

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 900**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2015 PCT/US2015/013725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15116913**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2015 E 15743964 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3100112**

54 Título: **Pantalla de imagen reflectante con capa dieléctrica**

30 Prioridad:

31.01.2014 US 201461934596 P

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

29.01.2019

73 Titular/es:

**CLEARINK DISPLAYS, INC. (100.0%)
4020 Clipper Court
Fremont CA 94538, US**

72 Inventor/es:

**GOULDING, MARK;
KEMP, ROGER;
SMITH, NATHAN;
SADLIK, BRAM M.;
WHITEHEAD, LORNE A. y
PULLEN, ANTHONY E.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 697 900 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

Pantalla de imagen reflectante con capa dieléctrica

5 **Campo**

La divulgación está dirigida a un aparato para visualización de imagen reflectante. En una realización, la divulgación se refiere a una pantalla de imagen reflectante que comprende una capa dieléctrica ubicada sobre la superficie de al menos un electrodo.

10

Antecedentes

Los materiales dieléctricos se usan ampliamente en una amplia gama de aplicaciones industriales.

15

Los recubrimientos dieléctricos tienen comúnmente, por ejemplo, resistencia a altas temperaturas, a la radiación, a la degradación oxidativa junto con la abrasión, al rozamiento y a otras diversas formas de desgaste físico. Adicionalmente, los revestimientos dieléctricos comúnmente proporcionan resistencia a los disolventes y otros químicos, además de exhibir excelentes propiedades de aislamiento eléctrico. Los compuestos dieléctricos pueden ser de tipo orgánico o inorgánico. El material dieléctrico inorgánico más común es el dióxido de silicio comúnmente usado en chips integrados. Los materiales dieléctricos orgánicos son comúnmente polímeros, tales como poliamidas, fluoropolímeros, polinorborenos y polímeros a base de hidrocarburos que carecen de grupos polares.

20

El documento de US 6891658 B2 de divulga una pantalla reflectante de ángulo de visión amplio, en el que se basa el preámbulo de la reivindicación 1. El documento US 8384659 B2 divulga un elemento de pantalla que incluye electrodos y un fluido con partículas de colorante.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Estas y otras realizaciones de la divulgación se tratarán con referencia a las siguientes ilustraciones a modo de ejemplo y no limitantes, en las que los elementos similares están numerados de manera similar y, donde:

30

la Fig. 1 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de tipo perlas hemisféricas semirretroreflectante TIR con una capa dieléctrica de acuerdo con la presente invención;

35

la Fig. 2 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de tipo perlas hemisféricas semirretroreflectante TIR equipada con una membrana perforada, reflectante continua y una capa dieléctrica de acuerdo con la presente invención;

la Fig. 3 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de imagen reflectante modulada con una membrana reflectante continua perforada y una capa dieléctrica no de acuerdo con la presente invención;

40

la Fig. 4 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla que comprende una capa dieléctrica y una pluralidad de cavidades conectadas por una abertura que no es de acuerdo con la presente invención; y

45

la Fig. 5 es un gráfico que ilustra la mejora de las propiedades ópticas de la pantalla por la presencia de una capa dieléctrica.

Descripción detallada

50

Se ha descubierto que la adición de una capa dieléctrica sobre la capa de ITO de electrodo frontal transparente y colocada entre el electrodo frontal ITO y el medio ópticamente claro que comprende partículas electroforéticamente móviles y sobre el electrodo trasero en una pantalla de semirretroreflectante TIR frustrable mejora el rendimiento y la estabilidad de dicha pantalla. La capa dieléctrica ayuda a prevenir que las partículas electroforéticamente móviles se peguen sobre la capa ITO. Esto conduce a una sensibilidad mejorada de las partículas a un sesgo de tensión aplicado. Esto conduce, además, a un control de la escala de grises mejorado, brillo mejorado e histéresis reducida. Adicionalmente, la capa dieléctrica protege y proporciona estabilidad química a la capa ITO a altas tensiones y temperaturas cuando está en contacto con el medio que comprende las partículas móviles electroforéticamente, evitando así la degradación del rendimiento de la pantalla con el tiempo.

55

60

Por ejemplo, los materiales dieléctricos a base de poli(xilileno) (por ejemplo, parileno) han demostrado ser una familia particularmente prometedora de materiales dieléctricos en las aplicaciones descritas en el presente documento. La elección del parileno como material dieléctrico tiene muchas ventajas tanto en sus propiedades inherentes como en la facilidad de fabricación. El parileno tiene altas propiedades de barrera al gas, tal como el oxígeno, humedad y dióxido de carbono. El parileno también es ópticamente transparente, tiene una fuerte resistencia química a los disolventes, ácidos y bases, alta estabilidad térmica y un excelente aislante eléctrico con baja constante dieléctrica. El parileno se puede depositar mediante un proceso de deposición química de vapor (CVD) sin disolventes y sin curado, lo que da como resultado películas que están libres de agujeros con una excelente adherencia, conformado y de espesor uniforme.

65

Las realizaciones divulgadas proporcionan diversas arquitecturas de pantalla, incluyendo las pantallas de tipo perlas hemisféricas, semirretroreflectante que tienen una o varias capas dieléctricas añadidas. Ventajosamente, las realizaciones descritas dan como resultado pantallas que tienen un rendimiento óptico y una estabilidad química mejorados.

5 La Fig. 1 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de tipo perlas hemisféricas semirretroreflectante 100 con una capa dieléctrica. La pantalla 100 incluye una lámina frontal semirretroreflectante 102 que comprende una pluralidad de perlas hemisféricas transparentes 104 de alto índice de refracción parcialmente incrustadas en la superficie interior, una capa de electrodo frontal transparente 106 sobre la superficie de las perlas hemisféricas, el soporte trasero 108 equipado con un electrodo trasero 110 tal como en un transistor de película delgada o una matriz de electrodo con patrón y una fuente de tensión 112 que conecta los electrodos frontal y trasero.

15 Alternativamente, la lámina frontal semirretroreflectante 102 puede definir una lámina transparente de alto índice de refracción continua con protuberancias convexas. Las protuberancias convexas pueden tener la forma de protuberancias hemisféricas. El electrodo frontal 106 puede incluir un material conductor transparente, tal como óxido de estaño e indio (ITO), nanopartículas conductoras, nanocables metálicos, grafeno u otros alótropos de carbono conductores o una combinación de estos materiales dispersos en un polímero sustancialmente transparente o Baytron™.

20 El electrodo trasero 110 puede incluir un material conductor, tal como óxido de estaño e indio (ITO), partículas conductoras, nanocables metálicos, grafeno u otros alótropos de carbono conductores o una combinación de los mismos dispersos en un polímero, Baytron™ o un material conductor a base de metal (por ejemplo, aluminio, oro o plata). Contenido dentro de la cavidad formada entre el electrodo frontal 106 y el electrodo trasero 110 puede haber un medio fluido de índice de refracción bajo inerte 114. El medio 114 puede incluir, además, partículas suspendidas electroforéticamente móviles absorbentes de luz 116. En una realización, el medio 114 tiene un índice de refracción más bajo que la lámina frontal 102. La cavidad formada entre el electrodo frontal reflectante 106 y el electrodo trasero 110 puede comprender, además, unidades separadoras, tales como perlas, para controlar el tamaño del hueco entre los electrodos frontal y trasero.

30 La realización a modo de ejemplo de la pantalla 100 incluye, además, la capa dieléctrica 118 situada sobre la superficie del electrodo frontal transparente 106 y dispuesta entre el electrodo frontal transparente 106 y el medio 114. La Fig. 1 ilustra una capa dieléctrica sobre la superficie del electrodo trasero 110 en la pantalla 100, de tal manera que la capa dieléctrica está dispuesta entre el electrodo trasero 110 y el medio 114. Tener una capa dieléctrica sobre el electrodo trasero puede ser opcional y puede depender de la composición del electrodo trasero. La capa dieléctrica puede ser una capa uniforme de al menos aproximadamente 20 nm de espesor. La capa dieléctrica comprende parileno.

40 La capa dieléctrica puede tener un espesor de al menos 80 nm. En una realización a modo de ejemplo, el espesor es de aproximadamente 80-200 nm. Ventajosamente, el parileno tiene una constante dieléctrica baja y se puede realizar tan delgado como 20 nm sin tener vías de fuga de perforación. Tales características contribuyen a mostrar estructuras que tienen una capacitancia comparativamente alta por unidad de área. La alta capacitancia significa que el número requerido por unidad de área de partículas de pigmento cargadas puede ser atraído al parileno a una tensión más baja que si el espesor fuera superior o si la constante dieléctrica fuera inferior.

45 Con referencia de nuevo a la Fig. 1, el lado izquierdo de la línea discontinua 122 muestra una porción o un píxel de la pantalla en el estado blanco, brillante o semirretroreflectante. En este estado, las partículas electroforéticamente móviles 116 se mueven bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado cerca de la capa dieléctrica 118 adyacente a la superficie del electrodo trasero 110. El TIR se tiene lugar en la superficie interior de la lámina 102. Esto se ilustra mediante los rayos de luz incidentes 124 y 126 que se reflejan totalmente de manera interna de manera semirretroreflectante de nuevo hacia el espectador 120, como lo ilustran los rayos de luz reflejados 128 y 130, respectivamente.

50 Sobre el lado derecho de la línea discontinua 122, la Fig. 1 ilustra una porción o un píxel de la pantalla 100 en el estado oscuro TIR frustrado. En este estado, las partículas móviles 116 se mueven bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado de polaridad opuesta (en contraste con el lado izquierdo de la Fig. 1). Las partículas se agregan cerca de la superficie de la capa dieléctrica 118 ubicada sobre el electrodo frontal transparente 106, de tal manera que TIR se frustra para crear un estado oscuro. Esto se ilustra por los rayos de luz incidentes 132 y 134 siendo absorbidos, por ejemplo, por la absorción de luz de las partículas electroforéticamente móviles 116.

60 La Fig. 2 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de tipo perlas hemisféricas semirretroreflectante TIR 200. La pantalla incluye una membrana reflectante continua perforada y una capa dieléctrica. La pantalla 200 incluye también una lámina frontal semirretroreflectante 202 que comprende una pluralidad de perlas hemisféricas transparentes 204 de alto índice de refracción parcialmente incrustadas en la superficie interior, un electrodo frontal transparente 206 sobre la superficie de las perlas hemisféricas, el soporte trasero 208 con un electrodo trasero 210 (tal como en un transistor de película delgada o una matriz de electrodo con patrón) y una fuente de tensión 212 que conecta los electrodos frontal y trasero.

65

En una realización alternativa, la lámina frontal 202 puede ser una lámina transparente de alto índice de refracción continua que tiene protuberancias convexas. Las protuberancias convexas pueden ser de forma hemisférica. Los electrodos frontal y trasero pueden incluir composiciones similares según se describe en relación con la Fig. 1. Contenido dentro de la cavidad formada entre el electrodo frontal 206 y el electrodo trasero 210 puede haber un medio fluido de índice de refracción bajo inerte 214. El medio 214 puede incluir partículas suspendidas electroforéticamente móviles absorbentes de luz 216. En una realización, el índice de refracción del fluido 214 es menor que el índice de refracción de la lámina frontal 202. La cavidad formada por el electrodo frontal 206 y el electrodo trasero 210 puede comprender, además, unidades separadoras, tales como perlas, para controlar el tamaño del hueco entre los dos electrodos.

La pantalla 200 de la Fig. 2 puede comprender, además, una capa dieléctrica transparente 218 formada sobre el electrodo frontal 206 y dispuesta entre el electrodo frontal y el medio 214. La Fig. 2 ilustra también una segunda capa dieléctrica sobre el electrodo trasero 218 de tal manera que la capa dieléctrica está dispuesta entre el electrodo trasero 210 y el medio 214. Una capa dieléctrica sobre el electrodo trasero puede usarse opcionalmente dependiendo de la composición del electrodo trasero. La capa dieléctrica puede ser una capa uniforme de al menos aproximadamente 20 nm de espesor y comprende parileno. En una implementación, el espesor de la capa dieléctrica es al menos de aproximadamente 80 nm. En otra implementación, el espesor está en el intervalo de aproximadamente 80-200 nm. Una ventaja del parileno es su capacidad para depositarse de manera conformada con un espesor uniforme. Debido a la naturaleza contorneada de la superficie de la lámina frontal 202, es fundamental que la capa dieléctrica elegida pueda recubrirse uniformemente. Una uniformidad de recubrimiento deficiente puede dar lugar a propiedades eléctricas y ópticas no uniformes de la pantalla. La capacidad de proporcionar un recubrimiento uniforme hace que el parileno sea un material adecuado para la fabricación de las pantallas mostradas en relación con las Figs. 1 y 2.

Con referencia de nuevo a la Fig. 2, la pantalla 200 incluye, además, una membrana reflectante porosa perforada 220 para mejorar el brillo de la pantalla TIR. La membrana 220 puede estar dispuesta entre la capa dieléctrica frontal 218 (adyacente al electrodo frontal 206) y el electrodo trasero 210. El diámetro promedio de los poros 222 en la membrana 220 puede variar dependiendo de la aplicación. En una realización a modo de ejemplo, los poros son sustancialmente mayores (por ejemplo, aproximadamente 10 veces mayores) que el diámetro promedio de las partículas absorbentes 216. Los poros 222 en la membrana 220 constituyen una fracción suficientemente grande (por ejemplo, al menos el 20 %) del área superficial total de la membrana 220 para permitir el paso sustancialmente libre de partículas absorbentes 216 a través de la membrana 220. La membrana 220 puede estar formada por un material de membrana porosa tal como policarbonato o membrana de tejido de fibra.

La superficie exterior 224 de la membrana 220 puede ser reflectante y puede ser reflectante o bien de manera difusa o de manera especular. Una membrana reflectante 220 puede formarse a partir de un material intrínsecamente reflectante tal como un reflector de banda ancha de múltiples capas (por ejemplo, Película Óptica Multicapa disponible de 3M, St. Paul, MN) o película flexible Mylar™ aluminizada, o recubriendo la superficie exterior 224 con una película reflectante (por ejemplo, aluminio) usando técnicas estándar de deposición de vapor. La película reflectante 224 puede comprender TiO₂. La naturaleza continua de la membrana 220 está representada por líneas discontinua 226 en la realización a modo de ejemplo de la Fig. 2.

Sobre el lado izquierdo de la línea discontinua 228, la pantalla 200 representa una porción o un píxel de la pantalla en el estado semirretroreflectante o brillante blanco. En este estado, las partículas electroforéticamente móviles 216 se mueven bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado hacia el electrodo trasero 210, donde se acumulan cerca de la superficie de la capa dieléctrica trasera 218, de tal manera que puede TIR puede tener lugar en la superficie interior de la lámina 202. Esto se ilustra mediante los rayos de luz incidentes 230 y 232 que se reflejan totalmente de manera interna de una manera semirretroreflectante según se representa por los rayos de luz reflejados 234 y 236 hacia el espectador 238.

Sobre el lado derecho de la línea discontinua 228 se ilustra una porción o un píxel de la pantalla en el estado de oscuro TIR frustrado. En este estado, las partículas móviles 216 se mueven bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado de polaridad opuesta a cerca de la superficie de la capa dieléctrica frontal 218, de tal manera que se frustra el TIR. Esto se ilustra por los rayos de luz incidentes 240 y 242 siendo absorbidos, por ejemplo, por las partículas móviles absorbentes de luz 216.

La Fig. 3 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla de imagen reflectante modulada 300 con una membrana reflectante continua perforada y una capa dieléctrica. En este caso, En lugar de que la luz se refleje en una lámina frontal semirretroreflectante, como se ilustra en las Figs. 1 y 2, la luz se refleja en una superficie semiespecular o semirretroreflectante sobre una membrana reflectante porosa perforada. La pantalla 300 no es de acuerdo con la invención.

La pantalla 300 incluye una lámina externa transparente 302, el electrodo frontal transparente 304, el soporte trasero 306 con una capa conductora superior que actúa como un electrodo trasero 308. El electrodo trasero puede definir un transistor de película delgada o una matriz con patrón. En la Fig. 3, una fuente de tensión 310 conecta los electrodos frontal y trasero. El electrodo frontal 304 y el electrodo trasero 308 pueden incluir material y espesor similares como se trató en relación con las Figs. 1 y 2. Contenido dentro de la cavidad formado entre el electrodo frontal 304 y el

electrodo trasero 308 puede haber un medio inerte de fluido de índice de refracción bajo 312 que puede incluir, además, partículas electroforéticamente móviles absorbentes de luz 314 suspendidas. La cavidad puede comprender, además, unidades separadoras, tales como perlas, para controlar el tamaño del hueco formado por dichos electrodos frontal y trasero. Sobre la parte superior del electrodo frontal transparente 304 hay una capa dieléctrica transparente 316 dispuesta entre el electrodo frontal transparente 304 y el medio 312.

La Fig. 3 ilustra también una segunda capa dieléctrica 316 sobre la superficie del electrodo trasero 308 de tal manera que la segunda capa dieléctrica está dispuesta entre el electrodo trasero 308 y el medio 312. La segunda capa dieléctrica sobre el electrodo trasero puede ser opcional dependiendo de la composición del electrodo trasero. La segunda capa dieléctrica puede ser una capa uniforme de al menos aproximadamente 20 nm de espesor. La segunda capa dieléctrica puede comprender parileno u otros materiales o combinaciones dieléctricas inorgánicas u orgánicas. En un ejemplo, la segunda capa dieléctrica tiene un espesor de al menos 80 nm. En otro ejemplo, el segundo espesor dieléctrico está en el intervalo de aproximadamente 80-200 nm.

Dispuesto dentro de la cavidad y entre las capas dieléctricas frontal y trasera 316, hay una membrana continua (representada por las líneas discontinuas 318 para implicar una capa continua) 320. La membrana 320 puede estar formada por un material polimérico grabado en la pista, tal como policarbonato, poliéster, poliimida o algún otro material polimérico o vidrio con un espesor de al menos aproximadamente 10 micras. La naturaleza porosa de la película 320 permite que las partículas absorbentes de luz 314 pasen a través de los poros 322. El diámetro promedio de los poros en la membrana 320 puede ser sustancialmente mayor (por ejemplo, aproximadamente 10 veces mayor) que el diámetro promedio de las partículas absorbentes de luz 314. Los poros en la membrana 320 pueden constituir una gran fracción (por ejemplo, al menos el 10 %) del área superficial total de la membrana 320 para permitir el paso sustancialmente libre de partículas absorbentes 314 a través de los poros 322.

La pantalla 300 ilustra una primera capa adicional reflectante porosa y continua (representada por las líneas discontinuas 324 para implicar una capa continua) 326 sobre la membrana porosa, continua y perforada 320. La capa adicional 326 puede incluir una capa delgada de metal reflectante de luz especularmente, tal como el aluminio, plata, oro, película flexible Mylar™ aluminizada u otro material para mejorar la reflectancia. La capa difusora de luz 328 se puede agregar opcionalmente al exterior de la lámina externa 302 y frente al espectador 330 con el fin de "suavizar" la luz reflejada especularmente de la capa reflectante 326. La capa reflectante 326 puede incluir, además, un recubrimiento semirretroreflectante. El recubrimiento semirretroreflectante 326 puede comprender reflectores de esquina de cubo o de esquina de cubo parcial o perlas de vidrio incrustadas en un sustrato reflectante o en una matriz transparente y respaldadas por una capa reflectante adicional y opcional. También se puede usar una capa de TiO₂ sinterizado como capa reflectante 326.

En un ejemplo, el nivel de reflectancia difusa del recubrimiento semirretroreflectante 326 no es tan alto como para provocar interferencias entre píxeles o subpíxeles. Por ejemplo, si la luz entra a través de un subpíxel, se puede reflejar mediante el recubrimiento semirretroreflectante 326, de tal manera que la luz salga a través del mismo subpíxel, de lo contrario, se reducirá el contraste y/o la saturación de color. En otro ejemplo, el electrodo frontal y la capa dieléctrica transparente pueden residir directamente sobre la capa reflectante de la membrana porosa 320.

Sobre el lado izquierdo de la línea discontinua 332 en la pantalla 300 en la Fig. 3 representa una porción o píxel de la pantalla en estado semiespecular o semirretroreflectante especular. En este estado, las partículas móviles 314 se mueven bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado hacia la capa dieléctrica trasera 316 adyacente a la superficie del electrodo trasero 308, de tal manera que puede tener lugar una reflexión en la capa reflectante 326. Esto se ilustra mediante el rayo de luz incidente 334 que se refleja de manera semiespecular, semirretroreflectante especular (tal como se representa por el rayo de luz reflejado 336) de nuevo hacia el espectador 330 para crear un estado de luz. Sobre el lado derecho de la línea discontinua 332 se representa un estado oscuro. En este caso, las partículas electroforéticamente móviles se mueven a través de los poros 322 bajo la influencia de un sesgo de tensión aplicado y se acumulan cerca de la capa dieléctrica frontal 316 para absorber los rayos de luz incidentes. Esto se representa por los rayos de luz 338 y 340 que son absorbidos por la luz que absorbe partículas móviles 314.

Las arquitecturas de pantalla ilustradas en las Figs. 1-3 pueden comprender, además, paredes que crean pozos o compartimentos para confinar las partículas electroforéticamente móviles. Las paredes o paredes transversales pueden estar configuradas para crear pozos o compartimentos en, por ejemplo, forma cuadrada, triangular, pentagonal, hexagonal o una combinación de sus esas mismas formas. Las paredes pueden comprender un material polimérico y con patrón por técnicas convencionales que incluyen fotolitografía, estampado o moldeado. Las paredes ayudan a confinar las partículas electroforéticamente móviles para evitar la sedimentación y la migración de dichas partículas que pueden conducir a un rendimiento deficiente de la pantalla a lo largo del tiempo. En ciertas realizaciones, las pantallas pueden comprender paredes transversales que puentean completamente el hueco creado por los electrodos frontal y trasero en la región donde se encuentran el medio líquido y las partículas móviles. En ciertas realizaciones, las pantallas 100, 200 o 300 pueden comprender paredes transversales parciales que puentean solo parcialmente el hueco creado por los electrodos frontal y trasero en la región donde se encuentran el medio líquido y las partículas móviles. En ciertas realizaciones, las pantallas 100, 200 o 300 pueden comprender, además, una combinación de paredes transversales y paredes transversales parciales que pueden puentear completa y parcialmente el hueco creado por los electrodos frontal y trasero en la región donde se encuentran el medio líquido y

las partículas móviles.

Las arquitecturas de las pantallas de imagen reflectante 100, 200 y 300 ilustradas en las Figs. 1-3, respectivamente, y descritas en los párrafos anteriores pueden comprender, además una capa de matriz de filtro de color. Dicha capa
 5 de matriz de filtro de color puede comprender filtros rojo, verde y azul o cian, magenta y amarillo o una combinación de los mismos. En una realización, la pantalla 100 ilustrada en la Fig. 1 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y una capa de matriz de filtro de color. En otra realización, la pantalla
 10 200 ilustrada en la Fig. 2 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y una capa de matriz de filtro de color. En otro ejemplo, la pantalla 300 ilustrada en la Fig. 3 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y una capa de matriz de filtro de color.

La Fig. 4 es una vista en sección transversal de una porción de una pantalla que comprende una capa dieléctrica y una pluralidad de cavidades conectadas por una abertura. La Fig. 4 también ilustra una sección transversal de una
 15 pantalla reflectante 400 que tiene una capa delgada 402 grabada en ambos lados para formar una pluralidad de cavidades sustancialmente hemisféricas (de manera intercambiable, cámaras) 404. Las cavidades están conectadas por una abertura. La pantalla 400 no es de acuerdo con la presente invención. En la Fig. 4, las cavidades hemisféricas 404 forman huecos en forma de reloj de arena que tienen una cavidad hemisférica superior, un agujero estrecho o
 20 abertura 406 y una cavidad inferior. Las cavidades 404 se pueden organizar de varias maneras, incluyendo una matriz de empaque hexagonal o cuadrado. En una realización, las cavidades están dispuestas en una matriz hexagonal cerrada con el fin de maximizar el área dentro de la capa delgada que está llena de cavidades para limitar la cantidad de zonas no ópticamente activas en la pantalla.

La pantalla 400 incluye, además, una lámina exterior transparente superior 408, el electrodo frontal transparente 410, el soporte trasero 412 y el electrodo trasero 414 comprenden un transistor de película delgada o una matriz con patrón,
 25 actuando el material restante no grabado 416 como soporte de la capa delgada 402 para la integridad estructural. El electrodo frontal 410 y el electrodo trasero 414 pueden comprender sustancialmente el mismo material y dimensiones que los descritos en relación con las Figs. 1-3.

Un medio fluido inerte, ópticamente transparente 418 que tiene partículas suspendidas electroforéticamente
 30 absorbentes de luz 420 puede disponerse dentro de cavidades 404 con forma de reloj de arena. La pantalla 400 también puede incluir la fuente de tensión 422 que conecta el electrodo frontal 410 y las capas del electrodo trasero 414, de tal manera que se puede aplicar un sesgo de tensión a través del medio que comprende las partículas electroforéticamente móviles 420 suspendidas en el fluido 418.

En un ejemplo, el electrodo trasero 414 incluye un transistor de película delgada o una matriz con patrón registrada
 35 en cada cavidad hemisférica 404 trasera o inferior, de tal manera que las partículas móviles 420 contenidas dentro de cada cavidad se pueden controlar individualmente para crear una pantalla de alta resolución. La superficie de la cavidad hemisférica superior 404 puede estar recubierta con la capa reflectante 424 para reflejar la luz de nuevo hacia el espectador 426. La pantalla 400 también puede incluir una capa dieléctrica frontal transparente 428 sobre la capa
 40 transparente de electrodo frontal 410. Una segunda capa dieléctrica 428 puede formarse sobre la superficie del electrodo trasero 414 de tal manera que la capa dieléctrica esté dispuesta entre el electrodo trasero 414 y el medio 418. Opcionalmente, se puede agregar una capa dieléctrica sobre el electrodo trasero en función de la composición del electrodo trasero. La capa dieléctrica puede definir una capa uniforme de al menos aproximadamente 20 nm de espesor y puede comprender parileno u otros materiales dieléctricos inorgánicos u orgánicos o combinaciones de los
 45 mismos. En un ejemplo, el espesor de la capa dieléctrica es de al menos aproximadamente 80 nm. En otro ejemplo, el espesor dieléctrico está en el intervalo de aproximadamente 80-200 nm.

La pantalla puede comprender además una capa de filtro de color opcional 430 que tiene una matriz de subpíxeles
 50 individuales de colores que incluyen rojo 432 (representada por la letra "R"), verde 434 (representada por la letra "G") y azul 436 (representada por la letra "B"). Alternativamente, los colores del subpíxel pueden ser cian, magenta y amarillo. En un ejemplo, cada subpíxel de color puede registrarse con una única cavidad hemisférica 404. Para lograr una imagen a todo color de alta resolución con alta eficiencia, la entrada y salida del rayo de luz reflejada puede pasar a través del mismo subpíxel de color dentro de la capa 430 de la matriz del filtro de color.

En la Fig. 4, los rayos de luz incidente 438 y 440 pasan a través de la lámina exterior transparente 408, el electrodo
 55 frontal transparente 410, la capa dieléctrica transparente 428 y los subpíxeles de color 432 y 434. Los rayos de luz 438 y 440 pueden reflejarse en la superficie reflectante de la cavidad hemisférica superior o la cámara 424 de una manera semiespecular o semirretroreflectante representada por los rayos de luz reflejados 442 y 444. Los rayos de luz se reflejan de nuevo a través de la capa de filtro de color 430 y la lámina transparente exterior 408 hacia el
 60 espectador 426 para crear un estado de luz cuando las partículas móviles 420 se mueven a través del agujero estrecho 406 donde se acumulan cerca de la superficie de capa dieléctrica trasera adyacente al electrodo trasero 414. La polaridad de un sesgo de tensión aplicado puede invertirse para mover las partículas móviles 420 a través del agujero estrecho 406 hacia la superficie de la capa dieléctrica frontal 428. Las partículas móviles pueden acumularse en esta ubicación y absorber los rayos de luz incidente 446 y 448 dentro de las cavidades hemisféricas individuales 404 para
 65 crear un estado oscuro.

Aunque no se muestra en las Figs. 1-4, cada pantalla también puede incluir un sistema de luz frontal direccional. El sistema de luz frontal direccional puede incluir una fuente de luz, una guía de luz y una matriz de elementos extractores de luz sobre la superficie superior de la lámina superior en cada pantalla. El sistema de luz direccional puede colocarse entre la superficie exterior de la lámina exterior y el espectador. La fuente de luz frontal puede definir un diodo emisor de luz (LED), una lámpara fluorescente de cátodo frío (CCFL) o una lámpara incandescente con tecnología de montaje en superficie (SMT). La guía de luz puede estar configurada para dirigir la luz hacia la superficie completa frontal de la lámina externa transparente, mientras que los elementos extractores de luz dirigen la luz en una dirección perpendicular dentro de un ángulo estrecho, por ejemplo, centrado alrededor de un cono de 30°, hacia las láminas semirretroreflectantes o semiespeculares. Se puede usar un sistema de luz frontal direccional en combinación con paredes transversales o una capa de filtro de color en las arquitecturas de pantalla descritas en el presente documento o una combinación de las mismas

En una realización, la pantalla 100 ilustrada en la Fig. 1 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y un sistema de luz de frontal direccional. En otra realización, la pantalla 200 ilustrada en la Fig. 2 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y un sistema de luz de frontal direccional. En otro ejemplo, la pantalla 300 ilustrada en la Fig. 3 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales y un sistema de luz de frontal direccional.

En una realización, la pantalla 100 ilustrada en la Fig. 1 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz de frontal direccional. En otra realización, la pantalla 200 ilustrada en la Fig. 2 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz de frontal direccional. En otro ejemplo, la pantalla 300 ilustrada en la Fig. 3 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz de frontal direccional.

En una realización, la pantalla 100 ilustrada en la Fig. 1 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz frontal direccional. En otra realización, la pantalla 200 ilustrada en la Fig. 2 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz frontal direccional. En otro ejemplo, la pantalla 300 ilustrada en la Fig. 3 y descrita en los párrafos anteriores puede comprender, además, paredes transversales, una capa de matriz de filtro de color y un sistema de luz frontal direccional.

La Fig. 5 es un gráfico que ilustra la mejora de las propiedades ópticas de la pantalla debido a la adición de una capa dieléctrica. El rendimiento de visualización experimental ilustrado en la Fig. 5 fue generado por una pantalla de arquitectura similar a la pantalla 100 ilustrada en la Fig. 1. En este caso, se probó una primera pantalla (la pantalla de control) en ausencia de capas de parileno sobre los electrodos frontal y trasero. Se formó una segunda pantalla con capas dieléctricas de parileno de aproximadamente 100 nm de espesor sobre los electrodos frontal y trasero. El hueco entre la lámina frontal con perlas hemisféricas y el electrodo trasero era de aproximadamente 18 micras y se formó mediante el uso de perlas separadoras de diámetro uniforme. El medio líquido contenido dentro de la cavidad entre las láminas frontal y trasera incluía partículas absorbentes de luz electroforéticamente móviles a base de negro de carbón. Para probar el impacto de la capa dieléctrica con pulso aplicado, la pantalla se accionó inicialmente en su estado negro a +10 V y, después, se aplicaron pulsos de onda cuadrada de 10 V de una segunda duración alternativamente entre +10 V (estado negro) y -10 V (estado blanco) a la vez que mide el % de reflectancia de la pantalla.

En la Fig. 5, la forma de onda de accionamiento se ilustra mediante una línea discontinua en la parte inferior del gráfico que muestra pulsos de onda cuadrada alternos entre +10 y -10 V durante duraciones de un segundo. La línea con marcadores triangulares representa la pantalla de control sin capa dieléctrica de parileno donde la reflectancia máxima (estado blanco) a -10 V alcanza aproximadamente el 10 % y la reflectancia mínima (estado oscuro) a +10 V es aproximadamente 2 % con una relación de contraste global del estado blanco a la reflectancia del estado oscuro de aproximadamente 5. La línea continua muestra la pantalla con capas de parileno de aproximadamente 100 nm de espesor sobre los electrodos frontal y trasero. El ejemplo muestra una reflectancia del estado blanco máxima de aproximadamente 62 % a -10 V y una reflectancia del estado oscuro mínima de aproximadamente 5 % a +10 V con una relación de contraste del estado blanco al estado oscuro a aproximadamente 12.

La presencia de una capa dieléctrica sobre la superficie de los electrodos frontal y trasero conduce a estados blancos más brillantes y relaciones de contraste superiores. Esto puede deberse a la prevención de que las partículas móviles se adhieran a la capa de ITO desprotegida por la capa dieléctrica. Cuando las partículas se adhieren a la capa de ITO (adyacente a la superficie de perlas hemisféricas), las partículas restantes frustran el TIR durante un estado blanco deseado, lo que conduce a una disminución de la reflectancia. La adherencia de partículas también conduce a tiempos de respuesta más lentos de las partículas, como se ve en la Fig. 5 para la muestra sin parileno durante la aplicación de un campo eléctrico de -10 V. La reflectancia aumenta a lo largo del tiempo de pulso de un segundo mientras que la pantalla con las capas de parileno de 100 nm sobre los electrodos frontal y trasero exhibe un tiempo de respuesta más rápido. La velocidad a la que se alcanza la reflectancia máxima parece alcanzarse de manera escalonada y mesetas temprano durante el pulso de un segundo. La falta de adherencia de partículas y el comportamiento de tiempo de respuesta más rápido y más predecible de las partículas móviles también es ventajoso para aplicaciones de escala

de grises de múltiples bits donde se requieren formas de onda complejas.

5 En una realización, puede ser deseable una cierta atracción de partículas controlada y predecible a la capa dieléctrica para lograr una bioestabilidad que conduzca a un menor consumo de energía en la pantalla. La capacidad de una
pantalla para retener una imagen estática mientras se apaga la alimentación prolonga en gran medida la vida útil de
la batería en aplicaciones basadas en el consumidor, por ejemplo, un lector de libros electrónicos de mano. Con el fin
de conservar el beneficio de la capa de parileno pero mejorar la bioestabilidad, la superficie de parileno puede
10 modificarse para controlar las fuerzas atractivas o repulsivas de las partículas electroforéticamente móviles a la
superficie de parileno. Por ejemplo, la capa de parileno puede tratarse químicamente después de la deposición para
alterar las propiedades de la superficie. Uno de tales tratamientos es la exposición al gas flúor para fluorar la superficie
del parileno. Otro método para modificar la superficie del parileno es, por ejemplo, halogenar el material precursor de
parileno antes de depositarlo sobre el sustrato deseado. El parileno C es un material dieléctrico a base de parileno
común donde el precursor se clora en el anillo de fenilo del dímero precursor de parileno y luego se deposita sobre
15 una superficie dejando una capa de parileno clorado. Al alterar los constituyentes sobre el anillo de fenilo (en la red
troncal de parileno) se pueden ajustar las propiedades del parileno, tal como la constante dieléctrica y la energía y
reactividad de la superficie.

En general, el concepto de capa dieléctrica descrito en los párrafos anteriores puede aplicarse a cualquier topología
de electrodo para la cual es ventajoso atraer de forma variable partículas de pigmento electroforéticamente móviles
20 cerca de una superficie con el fin de modificar la reflexión de la luz. El efecto óptico neto puede ser especular,
parcialmente retrorreflectante, totalmente retrorreflectante, parcialmente difuso, o completamente difuso, o varios
intermedios. En términos de topologías específicas, además de los que se muestran en los dibujos del presente
documento, las protuberancias sobre la superficie o superficies podrían ser prismáticas, cónica, conos truncados,
diversas figuras de revolución, diversas formas aleatorias, teniendo la característica neta de que la luz se redirige de
25 manera útil y la cantidad de luz redirigida se controla a un electrodo cubierto con una capa dieléctrica de alta
capacitancia que comprende parileno o un material similar al parileno.

En las realizaciones de pantalla descritas en el presente documento, pueden usarse en diversas aplicaciones,
incluyendo: lectores de libros electrónicos, ordenadores portátiles, tabletas inteligentes, teléfonos móviles, tarjetas
30 inteligentes, señales, relojes, etiquetas de estante, unidades flash y vallas publicitarias exteriores o letreros exteriores.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de visualización de imagen reflectante, que comprende:

- 5 una lámina frontal transparente (102, 202) que comprende protuberancias convexas o perlas esféricas incrustadas, a través de las cuales un espectador ve la pantalla; un electrodo frontal (106, 206); un soporte trasero (108, 208); un electrodo trasero (110, 210); un medio fluido ópticamente transparente (114, 214); una pluralidad de partículas electroforéticamente móviles (116, 216) suspendidas en el medio fluido ópticamente transparente (114, 214); y una fuente de tensión (112, 212) para aplicar un sesgo a través del medio fluido ópticamente transparente (114, 214) para mover al menos una de las partículas electroforéticamente móviles (116, 216), **caracterizado por** una capa dieléctrica (118, 218) situada sobre la superficie de al menos un electrodo, en donde la capa dieléctrica comprende parileno o parileno halogenado.
- 10
- 15 2. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de la reivindicación 1, en donde el electrodo trasero (110, 210) comprende, además, un transistor de película delgada o una matriz con patrón.
- 20 3. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la lámina frontal transparente (102, 202) es una lámina semirretroreflectante que tiene una pluralidad de protuberancias hemisféricas sobre una superficie interior de la misma.
- 25 4. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una o varias paredes o paredes parciales.
- 30 5. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de la reivindicación 4, en donde las paredes pueden usarse para crear compartimentos para confinar las partículas electroforéticamente móviles.
- 35 6. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, una matriz de filtro de color.
7. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de la reivindicación 6, en donde la capa de filtro de color comprende una matriz de subpíxeles de colores que incluye rojo, verde y azul.
8. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un sistema de luz frontal direccional.
9. El dispositivo de visualización de imagen reflectante de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende, además, una membrana continua reflectante de luz porosa perforada (220) entre los electrodos frontal (206) y trasero (210).

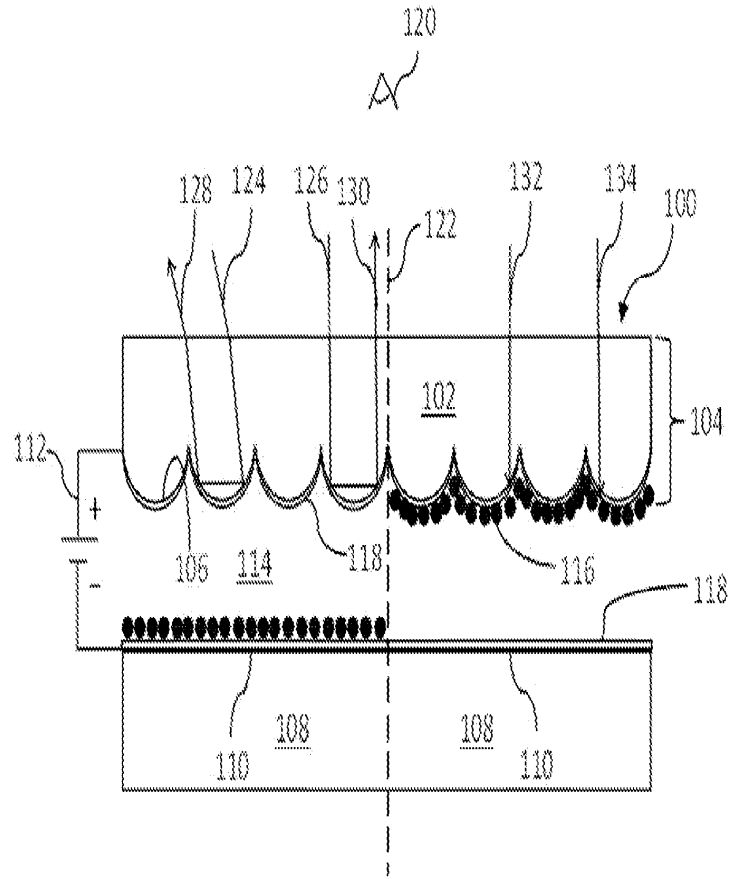


Fig. 1

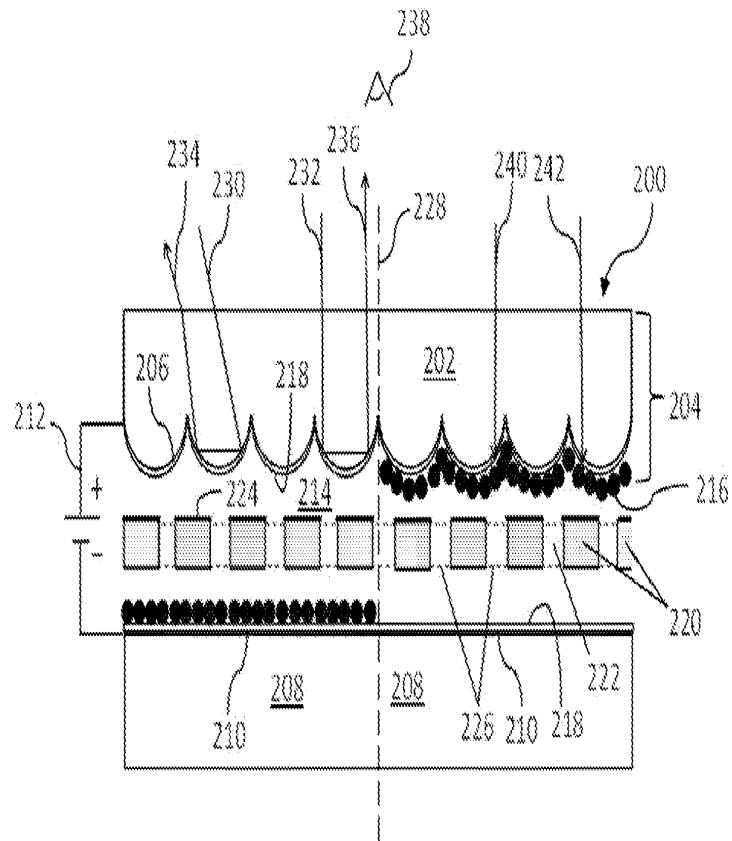


Fig. 2

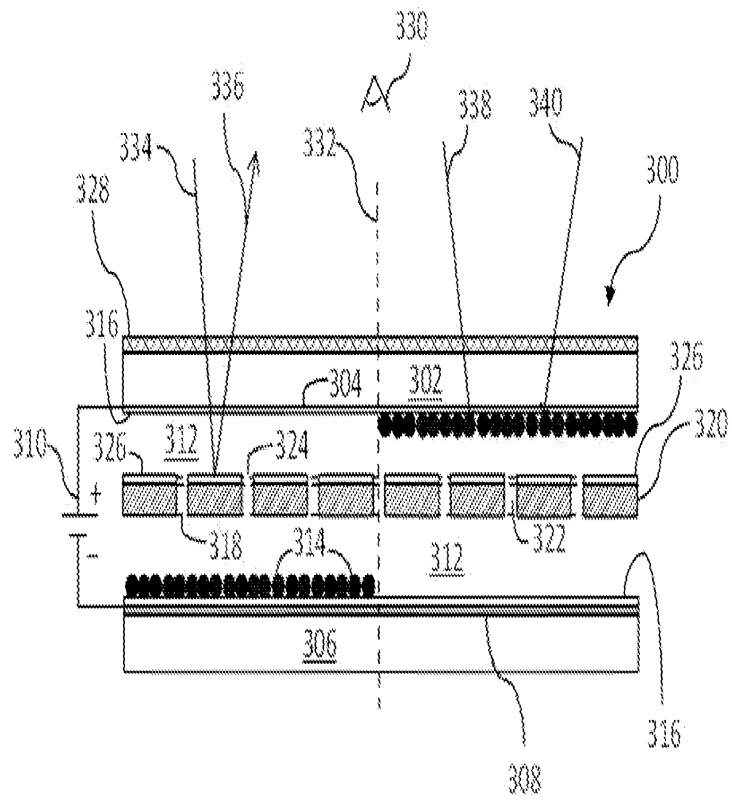


Fig. 3

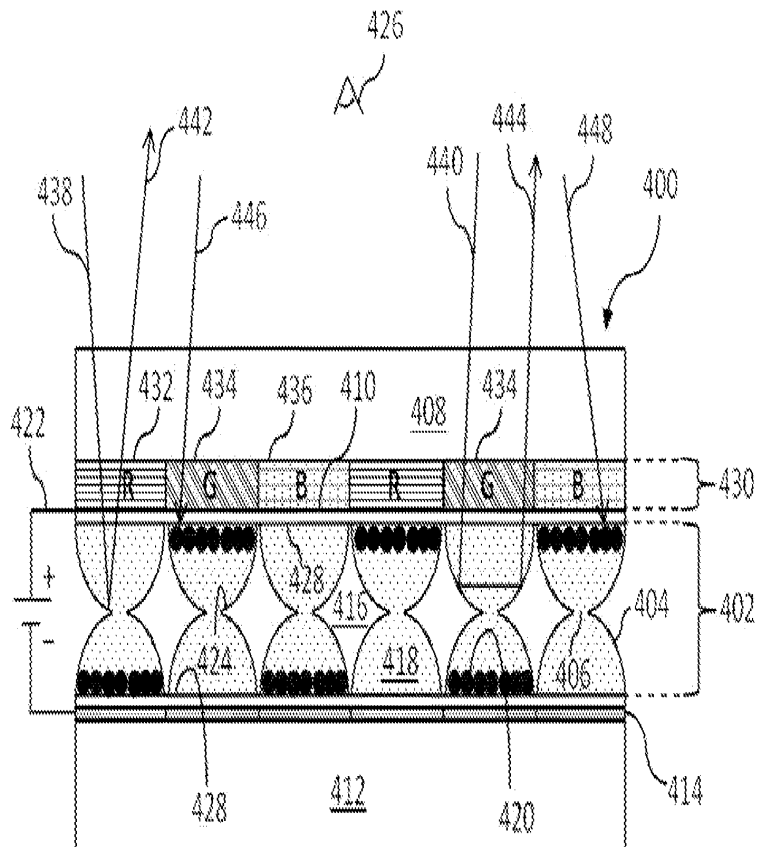


Fig. 4

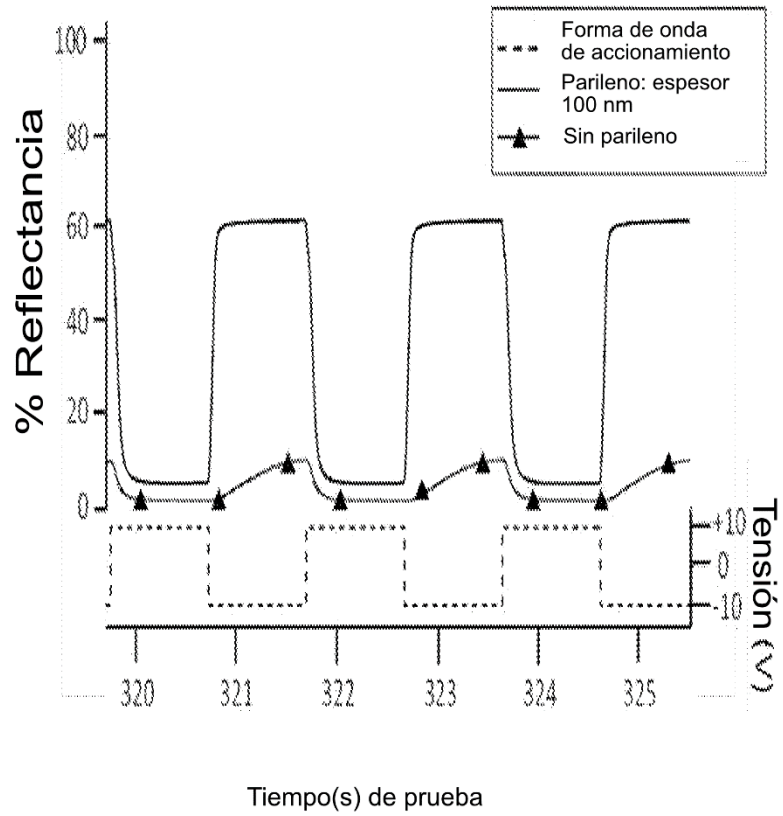


Fig. 5