

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 412**

51 Int. Cl.:

G02B 5/18 (2006.01)

G02B 26/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2006** **E 06744427 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015** **EP 2002302**

54 Título: **Rejillas de difracción con eficiencia ajustable**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2016

73 Titular/es:

NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:

RYYTTY, PASI

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 559 412 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

Rejillas de difracción con eficiencia ajustable

5 Campo técnico

La presente invención se refiere en general a dispositivos electrónicos y, más específicamente, a una modulación de intensidad óptica y/o redirección de trayectoria óptica con una señal de control eléctrica usando rejillas de difracción de electro-humectación (EW) en los dispositivos electrónicos.

10

Antecedentes de la técnica

Existen muchas técnicas que pueden utilizarse para la intensidad de luz, modulación de dirección, modulación de fase, conmutación óptica, lógica óptica, etc., que pueden incluir (pero sin limitación): métodos electro-ópticos, cristales líquidos, de óptica acústica, métodos ópticos no lineales, magneto-ópticos, etc. Existen muchas tecnologías adecuadas para uso en aplicaciones de panel de visualización, por ejemplo, siendo las más típicas LCD (pantallas de cristal líquido). La patente de Estados Unidos N° US5.659.330 "Electrocapillary Color Display Sheet" por N. K. Sheridon describe otro método para pantallas que usa electro-humectación para controlar la forma de gotitas líquidas coloreadas que se colocan dentro de una lámina capilar. La pantalla requiere que se cree y mantenga un gran número de gotitas líquidas separadas de manera rígida y en una formación en matriz, que puede no ser posible en aplicaciones prácticas. También, el mecanismo de modulación de luz en la referencia anterior (documento US5.659.330) requiere que la forma de las gotitas se varíe macroscópicamente, lo que limita la tasa de refresco conseguible de la pantalla.

15

20

25

Otra solicitud de patente de Estados Unidos N° 2004/0109234 "Electrically Tunable Diffractive Grating Element" por T. Levola describe una estructura de rejilla difractiva deformable, donde un preformado, alivio superficial básico de la rejilla está compuesto de material viscoelástico dieléctrico y deformable, que puede ajustarse eléctricamente en forma para ajustar las propiedades de difracción de la rejilla.

30

El documento US4660938 desvela un electrodo transparente que tiene una rejilla. Un líquido transparente no humectante que cubre la rejilla se mantiene en su lugar mediante un segundo electrodo. La aplicación de un campo eléctrico entre los electrodos produce que el líquido se sumerja en el espacio entre los bordes de la rejilla, permitiendo la transmisión de luz.

35

El documento EP1468728 desvela un método y un aparato para controlar el movimiento de un líquido en una superficie microestructurada. Una gotita del líquido conductor se suspende en nanopostes de la superficie debido a una tensión superficial del líquido. La gotita rellena los huecos entre los nanopostes cuando se aplica una tensión entre el líquido conductor y un sustrato de la superficie microestructurada.

40

El documento WO 2004/027490 A1 desvela un elemento óptico conmutable que tiene un primer estado discreto y un segundo estado discreto diferente. El elemento comprende un sistema de fluido que incluye un primer fluido y un segundo fluido diferente, un modificador de frente de onda que tiene una cara, y un conmutador de sistema de fluido para actuar sobre el sistema de fluido para conmutar entre el primer y segundo estados discretos del elemento. Cuando el elemento está en el primer estado discreto, la cara del modificador de frente de onda está cubierta sustancialmente mediante el primer fluido. Cuando el elemento está en el segundo estado discreto, la cara del modificador de frente de onda está sustancialmente cubierta por el segundo fluido.

45

Divulgación de la invención

50

De acuerdo con ejemplos de la divulgación pueden proporcionarse aparatos, métodos y programas informáticos como se define en las reivindicaciones. El siguiente texto proporciona ejemplos de realizaciones.

55

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, un dispositivo óptico, comprende: una rejilla de difracción fabricada de material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie con una estructura que tiene una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie; en el que la primera superficie está cubierta de material hidrofóbico que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción para líquidos pre-seleccionados; una capa de líquido uniforme con el índice de refracción k comprendido por uno de los líquidos pre-seleccionados, en el que los índices de refracción n y k son sustancialmente iguales, la capa de líquido uniforme está dispuesta sobre la primera superficie de la rejilla de difracción, en el que los parámetros del dispositivo óptico se eligen de manera que: a) la capa de líquido uniforme no entra en el área de bolsa de aire formada por debajo de una parte superior de la estructura cuando no hay un campo eléctrico creado en la capa de líquido uniforme, y b) la capa de líquido uniforme entra, en un valor predeterminado, en el área de bolsa de aire formada por debajo de la parte superior de la estructura, debido a un efecto capilar y humectabilidad aumentada de la primera superficie, cuando hay un campo eléctrico predeterminado creado en la capa de líquido uniforme, cambiando por lo tanto una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción para variar una intensidad óptica de un haz óptico transmitido o reflejado mediante la rejilla de difracción; y una capa de electrodo de material eléctricamente

60

65

conductor formado sobre la segunda superficie, para crear el campo eléctrico.

De acuerdo además con el primer aspecto de la invención, el campo eléctrico o el campo eléctrico predeterminado pueden crearse aplicando una tensión entre la capa de líquido uniforme y la capa de electrodo.

5 Además de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el dispositivo óptico puede comprender adicionalmente: una capa de electrodo adicional de material eléctricamente conductor formada sobre una capa de líquido uniforme, en el que el campo eléctrico o el campo eléctrico predeterminado se crean aplicando una tensión entre la capa de electrodo adicional y la capa de electrodo.

10 Aún más de acuerdo con el primer aspecto de la invención, los parámetros del dispositivo óptico pueden comprender el periodo de estructura d , una tensión superficial de líquido en la capa de líquido uniforme y la humectabilidad del material hidrofóbico.

15 De acuerdo además con el primer aspecto de la invención, las líneas periódicas de la rejilla de difracción pueden tener un perfil inclinado rectangular o un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

20 De acuerdo aún más con el primer aspecto de la invención, la capa de electrodo puede ser transparente a un haz óptico.

De acuerdo aún más con el primer aspecto de la invención, la capa de líquido uniforme puede teñirse de un color óptico predeterminado o puede usarse un filtro de color delante de la capa de líquido uniforme de manera que la rejilla de difracción únicamente transmita el haz óptico con el color predeterminado.

25 De acuerdo aún más todavía con el primer aspecto de la invención, los parámetros de la rejilla de difracción pueden elegirse de manera que la rejilla de difracción soporte únicamente modos de difracción de transmisión de primer orden y de orden cero del haz óptico transmitido a través de la rejilla de difracción, en el que el componente de modo de difracción de transmisión de orden cero del haz óptico transmitido está bloqueado y el componente de modo de difracción de transmisión de primer orden del haz óptico transmitido se dirige hacia un usuario del dispositivo óptico. Además, la intensidad óptica del componente de modo de difracción de transmisión de primer orden del haz óptico transmitido puede variarse cambiando la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción mediante el campo eléctrico.

35 Aún más todavía de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el haz óptico puede recibirse mediante la primera superficie de la rejilla de difracción.

40 Aún más todavía de acuerdo con el primer aspecto de la invención, el aire escapa del área de bolsa de aire, y el área de bolsa de aire puede estar completamente lleno de la capa de líquido uniforme cuando un campo eléctrico, creado en la capa de líquido uniforme, supera un campo eléctrico umbral.

45 Aún más todavía al primer aspecto de la invención, el aire puede escapar del área de bolsa de aire y el área de bolsa de aire puede estar llena de la capa de líquido uniforme, en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico, creado en la capa de líquido uniforme, es menor que un campo eléctrico umbral, y en el que las líneas periódicas de la rejilla de difracción tienen un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

50 De acuerdo aún más con el primer aspecto de la invención, el aire en el área de bolsa de aire puede no ser extraíble del área de bolsa de aire, y el área de bolsa de aire puede estar llena de la capa de líquido uniforme, en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico, creado en la capa de líquido uniforme, es mayor que un campo eléctrico umbral, y en el que el valor predeterminado se define mediante una condición de equilibrio usando una presión proporcionada mediante el aire en la bolsa de aire.

55 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, una intensidad óptica de un haz óptico que se propaga a través de o se refleja desde un dispositivo óptico en un dispositivo electrónico, comprende las etapas de: recibir el haz óptico mediante el dispositivo óptico, en el que el dispositivo óptico comprende: una rejilla de difracción fabricada de material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie con una estructura que tiene una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie; en el que la primera superficie está cubierta de material hidrofóbico que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción para líquidos pre-seleccionados; una capa de electrodo de material eléctricamente conductor formado sobre la segunda superficie, para crear un campo eléctrico; una capa de líquido uniforme con el índice de refracción k comprendido de uno de los líquidos pre-seleccionados, en el que los índices de refracción n y k son sustancialmente iguales, la capa de líquido uniforme está dispuesta sobre la primera superficie de la rejilla de difracción, en el que los parámetros del dispositivo óptico se eligen de manera que: a) la capa de líquido uniforme no entra en el área de bolsa de aire formada por debajo de una parte superior de la estructura cuando no hay el campo eléctrico creado en la capa de líquido uniforme, y b) la capa de líquido uniforme entra en un valor predeterminado en el área de bolsa de

aire formada por debajo de la parte superior de la estructura, debido a un efecto capilar y humectabilidad aumentada de la primera superficie, cuando hay un campo eléctrico predeterminado creado en la capa de líquido uniforme, cambiando por lo tanto una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción para variar una intensidad óptica de un haz óptico transmitido o reflejado mediante la rejilla de difracción; y variar el campo eléctrico predeterminado, cambiando además por lo tanto el valor predeterminado por el que la capa de líquido uniforme entra en el área de bolsa de aire produciendo un cambio adicional de la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción, variando por lo tanto la intensidad óptica del haz óptico que se propaga a través de o se refleja desde el dispositivo óptico.

De acuerdo además con el segundo aspecto de la invención, el campo eléctrico o el campo eléctrico predeterminado pueden crearse aplicando una tensión entre la capa de líquido uniforme y la capa de electrodo.

Además de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, el dispositivo óptico puede comprender adicionalmente: una capa de electrodo adicional de material eléctricamente conductor formada sobre una capa de líquido uniforme, en el que el campo eléctrico o el campo eléctrico predeterminado pueden crearse aplicando una tensión entre la capa de electrodo adicional y la capa de electrodo.

Aún más de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, los parámetros del dispositivo óptico pueden comprender el periodo de estructura d , una tensión superficial de líquido en la capa de líquido uniforme y la humectabilidad del material hidrofóbico.

De acuerdo además con el segundo aspecto de la invención, las líneas periódicas de la rejilla de difracción pueden tener un perfil inclinado rectangular o un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

De acuerdo aún más con el segundo aspecto de la invención, la capa de electrodo puede ser transparente a un haz óptico.

De acuerdo aún más con el segundo aspecto de la invención, la capa de líquido uniforme puede colorearse con un color óptico predeterminado o puede usarse un filtro de color delante de la capa de líquido uniforme de manera que la rejilla de difracción únicamente transmita el haz óptico con el color predeterminado.

De acuerdo aún más todavía con el segundo aspecto de la invención, los parámetros de la rejilla de difracción pueden elegirse de manera que la rejilla de difracción soporte únicamente modos de difracción de transmisión de primer orden y cero del haz óptico transmitido a través de la rejilla de difracción, en el que el componente de modo de difracción de transmisión de orden cero del haz óptico transmitido está bloqueado y el componente de modo de difracción de transmisión de primer orden del haz óptico transmitido se dirige hacia un usuario del dispositivo óptico. Además, la intensidad óptica del componente de modo de difracción de transmisión de primer orden del haz óptico transmitido puede variarse cambiando la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción mediante el campo eléctrico.

Aún más todavía de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, el haz óptico puede recibirse mediante la primera superficie de la rejilla de difracción.

Aún más todavía de acuerdo con el segundo aspecto de la invención, el aire puede escapar del área de bolsa de aire y el área de bolsa de aire puede estar completamente llena de la capa de líquido uniforme cuando un campo eléctrico, creado en la capa de líquido uniforme, supera un campo eléctrico umbral, y en el que dichas líneas periódicas de dicha rejilla de difracción tienen un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

De acuerdo aún más todavía con el segundo aspecto de la invención, el aire puede escapar del área de bolsa de aire, y el área de bolsa de aire puede estar llena de la capa de líquido uniforme, en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico, creado en la capa de líquido uniforme, es menor que un campo eléctrico umbral, y en el que las líneas periódicas de la rejilla de difracción tienen un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

De acuerdo aún más todavía con el segundo aspecto de la invención, el aire en el área de bolsa de aire puede no ser extraíble desde el área de bolsa de aire, y el área de bolsa de aire puede estar llena de la capa de líquido uniforme, en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico creado en la capa de líquido uniforme puede ser mayor que un campo eléctrico umbral, y en el que el valor predeterminado puede definirse mediante una condición de equilibrio usando una presión proporcionada mediante el aire en la bolsa de aire.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, un dispositivo electrónico comprende: al menos un dispositivo óptico, que comprende: una rejilla de difracción fabricada de material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie con una estructura que tiene una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie; en el que la primera superficie está cubierta de material hidrofóbico que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción para líquidos pre-seleccionados; una capa de electrodo de

material eléctricamente conductor formada sobre la segunda superficie, para crear un campo eléctrico; una capa de líquido uniforme con el índice de refracción k comprendida de uno de los líquidos pre-seleccionados, en el que los índices de refracción n y k son sustancialmente iguales, la capa de líquido uniforme está dispuesta sobre la primera superficie de la rejilla de difracción, en el que los parámetros del dispositivo óptico se eligen de manera que: a) la capa de líquido uniforme no entra en el área de bolsa de aire formada por debajo de una parte superior de la estructura cuando no hay el campo eléctrico creado en la capa de líquido uniforme, y, b) la capa de líquido uniforme entra en un valor predeterminado en el área de bolsa de aire formada por debajo de la parte superior de la estructura, debido a un efecto capilar y humectabilidad aumentada de la primera superficie, cuando hay un campo eléctrico predeterminado creado en la capa de líquido uniforme, cambiando por lo tanto una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción para variar una intensidad óptica de un haz óptico transmitido o reflejado mediante la rejilla de difracción; y un componente que comprende el al menos un dispositivo óptico; y al menos un controlador de tensión, en respuesta a una señal de selección/modulación de intensidad, para proporcionar una señal de control de electro-humectación a un dispositivo óptico en el componente para proporcionar un campo eléctrico aplicado entre la capa de líquido uniforme y la capa de electrodo, variando por lo tanto el campo eléctrico predeterminado y cambiando además el valor predeterminado por el que la capa de líquido uniforme entra en el área de bolsa de aire produciendo un cambio adicional de la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción, variando por lo tanto la intensidad óptica del haz óptico que se propaga a través de o se refleja desde el dispositivo óptico para proporcionar el nivel deseado de la intensidad óptica.

De acuerdo además con el tercer aspecto de la invención, el elemento puede ser una pantalla, el dispositivo óptico puede ser un píxel de la pantalla, y la señal de modulación de intensidad óptica puede ser una señal de vídeo. Además de acuerdo con el cuarto aspecto de la invención, el elemento puede ser una pantalla de proyección, pantalla de iluminación frontal, una pantalla secuencia de campo o una pantalla auto-estereoscópica.

Aún más de acuerdo con el tercer aspecto de la invención, el dispositivo electrónico puede comprender adicionalmente: un selector/conmutador de intensidad óptica, en respuesta a una señal de modulación/instrucción de intensidad óptica, para proporcionar una señal de selección de intensidad en respuesta a la señal de instrucción de modulación de intensidad óptica, en el que la señal de selección de intensidad indica un nivel deseado de la intensidad óptica de la reflejada desde o transmitida a través de la rejilla de difracción.

De acuerdo además con el tercer aspecto de la invención, el selector/conmutador de intensidad óptica y el al menos un controlador de tensión pueden combinarse en un bloque.

Las ventajas de diversas realizaciones de la presente invención para usar rejillas de difracción de electro-humectación (EW) incluyen (pero sin limitación):

- Tiempo de respuesta rápido;
- Capa de líquido uniforme, sin manejo especial necesario para crear gotitas separadas;
- Intensidad de píxel ajustable; y
- Alta eficiencia.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1a y 1b son representaciones esquemáticas que demuestran la tensión superficial y el efecto capilar con respecto a humectabilidad de una superficie.

Las Figuras 2a y 2b son representaciones esquemáticas de un dispositivo óptico con una rejilla de difracción de electro-humectación (EW) de eficiencia variable para: a) una tensión de control cero en la Figura 2a; b) una tensión de control distinta de cero variable en la Figura 2b, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 3 es una representación esquemática de un dispositivo óptico con una rejilla de difracción de electro-humectación (EW) de eficiencia variable para una estructura de difracción que utiliza un ángulo de pared lateral variable, de acuerdo con una realización de la presente invención; la Figura 4 es una representación esquemática que muestra una posible implementación de un píxel en una pantalla de visión directa iluminada trasera usando una rejilla de difracción de electro-humectación (EW) de eficiencia variable, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 5 es una representación esquemática que muestra una implementación de un esquema de píxel para una pantalla a color, de acuerdo con una realización de la presente invención;

Las Figuras 6a a 6c son representaciones esquemáticas que muestran diversos esquemas de implementación para pantallas a color sin una matriz de lente (Figura 6a) y con la matriz de lente (Figura 6b-6c), de acuerdo con realizaciones de la presente invención; y

La Figura 7 es un diagrama de bloques de un dispositivo electrónico para proporcionar una modulación de intensidad de luz con una señal de control eléctrica usando rejillas de difracción de electro-humectación (EW) en un elemento (por ejemplo, una pantalla) del dispositivo electrónico, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Modos para llevar a cabo la invención

Un nuevo método, aparato y producto de software se presentan para modulación de intensidad óptica usando rejillas de difracción de electro-humectación (EW) en los dispositivos electrónicos con una señal de control eléctrica. Las rejillas de difracción de EW pueden ser componentes de un elemento (por ejemplo, una pantalla) del dispositivo electrónico. Las realizaciones de la presente invención proporcionan una solución técnica para utilizar electro-humectación (EW) para implementar rejillas de difracción de eficiencia variable.

Por ejemplo, una solución es una pantalla de color de visión directa con intensidades de píxeles continuamente ajustables, por ejemplo, usando la rejilla de difracción de EW como un píxel con color, que proporciona tiempo de respuesta y una tasa de refresco rápidos, como se describe a continuación. Otras aplicaciones pueden ser pantallas de proyección, pantallas de iluminación frontal, pantallas secuenciales de campo, pantallas auto-estereoscópicas, etc. También, son posibles aplicaciones en áreas distintas de pantallas así como que pueden incluir (pero sin limitación) áreas que utilizan división y/o redirección de haz óptico. Una aplicación de este tipo puede ser telecomunicaciones ópticas, en las que se podría usar el efecto para conmutar luz entre, por ejemplo, guías de onda al multiplexar aplicaciones.

Las Figuras 1a y 1b son representaciones esquemáticas que demuestran la tensión superficial y el efecto capilar con respecto a humectabilidad de una superficie. La humectabilidad de una superficie se describe mediante el denominado ángulo de contacto (ϕ). Para superficies hidrófilas, el ángulo de contacto es menor de 90 grados, que significa que la fuerza adhesiva entre un líquido y una superficie es mayor que la fuerza cohesiva del líquido. Una gota de agua **1a** se extiende a continuación en la superficie debido a la adhesión hasta que la fuerza cohesiva se hace suficientemente fuerte, debido a un área superficial aumentada, para evitar extensión adicional del líquido. También, el líquido se sumergirá en un capilar y rellenará el otro extremo si está abierto (véase la Figura 1a con el ángulo ϕ_1 menor de 90 grados).

Por otro lado, si la superficie es repelente al agua, entonces el ángulo de contacto es mayor de 90 grados (ángulo ϕ_1 en la Figura 1b). En este caso, la fuerza cohesiva del líquido es mayor que la de la adhesión superficial y se forma una pequeña gotita **1b**. También, el efecto capilar funcionará en dirección inversa y producirá "presión capilar" hacia fuera en el líquido que evitará que rellene la cavidad.

El principio de funcionamiento de la rejilla de electro-humectación (EW) puede entenderse a partir de las Figuras 2a y 2b que muestran un ejemplo entre otros de representaciones esquemáticas de un dispositivo óptico **20** con una rejilla de difracción de electro-humectación (EW) de eficiencia variable para: a) una tensión de control cero en la Figura 2a; b) una tensión de control distinta de cero variable en la Figura 2b, de acuerdo con una realización de la presente invención.

El dispositivo óptico **20** comprende una rejilla de difracción **12** fabricada de un material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie **21** con una estructura **23** que tiene una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie **22**. La primera superficie **21** está cubierta por material hidrofóbico **13**, que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción **12** para líquidos pre-seleccionados. Una capa de electrodo **11** de material eléctricamente conductor se forma en la segunda superficie **22**. La capa de electrodo **11** puede fabricarse de material ópticamente transparente o reflectante (por ejemplo, metal). Finalmente, una capa de líquido uniforme **14** (opcionalmente eléctricamente conductor), con el índice de refracción k comprendido de uno de los líquidos pre-seleccionados anteriormente mencionados está dispuesta sobre la primera superficie **21** de la rejilla de difracción **12**, en la que los índices de refracción n y k son sustancialmente iguales, es decir, k se selecciona para coincidir estrechamente con el índice de refracción de la rejilla de difracción **12**. Una combinación de líquido/material coincidente en índice es agua y teflón. Ambos tienen índice refractivo alrededor de 1,3 y el contacto de agua en Teflón es mayor de 90 grados (normalmente alrededor de 108 grados). Otra posibilidad es usar material dieléctrico de coincidencia de índice que no sea normalmente hidrofóbico al líquido preseleccionado y recubrir con un agente no humectante adecuado. Los agentes de tratamiento superficiales posibles son (pero sin limitación), por ejemplo, compuestos de organosilano o polímeros fluorados.

Cuando no hay campo eléctrico aplicado entre la capa de líquido uniforme **14** y la capa de electrodo **11** como se muestra en la Figura 2a, la capa de líquido uniforme **14** no entra en el área de bolsa de aire **10** formada por debajo de una parte superior de la estructura **23**. Esto se facilita mediante una elección apropiada de los parámetros del dispositivo óptico **20**. Por ejemplo, una elección y equilibrio apropiados de: a) el periodo de rejilla d de la rejilla de difracción **12**, b) la tensión superficial del líquido en la capa de líquido uniforme **14** y c) la reducción adecuada en humectabilidad debido al tratamiento anti-adhesión (la primera superficie **21** está del material hidrofóbico **13**), evitará que el líquido de la capa de líquido uniforme **14** entre en el área de bolsa de aire **10** como se muestra en la Figura 1a. En la práctica, la tensión superficial crítica de la primera superficie **21** debería ser menor que la tensión superficial del líquido en la capa de líquido uniforme **14** para facilitar que se ejerza presión capilar repulsiva en el líquido. En este caso, un haz óptico incidente **17** que pasa a través de la rejilla experimentará una modulación de fase debido a la diferencia entre el índice refractivo n de la rejilla de difracción **12** y el índice refractivo del área de bolsa de aire **10** que equivale a uno. Esto conducirá a división del haz óptico **17** en varios órdenes de difracción que se propagan en diferentes direcciones tanto para un haz óptico reflejado **18** como para un haz óptico transmitido **19**.

La intensidad óptica en el orden de difracción dado depende de la forma de la rejilla de difracción **12** y de la altura h de la región de modulación (estructura **23**). Además, el número de órdenes de difracción permitidos depende del periodo d de la rejilla de difracción **12** y puede seleccionarse de manera que únicamente se permita el orden de difracción cero (haz óptico directamente reflejado o transmitido) y el primer orden de difracción. Adicionalmente, para una elección adecuada de un perfil de rejilla de la rejilla de difracción **12** (por ejemplo, usando unas estructuras rectangulares o inclinadas, que varían la altura de estructura h , etc.), es posible dirigir la mayoría del haz óptico en solamente el primer orden de difracción, desconectando eficazmente por lo tanto el haz óptico reflejado especularmente o transmitido directamente.

La capacidad de ajuste de la eficiencia de difracción, es decir, la cantidad de haz óptico dirigido a un orden de difracción dado, proviene de la utilización de la electro-humectación (o presión electroestática) para variar la altura de la superficie del líquido en el área de bolsa de aire **10**. El principio de la electro-humectación es bien conocido y utilizado, por ejemplo, para mover gotitas líquidas en superficies o en espacios capilares (véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N° 5.659.330 "Electrocapillary Color Display Sheet" por N. K. Sheridan).

De acuerdo con una realización de la presente invención, un controlador de tensión **16** está conectado a la capa de líquido eléctricamente conductor **14** y a la capa de electrodo **11** que puede ser ópticamente transparente o reflectante dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, cuando hay un campo eléctrico predeterminado aplicado entre la capa de líquido uniforme **14** y usando dicha capa de electrodo **11** el controlador de tensión **16**, como se muestra en la Figura 2b, la capa de líquido uniforme **14** entra en un valor predeterminado en el área de bolsa de aire **10** como se muestra en la Figura 2b debido a un efecto capilar y humectabilidad aumentada de la primera superficie **21** producido aplicando el campo eléctrico predeterminado. Esto cambia una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción **12** y cambia posteriormente la intensidad óptica del haz óptico transmitido **19a** y/o el haz óptico reflejado **18a**.

Cuando se aplica una tensión suficientemente alta (es decir, el campo eléctrico proporcionado mediante el controlador de tensión **16**), como se muestra en la Figura 2b, de manera que la presión electroestática ejercida en la capa de líquido uniforme **14** por el campo eléctrico estático supera la presión capilar repulsiva, o el ángulo de contacto entre el líquido y la primera superficie se reduce por debajo de 90 grados debido a la electrohumectación, el líquido se moverá más profundo dentro de la bolsa de aire **10**. Si el aire dentro de la región de bolsa de aire **10** puede escapar de la estructura, el líquido que se mueve en la región de bolsa de aire desde la capa de líquido uniforme rellenará completamente a continuación la estructura de rejilla. La tensión requerida para rellenar la bolsa de aire **10** con dicho líquido depende de y puede modificarse ajustando el periodo de rejilla d de la rejilla de difracción **12**, la distancia entre el electrodo inferior **11** y el electrodo superior **14** (líquido conductor), la tensión superficial del líquido en la capa de líquido uniforme **14** y la tensión de superficie crítica de la primera superficie **21**.

Debido a que el índice refractivo k del líquido coincide estrechamente con el índice refractivo n de la rejilla de difracción **12**, la estructura será entonces ópticamente uniforme destruyendo de manera eficaz por lo tanto la modulación de fase de la luz obtenida con una rejilla no rellena. Una reducción posterior de la tensión por debajo de una tensión crítica donde la presión capilar supera la presión electroestática, o el ángulo de contacto entre el líquido y la primera superficie **21** se hace mayor de 90 grados, que produce que se ejecute una fuerza repulsiva neta en el líquido que conduce a la retirada del líquido de la región de bolsa de aire, facilitando por lo tanto la conmutación de la rejilla de difracción entre los estados de difracción y no difracción (uniforme). El tiempo de respuesta para conmutar la rejilla de difracción es pequeño puesto que únicamente es necesaria una muy pequeña modulación de la altura de superficie. Para una rejilla con altura de estructura de $1\ \mu\text{m}$ y velocidad frontal de líquido de $10\ \text{cm/s}$, el tiempo de respuesta correspondiente es aproximadamente $10\ \mu\text{s}$.

La eficiencia de difracción continuamente ajustable puede obtenerse seleccionando una estructura de rejilla donde el aire dentro de la región de bolsa de aire **10** está atrapado en la estructura. La bolsa de aire a continuación funciona como un resorte que evita que el líquido rellene completamente la estructura de rejilla y permite por lo tanto controlar el nivel de líquido en el área de bolsa de aire **10** variando la tensión aplicada mediante el controlador de tensión **16**. Debido a que el índice refractivo k de la capa de líquido **14** coincide estrechamente con el índice refractivo n de la rejilla de difracción **12**, cambiar la altura del líquido cambia directamente la cantidad de modulación de fase del haz óptico **17** después de pasar (transmitir o reflejar) a través del dispositivo óptico **20**. Esto a su vez conduce a cambiar eficiencia de difracción de la rejilla de difracción **12** y permite variar la intensidad del haz óptico que va en un orden de difracción dado.

Otra posibilidad para obtener capacidad de ajuste continuo de la eficiencia de difracción, de acuerdo con una realización de la presente invención, es seleccionar una estructura de rejilla con un ángulo de pared lateral variable con respecto a la superficie normal de la capa de líquido uniforme **14** (por ejemplo, véase la Figura 3). En este caso, la capa de líquido penetrará en la región de bolsa de aire **10** a una profundidad donde el ángulo entre la tangente de la superficie de la estructura **13** y la capa de líquido uniforme equivale al ángulo de contacto establecido mediante la tensión superficial del líquido y la tensión superficial crítica del material usado en la estructura **12** y/o su tratamiento superficial. La profundidad de penetración, y por lo tanto la eficiencia de difracción, puede a continuación ajustarse aplicando una tensión entre el electrodo **11** y la capa de líquido uniforme **14** que producirá un cambio en el ángulo

de contacto efectivo debido a la electrohumectación.

Los ejemplos de las Figuras 2a y 2b usan la capa de líquido uniforme electro-conductora **14**. Pero de acuerdo con una realización adicional de la presente invención, puede ser también posible usar líquidos no conductores. En este caso, la capa de líquido puede cubrirse mediante otro electrodo (por ejemplo, de manera opcional ópticamente transparente) para formar un condensador de placas paralelas. Cuando se aplica tensión a las placas, habrá una fuerza que actúa sobre el líquido, debido a que la energía total del sistema es diferente para ranuras rellenas y no rellenas. Esto es el mismo efecto que el que se utiliza en la Patente de Estados Unidos N° 4.701.021 "Modulador óptico" por Pesant et al., para mover una gota de líquido entre dos condensadores de placas paralelas. En este caso la fuerza depende de la permeabilidad dieléctrica del líquido, por lo que, si se usan los líquidos no conductores en las rejillas de difracción de EW, puede seleccionarse ventajosamente un líquido con la permeabilidad dieléctrica tan alta como sea posible.

Se observa que una estructura de múltiples capas puede utilizar múltiples estructuras de rejilla de difracción de electro-humectación (EW) (por ejemplo, similar a rejillas de difracciones **12**) con una (por ejemplo, usando estructuras de rejilla y electrodos en tanto los sustratos superior e inferior) o múltiples capas de líquido (como **14**) intermedias, para modulación de la intensidad óptica y/o re-dirigir el haz óptico. También, en lugar de aire pueden usarse algunos otros líquidos en la región de bolsa de aire **10**, como una alternativa.

Se describen a continuación varios casos prácticos, de acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención.

En primer lugar, suponiendo que el aire puede escapar de la región de bolsa de aire, por ejemplo, al lateral en la dirección de las ranuras de rejilla. En este caso, la rejilla se desconectará (completamente llena) cuando la tensión externa supere un valor umbral (que es equivalente a un campo eléctrico umbral), en el que el efecto de electrohumectación (o la presión electroestática producida por el campo eléctrico) produce que el ángulo de contacto se reduzca por debajo de 90 grados.

En segundo lugar, suponiendo que el aire puede escapar de la región de bolsa de aire y la tensión externa V es menor que el valor umbral (o el campo eléctrico umbral). A continuación, puede conseguirse una eficiencia de difracción variable usando una estructura de rejilla con un ángulo de pared lateral variable (de acuerdo con un algoritmo predeterminado) como se demuestra en la Figura 3. A una tensión dada, el nivel de agua penetrará a una profundidad en la que el ángulo entre una superficie tangente y una tangente frontal de agua equivale al ángulo de contacto establecido mediante la electro-humectación.

En tercer lugar, suponiendo que el aire no puede escapar de la región de bolsa de aire y la tensión externa V es menor que el valor umbral (o el campo eléctrico umbral). En este caso, la profundidad de penetración se establecerá mediante una condición de equilibrio entre la presión electroestática hacia dentro, la presión capilar hacia fuera y la presión de aire hacia fuera en la bolsa de aire (por ejemplo, véase el ejemplo en la Figura 2b).

La Figura 4 muestra un ejemplo entre otros de una representación esquemática para una posible implementación de un píxel (por ejemplo, una escala de grises) **24** en una pantalla de visión directa iluminada trasera usando el dispositivo óptico **20** con la rejilla de difracción de electro-humectación (EW) de eficiencia variable **12**, de acuerdo con una realización de la presente invención.

En este punto, el haz óptico incidente **17** (por ejemplo, la luz de iluminación) que pasa a través de la rejilla de EW se divide entre el orden de difracción cero (haz **28**) y primero (haz **27**). La luz transmitida directamente **28** se bloquea mediante un absorbedor **26** que evita que se visualice por el usuario. Por otro lado, la luz difractada de primer orden (haz **27**) se dirige hacia el usuario y puede observarse. La intensidad de píxel puede ajustarse cambiando la eficiencia de difracción para el primer orden de difracción usando la capacidad de ajuste de la rejilla de difracción de EW **12**, como se ha descrito anteriormente usando las realizaciones de la presente invención, o usando varios sub-píxeles paralelos que pueden encenderse/apagarse independientemente.

Una ampliación directa de la realización descrita en la Figura 4 es un ejemplo entre otros de una pantalla a color como se representa en la Figura 5, de acuerdo con otra realización de la presente invención. En este punto, el líquido usado en las rejillas de difracción de EW de los dispositivos ópticos **20r**, **20g** y **20b** en los píxeles **24r**, **24g** y **24b** correspondientes se colorea con un color apropiado (por ejemplo, rojo, verde y azul) de modo que cada uno de los dispositivos **20r**, **20g** y **20b** pasa únicamente una banda de longitud de onda, que permite presentar diferentes colores usando, por ejemplo, los haces ópticos transmitidos **34r**, **34g** y **34b** correspondientes. Como alternativa, pueden usarse filtros de color para seleccionar los colores apropiados.

Las Figuras 6a a 6c proporcionan ejemplos adicionales entre otros para diversos esquemas de implementación para pantallas a color sin matriz de lente (Figura 6a) y con la matriz de lente (Figuras 6b-6c) usando rejillas de electrohumectación en aplicaciones de pantalla de visión directa, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

La Figura 6a muestra la disposición similar a aquella mostrada en las Figuras 2a, 2b, 3 y 4. En la Figura 6a, las

posiciones de los absorbedores (o absorbedores de bloque) se eligen de manera diferente en comparación con las Figuras 4 y 5 para proporcionar mejor capacidad de fabricación con el haz óptico incidente **17** como se muestra. Se usan filtros de color **50r** (rojo), **50g** (verde) y **50b** (azul) en tres píxeles consecutivos, como se muestra, para separación de color. También se usa un electrodo ópticamente transparente **11** para proporcionar contacto eléctrico.

5 Las Figuras 6b y 6c utilizan matriz de lente adicional. En estas aplicaciones, es posible usar rejillas de periodo más largo con muchos órdenes de difracción permitidos (en lugar de solamente uno como en el caso anterior presentado en la Figura 6a). Esto, junto con la acción de enfoque los hace más insensibles a parámetros incidentes de la luz de iluminación (por ejemplo, ángulo de incidencia). En el caso de la Figura 6b, la rejilla puede tener un perfil binario que divide la luz simétricamente a órdenes de difracción positivos y negativos (principalmente +1 y -1). Por lo tanto un pixel está activado cuando no hay tensión aplicada y desactivado cuando se aplica la tensión. En la Figura 6c la situación se invierte. En ambas Figuras 6b y 6c, se usan los filtros de color **50r** (rojo), **50g** (verde) y **50b** (azul) junto con el electrodo ópticamente transparente **11**, y se usan las ventanas ópticas ópticamente transparentes **52**.

15 La Figura 7 es un ejemplo entre otros de un diagrama de bloques de un dispositivo electrónico **40** para proporcionar una modulación de intensidad de luz con una señal de control eléctrica usando rejillas de difracción de electro-humectación (EW) en un elemento (por ejemplo, una pantalla) **48** del dispositivo electrónico **40**, de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 Una señal de modulación de intensidad óptica **50**, que comprende información sobre el valor deseado instantáneo de la intensidad de luz para píxeles individuales de la pantalla **48**, se proporciona a un selector de intensidad óptica **42**. Como alternativa, un usuario **41** puede proporcionar una señal de instrucción óptica **50a** que comprende un valor deseado para la intensidad de luz de todos los píxeles (por ejemplo, nivel de intensidad medio deseado) de la pantalla **48**, proporcionando por lo tanto una desviación deseada.

25 En respuesta a las señales **50** y/o **50a**, el selector de intensidad óptica **42** proporciona una señal de selección de intensidad **52**, que indica un nivel deseado de la intensidad óptica reflejada desde o transmitida a través de cada píxel de la pantalla **48**, a un controlador de tensión **44**. Adicionalmente, en respuesta a la señal **52**, el controlador de tensión **44** proporciona una señal de control de electro-humectación **54** individualmente a cada uno de los píxeles (dispositivos ópticos, anteriormente descritos mediante las realizaciones de la presente invención) incorporados en la pantalla **48** para proporcionar el campo eléctrico aplicado entre la capa de líquido uniforme (por ejemplo, **14** en la Figura 2b) y la capa de electrodo **11** en los dispositivos ópticos mencionados para proporcionar adicionalmente el nivel deseado de la intensidad óptica.

35 También, se muestra una señal **56** en la Figura 7 como una señal de realimentación para el usuario **41** para verificar que el nivel de intensidad medio deseado es satisfactorio. Se observa que los bloques **42** y **44** pueden combinarse, de acuerdo con una realización de la presente invención. Además se observa que puede haber más de un controlador de tensión, por ejemplo, para proporcionar modulaciones y “desviar” señales por separado.

40 Como se ha explicado anteriormente, la invención proporciona tanto un método como equipo correspondiente que consiste en diversos módulos que proporcionan la funcionalidad para realizar las etapas del método. Los módulos pueden implementarse como hardware, o pueden implementarse como software o firmware para ejecución mediante un procesador informático. En particular, en el caso de firmware o software, la invención puede proporcionarse como un producto de programa informático que incluye una estructura de almacenamiento legible por ordenador que incorpora código de programa informático (es decir, el software o firmware) en la misma para ejecución mediante el procesador informático.

50 Se ha de entender que las disposiciones anteriormente descritas son únicamente ilustrativas de la aplicación de los principios de la presente invención. Pueden concebirse numerosas modificaciones y disposiciones alternativas por los expertos en la materia sin alejarse del alcance de la presente invención, y las reivindicaciones adjuntas pretenden cubrir tales modificaciones y disposiciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo óptico (20), que comprende:

- 5 rejilla de difracción (12) fabricada de material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie (21) teniendo una estructura (23) una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie (22); en el que la primera superficie (21) está cubierta de material hidrofóbico (13) que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción (12) para líquidos pre-seleccionados;
- 10 capa de líquido uniforme (14) con el índice de refracción k comprendida por uno de dichos líquidos pre-seleccionados, estando dicha capa de líquido uniforme (14) dispuesta sobre dicha primera superficie (21) de dicha rejilla de difracción (12), en donde los parámetros de dicho dispositivo óptico (20) se eligen de manera que: dicha capa de líquido uniforme (14) está configurada para no entrar en un área de bolsa de aire (10) formada por debajo de una parte superior de dicha estructura (23) cuando no hay campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14),
- 15 dicha capa de líquido uniforme (14) está configurada para entrar, en un valor predeterminado, en dicha área de bolsa de aire (10) formada por debajo de la parte superior de dicha estructura (23), debido a un efecto capilar y una humectabilidad aumentada de dicha superficie (21), cuando hay un campo eléctrico predeterminado creado en dicha capa de líquido uniforme (14), para cambiar una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12) para variar una intensidad óptica de un haz óptico (17) transmitido o reflejado mediante dicha rejilla de difracción (12); y
- 20 una capa de electrodo (11) de material eléctricamente conductor formada sobre dicha segunda superficie (22), configurada para crear dicho campo eléctrico; estando el dispositivo óptico **caracterizado por** comprender adicionalmente
- 25 medios para variar dicho campo eléctrico predeterminado, para cambiar adicionalmente el valor predeterminado por el que dicha capa de líquido uniforme (14) entra en dicha área de bolsa de aire (10) produciendo un cambio adicional de la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12), variando por lo tanto la intensidad óptica del haz óptico (17) que se propaga a través de o se refleja desde la rejilla de difracción (12), y **por que** dichos índices de refracción n y k son sustancialmente iguales.
- 30 2. El dispositivo óptico (20) de la reivindicación 1, en el que dicho campo eléctrico o dicho campo eléctrico predeterminado se crean aplicando una tensión entre dicha capa de líquido uniforme (14) y dicha capa de electrodo (11).
- 35 3. El dispositivo óptico (20) de las reivindicaciones 1 o 2, que comprende adicionalmente:
- una capa de electrodo adicional de material eléctricamente conductor formada sobre dicha capa de líquido uniforme (14), en donde dicho campo eléctrico o dicho campo eléctrico predeterminado se crean aplicando una tensión entre dicha capa de electrodo adicional de material eléctricamente conductor y dicha capa de electrodo (11).
- 40 4. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dichos parámetros de dicho dispositivo óptico (20) comprenden: dicho periodo de estructura d , una tensión superficial de líquido en la capa de líquido uniforme (14) y la humectabilidad de dicho material hidrofóbico (13).
- 45 5. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicha rejilla de difracción (12) tiene un perfil rectangular, un perfil inclinado o un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.
- 50 6. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicha capa de electrodo (11) de material eléctricamente conductor es transparente a un haz óptico (17).
7. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicha capa de líquido uniforme (14) está teñida con un color óptico predeterminado o se usa un filtro de color delante de dicha capa de líquido uniforme (14) de manera que la rejilla de difracción (12) está configurada para transmitir únicamente el haz óptico (17) con dicho color predeterminado.
- 55 8. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que dichos parámetros de dicha rejilla de difracción (12) se eligen de manera que dicha rejilla de difracción (12) está configurada para soportar únicamente modos de difracción de transmisión de primer orden y de orden cero del haz óptico transmitido (17) transmitido a través de dicha rejilla de difracción (12), en donde el componente de modo de difracción de transmisión de orden cero de dicho haz óptico transmitido (17) está bloqueado y el componente de modo de difracción de transmisión de primer orden de dicho haz óptico transmitido (17) está dirigido hacia un usuario de dicho dispositivo óptico (20).
- 60 9. El dispositivo óptico (20) de la reivindicación 8, en el que la intensidad óptica de dicho componente de modo de difracción de transmisión de primer orden de dicho haz óptico transmitido (17) se varía cambiando la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12) mediante dicho campo eléctrico.
- 65

10. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que dicho haz óptico (17) es recibido por la primera superficie (21) de la rejilla de difracción (12).
- 5 11. El dispositivo óptico de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el aire puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10), y dicha área de bolsa de aire (10) está completamente llena de dicha capa de líquido uniforme (14) cuando un campo eléctrico, creado en dicha capa de líquido uniforme (14), supera un campo eléctrico umbral.
- 10 12. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el aire puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10) y dicha área de bolsa de aire (10) está llena de dicha capa de líquido uniforme (14), en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14) es menor que un campo eléctrico umbral, y en donde las líneas periódicas de dicha rejilla de difracción (12) tienen un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.
- 15 13. El dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el aire en dicha área de bolsa de aire (10) no puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10), y dicha área de bolsa de aire (10) está llena de dicha capa de líquido uniforme (14), en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14) es mayor que un campo eléctrico umbral, y en donde dicho valor predeterminado se define mediante una condición de equilibrio usando una presión proporcionada por dicho aire en dicha bolsa de aire (10).
- 20 14. Un método, que comprende:
- recibir un haz óptico (17) mediante un dispositivo óptico (20), en donde dicho dispositivo óptico (20) comprende:
- 25 una rejilla de difracción (12) fabricada de material óptico dieléctrico con un índice de refracción n y que comprende una primera superficie (21) con una estructura (23) que tiene una altura de estructura h y un periodo de estructura d , y una segunda superficie (22); en donde la primera superficie (21) está cubierta de material hidrofóbico (13) que reduce la humectabilidad de la rejilla de difracción (12) para líquidos pre-seleccionados;
- 30 una capa de electrodo (11) de material eléctricamente conductor formada sobre dicha segunda superficie (22), para crear un campo eléctrico;
- una capa de líquido uniforme (14) con el índice de refracción k comprendida por uno de dichos líquidos pre-seleccionados, en donde dichos índices de refracción n y k son sustancialmente iguales, dicha capa de líquido uniforme (14) está dispuesta sobre dicha primera superficie (21) de dicha rejilla de difracción (12), en donde los parámetros de dicho dispositivo óptico (20) se eligen de manera que:
- 35 dicha capa de líquido uniforme (14) está configurada para no entrar en un área de bolsa de aire (10) formada por debajo de una parte superior de dicha estructura (23) cuando no hay campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14), y
- 40 dicha capa de líquido uniforme (14) está configurada para entrar, en un valor predeterminado, en dicha área de bolsa de aire (10) formada por debajo de la parte superior de dicha estructura (23), debido a un efecto capilar y humectabilidad aumentada de dicha primera superficie (21), cuando hay un campo eléctrico predeterminado creado en dicha capa de líquido uniforme (14), para cambiar una eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12) para variar una intensidad óptica de un haz óptico (17) transmitido o reflejado por dicha rejilla de difracción (12); y
- 45 variar dicho campo eléctrico predeterminado, para cambiar adicionalmente el valor predeterminado por el que dicha capa de líquido uniforme (14) entra en dicha área de bolsa de aire (10) produciendo un cambio adicional de la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12), variando por lo tanto la intensidad óptica del haz óptico (17) que se propaga a través de o se refleja desde el dispositivo óptico (20).
- 50 15. El método de la reivindicación 14, en el que dicho campo eléctrico o dicho campo eléctrico predeterminado se crean aplicando una tensión entre dicha capa de líquido uniforme (14) y dicha capa de electrodo (11).
- 55 16. El método de las reivindicaciones 14 o 15, en el que dicho dispositivo óptico comprende una capa de electrodo adicional de material eléctricamente conductor formada sobre una capa de líquido uniforme (14), en donde dicho campo eléctrico o dicho campo eléctrico predeterminado se crean aplicando una tensión entre dicha capa de electrodo adicional y dicha capa de electrodo (11).
- 60 17. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-16, en el que dichos parámetros de dicho dispositivo óptico (20) comprenden dicho periodo de estructura d , una tensión superficial de líquido en la capa de líquido uniforme (14) y la humectabilidad de dicho material hidrofóbico (13).
- 65 18. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-17, en el que dicha rejilla de difracción (12) tiene un perfil rectangular, un perfil inclinado o un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.

19. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-18, en el que dicha capa de electrodo (11) es transparente a un haz óptico (17).
- 5 20. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-19, en el que dicha capa de líquido uniforme (14) está teñida de un color óptico predeterminado o se usa un filtro de color delante de dicha capa de líquido uniforme (14) de manera que la rejilla de difracción (12) únicamente transmite el haz óptico (17) con dicho color predeterminado.
- 10 21. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-20, en el que dichos parámetros de dicha rejilla de difracción (12) se eligen de manera que dicha rejilla de difracción (12) soporta únicamente modos de difracción de transmisión de primer orden y de orden cero del haz óptico transmitido (17) transmitido a través de dicha rejilla de difracción (12), en donde el componente de modo de difracción de transmisión de orden cero de dicho haz óptico transmitido (17) está bloqueado y el componente de modo de difracción de transmisión de primer orden de dicho haz óptico transmitido (17) se dirige hacia un usuario de dicho dispositivo óptico.
- 15 22. El método de la reivindicación 21, en el que la intensidad óptica de dicho componente de modo de difracción de transmisión de primer orden de dicho haz óptico transmitido (17) se varía cambiando la eficiencia de difracción de la rejilla de difracción (12) mediante dicho campo eléctrico.
- 20 23. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-22, en el que dicho haz óptico (17) es recibido por la primera superficie (21) de la rejilla de difracción (12).
- 25 24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-23, en el que el aire puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10) y dicha área de bolsa de aire (10) está completamente llena de dicha capa de líquido uniforme (14) cuando un campo eléctrico, creado en dicha capa de líquido uniforme (14), supera un campo eléctrico umbral.
- 30 25. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-23, en el que el aire puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10), y dicha área de bolsa de aire (10) está llena de dicha capa de líquido uniforme (14), en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14) es menor que un campo eléctrico umbral, y en donde las líneas periódicas de dicha rejilla de difracción (12) tienen un perfil de pared que varía suavemente de acuerdo con un algoritmo predeterminado.
- 35 26. El método de cualquiera de las reivindicaciones 14-23, en el que el aire en dicha área de bolsa de aire (10) no puede escapar de dicha área de bolsa de aire (10), y dicha área de bolsa de aire (10) está llena de capa de líquido uniforme (14), en un valor predeterminado, cuando un campo eléctrico creado en dicha capa de líquido uniforme (14) es mayor que un campo eléctrico umbral, y en donde dicho valor predeterminado se define mediante una condición de equilibrio usando una presión proporcionada por dicho aire en dicha bolsa de aire (10).
- 40 27. Un dispositivo electrónico, que comprende un componente que comprende al menos un dispositivo óptico (20) de cualquiera de las reivindicaciones 1-14.
- 45 28. El dispositivo electrónico de la reivindicación 27, en donde dicho dispositivo electrónico es una pantalla y dicho al menos un dispositivo óptico (20) es un pixel de dicha pantalla.
- 50 29. El dispositivo electrónico de las reivindicaciones 27 o 28, en donde dicho dispositivo electrónico es una pantalla de proyección, pantalla de iluminación frontal, una pantalla secuencial de campo o una pantalla auto-estereoscópica.
- 55 30. El dispositivo electrónico de cualquiera de las reivindicaciones 27-29, que comprende adicionalmente:
un selector/conmutador de intensidad óptica configurado para, en respuesta a recibir una señal de modulación/instrucción de intensidad óptica, proporcionar una señal de selección/modulación de intensidad a dichos medios para variar dicho campo eléctrico predeterminado, en donde dicha señal de selección/modulación de intensidad indica un nivel deseado de la intensidad óptica reflejada desde o transmitida a través de dicha rejilla de difracción (12); y
en el que dichos medios para variar dicho campo eléctrico predeterminado están configurados para, en respuesta a una señal de selección/modulación de intensidad, proporcionar una señal de control de electro-humectación a un dispositivo óptico (20) en dicho componente para permitir que se aplique un campo eléctrico entre dicha capa de líquido uniforme (14) y dicha capa de electrodo (11); y
en el que dichos medios para variar dicho campo eléctrico predeterminado son al menos un controlador de tensión.
- 60 31. El dispositivo electrónico de la reivindicación 30, en el que el selector/conmutador de intensidad óptica y el al menos un controlador de tensión están combinados en un bloque.

Superficie de humectación

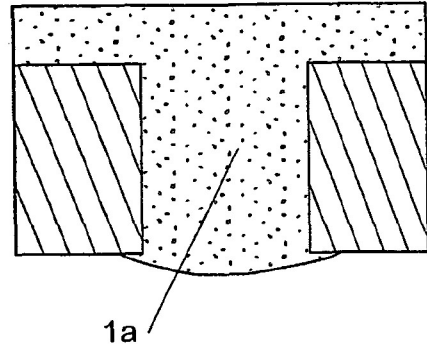
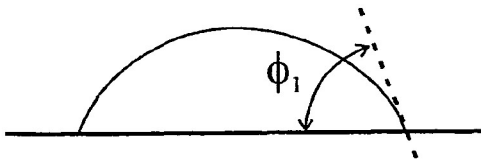


Figura 1a

Superficie no de humectación

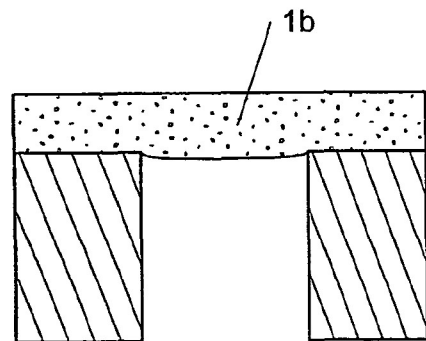
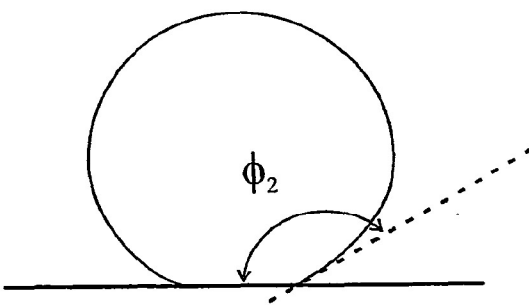
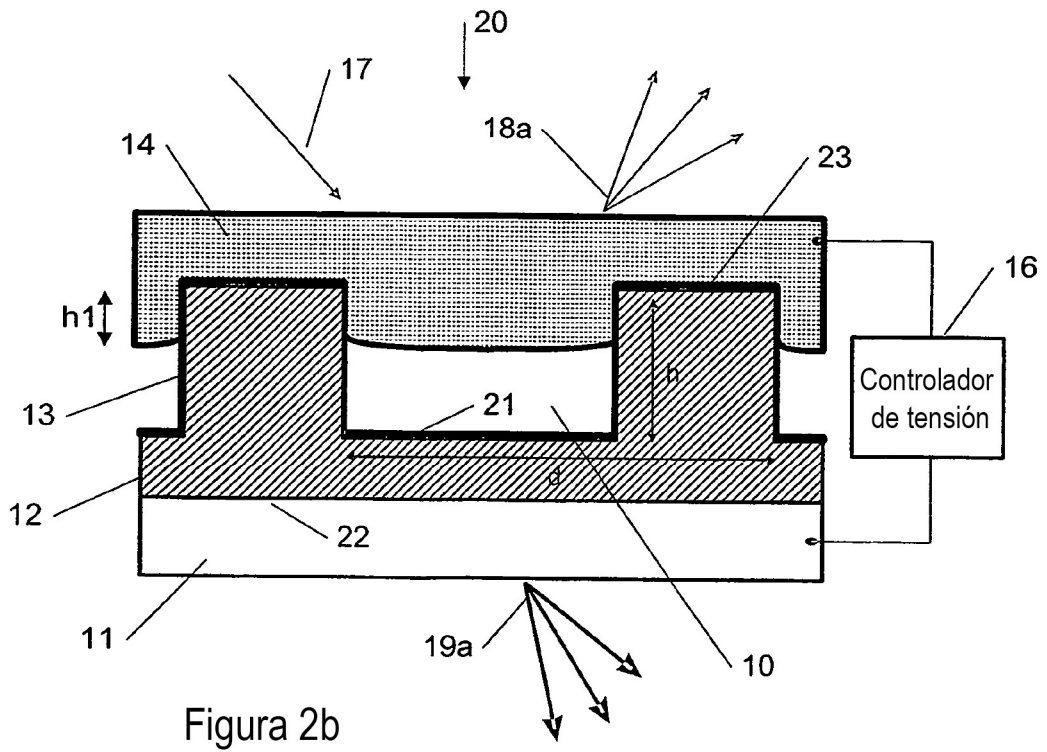
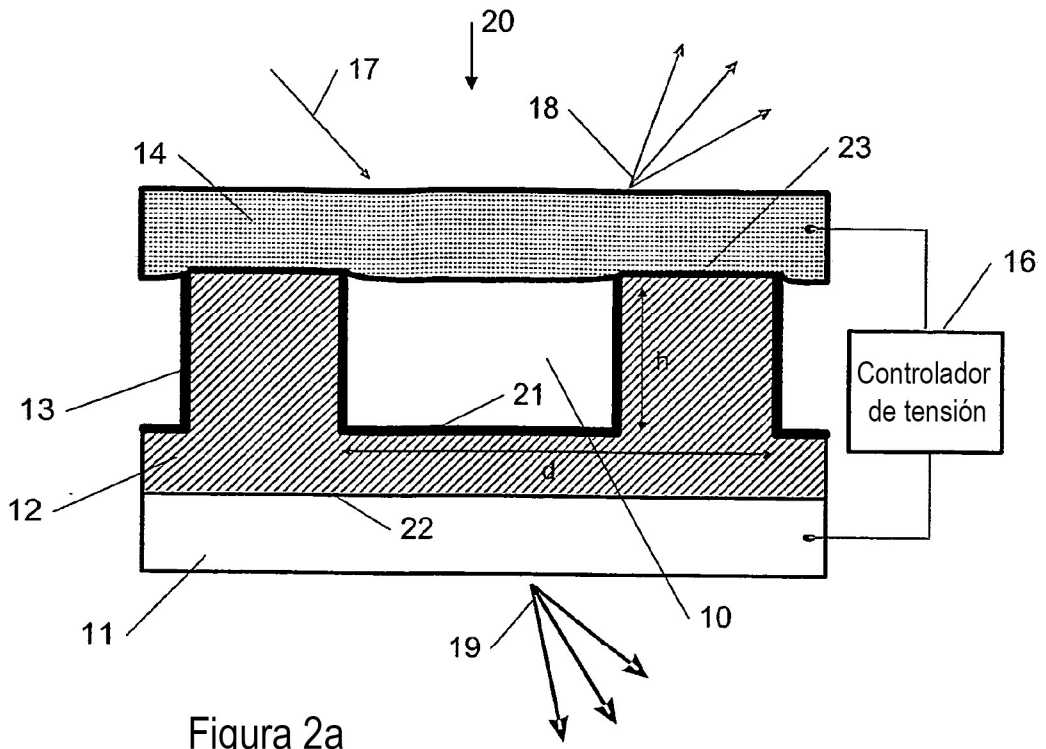


Figura 1b



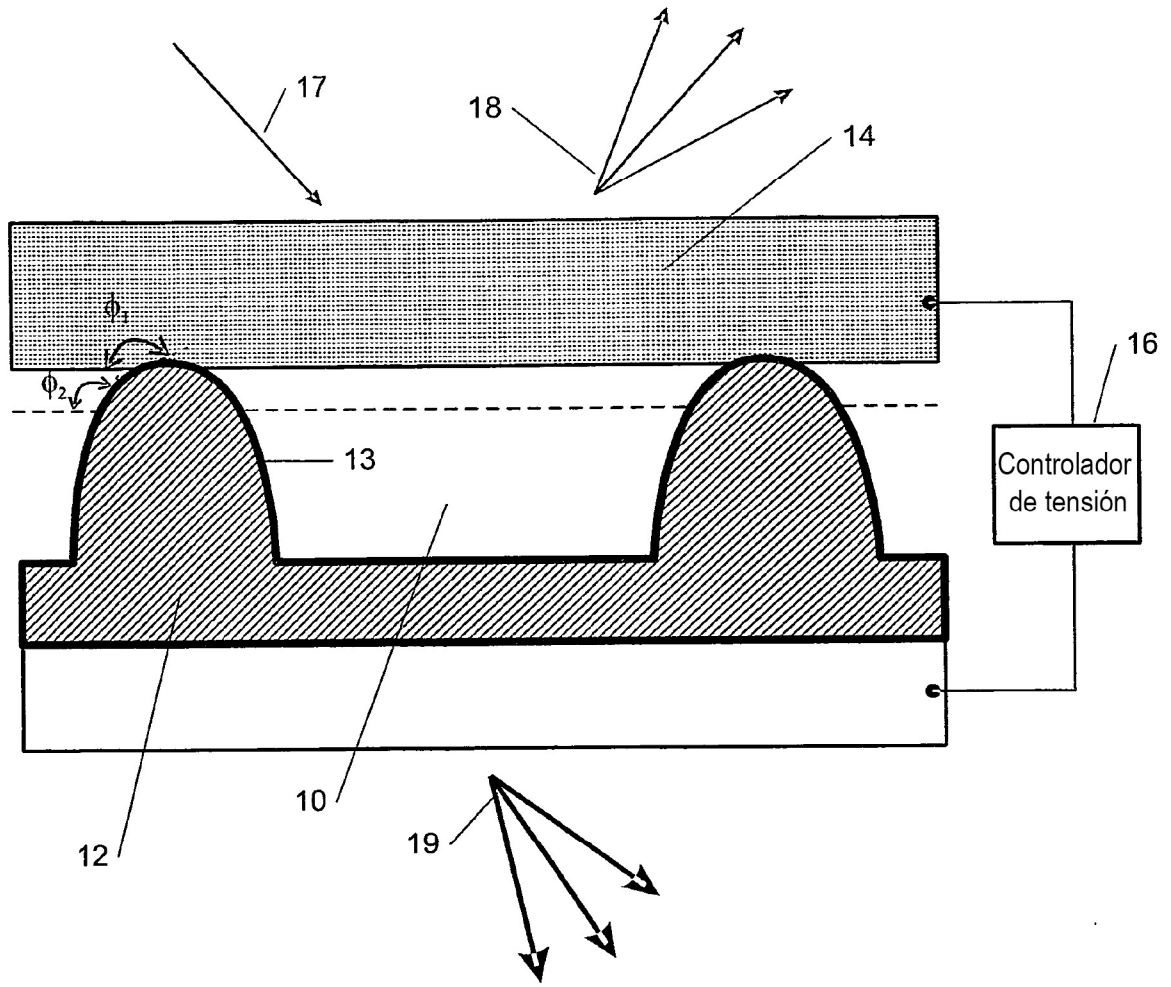


Figura 3

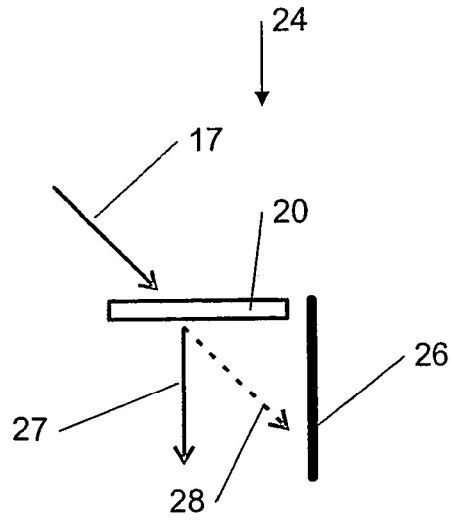


Figura 4

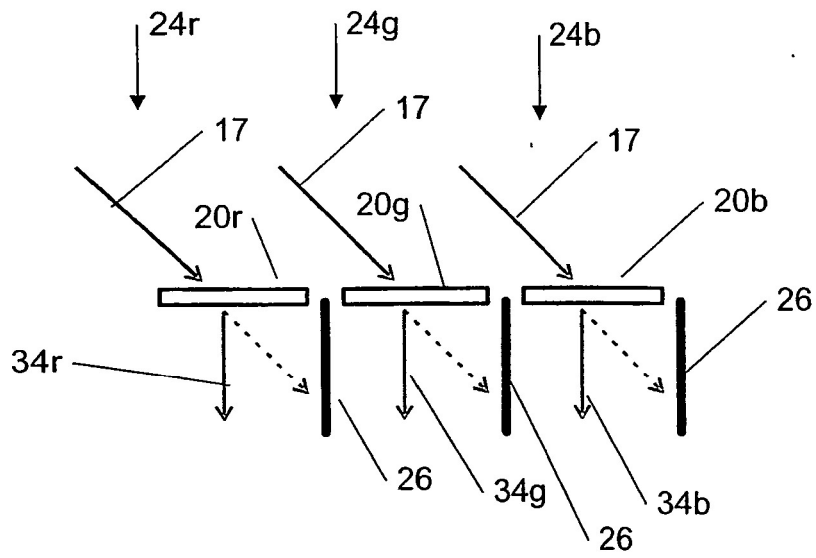


Figura 5

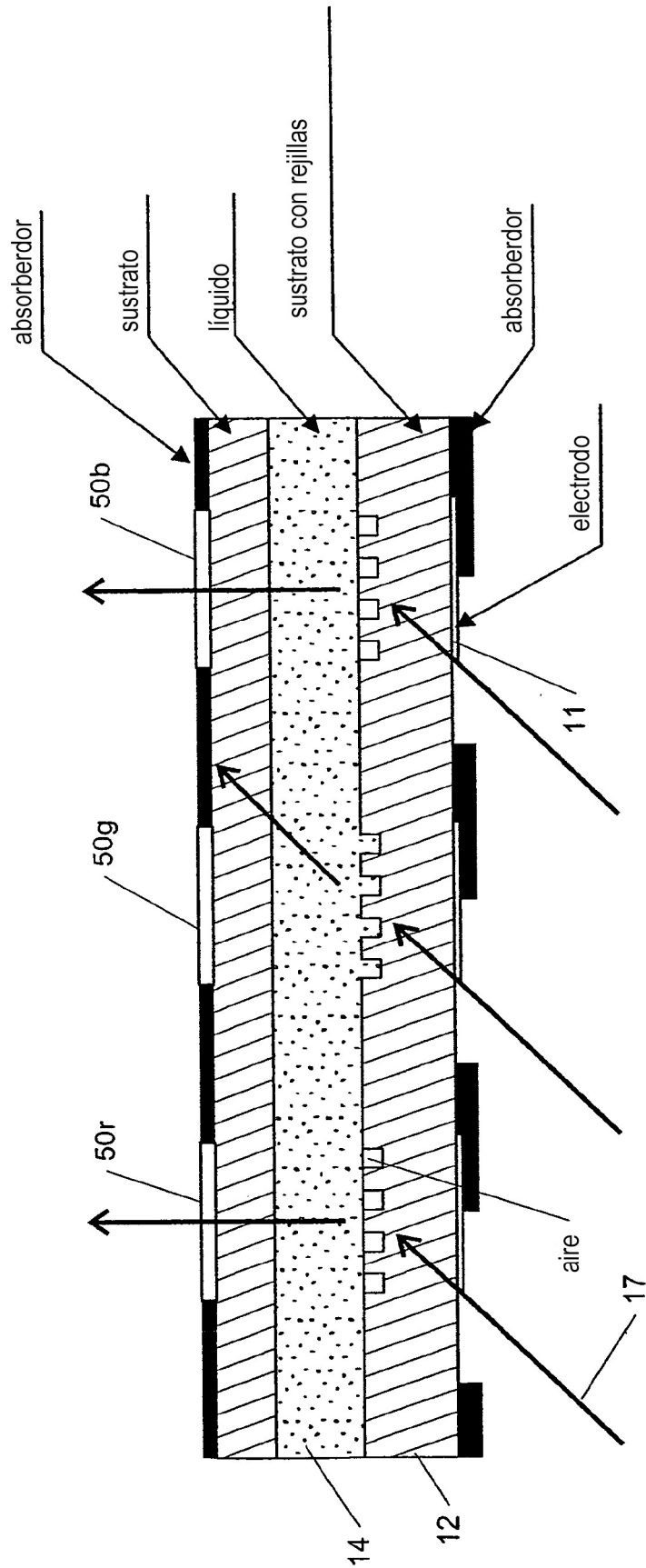


Figura 6a

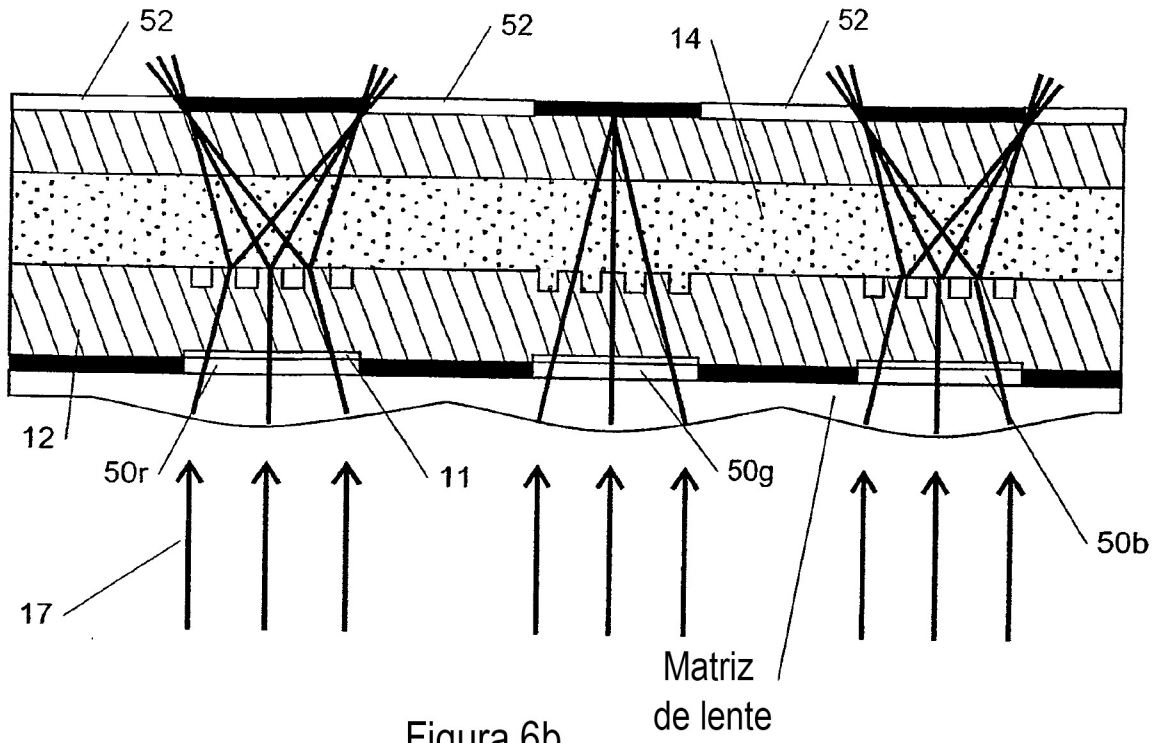


Figura 6b

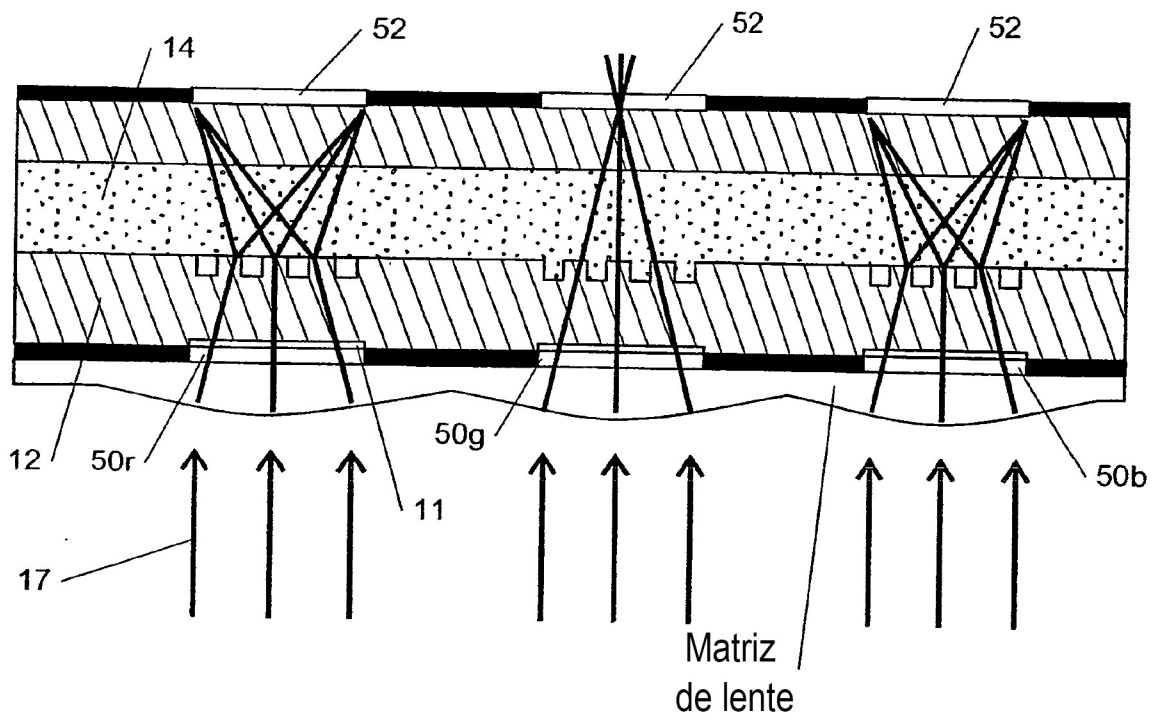


Figura 6c

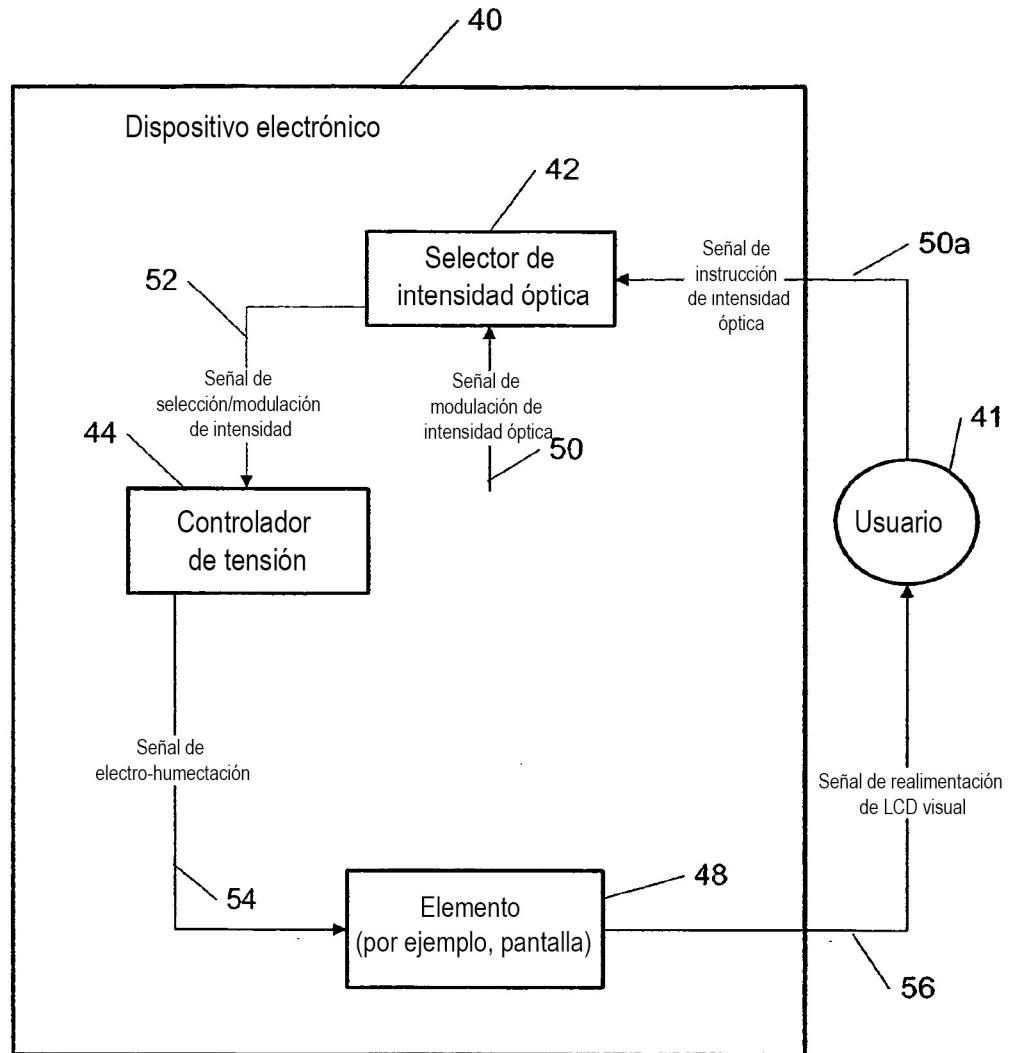


Figura 7