



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 969 101**

⑮ Int. Cl.:

G02F 1/167 (2009.01)
G02F (2009.01)
G02F 1/1675 (2009.01)
G02F 1/1333 (2006.01)
G02F 1/1334 (2006.01)
C08L 21/00 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- ⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2019 PCT/US2019/043895**
⑦ Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2020 WO20033176**
⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2019 E 19847546 (9)**
⑨ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023 EP 3834038**

⑮ Título: **Medio electroóptico encapsulado flexible**

⑩ Prioridad:

07.08.2018 US 201862715314 P

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2024

⑯ Titular/es:

E INK CORPORATION (100.0%)
IP Department 1000 Technology Park Drive
Billerica, Massachusetts 01821-4165, US

⑯ Inventor/es:

BULL, DARWIN SCOTT

⑯ Agente/Representante:

GONZÁLEZ PESES, Gustavo Adolfo

ES 2 969 101 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

Medio electroóptico encapsulado flexible

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Esta invención se refiere a un medio electroóptico y a pantallas electroópticas que contienen dicho medio electroóptico.

10 Las pantallas electroópticas se pueden utilizar en diversas aplicaciones que requieren materiales livianos y de bajo consumo de energía. También existe una demanda creciente de pantallas electroópticas flexibles o plegables. Si bien las pantallas electroópticas pueden incluir capas o sustratos flexibles, dichas pantallas pueden dañarse bajo estrés extremo, particularmente las pantallas que incorporan un medio electroóptico encapsulado. Este fallo puede producirse por rotura mecánica de la pared de la cápsula. La rotura provoca que la fase interna de las cápsulas migre dentro de la pantalla. Si hay una capa adhesiva de laminación adyacente al medio electroóptico, existe el riesgo de que la fase interna disuelva esta capa adhesiva y deje un área ópticamente inactiva de la pantalla, lo que causa defectos visuales en cualquier imagen escrita posteriormente en la pantalla.

15 20 El documento US 2003/0025855 A1 describe una pantalla electroóptica que comprende un primer y segundo sustratos y una capa de adhesivo de laminación y una capa de un material electroóptico sólido dispuesta entre el primer y segundo sustratos, teniendo la capa de adhesivo de laminación una resistividad en volumen, medida a 10 °C, que no cambia en un factor de más de aproximadamente 3 después de mantenerse a 25 °C. y 45 por ciento de humedad relativa durante 1000 horas. El material electroóptico es preferentemente un material electroforético encapsulado. También se describen otras características deseables de los adhesivos de laminación para uso en pantallas electroópticas.

25 30 35 El documento US 2009/0059349 describe una lámina para dispositivos de pantalla electroforética, incluyendo esta lámina una capa de visualización de datos entre capas eléctricamente conductoras de dos películas de electrodos opuestas. La capa de visualización de datos contiene microcápsulas para dispositivos de pantalla electroforética y una resina aglutinante, en donde la resina aglutinante tiene un peso molecular promedio en peso de 40.000 a 300.000 y una temperatura de transición vítrea de -50 °C a 10 °C. Esta lámina se puede producir formando la capa de visualización de datos sobre una capa eléctricamente conductora de una primera película de electrodo y colocando una capa eléctricamente conductora de una segunda película de electrodo sobre la capa de visualización de datos, seguido de laminación. Esta lámina se puede utilizar, como sus aplicaciones, para dispositivos de pantalla electroforética que utilizan láminas para dispositivos de pantalla electroforética y equipos electrónicos que utilizan dispositivos de pantalla electroforética.

35 Por consiguiente, existe la necesidad de mejorar la robustez mecánica del medio electroóptico encapsulado en pantallas flexibles o plegables para reducir la aparición de tales defectos visuales.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

40 Esta invención proporciona un medio electroóptico, un laminado que contiene este medio electroóptico y una pantalla electroóptica que contiene este medio electroóptico, todo ello de conformidad con las reivindicaciones adjuntas.

45 Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes a la vista de la siguiente descripción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

50 Las figuras de los dibujos representan una o más implementaciones de acuerdo con los presentes conceptos, sólo a modo de ejemplo, no a modo de limitaciones. Los dibujos no están a escala. En las figuras, números de referencia similares se refieren a elementos iguales o similares.

La Figura 1 es una vista lateral en sección transversal de una pantalla electroóptica de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

55 La Figura 2 es una vista lateral en sección transversal de la pantalla electroóptica de la Figura 1 en estado plegado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

60 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos a modo de ejemplos para proporcionar una comprensión profunda de las enseñanzas relevantes. Sin embargo, debería resultar evidente para los expertos en la materia que las presentes enseñanzas pueden ponerse en práctica sin tales detalles.

65 Generalmente, las diversas realizaciones de la presente invención comprenden un medio electroóptico que puede incorporarse a una pantalla flexible o plegable. El medio electroóptico puede comprender una pluralidad de cápsulas y un aglutinante. El aglutinante incluye uno o más elastómeros que tienen un módulo de Young inferior a 25 MPa. Tal como se

utiliza en el presente documento, a lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, el término "elastómero" significa un material macromolecular que vuelve rápidamente a aproximadamente sus dimensiones y forma iniciales después de una deformación sustancial por una tensión débil y la liberación de la tensión.

- 5 Las cápsulas pueden encapsular diversos tipos de materiales capaces de cambiar estados ópticos, tales como un fluido electroforético que comprende una pluralidad de partículas cargadas dispersas en un fluido en suspensión y capaces de moverse tras la aplicación de un campo eléctrico al fluido en suspensión. El medio electroóptico se puede incorporar en una pantalla electroóptica flexible laminada que tiene una capa protectora exterior transmisora de luz y un material conductor a cada lado del medio electroóptico. El material conductor en al menos un lado del medio electroóptico también 10 puede ser transmisor de luz. El lado opuesto de la pantalla con respecto a la capa protectora exterior también puede incluir un sustrato.

El término "electroóptico", aplicado a un material o una pantalla, se utiliza en el presente documento en su significado convencional en la técnica de la formación de imágenes para referirse a un material que tiene un primer y segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, cambiando el material de su primer a su segundo estado de visualización mediante la aplicación de un campo eléctrico al material. Aunque la propiedad óptica suele ser un color perceptible para el ojo humano, puede ser otra propiedad óptica, tal como transmisión óptica, reflectancia, luminiscencia o, en el caso de pantallas destinadas a lectura mecánica, pseudocolor en el sentido de un cambio en la reflectancia de longitudes de onda electromagnéticas fuera del intervalo visible.

20 Algunos materiales electroópticos son sólidos en el sentido de que tienen superficies externas sólidas, aunque los materiales pueden tener, y a menudo tienen, espacios internos llenos de líquido o gas. Estas pantallas que utilizan materiales electroópticos sólidos pueden denominarse en lo sucesivo por conveniencia "pantallas electroópticas sólidas". Por tanto, la expresión "pantallas electroópticas sólidas" incluye pantallas de miembros bicromáticos giratorios, pantallas 25 electroforéticas encapsuladas, pantallas electroforéticas de microceldas y pantallas de cristal líquido encapsuladas.

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 un primer y segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, y de tal manera que después de que un elemento dado haya 30 sido accionado, mediante un impulso de direccionamiento de duración finita, a asumir su primer o segundo estado de visualización, después de que el impulso de direccionamiento haya terminado, ese estado persistirá durante al menos varias veces, por ejemplo al menos cuatro veces, la duración mínima del impulso de direccionamiento necesario para cambiar el estado del elemento de visualización. En la patente de EE. UU. n.º 7.170.670 se demuestra que algunas pantallas electroforéticas basadas en partículas con capacidad de escala de grises son estables no sólo en sus estados 35 extremos de blanco y negro, sino también en sus estados intermedios de gris, y lo mismo puede decirse de algunos otros tipos de pantallas electroópticas. Este tipo de pantalla se denomina propiamente "multiestable" en lugar de biestable, aunque por conveniencia el término "biestable" puede usarse en el presente documento para cubrir tanto las pantallas biestables como las multiestables.

40 Un tipo de pantalla electroóptica es un tipo de miembro bicromático giratorio como se describe, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. n.º 5.808.783; 5.777.782; 5.760.761; 6.054.071 6.055.091; 6.097.531; 6.128.124; 6.137.467 y 6.147.791 (aunque este tipo de pantalla se denomina a menudo pantalla de "bola bicromática giratoria", se prefiere el término "miembro bicromático giratorio" por ser más exacto ya que en algunas de las patentes mencionadas anteriormente los miembros giratorios no son esféricos). Una pantalla de este tipo utiliza una gran cantidad de cuerpos pequeños (normalmente esféricos o cilíndricos) que tienen dos o más secciones con diferentes características ópticas y un dipolo interno. Estos cuerpos están suspendidos dentro de vacuolas llenas de líquido dentro de una matriz, y las vacuolas se llenan de líquido para que los cuerpos puedan girar libremente. La apariencia de la pantalla se cambia aplicándole un campo eléctrico, rotando así los cuerpos a varias posiciones y variando cuál de las secciones de los cuerpos se ve a través de una superficie de visión. Este tipo de medio electroóptico suele ser biestable.

50 50 Otro tipo de pantalla electroóptica, que ha sido objeto de intensa investigación y desarrollo durante varios años, es la pantalla electroforética basada en partículas, en la que varias partículas cargadas se mueven a través de un fluido bajo la influencia de un campo eléctrico. Las pantallas electroforéticas pueden tener atributos de buen brillo y contraste, amplios ángulos de visión, biestabilidad de estado y bajo consumo de energía en comparación con las pantallas de cristal líquido. 55 Sin embargo, los problemas con la calidad de imagen a largo plazo de estas pantallas han impedido su uso generalizado. Por ejemplo, las partículas que componen las pantallas electroforéticas tienden a sedimentarse, lo que da como resultado una vida útil inadecuada para estas pantallas.

60 Como se señaló 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 se pueden producir usando fluidos gaseosos; véase, por ejemplo, Kitamura, T., et al., "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japan, 2001, Paper HCS1-1, y Yamaguchi, Y., et al., "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japón, 2001, artículo AMD4-4). Véanse también las patentes de EE. UU. 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 65 sedimentación de partículas que los medios electroforéticos a base de líquido, cuando los medios se usan en una orientación que permite dicha sedimentación, por ejemplo en un letrero donde el medio se dispone en un plano vertical.

De hecho, la sedimentación de partículas parece ser un problema más serio en los medios electroforéticos basados en gases que en los líquidos, ya que la menor viscosidad de los fluidos en suspensión gaseosos en comparación con los líquidos permite una sedimentación más rápida de las partículas electroforéticas.

- 5 Numerosas patentes y solicitudes cedidas a o en nombre del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), E Ink Corporation, E Ink California, LLC y compañías relacionadas describen diversas tecnologías utilizadas en medios electroforéticos encapsulados y de microceldas y otros medios electroópticos. Los medios electroforéticos encapsulados comprenden numerosas cápsulas pequeñas, cada una de las cuales comprende a su vez una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles en un medio fluido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Normalmente, 10 las propias cápsulas se mantienen dentro de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente situada entre dos electrodos. En una pantalla electroforética de microceldas, las partículas cargadas y el fluido no se encapsulan dentro de microcápsulas sino que se retienen dentro de una pluralidad de cavidades formadas dentro de un medio portador, normalmente una película polimérica. Las tecnologías descritas en estas patentes y solicitudes incluyen:
- 15 (a) Partículas electroforéticas, fluidos y aditivos fluidos; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.002.728 y 7.679.814;
- (b) Cápsulas, aglutinantes y procesos de encapsulación; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 6.922.276 y 7.411.719;
- 20 (c) Estructuras de microceldas, materiales de pared y métodos para formar microceldas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.072.095 y 9.279.906;
- (d) Métodos para llenar y sellar microceldas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.144.942 y 25 7.715.088;
- (e) Películas y subconjuntos que contengan materiales electroópticos; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 6.982.178 y 7.839.564;
- 30 (f) Placas posteriores, capas adhesivas y otras capas auxiliares y métodos utilizados en pantallas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.116.318 y 7.535.624;
- (g) Formación de color y ajuste de color; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.075.502 y 7.839.564;
- 35 (h) Métodos para activar pantallas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.012.600 y 7.453.445;
- (i) Aplicaciones de pantallas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE. UU. n.º 7.312.784 y 8.009.348; y
- 40 (j) Pantallas no electroforéticas, como se describe en la patente de EE. UU. n.º 6.241.921 y la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2015/0277160; y aplicaciones de tecnología de encapsulación y microceldas distintas de las pantallas; véanse, por ejemplo, las publicaciones de solicitudes de patente de EE. UU. n.º 2015/0005720 y 2016/0012710.

45 Muchas de las patentes y solicitudes mencionadas anteriormente reconocen que las paredes que rodean las microcápsulas discretas en un medio electroforético encapsulado podrían reemplazarse por una fase continua, produciendo así una denominada pantalla electroforética dispersa en polímeros, 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 dicha pantalla electroforética dispersa en polímero pueden considerarse como cápsulas o microcápsulas incluso aunque no haya ninguna membrana de cápsula discreta asociada 50 con cada gotita individual; véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 6.866.760 antes mencionada. Por consiguiente, para los fines de la presente solicitud, dichos medios electroforéticos dispersos en polímeros se consideran subespecies de medios electroforéticos encapsulados.

55 También se pueden usar otros tipos de un medio electroóptico en las pantallas de la presente invención.

Una pantalla electroforética encapsulada normalmente no sufre el modo de fallo de agrupamiento y sedimentación de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona ventajas adicionales, tales como la capacidad de imprimir o 60 recubrir la pantalla en una amplia variedad de sustratos rígidos y flexibles. (El uso de la palabra "impresión" pretende incluir todas las formas de impresión y recubrimiento, incluidos, sin limitación: recubrimientos predosificados tales como recubrimiento por matriz de parche, recubrimiento por ranura o extrusión, recubrimiento deslizante o en cascada, recubrimiento por cortina; recubrimiento por rodillo tales como recubrimiento con cuchilla sobre rodillo, recubrimiento con rodillo hacia delante y hacia atrás; recubrimiento por huecograbado; recubrimiento por inmersión; recubrimiento por pulverización; recubrimiento por menisco; recubrimiento por rotación; recubrimiento con brocha; recubrimiento con cuchilla de aire; procesos de serigrafía; procesos de impresión electrostática; procesos de impresión térmica; chorro de tinta procesos de impresión; deposición electroforética (véase la patente de EE. UU. n.º 7.339.715); y otras técnicas similares).

Por tanto, la visualización resultante puede ser flexible. Además, debido a que el medio de visualización puede imprimirse (usando una variedad de métodos), la propia pantalla puede fabricarse de manera económica.

Como ya se ha señalado, un medio electroóptico encapsulado normalmente comprende cápsulas dispuestas en un aglutinante polimérico, que sirve para formar las cápsulas discretas en una capa coherente. La fase continua en un medio electroforético disperso con polímeros cumple funciones similares. La presente invención proporciona composiciones aglutinantes mejoradas para reducir o eliminar la probabilidad de rotura y fuga del medio electroóptico encapsulado que pueden resultar de la tensión aplicada durante el doblado de una pantalla flexible. Los sistemas aglutinantes usados en la presente invención tienen suficiente resistencia para soportar las tensiones encontradas al doblarse a radios muy pequeños (es decir, <7 mm).

La tecnología aglutinante actual no está diseñada para disipar las tensiones encontradas durante la flexión extrema y, como resultado, las tensiones se concentran en las paredes de la cápsula. Al utilizar un polímero altamente viscoelástico dentro del sistema aglutinante, se cree que la tensión puede deslocalizarse y reducir o eliminar la probabilidad de rotura. El sistema aglutinante usado en la presente invención puede incluir un elastómero disipador de energía. Tales elastómeros son normalmente polímeros con fases separadas, tales como copolímeros de bloques y polímeros termoplásticos. Los elastómeros incorporados en el aglutinante tienen un módulo de Young inferior, con preferencia creciente en el orden indicado, a 25 MPa, 20 MPa, 15 MPa, 10 MPa, 5 MPa y 1 MPa. Los elastómeros incorporados en las diversas realizaciones de la presente invención pueden tener, a una temperatura entre -10 y +40 °C, un módulo de almacenamiento de Young E' entre 0,1 MPa y 1000 MPa, un factor de pérdida superior a 0,3 y un módulo de almacenamiento de corte G' entre 0,1 MPa y 500 MPa en el intervalo de frecuencia de 0 a 500 Hz. El elastómero también puede tener una temperatura de transición vítreo en el intervalo de -125 a +20 °C. Los elastómeros en el sistema aglutinante también son preferentemente inmiscibles en el material electroóptico. Además, con respecto al material electroóptico encapsulado dentro de las cápsulas, los elastómeros deberían ser compatibles con los materiales de las cápsulas, es decir, los elastómeros no repelerán las paredes de las cápsulas.

Los ejemplos de elastómeros que pueden incluirse en las diversas realizaciones de la presente invención incluyen, pero sin limitación, cauchos sintéticos y naturales, polibutadieno, poliisopreno, copolímeros de bloques de estireno-butadieno-estireno, estireno-isopreno-estireno, estireno-isopreno/ copolímeros de bloques de butadieno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/butileno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/propileno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/propileno-estireno, copolímeros de bloques de isopreno-butadieno, copolímeros de bloques de butadieno-isopreno-estireno, estireno- copolímeros de bloques de isobutileno-estireno, caucho de butilo, caucho de monómero de etileno-propileno-dieno (tales como terpolímeros de etileno-propileno-dieno, copolímeros de etileno-octeno, copolímeros de etileno-buteno, terpolímeros de etileno-octeno, terpolímeros de etileno-buteno, acetato de etileno-vinilo y metilacrilato de etileno), elastómeros de poliuretano, resinas termoendurecibles de epoxi-acrilato, caucho de policloropreno, caucho de acrilonitrilo butadieno, caucho de acrilonitrilo butadieno hidrogenado, polietileno clorosulfonado alquilado, epiclorhidrina, elastómeros de etileno-alfa-olefina, caucho de silicona, copolímeros de bloques de silicona (tales como polí(dimetilsiloxano)-copolicarbonato), acrílico polímeros y combinaciones de los mismos.

La presente invención puede proporcionar un medio electroóptico mecánicamente robusto similar a un medio electroóptico disperso en polímero que puede incorporarse en una pantalla flexible, pero utiliza una relación en peso relativamente menor de aglutinante a medio encapsulado. Esto puede proporcionar una pantalla más ligera con propiedades ópticas mejoradas, en comparación con una pantalla que incluye un medio electroóptico disperso en polímero debido a la mayor cantidad de medios encapsulados presentes en la capa comutable. Se prefiere que las diversas realizaciones de la presente invención tengan una relación en peso de aglutinante a material electroóptico dentro del medio electroóptico que sea al menos, con preferencia creciente en el orden dado, 0,05, 0,10, 0,15, 0,20, 0,25, 0,30, 0,40, 0,45, 0,50, 0,55 y 0,60.

Los sistemas aglutinantes usados en las diversas realizaciones de la presente invención pueden comprender además uno o más polímeros no elastoméricos. Ejemplos de polímeros no elastoméricos que pueden incorporarse en las diversas realizaciones de la presente invención incluyen, pero sin limitación, polisacáridos, alcoholes polivinílicos, poli(N-vinilpirrolidona), polietilenglicol, polí(acrilato de 2-hidroxietilo), polímeros de éter diglicidílico de bisfenol A, látex de poliuretanos opcionalmente combinados con uno o más de acrílicos, poliésteres, policarbonatos, siliconas, un ácido graso de aceite vegetal epoxidado, un éster epoxidado de un ácido graso de aceite vegetal, y combinaciones de los mismos. Materiales no elastoméricos adicionales que pueden incorporarse en las diversas realizaciones de la invención se divulan en las patentes de EE. UU. n.º 6.831.769; 7.110.164; 7.173.752; 7.477.444; 7.551.346; y 9.470.950, así como las publicaciones de solicitudes de patente estadounidenses números 2007/0091417 y 2009/0122389. Se prefiere que los sistemas aglutinantes que comprenden una mezcla de materiales de acuerdo con las diversas realizaciones de la presente invención incluyan una relación en peso de elastómero a polímero no elastomérico, con preferencia creciente en el orden dado, de al menos 0,05, 0,10, 0,20, 0,25, 0,30, 0,35, 0,40, 0,45 y no más de, con preferencia creciente en el orden indicado, 0,95, 0,90, 0,85, 0,80, 0,75, 0,70, 0,65, 0,60, 0,55, 0,50.

En ciertas aplicaciones puede ser deseable cierto nivel de reticulación del sistema aglutinante para asegurar que las capas mantengan la estabilidad dimensional y resistan la fluencia durante la flexión cuando se incorporan en pantallas laminadas que tienen varias capas. Como se usa en el presente documento, "fluencia" significa que ciertos materiales, tales como el sistema aglutinante o el adhesivo, dentro de una pantalla laminada flexible tienden a sufrir un flujo de fluido cuando se flexionan con el resultado de que el medio electroóptico y/u otras capas se mueven ligeramente con respecto a la placa

- posterior. Esto puede causar serios problemas si, por ejemplo, la pantalla es una pantalla en color en la que una matriz de filtro de color está dispuesta en el lado opuesto del medio electroóptico desde la placa posterior, ya que en tal pantalla las diversas franjas de color u otras unidades del conjunto de filtros de color deben estar alineadas con los electrodos de píxeles o se puede producir una distorsión grave del color en la imagen mostrada. Considérese, por ejemplo, una pantalla en la que dos electrodos de píxeles adyacentes están alineados con elementos filtrantes de color rojo y azul. Si la matriz de filtros de color se desplaza con respecto a la placa posterior de modo que el electrodo de pixel originalmente alineado con el elemento rojo ahora esté alineado con la mitad del elemento rojo y la mitad del elemento azul, será fácilmente evidente que los colores de la imagen mostrada diferirán sustancialmente de lo previsto.
- 10 La reticulación de los sistemas aglutinantes utilizados en la presente invención se puede lograr usando elastómeros reticulables (véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 5.262.232) o mezclando los elastómeros con polímeros no elastoméricos reticulables (véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. Patente n.º 5.331.062). Por lo tanto, el grado de reticulación puede variarse dentro del sistema aglutinante para proporcionar tanto propiedades de disipación de energía como resistencia a la fluencia para una aplicación determinada. La reticulación puede ser física y/o química.
- 15 Se pueden incorporar otros aditivos a los sistemas aglutinantes usados en la invención para mejorar sus propiedades viscoelásticas u otras propiedades. Tales aditivos incluyen, pero sin limitación, estabilizadores/antioxidantes (por ejemplo, fenoles y/o tioéteres estéricamente impedidos, aminas aromáticas estéricamente impedidas y similares), resinas adherentes (por ejemplo, resinas de colofonia, resinas de terpeno, resinas de terpenofenólicas, resinas de hidrocarburos derivadas de destilados de petróleo craqueados, resinas aromáticas adherentes, resinas de tall oil, resinas de cetonas y resinas de aldehídos), plastificantes, tales como ésteres alquílicos C1-10 de ácidos dibásicos (por ejemplo, ésteres de ftalato), éteres de diarilo, benzoatos de polialquilenglicos, fosfatos orgánicos y ésteres de ácido alquilsulfónico de fenol o cresol, cargas (por ejemplo, nanoarcillas, nanotubos de carbono, cretas, talco, carbonato de calcio, negro de carbono, carbonatos de calcio y magnesio, barita, arcilla, mica, silicatos) y ceras.
- 20
- 25 Para mezclas en las que se desea reticulación, los sistemas aglutinantes pueden comprender además un agente de curado y aceleradores de curado opcionales. Ejemplos de agentes de curado incluyen, pero sin limitación, sustancias capaces de inducir reacciones de radicales libres, por ejemplo peróxidos orgánicos que incluyen peróxidos de cetona, peróxidos de diacilo, perésteres, percetales, hidroperóxidos y otros tales como hidroperóxido de cumeno, bis(terc-butilperoxi)diisopropil benceno, di(-2-terc-butilperoxiisopropilbenceno), 1,1-di-terc-butilperoxi-3,3,5-trimetilciclohexano, peróxido de dicumilo, t-butilperoxibenzoato, peroxidicarbonatos de dialquilo, diperoxicetales (tales como 1,1-di-terc-butilperoxi-3,3,5-trimetilciclohexano), peróxidos de cetona (por ejemplo, peróxido de metiletilcetona) y n-butil valerato de 4,4-di-terc-butilperoxi. Además de los peróxidos, se pueden utilizar compuestos reactivos multifuncionales tales como isocianatos, epoxis y maleimidas. Ejemplos de aceleradores incluyen, pero sin limitación, tiazoles y sulfenamidas.
- 30
- 35 El medio electroóptico de la presente invención se puede incorporar en pantallas electroópticas flexibles. Una pantalla electroóptica normalmente comprende una capa de material electroóptico y al menos otras dos capas dispuestas en lados opuestos del material electroóptico, siendo una de estas dos capas una capa de electrodos. En la mayoría de estas pantallas, ambas capas son capas de electrodo, y una o ambas capas de electrodo tienen un patrón para definir los píxeles de la pantalla. Por ejemplo, una capa de electrodos puede tener un patrón de electrodos de fila alargados y la otra de electrodos de columna alargados que discurren en ángulo recto con respecto a los electrodos de fila, estando definidos los píxeles por las intersecciones de los electrodos de fila y columna. Como alternativa, y más comúnmente, una capa de electrodos tiene la forma de un único electrodo continuo y la otra capa de electrodos tiene un patrón en una matriz de electrodos de píxeles, cada uno de los cuales define un píxel de la pantalla. En otro tipo de pantalla electroóptica, que está destinada a usarse con un lápiz, cabezal de impresión o electrodo móvil similar separado de la pantalla, sólo una de las capas adyacentes a la capa electroóptica comprende un electrodo, siendo la capa en el lado opuesto normalmente la capa electroóptica una capa protectora destinada a evitar que el electrodo móvil dañe la capa electroóptica.
- 40
- 45
- 50 Con referencia ahora a las Figuras 1 y 2, se ilustra una pantalla flexible de acuerdo con una realización de la presente invención. La pantalla flexible incluye una capa protectora 10 transmisora de luz que proporciona una superficie de visualización. La capa protectora 10 es preferiblemente flexible y está recubierta con una primera capa de material conductor 12, que también es transmisor de luz. Luego se aplica al material conductor 12 una capa de medio electroóptico 14 que contiene el sistema aglutinante 13 y el medio encapsulado 11. Se puede incluir una segunda capa opcional de material conductor 16 entre el medio electroóptico 14 y un sustrato 18. En algunas realizaciones, el sustrato 18 puede ser una placa posterior y la segunda capa de material conductor 16 puede incluir una pluralidad de conductores. En algunas realizaciones, el sustrato 18 y la segunda capa de material conductor 16 pueden ser transmisores de luz para proporcionar una pantalla de doble cara. En otras realizaciones, el sustrato 18 puede ser una lámina antiadherente que se retira antes de los procedimientos de laminación posteriores. La pantalla ilustrada en las Figuras 1 y 2 también puede incluir una o más capas de adhesivo de laminación (no mostrado) entre cualquiera de las dos capas dentro de la pila. Como se demuestra en la Figura 2, el sistema aglutinante 13 debe disipar suficiente energía, de modo que al doblar la pantalla no se rompan los medios encapsulados 11 presentes dentro del área doblada de la pantalla, incluso cuando se dobla a radios relativamente pequeños.
- 55
- 60
- 65 La fabricación de una pantalla electroóptica implica normalmente al menos una operación de laminación. Por ejemplo, en varias de las patentes y solicitudes de MIT y E Ink antes mencionadas, se describe un proceso para fabricar una pantalla electroforética encapsulada en la que un medio electroforético encapsulado que comprende cápsulas en un aglutinante

se recubre sobre un sustrato flexible que comprende óxido de estaño e indio (ITO) o un recubrimiento conductor similar (que actúa como un electrodo de la pantalla final) sobre una película plástica, secándose las cápsulas/recubrimiento aglutinante para formar una capa coherente del medio electroforético firmemente adherida al sustrato. Por separado, se prepara una placa posterior que contiene una serie de electrodos de píxeles y una disposición adecuada de conductores para conectar los electrodos de píxeles a los circuitos de accionamiento. Para formar la pantalla final, el sustrato que tiene la capa de cápsula/aglutinante sobre él se lama a la placa posterior usando un adhesivo de laminación. (Se puede utilizar un proceso muy similar para preparar una pantalla electroforética que se pueda utilizar con un lápiz óptico o un electrodo móvil similar reemplazando la placa posterior con una capa protectora simple, como una película de plástico, sobre la cual se puede deslizar el lápiz óptico u otro electrodo móvil). En una forma preferida de dicho proceso, la placa posterior es en sí misma flexible y se prepara imprimiendo los electrodos de píxeles y los conductores sobre una película plástica u otro sustrato flexible. La técnica de laminación obvia para la producción en masa de pantallas mediante este proceso es la laminación en rodillo utilizando un adhesivo de laminación. Se pueden utilizar técnicas de fabricación similares con otros tipos de pantallas electroópticas. Por ejemplo, un medio electroforético de microceldas o un medio de miembro bicromático giratorio se puede laminar a una placa posterior sustancialmente de la misma manera que un medio electroforético encapsulado.

La publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2007/0109219 también describe diversos métodos diseñados para la fabricación en gran volumen de pantallas electroópticas utilizando laminados de placa frontal invertido; las formas preferidas de estos métodos son métodos "multi-up" diseñados para permitir la laminación de componentes para una pluralidad de pantallas electroópticas al mismo tiempo.

Las pantallas electroópticas suelen ser costosas; por ejemplo, el coste de la pantalla LCD en color que se encuentra en un ordenador portátil suele ser una fracción sustancial del coste total del ordenador. A medida que el uso de pantallas electroópticas se extiende a dispositivos tales como teléfonos móviles y asistentes digitales personales (PDA), mucho menos costosos que los ordenadores portátiles, existe una gran presión para reducir los costes de dichas pantallas. La capacidad de formar capas de algún medio electroóptico sólido mediante técnicas de impresión sobre sustratos flexibles, como se analizó anteriormente, abre la posibilidad de reducir el coste de los componentes electroópticos de las pantallas mediante el uso de técnicas de producción en masa, tales como recubrimiento rodillo a rodillo, utilizando equipos comerciales utilizados para la producción de papeles estucados, películas poliméricas y medios similares.

La patente de EE. UU. n.º 6.982.178 antes mencionada describe un método para montar una pantalla electroóptica sólida (que incluye una pantalla electroforética encapsulada) que está bien adaptada para la producción en masa. Esencialmente, esta patente describe el denominado "laminado de placa frontal" ("FPL") que comprende, en orden, una capa eléctricamente conductora transmisora de luz; una capa de un medio electroóptico sólido en contacto eléctrico con la capa eléctricamente conductora; una capa adhesiva; y una lámina de liberación. Normalmente, la capa eléctricamente conductora transmisora de luz se llevará sobre un sustrato transmisor de luz, que es preferentemente flexible, en el sentido de que el sustrato se puede enrollar manualmente alrededor de un tambor (digamos) de 10 pulgadas (254 mm) de diámetro sin deformación permanente. La expresión "transmisor de luz" se utiliza en esta patente y en el presente documento para significar que la capa así designada transmite suficiente luz para permitir a un observador, mirando a través de esa capa, observar el cambio en los estados de visualización del medio electroóptico, que normalmente se ve a través de la capa eléctricamente conductora y el sustrato adyacente (si está presente); En los casos en que el medio electroóptico muestre un cambio en la reflectividad en longitudes de onda no visibles, el término "transmisor de luz" debe interpretarse, por supuesto, como una transmisión de las longitudes de onda no visibles relevantes. El sustrato será normalmente una película polimérica y normalmente tendrá un espesor en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mil (25 a 634 µm), preferentemente aproximadamente 2 a aproximadamente 10 mil (51 a 254 µm). La capa eléctricamente conductora es convenientemente una capa delgada de metal o de óxido metálico de, por ejemplo, aluminio o ITO, o puede ser un polímero conductor. Las películas de tereftalato de polietileno (PET) recubiertas con aluminio o ITO están disponibles comercialmente, por ejemplo como "Mylar aluminizado" ("Mylar" es una marca registrada) de E.I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington DE, y dichos materiales comerciales pueden utilizarse con buenos resultados en el laminado de la placa frontal.

El montaje de una pantalla electroóptica usando dicho laminado de placa frontal se puede efectuar retirando la lámina de liberación del laminado de placa frontal y poniendo en contacto la capa adhesiva con la placa posterior en condiciones efectivas para hacer que la capa adhesiva se adhiera a la placa posterior, asegurando así la capa adhesiva, la capa de medio electroóptico y la capa eléctricamente conductora al panel posterior. Este proceso está bien adaptado a la producción en masa, ya que el laminado de placa frontal puede producirse en masa, normalmente utilizando técnicas de recubrimiento de rodillo a rodillo, y luego cortarse en trozos de cualquier tamaño necesario para su uso con placas posteriores específicas.

La patente de EE. UU. n.º 7.561.324 describe una denominada "lámina de liberación doble" que es esencialmente una versión simplificada del laminado de placa frontal de la patente de EE. UU. n.º 6.982.178 antes mencionada. Una forma de la lámina de liberación doble comprende una capa de un medio electroóptico sólido intercalada entre dos capas adhesivas, estando cubiertas una o ambas capas adhesivas por una lámina de liberación. Otra forma de lámina de liberación doble comprende una capa de un medio electroóptico sólido intercalada entre dos láminas de liberación. Ambas formas de película de doble liberación están destinadas a ser utilizadas en un proceso generalmente similar al proceso para ensamblar una pantalla electroóptica a partir de un laminado de placa frontal ya descrito, pero que implica dos

laminaciones separadas; normalmente, en una primera laminación la lámina de liberación doble se lama a un electrodo frontal para formar un subconjunto frontal, y luego en una segunda laminación el subconjunto frontal se lama a una placa posterior para formar la pantalla final, aunque el orden de estas dos laminaciones podrían invertirse si se desea.

- 5 La patente de EE. UU. n.º 7.839.564 describe el denominado "laminado de placa frontal invertido", que es una variante del laminado de placa frontal descrito en la patente de EE. UU. n.º 6.982.178 antes mencionada. Este laminado de placa frontal invertido comprende, en orden, al menos uno de una capa protectora transmisora de luz y una capa eléctricamente conductora transmisora de luz; una capa adhesiva; una capa de un medio electroóptico sólido; y una lámina de liberación. Este laminado de placa frontal invertido se utiliza para formar una pantalla electroóptica que tiene una capa de adhesivo de laminación entre la capa electroóptica y el electrodo frontal o sustrato frontal; una segunda capa, normalmente delgada, de adhesivo puede estar presente o no entre la capa electroóptica y una placa posterior. Estas pantallas electroópticas pueden combinar una buena resolución con un buen rendimiento a bajas temperaturas. Los medios y pantallas electroforéticos tienden a ser mecánicamente robustos, en comparación, por ejemplo, con las pantallas de cristal líquido, que requieren sustratos transparentes, normalmente vidrio, en ambos lados del medio de cristal líquido. Varias de las 10 patentes y solicitudes de E Ink mencionadas anteriormente describen procesos para producir pantallas electroforéticas en las que un medio electroforético se recubre sobre un sustrato plástico flexible provisto de una capa eléctricamente conductora, y el subconjunto de medio electroforético/sustrato resultante se lama a una placa posterior que contiene una matriz de electrodos para formar la pantalla final. Además, la patente de EE. UU. n.º 6.825.068 antes mencionada describe una placa posterior útil en una pantalla electroforética y basada en una lámina de acero inoxidable recubierta 15 con una poliimida. Estas tecnologías pueden producir pantallas electroforéticas flexibles mucho menos susceptibles a romperse que las pantallas de cristal líquido.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un medio electroóptico (14) para pantallas electroópticas que comprende una fase continua que comprende un aglutinante
- 5 (13) y una fase discontinua (11) que comprende material electroóptico, estando el medio electroóptico (14) **caracterizado por que** el aglutinante (13) comprende un elastómero que tiene un módulo de Young inferior a 25 MPa.
- 10 2. El medio electroóptico de la reivindicación 1, en donde el material electroóptico comprende una pluralidad de partículas cargadas dispersas en un fluido en suspensión y capaces de moverse a través del mismo al aplicar un campo eléctrico al fluido en suspensión.
- 15 3. El medio electroóptico de la reivindicación 1, en donde el medio electroóptico está encapsulado dentro de cápsulas.
4. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elastómero es un copolímero de bloques o un polímero acrílico.
- 20 5. Un sistema electroóptico de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el copolímero de bloques es un polímero de estireno-isobutileno-estireno.
6. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aglutinante (13) comprende una mezcla de al menos dos elastómeros.
- 25 7. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aglutinante (13) comprende al menos un elastómero seleccionado del grupo que consiste en cauchos sintéticos y naturales, polibutadieno, polisopreno, copolímeros de bloques de estireno-butadieno-estireno, estireno-isopreno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-isopreno/butadieno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/butileno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/propileno, copolímeros de bloques de estireno-etileno/propileno-estireno, copolímeros de bloques de isopreno-butadieno, copolímeros de bloques de butadieno-isopreno-estireno, copolímeros de bloques de estireno-isobutileno-estireno, caucho de butilo, caucho de monómero de etileno-propileno-dieno, elastómeros de poliuretano, caucho de policloropreno, caucho de acrilonitrilo butadieno, caucho de acrilonitrilo butadieno hidrogenado, polietileno clorosulfonado alquilado, epichlorhidrina, elastómeros de etileno-alfa-olefina, caucho de silicona, copolímeros de bloques de silicona, polímeros acrílicos y combinaciones de los mismos.
- 30 8. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el caucho de monómero de etileno-propileno-dieno se selecciona del grupo que consiste en terpolímeros de etileno-propileno-dieno, copolímeros de etileno-octeno, copolímeros de etileno-buteno, terpolímeros de etileno-octeno, terpolímeros de etileno-buteno, acetato de etileno-vinilo y metilacrilato de etileno.
- 35 9. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elastómero tiene un módulo de Young inferior a 10 MPa y/o una temperatura de transición vítreo en un intervalo de -125 a +20 °C.
10. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aglutinante (13) comprende del 20 por ciento al 50 por ciento en peso del medio electroóptico (14).
- 45 11. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el aglutinante (13) comprende además al menos un polímero no elastomérico.
12. Un medio electroóptico de acuerdo con la reivindicación 11, en donde al menos un polímero no elastomérico se selecciona del grupo que consiste en polisacáridos, alcoholes polivinílicos, N-metilpirrolidona, N-vinilpirrolidona, polietilenglicol, polí(acrilato de 2-hidroxietilo), látex de poliuretanos opcionalmente combinados con uno o más de acrílicos, poliésteres, policarbonatos, siliconas, un ácido graso de aceite vegetal epoxidado, un éster epoxidado de un ácido graso de aceite vegetal y combinaciones de los mismos.
- 55 13. Un laminado que comprende una capa de un medio electroóptico (14), un sustrato transmisor de luz (18) y un electrodo transmisor de luz (16) dispuesto entre el medio electroóptico (14) y el sustrato (18), estando el laminado **caracterizado por que** el medio electroóptico (14) es un medio de acuerdo con la reivindicación 1.
14. Un laminado de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende además una lámina de liberación, en donde el medio electroóptico está dispuesto entre la lámina de liberación y el electrodo transmisor de luz.
- 60 15. Una pantalla electroóptica que comprende, en orden:
- una capa protectora transmisora de luz (10);
- 65 una capa eléctricamente conductora transmisora de luz (12);

un medio electroóptico (14); y
5 un sustrato que comprende al menos un conductor (16),
estando la pantalla electroóptica **caracterizada por que** el medio electroóptico (14) es un medio de acuerdo con la
reivindicación 1.

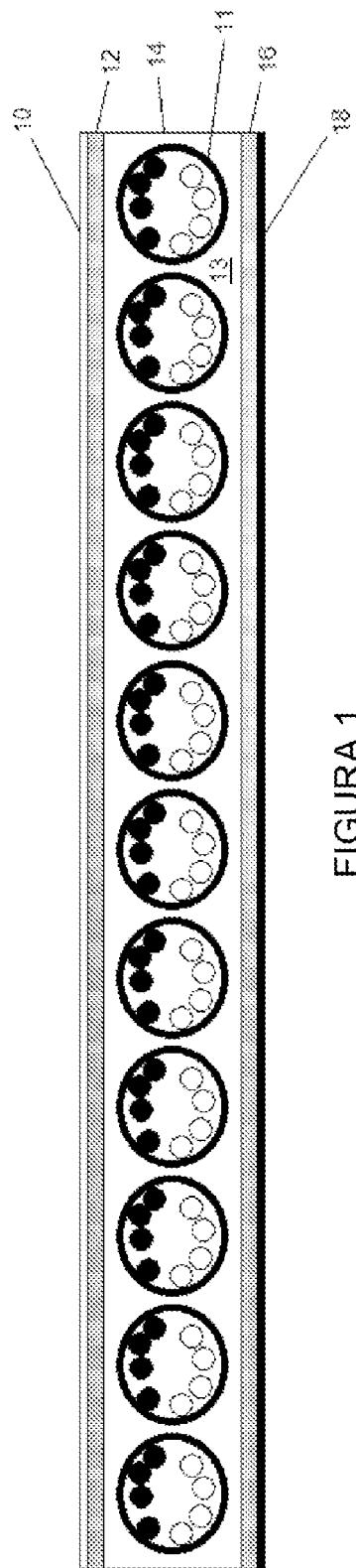


FIGURA 1

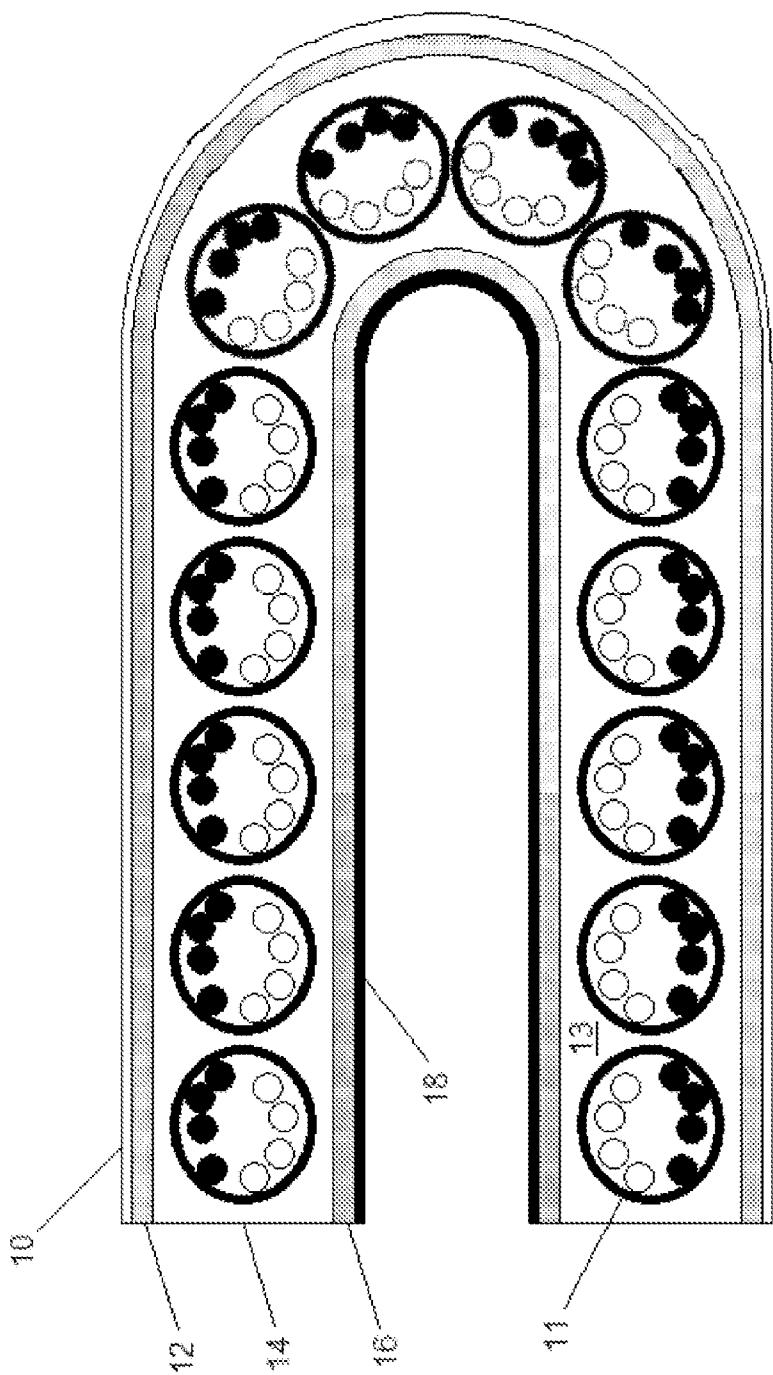


FIGURA 2