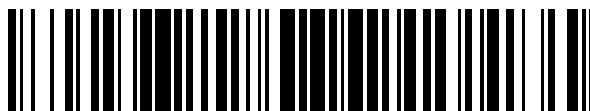


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 793 903**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2015 PCT/US2015/011237**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015 WO15108875**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2015 E 15737734 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3095007**

54 Título: **Procedimiento de accionamiento de una capa de visualización en color**

30 Prioridad:

14.01.2014 US 201461927418 P

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

17.11.2020

73 Titular/es:

**E INK CALIFORNIA, LLC (100.0%)
47485 Seabridge Drive
Fremont CA 94538, US**

72 Inventor/es:

**CHAN, BRYAN HANS;
DU, HUI;
LIN, CRAIG y
ZANG, HONGMEI**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 793 903 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de accionamiento de una capa de visualización en color

La presente invención está dirigida a un procedimiento de accionamiento de un dispositivo de visualización a todo color en el que cada píxel puede visualizar múltiples estados de color de alta calidad.

- 5 Con el fin de conseguir un visualizador en color, a menudo se utilizan filtros de color. El planteamiento más común es añadir filtros de color encima de los subpíxeles negros/blancos de un visualizador pixelado para visualizar los colores rojo, verde y azul. Cuando se desea el color rojo, los subpíxeles verde y azul cambian al estado negro, de modo que el único color que se visualiza es el rojo. Cuando se desea el color verde, los subpíxeles rojo y azul cambian al estado negro, de modo que el único color que se visualiza es el verde. Cuando se desea el color azul, los subpíxeles verde y rojo cambian al estado negro, de modo que el único color que se visualiza es el azul. Cuando se desea el estado negro, los tres subpíxeles cambian al estado negro. Cuando se desea el estado blanco, los tres subpíxeles cambian a rojo, verde y azul, respectivamente y, como resultado, el espectador ve un estado blanco.

- 10 La mayor desventaja de esta técnica es que, como cada uno de los subpíxeles tiene una reflectancia de, aproximadamente, un tercio del estado blanco deseado, el estado blanco es bastante tenue. Para compensar esto, se puede añadir un cuarto subpíxel que puede visualizar solo los estados blanco y negro, de modo que el nivel de blanco se duplica a expensas del nivel de color rojo, verde o azul (donde cada subpíxel es solo uno cuarto del área del píxel). Se pueden conseguir colores más brillantes añadiendo luz desde el píxel blanco, pero esto se consigue a expensas de la gama de colores haciendo que los colores sean muy claros e insaturados. Se puede conseguir un resultado similar reduciendo la saturación de color de los tres subpíxeles. Incluso con este planteamiento, el nivel de blanco normalmente es sustancialmente inferior a la mitad del de una visualización en blanco y negro, lo que la convierte en una opción inaceptable para dispositivos de visualizadores tales como lectores electrónicos o visualizadores que necesitan un brillo y un contraste en blanco y negro bien legibles.

- 15 El documento US 2006/0198422 A1 describe un visualizador electroforético en el que el fluido electroforético comprende cuatro tipos de partículas, dos de cada polaridad, todas con colores diferentes (véase especialmente las Figuras 24-27). Mediante un control cuidadoso de las tensiones aplicadas a los electrodos a cada lado del fluido electroforético, los colores de los cuatro tipos diferentes de partículas se pueden visualizar en una superficie de visualización.

- 20 El documento US 2009/0167754 describe un procedimiento de accionamiento de un visualizador electroforético de microcelda de doble partícula en la que se aplican pulsos de agitación de polaridades que se alternan rápidamente antes de aplicar los pulsos de accionamiento.

El documento US 2013/0250400 A1 describe una dispersión electroforética que comprende partículas aditivas no cargadas o ligeramente cargadas para mejorar la biestabilidad de un visualizador electroforético.

- 25 La presente invención proporciona un procedimiento para accionar una capa de visualización que comprende un fluido electroforético y que tiene una primera y segunda superficies en lados opuestos de la misma, el fluido electroforético que comprende cuatro y no más de cuatro tipos de partículas cargadas, concretamente partículas altamente positivas que tienen una primera característica óptica, partículas negativas altas que tienen una segunda característica óptica, partículas positivas bajas que tienen una tercera característica óptica y partículas negativas bajas que tienen una cuarta característica óptica, todas dispersas en un disolvente o mezcla de disolventes, las características ópticas primera, segunda, tercera y cuarta difieren entre sí, el procedimiento que comprende:

- 30 (a) aplicar un campo eléctrico alto que tiene una polaridad que acciona las partículas positivas altas hacia la primera superficie, haciendo que la primera característica óptica se visualice en la primera superficie; y

(b) aplicar un campo eléctrico alto que tiene una polaridad que acciona las partículas negativas altas hacia la primera superficie, haciendo que la segunda característica óptica se visualice en la primera superficie.

El procedimiento de la presente invención se caracteriza por que:

- 35 (c) una vez que se visualiza la primera característica óptica en la primera superficie, aplicar un campo eléctrico bajo que tiene una polaridad que acciona las partículas negativas bajas hacia la primera superficie pero no es lo suficientemente fuerte como para superar la fuerza de atracción entre las partículas positivas altas y partículas negativas altas pero es suficiente para superar la fuerza de atracción entre otras partículas con carga opuesta, haciendo que la cuarta característica óptica se visualice en la primera superficie;

- 40 (d) una vez que se visualiza la segunda característica óptica en la primera superficie, aplicar un campo eléctrico bajo que tiene una polaridad que acciona las partículas positivas bajas hacia la primera superficie pero no es lo suficientemente fuerte como para superar la fuerza de atracción entre las partículas positivas altas y partículas negativas altas pero es suficiente para superar las fuerzas de atracción entre otras partículas cargadas, haciendo que la tercera característica óptica se visualice en la primera superficie; y

(e) aplicar una forma de onda de agitación para hacer que se visualice una quinta característica óptica diferente de la primera, segunda, tercera y cuarta características ópticas en la primera superficie.

5 En una realización, el primer y segundo tipo de partículas son de los colores blanco y rojo, respectivamente. En una realización, el tercer y cuarto tipo de partículas son de los colores azul y verde, respectivamente. En una realización, cada uno de los píxeles es capaz de visualizar los estados de color blanco, rojo, verde, azul y negro. En otra realización, cada uno de los píxeles es capaz de visualizar los estados de color amarillo, magenta y cian.

En una realización, los tipos tercero y cuarto de partículas son de los colores azul y amarillo, respectivamente. En una realización, cada uno de los píxeles es capaz de visualizar los estados de color blanco, rojo, amarillo, azul y negro. En una realización, cada uno de los píxeles es capaz de visualizar los estados de color verde, naranja y púrpura.

10 En una realización, el bajo nivel de carga es inferior a aproximadamente el 50% del alto nivel de carga. En otra realización, el bajo nivel de carga es inferior a aproximadamente el 75% del alto nivel de carga.

En una realización, el fluido electroforético comprende además partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga. En otra realización, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga no están cargadas.

15 En una realización, ninguno de los cuatro tipos de partículas son partículas negras y la quinta característica óptica es un estado de color negro.

La Figura 1 representa un dispositivo de visualización electroforética accionado por el procedimiento de la presente invención.

Las Figuras 2-1 a 2-4 ilustran diversos cambios de color que se producen en un procedimiento de la presente invención.

20 La Figura 3 muestra una forma de onda de agitación tal como se usa en el procedimiento de la presente invención.

Las Figuras 4 y 5 muestran cómo los estados de color amarillo, magenta y cian pueden visualizarse oscilando píxeles en el procedimiento de la presente invención.

Las Figuras 6-1 a 6-4 son similares a las Figuras 2-1 a 2-4 respectivamente e ilustran diversos cambios de color que se producen en un segundo procedimiento de la presente invención.

25 Las Figuras 7 y 8 son similares a las Figuras 4 y 5, respectivamente, y muestran cómo se pueden visualizar los estados de color púrpura, naranja y verde oscilando píxeles en el segundo procedimiento de la presente invención.

Las Figuras 9A y 9B, respectivamente, ilustran celdas de visualización alineadas o no alineadas con los electrodos de los píxeles.

30 El fluido electroforético utilizado en el procedimiento de la presente invención comprende cuatro tipos de partículas dispersas en un disolvente dieléctrico o mezcla de disolventes. Por facilidad de ilustración, los cuatro tipos de partículas de pigmento pueden denominarse primer tipo (11), segundo tipo (12), tercer tipo (13) y cuarto tipo (14) de partículas, como se muestra en la Figura 1. Sin embargo, con solo cuatro tipos de partículas de pigmento, el procedimiento puede visualizar al menos cinco estados de color diferentes, lo que conduce a una visualización a todo color.

35 En general, los cuatro tipos de partículas se dividen en dos grupos: grupo con carga alta y grupo con carga baja. En los dos grupos de partículas con cargas opuestas, un grupo transporta una carga más fuerte que el otro grupo. Por lo tanto, los cuatro tipos de partículas de pigmentos también pueden denominarse partículas positivas altas, partículas negativas altas, partículas positivas bajas y partículas negativas bajas.

40 Como ejemplo, las partículas rojas (R) y las partículas blancas (W) son el primer grupo de partículas con cargas opuestas y, en este grupo, las partículas rojas son las partículas positivas altas y las partículas blancas son las partículas negativas altas. Las partículas azules (B) y las partículas verdes (G) pueden ser el segundo grupo de partículas con cargas opuestas y, en este grupo, las partículas azules son las partículas positivas bajas y las partículas verdes son las partículas negativas bajas.

45 En otro ejemplo, las partículas rojas pueden ser las partículas positivas altas; las partículas blancas pueden ser las partículas negativas altas; las partículas azules pueden ser las partículas positivas bajas y las partículas amarillas pueden ser las partículas negativas bajas.

Se entiende que el alcance de la invención abarca ampliamente partículas de cualquier color siempre y cuando los cuatro tipos de partículas tengan colores visualmente distinguibles.

Las partículas blancas, pueden formarse a partir de un pigmento inorgánico, tal como el TiO_2 , ZrO_2 , ZnO , Al_2O_3 , Sb_2O_3 , $BaSO_4$, $PbSO_4$ o similar.

Las partículas negras, si están presentes, pueden formarse a partir de pigmento CI negro 26 o 28 o similar (p. ej., espinela negra de ferrita de manganeso o espinela negra de cromita de cobre) o negro de carbono.

5 Las partículas de otros colores (que no son ni blancas ni negras) son independientes de un color tal como el rojo, verde, azul, magenta, cian o amarillo. Los pigmentos de las partículas de color pueden incluir, pero no se limitan a, pigmento CI PR 254, PR122, PR149, PG36, PG58, PG7, PB28, PB15:3, PY83, PY138, PY150, PY155 o PY20. Esos son los pigmentos orgánicos comúnmente utilizados descritos en los manuales de índice de color "New Pigment Application Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1986) y "Printing Ink Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1984). Los ejemplos específicos incluyen Hostaperm Red D3G 70-EDS, Hostaperm Pink E-EDS, PV fast red D3G, Hostaperm red D3G 70, Hostaperm Blue B2G-EDS, Hostaperm Yellow H4G-EDS, Novoperm Yellow HR-70-EDS y Hostaperm Green GNX de Clariant; Irgazin red L 3630, Cinquasia Red L 4100 HD y Irgazin Red L 3660 HD de BASF; azul de ftalocianina, verde de ftalocianina, amarillo de diarilida o amarillo de diarilida AAOT de Sun Chemical.

Las partículas de color que no son negras ni blancas también pueden ser pigmentos inorgánicos, tales como pigmentos rojo, verde, azul y amarillo. Los ejemplos pueden incluir, pero no están limitados a, pigmento azul CI 28, pigmento verde CI 50 y pigmento amarillo CI 227.

15 Además de sus colores, los cuatro tipos de partículas pueden tener otras características ópticas distintas, tales como la transmisión óptica, la reflectancia, la luminiscencia o, en el caso de los visualizadores destinados a la lectura mediante máquina, el pseudocolor en el sentido de un cambio en la reflectancia de las longitudes de onda electromagnéticas fuera del intervalo visible.

20 Como se muestra en la Figura 1, una capa de visualización utilizada en el procedimiento de la presente invención tiene dos superficies, una primera superficie (17) en el lado de la visualización y una segunda superficie (18) en el lado opuesto de la primera superficie (17). El fluido de visualización está emparedado entre las dos superficies. En el lado de la primera superficie (17), hay un electrodo común (15) que es una capa de electrodo transparente (p. ej., ITO), que se extiende por toda la parte superior de la capa de visualización. En el lado de la segunda superficie (18), hay una capa de electrodo (16) que comprende una pluralidad de electrodos de píxeles (16a).

25 Los electrodos de los píxeles se describen en la patente de Estados Unidos n.º 7.046.228. Obsérvese que, si bien se menciona el accionamiento de la matriz activa con una tarjeta madre posterior de transistores de película delgada (TFT) en la capa de electrodos de los píxeles, el alcance de la presente invención abarca otros tipos de direccionamiento de electrodos siempre y cuando los electrodos cumplan las funciones deseadas.

30 Cada espacio entre dos líneas verticales de puntos en la Figura 1 indica un píxel. Según se muestra, cada píxel tiene el correspondiente electrodo del píxel. Se crea un campo eléctrico para un píxel mediante la diferencia de potencial entre una tensión aplicada al electrodo común y una tensión aplicada al electrodo del píxel correspondiente.

Los porcentajes de los cuatro tipos de partículas en el fluido pueden variar. Por ejemplo, un tipo de partículas puede llevar del 0,1% al 50%, preferiblemente del 0,5% al 15%, en volumen del fluido electroforético.

35 El disolvente en el que se dispersan los cuatro tipos de partículas es claro e incoloro. Tiene preferiblemente una baja viscosidad y una constante dieléctrica en el intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 30, preferiblemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 15 para una alta movilidad de partículas. Los ejemplos de disolventes dieléctricos adecuados incluyen hidrocarburos tales como isopar, decahidronaftaleno (DECALIN), 5-etiliden-2-norborneno, aceites grasos, aceite de parafina, fluidos de silicona, hidrocarburos aromáticos tales como tolueno, xileno, fenilalquiletileno, dodecibenceno o alquilnaftaleno, disolventes halogenados tales como perfluorodecalina, 40 perfluorotolueno, perfluoroxileno, diclorobenzotrifluoruro, 3,4,5 - tricloro benzotrifluoruro, cloropentafluorobenceno, diclorononano o pentaclorobenceno, y disolventes perfluorados tales como FC-43, FC-70 o FC-5060 de 3M Company, St. Paul MN, polímeros que contienen halógenos de bajo peso molecular, tales como el poli(óxido de perfluoropropileno) de TCI America, Portland, Oregon, poli(clorotrifluoroetileno) tal como los aceites de halocarbono de Halocarbon Product Corp., River Edge, N.J., perfluoropolialquiléter tal como Galden de Ausimont, o aceites y grasas 45 Krytox, serie K-Fluid de DuPont, Delaware, aceite de silicona a base de polidimetilsiloxano de Dow Corning (DC -200).

En una realización, la carga que transportan las partículas de "carga baja" puede ser inferior a aproximadamente el 50%, o de aproximadamente el 5% a aproximadamente el 30%, de la carga que transportan las partículas de "carga alta". En otra realización, la carga que transportan las partículas de "carga baja" puede ser inferior a aproximadamente el 75%, o de aproximadamente el 15%, a aproximadamente el 55%, de la carga que transportan las partículas de "carga alta". La comparación de los niveles de carga tal como se ha indicado se aplica a dos tipos de partículas que 50 tienen la misma polaridad de carga.

La intensidad de carga se puede medir en términos de potencial zeta. En una realización, el potencial zeta está determinado por Coloidal Dynamics AcoustoSizer IIM con una unidad de procesamiento de señales CSPU-100, ESA EN # Attn célula de flujo transversal (K: 127). Las constantes del instrumento, tales como la densidad del disolvente utilizado en la muestra, la constante dieléctrica del disolvente, la velocidad del sonido en el disolvente, la viscosidad del disolvente, todas las cuales son introducidas a la temperatura de prueba (25 °C) antes de la prueba. Las muestras de pigmento se dispersan en el disolvente (que normalmente es un fluido de hidrocarburo que tiene menos de 12 átomos de carbono) y se diluyen entre 5-10% en peso. La muestra también contiene un agente de control de carga 55

(Solsperse 17000®, disponible en Lubrizol Corporation, una compañía de Berkshire Hathaway; "Solsperse" es una marca registrada), con una relación de peso de 1:10 del agente de control de carga a las partículas. La masa de la muestra diluida se determina y, posteriormente, la muestra se carga en una célula de flujo transversal para la determinación del potencial zeta.

- 5 Las magnitudes de las partículas "positivas altas" y las partículas "negativas altas" pueden ser iguales o diferentes. Asimismo, las magnitudes de las partículas "positivas altas" y las partículas "negativas altas" pueden ser iguales o diferentes.

También se observa que, en el mismo fluido, los dos grupos de partículas de carga alta-baja pueden tener diferentes niveles de diferenciales de carga. Por ejemplo, en un grupo, las partículas con carga positiva baja pueden tener una intensidad de carga que es del 30% de la intensidad de carga de las partículas con carga positiva alta y en otro grupo, las partículas con carga negativa baja pueden tener una intensidad de carga del 50% de la intensidad de carga de las partículas con carga negativa alta.

10 Las polaridades de carga y los niveles de carga para las partículas pueden ajustarse, de acuerdo con el procedimiento descrito en el n.º de publicación de Estados Unidos 2014-0011913.

15 También se observa que los cuatro tipos de partículas pueden tener diferentes tamaños de partículas. Por ejemplo, las partículas más pequeñas pueden tener un tamaño que va desde aproximadamente 50 nm a aproximadamente 800 nm. Las partículas más grandes pueden tener un tamaño que es de aproximadamente 2 a aproximadamente 50 veces, y, más preferiblemente, de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 veces, los tamaños de las partículas más pequeñas.

20 **Ejemplo 1:**

Las Figuras 2-1 a 2-4 ilustran un fluido que comprende partículas de pigmento rojo, verde, azul y blanco. Las partículas rojas (R) transportan una carga positiva alta, las partículas blancas (W) transportan una carga negativa alta, las partículas azules (B) transportan una carga positiva baja y las partículas verdes (G) transportan una carga negativa baja.

25 En la Figura 2-1, cuando se aplica una gran diferencia de potencial negativo (p. ej., -15V) a un píxel, las partículas blancas (W) se transmiten hacia el lado del electrodo común (21) y las partículas rojas (R) se transmiten hacia el lado del electrodo del píxel (22a). Las partículas azules (B) y verdes (G), debido a su nivel de carga más bajo, se mueven más lentamente que las partículas blancas y rojas con carga más alta y, por lo tanto, permanecen en medio del píxel, con las partículas verdes por encima de las partículas azules. Como resultado, el color blanco se ve en el lado de la visualización (Estado 2(a) en la Figura 2-1).

También en la Figura 2-1, cuando se aplica una gran diferencia de potencial positivo (p. ej., +15V) al píxel, la distribución de partículas sería opuesta a la que se visualiza en el Estado 2(a) y, como resultado, se ve el color rojo en el lado de la visualización (Estado 2(b) en la Figura 2-1).

35 En la Figura 2-2, cuando se aplica una baja diferencia de potencial positivo (p. ej., +3V) al píxel del Estado 2(a) (es decir, su estado blanco), las partículas blancas (W) se mueven hacia el electrodo del píxel (22a) mientras que las partículas rojas (R) se mueven hacia el electrodo común (21). Cuando se encuentran mientras se mueven, debido a su fuerte atracción mutua, dejan de moverse y permanecen en medio del píxel. En otras palabras, el campo eléctrico generado por la baja diferencia de potencial positivo no es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas blancas y rojas.

40 Sin embargo, el campo eléctrico es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas azules y verdes con carga baja y también lo suficientemente fuerte como para superar las fuerzas de atracción entre los pares de partículas con carga baja y alta opuesta (blanco/azul y rojo/verde). Como resultado, las partículas azules (B) con carga baja (positiva) se mueven hasta el lado del electrodo común (21) (es decir, el lado de la visualización) y las partículas verdes (G) con carga baja (negativa) se mueven hacia el lado del electrodo del píxel (22a). Por consiguiente, el color azul se ve en el lado de la visualización (estado 2(c) en la Figura 2-2).

45 En la Figura 2-3, cuando se aplica una baja diferencia de potencial negativo (p. ej., -3V) al píxel en el Estado 2(b) (es decir, su estado rojo), las partículas rojas (R) se mueven hacia el electrodo del píxel (22a) mientras que las partículas blancas (W) se mueven hacia el electrodo común (21). Cuando las partículas blancas y rojas se encuentran, debido a su fuerte atracción mutua, dejan de moverse y permanecen en medio del píxel. En otras palabras, el campo eléctrico generado por la baja diferencia de potencial negativo no es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas blancas y rojas.

50 Sin embargo, el campo eléctrico es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas azules y verdes con carga baja y también lo suficientemente fuerte como para superar las fuerzas de atracción entre los pares de partículas con carga baja y alta opuesta (blanco/azul y rojo/verde). Como resultado, las partículas verdes (G) con carga baja (negativa) se mueven completamente hacia el lado del electrodo común (es decir, el lado de la visualización) y las

55

partículas azules (B) con carga baja (positiva) se mueven hacia el lado del electrodo del píxel. Por consiguiente, el color verde se ve en el lado de la visualización (Estado 2(d) en la Figura 2-3).

5 La Figura 2-4 muestra el efecto de aplicar una forma de onda de agitación a un píxel en su estado de color rojo (Estado 2(b)). La forma de onda de agitación hace que las partículas rojas, verdes y azules se mezclen en la parte superior del píxel, lo que hace que se vea el estado negro en el lado de la visualización (Estado 2(e) en la Figura 2-4).

Una forma de onda de agitación consiste en repetir un par de pulsos de accionamiento opuestos durante muchos ciclos. Por ejemplo, la forma de onda de agitación puede consistir en un pulso de +15V durante 20 ms y un pulso de -15V durante 20 ms y un par de pulsos de este tipo se repite durante 50 veces. El tiempo total de dicha forma de onda de agitación sería de 2000 ms (véase la Figura 3).

10 En la práctica, puede haber al menos 10 repeticiones (es decir, diez pares de pulsos positivos y negativos).

Después de aplicar la forma de onda de agitación, el estado óptico sería de una mezcla de las partículas, que se ven negras en el presente ejemplo.

15 Cada uno de los pulsos de accionamiento en la forma de onda de agitación se aplica para no superar el 50% (o no superar el 30%, el 10% o el 5%) del tiempo de accionamiento requerido desde el estado completamente blanco hasta el estado completamente rojo. Por ejemplo, si se requieren 300 ms para accionar un píxel de un estado completamente blanco a un estado rojo amarillento o viceversa, la forma de onda de agitación puede consistir en pulsos positivos y negativos, cada uno de los cuales se aplica durante no más de 150 ms. En la práctica, se prefiere que los pulsos sean más cortos.

20 También se observa que la diferencia de potencial de tensión más baja aplicada para alcanzar los estados de color en las Figuras 2(c) y 2(d) puede ser de aproximadamente el 5% a aproximadamente el 50% de la diferencia de potencial de accionamiento total necesaria para accionar el píxel desde el estado rojo al estado blanco o desde el estado blanco al estado rojo.

25 Si bien el Ejemplo 2 a continuación demuestra un píxel que presenta un estado de color negro, blanco, rojo, verde o azul, la presente invención también proporciona la posibilidad de que un píxel presente un estado de color amarillo, magenta o cian.

30 En la Figura 4, cada píxel tiene dos subpíxeles. En el Estado 4(a), se visualiza un estado amarillo cuando un subpíxel visualiza un color rojo y el otro subpíxel visualiza un color verde. En el Estado 4(b), un subpíxel visualiza un color rojo y el otro subpíxel visualiza un color azul, lo que hace que el píxel visualice un estado magenta. En el Estado 4(c), un píxel visualiza un estado de color cian mientras que uno de los subpíxeles visualiza un color azul y el otro subpíxel visualiza un color verde.

Para visualizar un estado de color amarillo, magenta o cian más brillante, un píxel puede consistir en tres subpíxeles. Esto se muestra en la Figura 5, en la que se añade un tercer subpíxel, cuyo tercer subpíxel visualiza solo el estado de color blanco.

Ejemplo 2:

35 La Figura 6 ilustra un fluido electroforético que comprende partículas de pigmento rojo, amarillo, azul y blanco. Las partículas rojas (R) transportan una carga positiva alta, las partículas blancas (W) transportan una carga negativa alta, las partículas azules (B) transportan una carga positiva baja y las partículas amarillas (Y) transportan una carga negativa baja.

40 En la Figura 6-1, cuando se aplica una gran diferencia de potencial negativo (p. ej., -15V) a un píxel, las partículas blancas (W) se transmiten hacia el lado del electrodo común (61) y las partículas rojas (R) se transmiten hacia el lado del electrodo del píxel (62a). Las partículas azules (B) y amarillas (Y), debido a su nivel de carga más bajo, se mueven más lentamente que las partículas blancas y rojas con carga más alta y, por lo tanto, permanecen en medio del píxel, con las partículas amarillas por encima de las partículas azules. Como resultado, el color blanco se ve en el lado de la visualización (estado 6(a) en la Figura 6-1).

45 Cuando se aplica una gran diferencia de potencial positivo (p. ej., +15V) al píxel, la distribución de partículas será opuesta a la que se visualiza en el Estado 6(a) y, como resultado, el color rojo se ve en el lado de la visualización (Estado 6(b) en la Figura 6-1).

50 Como se muestra en la Figura 6-2, cuando se aplica una baja diferencia de potencial positivo (p. ej., +3V) al píxel en el Estado 6 (a) (es decir, en su estado blanco), las partículas blancas (W) se mueven hacia el electrodo del píxel (62a) mientras que las partículas rojas (R) se mueven hacia el electrodo común (61). Cuando se encuentran mientras se mueven, debido a su fuerte atracción mutua, dejan de moverse y permanecen en medio del píxel. En otras palabras, el campo eléctrico generado por la baja diferencia de potencial de tensión positivo no es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas blancas y rojas.

5 Sin embargo, el campo eléctrico es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas azules y amarillas con carga baja y también lo suficientemente fuerte como para superar las fuerzas de atracción entre los pares de partículas con carga baja y alta opuesta (blanco/azul y rojo/amarilla). Como resultado, las partículas azules (B) con carga baja (positiva) se mueven hasta el lado del electrodo común (61) (es decir, el lado de la visualización) y las partículas amarillas (Y) con carga baja (negativa) se mueven hacia el lado del electrodo del píxel (62a). Por consiguiente, el color azul se ve en el lado de la visualización (estado 6(c) en la Figura 6-2).

10 Como se muestra, en la Figura 6-3, cuando se aplica una baja diferencia de potencial negativo (p. ej., -3V) al píxel en el Estado 6(b) (es decir, su estado rojo), las partículas rojas (R) se mueven hacia el electrodo del píxel (62a) mientras que las partículas blancas (W) se mueven hacia el electrodo común (61). Cuando las partículas blancas y rojas se encuentran, debido a su fuerte atracción mutua, dejan de moverse y permanecen en medio del píxel. En otras palabras, el campo eléctrico generado por la baja diferencia de potencial de tensión negativo no es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas blancas y rojas.

15 Sin embargo, el campo eléctrico es lo suficientemente fuerte como para separar las partículas azules y amarillas con carga baja y también lo suficientemente fuerte como para superar las fuerzas de atracción entre los pares de partículas con carga baja y alta opuesta (blanco/azul y rojo/amarilla). Como resultado, las partículas amarillas (Y) con carga baja (negativa) se mueven completamente hacia el lado del electrodo común (es decir, el lado de la visualización) y las partículas azules (B) con carga baja (positiva) se mueven hacia el lado del electrodo del píxel. Por consiguiente, el color amarillo se ve en el lado de la visualización (Estado 6(d) en la Figura 6-3).

20 La Figura 6-4 muestra el efecto de aplicar una forma de onda de agitación a un píxel en su estado de color rojo (Estado 6(b)). La forma de onda de agitación hace que las partículas rojas, azules y amarillas se mezclen en la parte superior del píxel, lo que hace que se vea el estado de color negro en el lado de la visualización (Estado 6(e) en la Figura 6-4).

La diferencia de potencial más baja aplicada para alcanzar los Estados de color 6(c) y 6(d) puede ser de aproximadamente el 5% a aproximadamente el 50% de la diferencia de potencial de accionamiento total necesaria para accionar el píxel desde el estado rojo al estado blanco o desde el estado blanco al estado rojo.

25 Mientras que el Ejemplo 2 demuestra la posibilidad de que un píxel presente un estado de color negro, blanco, rojo, amarillo o azul, la presente invención también proporciona la posibilidad de que un píxel presente un estado de color púrpura, naranja o verde.

30 En la Figura 7, cada píxel tiene dos subpíxeles. En el Estado 7(a), se visualiza un estado púrpura cuando un subpíxel visualiza un color rojo y el otro subpíxel visualiza un color azul. Asimismo, en el Estado 7(b), un subpíxel visualiza un color rojo y el otro subpíxel visualiza un color amarillo, lo que hace que el píxel visualice un estado naranja. En el Estado 7(c), un píxel visualiza un estado de color verde mientras que uno de los subpíxeles visualiza un color azul y el otro subpíxel visualiza un color amarillo.

35 Para visualizar un estado de color púrpura, naranja o verde más brillante, un píxel puede consistir en tres subpíxeles. Esto se muestra en la Figura 8, en la que se añade un tercer subpíxel, cuyo tercer subpíxel visualiza solo el estado de color blanco.

40 Aunque en los dos ejemplos, se demuestra que se utilizan partículas de colores específicos, en la práctica como se ha indicado anteriormente, las partículas que transportan una carga positiva alta, o una carga negativa alta, o una carga positiva baja o una carga negativa baja pueden ser de cualquier color. Todas estas variaciones están destinadas a estar dentro del alcance de esta solicitud. Por ejemplo, los cuatro tipos de partículas pueden ser cian, magenta, amarillo y blanco.

En un aspecto adicional de la presente invención, el fluido puede comprender además partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga.

45 El término "sustancialmente sin carga" se refiere a las partículas que o bien no están cargadas o bien transportan una carga que es inferior al 5% de la carga promedio que transportan las partículas cargadas. En una realización, las partículas de flotabilidad neutra no están cargadas.

El término "flotabilidad neutra" se refiere a partículas que no suben ni bajan con la gravedad. En otras palabras, las partículas flotarían en el fluido entre las dos placas de electrodos. En una realización, la densidad de las partículas de flotabilidad neutra puede ser la misma que la densidad del disolvente o mezcla de disolventes en la que están dispersas.

50 La concentración de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga en el fluido de visualización está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente el 10% en volumen, más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 0,1 a aproximadamente el 5% en volumen.

Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden formarse a partir de un material polimérico. El material polimérico puede ser un copolímero o un homopolímero.

Los ejemplos del material polimérico para las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden incluir, pero no se limitan a, poliacrilato, polimetacrilato, poliestireno, polianilina, polipirrol, polifenol y polisiloxano. Los ejemplos específicos del material polimérico pueden incluir, pero no se limitan a, poli(metacrilato de pentabromofenilo), poli(2-vinilnaftaleno), poli(metacrilato de naftilo), poli(alfa-metilestireno), poli(N-bencil metacrilamida) y poli(metacrilato de bencilo).

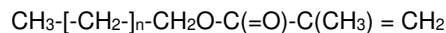
Más preferiblemente, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga se forman a partir de un polímero que no es soluble en el disolvente del fluido de visualización, y también tiene un alto índice de refracción. En una realización, el índice de refracción de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga es diferente del disolvente o mezcla de disolventes en el que se dispersan las partículas. Sin embargo, típicamente el índice de refracción de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga es más alto que el del disolvente o la mezcla de solventes. En algunos casos, el índice de refracción de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga puede estar por encima de 1,45.

En una realización, los materiales para las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden comprender una fracción aromática.

Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden prepararse a partir de monómeros a través de técnicas de polimerización, tales como polimerización en suspensión, polimerización por dispersión, polimerización con semillas, polimerización sin jabón, polimerización por emulsión o procedimiento físico, incluido el procedimiento inverso de emulsificación- evaporación. Los monómeros se polimerizan en presencia de un dispersante. La presencia del dispersante permite que las partículas de polímero se formen en un intervalo de tamaño deseado y el dispersante también puede formar una capa unida física o químicamente a la superficie de las partículas de polímero para evitar que las partículas se aglomeren.

El dispersante tiene preferiblemente una cadena larga (de al menos ocho átomos), que puede estabilizar las partículas de polímero en un disolvente de hidrocarburo. Dichos dispersantes pueden ser una macromolécula terminada en acrilato o terminada en vinilo, que son adecuadas porque el grupo acrilato o vinilo puede copolimerizarse con el monómero en el medio de reacción.

Un ejemplo específico del dispersante es el polisiloxano terminado en acrilato (Gelest, MCR-M17, MCR-M22). Otro tipo de dispersantes adecuados son los macromonómeros de polietileno, como se muestra a continuación:



El esqueleto del macromonómero puede ser una cadena de polietileno y el número entero "n" puede ser 30-200. La síntesis de este tipo de macromonómeros se puede encontrar en Seigou Kawaguchi y col., *Designed Monomers and Polymers*, 2000, 3, 263.

Si el sistema de fluido está fluorado, entonces los dispersantes preferiblemente también están fluorados.

De forma alternativa, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga también pueden formarse a partir de una partícula de núcleo recubierta con una corteza polimérica y la corteza puede formarse, por ejemplo, a partir de cualquiera de los materiales poliméricos identificados anteriormente.

La partícula del núcleo puede ser de un pigmento inorgánico tal como TiO₂, ZrO₂, ZnO, Al₂O₃, pigmento negro CI 26 o 28 o similar (p. ej., espinela negra de ferrita de manganeso o espinela negra de cromita de cobre), o un pigmento orgánico tal como azul de ftalocianina, verde de ftalocianina, amarillo de diarilida, amarillo de diarilida AAOT y quinacridona, azo, rodamina, las series de pigmentos de perileno de Sun Chemical, las partículas amarillo hansa G de Kanto Chemical y carbono negro de humo de Fisher, o similares.

En el caso de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga en el núcleo-corteza, pueden formarse mediante un procedimiento de microencapsulación, tal como coacervación, policondensación interfacial, reticulación interfacial, polimerización in situ o polimerización de matriz.

El tamaño de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 100 nanómetros a aproximadamente 5 micras.

En una realización de este aspecto de la presente invención, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga añadidas al fluido pueden tener un color sustancialmente igual visualmente al color de uno de los cuatro tipos de partículas cargadas. Por ejemplo, en un fluido de visualización, puede haber partículas cargadas rojas, verdes, azules y blancas y partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga y, en este caso, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden ser rojas, verdes, azules o blancas.

En otra realización, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden tener un color sustancialmente diferente del color de cualquiera de los cuatro tipos de partículas cargadas.

La presencia de partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga en el fluido aumenta la reflexión de la luz incidente, lo que también mejora la relación de contraste, especialmente si se forman a partir de un material reflectante.

5 La estabilidad de la imagen también puede mejorarse mediante la adición de partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga en el sistema de las cuatro partículas. Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga pueden llenar los huecos resultantes de que las partículas cargadas estén sobreapiñadas en la superficie de un electrodo bajo un campo eléctrico, evitando así que las partículas cargadas se depositen debido a la fuerza gravitatoria.

Además, si las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga son blancas, pueden mejorar la reflectividad del visualizador. Si son negras, pueden aumentar el ennegrecimiento del visualizador.

En cualquier caso, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga no afectan el comportamiento del accionamiento de los cuatro tipos de partículas cargadas en el fluido.

10 El fluido electroforético tal como se ha descrito anteriormente se puede llenar en las celdas de visualización. Las celdas de visualización pueden ser microceldas tipo vasos tal como se describe en la patente de Estados Unidos n.º 6.930.818. Las celdas de visualización también pueden ser otros tipos de microcontenedores, tales como microcápsulas, microcanales o equivalentes, independientemente de sus formas o tamaños. Todos estos están dentro del alcance de la presente solicitud.

15 Según se muestra en las Figuras 9A y 9B, las celdas de visualización (90), en la presente invención, y los electrodos de los píxeles (92a) pueden estar alineados o no alineados.

El término "aproximadamente", en toda esta solicitud, pretende significar $\pm 5\%$ de un valor indicado.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para accionar una capa de visualización que comprende un fluido electroforético y que tiene una primera (17) y una segunda (18) superficies en lados opuestos de la misma, el fluido electroforético que comprende cuatro y no más de cuatro tipos de partículas cargadas, concretamente, partículas altamente positivas (11) que tienen una primera característica óptica (R), partículas negativas altas (12) que tienen una segunda característica óptica (W), partículas positivas bajas (13) que tienen una tercera característica óptica (B) y partículas negativas bajas (14) que tienen una cuarta característica óptica (G; Y), todas dispersas en un disolvente o mezcla de disolventes, las características ópticas primera (R), segunda (W), tercera (B) y cuarta (G; Y) difieren entre sí, el procedimiento que comprende:
- 5 (a) aplicar un campo eléctrico alto que tiene una polaridad que acciona las partículas positivas altas (11) hacia la primera superficie (17), haciendo que la primera característica óptica (R) se visualice en la primera superficie (17);
- 10 (b) aplicar un campo eléctrico alto que tiene una polaridad que acciona las partículas negativas altas (12) hacia la primera superficie (17), haciendo que la segunda característica óptica (W) se visualice en la primera superficie (17);
- el procedimiento que está caracterizado por que
- 15 (c) una vez que se visualiza la primera característica óptica (R) en la primera superficie (17), aplicar un campo eléctrico bajo que tiene una polaridad que acciona las partículas negativas bajas (13) hacia la primera superficie (17) pero no es lo suficientemente fuerte para superar la fuerza de atracción entre las partículas positivas altas (11) y las partículas negativas altas (12) pero es suficiente para superar la fuerza de atracción entre otras partículas con carga opuesta (13, 14), haciendo que la cuarta característica óptica (G; Y) se visualice en la primera superficie (17);
- 20 (d) una vez que se visualiza la segunda característica óptica (W) en la primera superficie (17), aplicar un campo eléctrico bajo que tiene una polaridad que acciona las partículas positivas bajas (14) hacia la primera superficie (17) pero no es lo suficientemente fuerte para superar la fuerza de atracción entre las partículas positivas altas (11) y las partículas negativas altas (12) pero es suficiente para superar las fuerzas de atracción entre otras partículas cargadas (13, 14), haciendo que la tercera característica óptica (B) se visualice en la primera superficie (17); y
- 25 (e) aplicar una forma de onda de agitación para hacer que se visualice una quinta característica óptica (K) diferente de la primera (R), segunda (W), tercera (B) y cuarta (G; Y) características ópticas en la primera superficie (17).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los cuatro tipos de partículas son (a) partículas rojas, verdes, azules y blancas; (b) partículas rojas, amarillas, azules y blancas; o (c) partículas cian, magenta, amarillas y blancas.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las cargas de las partículas con carga más baja (13, 14) son inferiores al 75%, preferiblemente inferiores al 50%, de las cargas de las partículas con carga más alta (11, 12).
- 30 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que ninguno de los cuatro tipos de partículas (11, 12, 13, 14) son partículas negras y la quinta característica óptica es un estado de color negro.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el fluido electroforético comprende además partículas de flotabilidad neutra sustancialmente sin carga.

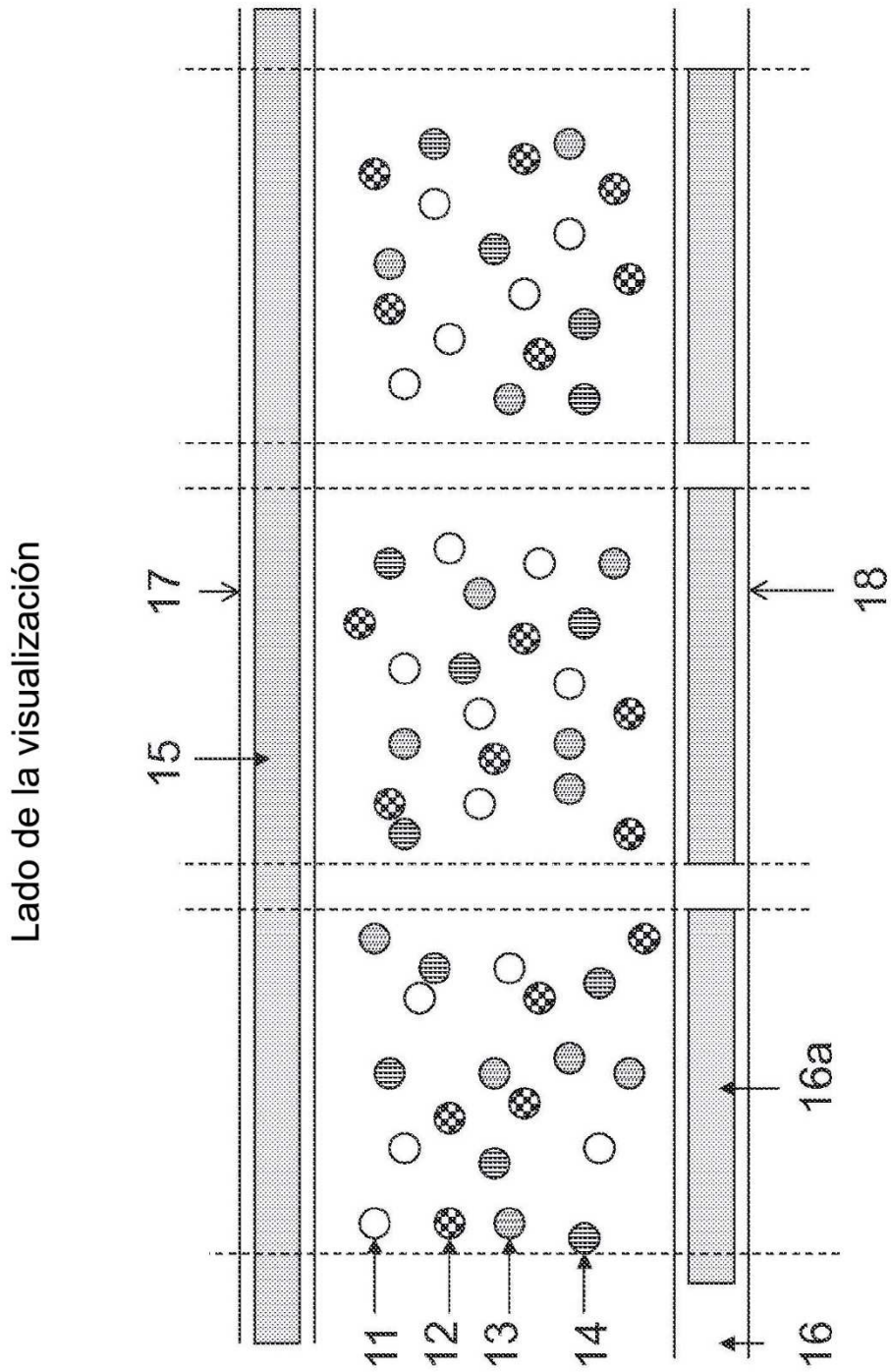


Figura 1

Lado de la visualización

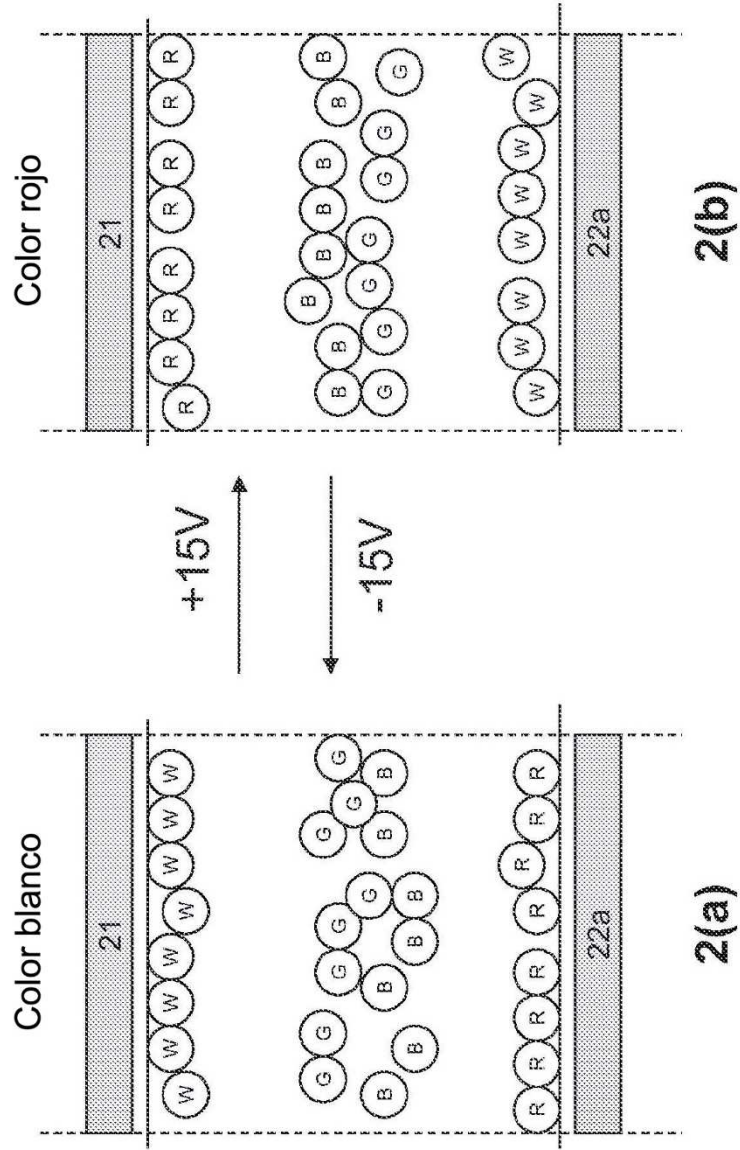


Figura 2-1

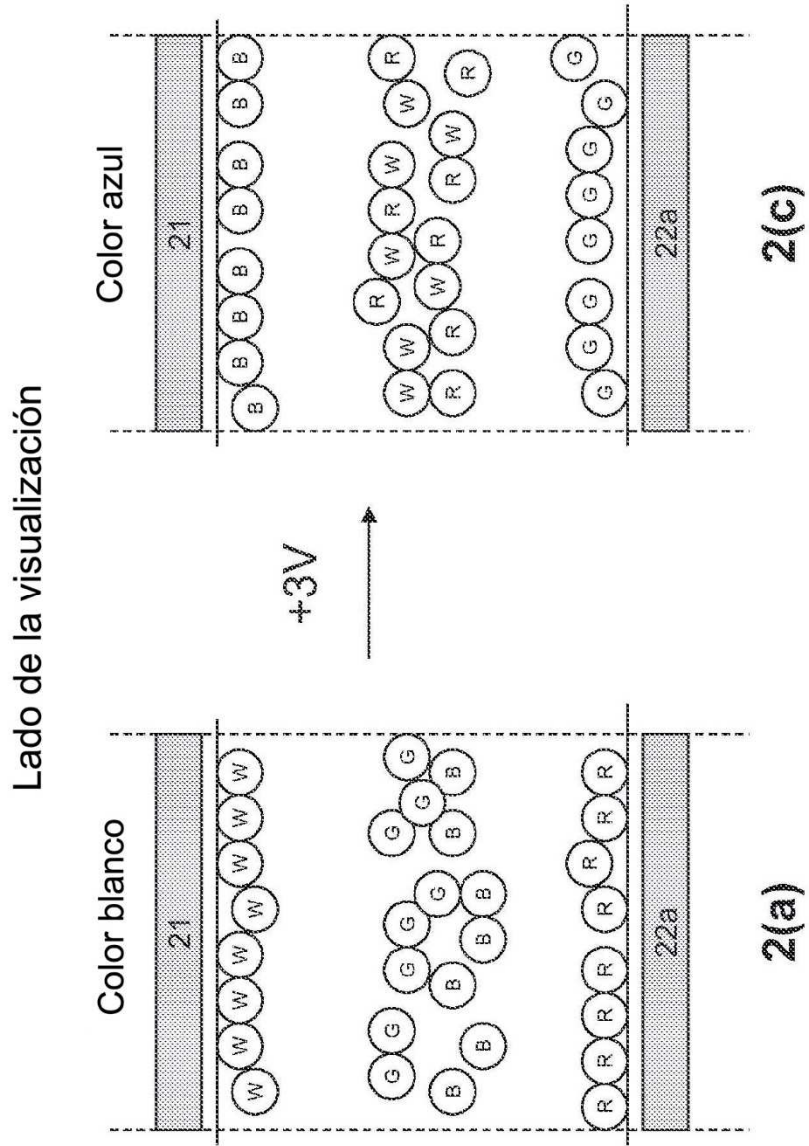


Figura 2-2

Lado de la visualización

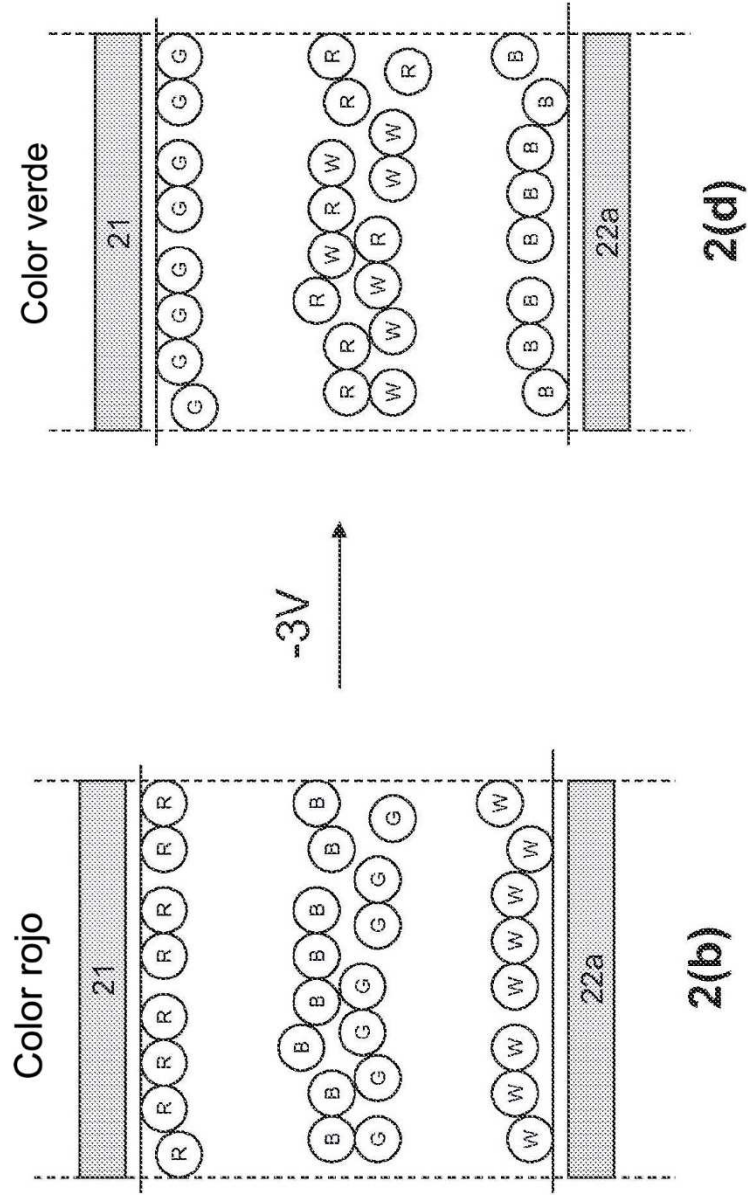


Figura 2-3

Lado de la visualización

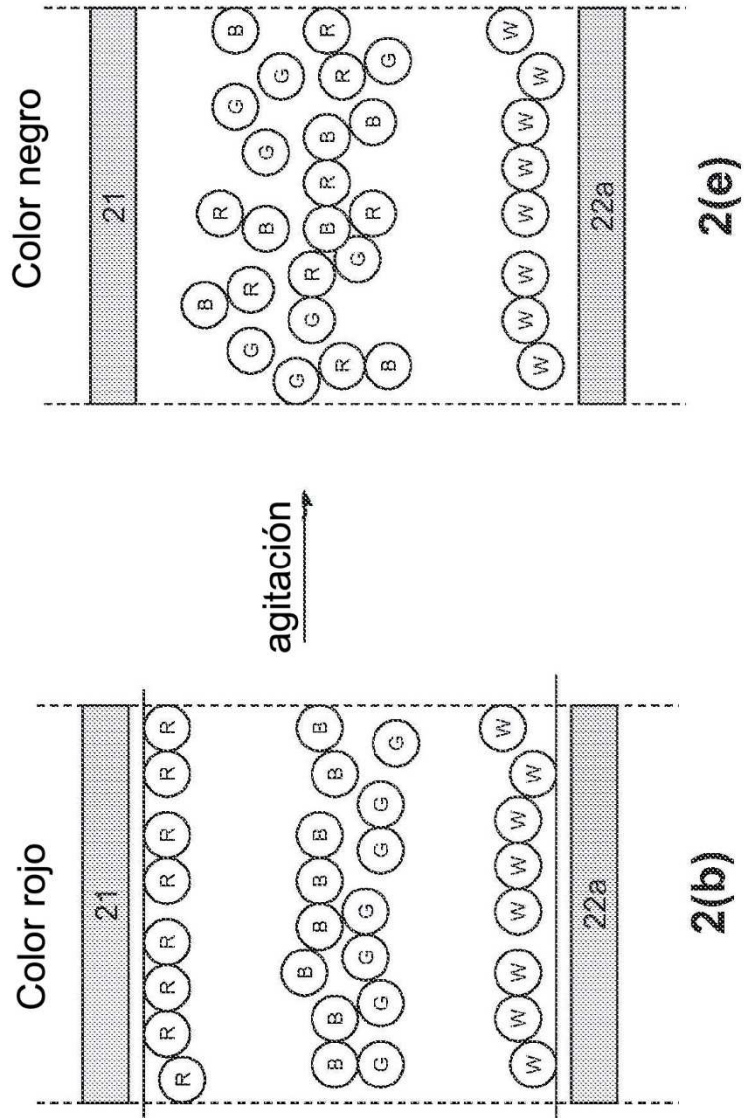


Figura 2-4

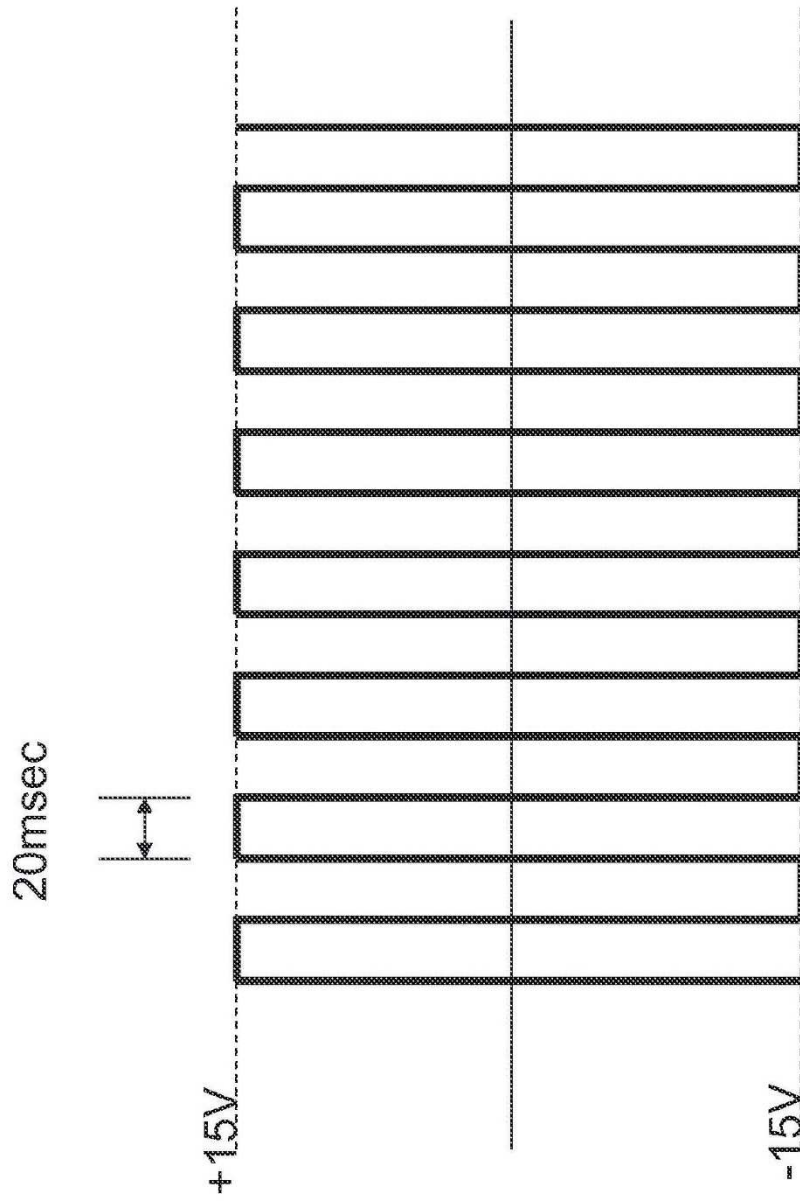


Figura 3

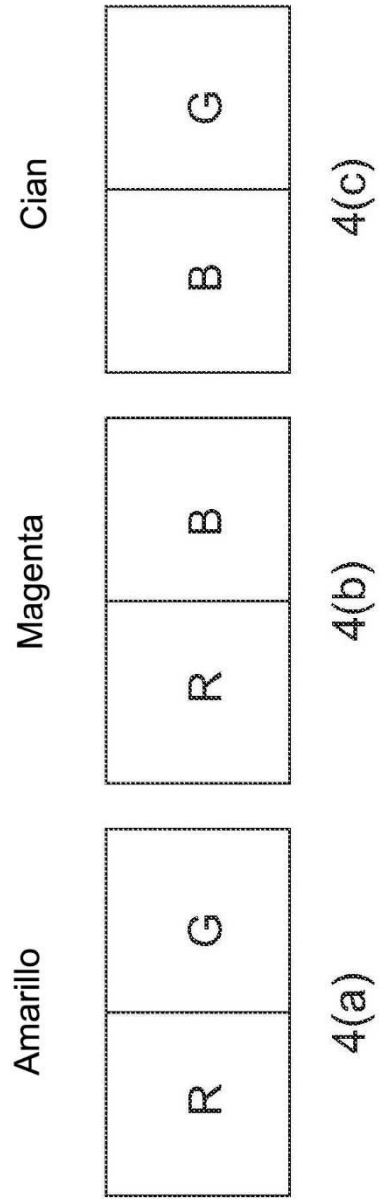


Figura 4

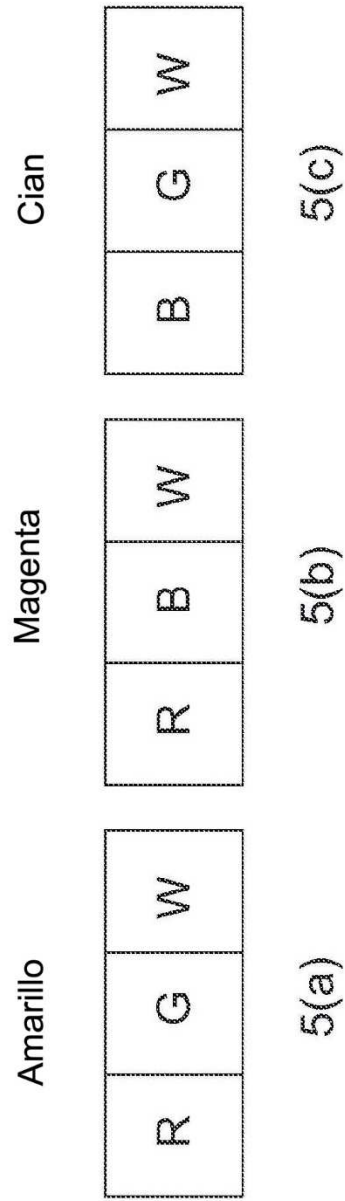


Figura 5

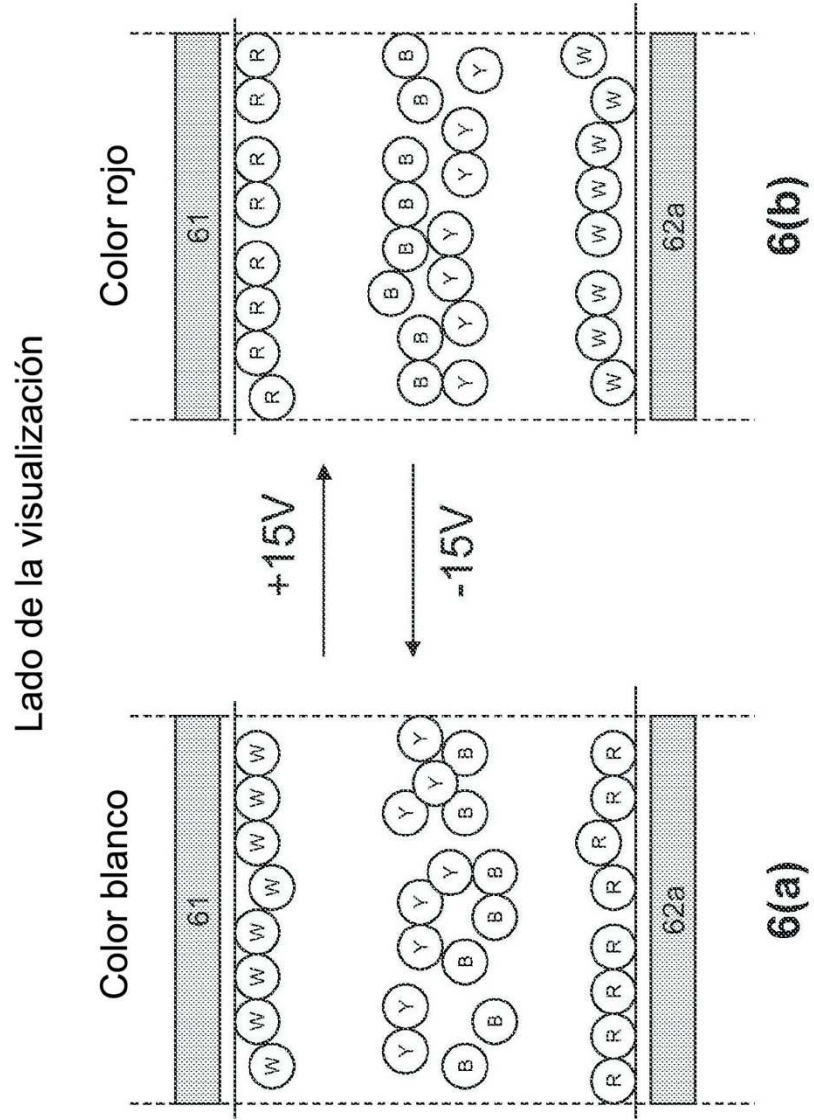


Figura 6-1

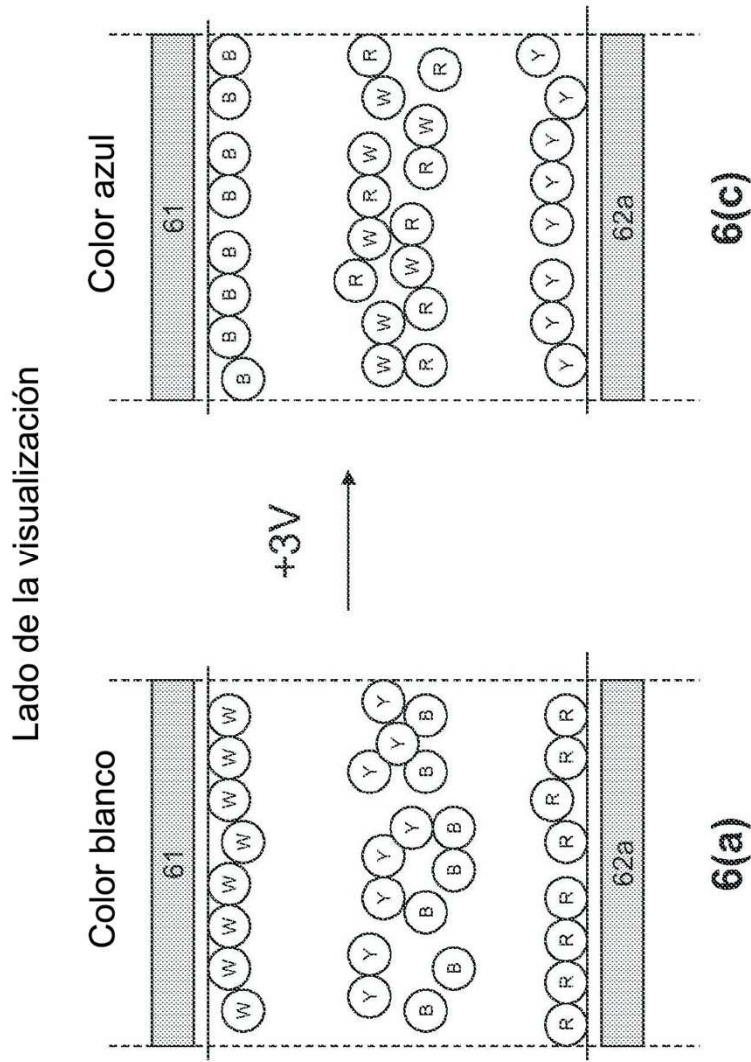


Figura 6-2

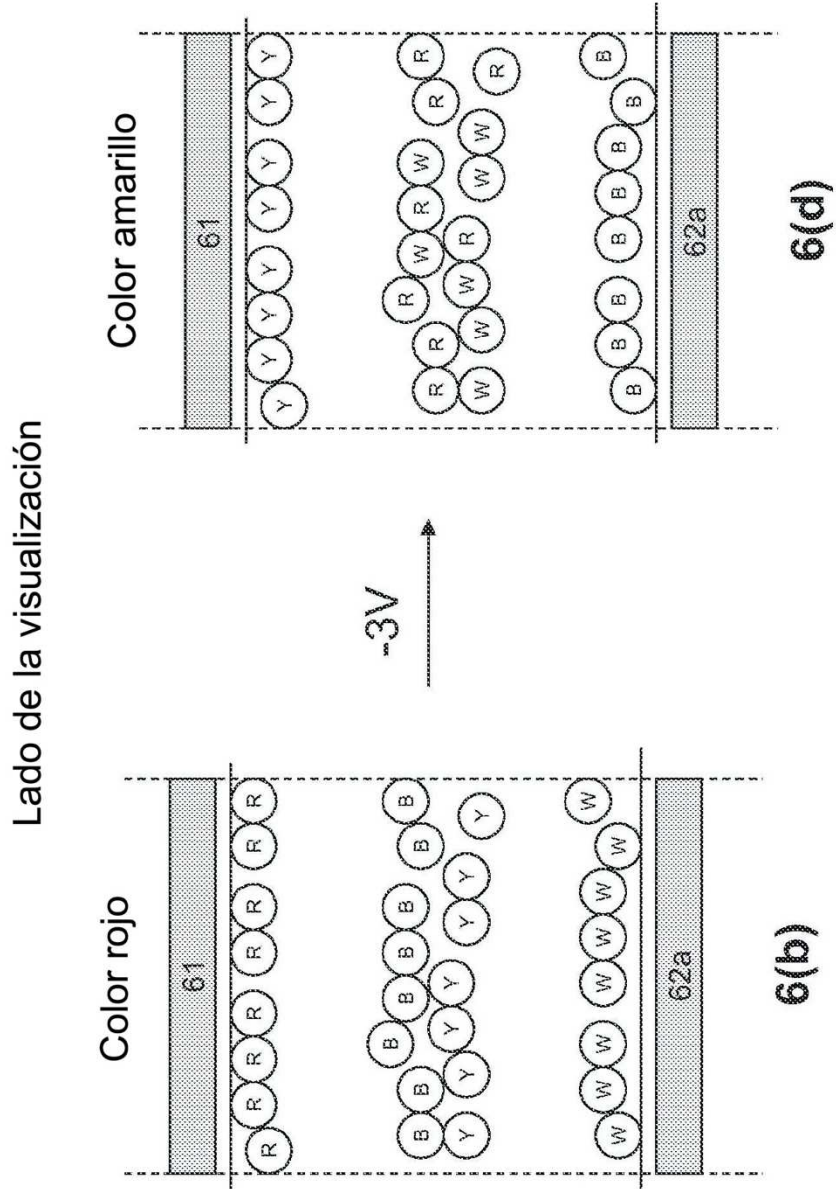


Figura 6-3

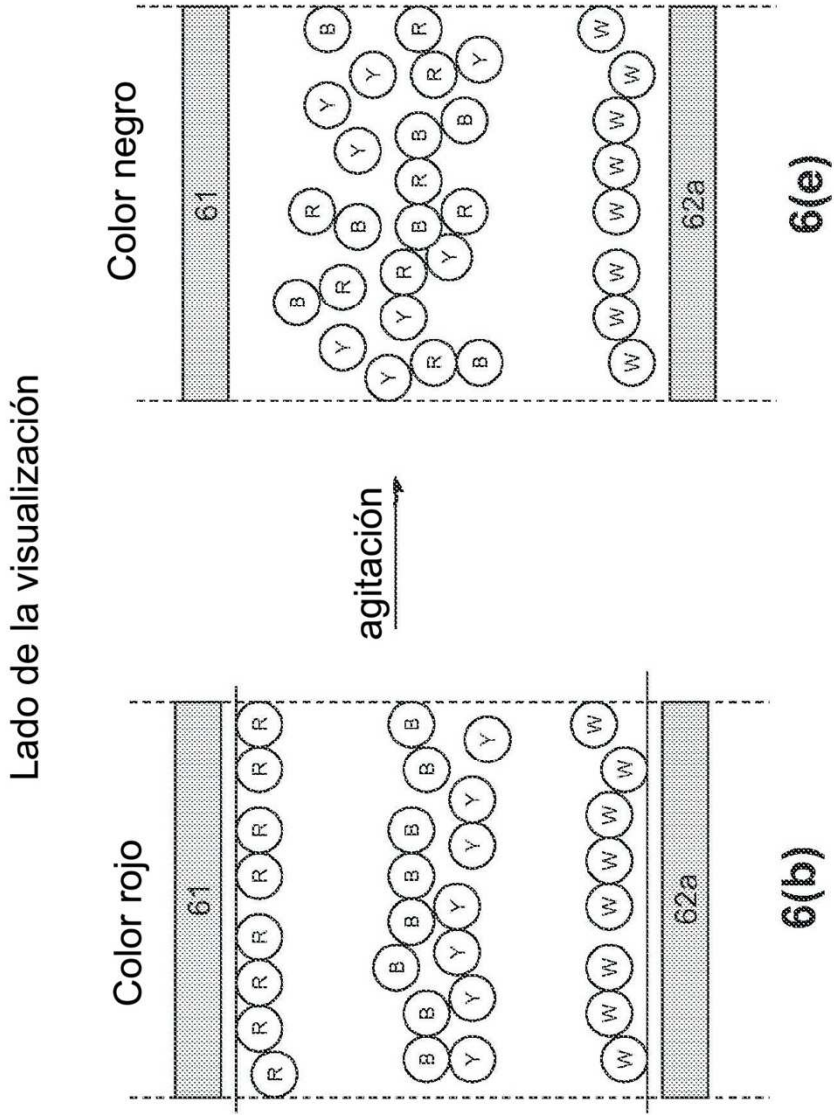


Figura 6-4

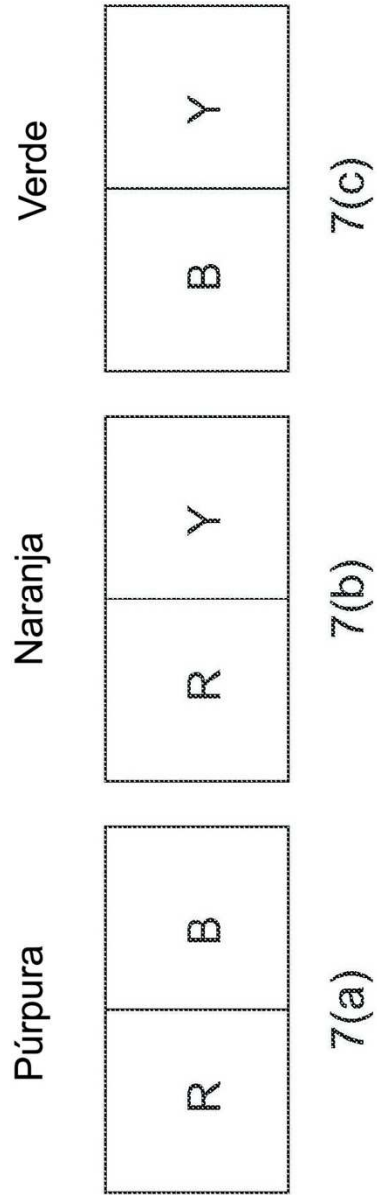


Figura 7

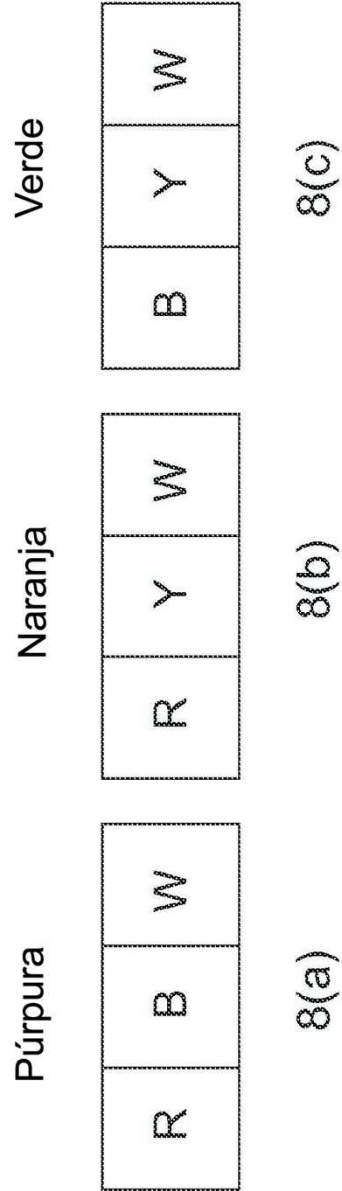


Figura 8

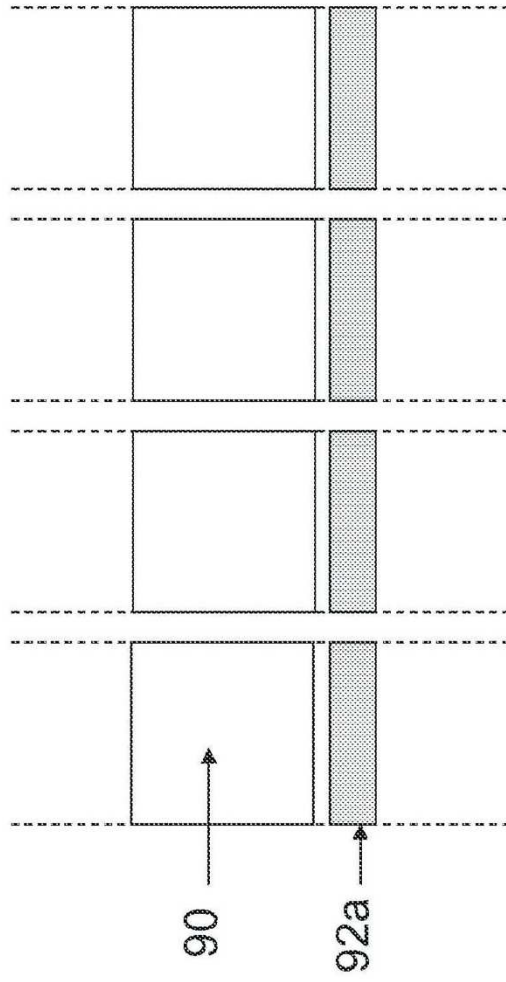


Figura 9A

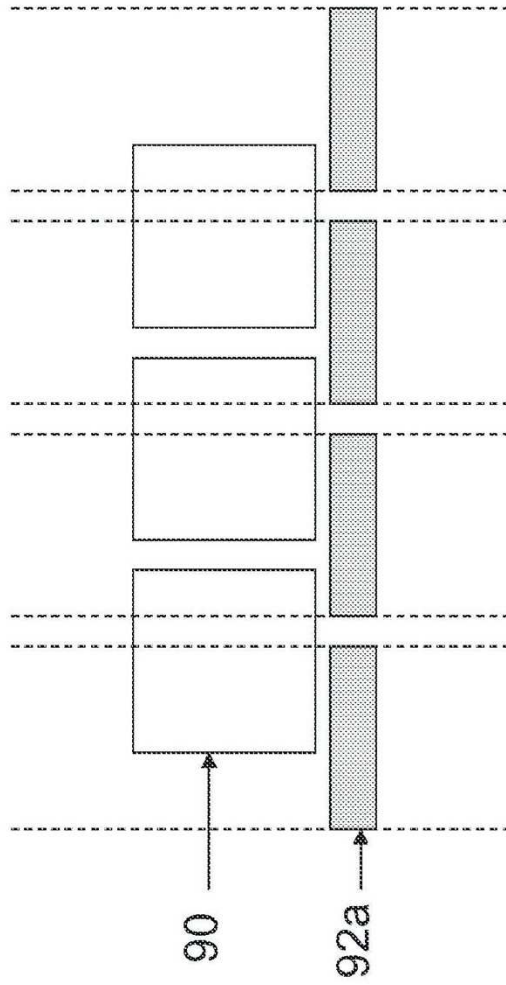


Figura 9B