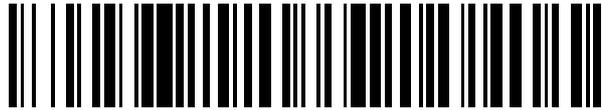


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 459 342**

51 Int. Cl.:

G06F 3/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2007 E 07795667 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2033076**

54 Título: **Procedimiento de excitación por anchura de impulsos usando múltiples impulsos**

30 Prioridad:

02.06.2006 US 803752 P

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

09.05.2014

73 Titular/es:

**COMPOUND PHOTONICS LIMITED (100.0%)
66-68 Gunpowder House, Great Suffolk Street
London SE1 0BL, GB**

72 Inventor/es:

**SACHS, JONATHAN A.;
SANFORD, JAMES L. y
GOETZ, HOWARD V.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 459 342 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

Procedimiento de excitación por anchura de impulsos usando múltiples impulsos

Antecedentes

5 Los procedimientos anteriores para modular las características de rotación de polarización (y, así, la transmisión óptica neta) de una micropantalla de cristal líquido en un sistema de visualización por proyección usan la electrónica integrada en el dispositivo de visualización para controlar directamente las tensiones en los elementos de píxel. En estas micropantallas, el cristal líquido nemático, tipo de CL más comúnmente usado, responde a los valores de RMS (media cuadrática) de las tensiones de los píxeles. Para lograr un control de la escala de grises de estos dispositivos de visualización es necesario modular las tensiones de los píxeles individuales. Generalmente, hay dos enfoques para implementar esta modulación: analógico o digital.

10 Los procedimientos de modulación analógica se usaron comúnmente con las micropantallas anteriores. Sin embargo, son poco apropiados para dispositivos de visualización de densidad muy alta debido al pequeño tamaño del píxel y a la dificultad de almacenar tensiones analógicas precisas. Esta dificultad se traduce a menudo en rendimientos deficientes del dispositivo y en la falta de uniformidad de los píxeles. Por esto, la industria de las micropantallas usa de forma creciente procedimientos de modulación digital.

15 La modulación digital adopta habitualmente la forma de modulación en la anchura de los impulsos PWM o bien de modulación del factor de trabajo DFM. Los esquemas de PWM implican la aplicación de un impulso de tensión al LCD que es de amplitud fija y anchura variable, oscilando normalmente la anchura entre 0 y el periodo entero de la trama, correspondiente al nivel de grises de 0 al fondo de escala. Los esquemas de PWM pueden producir resultados excelentes de la escala de grises y son inherentemente monótonos e independientes de los instantes de encendido y apagado del CL. Sin embargo, son muy complejos de implementar en sistemas reales de visualización, requieren cantidades significativas de memoria de sistema que tienen tasas de transmisión de datos muy elevadas y pueden requerir un gran número de registros de datos en el píxel si se usan para una operación secuencial de color. Los procedimientos alternos para lograr la PWM pueden reducir la complejidad de los circuitos de los píxeles, pero a costa de requerir tasas de transmisión de datos sumamente elevadas. En la práctica, los esquemas de PWM son generalmente demasiado difíciles o caros para ser usados en micropantallas y no se encuentran de forma generalizada.

20 Los esquemas de DFM son la forma de modulación digital de CL usada de manera más generalizada. En la DFM, se aplican al CL impulsos de tensión de amplitud fija para cada bit del nivel de grises. Dependiendo del nivel particular de gris que haya de representarse, hay normalmente varios impulsos de tensión para excitar un píxel durante el tiempo de la trama. Puede haber hasta la mitad de impulsos que la cantidad de bits de niveles de gris, correspondiendo las anchuras de los impulsos individuales a los coeficientes de ponderación binarios de los bits individuales. Según implica el nombre, en la DFM las duraciones aditivas totales de los impulsos divididas por el tiempo total de la trama determinan el factor de trabajo de la tensión. El problema de este esquema es que no tiene en cuenta los tiempos finitos de subida y de caída del CL y, en particular, el hecho de que los tiempos de subida y de caída son a menudo diferentes entre sí. Esto hace que la RMS de la tensión real difiera del factor teórico de trabajo calculado solamente a partir de la tensión. De mayor gravedad es que este error dependa de cuántos conjuntos hay de bordes de subida y caída y, así, de cuántos impulsos hay, lo que cambia drásticamente en función del nivel de gris deseado. El resultado es que los esquemas de DFM generalmente no son monótonos en varios niveles de gris, lo cual es un problema grave. Se han desarrollado varios esquemas para intentar corregir este comportamiento no monótono. Ninguno de estos esquemas es plenamente satisfactorio y la mayoría requieren incrementos sustanciales en el coste, en la complejidad y en la tasa de transmisión de datos.

25 El documento US2002/047824 da a conocer un fotomodulador ferroeléctrico espacial de cristal líquido excitado con subtramas ya sea con un esquema analógico (cambia la intensidad de la fuente lumínica), un esquema digital (modulación en la anchura de los impulsos), o una combinación de los mismos. Un periodo de supresión de señales separa cada subtrama para que pueda apagarse por completo un cristal líquido antes de las subtramas subsiguientes. Así se mantiene la linealidad (monotonía) de la escala de grises.

30 El documento US2004/0196524 da a conocer un sistema fotomodulador espacial de formación secuencial de imágenes de colores, que tiene fotomoduladores espaciales de direccionamiento óptico y eléctrico para presentar una imagen holográfica.

35 El documento US2003/0103046 da a conocer un procedimiento de excitación por modulación en la anchura de impulsos que implica el encendido de píxeles durante la porción fraccionaria continua de la trama temporal (es decir, la trama comprende un solo impulso continuo) según la escala de grises que ha de representarse. Esta técnica de pseudomodulación en la anchura de los impulsos reduce los requisitos de ancho de banda y de memoria, así como la complejidad de los circuitos.

40 El documento US2006/0033692 da a conocer un procedimiento de direccionamiento de múltiples líneas de excitación de un dispositivo de visualización de CL de matriz pasiva que supera los problemas de parpadeo que

ocurren cuando se excita con una modulación en la anchura de impulsos continuos. La modulación en la anchura de los impulsos se divide en subtramas; es decir, el procedimiento combina la técnica convencional de modulación en la anchura de los impulsos y la técnica de modulación del factor de trabajo.

5 Una solicitud del solicitante, titulada "An optically addressed gray scale electric charge accumulating spatial light modulator", solicitud provisional estadounidense nº 60/803.747, aborda varios de los problemas de la DFM. Sin embargo, se requieren velocidades muy rápidas de conmutación y de iluminación pulsante del CL. En muchos sistemas de visualización no son posibles las velocidades muy rápidas de conmutación y de iluminación pulsante del CL. Existe la necesidad de un procedimiento de excitación del CL que sea menos complicado que la PWM pero supere el comportamiento no monótono de la mayoría de los procedimientos de excitación de la DFM y no requiera tiempos de respuesta del CL sumamente rápidos.

Sumario

La invención es según se define en las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones preferentes.

A continuación se detallan con mayor particularidad aspectos de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un cronograma que muestra dos periodos de anchura de impulsos con periodos sin impulsos entre ellos y al comienzo de la trama durante el cual la capa de cristal líquido de un dispositivo de visualización está privada de alimentación.

20 La Figura 2 es un cronograma similar al de la Figura 1, pero que muestra la temporización de los datos de electrodo del pixel actualizados fila por fila en unas tramas primera y segunda.

La Figura 3 es un cronograma similar al de la Figura 1, pero que además muestra impulsos de iluminación modulados por anchura de impulso, limitados a solo cuatro anchuras únicas de impulso, pero que permiten una escala de grises de 512:1.

25 La Figura 4 es un cronograma similar al de la Figura 3, pero que muestra alternativamente impulsos de iluminación modulados por niveles/amplitud de iluminación.

La Figura 5 es un diagrama de un fotomodulador espacial de direccionamiento óptico de la técnica anterior que incluye una capa de material electroóptico y una capa de material semiconductor fotosensible.

30 La Figura 6 es un diagrama simplificado de bloques de un sistema fotomodulador espacial de direccionamiento óptico en el que se realiza una modulación digital para lograr una emisión de luz caracterizada por una respuesta de una escala de grises sustancialmente monótona.

La Figura 7 es un diagrama de flujo que esboza las etapas del procedimiento según una realización ejemplar de la invención.

Descripción detallada

35 En muchos sistemas de visualización, los procedimientos de excitación digital están reemplazando a los esquemas de excitación analógica. Se da a conocer un nuevo procedimiento de excitación digital que es aplicable particularmente a sistemas de visualización de matriz digital activa usando tecnología de cristal líquido (CL). El nuevo procedimiento de excitación digital codifica los datos del pixel en dos o más impulsos modulados en la anchura de los impulsos. Los impulsos son separados electrónicamente en el tiempo para permitir el apagado del CL. Incluso en casos en los que hay una diferencia significativa en los tiempos de respuesta de subida del CL y de caída del CL, la separación de los impulsos proporciona un comportamiento electroóptico monótono que no sería posible con los procedimientos más simples de excitación de modulación del factor de trabajo DFM. La modulación en anchura de múltiples impulsos MPWM permite que la tasa de transmisión de datos de la electrónica del sistema de visualización se reduzca significativamente con respecto a los sistemas de modulación en anchura de impulso único PWM. Para reducir más el ancho de banda, pueden usarse potencias de iluminación menores con porciones ponderadas inferiores de los impulsos de excitación que las usadas con las porciones ponderadas superiores de los impulsos de excitación. La variación en el nivel de iluminación incidente puede lograrse haciendo pulsante la iluminación con una anchura variable o variando la amplitud en el tiempo, o mediante una combinación de ambos procedimientos.

50 En la modulación de fotoválvulas digitales, la modulación de anchura de impulso simple daría el mejor resultado, pero generalmente es demasiado compleja de implementar. La modulación del factor de trabajo es más simple, pero sus implementaciones de la técnica anterior a menudo dan resultados deficientes. En lo que sigue, se presenta una variación detallada de la modulación en la anchura de los impulsos que funciona casi tan bien como la modulación de anchura de impulso simple pero que es de dificultad intermedia. Un concepto importante que subyace a esta invención es la modulación de la válvula de escritura con dos impulsos de anchura variable en vez de con uno (como en la modulación de anchura de impulso simple). Mientras los dos impulsos estén separados en el tiempo por al menos el tiempo de respuesta del CL, puede hacerse que el resultado sea aproximadamente igual de bueno que el de la PWM simple, pero requiriendo para lograrlo únicamente aproximadamente 1/4 de la lógica y del ancho de banda. Las realizaciones de la invención abarcan varias técnicas que también implican modular en el tiempo y/o la

amplitud la luz de escritura, lo que simplifica adicionalmente la implementación y mejora el rendimiento. Según se apreciará por la descripción que sigue, hay una familia de opciones posibles para la manera en que los bits de información de la escala de grises (usándose en lo que sigue 10 bits como ejemplo no limitante) han de dividirse entre los impulsos (usándose en lo que sigue dos impulsos como ejemplo no limitante) y para la manera en que se gestionaría la iluminación.

Si el tiempo de respuesta del CL es significativamente menor que el periodo de trama, puede asignarse alguna porción del tiempo de la trama a encender y apagar el CL sin reducir significativamente el brillo del dispositivo de visualización. En tal caso, este tiempo puede ser utilizado para separar dos (o más) impulsos modulados en la anchura de los impulsos, de modo que el CL se apague completamente entre los impulsos. Apagar completamente el CL entre los impulsos garantiza que las características de subida y caída de los impulsos no puedan solaparse y no puedan interferirse mutuamente. Esto, a su vez, garantiza que su influencia en la modulación de la célula tenga una independencia mutua completa, lo cual es una condición necesaria para la modulación en una escala de grises monótona. Este modo de modulación también hace mucho más fácil compensar los errores del ciclo de trabajo causados por los bordes de subida y caída, dado que (en el caso de los dos impulsos y para niveles de gris por encima de cero) siempre habrá al menos un par de bordes de subida/caída y, como mucho, 2 pares. Esto se contrapone al caso de 10 impulsos en el que puede haber solo 1 par y hasta 10. Dividir la PWM total para la trama en dos (o más) impulsos modulados en la anchura de los impulsos puede reducir sustancialmente la memoria y la tasa de transmisión de datos en el sistema de visualización en comparación con la PWM de un solo impulso.

Como ejemplo, supóngase que se desea una excitación con un nivel de grises de 10 bits. Para la MPWM que use diez bits de nivel de grises, los datos se dividen en grupos primero y segundo de 5 bits cada uno, con una posición de inicio temporal común de referencia entre los dos grupos. Cada grupo de 5 bits puede ser decodificado en 31 bits y en instantes relacionados en el periodo de la trama. El número total de bits decodificados es 62. Sin embargo, dividir los 10 bits de datos en dos impulsos separados de datos de 5 bits y dividir el impulso de datos de 5 bits en dos grupos de 2 y 3 instantes de inicio/fin cada uno permite que el número de instantes codificados de inicio/fin de impulso se reduzca a 22: 11 puntos temporales para cada impulso de datos de 5 bits. Esto reduce los requisitos de memoria del sistema de visualización y el ancho de banda o la tasa de transmisión de datos entre el controlador del dispositivo de visualización y el dispositivo de visualización en un factor de aproximadamente 3 en este ejemplo.

Con el uso de impulsos modulados en la anchura de múltiples impulsos, pueden reducirse la tasa de transmisión de datos de la memoria, la cantidad de memoria del sistema y el número de registros de datos del circuito en el píxel. El número necesario de registros de datos del circuito del píxel es una función de la codificación de los datos, del ancho de banda del controlador de visualización al dispositivo de visualización, del formato de visualización y de varios requisitos adicionales del sistema. El factor de reducción de 3 es muy importante para la realización de un sistema de visualización económico.

También debería hacerse notar que la palabra de datos de 10 bits puede dividirse en un impulso de 4 bits y un impulso de 6 bits. La cantidad de memoria es la misma que para dos impulsos de 5 bits; 22 instantes de inicio/fin de impulso. La palabra de datos de diez bits puede separarse en dos impulsos de 3 bits y un impulso de 4 bits para aún menos datos (17 instantes de inicio/fin de impulso). Sin embargo, esto requeriría una respuesta del CL más rápida o reduciría el tiempo total del impulso y la correspondiente iluminación. Asimismo, la palabra de datos de 10 bits puede ser separada en dos impulsos de 3 bits y dos impulsos de 2 bits para 16 instantes de inicio/fin de impulso. Además, la palabra de datos de 10 bits puede separarse en cinco impulsos de 2 bits para solo 15 instantes de inicio/fin de impulso. Lo anterior no es una lista completa de combinaciones de múltiples impulsos. Son posibles otras combinaciones de impulsos.

Con dos o tres impulsos modulados en la anchura de los impulsos por trama, no es preciso que la respuesta del CL sea tan rápida como se requeriría para un procedimiento de excitación de DFM monótona. Debido a la reducción en el número de impulsos, podría acomodarse una respuesta del CL más lenta.

Debido a la necesidad de un comportamiento monótono, los impulsos modulados en la anchura de los impulsos precisan ser separados, permitiendo el apagado del CL. Con dos impulsos modulados en la anchura de los impulsos, hay dos conjuntos de tiempos de subida y de caída que afectan a la respuesta de la escala de grises. Aunque puede que la respuesta no sea lineal si los tiempos de subida y de caída son diferentes, la respuesta será monótona.

En la Figura 1, el cronograma 100 representa una MPWM que tiene dos impulsos dentro de un periodo de trama de visualización. Se da por sentado que la iluminación es constante. El periodo 101 de la trama de visualización consiste en un periodo 102 con una primera anchura de impulsos, un periodo 103 con una segunda anchura de impulsos, un primer periodo 104 sin impulsos y un segundo periodo 105 sin impulsos. Un periodo 102 con una primera anchura de impulsos y un periodo 103 con una segunda anchura de impulsos consisten cada uno en 5 bits de datos de píxel codificados centrados en torno al centro 106 de la primera anchura de impulsos y al centro 107 de la segunda anchura de impulsos, respectivamente. Hay un primer subgrupo y un segundo subgrupo de periodos de tiempo de datos decodificados antes y después de un centro de una anchura de impulsos, respectivamente. Los coeficientes de ponderación de los datos son aquí descritos del bit menos significativo (LSB) al bit más significativo

(MSB), con dígitos sumados y restados para abarcar el intervalo binario de ponderación de los bits. En lo que sigue se hacen notar los coeficientes de ponderación relativos de los bits dentro de un paréntesis izquierdo y derecho.

En el cronograma 100, no es posible representar los coeficientes de ponderación temporal de los tiempos de los datos binarios ponderados, dado que el intervalo entre el bit MSB y el bit LSB es 512:1. El instante 108 del LSB (1), el instante 117 del MSB (512), el instante 111 del LSB+3 (8), el instante 112 del LSB+4 (16) y el instante 113 del MSB-4 (32) están ponderados de forma binaria en el tiempo con respecto al centro 106 de la primera anchura de impulsos. Asimismo, el instante 109 del LSB+1 (2), el instante 116 del MSB-1 (256), el instante 110 del LSB+2 (4), el instante 114 del MSB-3 (64) y el instante 115 del MSB-2 (128) están ponderados de forma binaria en el tiempo con respecto al centro 107 de la segunda anchura de impulsos.

En el primer subgrupo del periodo 102 con una primera anchura de impulsos, un primer impulso se pone a nivel lógico alto al comienzo del periodo 102 con una primera anchura de impulsos o el instante 108 del LSB (1) o el instante 117 del MSB (512) o el centro 106 de la anchura de impulsos. El comienzo del primer periodo 102 de impulsos está a nivel lógico alto si tanto el bit LSB (1) como el MSB (512) están a nivel lógico alto. Un segundo subgrupo del periodo 102 con una primera anchura de impulsos se pone a nivel lógico bajo en el centro 106 de la anchura de impulsos o el instante 111 del LSB+3 (8) o el instante 112 del LSB+4 (16) o el instante 113 del MSB-4 (32). El fin del periodo 102 con una primera anchura de impulsos es un instante cuando un primer impulso se pone a nivel lógico bajo si el bit LSB+3, el bit LSB+4 y el bit MSB-4 están todos a nivel lógico alto. Los otros periodos sin marcar del segundo subgrupo corresponden a las otras tres combinaciones de bits activados de los bits LSB+3, LSB+4 y MSB-4.

En el primer subgrupo del periodo 103 de la segunda anchura de impulsos, un primer impulso puede ponerse a nivel lógico alto al comienzo del periodo 103 de la segunda anchura de impulsos o el instante 109 del LSB+1 (2) o el instante 116 del MSB-1 (256) o el centro 107 de la anchura de impulsos. El comienzo del periodo 103 de la segunda anchura de impulsos se pone a nivel lógico alto si tanto el bit LSB (1) como el MSB (512) están a nivel lógico alto. Un segundo subgrupo del segundo periodo 103 de impulsos se pone a nivel lógico bajo en el centro 107 de la anchura de impulsos o el instante 110 del LSB+2 (4) o el instante 114 del MSB-3 (64) o el instante 115 del MSB-2 (128). El fin del segundo periodo 103 de impulsos es un instante cuando un segundo impulso se pone a nivel lógico bajo si el bit LSB+2, el bit MSB-3 y el bit MSB-2 están todos a nivel lógico alto. Los otros periodos sin marcar del segundo subgrupo corresponden a las otras tres combinaciones de bits activados de los bits LSB+2, MSB-2 y MSB-2.

Las posiciones codificadas de temporización de ponderación de bits de la Figura 1 se eligieron para reducir la frecuencia media de actualización de datos a la matriz de píxeles. Debería observarse que hay muchas otras disposiciones posibles de posiciones de temporización de ponderación de bits.

La Figura 2 muestra la temporización de electrodos de fila para un sistema de visualización de iluminación continua en la que los nuevos datos de electrodo del píxel son actualizados fila por fila. El cronograma 200 muestra el cronograma 100 repetido como la temporización 201 de la primera fila de la primera trama, la temporización 202 de la segunda fila de la primera trama, la temporización 203 de la última fila de la primera trama, la temporización 204 de la primera fila de la segunda trama y la temporización 205 de la segunda fila de la segunda trama. La temporización 202 de la segunda fila de la primera trama y la temporización 205 de la segunda fila de la segunda trama están ligeramente retrasadas con respecto a la temporización 201 de la primera fila de la primera trama y a la temporización 204 de la primera fila de la segunda trama, respectivamente. Las filas corresponden a las filas primera, segunda y última de la matriz de píxeles. Se muestra que el retraso de la temporización 203 de la última fila de la primera trama con respecto a la temporización 201 de la primera fila de la primera trama está un tanto demorado después de la temporización 202 de la segunda fila de la primera trama.

Con una excitación aleatoria por filas de acceso por filas, es posible que el retraso de la temporización 203 de la última fila con respecto al inicio de la trama sea casi un tiempo de trama completa. Se muestra el tiempo de trama como el periodo 206 de trama. Tal retraso causaría que la temporización de la última fila de la primera trama se solapase sustancialmente con la temporización 204 de la primera fila de la segunda trama. Dependiendo de la frecuencia de las tramas, tales retrasos extremos pueden no ser deseables.

Con iluminación constante y datos con una escala de grises de 10 bits, la diferencia temporal para exponer una porción de MSB y LSB es de 512 a 1. Esto implica que hay muy poco tiempo para presentar el incremento del impulso del LSB antes de presentar los siguientes datos de incremento del impulso. En general, esto implica que siguen necesitándose tasas de transmisión de datos o una anchura de banda muy elevadas. Este requisito puede reducirse algo mediante las técnicas detalladas en lo que sigue.

Para sistemas secuenciales acromáticos con iluminación constante, los datos pueden ser presentados a los electrodos de píxeles de filas de forma secuencial, como en el barrido por filas de arriba abajo, según se representa en la Figura 2. Debería observarse que el direccionamiento por filas de acceso aleatorio puede ser útil para reducir la tasa de transmisión de datos de la matriz a la matriz de píxeles del dispositivo de visualización.

Alternativamente, los datos de los píxeles pueden ser presentados simultáneamente a todos los electrodos de píxeles de la matriz, lo que se denomina actualización global, si el circuito del píxel contiene dos nodos de

almacenamiento de datos. Esta característica es generalmente necesaria para el funcionamiento secuencial en color o la iluminación variable en amplitud o la iluminación pulsante. La iluminación pulsante o variable en amplitud también puede contribuir a reducir el requisito de ancho de banda de los datos de la matriz.

Aunque la iluminación es normalmente constante, con iluminación pulsante ponderada con respuesta del CL muy rápida, puede realizarse una simplificación del controlador adicional de visualización y del plano posterior de visualización. En la Figura 3 el cronograma 300 muestra un procedimiento de excitación del CL por dobles impulsos de 10 bits usando iluminación pulsante. El periodo 301 de trama de visualización consiste en un periodo 302 con una primera anchura de impulsos, un periodo 303 con una segunda anchura de impulsos, un primer periodo 304 sin impulsos y un segundo periodo 305 sin impulsos. Un periodo 302 con una primera anchura de impulsos y un periodo 303 con una segunda anchura de impulsos consisten cada uno en 5 bits de datos que son decodificados en 10 bits de datos con 10 posiciones temporales de igual duración. Los bits de datos LSB (1) y LSB+1 (2) son decodificados en los periodos temporales 306, 307 y 308 de datos con referencia al inicio del periodo temporal 308 de datos, el centro de la primera anchura de impulsos. Los bits LSB+2 (4), LSB+3 (8) y LSB+4 (16) son decodificados en los periodos temporales 309, 310, 311, 312, 313, 314 y 315 de datos con referencia al fin del periodo temporal 309 de datos, el centro de la primera anchura de impulsos. Los bits MSB-4 (32) y MSB-3 (64) son decodificados en los periodos temporales 316, 317 y 318 de datos con respecto al inicio del periodo temporal 318 de datos, el centro de la segunda anchura de impulsos. Los bits MSB-2 (128), MSB-1 (256) y MSB (512) son decodificados en los periodos temporales 319, 320, 321, 322, 323, 324 y 325 de datos con referencia al fin del periodo temporal 319 de datos, el centro de la segunda anchura de impulsos. La longitud idéntica de los periodos temporales de datos reduce la tasa de transmisión de datos del dispositivo de visualización.

La temporización 330 de los impulsos de iluminación consiste en cuatro grupos 331, 332, 333 y 334 de impulsos, cada uno de los cuales tiene diferentes anchuras de impulso. Los niveles 331, 332, 333 y 334 de iluminación tienen anchuras relativas de impulso de 128, 32, 4 y 1, respectivamente. El nivel 331 de iluminación corresponde en el tiempo a los periodos temporales 319, 320, 321, 322, 323, 324 y 325 de datos decodificados de MSB (512), MSB-1 (256) y MSB-2 (128). El nivel 332 de iluminación corresponde a los periodos temporales 316, 317 y 318 de datos decodificados de MSB-3 (64) y MSB-4 (32). El nivel 332 de iluminación se extiende al segundo periodo 305 sin impulsos. El nivel 333 de iluminación corresponde a los periodos temporales 309, 310, 311, 312, 313, 314 y 315 de datos decodificados de LSB+2 (4), LSB +3 (8) y LSB+4 (16). El nivel 334 de iluminación corresponde a los periodos temporales 306, 307 y 308 de datos decodificados de LSB (1) y LSB+1 (2). El nivel 334 de iluminación se extiende al primer periodo 304 sin impulsos del periodo de la trama siguiente, no mostrado.

El cronograma 300 reduce significativamente el ancho de banda de datos entre el controlador de visualización y el dispositivo de visualización distribuyendo más homogéneamente los bits de datos en el periodo de trama debido al uso de la ponderación de la iluminación en vez del uso de la ponderación en el tiempo de los cronogramas 100 o 200. Cada bit de datos se presenta en aproximadamente $1/22$ de un periodo de trama, que es un tiempo mucho mayor que la exposición del bit LSB en el cronograma 100, que es $1/1024$ de un periodo de trama.

En el cronograma 300, la reducción en ancho de banda se obtiene requiriendo una respuesta del CL más rápida que la requerida por los cronogramas 100 y 200. En el cronograma 300, el tiempo de respuesta debe ser menor que $1/22$ de un periodo de trama. En los cronogramas 100 y 200, el tiempo fraccionario del periodo de trama permitido para la respuesta del CL es una situación de compromiso del ancho de banda entre el controlador de visualización y los datos de visualización; el tiempo de respuesta del CL debe ser mucho menor que $1/2$ del periodo de trama.

En el cronograma 300, no es preciso que la secuencia de temporización de la decodificación de datos y la iluminación esté en el orden representado. Para los dos impulsos de decodificación de 5 bits elegidos, son posibles muchas disposiciones diferentes de temporización y ponderación de decodificación de datos e iluminación.

Aunque el cronograma 300 muestra periodos temporales de datos de duración fija o igual, en los periodos temporales 306 a 325 de datos, los periodos temporales de datos del bit menos significativo pueden acortarse en el tiempo no necesario por la iluminación para permitir que haya más tiempo para los periodos temporales del bit más significativo. Además, el error permisible de la iluminación ponderada de bits es aproximadamente $1/2$ de la inversa del coeficiente de ponderación del bit. Así, podría usarse un menor tiempo de respuesta del CL para los bits más bajos y podría usarse un mayor tiempo de respuesta del CL para los bits de orden mayor. Estas técnicas podrían permitir una respuesta más lenta del CL.

El intervalo de luminancia de los impulsos en la temporización 330 de iluminación es de 128 a 1. Con el uso de un fotomodulador espacial de direccionamiento óptico OASLM cuyo periodo de integración comience al inicio del primer impulso de la temporización 330 de iluminación, el intervalo de luminancia del impulso puede reducirse de 128:1 a aproximadamente 25:1. La propiedad de integración del OASLM aumenta el coeficiente de ponderación de los datos presentados pronto en el periodo de trama de la válvula de lectura, reduciendo con ello el intervalo requerido de luminancia de los impulsos. Cada uno de los 20 impulsos de iluminación tendría una anchura o una amplitud de impulso diferente debido a los efectos de integración del OASLM.

La secuencia 330 de iluminación muestra impulsos de iluminación que son más cortos en duración para los bits menos significativos y mayores para los bits más significativos. En lugar de una duración ponderada de los impulsos,

podría variar la amplitud de la iluminación. En la Figura 4, el cronograma 400 muestra un procedimiento de excitación del CL por dobles impulsos de 10 bits usando iluminación variable en amplitud. El periodo 401 de trama de visualización consiste en un periodo 402 con una primera anchura de impulsos, un periodo 403 con una segunda anchura de impulsos, un primer periodo 404 sin impulsos y un segundo periodo 405 sin impulsos. Un periodo 402 con una primera anchura de impulsos y un periodo 403 con una segunda anchura de impulsos consisten cada uno en 5 bits de datos que son decodificados en 10 bits de datos y 10 posiciones temporales de igual duración. Los bits de datos LSB (1) y LSB+1 (2) son decodificados en los periodos temporales 406, 407 y 408 de datos con referencia al inicio del periodo temporal 408 de datos, el centro de la primera anchura de impulsos. Los bits LSB+2 (4), LSB+3 (8) y LSB+4 (16) son decodificados en los periodos temporales 409, 410, 411, 412, 413, 414 y 415 de datos con referencia al fin del periodo temporal 409 de datos, el centro de la primera anchura de impulsos. Los bits MSB-4 (32) y MSB-3 (64) son decodificados en los periodos temporales 416, 417 y 418 de datos con respecto al inicio del periodo temporal 418 de datos, el centro de la segunda anchura de impulsos. Los bits MSB-2 (128), MSB-1 (256) y MSB (512) son decodificados en los periodos temporales 419, 420, 421, 422, 423, 424 y 425 de datos con referencia al fin del periodo temporal 419 de datos, el centro de la segunda anchura de impulsos. La longitud idéntica de los periodos temporales de datos reduce el ancho de banda de los datos del dispositivo de visualización.

La temporización 430 de los impulsos de iluminación consiste en cuatro niveles diferentes 431, 432, 433 y 434 de amplitud de iluminación. Los niveles 431, 432, 433 y 434 de iluminación tienen amplitudes relativas de 128, 32, 4 y 1, respectivamente. El nivel 431 de iluminación corresponde en el tiempo a los periodos temporales 419, 420, 421, 422, 423, 424 y 425 de datos decodificados de MSB (512), MSB-1 (256) y MSB-2 (128). El nivel 432 de iluminación corresponde a los periodos temporales 416, 417 y 418 de datos decodificados de MSB-3 (64) y MSB-4 (32). El nivel 432 de iluminación se extiende al segundo periodo 405 sin impulsos. El nivel 433 de iluminación corresponde a los periodos temporales 409, 410, 411, 412, 413, 414 y 415 de datos decodificados de LSB+2 (4), LSB+3 (8) y LSB+4 (16). El nivel 434 de iluminación corresponde a los periodos temporales 406, 407 y 408 de datos decodificados de LSB (1) y LSB+1 (2). El nivel 434 de iluminación se extiende al primer periodo sin impulsos del periodo de la trama siguiente, no mostrado.

Una ventaja evidente del uso de iluminación variable en amplitud es que no sería preciso que el tiempo de respuesta del CL fuera tan rápido como en el uso de iluminación pulsante. Sin embargo, puede ser necesario que la respuesta del CL sea más rápida que para la iluminación constante. Por otro lado, la tasa de transmisión de datos de la matriz es tan baja como es posible para este procedimiento de excitación.

Si los controladores de visualización se diseñan para apagar simultáneamente los píxeles de la matriz a través de una señal externa adicional, entonces pueden eliminarse los datos requeridos para apagar el CL entre los dos impulsos modulados en la anchura de los impulsos en el procedimiento de decodificación. Esta característica permitiría una reducción adicional del 10% en la memoria y en la frecuencia media de actualización de datos a la matriz.

Las realizaciones pueden ser aplicadas a otros dispositivos de visualización que tengan diferencias en los tiempos de encendido y apagado, tales como diodos orgánicos de emisión de luz (OLED) o quizá incluso dispositivos digitales de microespejos (DMD). Además de en los dispositivos de visualización, la simplificación en la tasa de transmisión de datos y el sistema de memoria también puede ser importante para sistemas de impresoras. La MPWM también puede ser útil en otras aplicaciones.

Según se ha hecho notar en lo que antecede, el enfoque detallado en el presente documento es particularmente ventajoso para ser usado en el direccionamiento de un fotomodulador espacial de direccionamiento óptico OASLM. La Figura 5 es un diagrama de un OASLM reflectante 10 actualmente disponible según se detalla en la referencia "An optically addressed gray scale electric charge accumulating spatial light modulator", solicitud provisional estadounidense nº 60/803.747. El OASLM 10 incluye una capa 12 de material electroóptico (por ejemplo, cristal líquido) y una capa fotoconductora 14 formada habitualmente de material semiconductor. Los materiales semiconductores de este ejemplo fueron seleccionados de varios materiales que absorben la luz en el intervalo de longitudes de onda visibles (400 nm - 700 nm), por ejemplo, silicio amorfo, carburo de silicio amorfo, $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ monocristalino, silicio, GaAs, ZnS y CdS. La capa 12 de cristal líquido y la capa fotosensible 14 están colocadas entre electrodos 16 y 18 ópticamente transparentes apoyados en respectivos sustratos 20 y 22. La luz visible producida (luz de lectura) se refleja en un espejo dieléctrico 24. En el modo de transmisión, tanto la luz de escritura como la luz de lectura pasan a través del sustrato 20 y no hay ningún espejo dieléctrico 24, y la capa fotoconductora 14 debe absorber la luz de lectura y dejar pasar la luz de escritura.

Pueden usarse como luz de escritura los datos de píxeles modulados en tramas y los periodos de anchura de impulsos según se ha detallado en lo que antecede, mediante lo cual se escribe al OASLM 10 una imagen modulada en una escala de grises y después es leída de salida por la luz de lectura.

En la Figura 6 se muestra una realización más particular de un sistema general que usa las tramas y los periodos de anchura de impulsos dentro de un sistema general detallado en la solicitud provisional estadounidense de referencia nº 60/803.747. Este diagrama es un diagrama simplificado de bloques de un sistema OASLM 600 en el que se efectúa una modulación digital para lograr una salida de luz caracterizada por una respuesta con una escala de

grises sustancialmente monótona. El sistema OASLM 600 define un recorrido óptico 602 de escritura y un recorrido óptico 604 de lectura. El recorrido óptico 602 de escritura está compuesto de un segmento a lo largo del cual se propaga un haz de definición de la imagen. Un LED UV 605 proporciona una fuente de un haz pulsante de luz UV de escritura. El haz pulsante UV emitido por el LED UV 605 se propaga a través de un integrador 606 de túnel, un grupo 608 de lente de relé y un divisor de haz polarizante 610 para proporcionar una iluminación rectangular uniforme que coincida con la relación de forma de la imagen de un dispositivo 612 de micropantalla de LCOS. La polarización p de la iluminación atraviesa el divisor de haz polarizante 610. La polarización s de la iluminación es reflejada por el divisor de haz polarizante 610 sobre el dispositivo 612 de LCOS. Las señales de control de la luz son proporcionadas al LED UV 605 por un controlador 614.

El dispositivo 612 de LCOS proporciona, en respuesta a los datos de imagen facilitados al dispositivo 612 de LCOS por el controlador 614, patrones de luz UV de escritura para un componente de color seleccionado de los colores primarios (RGB). La iluminación modulada que se refleja desde el dispositivo 612 de LCOS vuelve a propagarse al divisor de haz polarizante. La polarización p de la iluminación modulada reflejada atraviesa el divisor de haz polarizante y es convertida en imagen por una lente 640 de formación de imágenes y se refleja en un espejo dicróico inclinado 642 para su incidencia en un OASLM 644. Preferentemente, el OASLM 644 es del tipo descrito en la Figura 5 o similar al mismo, y visto también en las Figuras 1-3, 4A y 4B de la solicitud internacional nº PCT/US2005/018305. La luz modulada incidente en la capa fotoconductor del OASLM 644 genera una tensión entre los extremos de su capa de cristal líquido. Esta tensión causa una orientación directora de campo que corresponde a la intensidad integrada del haz asociado de luz UV incidente de escritura. El controlador 614 proporciona una señal de tensión al OASLM 644 para permitirle generar la tensión del cristal líquido en su debida relación de sincronización con la incidencia de la luz UV de escritura.

El recorrido óptico 604 de lectura incluye una lámpara 646 de arco, que emite luz blanca polarizada al azar. La luz blanca se propaga a través de un convertidor 648 de polarización, formado como parte integral de un conjunto de matrices lenticulares 650 y 652 de ojo de mosca, y, después, a través de una lente 654 de enfoque y un polarizador lineal para proporcionar luz polarizada linealmente en forma de iluminación rectangular uniforme que coincida con la relación de forma de la imagen del OASLM 644 de la válvula de lectura. El espejo dicróico inclinado 642 separa la luz blanca en los componentes de la luz del color primario seleccionado y dirige estos a través de lentes de campo (no mostrados) al OASLM 644 de la válvula de lectura. Dependiendo de la imagen definida por el haz de luz UV de escritura, el componente de la luz de color es transmitido, dejándolo pasar, o es absorbido por un analizador 658 colocado próximo al OASLM 644 de la válvula de lectura, resultando en una modulación de la intensidad del correspondiente contenido de la imagen en color. El haz de luz modulada que se propaga a través del OASLM 644 de la válvula de lectura es dirigido a través de una lente 660 de proyección para generar una imagen en color para su proyección sobre una pantalla de visualización (no mostrada).

El controlador 614 coordina la modulación digital del dispositivo 612 de LCOS según los datos del plano de imagen, la sincronización de las emisiones de luz pulsante procedentes del LED UV 605 y del control de modulación analógica del OASLM 644 de la válvula de lectura para producir una iluminación de salida modulada analógica visible que tiene una respuesta de escala de grises sustancialmente monótona. Se usa la expresión "sustancialmente monótona" con el significado de que hay o casi hay una respuesta monótona en el nivel de grises. Con procedimientos de excitación digital, se usan datos de píxeles de 8 bits en una consulta de tabla para crear 10 bits de datos. Los 2 bits de datos adicionales se usan para dar cuenta de diversas faltas de linealidad, tales como las propiedades electroópticas no lineales del of cristal líquido. Por ejemplo, puede ser visualmente aceptable que la función de transferencia de datos de 10 bits sea monótona para los 8 bits más significativos. Con independencia de cómo se logren esos 10 bits de datos de píxeles, son correlacionados y modulados en la trama según se ha detallado en lo que antecede.

En un OASLM, la tensión entre los extremos del conjunto fotorreceptor/de cristal líquido invierte la polaridad al final de cada trama. Cuando ocurre la inversión de la polaridad de la tensión, se neutraliza la carga integrada acumulada en el cristal líquido, eliminando con ello la tensión previa fotoinducida en la capa de cristal líquido. Así, la integración de la tensión del cristal líquido vuelve a empezar desde cero al comienzo de cada trama. Por lo tanto, las tensiones producidas por la integración de la carga del fotorreceptor influyen únicamente en la capa de cristal líquido desde el instante en el que se producen hasta el fin de la trama. Las tensiones producidas pronto en la trama tienen una ponderación efectiva mayor que la de las producidas cerca del fin de la trama.

Ahora bien, las enseñanzas del procedimiento de excitación por anchura/amplitud de impulsos detallado en lo que antecede están conjugadas con la integración en el CL del OASLM. La estructura de trama en la que se modulan los bits no altera la ponderación de los bits de la integración continua en el CL del OASLM. Una importante ventaja de la estructura de la trama es permitir una respuesta más precisa de la válvula de escritura dados los tiempos de subida y de caída en la capa electroóptica del LCoS/válvula de escritura. No es preciso que se use la estructura de trama de excitación por anchura/amplitud de impulsos con la ponderación de bits por el tiempo de trama, pero es una realización particularmente sinérgica.

El enfoque de la estructura de la trama es mostrado de forma resumida en la Figura 7, que se aplica para cada ubicación de píxel y en cada una de múltiples tramas consecutivas de un dispositivo de visualización digitalmente

actualizado de vídeo u otros. Como bloque 702, se impone un primer periodo sin impulsos en una trama, según se ve, por ejemplo, en la Figura 1. Se decodifican algunos de los bits de datos de píxeles del conjunto para encontrar los instantes reales de inicio y fin del impulso en el periodo con la primera anchura de impulsos (5 bits seleccionado para el ejemplo anterior en el que se modulan 5 bits en cada uno de los dos periodos de anchura de impulsos de una trama), y esos bits decodificados se modulan en un periodo con una primera anchura de impulso de la misma trama en el bloque 704, siendo adyacente en el tiempo el periodo con la primera anchura de impulsos con respecto al primer periodo sin impulsos. A continuación, en el bloque 706, se impone un segundo periodo sin impulsos adyacente al periodo con la primera anchura de impulsos, y en el bloque 708 se modulan otros bits de datos de píxeles del conjunto en un segundo periodo, de forma similar a lo hecho en el bloque 704. El periodo con la segunda anchura de impulsos termina con el fin de la trama. Está claro que los periodos en los que se modulan datos pueden moverse en la trama, de modo que la trama comience con un periodo de datos y termine con un periodo sin impulsos. Además, pueden imponerse más de dos periodos de ese tipo (periodo de datos y periodos sin impulsos); se han ilustrado en detalle dos en aras de la claridad, y no como limitación.

Cabe señalar que no es preciso imponer los periodos sin impulsos en los bloques 702 y 704 anulando la tensión aplicada a la ubicación de píxel de la capa electroóptica (CL) del LCoS. En vez de ello, dejar caer ahí la tensión hasta un valor distinto de cero inmediatamente por debajo de una tensión umbral de encendido de esa capa electroóptica en el transcurso de los periodos sin impulsos permite que la capa de CL responda con velocidad mejorada con respecto a la verdadera puesta a cero de la tensión, y también proporciona una oscilación suficiente de la tensión en la electrónica de excitación del CL para el debido funcionamiento.

Ahora se modula todo el conjunto de datos de píxel para esa ubicación de píxel del LCoS en ambos periodos de anchura de impulsos de la trama y, tras iluminar de forma síncrona la capa electroóptica del LCoS con la fuente lumínica modulada de forma similar, se emite la luz de escritura en el bloque 710 a una ubicación de píxel de una capa ópticamente sensible de una válvula de lectura, tal como el CL de un OASLM. Obsérvese que la luz de escritura se produce cuando se modulan los bits y el LCoS es iluminado por la fuente lumínica, por lo que el bloque 710 es continuo en los bloques 704 y 708 y no una emisión por lotes después de que se completan estos dos bloques. La válvula de lectura es leída entonces de salida en el bloque 712 (también continuamente en la trama), y el píxel de la pantalla de visualización que corresponde a esa ubicación de píxel de la válvula de lectura muestra la respuesta en escala de grises que fue modulada en origen en la válvula de escritura por los bits de datos del píxel. La válvula de lectura del OASLM o la propia micropantalla invierte su polaridad (se “apaga” momentáneamente) entre las tramas, según se ha hecho notar en lo que antecede, pero, generalmente, esto no ocurre dentro del tiempo normal de respuesta de la CL del OASLM, que se visualiza esencialmente como un nivel de luz promediado. Durante el periodo sin impulsos dentro de la trama, la pantalla de visualización mantiene la tensión y, así, el valor de modulación alcanzado durante el periodo con la primera anchura de impulsos. Así, durante una sola trama, la pantalla de visualización es iluminada con niveles variables de una escala de grises, pero los pasos de una trama a la siguiente no son evidentes para un observador.

Según se ha detallado en lo que antecede, los bits de cada periodo de la trama pueden ser analizados adicionalmente en grupos de bits, modulándose cada bit de un grupo de bits con la misma anchura de impulso o el mismo nivel de iluminación que cualquier otro bit dentro del mismo grupo de bits. Estos se muestran mediante flechas a trazos en los bloques 714 y 716, y es la técnica mediante la cual se modularon los diez bits de los ejemplo en solo cuatro anchuras de impulso (Figura 3) o niveles de iluminación (Figura 4). Además, según se detalla con respecto a esas Figuras, puede haber diferentes números de bits (por ejemplo, 2 y 3) en los diferentes grupos de bits de un solo periodo de una trama, y, pese a ello, puede modularse el mismo número de bits (por ejemplo, 5) en los dos diferentes periodos de la trama. Según se ve en la Figura 1, tanto el bit más significativo como el bit menos significativo de toda la trama pueden encontrarse dentro del mismo subgrupo/grupo de bits del mismo periodo de anchura de impulsos de la trama. Alternativamente, en las Figuras 3-4, todos los bits del primer periodo pueden ser más significativos que cualquier bit del segundo periodo. Cada uno de los bits puede ser modulado en una duración temporal de la trama que es constante en todos los bits, aunque la PWM pudiera usarse para que algunos bits modulados ocupen más de esa duración temporal que otros bits menos significativos.

Las realizaciones de la presente invención pueden ser implementadas mediante un soporte lógico ejecutable por un procesador de datos, tal como el controlador 614 mostrado, o mediante circuitería de soporte físico, o mediante una combinación de soporte lógico y circuitería de soporte físico. En este sentido, debería hacerse notar, además, que los diversos bloques del diagrama de flujo lógico de la Figura 7 pueden representar etapas de programa o circuitos lógicos interconectados, bloques y funciones, o una combinación de etapas de programa y circuitos lógicos, bloques y funciones para llevar a cabo las tareas especificadas.

Está claro que debería interpretarse que estas enseñanzas generales incluyen variaciones razonables de este concepto, incluyendo maneras diferentes de analizar la trama según los conceptos generales mostrados en el presente documento y de asignar bits a diferentes particiones de la trama. Se dan a conocer varias variaciones, pero ello no implica el alcance de la invención, sino más bien una enseñanza del concepto de la invención para los expertos en la técnica. En el presente documento no se detallan diferentes números de bits de la escala de grises que se modulen en una trama, diferentes particiones de los periodos de anchura de impulsos dentro de una trama, periodos sin impulsos de diferente longitud dentro de una misma trama, niveles/subgrupos de ponderación diferente

dentro de un periodo de anchura de impulsos y otras variaciones mediante un ejemplo específico, pero está claro que siguen estando dentro del alcance de estas enseñanzas. Aunque esté descrita en el contexto de realizaciones particulares, resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden producirse varias modificaciones y cambios diversos a estas enseñanzas. Pueden realizarse ciertas modificaciones o cambios en las mismas sin apartarse de alcance de las reivindicaciones subsiguientes.

5

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de excitación en una pluralidad de tramas consecutivas:

para una pluralidad de ubicaciones de píxeles de una capa electroóptica (612) de cristal líquido de una micropantalla dentro de un sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) que comprende las etapas de:

modular la respuesta del cristal líquido (CL) en cada ubicación de píxel de la micropantalla decodificando los datos del píxel para esa ubicación en cada trama en periodos de anchura primera (102) y segunda (103) de impulsos, codificando cada periodo de anchura de impulsos una pluralidad de bits diferentes de datos del píxel, asignándose cada bit de datos del píxel a un periodo respectivo (102, 103) de anchura de impulsos, y determinándose la anchura variable de estos periodos de anchura de impulsos por los valores de estos bits decodificados de datos del píxel, y estando separados entre sí los periodos de anchura primera y segunda de impulsos, y los periodos de impulsos adyacentes de las tramas secuenciales por un tiempo (104, 105) sin impulsos que es al menos igual al tiempo de respuesta del CL de la capa electroóptica, designando el tiempo de respuesta el tiempo hasta el apagado completo del píxel de cristal líquido; y emitir luz, separadamente en cada trama, que module la respuesta del CL del OASLM (644) desde cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxeles de la capa electroóptica (612) en una cantidad determinada por la respuesta del CL a los periodos de anchura primera y segunda de impulsos aplicados a esa ubicación de píxel durante la trama.

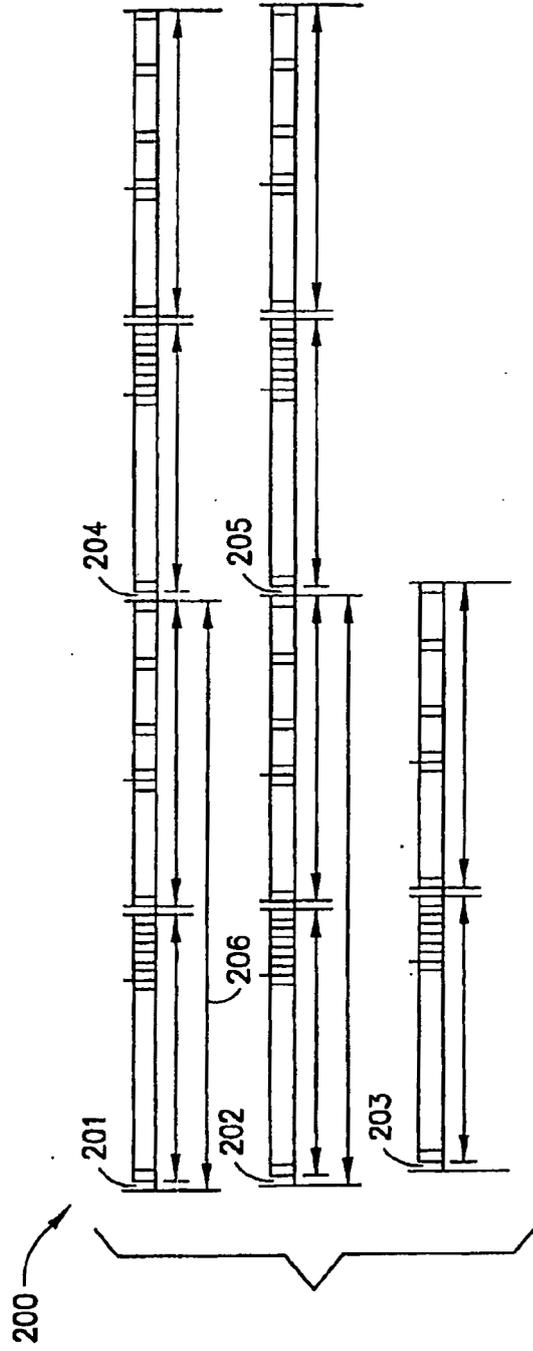
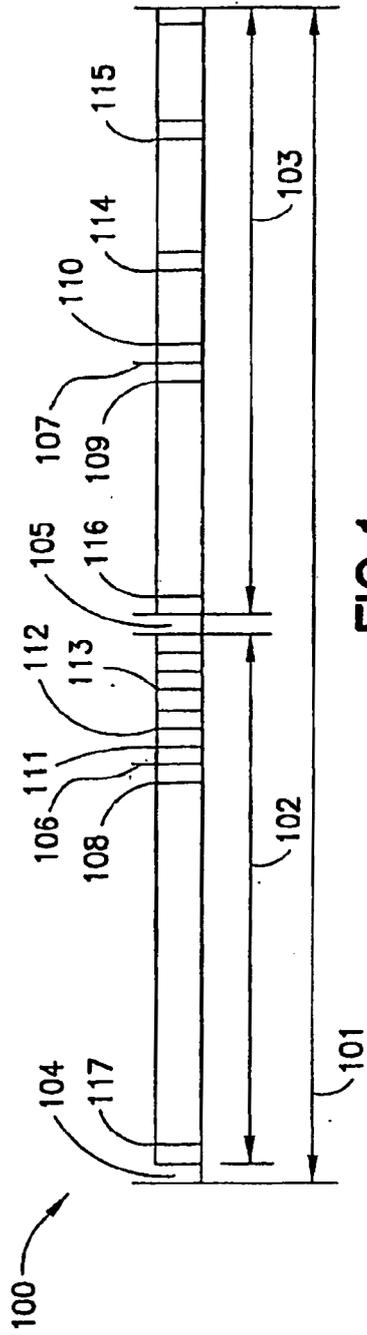
2. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que la decodificación de una pluralidad de bits diferentes de datos de píxel por trama incluye aplicar una tensión en sincronismo con la iluminación de una fuente lumínica modulable; y en el que la aplicación de la tensión en sincronismo con la iluminación de una fuente lumínica modulable comprende, para cada uno de los bits de datos del píxel, aplicar una tensión a una ubicación de píxel en un plano posterior de la capa electroóptica y, mientras se aplica la tensión, iluminar la ubicación del píxel con la fuente lumínica modulable, de modo que la luz sea pulsante durante un tiempo predeterminado, o bien que la amplitud de la fuente lumínica esté fijada en un valor predeterminado, o ambos; determinándose dicho tiempo y/o valor predeterminados por el coeficiente de ponderación de los bits de datos del píxel.
3. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que el periodo sin impulsos separa impulsos dentro de una trama o entre tramas consecutivas, de modo que no se solapen el tiempo de caída de los impulsos y el tiempo de subida de los impulsos.
4. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que los periodos de anchura primera y segunda de la trama no son de igual longitud.
5. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que cada bit de los datos de píxel para cada píxel de cada trama está asociado con posiciones temporales diferenciadas dentro de los periodos de anchura primera y segunda de impulsos, de modo que:

al menos dos posiciones diferenciadas del periodo con la primera anchura de impulsos representen un primer coeficiente de ponderación de los bits;
al menos dos posiciones diferenciadas adicionales del periodo con la primera anchura de impulsos representen un segundo coeficiente de ponderación de los bits menor que el primer coeficiente de ponderación de los bits;
al menos dos posiciones diferenciadas del periodo con la segunda anchura de impulsos representen un tercer coeficiente de ponderación de los bits; y
al menos dos posiciones diferenciadas adicionales del periodo con la segunda anchura de impulsos representen un cuarto coeficiente de ponderación de los bits menor que el tercer coeficiente de ponderación de los bits.

6. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que, para cada trama, cada bit de datos del píxel modulado en el periodo con la primera anchura de impulsos representa un bit más significativo que cualquier bit de datos de píxel modulado en el periodo con la segunda anchura de impulsos de la trama.
7. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que los bits de datos de píxeles para cada trama comprenden bits de una escala de grises y la luz de modulación producida es una respuesta monótona de una escala de grises.
8. Un sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) que comprende:

una capa electroóptica (612) de cristal líquido de una micropantalla;
un plano posterior que define ubicaciones de píxeles de la capa electroóptica;
una fuente lumínica (605) dispuesta en comunicación óptica con la capa electroóptica;

- 5 un controlador (614) acoplado a una memoria y adaptado, para cada ubicación de píxel y en el transcurso de cada una de varias tramas consecutivas, para aplicar una tensión en sincronismo con la iluminación de una fuente lumínica para modular la respuesta del cristal líquido (CL) en cada ubicación de píxel de la micropantalla decodificando los datos del píxel para esa ubicación en cada trama en periodos de anchura primera (102) y segunda (103) de impulsos, codificando cada periodo de anchura de impulsos una pluralidad de bits diferentes de datos del píxel, asignándose cada bit de datos del píxel a un periodo respectivo de anchura de impulsos, y determinándose la anchura variable de estos periodos de anchura de impulsos por los valores de estos bits decodificados de datos del píxel, y estando separados entre sí los periodos de anchura primera (102) y segunda (103) de impulsos y los periodos de impulsos adyacentes de las tramas secuenciales por un tiempo (104, 105) sin impulsos que es al menos igual al tiempo de respuesta del CL de la capa electroóptica, designando el tiempo de respuesta el tiempo hasta el apagado completo del píxel de cristal líquido; y
- 10 en el que la capa electroóptica está adaptada para emitir luz, separadamente en cada trama, que module la respuesta del CL del OASLM (644) desde cada una de la pluralidad de ubicaciones de píxeles de la capa electroóptica en una cantidad determinada por la respuesta del CL a los periodos de anchura primera y segunda de impulsos aplicados a esa ubicación de píxel durante la trama.
- 15
9. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de la reivindicación 8 en el que el controlador está adaptado para aplicar la tensión en sincronismo con la iluminación de una fuente lumínica modulable, para cada uno de los bits de datos del píxel, aplicando una tensión a una ubicación de píxel en un plano posterior de la capa electroóptica y, mientras se aplica la tensión, iluminando la ubicación del píxel con la fuente lumínica modulable, de modo que la luz sea pulsante durante un tiempo predeterminado, o bien que la amplitud de la fuente lumínica esté fijada en un valor predeterminado, o ambos; determinándose dicho tiempo y/o valor predeterminados por el coeficiente de ponderación de los bits de datos del píxel.
- 20
10. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que el periodo sin impulsos separa impulsos dentro de una trama o entre tramas consecutivas, de modo que no se solapen el tiempo de caída de los impulsos y el tiempo de subida de los impulsos.
- 25
11. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que los periodos de anchura primera y segunda de la trama no son de igual longitud.
- 30
12. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que cada bit de los datos de píxel para cada píxel de cada trama está asociado con posiciones temporales diferenciadas dentro de los periodos de anchura primera y segunda de impulsos, de modo que:
- 35 al menos dos posiciones diferenciadas del periodo con la primera anchura de impulsos representen un primer coeficiente de ponderación de los bits;
- al menos dos posiciones diferenciadas adicionales del periodo con la primera anchura de impulsos representen un segundo coeficiente de ponderación de los bits menor que el primer coeficiente de ponderación de los bits;
- 40 al menos dos posiciones diferenciadas del periodo con la segunda anchura de impulsos representen un tercer coeficiente de ponderación de los bits; y
- al menos dos posiciones diferenciadas adicionales del periodo con la segunda anchura de impulsos representen un cuarto coeficiente de ponderación de los bits menor que el tercer coeficiente de ponderación de los bits.
- 45
13. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que, para cada trama, cada bit de datos del píxel modulado en el periodo con la primera anchura de impulsos representa un bit más significativo que cualquier bit de datos de píxel modulado en el periodo con la segunda anchura de impulsos de la trama.
- 50
14. El sistema (600) fotomodulador espacial de direccionamiento óptico (OASLM) de una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que los bits de datos de píxeles para cada trama comprenden bits de una escala de grises y la luz de modulación producida es una respuesta monótona de una escala de grises.



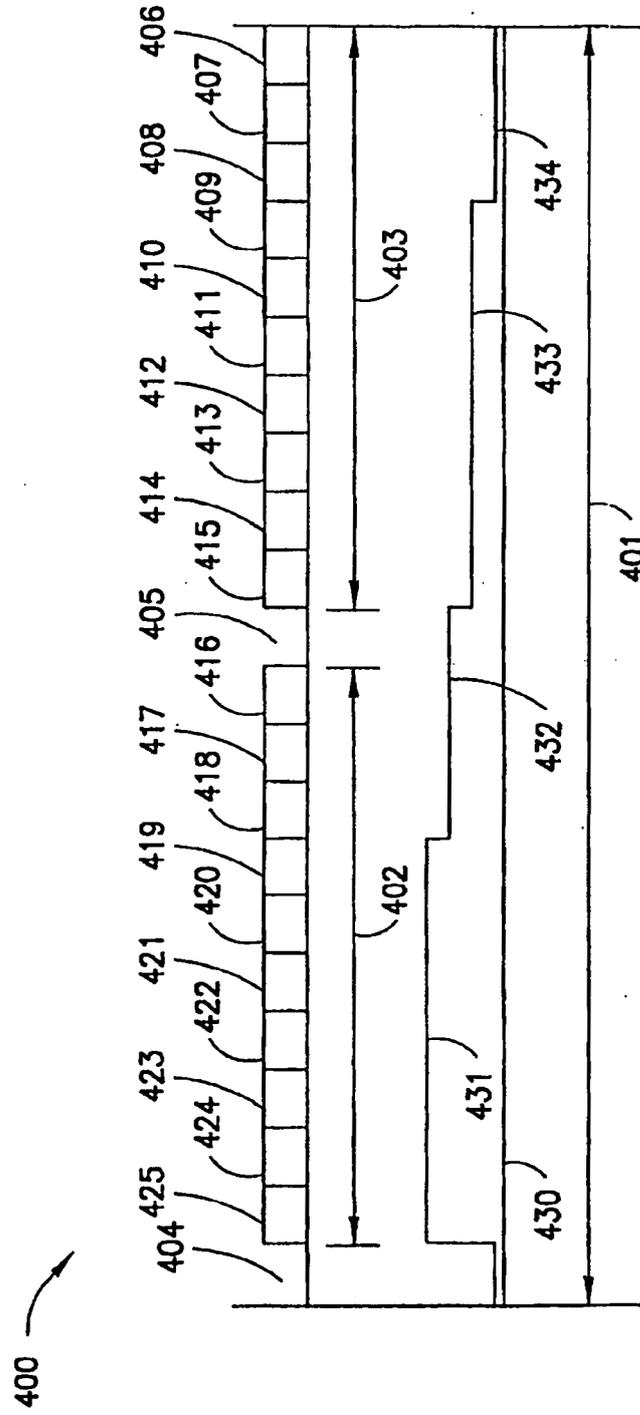


FIG.4

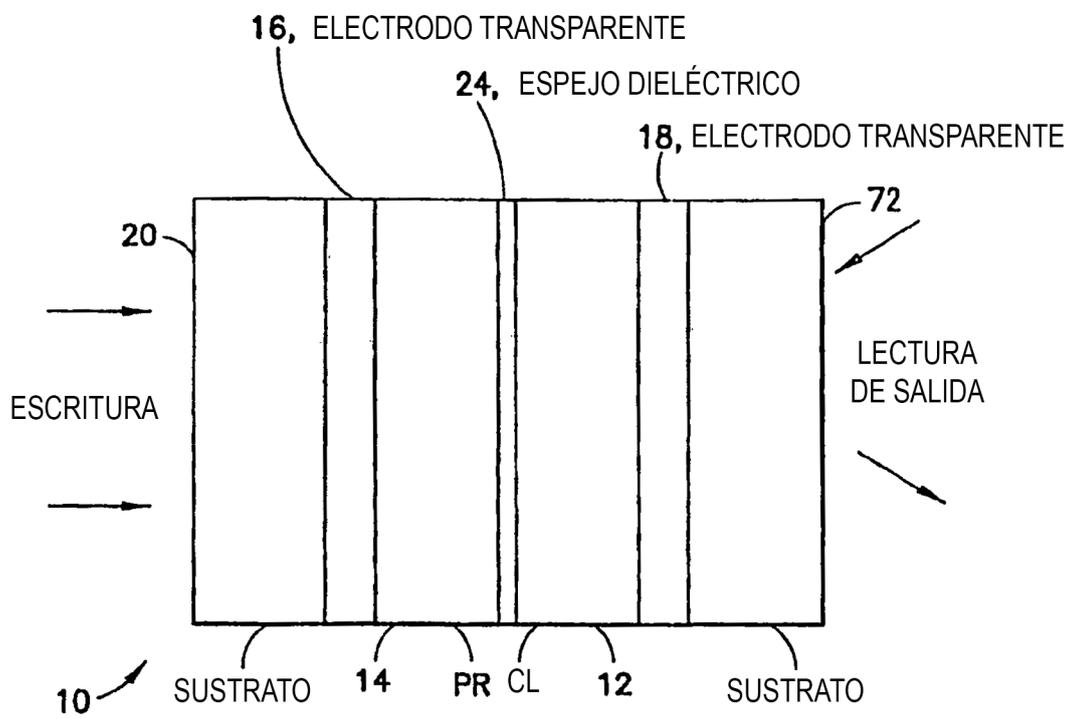


FIG.5

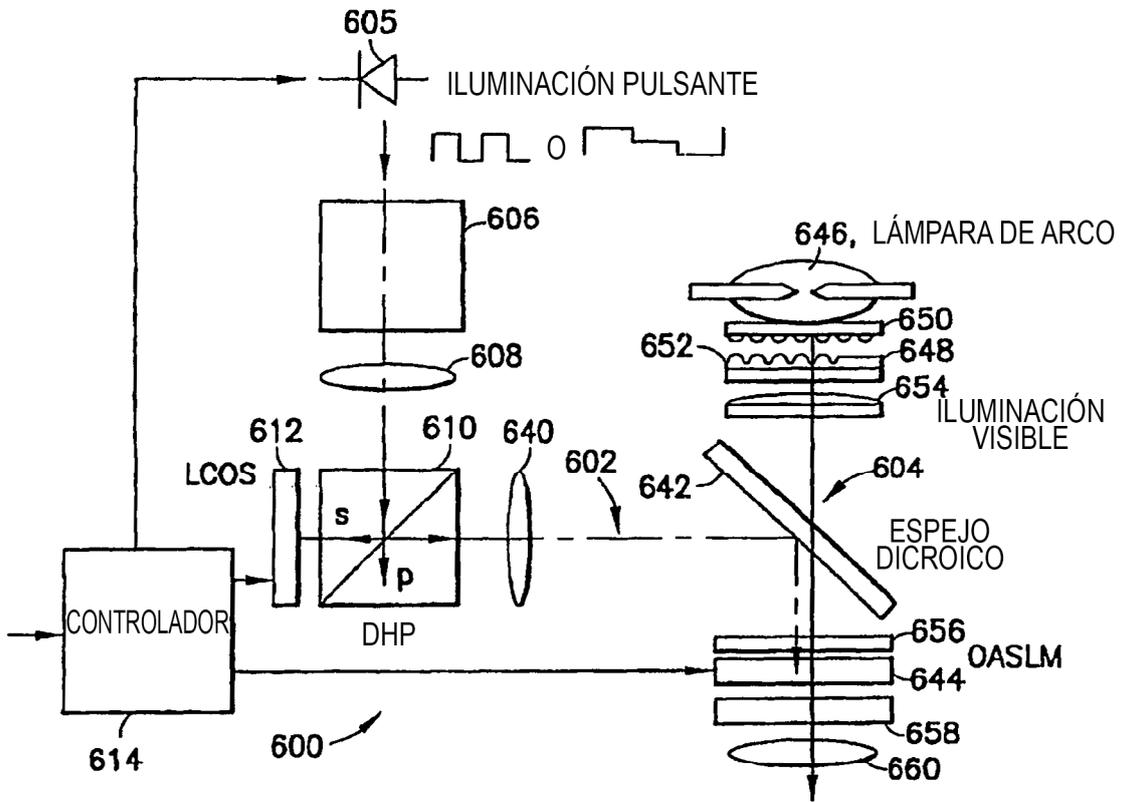


FIG.6

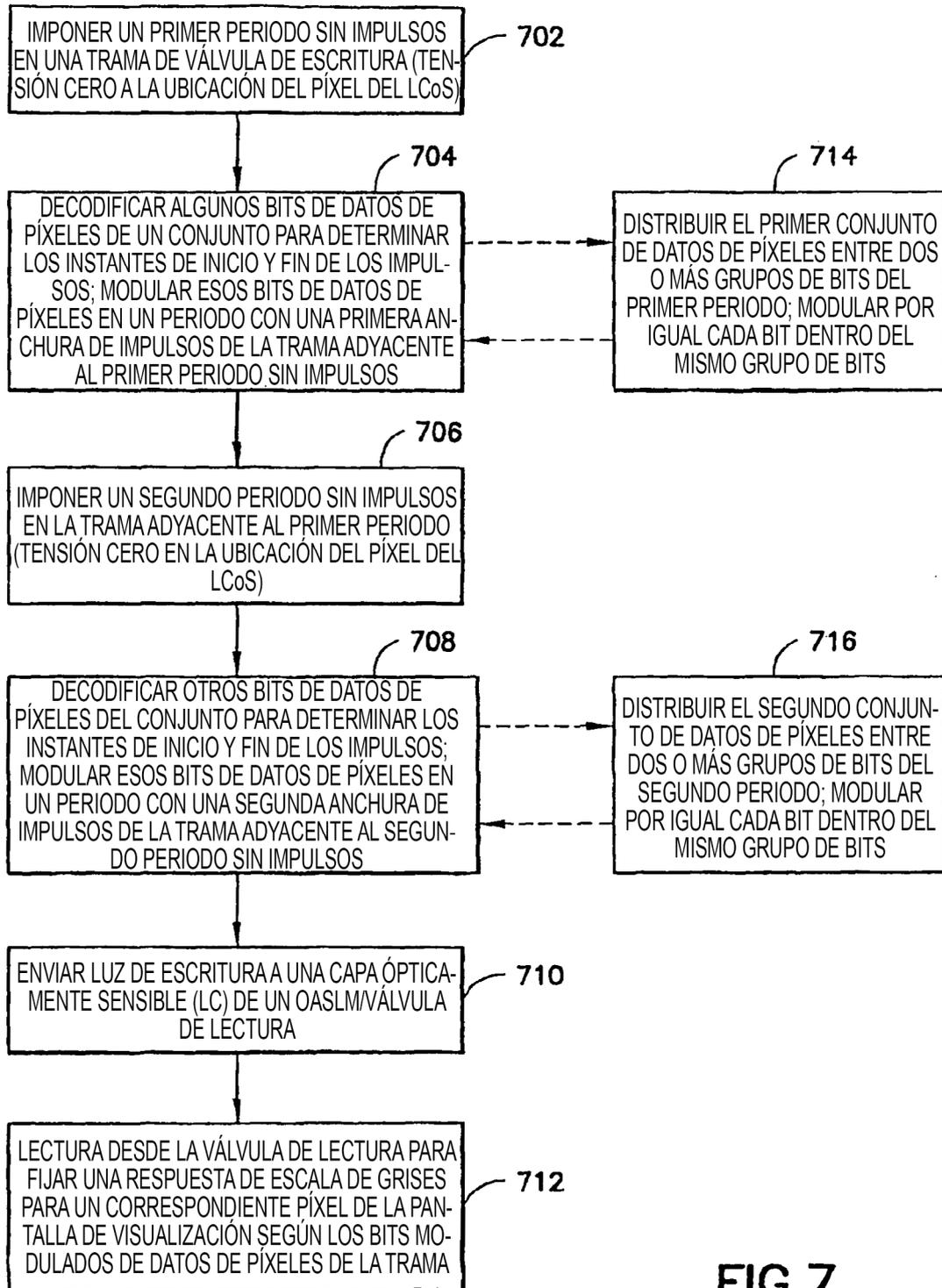


FIG.7