

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 550**

51 Int. Cl.:

G09F 9/00 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

G02F 1/167 (2006.01)

G09G 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2013 PCT/US2013/062915**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014 WO1405551**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2013 E 13844148 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.06.2018 EP 2904602**

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

30 Prioridad:

02.10.2012 US 201213633788
01.05.2013 US 201313875145

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WANG, MING;
LI, YU;
DU, HUI;
ZHANG, XIAOJIA y
LIN, CRAIG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 684 550 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

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control para un dispositivo de visualización en color en el que cada célula de visualización puede mostrar estados de color de alta calidad.

10 A fin de lograr una visualización del color, se usan a menudo filtros de color. El enfoque más común es añadir filtros de color sobre subpíxeles blancos/negros de una pantalla pixelada para mostrar los colores rojo, verde y azul. Si se desea un color rojo, los subpíxeles verde y azul se hacen pasar al estado negro, de tal forma que el único color que se muestre sea el rojo. Cuando se desea el estado negro, los tres subpíxeles se hacen pasar al estado negro. Cuando se desea el estado blanco, los tres subpíxeles se hacen pasar a rojo, verde y azul, respectivamente, y como resultado, se observa por parte del observador un estado blanco.

15 La desventaja de dicha técnica es que dado que cada uno de los subpíxeles tiene una reflectancia de aproximadamente un tercio (1/3) del estado blanco deseado, el estado blanco es bastante tenue. Para compensar esto, puede añadirse un cuarto subpíxel que puede mostrar solo los estados negro y blanco, de tal forma que el nivel blanco se dobla a expensas del nivel de color rojo, verde o azul (siendo cada subpíxel solo un cuarto del área del píxel). Pueden lograrse colores más brillantes añadiendo luz desde el píxel blanco, pero esto se logra a expensas de la gama de colores haciendo que los colores sean muy claros e insaturados. Un resultado similar puede lograrse reduciendo la saturación de color de los tres subpíxeles. Incluso con estos enfoques, el nivel blanco es normalmente sustancialmente menos de la mitad del de una pantalla en blanco y negro, lo que hace que esta opción sea inaceptable para dispositivos de visualización, tales como lectores electrónicos o dispositivos que necesitan brillo y contraste blanco-negro bien legible.

20 El documento JP 2009-116041A describe un dispositivo de visualización electroforético que incluye una dispersión líquida que contiene unas primeras y unas segundas partículas que están cargadas negativamente y unas terceras partículas que están cargadas positivamente. Las primeras partículas presentan una movilidad electroforética superior pero una densidad de carga inferior que las segundas partículas. El dispositivo tiene un primer estado en el que las primeras partículas se localizan más cerca de un electrodo transparente que las segundas partículas utilizando la diferencia en movilidad electroforética mediante la aplicación de un voltaje positivo al electrodo transparente y un voltaje negativo a un contraelectrodo. Este dispositivo tiene un segundo estado en el que la relación posicional entre las primeras y las segundas partículas se invierte mediante la aplicación de un voltaje alterno entre los electrodos.

25 El documento US 2012/0194899 A1 describe un dispositivo de visualización electroforético que incluye una dispersión líquida que contiene unas primeras y unas segundas partículas que portan cargas de polaridad opuesta y unas terceras partículas coloreadas no cargadas o cargadas ligeramente. Cada píxel de la pantalla tiene un electrodo frontal (que forma la superficie de visualización) y dos electrodos posteriores separados. Cada píxel tiene tres estados de color: (a) un primer estado en el que las primeras partículas se encuentran adyacentes a la superficie de visualización; (b) un segundo estado en el que las segundas partículas se encuentran adyacentes a la superficie de visualización y (c) un tercer estado en el que las primeras partículas se encuentran adyacentes a uno de los electrodos posteriores, las segundas partículas se encuentran adyacentes al otro electrodo posterior y se muestra el color de las terceras partículas.

30 El documento JP 2007-140129A describe un dispositivo de visualización electroforético en el que por lo menos tres tipos diferentes de partículas que tienen colores diferentes, y voltajes umbrales diferentes para el movimiento entre electrodos, están encerradas en una pluralidad de células. El dispositivo muestra información transfiriendo selectivamente entre sus electrodos las diversas partículas utilizando voltajes variados de forma que solo se transfieran las partículas que tienen umbrales inferiores al voltaje aplicado.

35 La presente invención no solo proporciona una solución realista para un dispositivo de visualización en color en el que cada célula de visualización muestra estados de color muy saturados, sino que también elimina la necesidad de filtros de colores.

40 Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento de control para un dispositivo de visualización tal como se define en la reivindicación 1 que comprende células de visualización rellenas con un fluido electroforético. Las células de visualización están intercaladas entre una capa de electrodo común que forma una superficie de visualización y una capa de electrodos de píxel. El fluido electroforético comprende un primer tipo de partículas de pigmento, un segundo tipo de partículas de pigmento y un tercer tipo de partículas de pigmento, todas las cuales están dispersadas en un disolvente o una mezcla de disolventes, en el que

45 (a) el primer tipo de partículas de pigmento y el segundo tipo de partículas de pigmento tienen polaridades de carga opuestas;

50 (b) el tercer tipo de partículas de pigmento tiene la misma polaridad de carga que el segundo tipo de partículas de

pigmento pero a un nivel de carga inferior al 50 por ciento de la intensidad de carga del primer y el segundo tipo de partículas y

(c) el segundo tipo de partículas de pigmento tiene un voltaje umbral.

5 El procedimiento de la invención se caracteriza por que se conduce un área de la superficie de visualización que corresponde a un electrodo de píxel desde un estado de color del primer tipo de partículas de pigmento a un estado de color del tercer tipo de partículas de pigmento mediante la aplicación de un voltaje de conducción que tiene una polaridad que conduce al segundo tipo de partículas de pigmento hacia la superficie de visualización y una amplitud igual o inferior al voltaje umbral del segundo tipo de pigmento. En la descripción siguiente, nivel de carga debe entenderse como intensidad de carga.

15 El primer tipo de partículas de pigmento y el segundo tipo de partículas de pigmento pueden ser de color blanco y de color negro respectivamente, siendo el tercer tipo de partículas de pigmento ni de color blanco ni de color negro; el tercer tipo de partículas de pigmento pueden ser de un color seleccionado del grupo que consiste en rojo, verde y azul, amarillo, cian y magenta.

20 El tercer tipo de partículas puede tener un tamaño mayor que el primer o el segundo tipo de partículas. El tercer tipo de partículas puede ser de aproximadamente 2 a aproximadamente 50 veces mayor que el primer o el segundo tipo de partículas. El tercer tipo de partículas tiene un nivel de carga inferior a aproximadamente el 50 % del nivel de carga del primer tipo o el segundo tipo de partículas.

25 En una forma de realización, los tres tipos de partículas de pigmento tienen diferentes niveles de movilidad. El nivel de carga del primer tipo de partículas de pigmento puede ser por lo menos aproximadamente 2 veces el nivel de carga del segundo tipo de partículas de pigmento y el nivel de carga del tercer tipo de partículas puede ser aproximadamente el 50 % inferior al nivel de carga del segundo tipo de partículas. El tercer tipo de partículas puede ser mayor que el primer o el segundo tipo de partículas. El tercer tipo de partículas puede tener un tamaño de aproximadamente 2 a aproximadamente 50 veces mayor que el primer o el segundo tipo de partículas.

30 Las células de visualización del dispositivo de visualización pueden ser microcopas o microcápsulas.

En una forma de realización, las células de visualización están alineadas con los electrodos de píxel. En otra forma de realización, las células de visualización no están alineadas con los electrodos de píxel.

35 En una forma de realización, el tercer tipo de partículas de pigmento es del mismo color en todas las células de visualización. En otra forma de realización, el tercer tipo de partículas de pigmento es de diferentes colores en las células de visualización.

40 En una forma de realización, el fluido de la presente invención se conduce mediante una diferencia de potencial de voltaje entre el electrodo común y el electrodo de píxel. En otra forma de realización, existen por lo menos tres niveles diferentes de diferencia de potencial de voltaje aplicado a la capa de electrodo común y el electrodo de píxel.

45 El procedimiento de control de la presente invención puede comprender adicionalmente la aplicación de una forma de onda de agitación antes de que se conduzca el dispositivo al estado de color del primer tipo de partículas de pigmento.

50 En el presente documento, cuando el color del tercer tipo de partículas se observa en el lado de visualización, el primer y el segundo tipo de partículas se concentran en el lado opuesto al lado de visualización, lo que da como resultado un color intermedio entre los colores del primer y el segundo tipo de partículas.

La figura 1 representa un dispositivo de visualización electroforético que puede controlarse mediante el procedimiento de la presente invención.

55 Las figuras 2-4 representan diversos procedimientos de control de la presente invención.

La figura 5 representa un procedimiento de control alternativo de la presente invención.

60 La figura 6 muestra dos opciones en las que las células de visualización están alineadas o no alineadas, respectivamente, con los electrodos de píxel.

La figura 7 muestra cómo se realiza la visualización de un color completo de la presente invención.

La figura 8 muestra un ejemplo de forma de onda de agitación.

65 El fluido electroforético usado en el procedimiento de la presente invención comprende tres tipos de partículas de pigmento dispersadas en un disolvente dieléctrico o una mezcla de disolventes dieléctricos. Para facilitar la

ilustración, los tres tipos de partículas de pigmento pueden denominarse partículas blancas (11), partículas negras (12) y partículas coloreadas (13), como se muestra en la figura 1. No obstante, se entenderá que el ámbito de la invención abarca ampliamente partículas de pigmento de cualesquiera colores siempre que los tres tipos de partículas de pigmento tengan colores que contrasten visualmente.

El fluido de visualización está intercalado entre dos capas de electrodo. Una de las capas de electrodo es un electrodo común (14) que es una capa de electrodo transparente (por ejemplo, ITO), que se extiende a la largo de la totalidad de la parte superior del dispositivo de visualización. La otra capa de electrodo (15) es una capa de electrodo de píxel (15a). El estado de color mostrado por el fluido se determina mediante voltajes aplicados entre el electrodo común y un electrodo de píxel.

Los electrodos de píxel se describen en la patente de Estados Unidos N° 7.046.228. Debe indicarse que aunque se menciona una conducción de matriz activa con una placa base de transistor de película fina (TFT) para la capa de electrodos de píxel, el ámbito de la presente invención abarca otros tipos de direccionamiento de electrodo siempre que los electrodos proporcionen las funciones deseadas.

Las partículas blancas (11) pueden formarse a partir de un pigmento inorgánico, tal como TiO_2 , ZrO_2 , ZnO , Al_2O_3 , Sb_2O_3 , $BaSO_4$, $PbSO_4$ o similares.

Las partículas negras (12) pueden formarse a partir de pigmento negro CI 26 o 28 o similares (por ejemplo, espinela negra de ferrita de manganeso o espinela negra de cromito de cobre) o negro de carbono.

El tercer tipo de partículas de pigmento puede ser de un color tal como rojo, verde, azul, magenta, cian o amarillo. Los pigmentos para este tipo de partículas pueden incluir, pero sin limitación, pigmento CI PR 254, PR122, PR149, PG36, PG58, PG7, PB28, PB15:3, PY138, PY150, PY155 o PY20. Estos son pigmentos orgánicos usados comúnmente descritos en el manual de índice de colores "New Pigment Application Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1986) y en "Printing Ink Technology" (CMC Publishing Co, Ltd, 1984). Los ejemplos específicos incluyen Hostaperm Red D3G 70-EDS (rojo), Hostaperm Pink E-EDS (rosa), PV fast red D3G (rojo), Hostaperm red D3G 70 (rojo), Hostaperm Blue B2G-EDS (azul), Hostaperm Yellow H4G-EDS (amarillo), Hostaperm Green GNX (verde) de Clariant, Irgazin red L 3630 (rojo), Cinquasia Red L 4100 HD (rojo) e Irgazin Red L 3660 HD (rojo) de BASF; ftalocianina azul, ftalocianina verde, diarilida amarilla o diarilida amarilla AAOT de Sun Chemical.

Los porcentajes de los tres tipos de partículas de pigmento en el fluido pueden variar. Por ejemplo, la partícula negra puede ocupar aproximadamente del 0,1 % al 10 %, preferentemente del 0,5 % al 5 % en volumen del fluido electroforético; la partícula blanca puede ocupar aproximadamente del 1 % al 50 %, preferentemente del 5 % al 15 % en volumen del fluido; y la partícula coloreada puede ocupar aproximadamente del 2 % al 20 %, preferentemente del 4 % al 10 %, en volumen del fluido.

Pueden estar presentes otros materiales particulados en el fluido, que se incluyen como aditivos para mejorar el rendimiento del dispositivo de visualización, como la velocidad de conmutación, la biestabilidad y la fiabilidad de la imagen.

El disolvente en el que están dispersadas los tres tipos de partículas de pigmento es transparente e incoloro. Preferentemente tiene una viscosidad reducida y una constante dieléctrica en el intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 30, preferentemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 15, para proporcionar una movilidad de partículas elevada. Los ejemplos de disolvente dieléctrico adecuado incluyen hidrocarburos tales como isopar, decahidronaftaleno (DECALIN), 5-etiliden-2-norborneno, aceites grasos, aceite de parafina, fluidos de silicio, hidrocarburos aromáticos tales como tolueno, xileno, fenilxilietano, dodecibenceno o alquilnaftaleno, disolventes halogenados tales como perfluorodecalina, perfluorotolueno, perfluoroxileno, benzotrifluoruro de dicloro, benzotrifluoruro de 3,4,5-tricloro, cloropentafluoro-benceno, diclorononano o pentaclorobenceno, y disolventes perfluorados tales como FC-43, FC-70 o FC-5060 de 3M Company, St. Paul MN, polímeros que contienen halógeno de bajo peso molecular tales como poli(óxido de perfluoropropileno) de TCI America, Portland, Oregón, poli(clorotrifluoro-etileno) tal como Halocarbon Oils de Halocarbon Product Corp., River Edge, NJ, perfluoropolialquiléter tal como Galden de Ausimont o Krytox Oils y Greases K-Fluid Series de DuPont, Delaware, aceite de silicona basado en polidimetilsiloxano de Dow-corning (DC -200).

El primer y el segundo tipo de partículas de pigmento poseen polaridades de carga opuestas y el tercer tipo de partículas de pigmento tiene la misma polaridad de carga que el segundo tipo de partículas de pigmento pero un nivel de carga inferior.

Por ejemplo, si las (primeras) partículas negras están cargadas positivamente y las (segundas) partículas blancas están cargadas negativamente, entonces las (terceras) partículas de pigmento coloreadas tienen un nivel de carga inferior. En otras palabras, en este ejemplo, la carga portada por las partículas negras y blancas es muy superior a la carga portada por las partículas coloreadas.

Los tres tipos de partículas de pigmento pueden tener tamaños variados. En una forma de realización, uno de los

tres tipos de partículas de pigmentos es mayor que los otros dos tipos. Entre los tres tipos de partículas de pigmento, el tipo de partículas que tiene una densidad de carga inferior tiene preferentemente un tamaño mayor.

5 Por ejemplo, tanto las partículas negras como las blancas son relativamente pequeñas y sus tamaños (analizados mediante dispersión dinámica de luz) pueden variar de aproximadamente 50 nm a aproximadamente 800 nm y de forma más preferida de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 700 nm, y en este ejemplo, las partículas coloreadas son preferentemente de aproximadamente 2 a aproximadamente 50 veces y de forma más preferida de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 veces mayores que las partículas negras y las partículas blancas.

10 La expresión "voltaje umbral", en el contexto de la presente invención, se define como el voltaje máximo de polarización que puede aplicarse a un grupo de partículas de pigmento sin provocar que las partículas de pigmento aparezcan en el lado de visualización del dispositivo de visualización. La expresión "lado de visualización" se refiere a un lado de un dispositivo de visualización en el que se observan imágenes por parte de los observadores.

15 En la presente invención, la segunda de las partículas de pigmento muestra un voltaje umbral en el ensayo de conducción de voltaje triangular.

El voltaje umbral es o bien una característica inherente de las partículas de pigmento cargadas o bien una propiedad inducida por aditivos.

20 En el último caso, el umbral se genera en base a determinada fuerza de atracción entre partículas o entre partículas y determinadas superficies de sustrato. Un umbral puede generarse también mediante interacción de dos tipos de partículas con carga opuesta.

25 En el último caso, con referencia a lo anterior, para lograr un voltaje umbral, puede añadirse un agente umbral que induce o potencia las características umbrales de un fluido electroforético. El agente umbral puede ser cualquier material que sea soluble o dispersable en el disolvente o la mezcla de disolventes del fluido electroforético y porte o induzca una carga opuesta a la de las partículas de pigmento cargadas. El agente umbral puede ser sensible o insensible al cambio de voltaje aplicado. La expresión "agente umbral" puede incluir ampliamente colorantes o pigmentos, electrolitos o polielectrolitos, polímeros, oligómeros, tensioactivos, agentes controladores de carga y similares.

30 Puede encontrarse información adicional con respecto al agente umbral en la patente de Estados Unidos N° 8.115.729.

35 Lo siguiente son unos pocos ejemplos que ilustran la presente invención.

EJEMPLOS

40 Ejemplo 1 (a)

Este ejemplo se muestra en la figura 2. Se asume que las partículas negras (22) tienen un voltaje umbral de 5 V. Por lo tanto, las partículas negras (22) no se moverán al lado de visualización si la diferencia de potencial de voltaje aplicada es de 5 V o inferior.

45 Las partículas de pigmento blancas (21) están cargadas negativamente mientras que las partículas de pigmento negras (22) están cargadas positivamente, y ambos tipos de partículas de pigmento son más pequeñas que las partículas coloreadas (23).

50 Las partículas coloreadas (23) poseen la misma polaridad de carga que las partículas negras que tienen el voltaje umbral, pero tienen un nivel de carga inferior, siendo inferior a aproximadamente el 50 %, preferentemente de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 30 %, del nivel de carga de las partículas negras o las blancas. Como resultado, las partículas negras se mueven más rápidamente que las partículas coloreadas (23) cuando el potencial de voltaje aplicado es superior al voltaje umbral de las partículas negras debido al nivel de carga más intenso que portan.

55 En la figura 2a, el potencial de voltaje aplicado es +15 V. En este caso, las partículas blancas (21) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de pixel (25) y las partículas negras (22) y las partículas coloreadas (23) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (24). Como resultado, se observa el color negro en el lado de visualización. Las partículas coloreadas (23) se mueven hacia el electrodo común (24); no obstante, debido a su densidad de carga más reducida y a su mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas negras.

60 En la figura 2b, cuando se aplica una diferencia de potencial de voltaje de -15 V, las partículas blancas (21) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (24) y las partículas negras y las partículas coloreadas se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de pixel (25). Como resultado, se observa el color blanco en el lado de visualización.

Las partículas coloreadas (23) se mueven hacia el electrodo de píxel debido a que también están cargadas positivamente. No obstante, debido a su inferior nivel de carga y mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas negras.

En la figura 2c, la diferencia de potencial de voltaje aplicada ha cambiado a +5 V. En este caso, las partículas blancas cargadas negativamente (21) se mueven hacia el electrodo de píxel (25). Las partículas negras (22) se mueven poco debido a que su voltaje umbral es de 5 V. Debido al hecho de que las partículas coloreadas (23) no tienen un voltaje umbral significativo, se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (24) y como resultado, el color de las partículas coloreadas se observa en el lado de visualización.

A fin de conducir el dispositivo al estado de color del tercer tipo de partículas de pigmento, es decir, rojo (véase la figura 2c), el procedimiento comienza desde el estado de color del primer tipo de partículas de pigmento, es decir, blanco (véase la figura 2b).

En la figura 2b, el primer tipo de partículas de pigmento (es decir, de color blanco) se encuentran en o cerca del electrodo común (24) y el segundo y el tercer tipo de partículas de pigmento (es decir, de color negro y de color rojo) se encuentran en o cerca del electrodo de píxel (25). Cuando se aplica un voltaje igual o inferior al voltaje umbral del segundo tipo de partículas de pigmento (es decir, de color negro), el primer tipo de partículas de pigmento (es decir, de color blanco) es empujado hacia abajo; el tercer tipo de partículas de pigmento (es decir, de color rojo) se mueve hacia el electrodo común (24) para alcanzar el lado de visualización; y el segundo tipo de partículas de pigmento (es decir, negras) apenas se mueve debido a su voltaje umbral.

En este escenario, cuando el color del tercer tipo de partículas se observa en el lado de visualización, los otros dos tipos de partículas pueden mezclarse en el lado que no es de visualización (lado opuesto al lado de visualización), dando como resultado un estado de color intermedio entre los colores del primer y el segundo tipo de partículas. Si el primer y el segundo tipo de partículas son de color blanco y de color negro y el tercer tipo de partículas es de color rojo 2(c), cuando se observa el color rojo en el lado de visualización, se observa un color gris en el lado que no es de visualización.

El procedimiento de control aseguraría idealmente la brillantez de color de ambos tipos (es decir, evitando que se observen las partículas negras) y la pureza del color (es decir, evitando que se observen las partículas blancas) en el escenario de la figura 2c. No obstante, en la práctica, este resultado deseado es difícil de controlar por diversas razones, incluidas la distribución del tamaño de partícula, las distribuciones de carga de las partículas y otros factores.

Una solución a esto es el uso de una forma de onda de agitación antes de conducir desde el estado de color del primer tipo de partícula de pigmento (es decir, blanco) al estado de color del tercer tipo de partículas de pigmento (es decir, rojo). La forma de onda de agitación consiste en la repetición de un par de pulsos de conducción opuestos durante muchos ciclos. Por ejemplo, la forma de onda de agitación puede consistir en un pulso de +15 V durante 20 ms y un pulso de -15 V durante 20 ms y cada par de pulsos se repite 50 veces. El tiempo total de dicha forma de onda de agitación sería de 2000 ms (véase la figura 8).

En la práctica, se pueden realizar por lo menos 10 repeticiones (es decir, diez pares de pulsos positivos y negativos).

La forma de onda de agitación puede aplicarse al dispositivo independientemente del estado óptico (negro, blanco o rojo) antes de aplicar un voltaje de conducción. Después de aplicar la forma de onda de agitación, el estado óptico no sería un blanco puro, un negro puro ni un rojo puro. Por el contrario, el estado de color sería una mezcla de los tres tipos de partículas de pigmento.

Para el procedimiento tal como se ha descrito anteriormente, se aplica una forma de onda de agitación antes de conducir el dispositivo al estado de color (es decir, blanco) del primer tipo de partículas de pigmento. Con esta forma de onda de agitación añadida, incluso aunque el estado de color sea en gran medida el mismo que sin la forma de onda de agitación, el estado de color (es decir, rojo) del tercer tipo de partículas de pigmento sería significativamente mejor que sin la forma de onda de agitación, tanto en brillantez del color como en pureza del color. Esto es indicativo de una mejor separación de las partículas blancas de las partículas rojas, así como de las partículas negras de las partículas rojas.

Cada uno de los pulsos de conducción en la forma de onda de agitación se aplica de forma que no exceda el 50 % (o no exceda el 30 %, el 10 % o el 5 %) del tiempo requerido para conducir desde el estado completamente negro al estado completamente blanco. Por ejemplo, si se precisan 300 ms para conducir el dispositivo de visualización desde un estado completamente negro a un estado completamente blanco o viceversa, la forma de onda de agitación puede consistir en pulsos positivos y negativos, cada uno aplicado durante no más de 150 ms. En la práctica, se prefiere que los pulsos sean más cortos.

Ejemplo 1(b)

En un diseño alternativo tal como se ilustra en la figura 3, se asume que las partículas blancas (31) tienen un voltaje umbral de 5 V. Por lo tanto, las partículas blancas (31) no se moverán al lado de visualización si la diferencia de potencial de voltaje aplicada es de 5 V o inferior.

5 Las partículas de pigmento blancas (31) están cargadas negativamente mientras que las partículas de pigmento negras (32) están cargadas positivamente, y ambos tipos de partículas de pigmento son más pequeñas que las partículas coloreadas (33).

10 Las partículas coloreadas (33) poseen la misma polaridad de carga que las partículas blancas que tienen el voltaje umbral, pero tienen un nivel de carga inferior. Como resultado, las partículas blancas se mueven más rápidamente que las partículas coloreadas (33), cuando el potencial de voltaje aplicado es superior al voltaje umbral de las partículas blancas debido al nivel de carga más intenso que portan.

15 En la figura 3a, el potencial de voltaje aplicado es -15 V. En este caso, las partículas negras (32) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de píxel (35) y las partículas blancas (31) y las partículas coloreadas (33) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (34). Como resultado, se observa el color blanco en el lado de visualización. Las partículas coloreadas (33) se mueven hacia el electrodo común (34); no obstante, debido a su nivel de carga más reducido y a su mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas blancas.

20 En la figura 3b, cuando se aplica una diferencia de potencial de voltaje de +15 V, las partículas blancas (31) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de píxel (35) y las partículas negras se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (34). Como resultado, se observa el color negro en el lado de visualización.

25 Las partículas coloreadas (33) se mueven hacia el electrodo de píxel debido a que también están cargadas negativamente. No obstante, debido a su inferior nivel de carga y mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas blancas.

30 En la figura 3c, la diferencia de potencial de voltaje aplicada se ha cambiado a -5 V. En este caso, las partículas negras cargadas positivamente (32) se mueven hacia el electrodo de píxel (35). Las partículas blancas (31) se mueven poco debido a que su voltaje umbral es de 5 V. Debido al hecho de que las partículas coloreadas (33) no tienen un voltaje umbral significativo, se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (34) y como resultado, el color de las partículas coloreadas se observa en el lado de visualización.

35 **Ejemplo 1(c)**

También es posible hacer que las partículas coloreadas tengan un voltaje umbral, como se muestra en la figura 4. En este caso, las partículas coloreadas (43) no se moverán al lado de visualización si la diferencia de potencial de voltaje aplicada es de 5 V o inferior.

40 Las partículas de pigmento negras (42) están cargadas negativamente mientras que las partículas de pigmento coloreadas (43) están cargadas positivamente, y ambos tipos de partículas de pigmento son más pequeñas que las partículas blancas (41).

45 Las partículas blancas (41) poseen la misma polaridad de carga que las partículas coloreadas que tienen el voltaje umbral, pero a un nivel de carga inferior. Como resultado, las partículas coloreadas se mueven más rápidamente que las partículas blancas (41), cuando el potencial de voltaje aplicado es superior al voltaje umbral de las partículas coloreadas debido al nivel de carga más intenso que portan.

50 En la figura 4a, el potencial de voltaje aplicado es +15 V. En este caso, las partículas negras (42) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de píxel (45) y las partículas coloreadas (43) y las partículas blancas (41) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (44). Como resultado, se observa el color de las partículas coloreadas en el lado de visualización. Las partículas blancas (41) se mueven hacia el electrodo común (44); no obstante, debido a su nivel de carga más reducido y a su mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas coloreadas.

55 En la figura 4b, cuando se aplica una diferencia de potencial de voltaje de -15 V, las partículas coloreadas (43) se mueven para disponerse cerca o en el electrodo de píxel (45) y las partículas negras se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (44). Como resultado, se observa el color negro en el lado de visualización.

60 Las partículas blancas (41) se mueven hacia el electrodo de píxel debido a que también están cargadas positivamente. No obstante, debido a su inferior nivel de carga y mayor tamaño, se mueven más lentamente que las partículas coloreadas.

65 En la figura 4c, la diferencia de potencial de voltaje aplicada se ha cambiado a +5 V. En este caso, las partículas negras cargadas negativamente (42) se mueven hacia el electrodo de píxel (45). Las partículas coloreadas (43) se

mueven poco debido a que su voltaje umbral es de 5 V. Debido al hecho de que las partículas blancas (41) no tienen un voltaje umbral significativo, se mueven para disponerse cerca o en el electrodo común (44) y como resultado, el color blanco se observa en el lado de visualización.

5 En una forma de realización alternativa de la presente invención, los tres tipos de partículas de pigmento tienen diferentes niveles de nivel de carga, y por lo tanto diferentes niveles de movilidad.

10 Por ejemplo, el primer y el segundo tipo de partículas poseen polaridades de carga opuestas y el nivel de carga del primer tipo de partículas es por lo menos aproximadamente 2 veces, preferentemente de aproximadamente 3 veces a aproximadamente 15 veces, el nivel de carga del segundo tipo de partículas, o viceversa. El nivel de carga del tercer tipo de partículas es inferior a aproximadamente el 50 %, preferentemente de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 30 %, del nivel de carga del primer o el segundo tipo de partículas, cualquiera que tenga un nivel de carga inferior. En un ejemplo específico, si las partículas negras tienen dos veces el nivel de carga de las partículas blancas, entonces las partículas coloreadas pueden tener menos del 50 % del nivel de carga de las partículas blancas.

15 Las partículas que poseen el nivel de carga inferior son preferentemente mayores que los otros dos tipos de partículas.

20 Debido a diferentes niveles de nivel de carga, los tres tipos de partículas de pigmento tendrían diferentes niveles de movilidad. Cuanto mayor sea el nivel de carga, más rápido se moverán las partículas. El ejemplo siguiente ilustra esta forma de realización de la invención.

25 **Ejemplo 2**

Este ejemplo se muestra en la figura 5. Se asume que el nivel de carga de las partículas negras (52) es el doble que el nivel de carga de las partículas blancas (51) y, por lo tanto, las partículas negras se mueven el doble de rápido que las partículas blancas. Las partículas coloreadas (53) tienen un nivel de carga que es inferior al 50 % del nivel de carga de las partículas blancas.

30 Por lo tanto, si se precisa un tiempo de conducción, t , para que las partículas negras recorran la distancia entre el electrodo común y el electrodo de píxel ("d"), las partículas blancas precisarían un tiempo $2t$ y las partículas coloreadas por lo menos un tiempo $4t$, para recorrer la misma distancia, d .

35 Además, las partículas negras están cargadas positivamente y las partículas blancas están cargadas negativamente. Las partículas coloreadas poseen la misma polaridad de carga que las partículas que tienen el nivel de carga más elevado, es decir, en este caso las partículas negras.

40 En la figura 5a, cuando se aplica un potencial de voltaje negativo al electrodo común (54) y al electrodo de píxel (55), después de un tiempo de conducción de $2t$, las partículas de pigmento blancas (51) se encontrarían cerca o en el electrodo común (es decir, el lado de visualización) y las partículas de pigmento negras (52) se encontrarían cerca o en el electrodo de píxel. Como resultado, se observa el estado de color blanco. Las partículas coloreadas (53), debido a su mayor tamaño y su inferior nivel de carga/inferior movilidad, se moverán poco. Además, debido a que están cargadas positivamente, se moverán hacia el electrodo de píxel (55).

45 En la figura 5b, cuando se aplica un potencial de voltaje positivo al electrodo común (54) y al electrodo de píxel (55), después de un tiempo de conducción de $2t$, las partículas de pigmento negras (52) se encontrarán cerca o en el electrodo común y las partículas de pigmento blancas (51) se encontrarán cerca o en el electrodo de píxel. Como resultado, se observa el estado de color negro.

50 Debido a su bajo nivel de carga y reducida movilidad, las partículas coloreadas apenas se mueven. Aunque que las partículas blancas y coloreadas poseen la misma polaridad de carga, las partículas negras se moverán para disponerse más cerca del electrodo común debido a su superior nivel de carga y menor tamaño.

55 Antes de la etapa de la figura 5c, se prefiere que las partículas blancas se encuentren en o cerca del electrodo de píxel (55) y las partículas negras y coloreadas se encuentren en o cerca de electrodo común (54). En la figura 5c, cuando se aplica un potencial de voltaje negativo entre el electrodo común (54) y el electrodo de píxel (55), después de un tiempo de conducción de t , las partículas blancas (51) del fondo se moverán a una zona entre el electrodo común y el electrodo de píxel, aproximadamente a un nivel medio, mientras que las partículas negras (52) recorrerán la totalidad de la distancia, d , para disponerse en o cerca del electrodo de píxel. Las partículas coloreadas recorrerán una distancia corta hacia abajo, pero permanecerán más cerca del electrodo común. Como resultado, se observa el color de las partículas coloreadas (53) en el lado de visualización.

60 Como se muestra en este ejemplo, la conmutación entre tres estados ópticos podría lograrse, por lo tanto, controlando el marco temporal de conducción, la amplitud de conducción o ambos.

65

Las partículas mayores y que se mueven más lentamente en este ejemplo son las partículas coloreadas. No obstante, los diseños pueden variar dependiendo de las necesidades. También es posible hacer que las partículas negras o blancas sean las partículas mayores y que se muevan más lentamente.

5 El fluido electroforético en un dispositivo de visualización electroforético de la invención está relleno en células de visualización. Las células de visualización pueden ser microcopas tal como se describe en la patente de Estados Unidos N° 6.930.818. Las células de visualización también pueden ser de otros tipos de microrrecipientes, tales como microcápsulas, microcanales o equivalentes, independientemente de sus formas o tamaños. Todos ellos se encuentran dentro del ámbito de la presente solicitud.

10 En una forma de realización de la presente invención, el dispositivo de visualización es un dispositivo de visualización de alta luz y en esta forma de realización, las partículas coloreadas son del mismo color en todas las células de visualización. Cada célula de visualización sería un píxel en dicho dispositivo de visualización de alta luz. Además, tal como se muestra en la figura 6, las células de visualización pueden estar alineadas con los electrodos de píxel (véase la figura 6a) o no alineadas con los electrodos de píxel (véase la figura 6b).

15 En otra forma de realización, el dispositivo de visualización puede ser un dispositivo de visualización multicolor. En esta forma de realización, las partículas coloreadas son de diferentes colores en las células de visualización. En esta forma de realización, las células de visualización y los electrodos de píxel están alineados.

20 La figura 7 ilustra cómo se visualizan múltiples colores con un dispositivo de visualización de la presente invención. Cada célula de visualización representa un subpíxel y cada píxel tiene tres subpíxeles. Las tres células de visualización, que representan cada una un subpíxel, están rellenas con un fluido electroforético, siendo el tercer tipo de partículas de pigmento rojo, verde y azul, respectivamente.

25 En la figura 7a, cuando se desea un píxel blanco, los tres subpíxeles se hacen pasar al estado de color blanco. En la figura 7b, cuando se desea un píxel negro, los tres subpíxeles se hacen pasar al estado de color negro. En la figura 7c, cuando se desea un color rojo, uno de los subpíxeles se hace pasar a rojo y los dos subpíxeles restantes se hacen pasar al estado negro para una saturación de color máxima. De forma similar, la figura 7d y la figura 7e muestran los colores verde y azul, respectivamente. De forma alternativa, en las figuras 7c, 7d y 7e, uno de los subpíxeles se conduce al estado de color mientras los dos subpíxeles restantes se conducen al estado blanco para lograr una brillantez máxima (a expensas de la saturación de color). De forma también alternativa, en las figuras 7c, 7d y 7e, uno de los subpíxeles se conduce al estado de color mientras los dos subpíxeles restantes se conducen a los estados negro y blanco, respectivamente.

35

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un procedimiento de control para un dispositivo de visualización que comprende células de visualización rellenas con un fluido electroforético, en el que las células de visualización están intercaladas entre una capa de electrodo común (24) en el lado de visualización del dispositivo de visualización y una capa de electrodos de píxel (25), comprendiendo el fluido electroforético un primer tipo de partículas de pigmento (21), un segundo tipo de partículas de pigmento (22) y un tercer tipo de partículas de pigmento (23), todas las cuales están dispersadas en un disolvente o mezcla de disolventes, en el que
- 10 (a) el primer tipo de partículas de pigmento (21) y el segundo tipo de partículas de pigmento (22) tienen polaridades de carga opuestas;
- (b) el tercer tipo de partículas de pigmento (23) tiene la misma polaridad de carga que el segundo tipo de partículas de pigmento (22);
- 15 (c) el segundo tipo de partículas de pigmento (22) tiene un voltaje umbral,
- caracterizándose el procedimiento por la conducción, en el lado de visualización del dispositivo de visualización, desde un estado de color del primer tipo de partículas de pigmento (21) a un estado de color del tercer tipo de partículas de pigmento (23) mediante la aplicación de una diferencia de potencial de voltaje de conducción entre el electrodo común y el electrodo de píxel que tiene una polaridad que conduce al segundo tipo de partículas de pigmento (22) hacia el lado de visualización y una amplitud igual o inferior al voltaje umbral del segundo tipo de partículas de pigmento (22) y caracterizándose también por que el tercer tipo de partículas de pigmento tiene una intensidad de carga inferior al 50 por ciento de la intensidad de carga del primer (21) o el segundo (22) tipo de partículas.
- 20 **2.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer (21) y el segundo (22) tipo de partículas de pigmento son de color blanco y de color negro respectivamente, y el tercer tipo de partículas de pigmento (23) no es ni de color blanco ni de color negro.
- 30 **3.** El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el tercer tipo de partículas de pigmento (23) es de un color seleccionado del grupo que consiste en rojo, verde y azul.
- 4.** El procedimiento de la reivindicación 1, que además comprende la aplicación de una forma de onda de agitación antes de que el píxel se conduzca al estado de color del primer tipo de partículas de pigmento (21).
- 35 **5.** El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el tercer tipo de partículas (23) tiene un tamaño mayor que el primer (21) o el segundo (22) tipo de partículas.

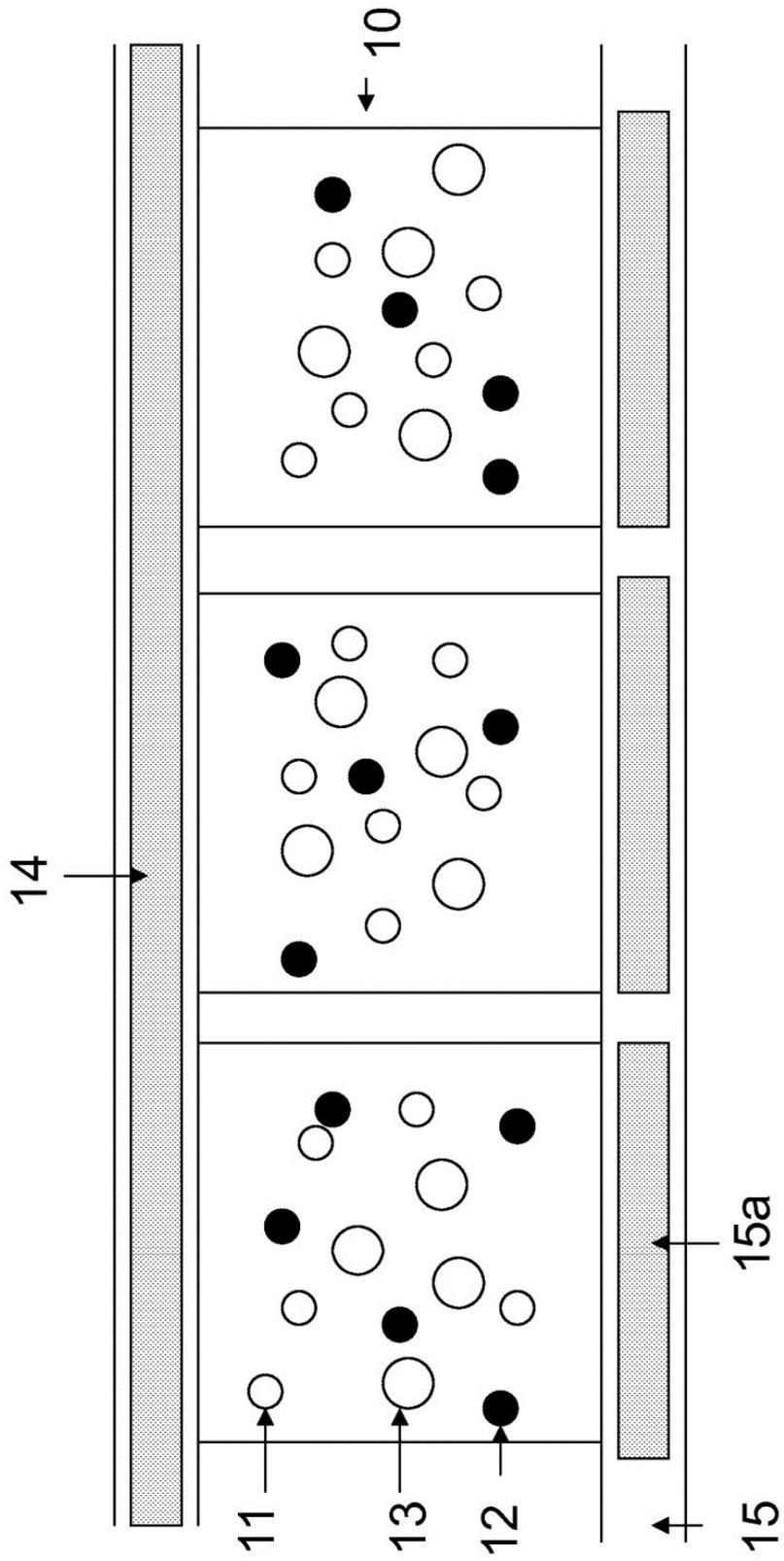


Figura 1

Lado de visualización

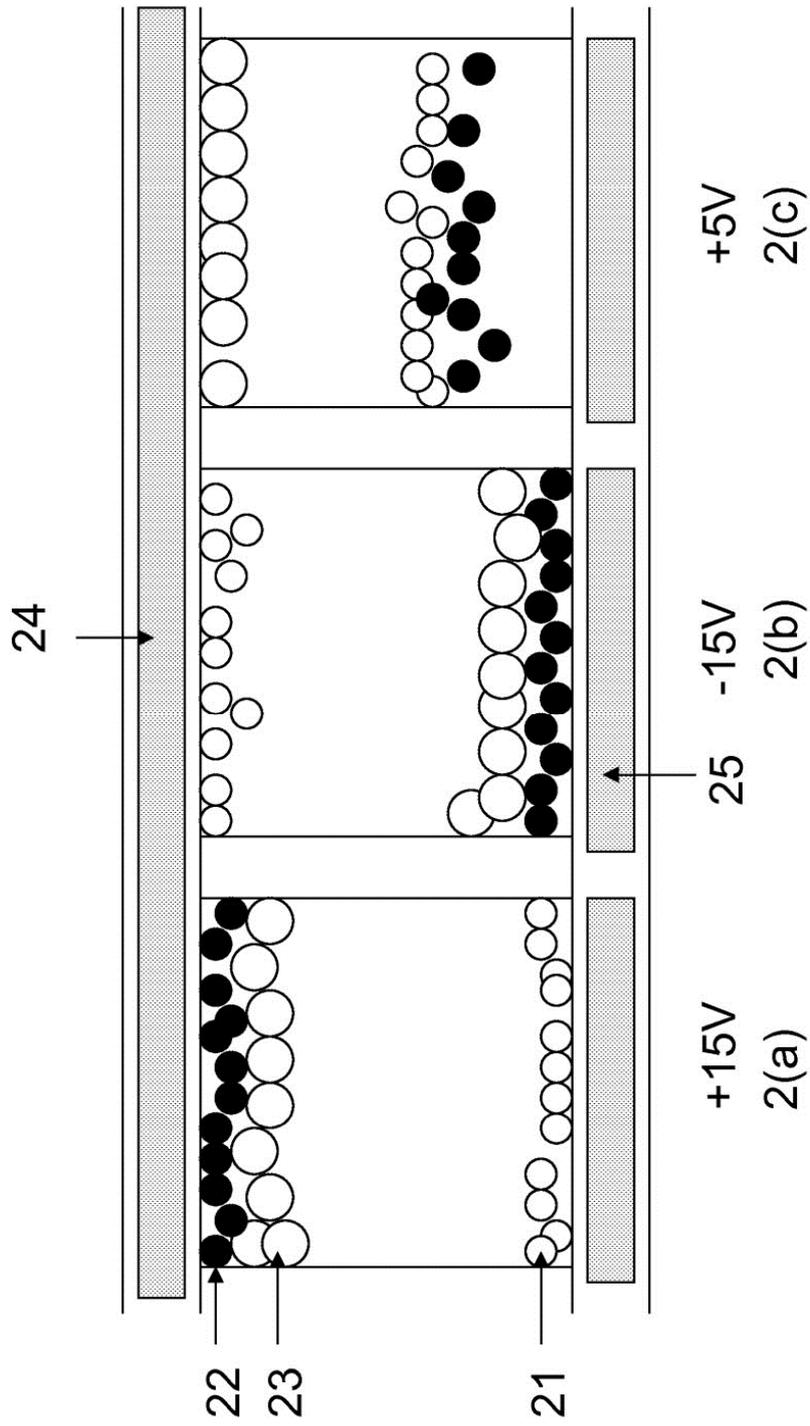


Figura 2

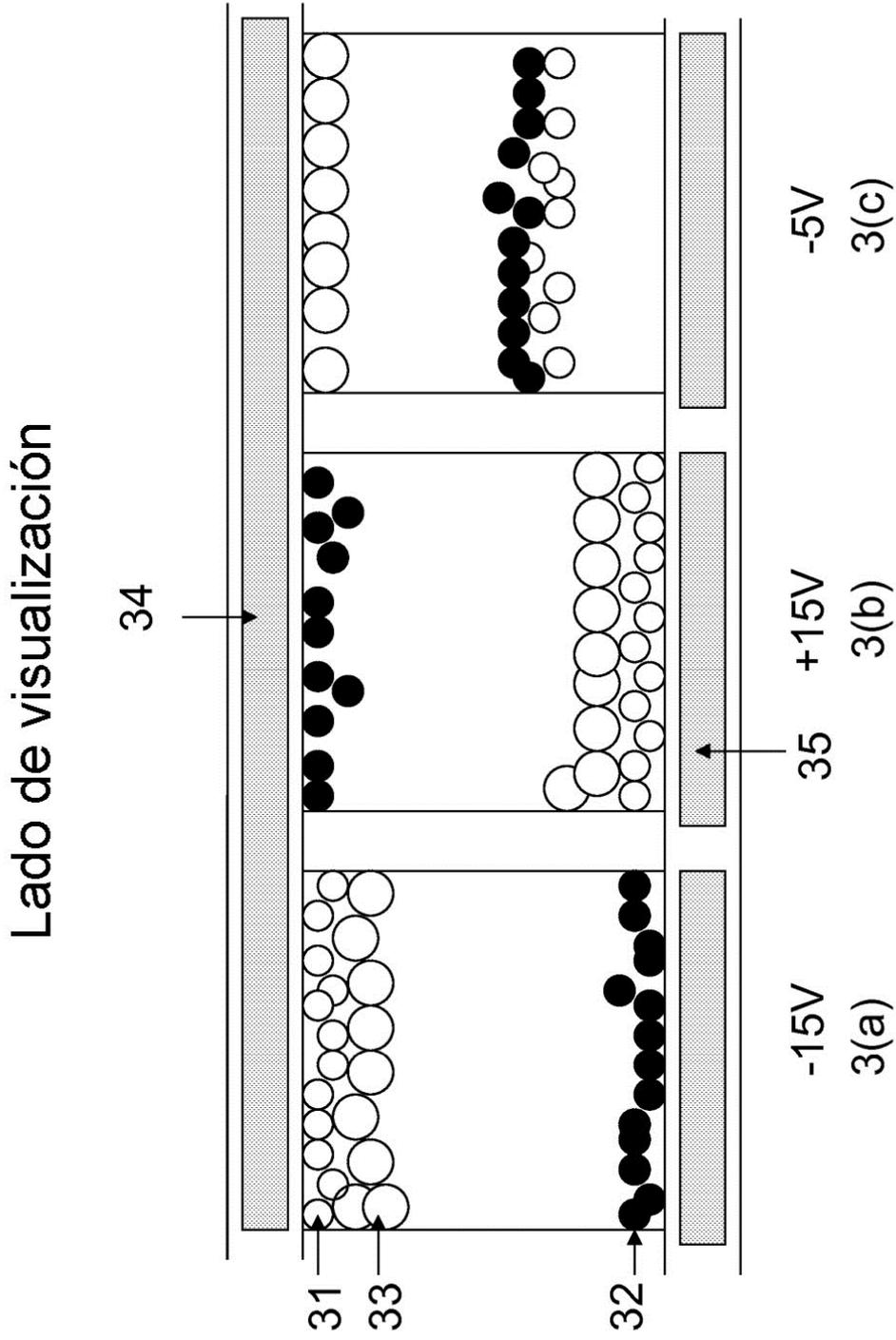


Figura 3

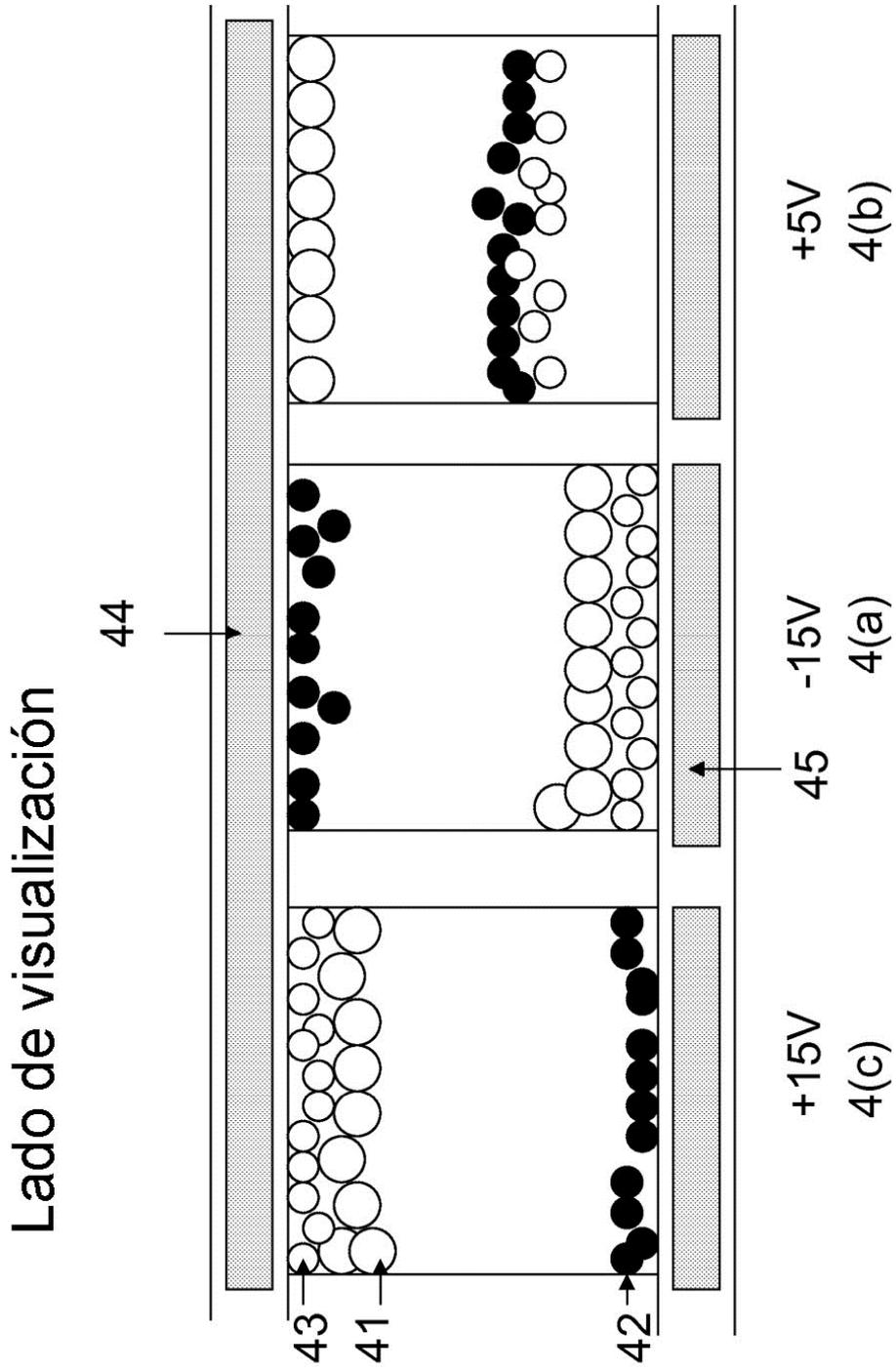


Figura 4

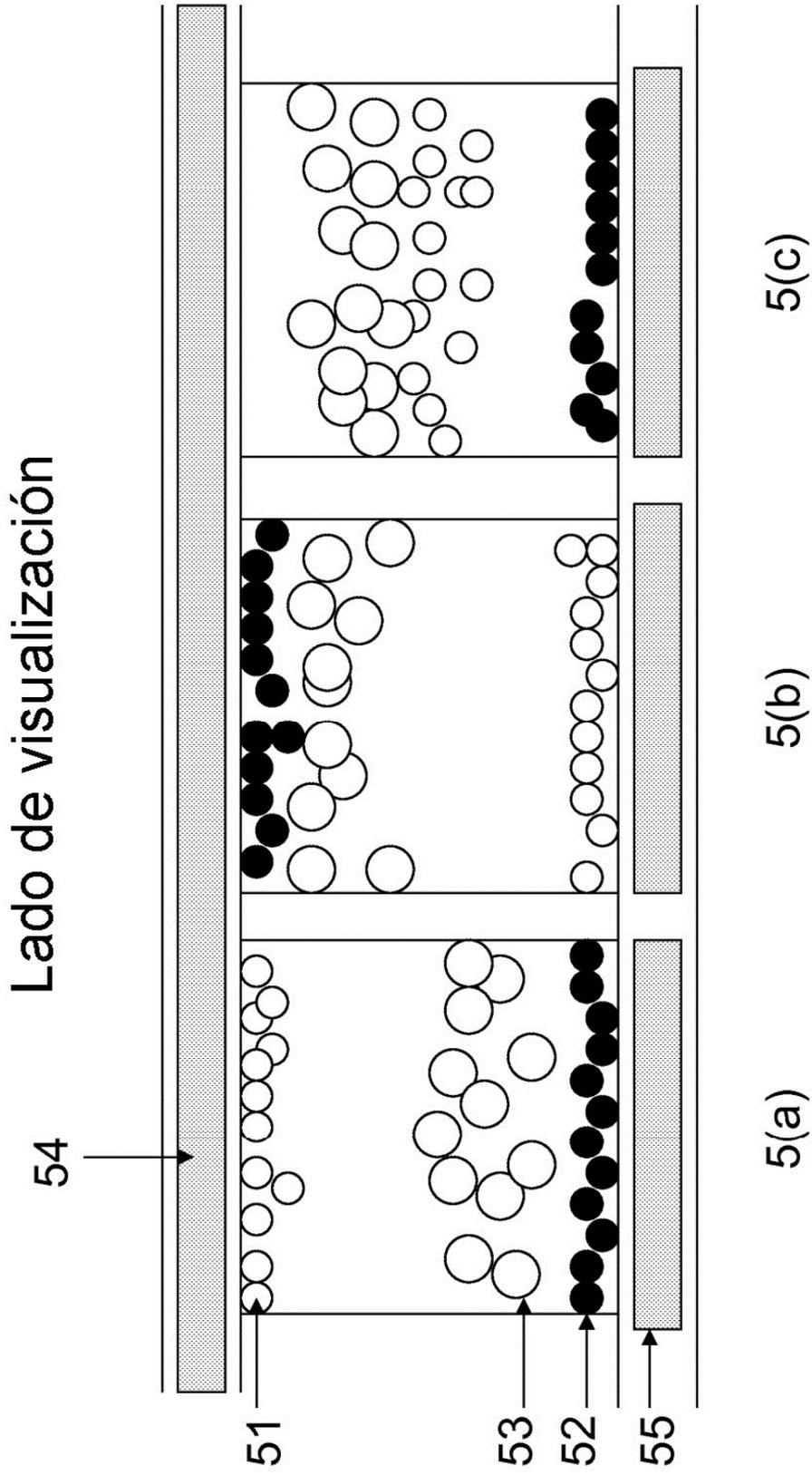
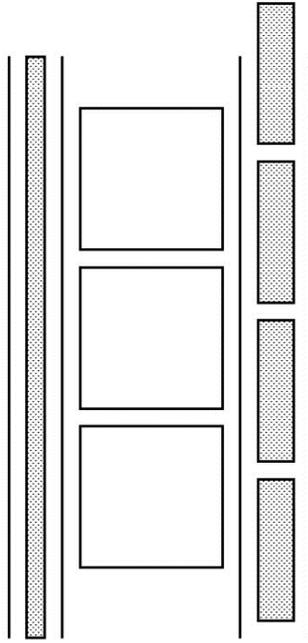
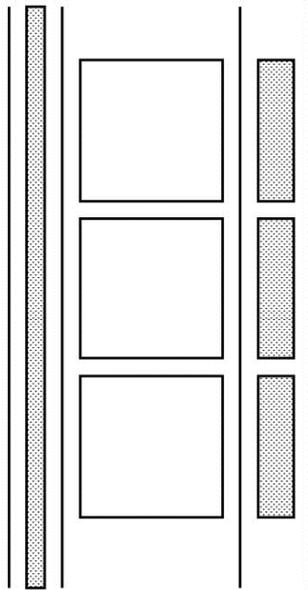


Figura 5

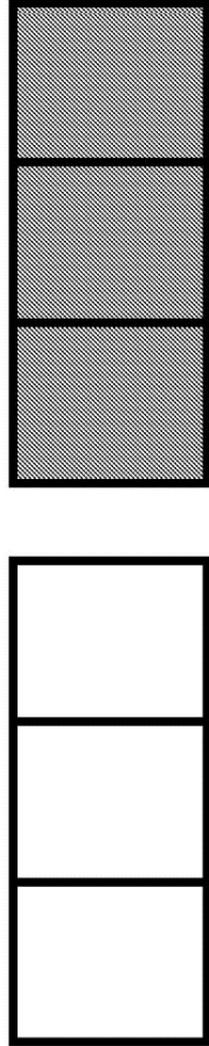


6(b)



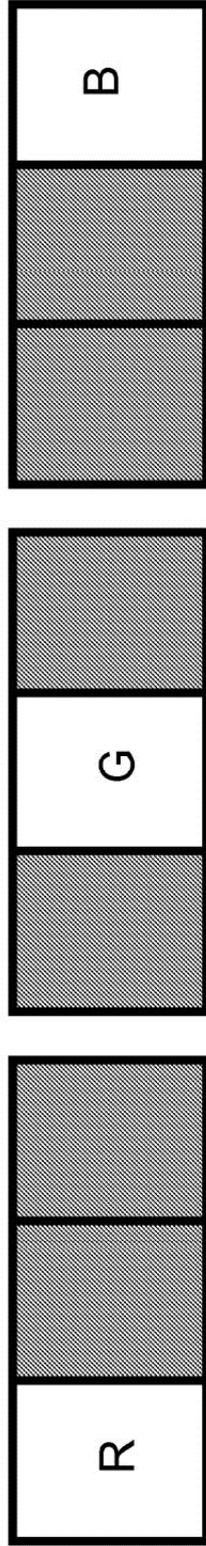
6(a)

Figura 6



7(b)

7(a)



7(c)

7(d)

7(e)

Figura 7

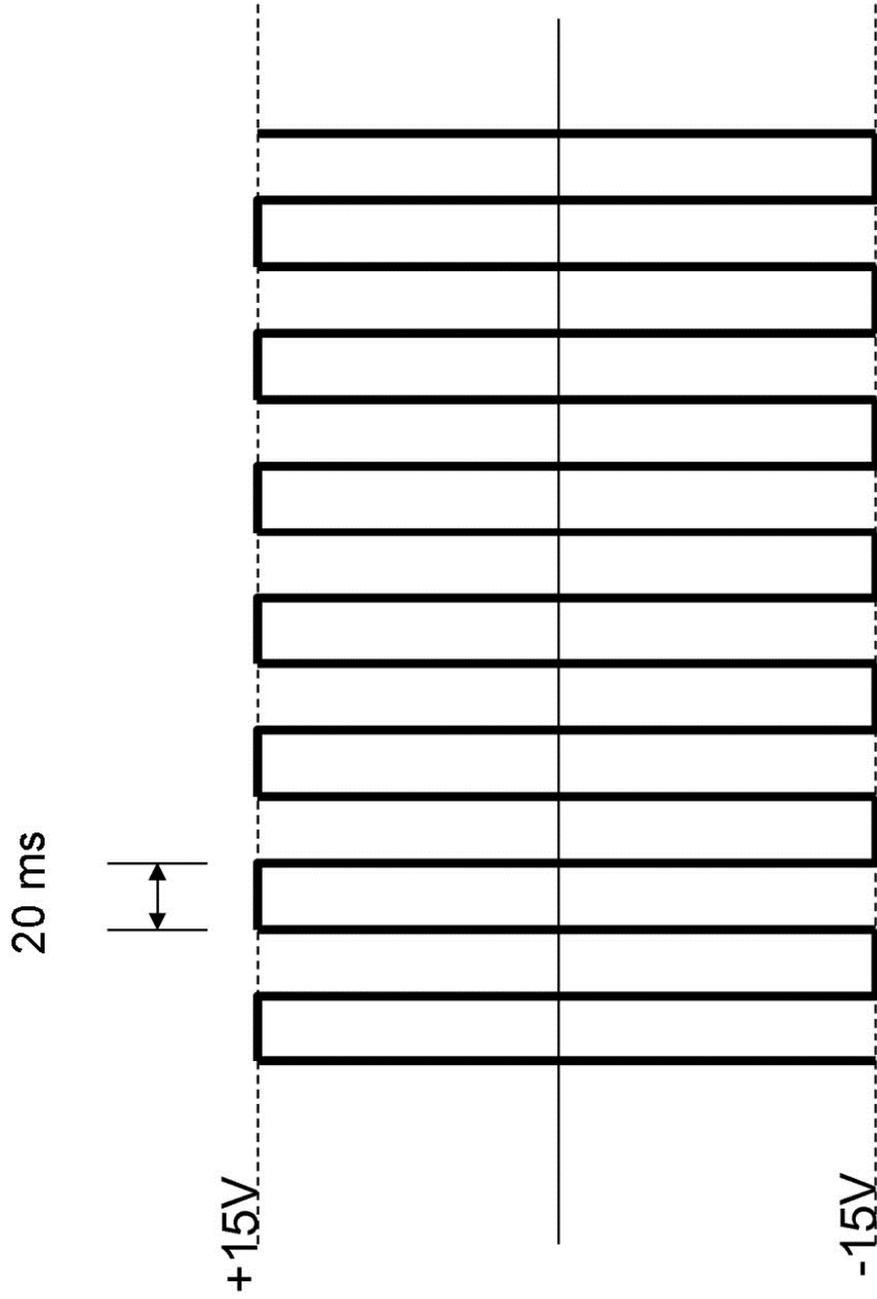


Figura 8