecuado.

5 En un ejemplo alternativo, los redireccionadores de luz 410 se pueden distribuir uniformemente a través de la película 500 con baja densidad. Por ello, por ejemplo con referencia a la Figura 8E, se puede distribuir un polvo de centros de dispersión de luz 325 en toda la película 500. La parte de los centros de distribución de luz 325 situados por encima de hueco 320 o postes 400 pueden redirigir la luz 202 desde la retroiluminación 110 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. Sin embargo, debido a que el polvo 325 se distribuye finamente en la película 500, no interferirá significativamente con la iluminación ambiente de los moduladores interferométricos 310.

10 En cada uno de los ejemplos que utilizan una retroiluminación descritos anteriormente, se puede manipular la naturaleza de los redireccionadores de luz 410 para conseguir un resultado deseado, tal como mediante el cambio del ángulo de los espejos en diagonal o mediante la utilización de una superficie curvada en lugar de un espejo recto. Por ejemplo, la forma de una superficie reflectora se puede modificar para producir un haz de luz reflejado más estrecho o más ancho. Una estructura reflectora que produce un haz reflejado más ancho se puede utilizar en situaciones en las que es necesario un ángulo de visión más amplio, mientras que se puede usar una estructura con un haz reflejado más estrecho en una situación en la que sea deseable el máximo brillo desde un ángulo de visión más limitado.

15 Además, en cada uno de los ejemplos se puede situar preferentemente un material absorbente por encima de los redireccionadores de luz para formar una máscara negra por encima. Tal máscara impediría que se refleje la luz ambiente desde los redireccionadores de luz 410 de vuelta hacia el observador 50, lo que podría disminuir el contraste.

#### Iluminación frontal remota a través de las características del vidrio de cubierta

25 En muchas aplicaciones de pantalla, se inserta un vidrio o plástico de cubierta por encima de la pantalla para proteger la pantalla (por ejemplo, el plástico superficial sobre la pantalla de un teléfono móvil). La Figura 9 representa una realización en la que los redireccionadores de luz 610 se pueden localizar sobre una cubierta 600 para proporcionar la iluminación de las pantallas receptoras. Existe un hueco de aire 602 entre la cubierta 600 y el sustrato 300 de la pantalla. La luz 202 de una fuente de luz 100 se dirige dentro de hueco 602 y sobre la superficie inferior 604 de la cubierta 600. Los redireccionadores de luz 610 en o sobre la cubierta 600 se utilizan para redirigir la luz 202 desde la fuente de luz 100 dentro del sustrato 300 y dentro de los elementos del modulador interferométrico 310 localizados sobre sustrato 300. En esta forma, la mayoría de la luz 202 de la fuente de luz 100 entra en los elementos 310 en un ángulo agudo más que en un ángulo llano. La luz que entra y sale de los elementos del modulador interferométrico 310 en un ángulo agudo hacen que la luz 202 con la información de la pantalla se dirija a lo largo de una línea de visión del observador típica —perpendicular a la pantalla—. En la realización ilustrada, debido a que la mayoría de la luz se refleja hacia fuera de los elementos del modulador interferométrico en un ángulo estrecho, el ángulo de visión es relativamente estrecho. Por ello, el brillo de la pantalla caerá rápidamente con ángulos de visión más grandes, reduciendo la observación del efecto de desplazamiento de color, que se puede observar típicamente desde los elementos del modulador interferométrico desde una visión fuera de ángulo.

35 Los redireccionadores de luz 610 pueden ser estructuras receptoras, centros de dispersión, material fluorescente o fosforescente o cualquier otro redireccionador de luz adecuado. La forma de los redireccionadores de luz de estructura reflectora se puede seleccionar para dirigir la luz 202 en la forma deseada. Las características estructurales pueden ser reflectoras o pueden servir como centros de dispersión difusores que dispersan la luz en todas las direcciones, incluyendo dentro de los elementos del modulador interferométrico. Mediante el cambio de la forma y profundidad de las características, se puede ajustar la reflexión. Por ejemplo, una estructura diagonal dirigirá la luz 202 dentro de los elementos 310 a lo largo de un haz estrecho como se ha explicado anteriormente. Sin embargo, si se utiliza una estructura con una superficie curvada (no mostrada), dará como resultado un haz reflejado más ancho. Puede ser deseable un haz más ancho, por ejemplo, para conseguir un ángulo de visión más amplio. Sin embargo, puede ser deseable estrechar el ángulo de dispersión del haz para limitar la observación del desplazamiento de color con un ángulo fuera de ángulo. Por ello, en una realización, el ángulo de dispersión se optimiza mediante el ajuste de la forma de los redireccionadores de luz 610 para proporcionar un equilibrio óptimo entre el ángulo de visión y la baja observación del desplazamiento de color. Un experto en la técnica comprenderá fácilmente el tipo de estructura para producir la reflexión deseada para una situación dada.

40 Los redireccionadores de luz 610 se pueden formar sobre la cubierta 600 mediante la aplicación de una película o recubrimiento que comprende los redireccionadores de luz 610 a la superficie inferior 604 de la cubierta 600. Por ello, los redireccionadores de luz 610 se pueden disponer dentro de un laminado sobre la cubierta 600. En una realización, los redireccionadores de luz 610 se pueden grabar sobre la parte inferior de la cubierta 600 tal como mediante el uso de fotolitografía para trazar y grabar características sobre la cubierta 600. Las características pueden incluir proyecciones, como las ilustradas en la Figura 9 o depresiones tales como las ranuras descritas anteriormente grabadas dentro de la superficie inferior 604 de la cubierta 600. En una realización, los redireccionadores de luz 610 se separan de modo que la luz 202 desde la fuente de luz 100 se dirige preferentemente a los elementos 310 y no al hueco 320 entre los elementos 310. En otras realizaciones, los

redireccionadores de luz 610 se distribuyen uniformemente sobre la cubierta 600. Los redireccionadores de luz 610 se pueda formar también dentro de la cubierta 600 mediante la formación de ranuras en la cubierta 600 tal como se ha descrito anteriormente y añadir una capa de material para rellenar las ranuras y protegerlas de la suciedad y los residuos. En esta forma, los redireccionadores de luz 610 (por ejemplo ranuras) se pueden situar cerca de la superficie inferior 604 de la cubierta 600.

La luz 202 desde la fuente de luz 100 se dirige para que incida sobre la superficie inferior 604 de la cubierta 600. Por ello, la fuente de luz 100 se puede situar entre el sustrato 300 y la cubierta 600 como se ilustra en la Figura 9. Alternativamente, la fuente de luz 100 se puede situar en el lateral del sustrato 300 o en el lado y por debajo del sustrato 300, siempre que la luz 202 continúe incidiendo sobre la parte inferior de la cubierta 600.

Preferentemente, la luz 202 se dirige dentro de los elementos 310 de la matriz en un haz tan estrecho como sea posible. De nuevo, mediante la dirección de la luz 202 desde la fuente de luz 100 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310 en un ángulo sustancialmente perpendicular, la luz 202 con información de la pantalla se dirigirá a lo largo de una línea de visión típica del observador —perpendicular a la pantalla—. Adicionalmente, un ángulo de dispersión estrecho para el haz disminuye la observación del desplazamiento de color dentro de un ángulo fuera de ángulo.

#### Sustrato como luz frontal

En otros ejemplos, el sustrato transparente 300 en sí mismo se utiliza como una luz frontal. Una realización particular de esta configuración se ilustra en la Figura 10. Se fija una fuente de luz 100, tal como un LED, a un lateral 304 del sustrato 300. La luz 202 desde la fuente de luz 100 entra en el sustrato 300 a través del lateral 304 y está contenida dentro del sustrato 300 como resultado de una reflexión interna total. Se sitúa una película 500 sobre la superficie frontal 302 del sustrato 300. Se ajusta el índice de refracción de la película 500 al del sustrato 300 de modo que la luz 202 se pueda trasladar dentro de la película 500 sin reflexión desde la interfaz entre la película 500 y el sustrato 300. La película 500 contiene ranuras 520 en la superficie 502 opuesta al sustrato 300. En la película 500, la luz encuentra las ranuras 520, que proporcionan superficies para la reflexión interna que dirigen la luz 202 hacia abajo a través del sustrato 300 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. Como se ha explicado anteriormente, con relación a la placa frontal ranurada, la forma, profundidad y separación de las ranuras 520 se puede ajustar para conseguir el ángulo de dispersión deseado de los haces de luz 202 y por ello el cono deseado de reflexión. En esta forma, se puede ajustar el ángulo de visión según sea necesario para una aplicación particular. En otros ejemplos, la película 500 puede comprender centros de dispersión o material fluorescente o fosforescente para redirigir la luz 202. La película 500 se puede depositar mediante laminación, recubrimiento por centrifugado o cualquier otra técnica adecuada.

En algunos ejemplos, se coloca una segunda película 700 sobre la primera película 500. En una realización, la segunda película 700 tiene un índice de refracción que es menor que el índice de refracción de la primera película 500 para proporcionar superficies receptoras internas para la reflexión de la luz dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. En un ejemplo ventajoso, el índice de refracción de la segunda película 700 es próximo al índice de refracción del aire. La segunda película 700 protege la primera película 500 y en particular las ranuras 520, por ejemplo manteniendo la suciedad y los residuos fuera de las ranuras 520.

Un ejemplo alternativo que usa el sustrato 300 como luz frontal comprende la sustitución de las ranuras 520 por un material fosforescente o fluorescente. En este ejemplo, la luz se redirige a través de la absorción y re-emisión por estos materiales. En un caso típico, la fuente de luz 100 es un LED azul/UV y el sustancia fosforescente absorberá la luz en esta longitud de onda y re-emitará luz verde o blanca.

#### Iluminación lateral con centros de dispersión

Los centros de dispersión se pueden usar para redirigir la luz recibida desde una fuente de luz situada en el lateral de una matriz de modulador interferométrico dentro de los elementos del modulador interferométrico. Los centros de dispersión dispersan la luz incidente en múltiples direcciones. Estos centros pueden comprender partículas, tal como unas partículas metálicas, con superficies desiguales. En el ejemplo lustrado en la Figura 11A los centros de dispersión 800 se sitúan en una película 500 que se fija a la superficie frontal 302 del sustrato 300. La película se puede fijar al sustrato 300 mediante laminación, recubrimiento por centrifugado, o cualquier otro procedimiento adecuado.

La luz 202 desde una fuente de luz lateral 100, tal como un LED, se dirige a lo largo de un recorrido que es oblicuo a los elementos del modulador interferométrico e incide en los centros de dispersión 800. Desde los centros de dispersión 800, la luz 202 se dispersa en múltiples direcciones. Las dispersiones múltiples desde los múltiples centros de dispersión 800 aumentan la amplia distribución de la dirección de la luz emitida desde la película 500. Algo de la luz 202 se dirige a través del sustrato 300 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310.

En un ejemplo alternativo, las partículas de dispersión 800 tienen una forma adecuada para distribuir preferentemente la luz en una dirección específica. Tales partículas se pueden alinear con relación a la dirección de la fuente de luz 100 y los elementos del modulador interferométrico 310, de modo que tal luz desde la fuente de luz 100 se dirija preferentemente dentro de los elementos del modulador interferométrico 310 como se ilustra en la

Figura 11B. Sin embargo, no es necesario dirigir toda la luz desde la fuente de la luz dentro de los elementos. Por el contrario, es suficiente cambiar la dirección de parte de la luz desde la fuente de luz 100 de modo que entre en los elementos 310.

5 En algunos ejemplos, los centros de dispersión en ángulo 800 se sitúan dentro de la película 500. Por ejemplo, se pueden incorporar virutas o partículas metálicas en la película 500. En otros ejemplos, se incorporan características superficiales en la película 500 que hacen que la luz y que incide en las características se disperse. En un ejemplo las características superficiales son áreas rayadas que hacen que la luz se disperse. En otros ejemplos las características superficiales son estructuras geométricas que producen la dispersión de la luz.

10 Los centros de dispersión alineados 800 en la Figura 11B se pueden construir mediante la laminación de capas sucesivas de material con el material de dispersión depositado entre cada capa. El material por capas se puede cortar entonces en un ángulo deseado para formar una delgada pieza de material que tiene el material de dispersión formado dentro de bandas orientadas en el ángulo deseado. El material delgado se puede laminar a continuación dentro del sustrato 300.

15 Alternativamente, se puede usar material reflector o material fluorescente o fosforescente como redireccionadores de luz en lugar de centros de dispersión.

#### Escala de color mejorada

20 Como se ha explicado en las diversas realizaciones y ejemplos anteriores, los redireccionadores de luz pueden incluir material fosforescente o fluorescente. Tal material absorbe la luz incidente y reemite a continuación la luz en una frecuencia diferente. Esta característica se puede usar para mejorar la escala de color de la luz proporcionada a una pantalla reflectora.

25 Como se ilustra en la Figura 12A, un material fosforescente o material fluorescente 630 que emite una longitud de onda de luz particular se puede situar sobre la superficie frontal 302 del sustrato 300. El material fosforescente o fluorescente 630 se excita por la luz de la fuente de luz 100. Aunque la fuente de luz ilustrada 100 se configura como una luz lateral, se puede proporcionar una fuente de luz en cualquier posición de modo que la luz sea capaz de excitar el material fosforescente o fluorescente 630. Por ejemplo, se puede usar una fuente de luz 103 que proporciona luz 202 directamente dentro del sustrato 300. El material fosforescente o fluorescente 630 absorbe energía de la luz 202 y emite a continuación luz de una longitud de onda particular 210 dentro de los elementos del modulador interferométrico 310. En general, la luz 202 desde el material fosforescente o fluorescente 630 se emite con un espectro de longitudes de onda más estrecho que la luz 202 de la fuente de luz 100, dando un mayor control de la longitud de onda de la luz que se refleja desde el modulador interferométrico al observador 50 y por ello un mejor control del color.

35 El material fosforescente o fluorescente 630 se selecciona para emitir luz de una longitud de onda deseada. El material puede combinar una sustancia fosforescente o fluorescente única o puede comprender una combinación de dos o más sustancias fosforescentes, sustancias fluorescentes o una mezcla de sustancias fosforescentes y sustancias fluorescentes. En una realización, el material comprende tres materiales diferentes que emiten en tres longitudes de onda diferentes. Por ejemplo, el material fosforescente 630 puede comprender tres o más sustancias fosforescentes para proporcionar luz roja, verde y azul en líneas estrechas. Las sustancias fluorescentes o sustancias fosforescentes particulares a usar se pueden seleccionar por un experto en la materia en base a la aplicación deseada. Son bien conocidos en la técnica una amplia variedad de sustancias fosforescentes y sustancias fluorescentes, que incluyen los emisores de luz visible roja, verde y azul, y están disponibles comercialmente, por ejemplo en Global Trade Alliance, Inc. (Scottsdale, AZ).

40 Además, la fuente de luz 100 se selecciona preferentemente para proporcionar suficiente excitación de las sustancias fosforescentes o fluorescentes en el material 630 de forma que se emita la luz de la deseada longitud de onda. En una realización la fuente de luz 100 es una luz visible. En otra realización, la fuente de luz 100 es una fuente de radiación ultravioleta. En una realización, la fuente de luz 100 es un diodo emisor de luz (LED). Preferentemente el LED es un LED azul. En una realización particular el LED emite luz con una longitud de onda de entre aproximadamente 300 y aproximadamente 400 nm.

45 El material fosforescente y/o fluorescente 630 se puede aplicar a la superficie de un sustrato 300 mediante la incorporación en una película 500 que se fija a la superficie del sustrato como se ilustra. En otras realizaciones, el material fosforescente se fija directamente a una superficie del sustrato, bien en la superficie superior o bien en la inferior del sustrato, o se incorpora en el sustrato en sí. Las sustancias fluorescentes o fosforescentes se pueden incorporar en un sustrato de vidrio o película mediante flotación del material en el material del vidrio o película durante la fabricación. Como se ha descrito anteriormente, se pueden aplicar las películas al sustrato por medio de una laminación o de un recubrimiento por centrifugado. Los expertos en la técnica apreciarán otros procedimientos para la incorporación de sustancias fluorescentes o fosforescentes dentro de una pantalla.

55 Un experto en la técnica reconocerá que el material 630 se puede elegir para proporcionar asimismo una iluminación de una longitud de onda amplia. Por ello, en algunas realizaciones el material 630 se usa para proporcionar la iluminación necesaria para iluminar una pantalla en unas condiciones de luz ambiente oscura o muy baja. En una

realización particular, la fuente de luz 103 usada para excitar el material de una sustancia fosforescente 630 se acopla directamente al sustrato 300 como se ilustra en la Figura 12A. En un caso típico la fuente de luz 100/103 es un LED azul/UV y el material de la sustancia fosforescente 630 absorberá la luz de esta longitud de onda y re-emitirá luz blanca. En otra realización alternativa más, la iluminación suplementaria es el resultado del recubrimiento del interior de las paredes de la carcasa de la pantalla con el material de la sustancia fosforescente 630. La carcasa de la pantalla (no mostrada) mantiene el sustrato 300 y los elementos del modulador interferométrico 310 asociados. En esta realización la fuente de luz 100 se dirige hacia las paredes de la carcasa de la pantalla más que hacia el frontal de la pantalla.

En otra realización ilustrada en la Figura 12B, se puede aplicar un recubrimiento absorbente de la luz 640 a una parte de la superficie del material fosforescente y/o fluorescente 630. Por ejemplo, el recubrimiento 640 se puede aplicar preferentemente a los laterales del material fosforescente y/o fluorescente 630 opuestos a la fuente de luz 100. El recubrimiento 640 puede absorber la luz 202 emitida por la fuente de luz 100 y/o la luz 210 emitida por el material fosforescente y/o fluorescente 630. La absorción de la luz por el recubrimiento 640 da como resultado una iluminación más direccional de los elementos del modulador interferométrico 310, mejorando de ese modo el contraste. Por ejemplo, a diferencia de emitir luz en todas las direcciones, el material 630 con el recubrimiento 640 sólo puede emitir luz hacia los elementos del modulador interferométrico 310 porque el recubrimiento 640 absorberá la luz emitida desde el material 630 en otras direcciones.

La escala de color se puede mejorar también mediante el uso de iluminación en líneas de LED. En esta realización, se utiliza una fuente de luz que emite una línea estrecha de longitud de onda o longitudes de ondas de luz particulares. Debido a que está limitada la longitud de onda de la luz que entra en la estructura del modulador interferométrico se mejora la escala de color. Además, se minimizan los cambios en el color con el ángulo de visión (desplazamiento en el ángulo de visión). En una realización la fuente de luz es un LED que emite luz roja, verde y azul en líneas estrechas.

Se puede usar una fuente de luz que emite longitudes de ondas de luz definidas en conjunto con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento para dirigir la luz desde una fuente de luz frontal dentro de la estructura del modulador interferométrico. Por ejemplo, se puede usar un LED que emite luz de una longitud de onda o longitudes de onda particulares como la fuente de luz 100 en las estructuras ilustradas en las Figuras 7, 9 y 12 descritas anteriormente.

Las Figuras 13A y 13B son diagramas de bloque del sistema que ilustran una realización de un dispositivo de pantalla 2040. El dispositivo de pantalla 2040 puede ser, por ejemplo, un teléfono celular o móvil. Sin embargo, los mismos componentes del dispositivo de pantalla 2040 o ligeras variaciones de los mismos son también ilustrativos de varios tipos de dispositivos de pantalla tales como televisiones y reproductores portátiles.

El dispositivo de pantalla 2040 incluye una carcasa 2041, una pantalla 2030, una antena 2043, un altavoz 2045, un dispositivo de entrada 2048 y un micrófono 2046. La carcasa 2041 se forma generalmente con cualquiera de una variedad de procesos de fabricación como es bien conocido para los expertos en la técnica, incluyendo el modelado por inyección y la formación en vacío. Además, la carcasa 2041 puede estar hecha de cualquiera de una variedad de materiales, incluyendo pero sin limitarse a, plástico, metal, vidrio, goma y cerámica o una combinación de los mismos. En una realización la carcasa 2041 incluye partes extraíbles (no mostradas) que se pueden intercambiar con otras partes extraíbles de diferente color, o que contienen diferentes logos, imágenes o símbolos.

La pantalla 2030 del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 puede ser cualquiera de una variedad de pantallas, incluyendo pantallas biestables, como se ha descrito en el presente documento. En otras realizaciones, la pantalla 2030 incluye una pantalla de panel plano, tal como plasma, EL, OLED, STN LCD o TFT LCD como se ha descrito anteriormente o una pantalla de panel no plano, tal como un CRT u otro dispositivo de tubo, como es bien conocido por los expertos en la técnica. Sin embargo, para la finalidad de descripción de la presente realización, la pantalla 2030 incluye un la pantalla de modulador interferométrico, como se describe en el presente documento.

Los componentes de una realización del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 se ilustran esquemáticamente en la Figura 13B. El dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 ilustrado incluye una carcasa 2041 y puede incluir componentes adicionales al menos parcialmente encerrados en ella. Por ejemplo, en una realización, el dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 incluye una interfaz de red 2027 que incluye una antena 2043 que se conecta a un transceptor 2047. El transceptor 2047 se conecta al procesador 2021, que se conecta al hardware de acondicionamiento 2052. El hardware de acondicionamiento 2052 se puede configurar para acondicionar una señal (por ejemplo filtrar una señal). El hardware de acondicionamiento 2052 se conecta a un altavoz 2045 y a un micrófono 2046. El procesador 2021 se conecta también a un dispositivo de entrada 2048 y a un controlador del accionamiento 2029. El controlador del accionamiento 2029 se conecta a una memoria intermedia de la trama 2028 y al accionamiento de la matriz 2022, que a su vez se conecta a una matriz de la pantalla 2030. Una fuente de alimentación 2050 proporciona la alimentación a todos los componentes según se requiera por el diseño particular del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040.

La interfaz de red 2027 incluye la antena 2043 y el transceptor 2047 de modo que el dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 pueda comunicar con uno o más dispositivos en una red. En una realización la interfaz de red 2027

- 5 puede tener también algunas capacidades de procesamiento para liberar requerimientos del procesador 2021. La antena 2043 es una antena conocida para los expertos en la técnica para la transmisión y recepción de señales. En una realización, la antena transmite y recibe señales de RF de acuerdo con la norma IEEE 802.11, que incluye IEEE 802.11 (a), (b) o (g). En otra realización, la antena transmite y recibe señales de RF de acuerdo con la norma BLUETOOTH. En el caso de un teléfono móvil, la antena se diseña para recibir señales CDMA, GSM, AMPS u otras conocidas que se usan para comunicarse dentro de una red inalámbrica de teléfonos móviles. El transceptor 2047 preprocesa las señales recibidas desde la antena 2043 de modo que se puedan recibir por y manipular adicionalmente por el procesador 2021. El transceptor 2047 procesa también las señales recibidas del procesador 2021 de modo que se puedan transmitir desde el dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 a través de la antena 2043.
- 10 En una realización alternativa, el transceptor 2047 se puede sustituir por un receptor. En otra realización alternativa más, la interfaz de red 2027 se puede sustituir por una fuente de imagen, que puede almacenar o generar datos de imagen para enviarlos al procesador 2021. Por ejemplo, la fuente de imagen puede ser un disco de video digital (DVD) o una unidad de disco duro que contiene datos de imagen o un módulo de software que genera datos de imagen.
- 15 El procesador 2021 controla generalmente el funcionamiento global del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040. El procesador 2021 recibe datos, tal como datos de imagen comprimidos desde la interfaz de red 2027 o una fuente de imagen y procesa los datos en datos de imagen en bruto o dentro de un formato que se procesa fácilmente en datos de imagen en bruto. El procesador 2021 envía entonces los datos procesados al controlador del accionamiento 2029 o a la memoria intermedia de la trama 2028 para su almacenamiento. Los datos en bruto se refieren típicamente a la información que identifica las características de imagen en cada localización dentro de una imagen. Por ejemplo, tales características de imagen pueden incluir el color, la saturación y el nivel en escala de grises.
- 20 En una realización, el procesador 2021 incluye un micro controlador, CPU, o unidad lógica para controlar el funcionamiento del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040. El hardware de acondicionamiento 2052 incluye generalmente amplificadores y filtros para la transmisión de señales al altavoz 2045 y para la recepción de señales desde el micrófono 2046. El hardware de acondicionamiento 2052 puede consistir en componentes discretos dentro del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040 o puede estar incorporado dentro del procesador 2021 o de otros componentes.
- 25 El controlador del accionamiento 2029 toma los datos de imagen en bruto generados por el procesador 2021 o bien directamente desde el procesador 2021 o bien desde la memoria intermedia de la trama 2028 y reformatea los datos de imagen en bruto apropiadamente para una transmisión de alta velocidad al accionamiento de la matriz 2022. Específicamente, el controlador del accionamiento 2029 reformatea los datos de imagen en bruto en un flujo de datos que tiene un formato similar a un barrido, de forma que tiene un orden en el tiempo adecuado para su escaneado a través de la matriz de la pantalla 2030. Entonces el controlador del accionamiento 2029 envía la información formateada al accionamiento de la matriz 2022. Aunque se asocia a menudo un controlador del accionamiento 2029, tal como un controlador de LCD, con el procesador del sistema 2021 como un circuito integrado (IC) separado, tales controladores se pueden implementar en muchas maneras. Se pueden integrar en el procesador 2021 como hardware, integrar en el procesador 2021 como software o integrar totalmente en hardware con el accionamiento de la matriz 2022.
- 30 Típicamente, el accionamiento de la matriz 2022 recibe la información formateada desde el controlador del accionamiento 2029 y reformatea los datos de video en un conjunto paralelo de formas de onda que se aplican muchas veces por segundo a los cientos y algunas veces miles de terminales que salen desde la matriz de píxeles x-y de la pantalla.
- 35 En una realización, el controlador del accionamiento 2029, el accionamiento de la matriz 2022 y la matriz de la pantalla 2030 son apropiados para cualquiera de los tipos de pantallas descritos en el presente documento. Por ejemplo, en una realización, el controlador del accionamiento 2029 es un controlador de pantalla convencional o un controlador de pantalla biestable (por ejemplo, un controlador de modulador interferométrico). En otra realización, el accionamiento de la matriz 2022 es un accionamiento convencional o un accionamiento de pantalla biestable (por ejemplo, una pantalla de un modulador interferométrico). En una realización, un controlador del accionamiento 2029 está integrado con el accionamiento de la matriz 2022. Tal realización es común en sistemas altamente integrados tales como los teléfonos celulares, relojes y otras pantallas de pequeña área. En otra realización más, la matriz de pantalla 2030 es una matriz de pantalla típica o una matriz de pantalla biestable (por ejemplo una pantalla que incluye una matriz de moduladores interferométricos).
- 40 El dispositivo de entrada 2048 permite a un usuario controlar el funcionamiento del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040. En una realización, el dispositivo de entrada 2048 incluye un teclado, tal como un teclado QWERTY o un teclado telefónico, un botón, un interruptor, una pantalla sensible al tacto, una membrana sensible a la presión o al calor. En una realización, el micrófono 2046 es un dispositivo de entrada para el dispositivo de pantalla de ejemplo 2040. Cuando el micrófono 2046 se usa para introducir datos al dispositivo, se pueden proporcionar comandos de voz por parte de un usuario para el control de las operaciones del dispositivo de pantalla de ejemplo 2040.
- 45 La fuente de alimentación 2050 puede incluir una variedad de dispositivos de almacenamiento de energía como es
- 50
- 55

5 bien conocido en la técnica. Por ejemplo, en una realización, la fuente de alimentación 2050 es una batería recargable, tal como una batería de níquel-cadmio o una batería de ion de litio. En otra realización, la fuente de alimentación 2050 es una fuente de energía renovable, un condensador o una célula solar, incluyendo una célula solar plástica y una célula solar tintada. En otra realización, la fuente de alimentación 2050 se configura para recibir alimentación desde un enchufe de pared.

10 En algunas implementaciones la programabilidad del control reside, como se ha descrito anteriormente, en un controlador del accionamiento que se puede situar en varios lugares en el sistema de pantalla electrónica. En algunos casos la programabilidad del control reside en el accionamiento de la matriz 2022. Los expertos en la técnica reconocerán que la optimización anteriormente descrita se puede implementar en cualquier número de componentes de hardware y/o software y en varias configuraciones.

15 Aunque la invención precedente se ha descrito en términos de ciertas realizaciones, serán evidentes otras realizaciones para los expertos normales en la técnica. Adicionalmente, serán evidentes para los expertos en la técnica otras combinaciones, omisiones, sustituciones y modificaciones, a la vista de la divulgación del presente documento.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de pantalla reflectora, que comprende:
  - medios (300) para proporcionar soporte;
  - medios (310) para modular la luz de modo interferométrico soportado por dichos medios para proporcionar soporte; y
  - medios (600) para cubrir dichos medios de soporte y dichos medios de modulación (300), situados dichos medios de cobertura (600) con relación a dichos medios de soporte (300) de forma que haya un hueco de aire (602) entre ellos, comprendiendo dichos medios de cobertura (600) una primera superficie que mira a dichos medios de soporte (300), incluyendo dichos medios de cobertura (600) medios para el redireccionamiento de la luz (610), localizados dichos medios de redireccionamiento de la luz (610) sobre la primera superficie y configurados para redirigir al menos una parte de la luz dirigida hacia la primera superficie a través del hueco de aire (602) sobre dichos medios de soporte (300).
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que dichos medios de soporte comprenden un sustrato (300).
3. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en el que dichos medios de modulación comprenden una pluralidad de moduladores interferométricos (310).
4. El aparato de la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que dichos medios de cobertura comprenden una cubierta (600).
5. El aparato de la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, en el que dichos medios de redireccionamiento de la luz comprenden redireccionadores de luz (610).
6. El aparato de la reivindicación 5, en el que dichos medios de soporte (300) tienen una segunda superficie que mira a la primera superficie y dichos medios de modulación (310) se disponen sobre una tercera superficie de los medios de soporte (300) opuesta a la segunda superficie.
7. El aparato de la reivindicación 6, en el que dicho hueco (602) está entre dichas primera y segunda superficies.
8. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que dichos redireccionadores de luz (610) son al menos parcialmente superficies reflectoras.
9. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que dichos redireccionadores de luz (610) incluyen centros de dispersión.
10. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que dichos redireccionadores de luz (610) incluyen material fluorescente o fosforescente que absorbe dicha luz incidente y emite dicha luz redirigida en una longitud de onda diferente a la de dicha luz incidente.
11. El aparato de la reivindicación 10, en el que dicha luz incidente (202) tiene una longitud de onda que no es visible para un ojo humano.
12. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que dichos redireccionadores de luz (610) comprenden ranuras en la primera superficie de dichos medios de cobertura (600).
13. El aparato de la reivindicación 12, que comprende además un material de relleno en dichas ranuras.
14. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que dichos redireccionadores de luz (610) se disponen dentro de un laminado que se dispone sobre la primera superficie de dichos medios de cobertura (600).
15. El aparato de la reivindicación 7, que comprende además una fuente de luz (100) situada entre planos definidos por dicha primera superficie y dicha segunda superficie, en la que dicha fuente de luz (100) proporciona dicha luz (202) dirigida hacia la primera superficie a través del hueco de aire (602).
16. El aparato de la reivindicación 5 ó 7, en el que los redireccionadores de luz (610) se disponen dentro de una película o recubrimiento sobre la primera superficie de dichos medios de cobertura (600).
17. Un procedimiento de fabricación de una pantalla reflectora, que comprende:
  - el posicionamiento de la pluralidad de moduladores interferométricos (310) sobre una primera superficie de un sustrato (300); la formación de una pluralidad de redireccionadores de luz (610) en o sobre una cubierta (600), teniendo la cubierta una segunda superficie, estando formados los redireccionadores de luz (610) sobre la segunda superficie; y
  - el posicionamiento de la cubierta (600) de modo que exista un hueco de aire (602) entre la segunda superficie y una tercera superficie sobre el sustrato (300) opuesta a la primera superficie, configurados los redireccionadores de luz (610) para redirigir al menos una parte de la luz dirigida hacia la segunda superficie a través del hueco de aire (602).

18. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que dichos redireccionadores de luz (610) son al menos parcialmente superficies reflectoras.
19. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que dichos redireccionadores de luz (610) incluyen centros de dispersión.
- 5 20. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que dichos redireccionadores de luz (610) incluyen material fluorescente o fosforescente que absorbe dicha luz incidente y emite dicha luz dirigida en una longitud de onda diferente de la de dicha luz incidente.
21. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que dichos redireccionadores de luz (610) comprenden ranuras en la segunda superficie de dicha cobertura (600).
- 10 22. El procedimiento de la reivindicación 17, que comprende el rellenado de dichas ranuras con una capa de material.
23. El procedimiento de la reivindicación 17, en el que dichos redireccionadores de luz (610) se disponen dentro de un laminado que se dispone sobre la segunda superficie de dicha cobertura (600).
- 15 24. El procedimiento de la reivindicación 17, que comprende la aplicación de una cobertura o película que comprende dichos redireccionadores de luz (610) sobre la segunda superficie de dicha cobertura (600).
25. El aparato de la Reivindicación 1, que comprende además:
- un procesador que está en comunicación eléctrica con dichos medios de modulación (310), estando configurado dicho procesador para procesar datos de imagen;
  - un dispositivo de memoria en comunicación eléctrica con dicho procesador.
- 20 26. El aparato de la Reivindicación 25, que comprende además un circuito de accionamiento configurado para enviar al menos una señal a dichos medios de modulación.
27. El aparato de la Reivindicación 26, que comprende además un controlador configurado para enviar al menos una parte de dichos datos de imagen a dicho circuito de accionamiento.
- 25 28. El aparato de la Reivindicación 25, que comprende además un módulo de fuente de imagen configurado para enviar dichos datos de imagen a dicho procesador.
29. El aparato de la Reivindicación 28, en el que dicho módulo de fuente de imagen comprende al menos uno de entre un receptor, transceptor y transmisor.
30. El aparato de la Reivindicación 25, que comprende además un dispositivo de entrada configurado para recibir datos de entrada y para comunicar dichos datos de entrada a dicho procesador.
- 30 31. Una pantalla reflectora producida mediante el proceso de cualquiera de las reivindicaciones 17-24.

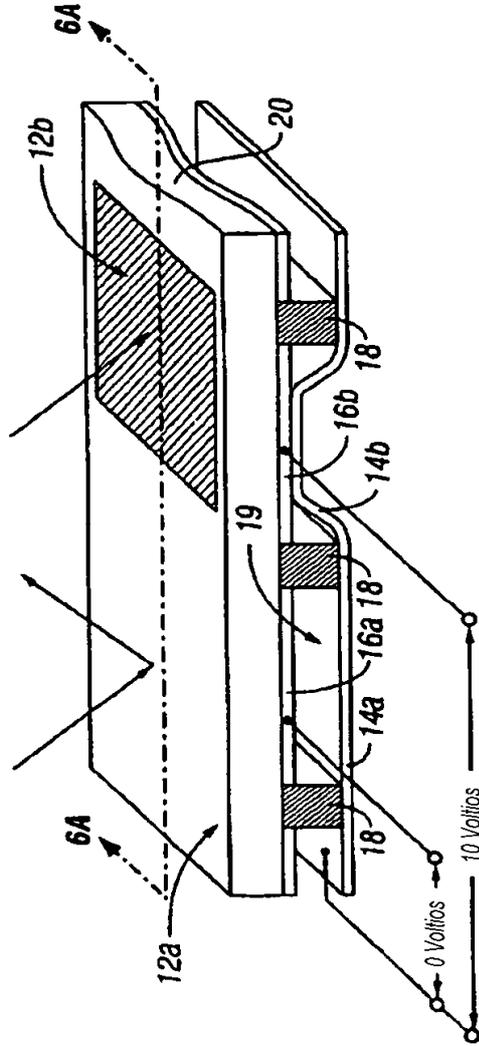
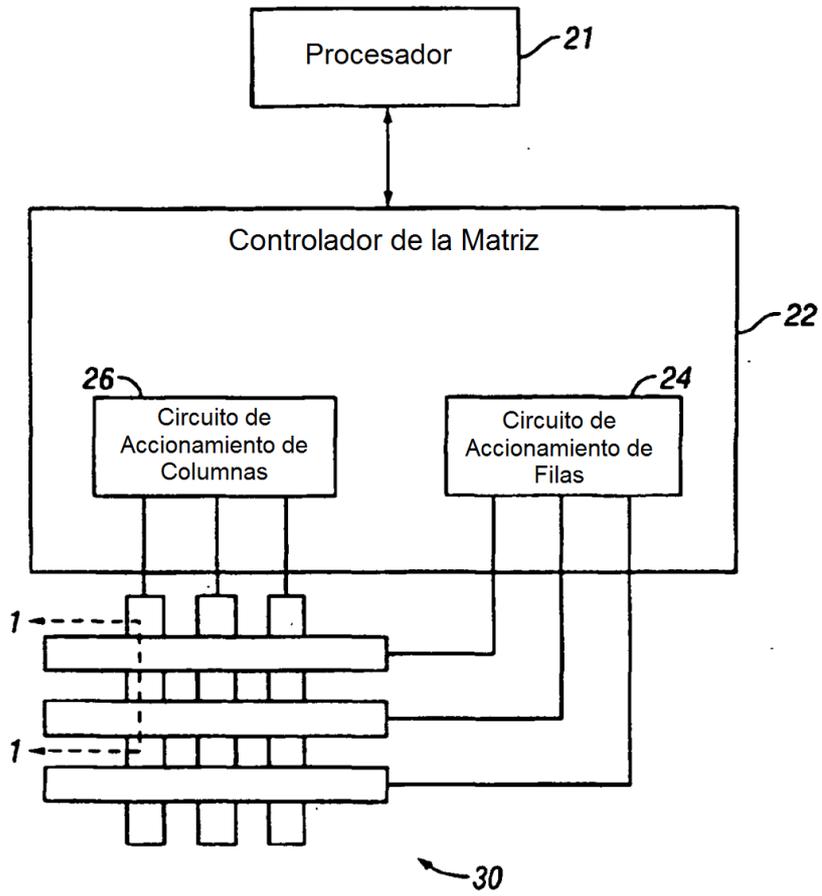


FIG. 1



**FIG. 2**

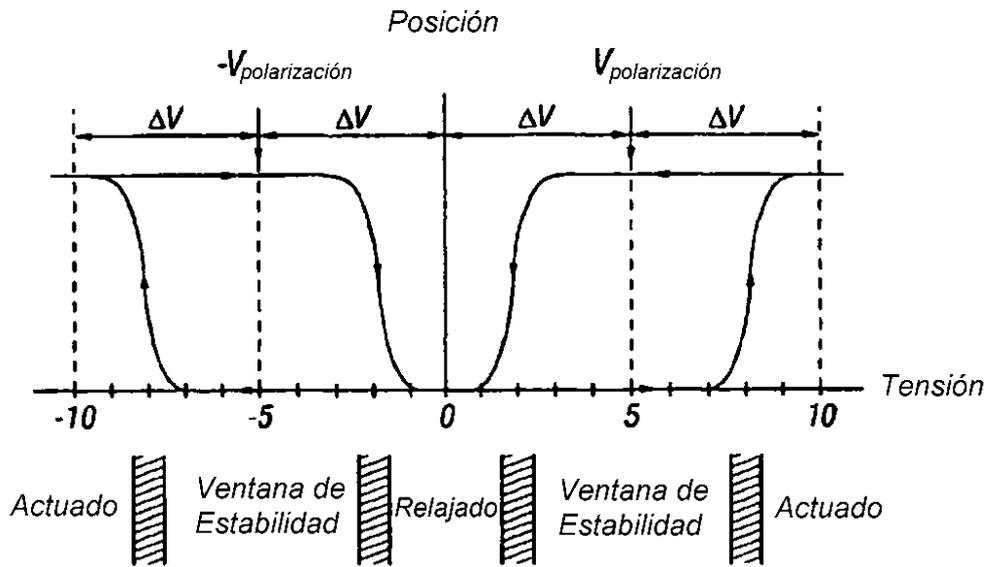


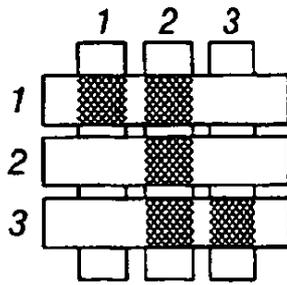
FIG. 3

Señales de Salida a Columna

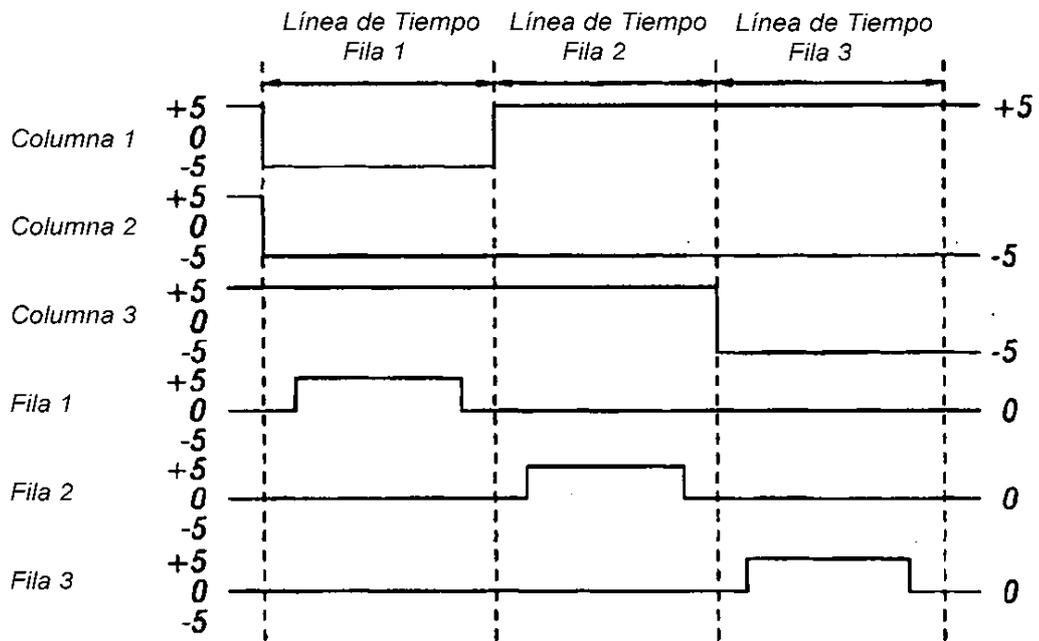
	+V	-V
0	Estable	Estable
+ $\Delta V$	Relajar	Actuar
- $\Delta V$	Actuar	Relajar

Señales de Salida a Filas

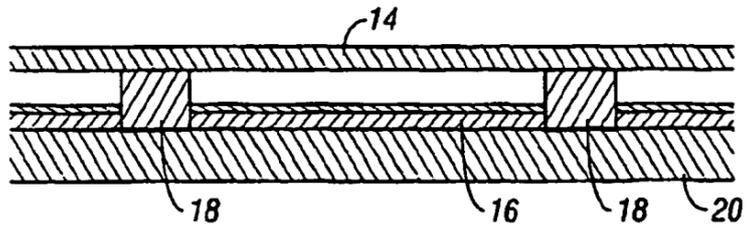
FIG. 4



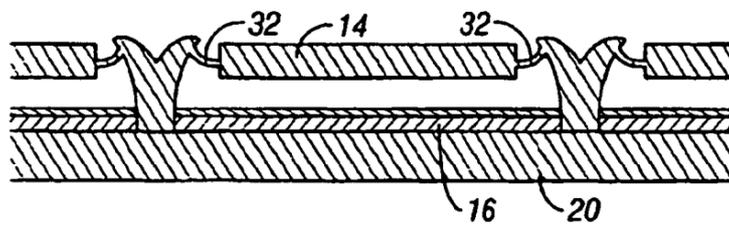
**FIG. 5A**



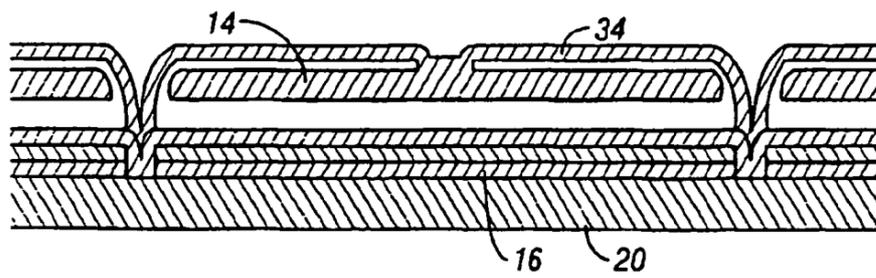
**FIG. 5B**



**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 6C**

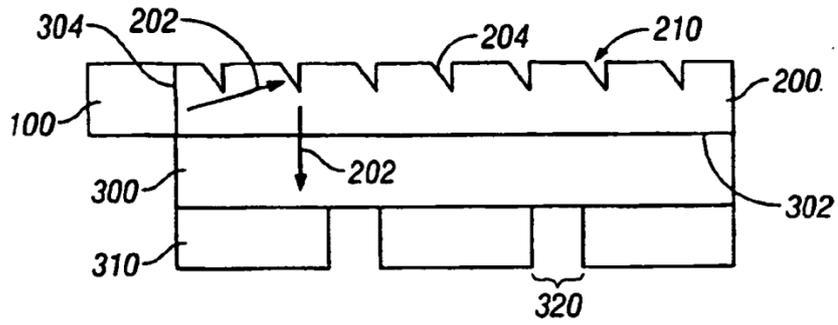


FIG. 7

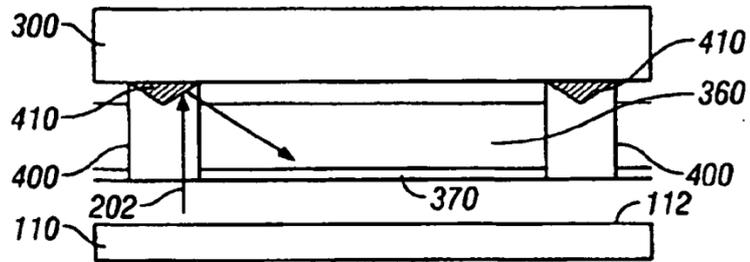


FIG. 8A

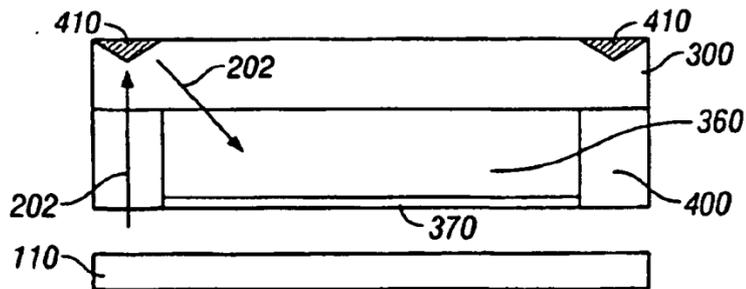


FIG. 8B

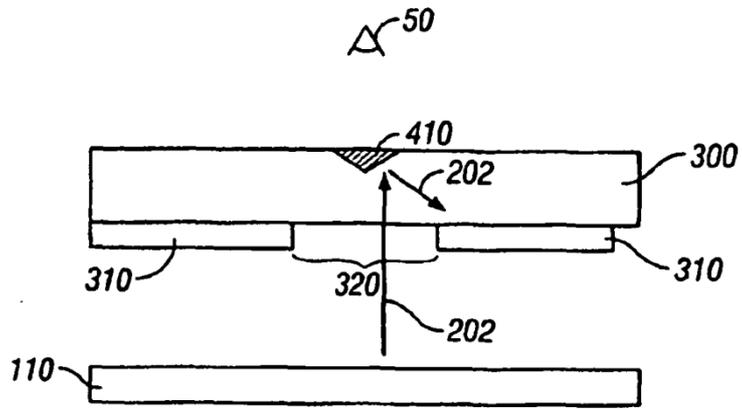


FIG. 8C

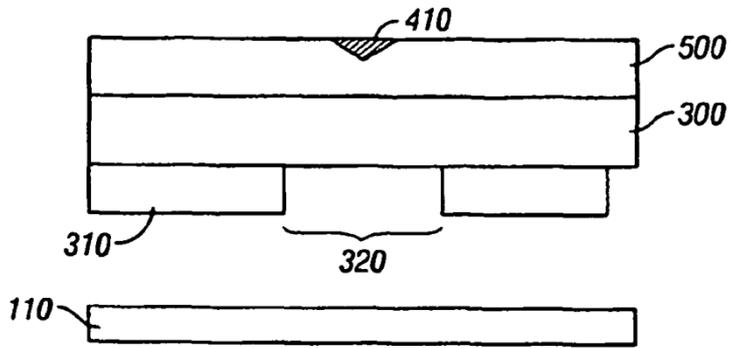


FIG. 8D

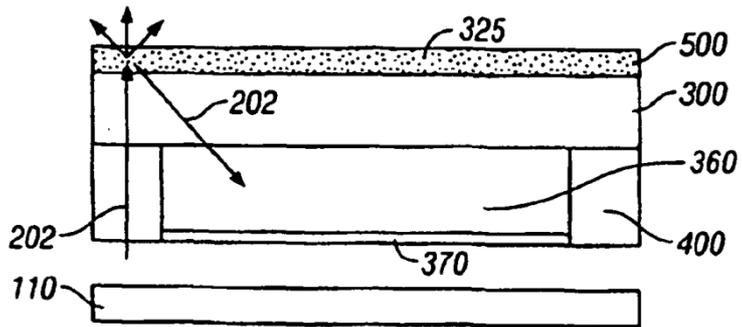


FIG. 8E

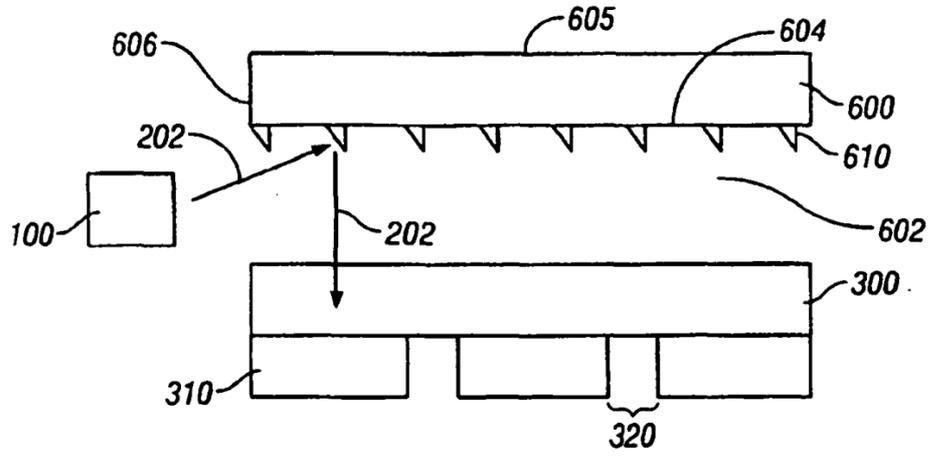


FIG. 9

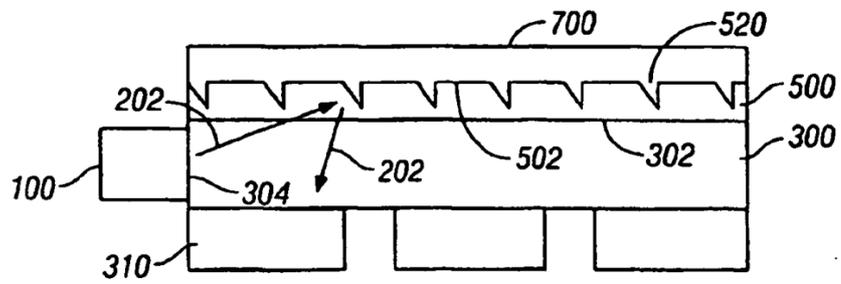


FIG. 10

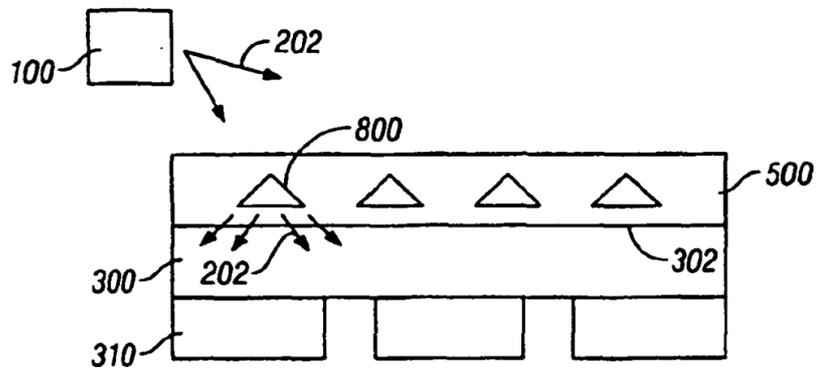


FIG. 11A

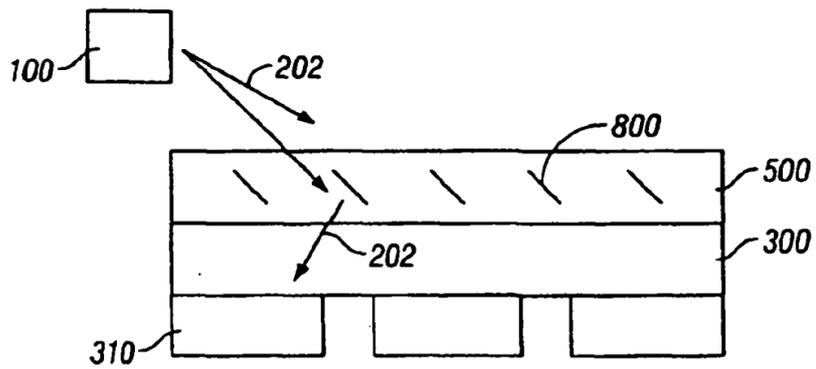


FIG. 11B

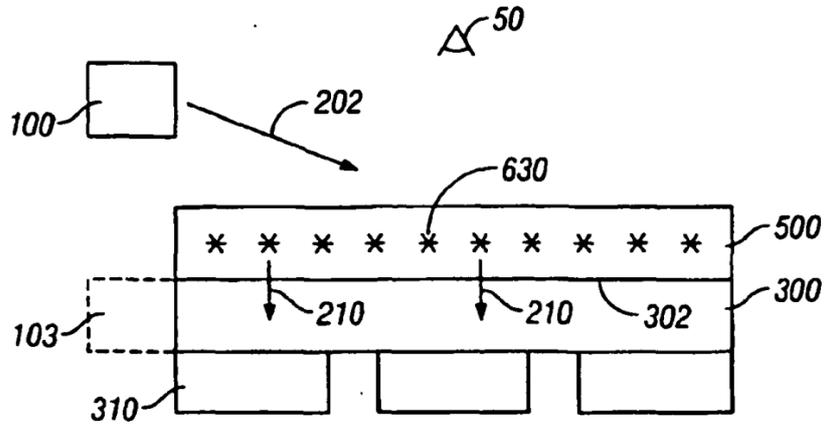


FIG. 12A

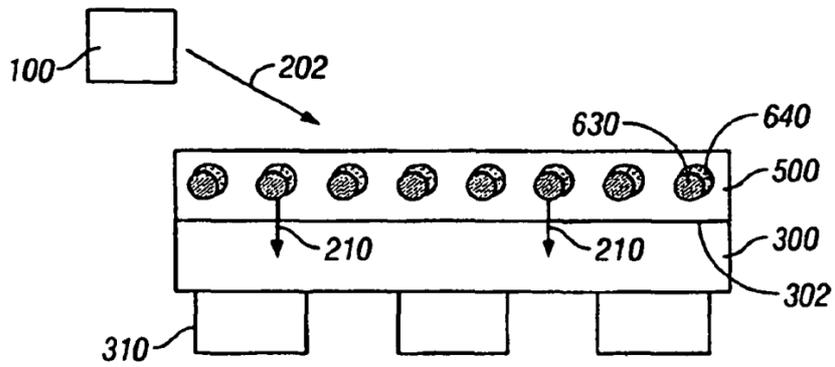


FIG. 12B

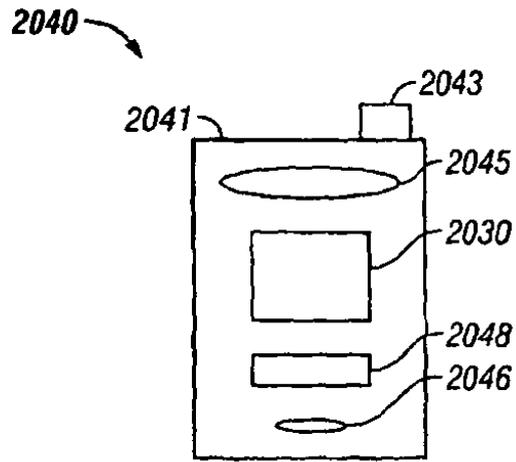


FIG. 13A

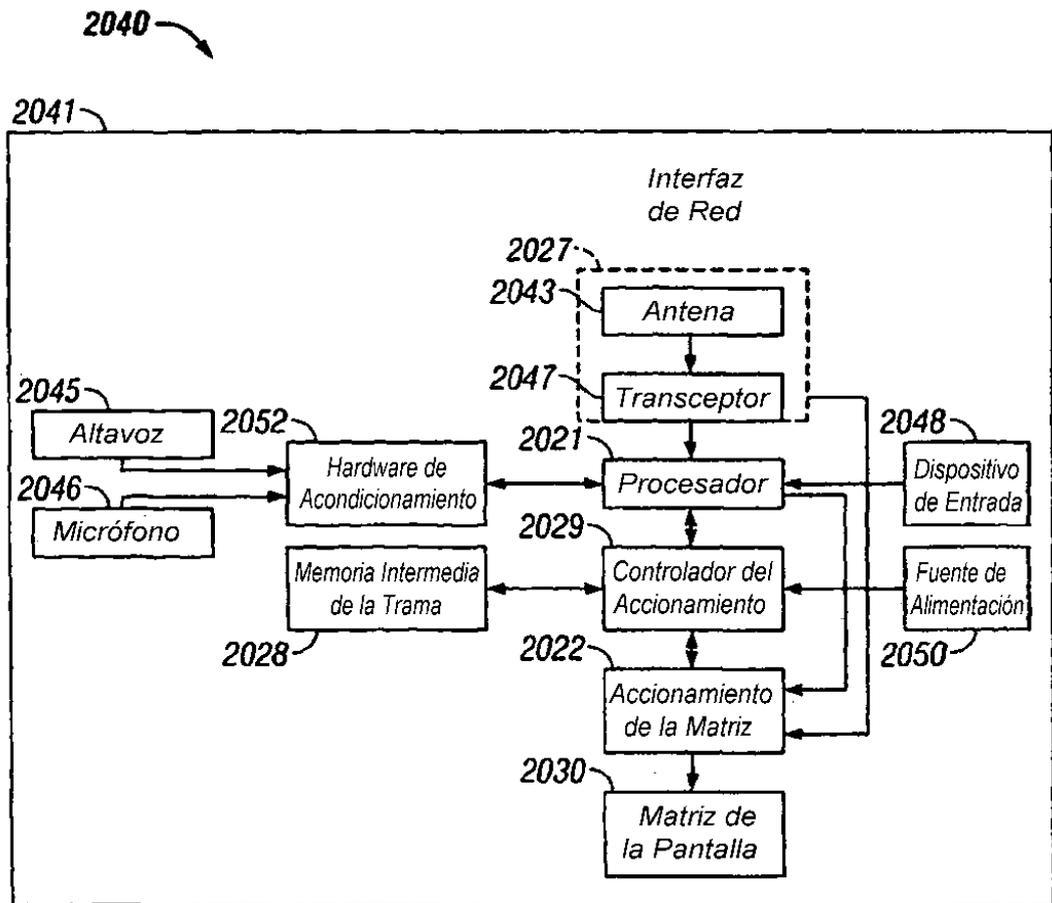


FIG. 13B