

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 164**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2009.01)

G09G 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2018** **PCT/US2018/037508**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2018** **WO18232099**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2018** **E 18818200 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023** **EP 3639088**

54 Título: **Medios electro-ópticos que incluyen pigmentos encapsulados en aglutinante de gelatina**

30 Prioridad:

16.06.2017 US 201762520731 P

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

25.03.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WIDGER, PETER CARSTEN BAILEY;
BREEN, CRAIG ALAN;
ANSETH, JAY WILLIAM y
PAOLINI, RICHARD J., JR.

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 963 164 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

Medios electro-ópticos que incluyen pigmentos encapsulados en aglutinante de gelatina

5 Antecedentes de la invención

Los moduladores de luz representan un mercado potencialmente importante para los medios electro-ópticos. Habida cuenta de que el rendimiento energético de los edificios y de los vehículos se hace cada vez más importante, los medios electro-ópticos se pueden utilizar como recubrimientos en las ventanas (incluidos los tragaluces y los techos corredizos) para permitir que la proporción de radiación incidente transmitida a través de las ventanas se controle de manera electrónica variando el estado óptico de los medios electro-ópticos. Se espera que la puesta en práctica efectiva de dicha tecnología de "transmisividad variable" ("VT") en los edificios proporcione (1) una reducción de los efectos de calentamiento no deseados durante el clima cálido, reduciendo así la cantidad de energía necesaria para la refrigeración, la magnitud de las plantas de aire acondicionado, y pico de demanda de electricidad; (2) mayor uso de luz natural, reduciendo así la energía utilizada para la iluminación y la demanda máxima de electricidad; y (3) aumento de la comodidad de los ocupantes al aumentar tanto la comodidad térmica como la visual. Se esperaría que se acumularan beneficios aún mayores en un automóvil, en donde la relación entre la superficie acristalada y el volumen cerrado es significativamente mayor que en un edificio típico. Concretamente, se espera que la puesta en práctica efectiva de la tecnología VT en los automóviles proporcione no solo los beneficios antes mencionados, sino también (1) mayor seguridad de conducción, (2) menos deslumbramiento, (3) mejor rendimiento del espejo (mediante el uso de un recubrimiento electro-óptico en el espejo), y (4) mayor capacidad para usar pantallas de visualización frontal. Otras aplicaciones potenciales de la tecnología VT incluyen vidrio de privacidad y protectores contra el deslumbramiento en dispositivos electrónicos.

25 El documento US 2004/0012839 A1 describe un medio electroforético que comprende una pluralidad de cápsulas y un aglutinante, conteniendo cada cápsula una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente y un fluido, de modo que la aplicación de un campo eléctrico a las cápsulas desplazará las partículas cargadas a través del fluido. El aglutinante puede ser un polímero soluble en agua, que puede ser gelatina, de manera preferible en forma de coacervado de gelatina y de goma arábiga.

30 El documento US 2007/0278448 A1 describe una pantalla reflectante de alto contraste que comprende un sustrato, al menos una capa de formación de imágenes modulada electrónicamente, en donde la capa de formación de imágenes modulada electrónicamente comprende una monocapa ordenada, compacta y de espesor uniforme de campos de material modulado eléctricamente en una matriz polimérica fija, al menos una capa de barrera, en donde la capa de barrera es conductora en una dirección perpendicular al sustrato, y al menos una capa eléctricamente conductora. La aplicación describe también un método para fabricar la pantalla con una capa de barrera que comprende partículas anisotrópicas y orientar el conductor anisotrópico para producir una capa de barrera conductora en una dirección perpendicular al sustrato.

40 Los campos pueden comprender gotículas de cristal líquido, que pueden dispersarse en un aglutinante hidrófilo continuo que puede formarse a partir de gelatinas y derivados de gelatina.

La patente de EE. UU. n.º 7.327.511 describe dispositivos de transmisión variable que incluyen partículas de pigmento cargadas que se distribuyen en un disolvente no polar y se encapsulan. Estos dispositivos de transmisión variable pueden conducirse a un estado abierto con un tensión de activación de CA por lo que las partículas de pigmento cargadas son impulsadas hacia las paredes de la cápsula. En consecuencia, dichos dispositivos de transmisión variable son útiles para visualizar superficies en las que es deseable alterar la transmisividad a voluntad, tales como vidrios de privacidad, techos solares y ventanas en edificios.

50 La patente '511 describe varios factores que son importantes en la adaptación de medios electroforéticos para un rendimiento óptico en dispositivos de transmisión variable. Un factor importante es minimizar la neblina. En esta aplicación, el término "neblina" se refiere al porcentaje de luz transmitida difusa (luz que se dispersa a medida que se transmite), en comparación con la luz transmitida total. Cuando se utilizan medios electro-ópticos encapsulados, la neblina puede reducirse haciendo coincidir el índice del aglutinante para que esté lo más cerca posible del índice de refracción de las cápsulas que retienen el medio de conmutación. Tal como se describe en la patente '511, es conveniente utilizar aglutinantes poliméricos que no tengan una diferencia mayor de 0.07 que el índice de refracción de las cápsulas. Sin embargo, como reconoce la patente '511, los intentos de igualar los índices de las cápsulas y el aglutinante a menudo fallan porque los materiales aglutinantes, con el índice de refracción correcto, suelen tener otras propiedades, tales como la conductividad eléctrica o la manejabilidad, que hacen que los materiales aglutinantes sean inadecuados para su uso en pantallas electro-ópticas. La patente '511 informa que las gelatinas, la polivinilpirrolidona, la celulosa y la polimetilacrilamida podrían utilizarse como material aglutinante, pero todas tienen sus inconvenientes. En particular, estos materiales aglutinantes no se prestan a una suspensión de buen comportamiento de cápsulas coacervadas que puedan recubrirse sobre una lámina y posteriormente laminarse. En consecuencia, la mayoría de los medios electro-ópticos producidos para pantallas electroforéticas (por ejemplo, Amazon Kindle®) se basan en aglutinantes de poliuretano.

65 Una deficiencia adicional de los materiales aglutinantes "exóticos" es el denominado "retroceso", o el autoborrado de un estado de visualización óptica debido a una falta de coincidencia en la impedancia (u otra propiedad eléctrica) entre la

fase interna, las paredes de la microcápsula y el aglutinante circundante, que se puede caracterizar como una serie de resistencias. El desajuste de la impedancia puede permitir que se acumulen zonas de carga entre los diversos materiales e influir en la posición de las partículas electroforéticas en la fase interna, lo que da como resultado una degradación del estado óptico. De manera obvia, el borrado automático es altamente indeseable porque invierte (o distorsiona de otro modo, en el caso de una pantalla en escala de grises) el estado óptico deseado de la pantalla, o permite que un dispositivo transmissivo se desvanezca de abierto a cerrado. Se ha encontrado que el borrado automático es un problema particular en los medios y pantallas electroforéticos dispersados por polímeros, en donde la cápsula se retira esencialmente del medio electro-óptico, dejando solamente burbujas de fase interna en un aglutinante polimérico.

10 Sumario de la invención

A pesar de trabajos anteriores que indican lo contrario, se ha descubierto que algunas formulaciones de gelatina, en particular mezclas de gelatina de pescado y goma arábica, son adecuadas como aglutinantes para medios electro-ópticos encapsulados. Además, cuando se utilizan junto con coacervados de gelatina de cerdo/goma arábica para encapsular fases internas, proporcionando estos aglutinantes de gelatina una excelente igualación de índices y, por lo tanto, baja neblina, por ejemplo, cuando se incorporan en dispositivos de transmisión. Además, los medios electro-ópticos que incorporan una mezcla de gelatina de pescado y goma arábica como aglutinante no sufren el contragolpe que se observa en las composiciones de aglutinante solamente de gelatina.

La invención, por lo tanto, se refiere a un medio electro-óptico tal como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas. Las cápsulas están formadas por gelatina y goma arábica. En algunas formas de realización, el aglutinante comprende una relación en peso de gelatina de pescado a goma arábica de 0.5 a 2.0 o más preferentemente, aproximadamente partes iguales en peso de gelatina de pescado y de goma arábica. En algunas formas de realización, las cápsulas encapsulan, de manera adicional, más de un tipo de partículas de pigmento cargadas, por ejemplo, partículas de pigmento cargadas segunda, tercera, etc. y cada conjunto de partículas cargadas puede tener un color seleccionado de entre una diversidad de colores, p. ej., blanco, negro, rojo, verde, azul, magenta, cian y amarillo. En una forma de realización, las cápsulas pueden contener segundas partículas de pigmento cargadas con carga opuesta y de un color diferente que las primeras partículas de pigmento cargadas. En algunas formas de realización, el aglutinante comprende, además, un pigmento o tinte. La mezcla de un solvente no polar y las primeras partículas de pigmento cargadas pueden comprender adicionalmente un agente de control de carga, mientras que el solvente no polar puede ser una mezcla de hidrocarburos o limoneno, por ejemplo, 1-limoneno. Los aglutinantes de la invención pueden tener un índice de refracción comprendido entre 1.47 y 1.57 a 550 nm.

Los medios electro-ópticos de la invención se pueden incorporar en una variedad de dispositivos electro-ópticos. A modo de ejemplo, un laminado de plano frontal (FPL) puede incluir una capa de electrodo transmisiva a la luz, una capa adhesiva y el medio electro-óptico de la invención. En algunas formas de realización, el laminado del plano frontal también incluirá una lámina de liberación o una capa adhesiva o ambas a la vez. Los medios electro-ópticos de la invención también se pueden incorporar en una pantalla electro-óptica que incluye una capa de electrodos transmisiva a la luz, una capa adhesiva, los medios electro-ópticos de la invención y una matriz de electrodos de píxeles. De manera alternativa, se puede fabricar un dispositivo de transmisión variable combinando una primera capa de electrodos transmisiva a la luz, una capa adhesiva, el medio electro-óptico de la invención y una segunda capa de electrodos transmisiva a la luz. En algunos dispositivos de transmisión variable, las partículas de pigmento cargadas incluirán negro de humo.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1A es una ilustración de una pantalla electro-óptica que incluye dos tipos de partículas cargadas. Las partículas se pueden desplazar hacia (alejándose) de un espectador con la aplicación de un campo eléctrico;

La Figura 1B es una ilustración de un dispositivo de transmisión variable que incluye capas de electrodos transmisivas a la luz primera y segunda con un medio electro-óptico dispuesto entre las capas. Las partículas pueden desplazarse junto a las paredes de la cápsula con la aplicación de un campo eléctrico, permitiendo así que la luz atraviese el medio;

La Figura 2A muestra mediciones de neblina para muestras de transmisión variable para una variedad de composiciones aglutinantes de gelatina de pescado. Las muestras del panel izquierdo utilizaron aglutinante sin goma arábica, las muestras del panel central utilizaron aglutinante con 33% (peso a peso) de goma arábica; y las muestras del panel derecho utilizaron un aglutinante que era gelatina de pescado y goma arábica a partes iguales;

La Figura 2B muestra medidas de relación de contraste para muestras de transmisión variable para una variedad de composiciones aglutinantes de gelatina de pescado. Las muestras del panel izquierdo utilizaron aglutinante sin goma arábica, las muestras del panel central utilizaron aglutinante con 33% (peso a peso) de goma arábica; y las muestras del panel derecho utilizaron un aglutinante que era gelatina de pescado y goma arábica en partes iguales;

La Figura 2C muestra medidas de retroceso para muestras de transmisión variable para una variedad de composiciones aglutinantes de gelatina de pescado. Las muestras del panel izquierdo utilizaron aglutinante sin goma arábica, las muestras del panel central utilizaron aglutinante con 33% (peso a peso) de goma arábica; y las muestras del panel derecho utilizaron un aglutinante que era gelatina de pescado y goma arábica a partes iguales;

La Figura 3 muestra la degradación del estado cerrado para muestras que tienen solamente gelatina de pescado como aglutinante en comparación con muestras que tienen partes iguales de gelatina de pescado y de goma arábica. En las pruebas, la mezcla 1:1 de gelatina de pescado y goma arábica tuvo un retroceso prácticamente menor, lo que resultó en estados abiertos y cerrados que se mantuvieron estables durante semanas.

Descripción detallada

La invención proporciona medios electro-ópticos mejorados que incluyen partículas de pigmento encapsuladas. En particular, se ha encontrado que una mezcla de partes aproximadamente iguales de gelatina de pescado y goma arábica es un excelente aglutinante para utilizar con cápsulas formadas a partir de un coacervado de gelatina (de cerdo) y de goma arábica. Este resultado es sorprendente porque ni la gelatina de pescado ni la goma arábica, por sí solos, son materiales aglutinantes adecuados para medios electro-ópticos. Tal como se describe a continuación, la gelatina de pescado, por sí sola, tiene un retroceso inaceptable, mientras que la goma arábica, por sí sola, se encogerá y agrietará cuando se acondicione después del recubrimiento. El medio electro-óptico resultante tiene un bajo nivel de neblina cuando se utiliza en dispositivos de transmisión, así como menos retroceso y, por lo tanto, una mayor estabilidad de estado a largo plazo. También se ha observado, que las pantallas electroforéticas en color que incluyen un medio electro-óptico, según diversas formas de realización de la invención, pueden presentar un rango de temperatura de funcionamiento más amplio. Los medios electro-ópticos se pueden recubrir sobre grandes superficies y laminarse con electrodos, etc., para crear una variedad de dispositivos electro-ópticos, incluyendo pantallas legibles a la luz del sol y ventanas inteligentes.

Las pantallas electroforéticas (tal como un eReader) suelen ser opacas y funcionan en un modo reflectante. Esta funcionalidad se ilustra en la Figura 1A, en donde la reflectividad de la luz que incide sobre una superficie se modula desplazando partículas cargadas negras o blancas hacia una superficie de visualización con una tensión eléctrica adecuada. Sin embargo, también se puede hacer que los dispositivos electroforéticos funcionen en el denominado "modo de obturador", ilustrado en la Figura 1B, en donde un estado operativo es prácticamente opaco y otro estado operativo es transmisor a la luz. Cuando este dispositivo electroforético de "modo obturador" se construye sobre un sustrato transparente, es posible regular la transmisión de luz a través del dispositivo. Un uso potencial de los medios electroforéticos, en modo obturador, son las ventanas con transmisión de luz variable.

Los dispositivos de las Figuras 1A y 1B incluyen medios electro-ópticos que consisten en cápsulas en un aglutinante polimérico. Las cápsulas contienen partículas de pigmento cargadas que se desplazan en respuesta a un campo eléctrico. Las cápsulas se forman normalmente a partir de materiales de gelatina que se describen con mayor detalle a continuación. El medio electro-óptico se distribuye entre la primera y la segunda capas de electrodos, que pueden estar realizadas de materiales conocidos tales como tereftalato de polietileno (PET) revestido con óxido de indio y estaño (ITO). De manera alternativa, una capa de electrodos puede comprender electrodos metálicos, que pueden estar dispuestos como píxeles. Los píxeles pueden controlarse como una matriz activa, lo que permite la visualización de texto e imágenes. Concretamente, una capa adhesiva adicional está presente entre el medio electro-óptico y una de las capas de electrodos. La capa de adhesivo puede ser curable por UV y normalmente mejora la planeidad del dispositivo final "rellenando" las desviaciones creadas por las cápsulas. Las formulaciones adhesivas adecuadas se describen en el documento de EE. UU. 2017/0022403.

Cuando se aplica un campo de CC al dispositivo de la Figura 1A, las partículas oscuras o claras se desplazan hacia la superficie de visualización, cambiando así el estado óptico de oscuro a claro. En la Figura 1B, cuando se aplica un campo eléctrico alterno a uno de los electrodos, las partículas de pigmento cargadas son impulsadas hacia las paredes de la cápsula, dando como resultado una abertura a través de la cápsula para la transmisión de luz, es decir, un estado abierto. En ambas formas de realización, debido a que el solvente es no polar y comprende agentes de control de carga y/o estabilizadores, el estado óptico (negro/blanco; abierto/cerrado) se puede mantener por largos periodos de tiempo (semanas) sin necesidad de mantener el campo eléctrico. Como resultado, cuando los dispositivos se "cambian" solamente un par de veces al día, consumen muy poca energía.

Una pantalla electroforética normalmente comprende una capa de material electroforético y al menos otras dos capas dispuestas en lados opuestos del material electroforético, siendo una de estas dos capas una capa de electrodo. En la mayoría de dichas pantallas, ambas capas son capas de electrodos, y una o ambas capas de electrodos están modeladas para definir los píxeles de la pantalla. Por ejemplo, una capa de electrodo puede estar modelada en electrodos de fila alargados y la otra en electrodos de columna alargados que discurren en ángulo recto con los electrodos de fila, estando definidos los píxeles por las intersecciones de los electrodos de fila y de columna. De manera alternativa, y con más frecuencia, una capa de electrodos tiene la forma de un solo electrodo continuo y la otra capa de electrodos está modelada en una matriz de electrodos de píxeles, cada uno de los cuales define un píxel de la pantalla. En otro tipo de pantalla electroforética, que está diseñada para utilizarse con un lápiz óptico, un cabezal de impresión o un electrodo móvil similar separado de la pantalla, solamente una de las capas adyacentes a la capa electroforética comprende un electrodo, siendo la capa en el lado opuesto de la capa electroforética concretamente una capa protectora destinada a evitar que el electrodo móvil dañe la capa electroforética.

El término "estado gris" se utiliza aquí en su significado convencional en la técnica de creación de imágenes para referirse a un estado intermedio entre dos estados ópticos extremos de un píxel, y no implica necesariamente una transición en

blanco y negro entre estos dos estados extremos. Por ejemplo, se conoce el uso de pantallas electro-ópticas como ventanas de transmisión variable en las que los estados extremos son prácticamente transparentes y esencialmente opacos, de modo que un "estado gris" intermedio sería parcialmente transmisivo pero puede que no sea realmente de color gris. De hecho, si las partículas utilizadas dispersan la luz, un "estado gris" parcialmente transmisivo puede en realidad ser de color blanco. El término "monocromo" se puede utilizar en lo sucesivo para indicar un sistema de activación, que solamente impulsa los píxeles a sus dos estados ópticos extremos sin estados grises intermedios.

Los términos "biestable" y "biestabilidad" se utilizan aquí en su significado convencional en la técnica para referirse a pantallas que comprenden elementos de pantalla que tienen un primer y segundo estado de pantalla que difieren en al menos una propiedad óptica, y que después de que cualquier elemento dado haya sido impulsado, por medio de un pulso de direccionamiento de duración finita, para asumir su primer o segundo estado de visualización, después de que haya terminado el pulso de direccionamiento, ese estado persistirá al menos varias veces, por ejemplo, al menos cuatro veces, con la necesidad de que la duración mínima del pulso de direccionamiento cambie el estado del elemento de visualización. En la patente de EE. UU. n.º 7.170.670 se muestra que algunas pantallas electroforéticas basadas en partículas con capacidad de escala de grises son estables no solo en sus estados extremos de blanco y negro, sino también en sus estados intermedios de gris, y lo mismo ocurre con algunos otros tipos de pantallas electro-ópticas. Este tipo de pantalla se denomina propiamente "multiestable" en lugar de biestable, aunque por conveniencia el término "biestable" se puede utilizar aquí para cubrir pantallas tanto biestables como multiestables.

Numerosas patentes y solicitudes asignadas al Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y E Ink Corporation o a su nombre, describen varias tecnologías utilizadas en medios electroforéticos encapsulados y otros medios electro-ópticos. Dichos medios encapsulados comprenden numerosas cápsulas pequeñas, cada una de las cuales comprende una fase interna que contiene partículas electroforéticamente desplazables en un medio fluido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Algunos de los materiales y técnicas descritos en las patentes y solicitudes enumeradas a continuación son relevantes para la fabricación de dispositivos de transmisión variable descritos en este documento, incluidos:

(a) Partículas electroforéticas, fluidos y aditivos de fluidos; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 5.961.804; 6.017.584; 6.120.588; 6.120.839; 6.262.706; 6.262.833; 6.300.932; 6.323.989; 6.377.387; 6.515.649; 6.538.801; 6.580.545; 6.652.075; 6.693.620; 6.721.083; 6.727.881; 6.822.782; 6.870.661; 7.002.728; 7.038.655; 7.170.670; 7.180.649; 7.230.750; 7.230.751; 7.236.290; 7.247.379; 7.312.916; 7.375.875; 7.411.720; 7.532.388; 7.679.814; 7.746.544; 7.848.006; 7.903.319; 8.018.640; 8.115.729; 8.199.395; 8.270.064; y 8.305.341; y Publicaciones de Solicitudes de Patentes de EE.UU. números 2005/0012980; 2008/0266245; 2009/0009852; 2009/0206499; 2009/0225398; 2010/0148385; 2010/0207073; y 2011/0012825;

(b) Cápsulas, aglutinantes y procesos de encapsulación; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 6.922.276 y 7.411.719;

(c) películas y subconjuntos que contengan materiales electro-ópticos; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 6.982.178 y 7.839.564;

(d) Placas base, capas adhesivas y otras capas auxiliares y métodos utilizados en pantallas; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 7.116.318 y 7.535.624;

(e) formación de color y ajuste de color; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 7.075.502 y 7.839.564;

(f) Métodos para activar pantallas; véanse, por ejemplo, las Patentes de EE.UU. números 7.012.600 y 7.453.445;

(g) Aplicaciones de pantallas; véanse, por ejemplo, las patentes de EE.UU. números 7.312.784 y 8.009.348; y

(h) Pantallas no electroforéticas, tal como se describe en las Patentes de EE.UU. números 6,241,921; 6.950.220; 7.420.549 y 8.319.759; y Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. n.º 2012/0293858.

La fase interna del medio electro-óptico incluye partículas de pigmento cargadas en un fluido de suspensión. Los fluidos utilizados en los medios de transmisión variable de la presente invención serán concretamente de baja constante dieléctrica (de manera preferible menos de 10 y deseablemente menos de 3). Los disolventes especialmente preferidos incluyen hidrocarburos alifáticos tales como heptano, octano y destilados de petróleo tales como Isopar® (Exxon Mobil) o Isane® (Total); terpenos tales como limoneno, por ejemplo, 1-limoneno; e hidrocarburos aromáticos tales como tolueno. Un disolvente especialmente preferido es el limoneno, ya que combina una constante dieléctrica baja (2.3) con un índice de refracción relativamente alto (1.47). El índice de refracción de la fase interna puede modificarse con la adición de agentes de igualación de índices tales como fluidos de igualación de índices Cargille® disponibles de Cargille-Sacher Laboratories Inc. (Cedar Grove, NJ). En los medios encapsulados de la presente invención, se prefiere que el índice de refracción de la dispersión de partículas coincida lo más posible con el del material de encapsulación para reducir la neblina. Esta coincidencia de índices se logra mejor (cuando se emplean encapsulantes poliméricos comúnmente disponibles) cuando el índice de refracción del solvente es próximo al del encapsulante. En la mayoría de los casos, es conveniente tener una fase interna con un índice de refracción comprendido entre 1.51 y 1.57 a 550 nm, de manera preferible alrededor de 1.54 a 550 nm.

Las partículas de pigmento cargadas pueden ser de una variedad de colores y composiciones. Además, las partículas de pigmento cargadas pueden funcionalizarse con polímeros superficiales para mejorar la estabilidad del estado. Dichos pigmentos se describen en la publicación de patente de EE.UU. 2016/0085132. Por ejemplo, si las partículas cargadas son de color blanco, pueden estar formadas por un pigmento inorgánico tal como TiO₂, ZrO₂, ZnO, Al₂O₃, Sb₂O₃, BaSO₄, PbSO₄ o similares. También pueden ser partículas de polímero con un alto índice de refracción (> 1.5) y de cierto tamaño (>100 nm) para mostrar un color blanco, o partículas compuestas diseñadas para tener un índice de refracción deseado. Partículas cargadas de negro, pueden formarse a partir de pigmento negro CI 26 o 28 o similar (por ejemplo, espinela negra de ferrita de manganeso o espinela negra de cromita de cobre) o negro de humo. Se pueden formar otros colores (que no sean blancos ni negros) a partir de pigmentos orgánicos tales como el pigmento CI PR 254, PR122, PR149, PG36, PG58, PG7, PB28, PB15:3, PY83, PY138, PY150, PY155 o PY20. Otros ejemplos incluyen Clariant Hostaperm Rojo D3G 70-EDS, Hostaperm Rosa E-EDS, PV Rojo Rápido D3G, Hostaperm Rojo D3G 70, Hostaperm Azul B2G-EDS, Hostaperm Amarillo H4G-EDS, Novoperm Amarillo HR-70-EDS, Hostaperm Verde GNX, BASF Irgazine Rojo L 3630, Cinquasia Rojo L 4100 HD y Irgazin Rojo L 3660 HD; Azul de ftalocianina de Sun Chemical, verde de ftalocianina, amarillo de diarilida o amarillo de diarilida AAOT. Las partículas de color también se pueden formar a partir de pigmentos inorgánicos, tal como el pigmento CI azul 28, el pigmento CI verde 50, el pigmento CI amarillo 227 y similares. La superficie de las partículas cargadas puede modificarse mediante técnicas conocidas basadas en la polaridad de carga y el nivel de carga de las partículas requeridas, tal como se describe en la patente de EE.UU. números 6.822.782, 7.002.728, 9.366.935 y 9.372.380, así como la Publicación de EE.UU n.º 2014-0011913.

Las partículas pueden presentar una carga nativa, o pueden cargarse explícitamente utilizando un agente de control de carga, o pueden adquirir una carga cuando se suspenden en un solvente o en una mezcla de solventes. Los agentes de control de carga adecuados son bien conocidos en esta técnica; pueden ser de naturaleza polimérica o no polimérica o pueden ser iónicos o no iónicos. Los ejemplos de agentes de control de carga pueden incluir, entre otros, Solsperse 17000 (dispersante polimérico activo), Solsperse 9000 (dispersante polimérico activo), OLOA 11000 (dispersante sin cenizas de succinimida), Unithox 750 (etoxilatos), Span 85 (trioleato de sorbitano), Petronate L (sulfonato de sodio), Alcolac LV30 (lecitina de soja), Petrostep B100 (sulfonato de petróleo) o B70 (sulfonato de bario), Aerosol OT, derivados de poliisobutileno o derivados de poli(etileno co-butileno), y similares. Además del fluido de suspensión y de las partículas de pigmento cargadas, las fases internas pueden incluir estabilizadores, tensioactivos y agentes de control de carga. Se puede adsorber un material estabilizador sobre las partículas de pigmento cargadas cuando se dispersan en el disolvente. Este material estabilizador mantiene las partículas separadas entre sí de manera que el medio de transmisión variable es prácticamente no transmisivo cuando las partículas están en su estado disperso. Tal como es conocido en esta técnica, la dispersión de partículas cargadas (concretamente un negro de humo, tal como se ha descrito con anterioridad) en un disolvente de baja constante dieléctrica puede verse favorecida por el uso de un tensioactivo. Dicho tensioactivo normalmente comprende un "grupo de cabeza" polar y un "grupo de cola" no polar que es compatible o soluble en el disolvente. En la presente invención, se prefiere que el grupo de cola no polar sea un resto hidrocarbonado saturado o insaturado, u otro grupo que sea soluble en disolventes de hidrocarburos, tal como, por ejemplo, un poli(dialquilsiloxano). El grupo polar puede ser cualquier funcionalidad orgánica polar, incluyendo materiales iónicos tales como sales de amonio, sulfonato o fosfonato, o grupos ácidos o básicos. Los grupos de cabeza particularmente preferidos son grupos de ácido carboxílico o carboxilato. Los estabilizadores adecuados para usar con la invención incluyen poliisobutileno y poliestireno.

En algunas formas de realización, se añaden dispersantes, tales como poliisobutileno succinimida y/o trioletato de sorbitano y/o ácido 2-hexildecanoico.

Las paredes de la cápsula a base de gelatina que se utilizan en los dispositivos de transmisión variable se han descrito en muchas de las patentes y solicitudes de E Ink y MIT mencionadas con anterioridad. La gelatina está disponible de varios proveedores comerciales, tales como Sigma Aldrich o Gelita USA. Se puede obtener en una variedad de grados y pureza dependiendo de las necesidades de la aplicación. La gelatina comprende principalmente colágeno que ha sido recogido de productos animales (vaca, cerdo, aves, pescado) e hidrolizado. Se compone de una mezcla de péptidos y proteínas. En muchas de las formas de realización descritas en el presente documento, la gelatina se combina con acacia (goma arábica), que se deriva de la savia endurecida del árbol de la acacia. La goma arábica es una mezcla compleja de glicoproteínas y polisacáridos, y se suele utilizar a menudo como estabilizador en alimentos. Las soluciones acuosas de goma arábica y de gelatina se pueden coacervar con una fase interna no polar, tal como se describe a continuación, para obtener cápsulas claras y flexibles que contienen fase interna.

Las cápsulas que incorporan gelatina/goma arábica se pueden preparar de la siguiente manera; véase, por ejemplo, la Patente de EE.UU. n.º 7.170.670. En este proceso, una mezcla acuosa de gelatina y goma arábica se emulsiona con una fase interna de hidrocarburo (u otra fase inmiscible en agua que se desea encapsular) para encapsular la fase interna. La mezcla se eleva a 40°C, y el pH de la mezcla se reduce a aproximadamente 4.9 para causar la formación del coacervado de gelatina/goma arábica, formando así cápsulas. A continuación se baja la temperatura de la mezcla resultante a 10°C y se agrega una solución acuosa de glutaraldehído (un agente para reticular las paredes de la cápsula). A continuación, la mezcla resultante se calienta a 25°C y se agita de forma vigorosa durante 12 horas más. Se utiliza una etapa de acabado (mantener la mezcla de cápsulas a 50°C durante aproximadamente una hora) para desactivar el glutaraldehído restante, asegurando así que las cápsulas se separarán durante el tamizado. El proceso proporciona cápsulas en el rango de 20-100µm y a menudo incorpora más del 50 por ciento de los materiales de partida en cápsulas utilizables. Las cápsulas obtenidas se separan a continuación por tamaño mediante tamizado u otra clasificación por exclusión de tamaño.

Es difícil trabajar con cápsulas de más de aproximadamente 120 μm porque las cápsulas tienden a romperse durante el procesamiento debido a la fuerza de cizallamiento. Asimismo, las cápsulas de más de 100 μm son visibles a simple vista, por lo que su presencia se observa como ondas en la película de transmisión variable.

Después de la clasificación por tamaño, las cápsulas se mezclan con un aglutinante para crear una suspensión para recubrir, por ejemplo, usando recubrimiento por ranura, recubrimiento por cuchilla, recubrimiento por rotación, etc. En las formas de realización de la invención, el aglutinante comprende una gelatina de pescado. La gelatina se combina con goma arábica, sin embargo, se ha encontrado que la mezcla no debe coacervarse porque la mezcla coacervada no creará una suspensión adecuadamente uniforme. Además, se ha descubierto que la neblina de un medio transmisivo se puede mejorar variando la cantidad de goma arábica que se añade a la mezcla aglutinante.

Para mejorar la transparencia fuera del eje, puede ser conveniente mantener la capa electroforética lo más delgada posible, reduciendo así el tamaño de cualquier estructura de partículas que se extienda a través del espesor de la capa electroforética; sin embargo, tal como se indicó con anterioridad, una capa electroforética delgada requiere un aumento correspondiente en la fracción de volumen de partículas electroforéticas para lograr una opacidad adecuada en el estado cerrado de la pantalla. En consecuencia, es probable que exista un espesor óptimo de la capa electroforética para cualquier selección dada de materiales para uso en un modulador de luz. La transparencia fuera del eje también se puede mejorar controlando las estructuras de las partículas para que no ocupen todas las paredes laterales de una gotícula. En particular, es conveniente concentrar las partículas de modo que las estructuras de las partículas ocupen solamente una parte de las paredes laterales adyacentes a una superficie principal de la capa de medio electroforético. Dichas estructuras de partículas se pueden obtener de conformidad con el método de activación de CC/CA de la presente invención llevando primero todas las partículas dentro de una gotícula adyacente a una superficie principal de la capa electroforética aplicando un campo de CC a la capa y a continuación, impulsando las partículas a las paredes laterales usando un campo CA de frecuencia apropiada.

Se han descrito diversas formas de onda para controlar partículas electroforéticas en "modo obturador", por ejemplo, las patentes de EE. UU. números 5.872.552; 6.130.774; 6.144.361; 6.172.798; 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 del campo eléctrico, pueden funcionar de manera similar; véase la Patente de EE.UU. nº 4.418.346. El "Modo de obturador" es una forma abreviada de pantallas que tienen un primer estado prácticamente opaco y un segundo estado que es prácticamente transmisivo a la luz.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Se preparó una fase interna no acuosa combinando OLO A11000, 1-limoneno, fluido de inmersión Cargille® 5040, Mogul® L (Cabot Corp.), poliestireno (Sigma-Aldrich 331651) y ácido 2-hexildecanoico (Aldrich). A continuación, la mezcla de la fase interna se encapsuló añadiendo la mezcla a una solución acuosa de gelatina porcina seca (Gelita USA, Inc) y goma arábica (AEP Colloids). Una vez completada la adición de la fase interna, la mezcla se agitó y calentó para emulsionar la fase interna en gotículas que tenían un diámetro medio de aproximadamente 40 a 45 μm . Para evitar una mayor degradación de las gotículas, se añadió agua y una dispersión de negro de humo Emperor 2000 al 10 % en peso (Cabot Corp.) con Kolliphor PI88 al 5 % en peso (Aldrich 15759) en agua.

Después de mezclar y ajustar el pH, se bajó la temperatura de la mezcla y se añadió glutaraldehído al 50 % en peso con agitación continua de forma vigorosa. Después de esta adición, la mezcla se calentó gradualmente y se agitó vigorosamente y a continuación se procedió a su enfriado. Las cápsulas resultantes se clasificaron para crear una mezcla de cápsulas que variaban en tamaño desde 15 a 50 μm con un tamaño medio de aproximadamente 30 μm .

Las suspensiones de cápsulas acuosas resultantes se centrifugaron y luego se mezclaron en tres aglutinantes acuosos a base de gelatina de pescado diferentes; A) sin goma arábica, B) una mezcla 1:3 de goma arábica con gelatina de pescado, y C) una mezcla 1:1 de goma arábica con gelatina de pescado. La gelatina de pescado se obtuvo de Norland como gelatina líquida HiPure y la goma arábica de coloides AEP. Cada aglutinante de gelatina se mezcló en una proporción de 1 parte en peso de aglutinante por 7 partes en peso de cápsulas, y una solución de colorante al 10 % en peso de negro de humo Emperor 2000 con 5 % en peso de Kolliphor PI88 en agua con una proporción de 1 parte de colorante de negro de humo a 49 partes de aglutinante. La mezcla resultante se revistió con barra sobre una película de poliéster revestida con óxido de indio y estaño de 125 mm de espesor. La película revestida se dejó secar para obtener un medio electroforético de aproximadamente 25 μm de espesor que contenía esencialmente una sola capa de cápsulas.

Las superficies recubiertas de cápsula de las películas recubiertas se recubrieron posteriormente con un adhesivo a base de acrilato de uretano. A medida que se añadía la capa adhesiva, se aplicaba una lámina serigrafiada de película de poliéster revestida con óxido de indio y estaño de 125 mm de espesor. A continuación, los conjuntos resultantes se curaron mediante la exposición a la luz ultravioleta de una lámpara UV CSun.

Se prepararon varias muestras de películas de prueba de transmisión variable para cada formulación de aglutinante. A continuación, se evaluó la transmisión abierta y cerrada de las muestras, así como la neblina, utilizando la configuración

de evaluación óptica descrita en la patente de EE. UU. n.º 7.679.814. En resumen, cada muestra se colocó frente a una fuente de luz calibrada con un detector integrador en el lado opuesto de la muestra. Cada muestra se llevó al estado abierto y cerrado y se evaluó para la transmisión. Además, se utilizó una rueda de corte calibrada para medir la luz difusa frente a la transmitida para evaluar la neblina. La cantidad de rebote también se evaluó comparando el decaimiento en el estado abierto en función del tiempo (véase Figura 3). Los datos resultantes se muestran en las Figuras 2A a 2C.

Al evaluar la diferencia entre las tres formulaciones de aglutinantes, está claro que la mezcla 1:1 de gelatina de pescado y goma arábiga produjo un medio electro-óptico con buen contraste (diferencia entre los estados abierto y cerrado; Figura 2B) y muy poca neblina (Figura 2A).

Además, ambas mezclas de aglutinantes que contenían goma arábiga tenían poco retroceso, lo que condujo a una estabilidad muy prolongada en estado abierto y cerrado. Véase Figura 3.

Ejemplo 2

Se preparó una fase interna no acuosa combinando una dispersión de pigmento blanco con una primera dispersión de pigmento coloreado, una segunda dispersión de pigmento coloreado y una tercera dispersión de pigmento coloreado. Lo que antecede se mezcló con una mezcla de disolventes que contenían Solsperse® e Isopar E y luego se mezcló con una solución de poli-isobutileno. A continuación, la mezcla de la fase interna se encapsuló añadiendo la mezcla a una solución acuosa de gelatina porcina seca y goma arábiga. Una vez completada la adición de la fase interna, la mezcla se emulsionó mediante mezclado y se ajustó el pH mientras se calentaba. A continuación, se redujo la temperatura de la mezcla y se añadió glutaraldehído al 50% en peso con agitación continua de forma vigorosa. Después de esta adición, la mezcla se calentó de manera gradual y se agitó vigorosamente y a continuación se enfrió. Las cápsulas resultantes se clasificaron con tamices para crear una mezcla de cápsulas cuyo tamaño oscilaba entre 15 y 50 µm con un tamaño medio de aproximadamente 40 µm.

Las suspensiones de cápsulas acuosas resultantes se mezclaron luego en tres aglutinantes diferentes; A) un poli(alcohol vinílico) cargado, B) una mezcla 1:1 de goma arábiga con gelatina de pescado, y C) una dispersión estándar de poliuretano. La gelatina de pescado se obtuvo de Norland como gelatina líquida HiPure y la goma arábiga de coloides AEP. Cada aglutinante de gelatina se mezcló en una proporción de 1 parte en peso de aglutinante por 7 partes en peso de cápsulas. La mezcla resultante se revistió con barra sobre una película de poliéster revestida con óxido de indio y estaño de 125 mm de espesor. La película revestida se dejó secar para obtener un medio electroforético de aproximadamente 21 µm de espesor que contenía esencialmente una sola capa de cápsulas.

Las superficies recubiertas de la cápsula de las películas recubiertas se laminaron luego con un adhesivo de poliuretano dopado con sales conductoras, que posteriormente se laminó en un conjunto de plano posterior serigrafiado de aproximadamente 2 pulgadas cuadradas. Los estados de color de los píxeles y el volumen de la gama se midieron luego a múltiples temperaturas, y la gama de colores resultante se tomó para abarcar el volumen de estado máximo posible para el sistema experimental sin limitaciones de condiciones de conducción más allá de la tensión máxima. De las tres muestras, la película que contenía el aglutinante de gelatina de pescado/goma arábiga presentó el mayor y más consistente volumen de gama en todo el rango de temperatura. Los resultados se proporcionan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1:

AGLUTINANTE	VOLUMEN DE GAMA @		
	OC	25 C	50 C
PVOH	94898	110148	74652
Poliuretano	44534	48805	42485
1:1 gelatina de pescado / goma arábiga	98682	97940	84766

A partir de lo que antecede, se verá que la presente invención puede proporcionar un medio electro-óptico que se presta a dispositivos de transmisión variable que tienen un alto contraste entre los estados abierto y cerrado con muy poca neblina; cualidades atractivas para aplicaciones comerciales tales como ventanas de transmisión variable.

REIVINDICACIONES

1. Un medio electro-óptico que comprende una pluralidad de cápsulas y un aglutinante, conteniendo cada cápsula una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente y un fluido, siendo las partículas cargadas desplazables mediante la aplicación de un campo eléctrico, estando caracterizado el medio electro-óptico porque el aglutinante comprende gelatina de pescado y goma arábica, y las cápsulas comprenden gelatina y goma arábica.
2. El medio electro-óptico según la reivindicación 1, en donde el aglutinante tiene una relación másica de gelatina de pescado a goma arábica de 0.5 a 2.0.
3. El medio electro-óptico según la reivindicación 1, en donde el aglutinante tiene un índice de refracción comprendido entre 1.47 y 1.57 a 550 nm al 50% de HR.
4. El medio electro-óptico según la reivindicación 1, en donde la aplicación del campo eléctrico cambia las partículas cargadas entre un estado abierto y un estado cerrado, en donde la absorbancia de la luz de las cápsulas es mayor en el estado cerrado que en el estado abierto.
5. El medio electro-óptico según la reivindicación 1, en donde las partículas de pigmento cargadas eléctricamente comprenden un primer tipo de partículas que tienen un primer color y un segundo tipo de partículas que tienen un segundo color, en donde el primer color y el segundo color difieren, y el primer tipo de partículas tiene una carga opuesta que el segundo tipo de partículas.
6. El medio electro-óptico según la reivindicación 1, en donde las partículas de pigmento cargadas eléctricamente comprenden al menos tres conjuntos de partículas, teniendo cada conjunto de partículas un color que difiere del color de los otros dos conjuntos de partículas, en donde el color de cada conjunto de partículas se selecciona del grupo que consta de blanco, negro, rojo, verde, azul, magenta, cian y amarillo.
7. Un dispositivo que comprende una capa del medio electroforético de transmisión variable según la reivindicación 1 dispuesta entre dos electrodos, siendo al menos uno de los dos electrodos transmisivos a la luz.
8. El dispositivo según la reivindicación 7, en donde los dos electrodos son transmisivos a la luz.

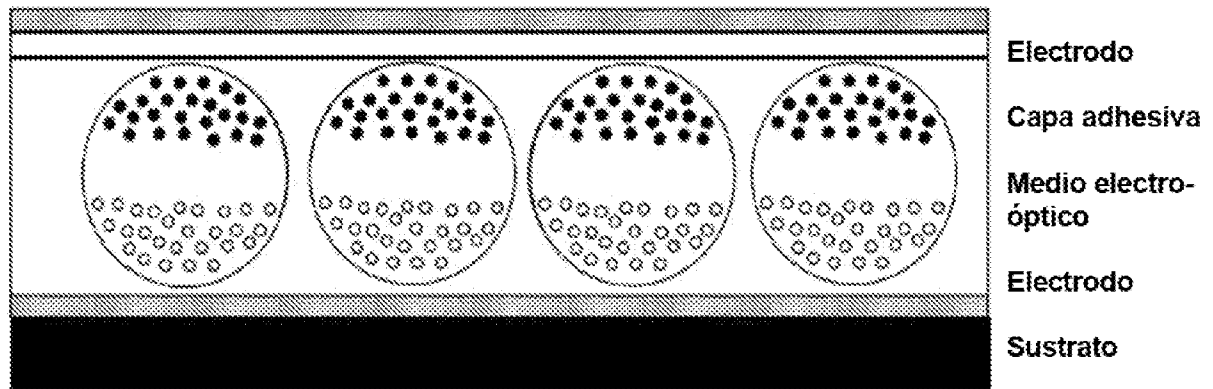


Fig. 1A

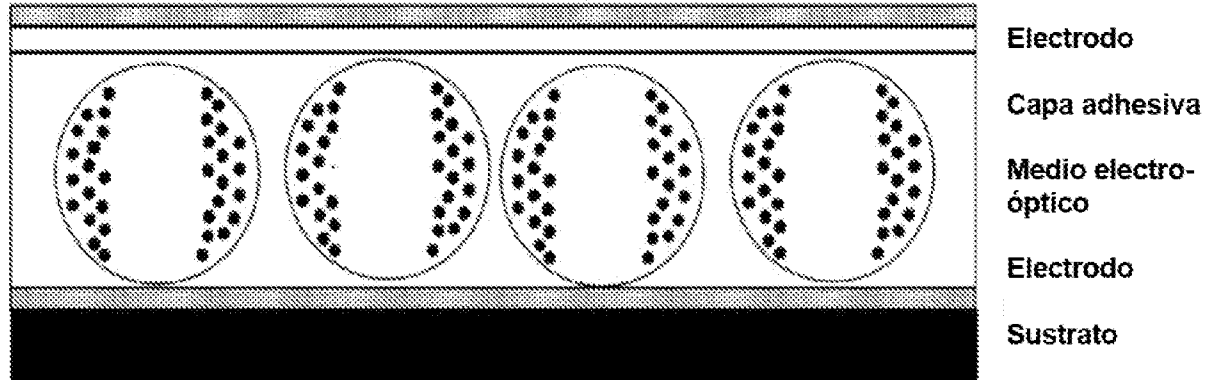


Fig. 1B

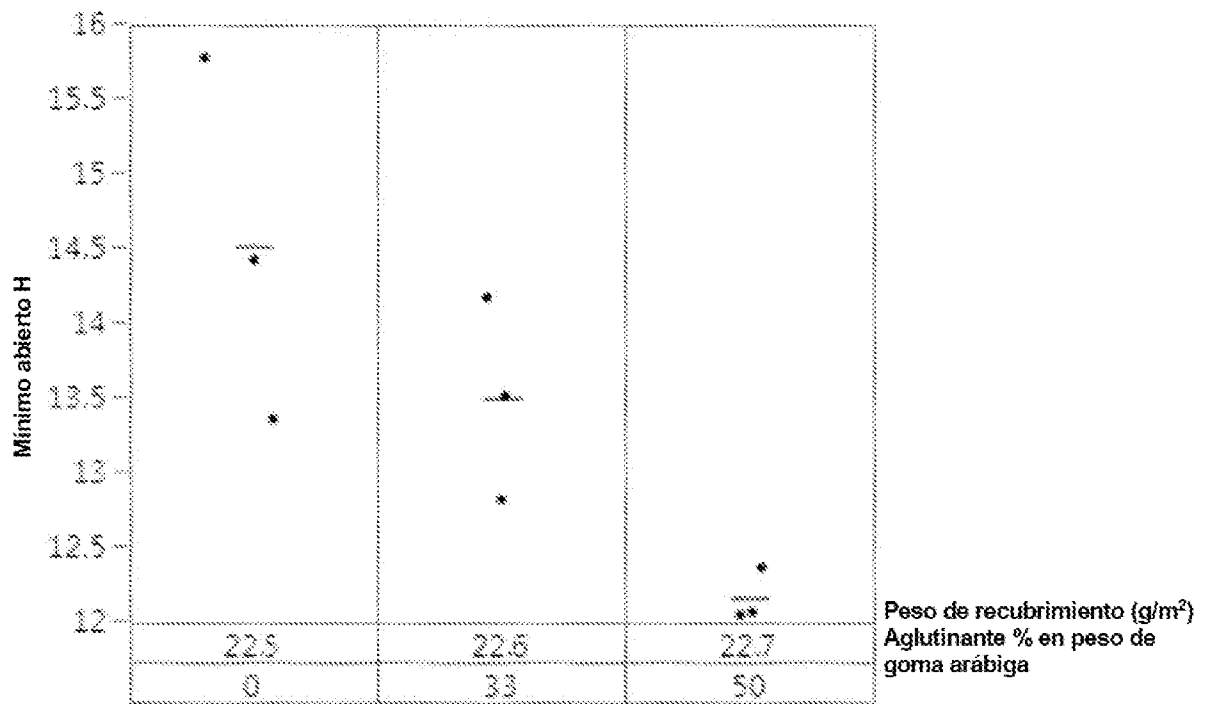


Fig. 2A

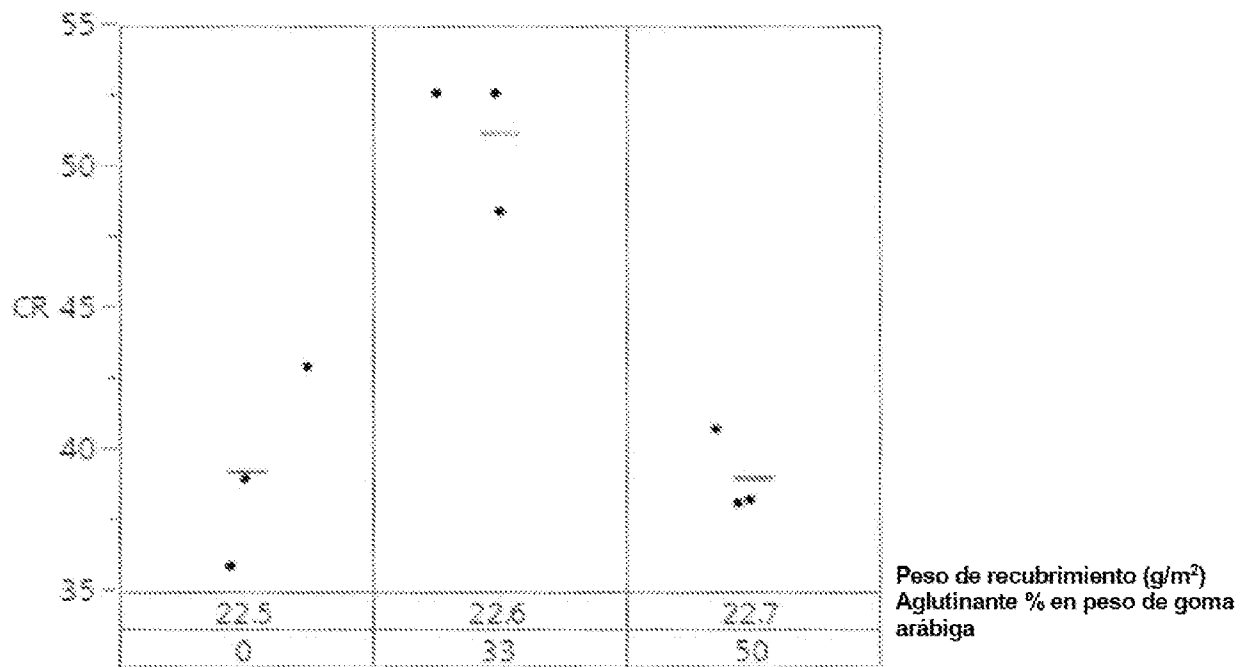


Fig. 2B

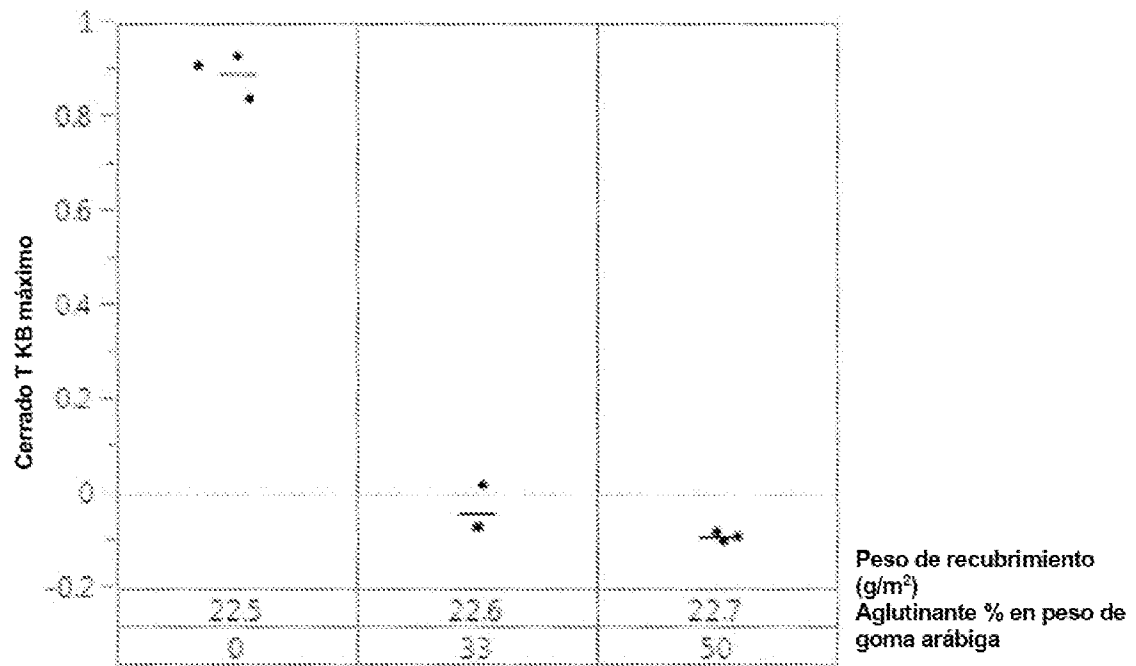


Fig. 2C

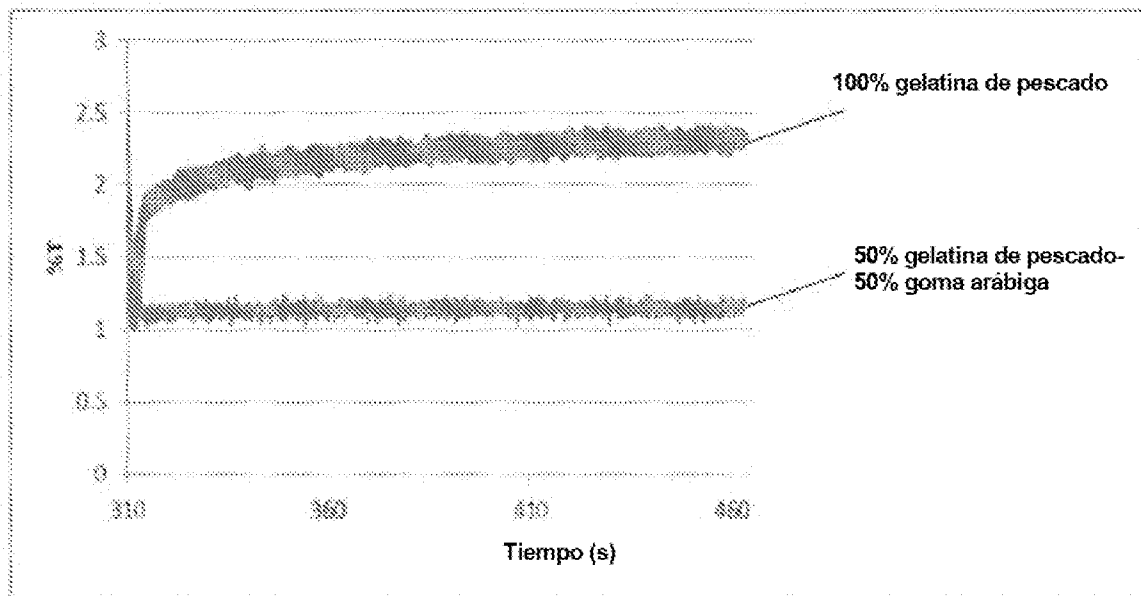


Fig. 3