

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 029 534**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| G02B 26/02 | (2006.01) |
| G02F 1/03 | (2006.01) |
| G09G 3/20 | (2006.01) |
| G09G 3/36 | (2006.01) |
| G09G 3/34 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.02.2017 PCT/US2017/016925**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017 WO17139323**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2017 E 17750663 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2025 EP 3414613**

54 Título: **Métodos y aparatos para operar una pantalla electro-óptica en modo blanco**

30 Prioridad:
08.02.2016 US 201662292829 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.06.2025

73 Titular/es:
**E INK CORPORATION (100.00%)
IP Department, 1000 Technology Park Drive
Billerica, Massachusetts 01821-4165, US**

72 Inventor/es:
**EMELIE, PIERRE-YVES y
CROUNSE, KENNETH R.**

74 Agente/Representante:
GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 029 534 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

Métodos y aparatos para operar una pantalla electro-óptica en modo blanco

5 **Antecedentes**

Campo

10 La presente invención se refiere a un método para controlar pantallas electro-ópticas y a pantallas dispuestas usar tal método de control.

Técnica relacionada

15 Una pantalla electro-óptica puede operarse aplicando señales de tensión a uno o más píxeles de la pantalla electro-óptica.

El documento US 2012/0129963 A1 describe un aparato de pantalla electroforética y un método para controlar la misma, que facilita la minimización del parpadeo de la pantalla, así como la minimización de la transición de escala de grises no intencionada causada por las celdas vecinas. Esta solicitud también describe un método para medir la estabilidad de imagen de un aparato de pantalla electroforética que permite que un usuario reconozca visualmente cualquier transición de escala de grises no intencionada que pueda ocurrir después de que pase un tiempo predeterminado sin una tensión de datos suministrada para identificar si el grado de la transición de escala de grises no intencionada supera un intervalo permitido. Cuando se realiza un cambio de imagen, no se suministra tensión de datos a una primera celda para mantenerse con una primera escala de grises sin transición de escala de grises, y se suministra una tensión de datos de una forma de onda predeterminada a una segunda celda a mantener con una segunda escala de grises sin transición de escala de grises. Por ejemplo, la Figura 10 de esta solicitud muestra un método en el que los píxeles experimentan transiciones blanco-blanco que no se controlan, mientras que se controlan los píxeles que experimentan transiciones negro-negro, gris claro-gris-claro y gris oscuro-gris oscuro.

30 **Sumario**

Esta invención proporciona un método de operación de una pantalla electroforética de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

35 La presente invención proporciona también una pantalla electroforética configurada para realizar el método de la invención.

Breve descripción de los dibujos

40 Diversos aspectos y realizaciones de la solicitud se describirán con referencia a las siguientes figuras. Debería apreciarse que las figuras no están necesariamente dibujadas a escala. Los elementos que aparecen en múltiples figuras se indican por el mismo número de referencia en todas las figuras en que aparecen.

45 La Figura 1 es un dibujo esquemático de un diagrama de sección transversal de un ejemplo de una pantalla electro-óptica.

La Figura 2A es una forma de onda de ejemplo usada para una transición de un píxel de estado negro a un estado blanco.

50 La Figura 2B es una forma de onda de ejemplo usada para una transición de un píxel de estado blanco a un estado negro.

55 Las Figuras 3A y 3B son diagramas esquemáticos que ilustran la formación de artefactos de borde claro en imágenes visualizadas en una pantalla electro-óptica.

La Figura 4 es una forma de onda de ejemplo usada para regenerar un estado óptico negro en un método de ejemplo de operación de una pantalla electro-óptica.

60 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para operar una pantalla electro-óptica, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para operar una pantalla electro-óptica, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

65 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo para operar una pantalla electro-óptica, de

acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 8A es una imagen de ejemplo de texto visualizado sin corrección para artefactos de borde claro.

- 5 La Figura 8B es una imagen de ejemplo de texto visualizado con corrección para artefactos de borde claro, de acuerdo con la materia objeto presentada en el presente documento.

Descripción detallada

- 10 La presente solicitud utiliza señales de control para reducir la presencia de artefactos de borde en imágenes visualizadas en una pantalla electroforética. Un tipo de artefacto de borde es la apariencia de bordes claros en regiones oscuras, tal como en el cuerpo de caracteres de texto visualizados en modo blanco donde el texto está en un estado negro y el fondo está en un estado blanco. Este tipo de artefacto puede surgir cuando se controla una pantalla usando técnicas para reducir el destello de la pantalla no aplicando señales de tensión (o tensión
15 cero) a píxeles que permanecen en el mismo estado desde una imagen a una imagen posterior, que puede considerarse una "transición de estado nula".

- La expresión "estado gris" se usa en el presente documento en su significado convencional que significa en la técnica de la formación de imágenes que se refiere a un estado intermedio entre dos estados ópticos extremos de un píxel, y no implica necesariamente una transición negro-blanco entre estos dos estados extremos. Por ejemplo, varias de las patentes de tinta electrónica y solicitudes publicadas a las que se ha hecho referencia anteriormente describen pantallas electroforéticas en las que los estados extremos son blanco y azul profundo, de modo que un "estado gris" intermedio sería en realidad azul pálido. De hecho, como ya se ha mencionado, el cambio en estado óptico puede no ser un cambio de color en absoluto. Los términos "negro" y "blanco" pueden usarse en lo sucesivo para referirse a los dos estados ópticos extremos de un apantalla, y debe entenderse que incluyen normalmente estados ópticos extremos que no son estrictamente negro y blanco, por ejemplo, los estados blanco y azul profundo anteriormente mencionados. El término "monocromo" puede usarse en lo sucesivo para indicar un esquema de control que únicamente controla píxeles a sus dos estados ópticos extremos sin ningún estado de gris intermedio.

- 30 La mayor parte del análisis a continuación se centrará en métodos para controlar uno o más píxeles de una pantalla electro-óptica a través de una transición desde un nivel de gris inicial (o "tono de gris") hasta un nivel de gris final (que puede ser o no diferente del nivel de gris inicial). Las expresiones "estado de gris", "nivel de gris" y "tono de gris" se usan de manera intercambiable en el presente documento e incluyen los estados ópticos extremos, así como los estados de gris intermedios. El número de posibles niveles de gris en sistemas actuales es típicamente 2-16 debido a limitaciones tales como la discreción de los pulsos de control impuestos por la tasa de fotogramas de los controladores de visualización y la sensibilidad de temperatura. Por ejemplo, en una pantalla de negro y blanco que tiene 16 niveles de gris, típicamente, el nivel de gris 1 es negro y el nivel de gris 16 es blanco; sin embargo, las designaciones de nivel de gris negro y blanco pueden invertirse. En el presente documento, el tono de gris 1 se usará para designar negro. El tono de gris 2 será un tono más claro de negro ya que los tonos de gris progresan hacia el tono de gris 16 (es decir, blanco).

- Los términos "biestable" y "biestabilidad" se usan en el presente documento en su significado convencional en la técnica para referirse a pantallas que comprenden elementos de visualización que tienen primer y segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, y de manera que después de que cualquier elemento dado haya sido controlado, por medio de un pulso de direccionamiento de duración finita, para suponer cualquier de su primer o segundo estado de visualización, después de que el pulso de direccionamiento haya terminado, ese estado persistirá durante al menos varias veces, por ejemplo, al menos cuatro veces, la duración mínima del pulso de direccionamiento requerida para cambiar el estado del elemento de visualización. Se muestra en la Patente de Estados Unidos n.º 7.170.670 que algunas pantallas electroforéticas basadas en partículas aptas para escala de grises son estables no únicamente en sus estados de negro y blanco extremos sino también en sus estados de gris intermedios, y lo mismo se cumple en algunos otros tipos de pantallas electro-ópticas. Este tipo de pantalla se denomina apropiadamente "multi-estable" en lugar de biestable, aunque por conveniencia el término "biestable" se puede usar en el presente documento para cubrir tanto pantallas biestable y como multi-estables.

- 55 El término "impulso" se usa en el presente documento en su significado convencional de la integral de tensión con respecto al tiempo. Sin embargo, algunos medios electro-ópticos biestables actúan como transductores de carga, y con tales medios puede usarse una definición de impulso alternativa, en concreto, la integral de la corriente sobre el tiempo (que es igual a la carga total aplicada). Debería usarse la definición apropiada de impulso, dependiendo de si el medio actúa como un transductor de impulso de tensión-tiempo o como un transductor de impulso de carga.

- 60 La expresión "forma de onda" se usará para indicar la tensión completa contra la curva de tiempo usada para efectuar la transición desde un nivel de gris inicial específico a un nivel de gris final específico. Típicamente una forma de onda de este tipo comprenderá una pluralidad de elementos de forma de onda; donde estos elementos son esencialmente rectangulares (es decir, donde un elemento dado comprende la aplicación de una tensión constante durante un periodo de tiempo); los elementos pueden denominarse "pulsos" o "pulsos de control". La expresión "esquema de control" indica un conjunto de formas de onda suficientes para efectuar todas las

transiciones posibles entre niveles de gris para una pantalla específica. Una pantalla puede hacer uso de más de un esquema de control; por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 7.012.600 anteriormente mencionada enseña que un esquema de control puede ser necesario para modificarse dependiendo de parámetros tales como la temperatura de la pantalla o el tiempo durante el que ha estado en operación durante su vida útil, y, por lo tanto, una pantalla puede proporcionarse con una pluralidad de diferentes esquemas de control a usar en diferente temperatura, etc. Un conjunto de esquemas de control usados de esta manera puede denominarse "un conjunto de esquemas de control relacionados". También es posible, como se ha descrito en varias de las solicitudes de MEDEOD anteriormente mencionadas, para usar más de un esquema de control simultáneamente en diferentes áreas de la misma pantalla, y un conjunto de esquemas de control usados de esta manera puede denominarse "un conjunto de esquemas de control simultáneos".

La pantalla electroforética basada en partículas, en la que una pluralidad de partículas cargadas se mueven a través de un fluido bajo la influencia de un campo eléctrico, ha sido el objeto de investigación y desarrollos intensos durante un número de años. Las pantallas electroforéticas pueden tener atributos de buen brillo y contraste, ángulos de visualización amplios, biestabilidad de estado, y consumo de baja energía en comparación con pantallas de cristal líquido. Sin embargo, problemas con la calidad de imagen a largo plazo de estas pantallas han evitado su uso generalizado. Por ejemplo, las partículas que componen pantallas electroforéticas tienden a sedimentarse, lo que da como resultado una vida de servicio inadecuada para estas pantallas.

Como se ha indicado anteriormente, los medios electroforéticos requieren la presencia de un fluido. En la mayoría de los medios electroforéticos de la técnica anterior, este fluido es un líquido, pero los medios electroforéticos pueden producirse usando fluidos gaseosos; véase, por ejemplo, Kitamura, T., *et al.*, "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japón, 2001, artículo HCS1-1, y Yamaguchi, Y., *et al.*, "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japón, 2001, artículo AMD4-4). Véase también las patentes de Estados Unidos n.º 7.321.459 y 7.236.291. Tales medios electroforéticos basados en gas parecen ser susceptibles a los mismos tipos de problemas debido a la sedimentación de partículas como medios electroforéticos basados en líquido, cuando los medios se usan en una orientación que permite tal sedimentación, por ejemplo, en un signo donde el medio está dispuesto en un plano vertical. De hecho, la sedimentación de partículas parece ser un problema más serio en medios electroforéticos basados en gas que en los basados en líquido, dado que la viscosidad inferior de los fluidos en suspensión gaseosa en comparación con los líquidos permite una sedimentación más rápida de las partículas electroforéticas.

Numerosas patentes y solicitudes asignadas a o en nombre del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y E Ink Corporation describen diversas tecnologías usadas en medios electroforéticos encapsulados y otros electro-ópticos. Tales medios encapsulados comprenden numerosas cápsulas pequeñas, cada una de las cuales comprende por sí misma una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles en un medio de fluido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Típicamente, las cápsulas se mantienen por sí mismas dentro de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente ubicada entre dos electrodos. Las tecnologías descritas en estas patentes y solicitudes incluyen:

(a) Partículas electroforéticas, fluidos y aditivos de fluidos; véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 7.002.728; y 7.679.814;

(b) Cápsulas, aglutinantes y procesos de encapsulación; véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 6.922.276; y 7.411.719;

(c) Películas y subconjuntos que contienen materiales electro-foréticos; véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 6.982.178; y 7.839.564;

(d) Paneles traseros, capas adhesivas y otras capas auxiliares y métodos usados en pantallas; véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 7.116.318; y 7.535.624;

(e) Formación de color y ajuste de color; véase por ejemplo la patente de Estados Unidos n.º 7.075.502; y la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2007/0109219;

(f) Métodos para controlar pantallas; véanse las solicitudes de MEDEOD mencionadas anteriormente; y

(g) Aplicaciones de pantallas; véase por ejemplo la patente de Estados Unidos n.º 7.312.784; y la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2006/0279527.

Muchas de las patentes y solicitudes anteriormente mencionadas reconocen que las paredes que rodean las microcápsulas discretas en un medio electroforético encapsulado pueden sustituirse por una fase continua, produciendo por lo tanto una denominada pantalla electroforética de polímero dispersado, en la que el medio electroforético comprende una pluralidad de gotitas discretas de un fluido electroforético y una fase continua de un material polimérico, y que las gotitas discretas de fluido electroforético dentro de una pantalla electroforética de polímero dispersado de este tipo pueden considerarse cápsulas o microcápsulas aunque ninguna membrana de

cápsula discreta esté asociada con cada gotita individual; véase, por ejemplo, la patente de Estados Unidos n.º 6.866.760 anteriormente mencionada. Por consiguiente, para los fines de la presente solicitud, tales medios electroforéticos de polímero dispersado se consideran subespecies de medios electroforéticos encapsulados.

5 Un tipo relacionado de pantalla electroforética es una denominada "pantalla electroforética de microcelda". En una pantalla electroforética de microcelda, las partículas cargadas y el fluido no están encapsulados dentro de microcápsulas, sino que, en su lugar, se mantienen dentro de una pluralidad de cavidades formadas dentro de un medio portador, típicamente una película polimérica. Véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 6.672.921 y 6.788.449, ambas asignadas a Sipix Imaging, Inc.

10 Aunque los medios electroforéticos a menudo son opacos (dado que, por ejemplo, en muchos medios electroforéticos, las partículas bloquean sustancialmente la transmisión de luz visible a través de la pantalla) y operan en un modo de reflexión, muchas pantallas electroforéticas pueden hacerse operar en un denominado "modo de obturador" en el que un estado de visualización es sustancialmente opaco y el otro es transmisor de la luz. Véanse, por ejemplo, las patentes de Estados Unidos n.º 5.872.552; 6.130.774; 6.144.361; 6.172.798; 15 6.271.823; 6.225.971; y 6.184.856. Las pantallas dielectroforéticas, que son similares a las pantallas electroforéticas, pero se basan en variaciones en la intensidad de campo eléctrico, pueden operar en un modo similar; véase la patente de Estados Unidos n.º 4.418.346. Otros tipos de pantallas electro-ópticas también pueden ser aptas para operar en modo de obturador. Los medios electro-ópticos que operan en modo de obturador pueden ser útiles en estructuras de múltiples capas para pantallas a color completas; en tales estructuras, al menos una 20 capa adyacente a la superficie de visualización de la pantalla opera en modo de obturador para exponer u ocultar una segunda capa más distante de la superficie de visualización.

25 Una pantalla electroforética encapsulada típicamente no adolece del modo de fallo de agrupamiento y sedimentación de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona ventajas adicionales, tales como la capacidad de imprimir o revestir la pantalla en una amplia diversidad de sustratos flexibles y rígidos. (El uso de la palabra "impresión" se pretende que incluya todas las formas de impresión y revestimiento, que incluyen, pero sin limitación: revestimientos precodificados tales como revestimiento de matriz de parche, revestimiento de ranura o extrusión, revestimiento deslizante o en cascada, revestimiento de cortina; revestimiento con rodillo tal como 30 revestimiento de cuchilla sobre rodillo, revestimiento hacia adelante y hacia atrás; revestimiento por huecogrado; revestimiento por inmersión; revestimiento por pulverización; revestimiento por menisco; revestimiento por centrifugación; revestimiento por brocha; revestimiento por cuchilla de aire; procesos de serigrafía; procesos de impresión electroestática; procesos de impresión térmica; procesos de impresión de inyección de tinta; deposición electroforética (véase la patente de Estados Unidos n.º 7.339.715); y otras técnicas similares). Por lo tanto, la pantalla resultante puede ser flexible. Además, debido a que el medio de visualización puede imprimirse (usando una diversidad de métodos), la pantalla misma puede fabricarse de manera económica.

35 El comportamiento biestable o multi-estable de pantallas electroforéticas basadas en partículas contrasta marcadamente con el de las pantallas de cristal líquido ("LC") convencionales. Los cristales líquidos nemáticos trenzados no son bi- ni multi-estables, sino que actúan como transductores de tensión, de modo que la aplicación de un campo eléctrico dado a un píxel de una pantalla de este tipo produce un nivel de gris específico en el píxel, independientemente del nivel de gris presente previamente en el píxel. Adicionalmente, las pantallas LC únicamente se controlan en una dirección (de no transmisivo u "oscuro" a transmisivo o "claro"), efectuándose la transición inversa desde un estado más claro a uno más oscuro reduciendo o eliminando el campo eléctrico. 45 Finalmente, el nivel de gris de un píxel de una pantalla LC no es sensible a la polaridad del campo eléctrico, únicamente a su magnitud, y, de hecho, por razones técnicas, las pantallas LC comerciales normalmente invierten la polaridad del campo de control a intervalos frecuentes. En contraste, las pantallas electro-ópticas biestables actúa, a una primera aproximación, como transductores de impulso, de modo que el estado final de un píxel depende únicamente del campo eléctrico aplicado y del tiempo para el que se aplica este campo, pero también del estado del píxel antes de la aplicación del campo eléctrico. 50

Si el medio electroforético usado es biestable o no, para obtener una pantalla de alta resolución, los píxeles individuales de una pantalla deben ser direccionables sin interferencia de los píxeles adyacentes. Una manera de lograr este objetivo es proporcionar una matriz de elementos no lineales, tales como transistores o diodos, con al menos un elemento no lineal asociado con cada píxel, para producir una pantalla de "matriz activa". Un electrodo 55 de direccionamiento o de píxel, que direcciona un píxel, está conectado a una fuente de tensión apropiada a través del elemento no lineal asociado. Típicamente, cuando el elemento no lineal es un transistor, el electrodo de píxel está conectado al drenaje del transistor, y esta disposición se supondrá en la siguiente descripción, aunque es esencialmente arbitraria y el electrodo de píxel podría conectarse a la fuente del transistor. Convencionalmente, en matrices de alta resolución, los píxeles están dispuestos en una matriz bidimensional de filas y columnas, de manera que cualquier píxel específico se define de manera única por la intersección de una fila especificada y una columna especificada. Las fuentes de todos los transistores en cada columna se conectan a un único electrodo de columna, mientras que las puertas de todos los transistores en cada fila se conectan a un único electrodo de fila; de nuevo, la asignación de fuentes a filas y puertas a columnas es convencional, pero esencialmente arbitraria, y 60 podría invertirse si se desea. Los electrodos de fila están conectados a un controlador de fila, que esencialmente garantiza que en cualquier momento dado únicamente se selecciona una fila, es decir, que se aplica al electrodo 65

de fila seleccionada una tensión tal como para garantizar que todos los transistores en la fila seleccionada son conductores, mientras que se aplica a todas las demás filas una tensión tal como para garantizar que todos los transistores en esas filas no seleccionadas permanezcan no conductores. Los electrodos de columna están conectados a controladores de columna, que aplican a los diversos electrodos de columna tensiones seleccionadas para controlar los píxeles en la fila seleccionada a sus estados ópticos deseados. (Las tensiones anteriormente mencionadas son relativas a un electrodo frontal común que se proporciona convencionalmente en el lado opuesto del medio electroóptico desde la matriz no lineal y se extiende a través de la pantalla completa). Después de un intervalo preseleccionado conocido como el "tiempo de dirección de línea" se deselecciona la fila seleccionada, se selecciona la siguiente fila, y las tensiones en los controladores de columna se cambian de modo que se escribe la siguiente línea de la pantalla. Este proceso se repite de modo que toda la pantalla se escribe de una manera fila a fila.

Las señales de tensión aplicadas a los píxeles vecinos pueden afectar el estado óptico de los píxeles de estado nulo, formando artefactos que pueden llevarse a imágenes posteriores. Por ejemplo, una señal de tensión puede no aplicarse a un píxel que permanece como parte de un carácter de texto desde una imagen a una imagen posterior debido a que experimenta una transición de estado negro a estado negro ($B \rightarrow B$). Esto puede reducir el destello de la pantalla aplicando señales de tensión únicamente a píxeles que cambian de estado entre imágenes posteriores. Aunque puede reducirse el destello, pueden surgir artefactos de borde claro mediante un esquema de control de este tipo. Para un píxel que experimenta una transición de estado nulo, las señales de tensión aplicadas a píxeles vecinos pueden afectar el estado óptico del píxel de estado nulo, tal como afectando a la distribución del medio electroforético del píxel que experimenta la transición de estado nulo y crenado un cambio indeseado en su estado óptico. Un píxel identificado que permanece en un estado negro durante una transición, puede tener un estado óptico más claro debido a que uno o más píxeles vecinos experimentan una transición de estado negro a estado blanco. Estos "eventos florecientes" pueden ocurrir en los bordes de objetos visualizados en una pantalla electro-óptica, tal como los bordes de caracteres de texto, y pueden llevarse a transiciones de imagen posteriores. Los píxeles que tienen un estado óptico más claro pueden verse rodeados por píxeles que visualizan un estado óptico negro en una transición de imagen posterior, formando artefactos de borde claro en la imagen que pueden ser más atractivos para un observador de la pantalla que si los píxeles claros estuvieran en el borde de un objeto. Por consiguiente, los aspectos de la presente solicitud se refieren a la identificación de píxeles que es probable que tengan un impacto de manera negativa en la estética visual del contenido visualizado basándose en transiciones anteriores de píxel vecino al píxel de interés, y aplicando señales correctivas adecuadas cuando sea apropiado para reducir o eliminar tal impacto negativo.

Los artefactos de borde claro pueden reducirse identificando píxeles vecinos que experimentan transiciones de estado nulas y aplicando una forma de onda configurada para generar un estado óptico en los píxeles cuando es probable que el píxel contribuya a un artefacto de borde claro. La forma de onda puede ser una señal de tensión configurada para regenerar un estado de negro óptico de un píxel que se ha vuelto, o puede volverse, más claro debido a las señales de tensión aplicadas a píxeles vecinos, tal como a través de florecimiento. Regenerar un estado de negro óptico del píxel puede reducir la apariencia de bordes claros que pueden producirse cuando un píxel está realizando la transición de un estado no negro a un estado negro y un píxel vecino que ha experimentado una transición de estado negro a estado negro. La forma de onda puede incluir una señal de tensión con amplitud y una duración de tiempo adecuado para generar un estado óptico deseado. La señal de tensión puede aplicarse a través de múltiples fotogramas de visualización para lograr el estado óptico deseado del píxel. Ejemplos de formas de onda adecuadas, incluyendo una forma de onda de transición denominada como pulso de tope ("pulso iTop"), se han descrito en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 15/015.822 anteriormente mencionada.

Todavía, si se aplican con demasiada frecuencia, tales formas de onda pueden crear daño irreversible a la pantalla, lo que afecta al rendimiento de la pantalla y a la calidad de imágenes visualizadas. Por consiguiente, la presente solicitud se refiere a métodos para aplicar de manera selectiva la forma de onda a píxeles de una manera que equilibra de manera adecuada reduciendo la apariencia de artefactos de borde claro y la frecuencia a la que se aplica la forma de onda. La presente invención incluye identificar píxeles que experimentan una transición de estado nulo donde el estado óptico de los píxeles es probable que se haya afectado por las transiciones de píxeles vecinos. Una forma de onda para regenerar un estado óptico de un píxel de estado nulo se aplica cuando píxeles vecinos han experimentado transiciones que pueden impactar el estado óptico del píxel de estado nulo. Para una pantalla que opera en modo blanco, el método aplica una forma de onda para regenerar un estado de negro óptico a un píxel designado para permanecer en un estado negro cuando píxeles vecinos experimentan transiciones que pueden dar como resultado un estado óptico más claro del píxel. La forma de onda se aplica a un píxel cuando uno o más vecinos cardinales del píxel experimentan una transición de estado blanco a estado negro entre imágenes posteriores. En algunas realizaciones, la forma de onda se aplica a un píxel cuando uno o más vecinos cardinales tienen un estado negro posterior.

Los aspectos y realizaciones anteriormente descritos, así como aspectos adicionales y realizaciones, se describen en más detalle a continuación.

Una vista en sección transversal de la arquitectura de pantalla electroforética de ejemplo se muestra en la Figura 1. La pantalla 100 incluye una capa de medio electroforético 101 que puede comprender una pluralidad de cápsulas

104 teniendo cada una una pared de cápsula que rodea un fluido y partículas electroforéticas 106 suspendidas en el fluido. La capa de medio electroforético 101 está entre el electrodo 102 y los electrodos pixelados 110a, 110b, 110c, que definen píxeles de la pantalla 100. Las partículas electroforéticas 106 pueden estar eléctricamente cargadas en respuesta a un campo eléctrico creado por el electrodo 102 y uno de los electrodos 110a, 110b, 110c. Ejemplos de capas de medio electroforéticos adecuadas se describen en las patentes de Estados Unidos n.º 6.982.178 y 7.513.813.

La pantalla 100 también incluye una fuente de tensión 108 acoplada a los electrodos y configurada para proporcionar una señal de control a estos electrodos. Aunque la Figura 1 muestra el acoplamiento de la fuente de tensión 108 entre los electrodos 102 y 110a, la fuente de tensión 108 puede acoplarse con los electrodos 110b y 110c para proporcionar señales de control a múltiples píxeles de la pantalla 100. La tensión proporcionada a continuación crea un campo eléctrico entre el electrodo 102 y uno o más electrodos 110a, 110b, 110c. Por lo tanto, el campo eléctrico experimentado por la capa de medio electroforético 101 puede controlarse variando la tensión aplicada al electrodo 102 y a uno o más electrodos 110a, 110b, 110c. Variar las tensiones aplicadas a los píxeles deseado puede proporcionar control sobre los píxeles de la pantalla. Las partículas 106 dentro de la capa de medio electroforético 101 pueden moverse dentro de sus cápsulas respectivas 104 en respuesta al campo eléctrico aplicado por la tensión entre el electrodo 102 y los electrodos 110a, 110b, 110c. Dependiendo de la tensión aplicada a un electrodo, la escala de grises del estado óptico de un píxel puede controlarse.

La fuente de tensión 108 puede acoplarse al controlador de visualización 112. El controlador de visualización 112 puede incluir circuitería de control configurada para realizar un método de visualización de operación 100. El controlador de visualización 112 puede incluir una memoria configurada para almacenar los estados de uno o más de los píxeles de la pantalla 100. Los estados actual y/o anterior de los píxeles pueden almacenarse en la memoria del controlador de visualización 112 de cualquier manera adecuada.

Aunque la Figura 1 ilustra una pantalla electroforética de tipo de microcápsula, diversos tipos de pantallas pueden usarse de acuerdo con las técnicas descritas en la presente solicitud. En general, las pantallas electro-ópticas que incluyen pantallas electroforéticas de tipo microcápsula, pantallas electroforéticas de tipo microcelda, y pantallas de imagen electroforética de polímero dispersado (PDEPID) pueden utilizar aspectos de la presente solicitud. Además, aunque pantallas electroforéticas representan un tipo adecuado de visualización de acuerdo con aspectos de la presente solicitud, otros tipos de pantallas también pueden utilizar uno o más aspectos de la presente solicitud. Por ejemplo, pantallas de Gyricon, pantallas electrocrómicas, y pantallas de cristal líquido de polímero dispersado (PDLCD) pueden aprovecharse de los aspectos de la presente solicitud.

Los píxeles de una pantalla electroforética, tal como la pantalla 100 mostrada en la Figura 1, pueden controlarse a diferentes estados ópticos dependiendo de las señales de tensión aplicadas. Las señales de tensión usadas para obtener un estado óptico de un píxel pueden depender del estado óptico anterior del píxel. Dependiendo de la transición de estado deseada para el píxel, la señal de tensión puede incluir tensión negativa y/o positiva. En los ejemplos de las Figuras 2A, 2B, y 4, se identifican tensiones positivas en el eje y como V_{pos} y tensiones negativas como V_{neg} . En algunos casos, una forma de onda que tiene una tensión negativa, tal como la forma de onda 201 mostrada en la Figura 2A, puede controlar un píxel de una pantalla electroforética desde un estado negro a un estado blanco. Una forma de onda que tiene una tensión positiva, tal como la forma de onda 202 mostrada en la Figura 2B, puede controlar un píxel de una pantalla electroforética desde un estado blanco a un estado negro. En las Figuras 2A y 2B, el eje x representa tiempo y el eje y representa tensión. Aunque una pantalla electroforética puede controlarse a otro nivel de escala de grises, usar únicamente dos niveles de gris puede simplificar el número y complejidad de formas de ondas a usar al controlar los píxeles para realizar la transición entre diferentes estados ópticos. Usar dos niveles de escala de grises puede ser particularmente adecuado en pantallas con una resolución superior (por ejemplo, mayor que 300 dpi, mayor que 500 dpi, entre 300 dpi y 800 dpi, o cualquier valor o intervalo de valores dentro de tales intervalos) debido a la capacidad de presentar texto a un observador con un nivel deseado de calidad. Las técnicas para reducir artefactos de borde claro como se describe en el presente documento pueden aplicarse a pantallas electroforéticas controladas en dos niveles de grises (por ejemplo, un estado blanco y un estado negro) debido a la diafonía entre píxeles vecinos. Para algunas pantallas electroforéticas, una señal de tensión aplicada a un píxel puede afectar a una porción del píxel vecino, tal como aproximadamente un quinto del píxel vecino. La diafonía entre píxeles puede dar como resultado eventos de florecimiento cuando un píxel que experimenta una transición nula tiene un estado óptico afectado por un píxel vecino.

La apariencia de artefactos de borde que aparecen en el texto visualizado en una pantalla electroforética se analiza con más detalle con referencia a las Figuras 3A y 3B. La Figura 3A representa una primera imagen 302 (imagen 1) que incluye la letra "x" que representa píxeles que están actualmente en un estado negro. Se asume en este punto que una imagen anterior a la imagen 1 incluía la letra "1" 304 y una porción de la letra "y" 306, que se muestra por las regiones de línea diagonal hacia debajo de la Figura 3A. Los píxeles de la letra "x" que se superponen con las letras "1" 304 e "y" 306 de la imagen anterior experimentaron una transición de estado negro a estado negro puesto que, en este ejemplo, la pantalla está operando con letras como negro con un fondo blanco. Estos píxeles superpuestos pueden permanecer en estado negro experimentando una transición nula entre la imagen anterior y la imagen 1 debido a que no es necesaria una señal de tensión para cambiar el estado óptico de estos píxeles.

Los píxeles de las letras "1" 304 e "y" 306 que se superponen con la letra "x" experimentaron una transición de estado negro a estado blanco para crear fondo blanco que rodea la letra "x". Aunque las letras "1" y "y" se visualizaron en la imagen anterior, se muestran en la Figura 3A para ilustrar la superposición entre píxeles de la letra "x" con las letras "1" 304 y "y" 306 de la imagen anterior.

5

El solicitante ha apreciado que un píxel que experimenta una transición nula (por ejemplo, transición de estado negro a estado negro) que carece de una señal de tensión puede experimentar un evento de florecimiento por la presencia de señales de tensión aplicadas a uno o más píxeles vecinos. Un ejemplo es el píxel 308. Los píxeles de la letra "x" que son vecinos a uno o más de los píxeles que experimentaron una transición de estado negro a estado blanco, tal como el píxel 308, pueden experimentar un evento de florecimiento y aparecer más claros que un estado de negro óptico. Tales píxeles se indican por las regiones grises oscuras dentro de la letra "x". En la imagen resultante 1 mostrada en la Figura 3A, los píxeles de la letra "x" que aparecen menos oscuros se colocan en el borde del texto y frontera de un píxel que experimentó una transición de blanco a negro. Algunos de los píxeles de la letra "x" experimentaron una transición de estado blanco a estado negro. Estos píxeles son los que no se superponen con las letras "1" 304 y "y" 306 y pueden aparecer más oscuros que los píxeles de la letra "x" que son píxeles vecinos que experimentaron una transición de negro a blanco.

10

15

Los píxeles más claros dentro de la letra "x" resultantes de un evento de florecimiento pueden pasarse a imágenes posteriores, particularmente cuando el píxel experimenta una transición nula posterior. Como un ejemplo, la Figura 3B ilustra la imagen 310 (imagen 2) que incluye la letra "b" que tiene los píxeles que se superponen con la letra "x" de la imagen 1 que experimentó una transición nula quedando en un estado negro. Dado que algunos de los píxeles de la letra "x" aparecieron en un estado óptico más claro debido al florecimiento, esta apariencia más clara de estos píxeles está presente en la imagen actual de la letra "b", siendo un ejemplo el píxel 312. Estos píxeles más claros crean regiones que aparecen menos oscuras en comparación con otros píxeles negros. Tales píxeles claros pueden crear la apariencia de "bordes" o "líneas" claros dentro de la imagen y reducen la calidad de la imagen.

20

25

Algunas realizaciones de la presente solicitud se refieren a la operación una pantalla electroforética de una manera que reduce la apariencia de bordes claros dentro de una imagen visualizada, tal como aquellas mostradas en la Figura 3B por los píxeles 312. La operación de una pantalla electroforética puede incluir aplicar selectivamente una señal de tensión a píxeles que pueden contribuir a la presencia de bordes claros, tales como a los píxeles 312. Si aplicar un píxel puede contribuir a artefactos de borde claro puede determinarse mediante transiciones anteriores del píxel y uno o más píxeles que son vecinos al píxel en cuestión. En un esquema de control en la que no se aplican tensiones a píxeles que experimentan transiciones de estado nulas, tales píxeles puede ser que lo más probable es que contribuyan a la apariencia de artefactos de borde claro. Un píxel de este tipo puede experimentar un evento de florecimiento cuando las señales de tensión aplicadas a uno o más píxeles vecinos alteran el estado óptico del píxel en cuestión. El número de píxeles vecinos puede afectar al grado de un evento de florecimiento para el píxel, lo que afecta al estado óptico del píxel. Por ejemplo, un píxel puede tener hasta cuatro píxeles vecinos cardinales. Un evento de florecimiento moderado puede ocurrir cuando un vecino cardinal experimenta una transición de negro a blanco. Un evento de florecimiento intenso puede ocurrir cuando todos los cuatro píxeles cardinales experimentan una transición de negro a blanco. Un píxel que experimenta el evento de florecimiento intenso puede aparecer más claro que el evento de florecimiento moderado.

30

35

40

El efecto del evento de florecimiento puede reducirse aplicando una señal de tensión al píxel en cuestión para generar un estado óptico del píxel (por ejemplo, un estado óptico negro). Mientras se aplica la señal de tensión puede reducir la apariencia de píxeles florecientes, aplicar la señal de tensión con demasiada frecuencia puede dañar la pantalla electroforética. La señal de tensión puede ser una forma de onda de CC desequilibrada y puede dar como resultado la acumulación de tensión restante en la pantalla con el tiempo a medida que se aplica la forma de onda. Algunas realizaciones de la presente solicitud se refieren a detectar si un píxel experimenta una transición nula, determinar si un número umbral de vecinos cardinales de la transición de píxel del estado negro a un estado blanco durante una transición de imagen, y aplicar una señal de tensión al píxel en una transición de imagen posterior. La señal de tensión puede tener una forma de onda configurada para generar un estado de negro óptico del píxel.

45

50

El tipo de transición a aplicar a un píxel puede determinarse por uno o más estados de forma de onda anteriores del píxel y/u otros píxeles de la pantalla. Un estado actual de un píxel puede determinar el tipo de forma de onda a aplicar al píxel para cambiar o alterar el estado óptico del píxel. Un estado de forma de onda puede corresponder a un estado óptico deseado del píxel. Los estados anteriores y/o actuales de los píxeles en la pantalla pueden almacenarse en un controlador de visualización, u otra circuitería adecuada configurada para realizar un método de operación de la pantalla, y permiten determinar una transición posterior apropiada basándose en un estado anterior o actual de un píxel.

55

60

Las técnicas de la presente solicitud se refieren a asociar un estado de indicación (o estado I) a un píxel que probablemente haya experimentado un evento de florecimiento, y que, por lo tanto, pueda ser propenso a aparecer como un píxel claro en imágenes posteriores si no se aplica señal de refresco, o correctiva. Un píxel puede suponer, o se le puede asignar, un estado de indicación cuando el píxel experimenta una transición de estado negro a estado

65

negro y uno o más píxeles vecinos experimentan una transición de estado negro a estado blanco. Estas condiciones pueden identificar píxeles que han experimentado un evento de florecimiento. La aplicación de una señal de tensión adecuada para generar un estado de negro óptico en el píxel de "estado de indicación" identificado puede aplicarse en una transición posterior para reducir la presencia de artefactos de borde claro. De esta manera, el estado de indicación puede referirse a un píxel que debería tener un estado óptico negro, pero puede no aparecer completamente oscuro debido a los eventos de florecimiento de píxeles vecinos. Haciendo referencia a la Figura 3A, el píxel 308 puede establecerse a un estado de indicación debido a que permaneció en un estado negro y tenía uno o más píxeles vecinos que experimentaron una transición de negro a blanco. Tales píxeles en la Figura 3A contribuyeron a los bordes claros que aparecieron en la letra "b" en la Figura 3B, tal como el píxel 312.

Una señal de tensión puede aplicarse aun píxel en un estado de indicación (estado I) para generar un estado de negro óptico para el píxel y puede denominarse una "forma de onda de regeneración de negro", de acuerdo con algunas realizaciones. La señal de tensión puede tener un valor de tensión positivo (por ejemplo, V_{pos}) durante una duración de tiempo, asumiendo la tensión cualquier valor adecuado. Una señal de tensión de ejemplo usada para generar un estado de negro óptico se muestra en la Figura 4 como la forma de onda 402. La señal de tensión puede aplicarse a través de múltiples fotogramas de visualización para lograr el resultado deseado. La forma de onda puede denominarse un pulso de tope invertido (pulso iTop).

Un método de operación de una pantalla electro-óptica puede incluir detectar una transición de estado nulo para uno o más píxeles y determinar si un número umbral de vecinos cardinales experimentaron una transición de estado negro a estado blanco entre una primera imagen y una segunda imagen. Debería observarse que "primero" y "segundo" en este contexto no está limitado a un valor absoluto, sino que, en su lugar, pretenden indicar una imagen anterior e imagen posterior. Análogamente, una "tercera" imagen no es un valor absoluto, pero indica una imagen posterior a una "segunda" imagen y tres pueden ser imágenes intermedias entre una "segunda" imagen y una "tercera" imagen. La señal de tensión o pulso iTop puede aplicarse a un píxel en un estado de indicación cuando un estado posterior es un estado negro. La Figura 5 muestra etapas de un método de ejemplo para operar una pantalla electro-óptica, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. El método 500 puede empezar con una primera imagen 510, tal como la imagen anterior a la imagen 1 en la Figura 3A que muestra el "1" 304 y "y" 306. La primera imagen 510 puede tener un conjunto de estados para los píxeles de la pantalla, que pueden almacenarse en un controlador de visualización, tal como el controlador de visualización 112 en la Figura 1. En el acto 520, se reciben segundos datos de imagen, tales como por un controlador de visualización 112. Los segundos datos de imagen pueden incluir estados ópticos de los píxeles en la pantalla para visualizar la segunda imagen, tal como la imagen 1 en la Figura 3A que visualiza la letra "x". Para un píxel dado, el método 500 continúa al acto 530. Si el estado actual del píxel no es ni un estado negro (B) ni un estado de indicación (I), a continuación, una transición convencional usada para operar la pantalla electroforética se aplica por el acto 560 al visualizar la segunda imagen por el acto 580.

Si el estado actual del acto 530 del píxel es negro (B), a continuación, el método 500 continúa al acto 540, que examina las transiciones de los vecinos cardinales del píxel para determinar si uno o más de los vecinos cardinales está experimentando una transición de estado negro (B) a estado blanco (W) desde la primera imagen a la segunda imagen. En algunas realizaciones, el acto 540 puede incluir determinar si un número umbral (por ejemplo, 1, 2, 3, 4) de vecinos cardinales de la transición de píxel desde un estado negro a un estado blanco. Si no hay vecinos cardinales que experimenten una transición de estado negro a estado blanco o si el número de vecinos cardinales que experimentan una transición de estado negro a estado blanco se encuentra por debajo de un umbral, a continuación la transición convencional usada para operar la pantalla electroforética se aplica por el acto 560 al visualizar la segunda imagen por el acto 580. Si, en contraste, hay uno o más vecinos cardinales que experimentan una transición de estado negro a estado blanco o si el número de vecinos cardinales que experimentan una transición de estado negro a estado blanco se encuentra por encima de un umbral, a continuación el estado del píxel se establece a un estado de indicación (I) por el acto 570 para formar la segunda imagen por el acto 580. De esta manera, el píxel se identifica como experimentando potencialmente un evento de florecimiento por uno o más de sus vecinos cardinales.

Si el estado actual del píxel en el acto 530 se encuentra en el estado de indicación (I), a continuación el método 500 continúa al acto 550, que determina el siguiente estado del píxel de los datos de la segunda imagen. Si el siguiente estado del píxel no es el estado negro (por ejemplo, estado blanco), a continuación la transición convencional usada para operar la pantalla electroforética se aplica por el acto 560 al visualizar la segunda imagen por el acto 580. Si el siguiente estado del píxel es el estado negro (B), a continuación, una forma de onda de regeneración de negro, tal como la representada en la Figura 4, se aplica al píxel por el acto 590 al visualizar la segunda imagen por el acto 580. De esta manera, la forma de onda de regeneración de negro se aplica a aquellos píxeles identificados como que probablemente han experimentado un evento de florecimiento como se indica por estar en el estado de indicación (I). Los actos 550 y 590 pueden ocurrir, por ejemplo, para el píxel 308 cuando va desde la imagen 1 de la Figura 3A a la imagen 2 de la Figura 3B.

Las etapas adicionales a un método de este tipo para operar una pantalla electro-óptica pueden proporcionar selectividad cuando se aplica la forma de onda de regeneración de estado negro. La Figura 6 muestra etapas del método 600 de acuerdo con otra realización, que incluye etapas adicionales a aquellas del método 500 mostrado

en la Figura 5. Estas etapas adicionales proporcionan además selección sobre cuando la forma de onda de regeneración de negro se aplica en el acto 590. Un píxel que tiene un estado actual como un estado de indicación (I) por el acto 530 y un siguiente estado como el estado negro (B) por el acto 550 continúa a la etapa 610 del método 600, que examina el tipo de transición para uno o más vecinos cardinales del píxel al realizar la transición a la segunda imagen. Si uno o más vecinos cardinales realizan la transición de un estado blanco (W) a un estado negro (B), a continuación, la forma de onda de regeneración de negro se aplica al píxel por el acto 590 al visualizar la segunda imagen por el acto 580. En algunas realizaciones, si el número de vecinos cardinales que realizan la transición de estado blanco (W) a estado negro (B) se encuentra por encima de un umbral, a continuación la forma de onda de regeneración de negro se aplica al píxel. Si el píxel no cumple las condiciones del acto 610 cuando no hay vecinos cardinales que realicen la transición de un estado blanco (W) a un estado negro (B) o el número de vecinos cardinales que experimentan una transición de este tipo se encuentra por debajo de un umbral, a continuación, el píxel se establece al estado de indicación (I) por el acto 620. De esta manera, el píxel puede recibir la forma de onda de regeneración de negro cuando uno o más vecinos cardinales realizan la transición a un estado negro para reducir la probabilidad de un píxel más claro cerca de un píxel más oscuro y, por lo tanto, la visibilidad de artefactos de borde claro para un observador de la segunda imagen visualizada. Aplicando selectivamente la forma de onda de regeneración de negro bajo tales condiciones, puede lograrse un equilibrio en la reducción de la presencia de bordes claros y la frecuencia a la que se aplica la forma de onda.

La Figura 7 muestra etapas alternativas que pueden implementarse al operar una pantalla electro-óptica. El método 7 incluye etapas adicionales a aquellas del método 500 mostrado en la Figura 5. Estas etapas adicionales proporcionan además selección sobre cuando la forma de onda de regeneración de negro se aplica en el acto 590. Un píxel que tiene un estado actual como un estado de indicación (I) por el acto 530 y un siguiente estado como el estado negro (B) por el acto 550 continúa a la etapa 710 del método 700, que examina el siguiente estado para uno o más vecinos cardinales del píxel en la segunda imagen. Si uno o más vecinos cardinales tienen un siguiente estado como un estado negro (B), a continuación, la forma de onda de regeneración de negro se aplica al píxel por el acto 590 al visualizar la segunda imagen por el acto 580. En algunas realizaciones, si el número de vecinos cardinales que realizan la transición a un estado negro (B) se encuentra por encima de un umbral, a continuación, la forma de onda de regeneración de negro se aplica al píxel por el acto 590. Si el píxel no cumple las condiciones del acto 710 cuando no hay vecinos cardinales que tienen un siguiente estado como un estado de negro (B) o el número de vecinos cardinales que realizan una transición a un estado de negro se encuentra por debajo de un umbral, a continuación, el píxel se establece al estado de indicación (I) por el acto 720. El método 700 proporciona un método alternativo para aplicar selectivamente la forma de onda de regeneración de negro a píxeles al reducir la presencia de artefactos de borde claro en imágenes visualizadas en la pantalla electro-óptica.

Las técnicas descritas en el presente documento pueden reducir la presencia de artefactos de borde claro al visualizar imágenes, tales como texto, en una pantalla electro-óptica. La Figura 8A muestra una imagen de ejemplo de texto visualizado en una pantalla electro-óptica cuando no se usa tal corrección de borde claro. La apariencia de regiones más claras en el texto, particularmente en las letras "v" y "j", está presente. La Figura 8B muestra una imagen de ejemplo del mismo texto mostrado en una pantalla electro-óptica operada de la manera descrita en el presente documento para reducir la presencia de tales artefactos de borde claro.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para operar una pantalla electroforética (101) para reducir artefactos de borde claro, estando configurada dicha pantalla (101) para visualizar una secuencia de imágenes en blanco y negro que comprenden una primera imagen (302, 304, 306), una segunda imagen (302, 308), y una imagen posterior (310, 312), comprendiendo el método las siguientes etapas:
- durante la primera transición desde la primera imagen (302, 304, 306) a la segunda imagen:
- 10 seleccionar un primer píxel (308) de la pantalla (101);
- detectar una transición de estado nulo del primer píxel (308) desde negro en la primera imagen a negro en la segunda imagen;
- 15 determinar si el número de vecinos cardinales del primer píxel (308) que realizan la transición desde un estado negro en la primera imagen a un estado blanco en la segunda imagen es al menos igual a un número umbral de píxeles; y
- 20 durante la segunda transición desde la segunda imagen a la imagen posterior,
- aplicar al primer píxel una señal de tensión, en donde la señal de tensión tiene una forma de onda configurada para regenerar un estado de negro óptico para el primer píxel, en respuesta al número de píxeles vecinos cardinales del primer píxel (308) que realizan la transición desde un estado negro en la primera imagen a un estado blanco en la segunda imagen que es al menos igual al número umbral de píxeles.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, en donde aplicar al primer píxel una señal de tensión es adicionalmente en respuesta al uno o más vecinos cardinales que tienen estado negro en la imagen posterior.
- 30 3. Una pantalla que comprende:
- una pantalla electroforética; y
- 35 circuitería de control acoplada a la pantalla electro-óptica y configurada para realizar el método de la reivindicación 1.
4. La pantalla de la reivindicación 3, en donde el número umbral de vecinos cardinales es uno.
5. La pantalla de la reivindicación 3, en donde el número umbral de vecinos cardinales es mayor que uno.

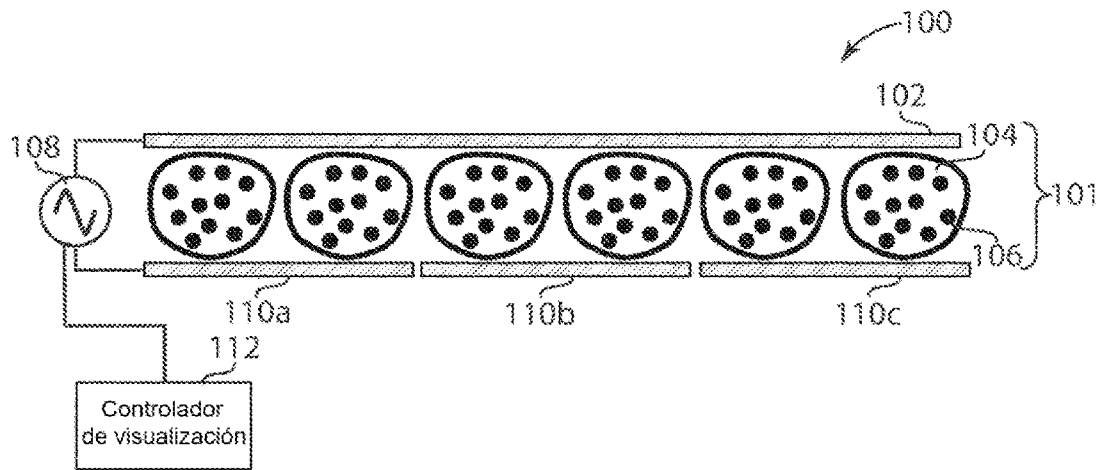


Fig. 1

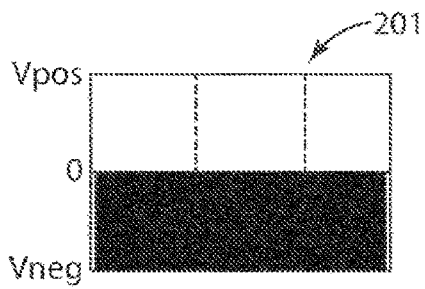


Fig. 2A

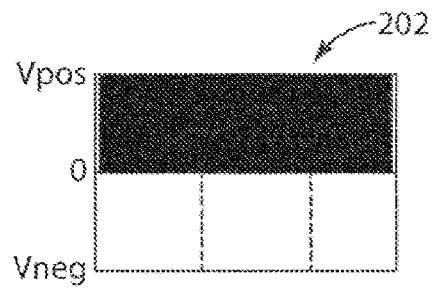


Fig. 2B

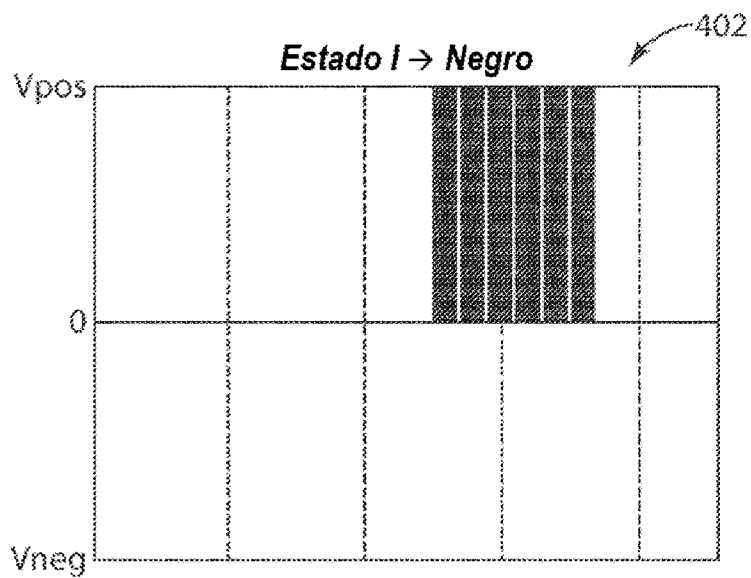
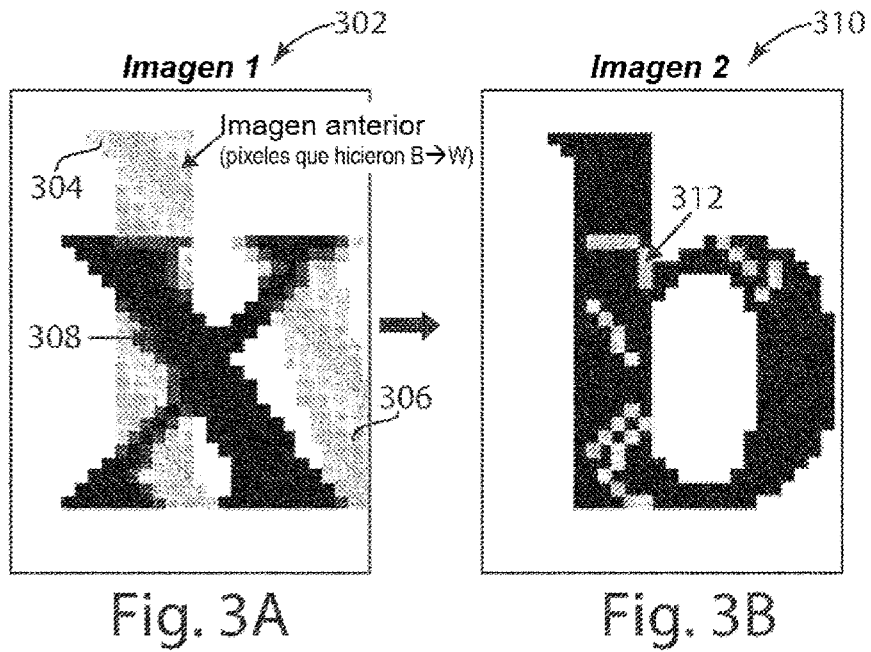


Fig. 4

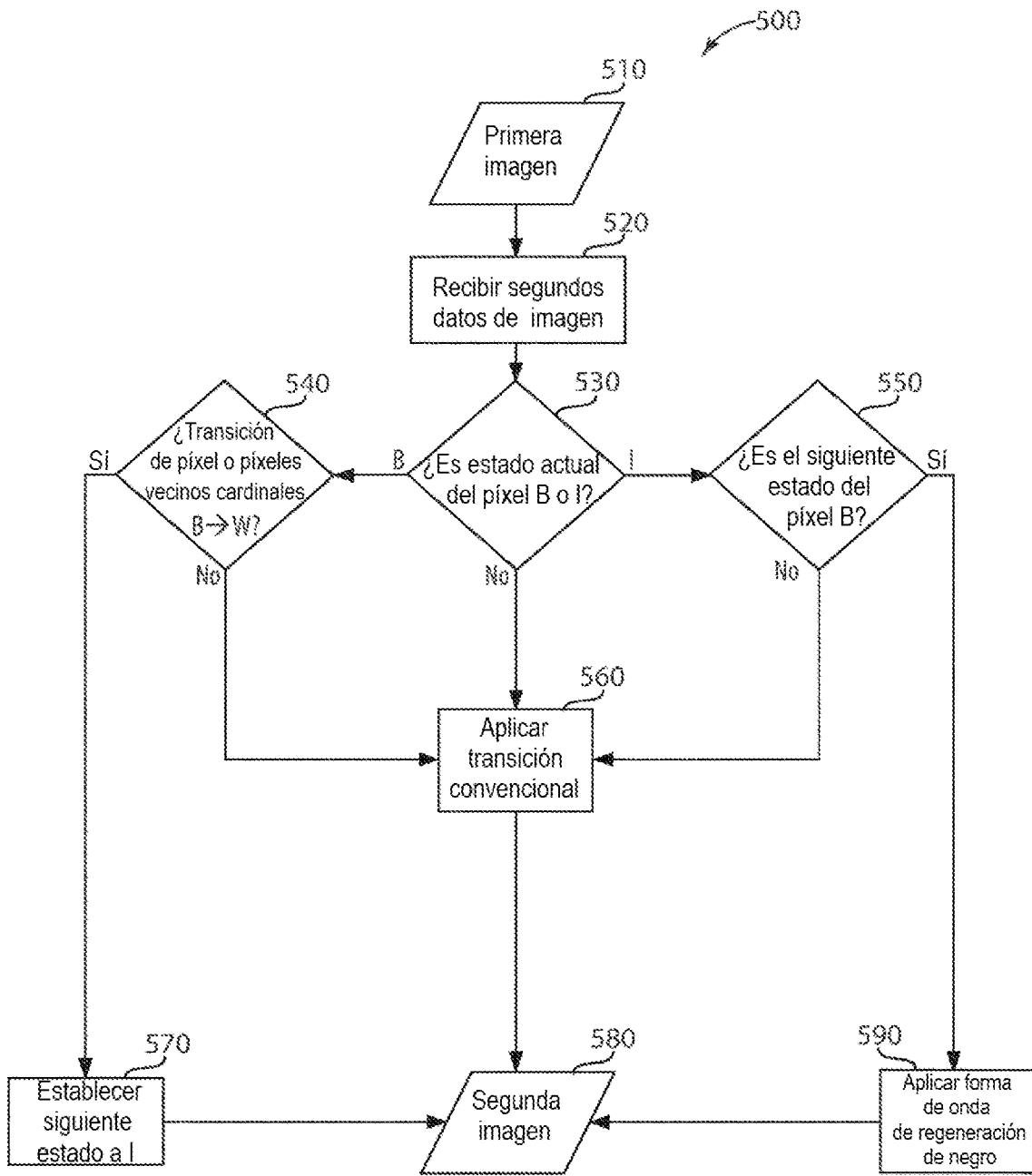


Fig. 5

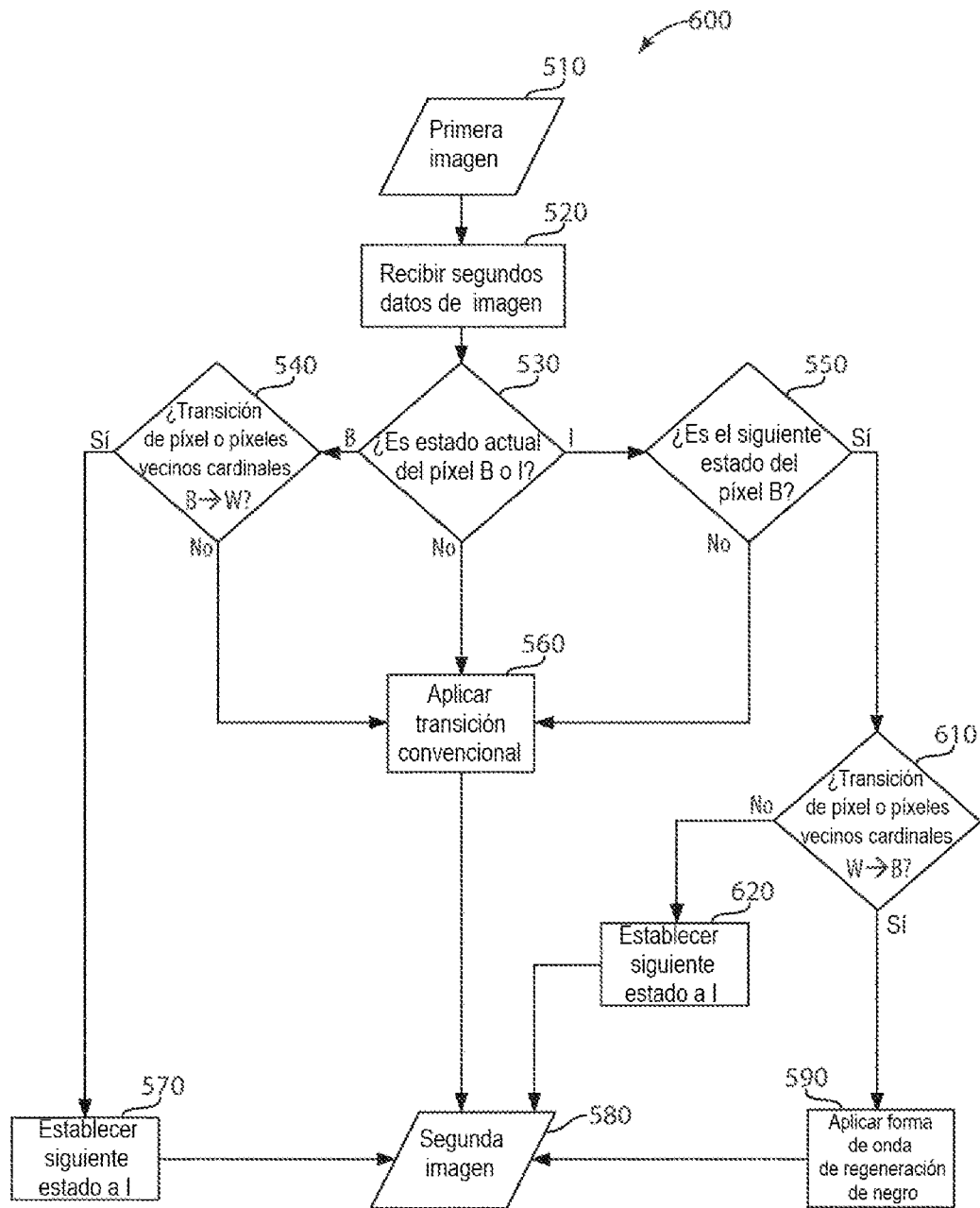


Fig. 6

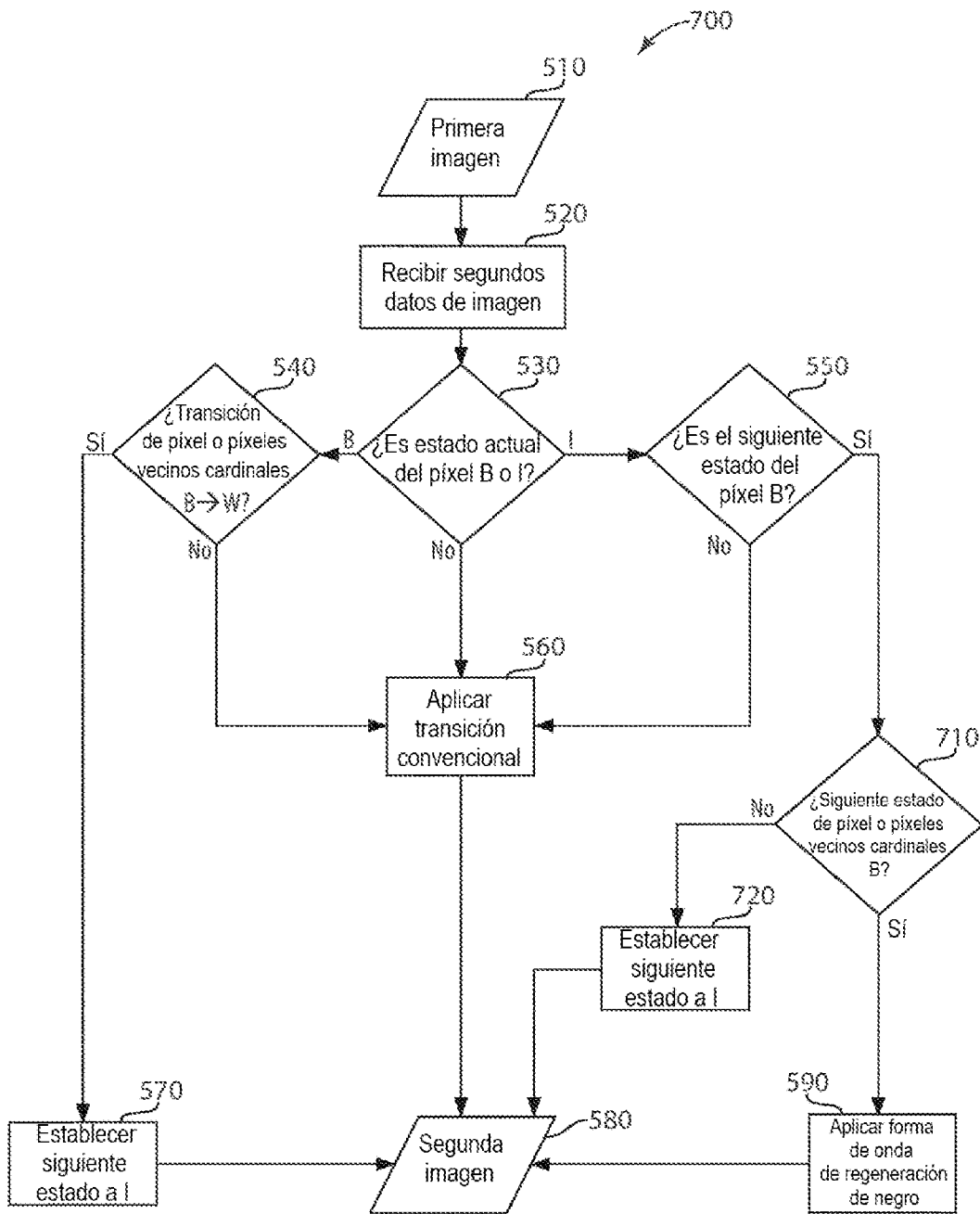


Fig. 7



Fig. 8A

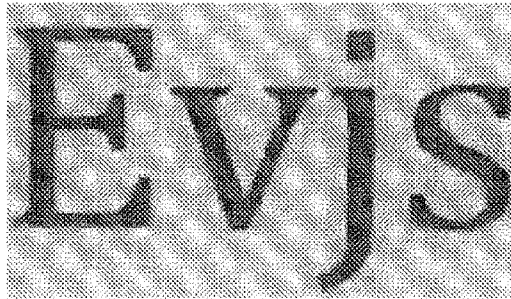


Fig. 8B