

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 945**

51 Int. Cl.:

**G09G 3/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2014 PCT/US2014/038229**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.11.2014 WO14186594**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2014 E 14798308 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 2997568**

54 Título: **Dispositivo de visualización en color**

30 Prioridad:

**17.05.2013 US 201361824887 P**  
**21.10.2013 US 201361893831 P**  
**03.04.2014 US 201461974858 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LIN, CRAIG;**  
**DU, HUI y**  
**WANG, MING**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 717 945 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

Dispositivo de visualización en color

La presente invención va dirigida a una pantalla electroforética en la que cada píxel puede visualizar cuatro estados de color de alta calidad y los procedimientos de accionamiento de dicha pantalla.

5 Con el fin de conseguir una pantalla 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 una pantalla pixelada para mostrar 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 muestra es el rojo. 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 un 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 pantalla en blanco y negro, lo que la convierte en una opción inaceptable para dispositivos de pantalla tales como lectores electrónicos o pantallas que necesitan un brillo y un contraste en blanco y negro bien legibles.

15 El documento US 2006/0198422 A1 describe una pantalla electroforética en color que tiene un medio electroforético que contiene cuatro partículas de colores diferentes que soportan, respectivamente, cargas negativas bajas, cargas negativas altas, cargas positivas bajas y cargas positivas altas. Según se ilustra en las Figuras 24-27 de esta solicitud, la aplicación de un campo de polaridad a través del medio electroforético hace que el medio muestre el color tanto de las partículas positivas altas como de las negativas altas. Después, la breve aplicación de un campo de polaridad opuesta hace que las partículas positivas altas o negativas altas pasen, respectivamente, a través de las partículas positivas bajas o negativas, de modo que se muestra el color tanto de las partículas positivas bajas como de las negativas bajas.

Un aspecto de la presente invención va dirigido a una pantalla electroforética según la reivindicación 1.

30 Otro aspecto de la presente invención va dirigido a un procedimiento de accionamiento de una pantalla electroforética según la reivindicación 6. Las variaciones preferidas se describen en las reivindicaciones dependientes.

La Figura 1 representa una capa de visualización que puede visualizar cuatro estados de color diferentes.

Las Figuras 2-1 a 2-3 ilustran un ejemplo de la presente invención.

35 La Figura 3 muestra celdas de visualización no alineadas con electrodos de píxeles.

Las Figuras 4A y 4B ilustran procedimientos de accionamiento de la presente invención.

La Figura 5 muestra una forma de onda de sacudida que puede incorporarse en las secuencias de accionamiento.

Las Figuras 6A y 6B muestran formas de onda de ejemplo para activar el dispositivo de visualización de la presente invención.

40 El fluido electroforético de la presente invención comprende dos pares de partículas con cargas opuestas. El primer par consiste en un primer tipo de partículas positivas y un primer tipo de partículas negativas y el segundo par consiste en un segundo tipo de partículas positivas y un segundo tipo de partículas negativas.

45 En los dos pares de partículas con cargas opuestas, un par tiene una carga más fuerte que el otro par. Por lo tanto, los cuatro tipos de partículas también pueden denominarse partículas positivas altas, partículas negativas altas, partículas positivas bajas y partículas negativas bajas.

50 Como ejemplo mostrado en la Figura 1, las partículas negras (K) y las partículas amarillas (Y) son el primer par de partículas con cargas opuestas y, en este par, las partículas negras son las partículas positivas altas y las partículas amarillas son las partículas negativas altas. Las partículas rojas (R) y las partículas blancas (W) son el segundo par de partículas con cargas opuestas y, en este par, las partículas rojas son las partículas positivas bajas y las partículas blancas son las partículas negativas bajas.

En otro ejemplo que no se muestra, las partículas negras pueden ser las partículas positivas altas; las partículas amarillas pueden ser las partículas positivas bajas; las partículas blancas pueden ser las partículas negativas bajas y las partículas rojas pueden ser las partículas negativas altas.

5 Además, los estados de color de los cuatro tipos de partículas pueden mezclarse deliberadamente. Por ejemplo, debido a que el pigmento amarillo por naturaleza a menudo tiene un tinte verdoso y, si se desea un mejor estado del color amarillo, se pueden usar partículas amarillas y partículas rojas donde ambos tipos de partículas tienen la misma polaridad de carga y las partículas amarillas están más cargadas que las partículas rojas. Como resultado, en el estado amarillo, habrá una pequeña cantidad de partículas rojas mezcladas con las partículas amarillas verdosas para hacer que el estado amarillo tenga una mejor pureza de color.

10 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.

En cuanto a 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.

15 En cuanto a las partículas negras, pueden formarse a partir de pigmento CI negro 26 o 28 o similar (por ejemplo, espinela negra de ferrita de manganeso o espinela negra de cromita de cobre) o negro de carbono.

20 Las partículas de otros colores 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; Irgazine red L 3630, Cinquasia Red L 4100 HD y Irgazin Red L 3660 HD de BASF; azul de ftalocianina, verde de ftalocianina, diarilida amarilla o diarilida amarilla AAOT de Sun Chemical.

25 Las partículas de color también pueden ser pigmentos inorgánicos, tales como 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.

30 Además de los 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 las pantallas destinadas 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.

35 Una capa de visualización que utiliza el fluido de visualización de la presente invención tiene dos superficies, una primera superficie (13) en el lado de visualización y una segunda superficie (14) en el lado opuesto de la primera superficie (13). El fluido de visualización está emparedado entre las dos superficies. En el lado de la primera superficie (13), hay un electrodo común (11) 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 (14), hay una capa de electrodo (12) que comprende una pluralidad de electrodos de píxeles (12a).

40 Los electrodos de 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 píxeles, el alcance de la presente invención abarca otros tipos de direccionamiento de electrodos siempre y cuando los electrodos cumplan las funciones deseadas.

45 Cada espacio entre dos líneas verticales de puntos en la Figura 1 indica un píxel. Según se muestra, cada píxel tiene un electrodo de píxeles correspondiente. 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 de píxeles correspondiente.

50 Los porcentajes de los cuatro tipos de partículas en el fluido pueden variar. Por ejemplo, en un fluido que tiene partículas negras/amarillas/rojas/blancas, la partícula negra puede ocupar del 0,1% al 10%, preferiblemente del 0,5% al 5%, en volumen del fluido electroforético; la partícula amarilla puede ocupar del 1% al 50%, preferiblemente del 5% al 15%, en volumen del fluido; y cada tipo de partículas rojas y blancas puede ocupar del 2% al 20%, preferiblemente del 4% al 10%, en volumen del fluido.

55 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,

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

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

También se observa que en el mismo fluido, los dos pares de partículas de carga alta-baja pueden tener diferentes niveles de diferenciales de carga. Por ejemplo, en un par, 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 par, 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.

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.

El siguiente es un ejemplo que ilustra la presente invención.

### Ejemplo 1

Este ejemplo se muestra en la Figura 2. Las partículas positivas altas son del color negro (K); las partículas negativas altas son de color amarillo (Y); las partículas positivas bajas son de un color rojo (R); y las partículas negativas bajas son de color blanco (W).

En la Figura 2(a), cuando se aplica una alta diferencia de potencial de tensión negativo (por ejemplo, -15V) a un píxel durante un período de tiempo de suficiente longitud, se genera un campo eléctrico que hace que las partículas amarillas (Y) sean empujadas hacia el lado del electrodo común (21) y las partículas negras (K) arrastradas hacia el lado del electrodo de píxeles (22a). Las partículas rojas (R) y blancas (W), debido a que tienen cargas más débiles, se mueven más lentamente que las partículas negras y amarillas de mayor carga y, como resultado, permanecen en el centro del píxel, con las partículas blancas encima de las partículas rojas. En este caso, se ve un color amarillo en el lado de visualización.

En la Figura 2(b), cuando se aplica una alta diferencia de potencial de tensión positivo (p. ej., +15V) al píxel durante un período de tiempo de suficiente longitud, se genera un campo eléctrico de una polaridad opuesta que hace que la distribución de partículas sea opuesta de lo que se muestra en la Figura 2(a) y, como resultado, se ve un color negro en el lado de visualización.

En la Figura 2(c), cuando se aplica una diferencia de potencial de tensión positivo más bajo (por ejemplo, +3V) al píxel de la Figura 2(a) (es decir, accionado desde el estado amarillo) durante un período de tiempo de suficiente longitud, se genera un campo eléctrico que hace que las partículas amarillas (Y) se muevan hacia el electrodo de píxeles (22a), mientras que las partículas negras (K) se mueven hacia el electrodo común (21). Sin embargo, cuando

5 se encuentran en el centro del píxel, dejan de moverse y permanecen allí porque el campo eléctrico generado por la  
 baja tensión de accionamiento no es lo suficientemente fuerte como para superar la fuerte atracción entre ellas. Por  
 otro lado, el campo eléctrico generado por la baja tensión de accionamiento es suficiente para separar las partículas  
 blancas y rojas con carga más débil haciendo que las partículas rojas positivas bajas (R) se muevan completamente  
 hacia el lado del electrodo común (21) (es decir, el lado de visualización) y las partículas blancas negativas bajas (W)  
 se muevan hacia el lado del electrodo de píxeles (22a). Como resultado, se ve un color rojo. También se observa  
 que en esta figura, hay fuerzas de atracción entre las partículas con carga más débil (por ejemplo, R) y las partículas  
 con carga más fuerte de polaridad opuesta (por ejemplo, Y). Sin embargo, estas fuerzas de atracción no son tan  
 fuertes como las fuerzas de atracción entre los dos tipos de partículas con cargas más fuertes (K e Y) y, por lo tanto,  
 10 pueden ser superadas por el campo eléctrico generado por la baja tensión de accionamiento. En otras palabras, las  
 partículas con carga más débil y las partículas con carga más fuerte de polaridad opuesta se pueden separar.

15 En la Figura 2(d), cuando se aplica una diferencia de potencial de tensión negativo más bajo (por ejemplo, -3V) al  
 píxel de la Figura 2(b) (es decir, accionado desde el estado negro) durante un período de tiempo de suficiente  
 longitud, se genera un campo eléctrico que hace que las partículas negras (K) se muevan hacia el electrodo de  
 píxeles (22a), mientras que las partículas amarillas (Y) se mueven hacia el electrodo común (21). Cuando las  
 partículas negras y amarillas se encuentran en el centro del píxel, dejan de moverse y permanecen allí porque el  
 campo eléctrico generado por la baja tensión de accionamiento no es suficiente para superar la fuerte atracción  
 entre ellas. Al mismo tiempo, el campo eléctrico generado por la baja tensión de accionamiento es suficiente para  
 separar las partículas blancas y rojas haciendo que las partículas blancas negativas bajas (W) se muevan  
 completamente hacia el lado del electrodo común (es decir, el lado de visualización) y las partículas rojas positivas  
 bajas (R) se mueven hacia el lado del electrodo de píxeles. Como resultado, se ve un color blanco. También se  
 observa que en esta figura, hay fuerzas de atracción entre las partículas con carga más débil (por ejemplo, W) y las  
 partículas con carga más fuerte de polaridad opuesta (por ejemplo, K). Sin embargo, estas fuerzas de atracción no  
 son tan fuertes como las fuerzas de atracción entre los dos tipos de partículas con cargas más fuertes (K e Y) y, por  
 lo tanto, pueden ser superadas por el campo eléctrico generado por la baja tensión de accionamiento. En otras  
 25 palabras, las partículas con carga más débil y las partículas con carga más fuerte de polaridad opuesta se pueden  
 separar.

30 Aunque en este ejemplo, se demuestra que las partículas negras (K) tienen una carga positiva alta, las partículas  
 amarillas (Y) tienen una carga negativa alta, las partículas rojas (R) tienen una carga positiva baja y las partículas  
 blancas (W) tienen una carga negativa baja, en la práctica, las partículas tienen 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.

35 También se observa que la menor diferencia de potencial de tensión aplicada para alcanzar los estados de color en  
 las Figuras 2(c) y 2(d) puede ser de aproximadamente 5% a aproximadamente 50% de la diferencia de potencial de  
 tensión de accionamiento total necesaria para accionar el píxel desde el estado de color de las partículas positivas  
 altas al estado de color de las partículas negativas altas, o viceversa.

40 El fluido electroforético tal como se ha descrito anteriormente se llena en las celdas de visualización. Las celdas de  
 visualización pueden ser microvasos 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.

Según se muestra en la Figura 3, las celdas de visualización (30), en la presente invención, y los electrodos de  
 píxeles (32a) no tienen que estar alineados.

45 En un aspecto adicional de la presente invención, el fluido puede comprender además partículas de flotabilidad  
 neutra sustancialmente no cargadas.

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

50 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.

55 La concentración de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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.

El término "aproximadamente" se refiere a un intervalo que es de  $\pm 10\%$  del valor indicado.

Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas pueden formarse a partir de un material polimérico. El material polimérico puede ser un copolímero o un homopolímero.

5 Los ejemplos del material polimérico para las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas pueden incluir, pero no se limitan a, poli(acrilato), poli(metacrilato), poliestireno, polianilina, polipirrol, polifenol y polisiloxano. En una realización, el índice de refracción de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 no cargadas 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 no cargadas puede estar por encima de 1,45.

10 Más preferiblemente, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 no cargadas 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 no cargadas 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 no cargadas puede estar por encima de 1,45.

15 En una realización, los materiales para las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas pueden comprender una fracción aromática.

20 Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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.

25 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),

30 Otro tipo de dispersantes adecuados son los macromonómeros de polietileno, tal como se muestra a continuación:  
 $\text{CH}_3\text{-}[\text{-CH}_2\text{-}]_n\text{-CH}_2\text{O-C(=O)-C(CH}_3\text{)=CH}_2$

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.

35 De forma alternativa, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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.

40 La partícula del núcleo puede ser de un pigmento inorgánico tal como  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , pigmento CI negro 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 Hansa yellow G de Kanto Chemical y carbono negro de humo de Fisher, o similares.

45 En el caso de las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 no cargadas está preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 100 nanómetros a aproximadamente 5 micras.

50 En una realización de este aspecto de la presente invención, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 pantalla, puede haber partículas negras, amarillas, rojas y blancas cargadas y partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas y, en este caso, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas pueden ser negras, amarillas, rojas o blancas.

En otra realización, las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 no cargadas 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 no cargadas en el sistema de fluido de las cuatro partículas. Las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas 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 gravitacional.

10 Además, si las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas son blancas, pueden mejorar la reflectividad de la pantalla. Si son negras, pueden aumentar el ennegrecimiento de la pantalla.

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

15 Idealmente, cuando se aplica una tensión de accionamiento positiva alta (por ejemplo, +15V) según se muestra en la Figura 2(b), el campo eléctrico generado haría que las partículas negras positivas altas se muevan hacia el lado del electrodo común (es decir, el lado de visualización) y las partículas amarillas negativas altas y las partículas blancas negativas bajas se muevan hacia el lado de no visualización para mostrar el estado negro. Las partículas rojas positivas bajas se moverían hacia el lado de visualización. Pero como las partículas rojas tienen una carga más baja en comparación con las partículas negras, se mueven más lentamente y, como resultado, el color negro se ve en el lado de visualización. Sin embargo, en la práctica, el estado negro alcanzado puede tener un tinte rojizo. Esto podría deberse a que algunas de las partículas rojas se mezclan con las partículas negras en el lado de visualización.

20 La presente invención también proporciona procedimientos de accionamiento que pueden resolver el problema de color insatisfactorio. En uno de los procedimientos de accionamiento, un píxel se acciona primero hacia el estado de color de una de las partículas de carga baja antes de ser accionado hacia el estado de color de las partículas de carga alta, en el que las partículas de carga baja y las partículas de carga alta tienen polaridades con carga opuesta.

25 Por ejemplo, un píxel puede accionarse hacia el estado de color negro según las etapas siguientes:

a) accionar primero al estado de color de las partículas blancas (con carga negativa baja) aplicando una tensión de accionamiento negativa baja; y

b) accionar hacia el estado de color de las partículas negras (con carga positiva alta) aplicando una tensión de accionamiento positiva alta.

30 Esta secuencia de accionamiento se ilustra en la Figura 4A.

En la etapa (a), una vez en el estado blanco (p. ej., Figura 2 (d)), los dos tipos de partículas con "carga alta", negro y amarillo, se atraerán entre sí para hacer que se mantengan en el centro del píxel y las partículas de pigmento rojo con carga positiva baja se moverán para estar cerca o en el electrodo de píxeles.

35 En la etapa (b), las partículas blancas y amarillas se empujan hacia el lado del electrodo de píxeles, y las partículas rojas con carga positiva baja tienen muchas menos probabilidades de aparecer en el lado de visualización. Esta secuencia dará como resultado una mejor calidad del estado negro.

40 En este procedimiento de accionamiento, un estado de color blanco se acciona directamente hacia el estado negro sin pasar por el estado de color rojo o amarillo. También se ha encontrado que una mayor calidad del estado blanco en la etapa (a) conducirá a una mayor calidad del estado negro en la etapa (b). La "calidad más alta del estado blanco" simplemente significa un valor alto de  $L^*$  y valores bajos  $a^*$  y  $b^*$  en el sistema de color  $L^* a^* b^*$  para el estado blanco.

Se puede aplicar un procedimiento de accionamiento similar para accionar un píxel al estado amarillo. El procedimiento tendrá las etapas siguientes:

45 a) accionar primero al estado de color de las partículas rojas (carga positiva baja) aplicando una tensión de accionamiento positiva baja; y

b) accionar hacia el estado de color de las partículas amarillas (con carga negativa alta) aplicando una tensión de accionamiento negativa alta.

Esta secuencia de accionamiento se muestra en la Figura 4B.

50 En este procedimiento de accionamiento, un estado de color rojo se acciona directamente hacia el estado amarillo sin pasar por el estado de color blanco o negro. También se ha encontrado que una mayor calidad del estado rojo en la etapa (a) conducirá a una mayor calidad del estado amarillo en la etapa (b). La "calidad más alta del estado rojo" simplemente significa un valor alto de  $a^*$  en el sistema de color  $L^* a^* b^*$  para el estado rojo.

El procedimiento de accionamiento que se muestra en las Figuras 4A y 4B también se puede resumir de la siguiente manera:

5 Un procedimiento de accionamiento para accionar una capa de visualización que comprende un medio electroforético y tiene las superficies primera y segunda en los lados opuestos del mismo, el medio electroforético que comprende un primer tipo de partículas positivas, un primer tipo de partículas negativas, un segundo tipo de partículas positivas y un segundo tipo de partículas negativas, todas dispersas en un disolvente o mezcla de disolventes, los cuatro tipos de partículas que tienen respectivamente características ópticas que difieren entre sí, cuyo procedimiento comprende:

10 (a) aplicar un campo eléctrico que no sea suficiente para superar la fuerza de atracción entre el primer tipo de partículas positivas y el primer tipo de partículas negativas y tiene la misma polaridad que el segundo tipo de partículas positivas o negativas que hace que las características ópticas del segundo tipo de partículas positivas o negativas se visualicen en la primera superficie; y

15 (b) aplicar un campo eléctrico que sea suficiente para superar la fuerza de atracción entre el primer tipo de partículas positivas y el primer tipo de partículas negativas y tenga la polaridad opuesta a la polaridad del campo eléctrico en la etapa (a) para hacer que la característica óptica del primer tipo de partículas positivas o del primer tipo de partículas negativas se visualice en la primera superficie.

20 Además, para asegurar tanto el brillo como la pureza del color, se puede utilizar una forma de onda de sacudida antes de accionar de un estado de color a otro estado de color. La forma de onda de sacudida consiste en repetir un par de pulsos de accionamiento opuestos durante muchos ciclos. Por ejemplo, la forma de onda de sacudida 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 sacudida sería de 2000 ms (véase la Figura 5).

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

25 La forma de onda de sacudida se puede aplicar independientemente del estado óptico (negro, blanco, rojo o amarillo) antes de que se aplique una tensión de accionamiento. Después de aplicar la forma de onda de sacudida, el estado óptico no sería un blanco puro, un negro puro, un amarillo puro o un rojo puro. En lugar de ello, el estado de color sería de una mezcla de los cuatro tipos de partículas de pigmento.

30 Cada uno de los pulsos de accionamiento en la forma de onda de sacudida 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 negro completo hasta el estado de amarillo completo en el ejemplo. Por ejemplo, si se requieren 300 ms para accionar un dispositivo de visualización de un estado completamente negro a un estado completamente amarillo o viceversa, la forma de onda de sacudida 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.

En una realización, se puede aplicar una forma de onda de sacudida antes de la secuencia de accionamiento de la Figura 4A o la Figura 4B.

35 En otra realización, a un píxel se le puede:

- (i) aplicar una forma de onda de sacudida;
- (ii) accionar a negro (es decir, el estado negro de la primera vez);
- (iii) accionar a blanco; y, a continuación,
- (iv) accionar a negro (es decir, el estado negro de la segunda vez).

40 En esta secuencia, la etapa (ii) se puede llevar a cabo según la Figura 2(b); la etapa (iii) se puede llevar a cabo según la Figura 2(d); y la etapa (iv) se puede llevar a cabo según la Figura 4A.

45 En la Figura 6A se muestra un ejemplo de forma de onda para esta secuencia de accionamiento. En cualquiera de las secuencias de accionamiento de la presente invención, las formas de onda están preferiblemente equilibradas en CC, es decir, la tensión promedio aplicada en la pantalla es sustancialmente cero cuando se integra durante un período de tiempo. En la Figura 6A, en la etapa inicial según se muestra, se aplica una alta tensión de accionamiento negativa para asegurar el equilibrio en CC de toda la forma de onda.

De manera similar, tanto la forma de onda de sacudida como el procedimiento de la Figura 4B pueden incorporarse en una secuencia de accionamiento:

- (i) aplicar una forma de onda de sacudida;
- 50 (ii) accionar a amarillo (es decir, el estado amarillo de la primera vez);

(iii) accionar a rojo; y, a continuación,

(iv) accionar a amarillo (es decir, el estado amarillo de la segunda vez);

En esta secuencia, la etapa (ii) se puede llevar a cabo según la Figura 2(a); la etapa (iii) se puede llevar a cabo según la Figura 2(c); y la etapa (iv) se puede llevar a cabo según la Figura 4B.

5 En la Figura 6B se muestra un ejemplo de forma de onda para esta secuencia de accionamiento, que también es "equilibrada en CC".

En la práctica, la calidad del estado de color de la primera vez (negro o amarillo) normalmente es inferior en comparación con el estado de color de la segunda vez (negro o amarillo).

**REIVINDICACIONES**

1. Una pantalla electroforética que comprende un medio electroforético, un electrodo común (11; 21) que forma el lado de visualización (13) de la pantalla y una capa de electrodos de píxeles (12, 12a; 22a) que definen cada uno un píxel de la pantalla, el medio electroforético dispuesto entre el electrodo común (11; 21) y los electrodos de píxeles (12, 12a; 22a) y que comprende partículas con carga positiva alta (K), partículas con carga negativa alta (Y), partículas con carga positiva baja (R), y partículas con carga negativa baja (W), todas dispersas en un disolvente o mezcla de disolventes, los cuatro tipos de partículas que tienen características ópticas que difieren entre sí, en el que la pantalla electroforética comprende un medio de accionamiento que está dispuestos para aplicar:
- 5
- (a) durante un período de tiempo de suficiente longitud, una alta diferencia de potencial entre el electrodo común (11; 21) y un electrodo de píxeles (12, 12a; 22a) que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga positiva alta (K) hacia el electrodo común (11; 21) para mostrar la característica óptica de las partículas con carga positiva alta (K) en el lado de visualización (13) del píxel asociado;
- 10
- (b) durante un período de tiempo de suficiente longitud, una alta diferencia de potencial entre el electrodo común (11; 21) y un electrodo de píxeles (12, 12a; 22a) que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga negativa alta (Y) hacia el electrodo común (11; 21) para mostrar la característica óptica de las partículas con carga negativa alta (Y) en el lado de visualización (13) del píxel asociado;
- 15
- la pantalla se caracteriza porque el medio de accionamiento está dispuesto para aplicar,
- (c) una vez que la característica óptica de las partículas con carga positiva alta (K) se muestra en el lado de visualización (13), una diferencia de potencial baja entre el electrodo común (11; 21) y un electrodo de píxeles (12, 12a; 22a) que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga negativa baja (W) hacia el electrodo común (11; 21) durante un período de tiempo de longitud suficiente para mostrar en el píxel asociado la característica óptica de las partículas con carga negativa baja (W) en el lado de visualización (13) y mover las partículas con carga positiva baja (R) hacia el lado del electrodo de píxeles, la baja diferencia de potencial es de manera que genera un campo eléctrico no lo suficientemente fuerte como para superar la fuerte atracción entre las partículas con carga positiva alta (K) y partículas con carga negativa alta (Y) que se encuentran, se detienen y permanecen en el centro del píxel pero lo suficiente como para separar las partículas con carga negativa baja (W) y las partículas con carga positiva baja (R);
- 20
- (d) una vez que la característica óptica de las partículas con carga negativa alta (Y) se muestra en el lado de visualización (13), una diferencia de potencial baja entre el electrodo común (11; 21) y un electrodo de píxeles (12, 12a; 22a) que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga positiva baja (R) hacia el electrodo común (11; 21) durante un período de tiempo de longitud suficiente para mostrar en el píxel asociado la característica óptica de las partículas con carga positiva baja (R) en el lado de visualización y mover las partículas con carga negativa baja (W) hacia el lado del electrodo de píxeles, la baja diferencia de potencial es de manera que genera un campo eléctrico no lo suficientemente fuerte como para superar la fuerte atracción entre las partículas con carga positiva alta (K) y partículas con carga negativa alta (Y) que se encuentran, se detienen y permanecen en el centro del píxel pero lo suficiente como para separar las partículas con carga negativa baja (W) y las partículas con carga positiva baja (R).
- 25
- 30
- 35
2. La pantalla de la reivindicación 1, en la que las partículas con carga positiva baja (R) tienen un nivel de carga que es inferior al 50% del nivel de carga de las partículas con carga positiva alta (K).
- 40
3. La pantalla de la reivindicación 1, en la que las partículas con carga negativa baja (W) tienen un nivel de carga que es inferior al 75% del nivel de carga de las partículas con carga negativa alta (Y).
4. La pantalla de la reivindicación 1, en la que el medio electroforético comprende además partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas.
- 45
5. El medio de la reivindicación 4, en el que las partículas de flotabilidad neutra sustancialmente no cargadas no están cargadas.
6. Un procedimiento de accionamiento para una pantalla electroforética que comprende un medio electroforético, un electrodo común que forma el lado de visualización de la pantalla y una capa de electrodos de píxeles que definen cada uno un píxel de la pantalla, el medio electroforético que está dispuesto entre el electrodo común y los electrodos de píxeles y que comprenden partículas de pigmento con carga positiva alta, partículas de pigmento con carga negativa alta, partículas de pigmento con carga positiva baja y partículas con carga negativa baja, todas dispersas en un disolvente o mezcla de disolventes; el procedimiento que comprende:
- 50
- (a) aplicar una alta diferencia de potencial entre el electrodo común y un electrodo de píxeles durante un período de tiempo de longitud suficiente, la alta diferencia de potencial que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga positiva alta hacia el electrodo común, para mostrar la característica óptica de las partículas con carga positiva alta en el lado de visualización del píxel asociado; y
- 55

(b) aplicar una alta diferencia de potencial entre el electrodo común y un electrodo de píxeles durante un período de tiempo de longitud suficiente, la alta diferencia de potencial que tiene una polaridad que acciona las partículas con carga negativa alta hacia el electrodo común, para mostrar la característica óptica de las partículas con carga negativa alta en el lado de visualización del píxel asociado.

5 el procedimiento que está caracterizado porque:

10 (c) una vez que la característica óptica de las partículas con carga positiva alta se muestra en el lado de visualización, aplicar una diferencia de potencial baja entre el electrodo común y un electrodo de píxeles durante un período de tiempo de suficiente longitud, la diferencia de potencial baja que tiene una polaridad que acciona la partículas con carga negativa baja hacia el electrodo común, para mostrar la característica óptica de las partículas con carga negativa baja en el lado de visualización del píxel asociado; la baja diferencia de potencial es de manera que genera un campo eléctrico no lo suficientemente fuerte como para superar la fuerte atracción entre las partículas con carga positiva alta (K) y las partículas con carga negativa alta (Y), que se encuentran, se detienen y permanecen en el centro del píxel pero lo suficiente como para separar las partículas con carga negativa baja (W) y las partículas con carga positiva baja (R);

15 (d) una vez que la característica óptica de las partículas con carga negativa alta se muestra en el lado de visualización, aplicar una diferencia de potencial baja entre el electrodo común y un electrodo de píxeles durante un período de tiempo de suficiente longitud, la diferencia de potencial baja que tiene una polaridad que acciona la partículas con carga positiva baja hacia el electrodo común, para mostrar la característica óptica de las partículas con carga positiva baja en el lado de visualización del píxel asociado, la baja diferencia de potencial es de manera que genera un campo eléctrico no lo suficientemente fuerte como para superar la fuerte atracción entre las partículas con carga positiva alta (K) y las partículas con carga negativa alta (Y), que se encuentran, se detienen y permanecen en el centro del píxel pero lo suficiente como para separar las partículas con carga negativa baja (W) y las partículas con carga positiva baja (R).

20 7. El procedimiento de accionamiento de la reivindicación 6, que comprende además una forma de onda de  
25 sacudida.

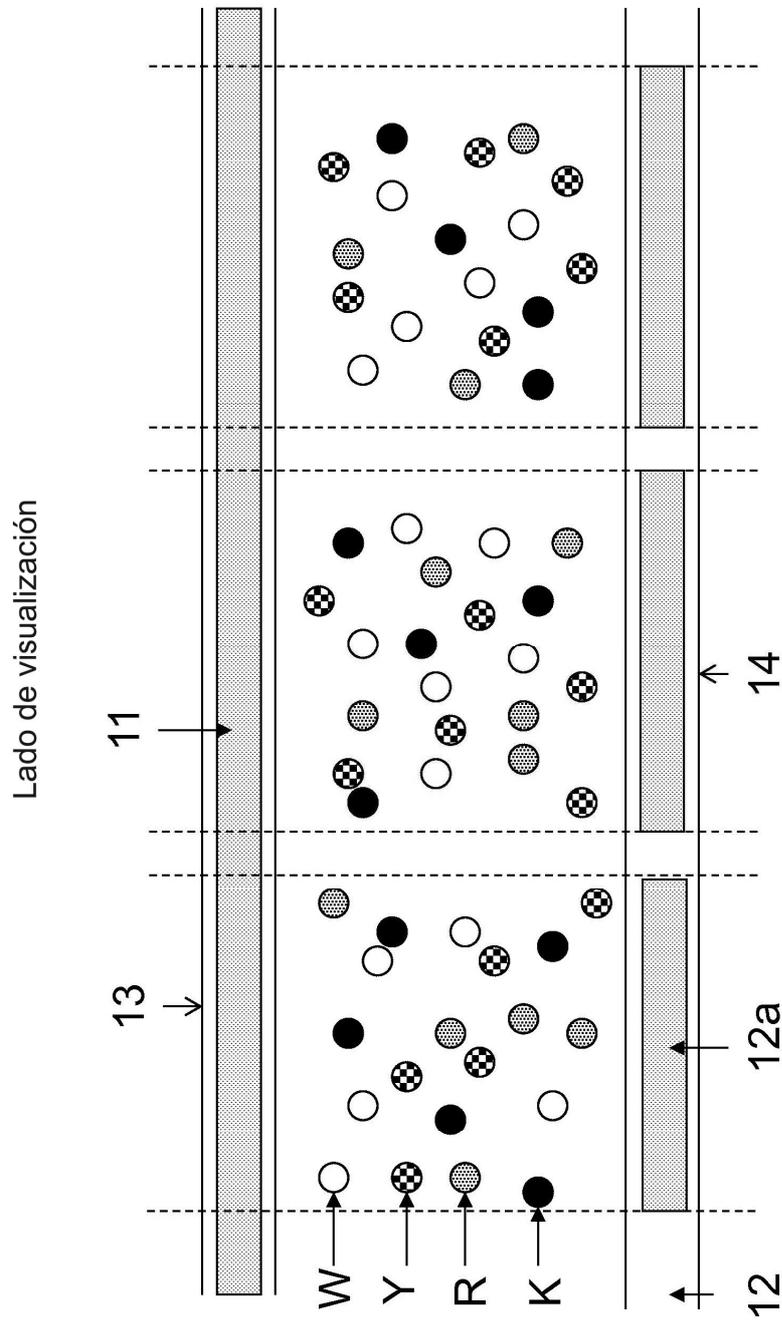


Figura 1

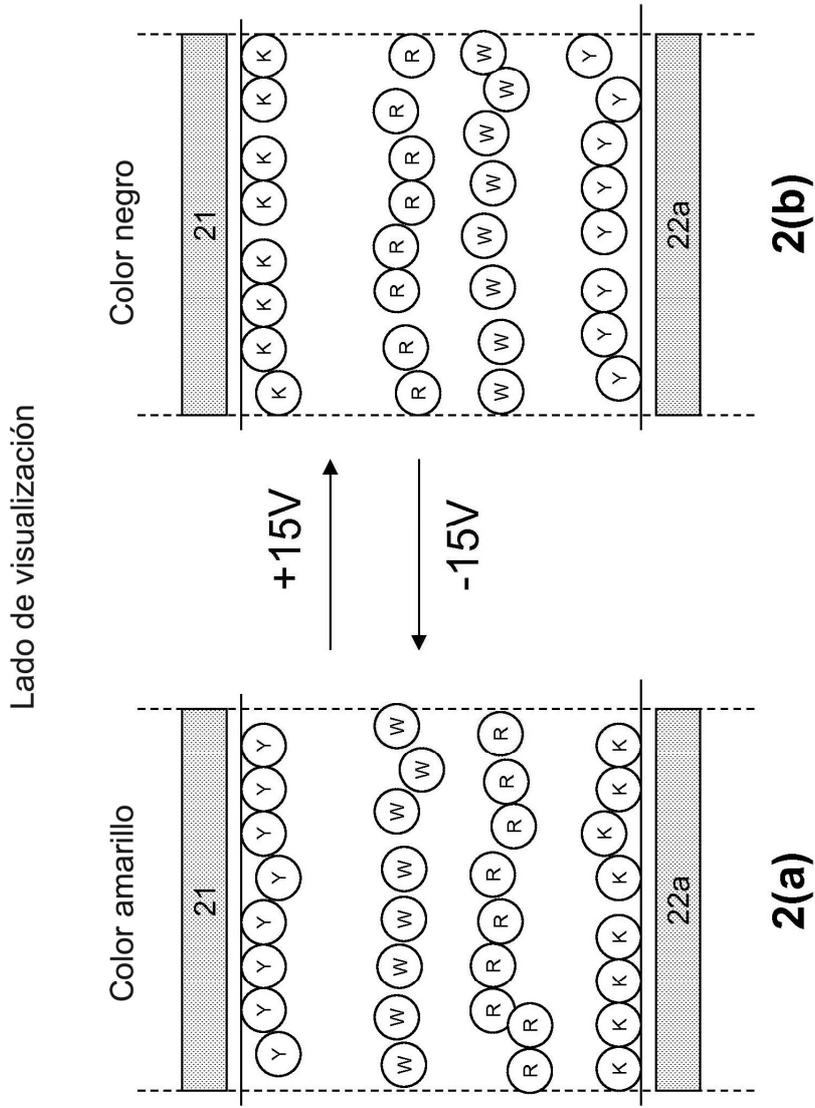


Figura 2-1

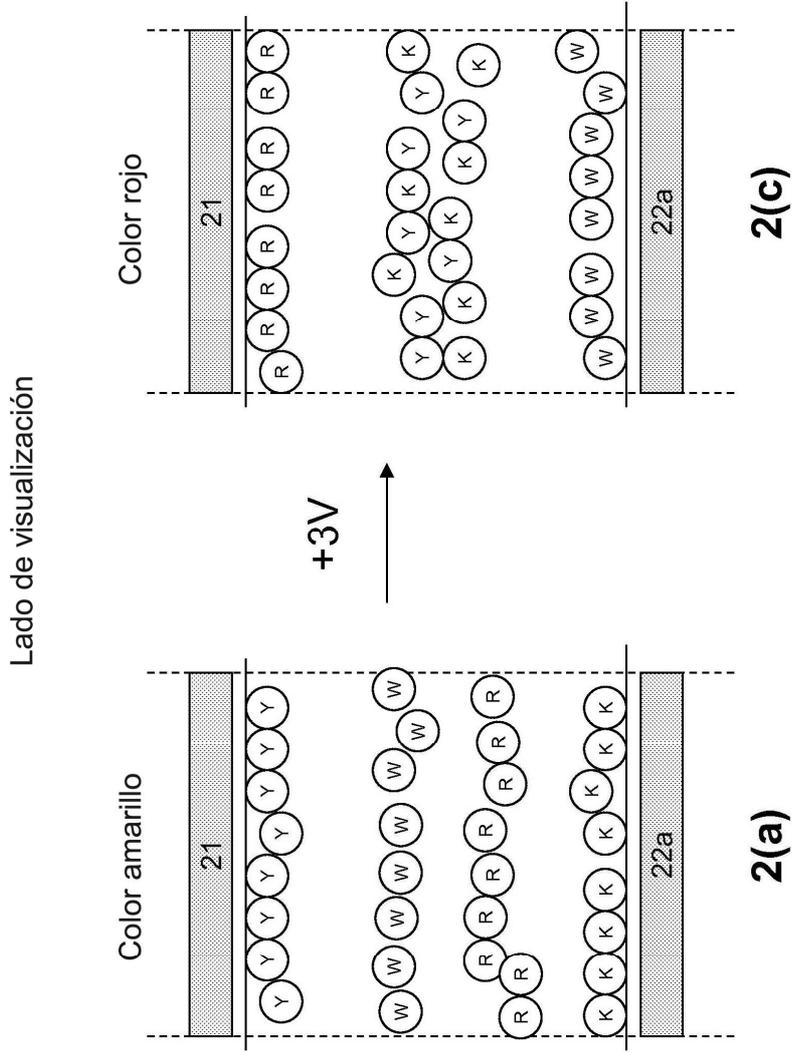


Figura 2-2

Lado de visualización

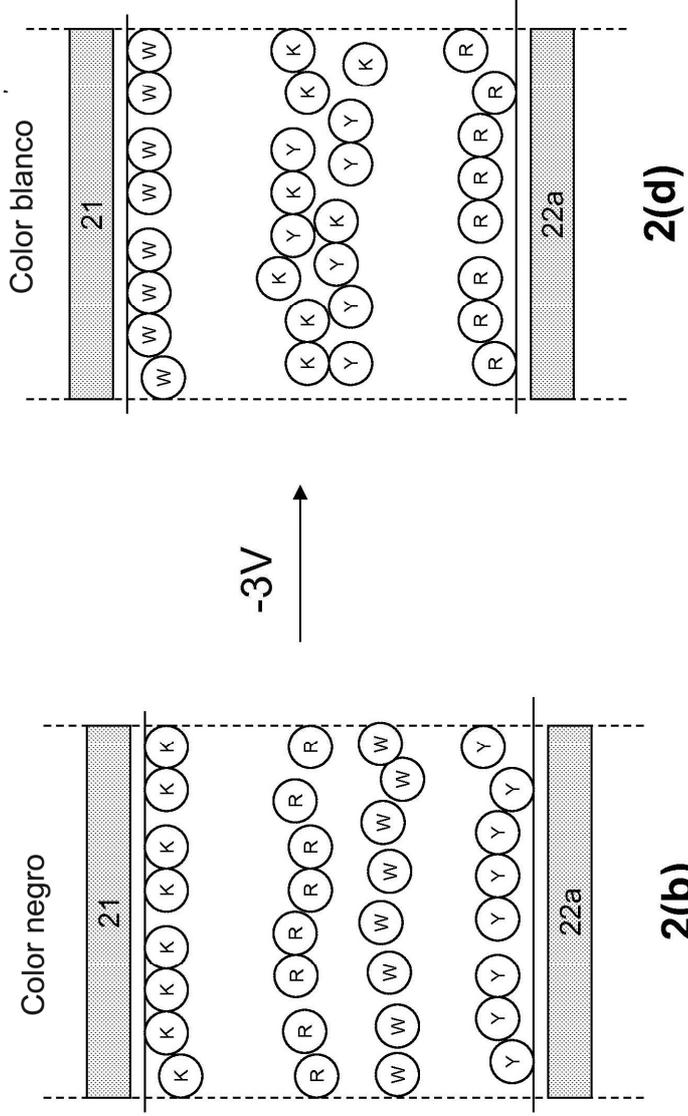


Figura 2-3

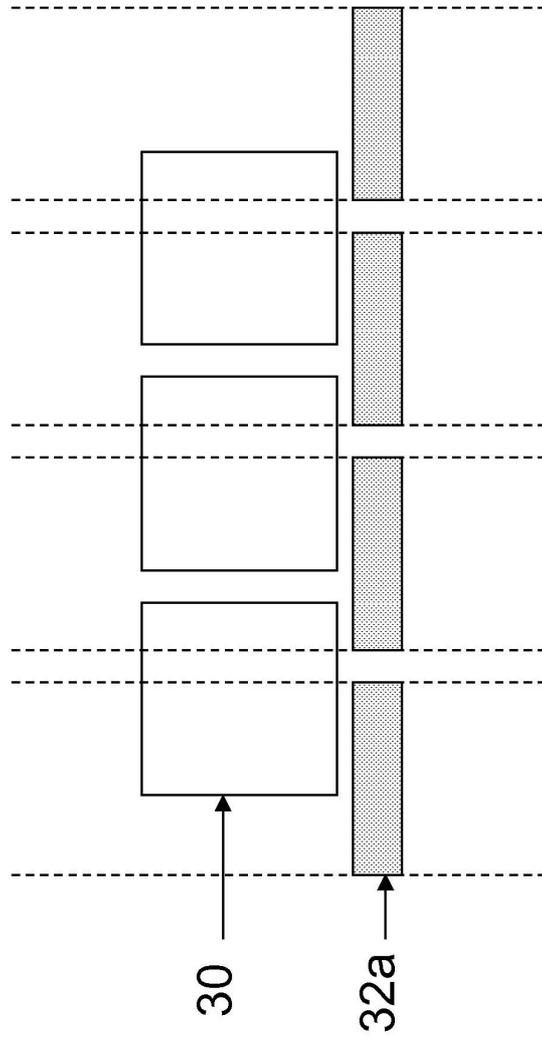


Figura 3

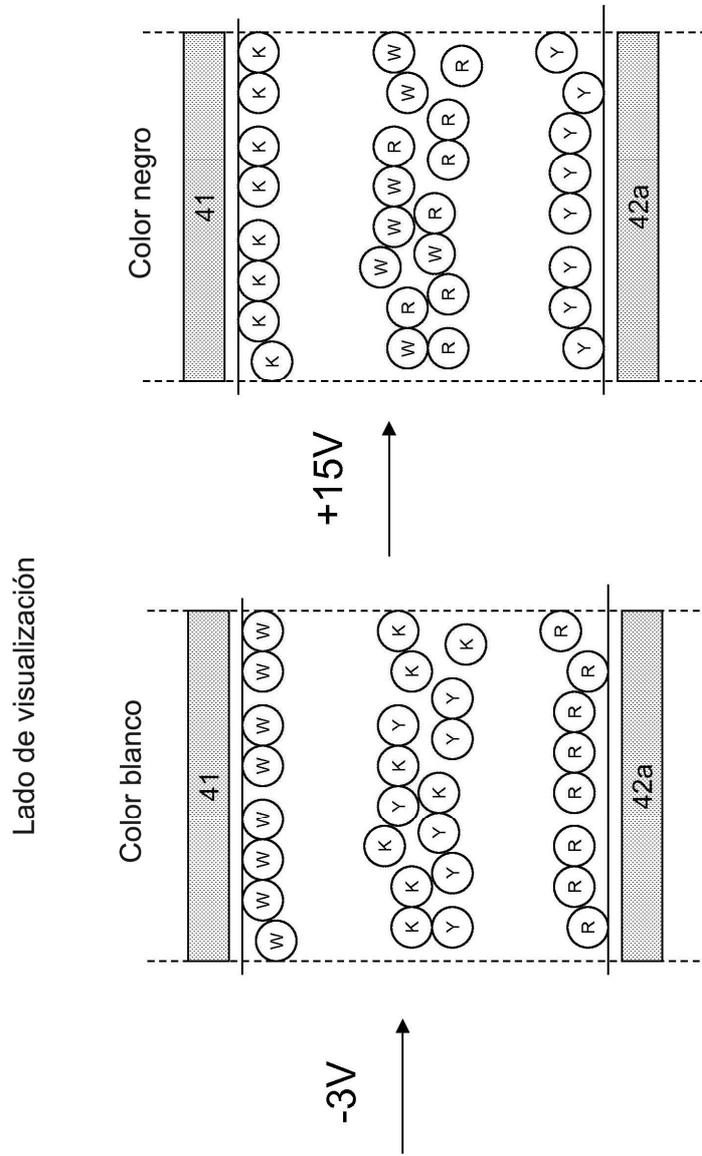


Figura 4(A)

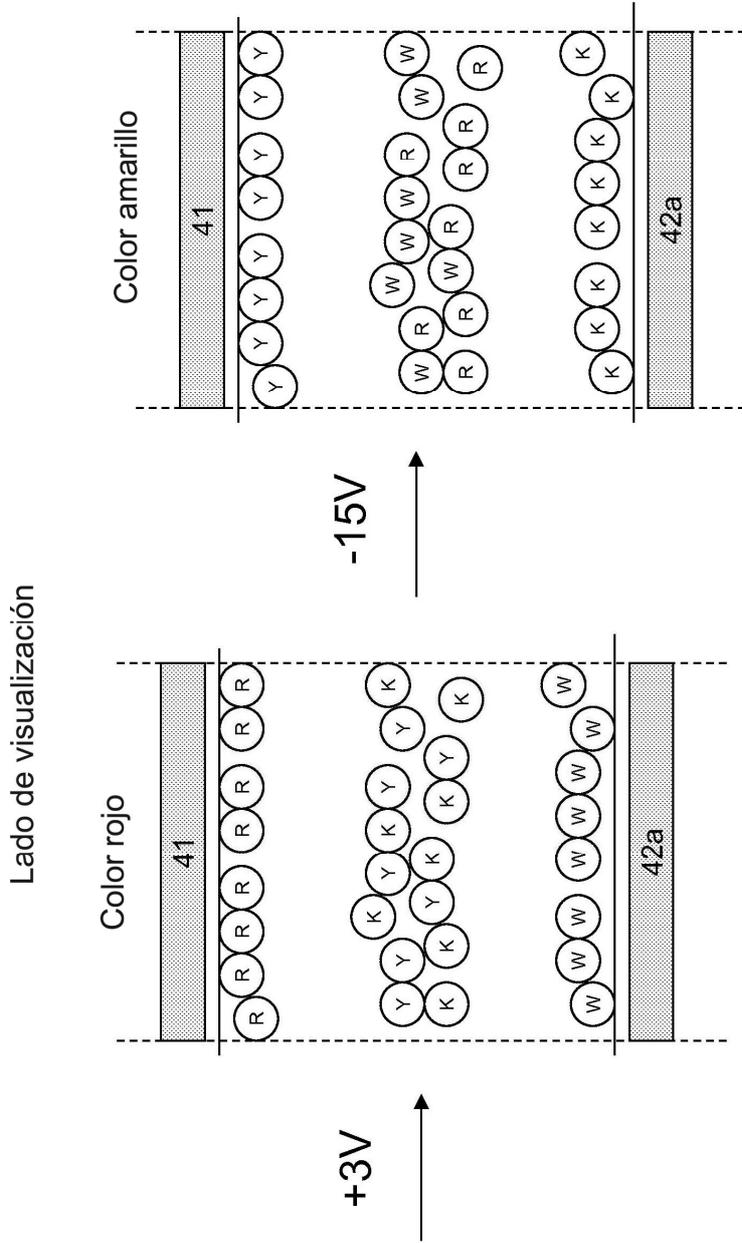


Figura 4(B)

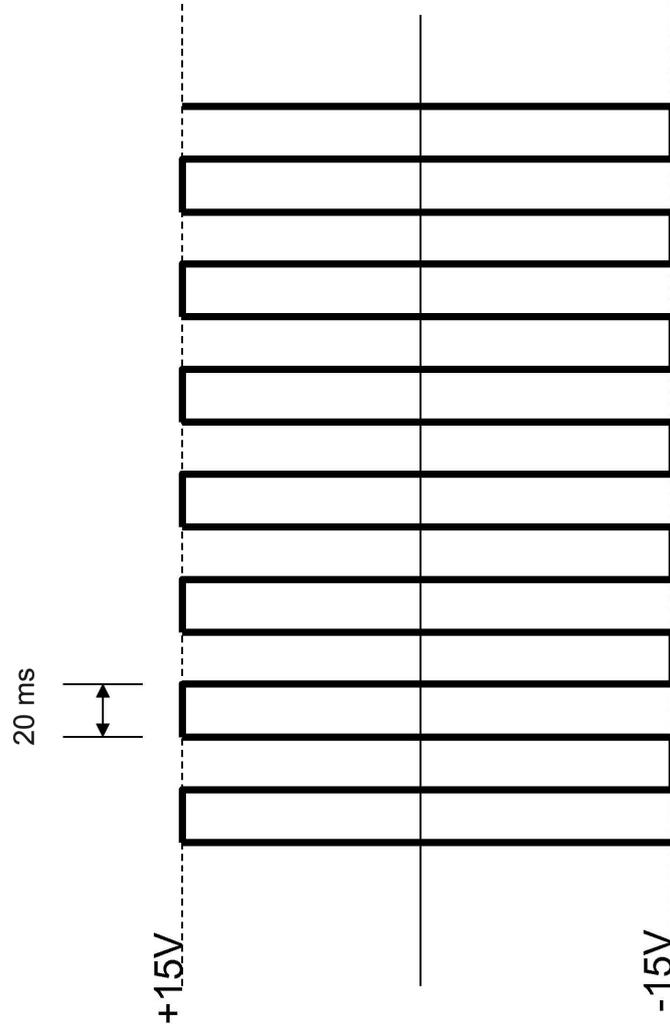


Figura 5



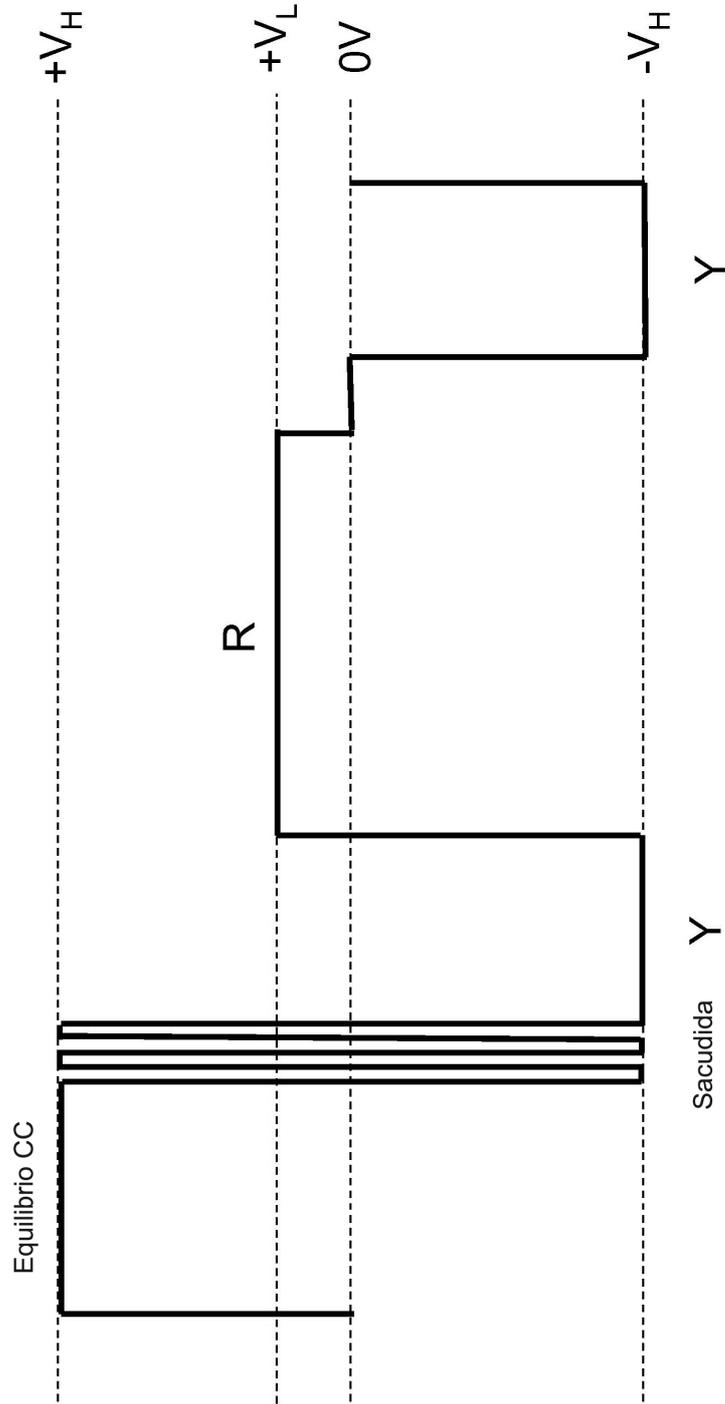


Figura 6B