

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 931 049**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2009.01)

G09G 3/20 (2006.01)

G03G 17/04 (2006.01)

B32B 37/02 (2006.01)

B05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2017** **PCT/US2017/059887**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.05.2019** **WO19089042**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2017** **E 17930327 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2022** **EP 3704537**

54 Título: **Procesos de producción de dispositivos de visualización electro-ópticos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
23.12.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BULL, STEPHEN;
BREWER, DAMIEN;
ANSETH, JAY WILLIAM;
PAOLINI, RICHARD J., JR.;
FAUVELL, THOMAS;
HARRIS, GEORGE G. y
REGAN, MICHAEL THOMAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 931 049 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

Procesos de producción de dispositivos de visualización electro-ópticos

La presente solicitud está relacionada con las patentes US Nº 6.982.178, 7.561.324 y 7.839.564.

La presente invención se refiere a procesos para depositar medios electroforéticos encapsulados mediante pulverización.

5 El término "electro-óptico", tal como se aplica a un material o un dispositivo de visualización, se usa en el presente documento en su sentido convencional en la técnica de formación de imágenes para hacer referencia a un material que tiene estados de visualización primero y segundo que difieren en al menos una propiedad óptica, cambiando el material desde su primer estado de visualización a su segundo estado de visualización mediante la aplicación de un campo eléctrico al material. Aunque la propiedad óptica es típicamente un color perceptible por el ojo humano, puede ser otra propiedad
10 óptica, tal como la transmisión óptica, la reflectancia, la luminiscencia o, en el caso de dispositivos de visualización destinados a lectura por máquina, un pseudo-color en el sentido de un cambio en la reflectancia de las longitudes de onda electromagnéticas fuera del rango visible.

La expresión "estado gris" se usa en el presente documento en su sentido convencional en la técnica de formación de imágenes para hacer referencia a un estado intermedio entre dos estados ópticos extremos de un píxel, y no implica necesariamente una transición blanco-negro entre estos dos estados extremos. El término "monocromo" puede usarse en
15 adelante para indicar un esquema de accionamiento que solo acciona los píxeles a sus dos estados ópticos extremos sin estados grises intermedios.

Algunos materiales electro-ópticos son sólidos en el sentido de que los materiales tienen superficies exteriores sólidas, aunque los materiales pueden tener, y frecuentemente tienen, espacios interiores llenos de líquido o gas. En adelante, por
20 conveniencia, puede hacerse referencia a dichos dispositivos de visualización que usan materiales electro-ópticos sólidos como "dispositivos de visualización electro-ópticos sólidos". De esta manera, la expresión "dispositivos de visualización electro-ópticos sólidos" incluye dispositivos de visualización de miembros bicromáticos giratorios, dispositivos de visualización electroforéticos encapsulados, dispositivos de visualización electroforéticos de microcélulas y dispositivos de visualización de cristal líquido encapsulado.

Los términos "biestable" y "biestabilidad" se usan en el presente documento en su sentido convencional en la técnica para hacer referencia a dispositivos de visualización que comprenden elementos de visualización que tienen estados de visualización primero y segundo que difieren en al menos una propiedad óptica, y de manera que, después de accionar cualquier elemento determinado, por medio de un pulso de direccionamiento de duración finita, para asumir su primer estado de visualización o su segundo estado de visualización, después de que el pulso de direccionamiento haya
30 terminado, ese estado persistirá durante al menos varias veces, por ejemplo al menos cuatro veces, la duración mínima del pulso de direccionamiento requerida para cambiar el estado del elemento de visualización. En la patente US Nº 7.170.670 se muestra que algunos dispositivos de visualización electroforéticos basados en partículas con capacidad de escala de grises son estables no solo en sus estados extremos negro y blanco, sino también en sus estados grises intermedios, y lo mismo es válido para algunos otros tipos de dispositivos de visualización electro-ópticos. Este tipo de dispositivo de visualización se denomina, de manera apropiada, "multiestable" en lugar de biestable, aunque por
35 conveniencia el término "biestable" puede usarse en el presente documento para abarcar dispositivos de visualización tanto biestables como multiestables.

Se conocen varios tipos de dispositivos de visualización electro-ópticos, por ejemplo

(a) un tipo de miembro bicromático giratorio tal como se describe, por ejemplo, en las patentes US Nº 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;

(b) un medio electrocrómico, por ejemplo, un medio electrocrómico en forma de una película nanocrómica que comprende un electrodo formado al menos en parte a partir de un óxido metálico semiconductor y múltiples moléculas de colorante con capacidad de cambio de color reversible fijadas al electrodo; véase, por ejemplo, las patentes US Nº 6.301.038, 6.870.657 y 6.950.220, y

(c) un dispositivo de visualización de electro-humectación, tal como se describe en Hayes, R.A., et al., "Video-Speed Electronic Paper Based on Electrowetting", Nature, 425, 383-385 (2003) y la patente US Nº 7.420.549.

Un tipo de dispositivo de visualización electro-óptico, que ha sido objeto de intensa investigación y desarrollo durante varios años, es el dispositivo de visualización electroforético basado en partículas, en el que múltiples partículas cargadas se mueven a través de un fluido bajo la influencia de un campo eléctrico. Los dispositivos de visualización electroforéticos pueden tener atributos de buen brillo y contraste, amplios ángulos de visión, biestabilidad de estado y bajo consumo de energía en comparación con los dispositivos de visualización de cristal líquido. Sin embargo, los problemas con la calidad de imagen a largo plazo de estos dispositivos de visualización han impedido su uso generalizado. Por ejemplo, las partículas que componen los dispositivos de visualización electroforéticos tienden a sedimentarse, resultando en una vida útil inadecuada para estos dispositivos de visualización.

55 Tal como se ha indicado anteriormente, los medios electroforéticos requieren la presencia de un fluido. En la mayoría de

los medios electroforéticos de la técnica anterior, este fluido es un líquido, pero los medios electroforéticos pueden producirse usando fluidos gaseosos; véase, por ejemplo, Kitamura, T., et al., "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japón, 2001, Artículo HCS1-1, y Yamaguchi, Y., et al., "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japón, 2001, Artículo AMD4-4). Véanse también las patentes US N° 7.321.459 y 7.236.291.

5 Dichos medios electroforéticos basados en gas parecen ser susceptibles a los mismos tipos de problemas debidos a la sedimentación de partículas al igual que los medios electroforéticos basados en líquido, cuando los medios se usan en una orientación que permite dicha sedimentación, por ejemplo, en un signo donde el medio está dispuesto en un plano vertical. De hecho, la sedimentación de las partículas parece ser un problema más grave en los medios electroforéticos basados en gas que en los basados en líquido, ya que la menor viscosidad de los fluidos de suspensión gaseosos en comparación con los líquidos permite una sedimentación más rápida de las partículas electroforéticas.

Numerosas patentes y solicitudes asignadas a o a nombre del Massachusetts Institute of Technology (MIT) y E Ink Corporation describen diversas tecnologías usadas en medios electroforéticos encapsulados y otros medios electro-ópticos. Dichos medios encapsulados comprenden numerosas cápsulas de pequeño tamaño, cada una de las cuales comprende una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles en un medio fluido, y una pared de

15 cápsula que rodea la fase interna. Típicamente, las propias cápsulas se mantienen en el interior de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente posicionada entre dos electrodos. Las tecnologías descritas en estas patentes y solicitudes incluyen:

(a) Partículas electroforéticas, fluidos y aditivos fluidos; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 7.002.728 y 7.679.814;

(b) Cápsulas, aglutinantes y procesos de encapsulación; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 6.922.276 y 7.411.719;

(c) Películas y subconjuntos que contienen materiales electro-ópticos; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 6.825.829, 6.982.178, 7.236.292, 7.443.571, 7.513.813, 7.561.324, 7.636.191, 7.649.666; 7.728.811, 7.729.039, 7.791.782, 7.839.564, 7.843.621, 7.843.624, 8.034.209, 8.068.272, 8.077.381, 8.177.942, 8.390.301, 8.482.852, 8.786.929, 8.830.553, 8.854.721 y 9.075.280, y las solicitudes de patente US N° 2009/0109519, 2009/0168067, 2011/0164301, 2014/0027044, 2014/0115884, y 2014/0340738;

(d) Paneles posteriores, capas adhesivas y otras capas auxiliares y métodos usados en dispositivos de visualización; véanse, por ejemplo, las patentes US N° D485.294, 6.124.851, 6.130.773, 6.177.921, 6.232.950, 6.252.564, 6.312.304, 6.312.971, 6.376.828, 6.392.786, 6.413.790, 6.422.687, 6.445.374, 6.480.182, 6.498.114, 6.506.438, 6.518.949, 6.521.489, 6.535.197, 6.545.291, 6.639.578, 6.657.772, 6.664.944, 6.680.725, 6.683.333, 6.724.519, 6.750.473, 6.816.147, 6.819.471, 6.825.068, 6.831.769, 6.842.167, 6.842.279, 6.842.657, 6.865.010, 6.967.640, 6.980.196, 7.012.735, 7.030.412, 7.075.703, 7.106.296, 7.110.163, 7.116.318, 7.148.128, 7.167.155, 7.173.752, 7.176.880, 7.190.008, 7.206.119, 7.223.672, 7.230.751, 7.256.766, 7.259.744, 7.280.094, 7.327.511, 7.349.148, 7.352.353, 7.365.394, 7.365.733, 7.382.363, 7.388.572, 7.442.587, 7.492.497, 7.535.624, 7.551.346, 7.554.712, 7.583.427, 7.598.173, 7.605.799, 7.636.191, 7.649.674, 7.667.886, 7.672.040, 7.688.497, 7.733.335, 7.785.988, 7.843.626, 7.859.637, 7.893.435, 7.898.717, 7.957.053, 7.986.450, 8.009.344, 8.027.081, 8.049.947, 8.077.141, 8.089.453, 8.208.193, 8.373.211, 8.389.381, 8.498.042, 8.610.988, 8.728.266, 8.754.859, 8.830.560, 8.891.155, 8.989.886, 9.152.003 y 9.152.004; y las publicaciones de solicitudes de patente US N° 2002/0060321, 2004/0105036, 2005/0122306, 2005/0122563, 2007/0052757, 2007/0097489, 2007/0109219, 2009/0122389, 2009/0315044, 2011/0026101, 2011/0140744, 2011/0187683, 2011/0187689, 2011/0292319, 2013/0278900, 2014/0078024, 2014/0139501, 2014/0300837, 2015/0171112, 2015/0205178, 2015/0226986, 2015/0227018, 2015/0228666 y 2015/0261057, y la publicación de solicitud internacional N° WO 00/38000, las patentes europeas N° 1.099.207 B1 y 1.145.072 B1.

(e) Formación de color y ajuste de color; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 7.075.502 y 7.839.564;

(f) Métodos de accionamiento de dispositivos de visualización; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 7.012.600 y 7.453.445;

(g) Solicitudes de dispositivos de visualización; véanse, por ejemplo, las patentes US N° 7.312.784 y 8.009.348; y

(h) Dispositivos de visualización no electroforéticos, tal como se describe en las patentes US N° 6.241.921, 6.950.220, 7.420.549, 8.319.759, y 8.994.705; y la publicación de solicitud de patente US N° 2012/0293858.

Muchas de las patentes y solicitudes indicadas anteriormente reconocen que las paredes que rodean las microcápsulas discretas en un medio electroforético encapsulado podrían reemplazarse por una fase continua, produciendo de esta manera un denominado dispositivo de visualización electroforético dispersado en polímero, en el que el medio electroforético comprende múltiples gotitas discretas de un fluido electroforético y una fase continua de un material polimérico, y en la que las gotitas discretas de fluido electroforético en el interior de dicho dispositivo de visualización electroforético dispersado en polímero pueden considerarse como cápsulas o microcápsulas, aunque no haya una membrana de cápsula discreta asociada con cada gotita individual; véase, por ejemplo, la patente US N° 6.866.760 indicada anteriormente. Por consiguiente, a los efectos de la presente solicitud, dichos medios electroforéticos dispersos en polímero se consideran subespecies de los medios electroforéticos encapsulados.

Aunque los medios electroforéticos son frecuentemente opacos (ya que, por ejemplo, en muchos medios electroforéticos,

las partículas bloquean sustancialmente la transmisión de la luz visible a través del dispositivo de visualización) y funcionan en un modo reflectante, puede hacerse que muchos dispositivos de visualización electroforéticos funcionen en un denominado "modo obturador", en el que un estado de visualización es sustancialmente opaco y uno es transmisor de luz. Véanse, por ejemplo, las patentes US N° 5.872.552, 6.130.774, 6.144.361, 6.172.798, 6.271.823, 6.225.971 y 6.184.856. Los dispositivos de visualización dielectroforéticos, que son similares a los dispositivos de visualización electroforéticos, pero que dependen de variaciones en la intensidad del campo eléctrico, pueden funcionar en un modo similar; véase la patente US N° 4.418.346. Otros tipos de dispositivos de visualización electro-ópticos pueden ser capaces de funcionar también en modo obturador. Los medios electro-ópticos que funcionan en modo obturador pueden ser útiles en estructuras de múltiples capas para dispositivos de visualización a todo color; en dichas estructuras, al menos una capa adyacente a la superficie de visualización del dispositivo de visualización funciona en modo obturador para exponer u ocultar una segunda capa más alejada de la superficie de visualización.

Típicamente, un dispositivo de visualización electroforético encapsulado no adolece del modo de fallo de agrupamiento y sedimentación de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona ventajas adicionales, tales como la capacidad de imprimir o revestir el dispositivo de visualización en una amplia diversidad de sustratos flexibles y rígidos. (El uso de la palabra "impresión" pretende incluir todas las formas de impresión y revestimiento, incluyendo, pero sin limitación: revestimientos predosificados tales como revestimiento de troquel en tiras, revestimiento de ranura o extrusión, revestimiento deslizante o en cascada, revestimiento de cortina; revestimiento en rollo tal como revestimiento de cuchilla sobre rollo, revestimiento en rollo hacia adelante y hacia atrás; revestimiento de huecograbado; revestimiento por inmersión; revestimiento por pulverización; revestimiento de menisco; revestimiento por centrifugado; revestimiento con cepillo; revestimiento con cuchilla de aire; procesos de serigrafía; procesos de impresión electrostática; procesos de impresión térmica; procesos de impresión con chorro de tinta; deposición electroforética (véase la patente US N° 7.339.715); y otras técnicas similares). De esta manera, el dispositivo de visualización resultante puede ser flexible. Además, debido a que el medio de visualización puede imprimirse (usando una diversidad de métodos), el propio dispositivo de visualización puede fabricarse de manera económica.

Pueden usarse también otros tipos de materiales electro-ópticos en la presente invención.

La patente US N° 6.982.178 indicada anteriormente describe un método de ensamblado de un dispositivo de visualización electro-óptico sólido (que incluye un dispositivo de visualización electroforético encapsulado) que está bien adaptado para la producción en masa. Esencialmente, esta patente describe un denominado "laminado de plano frontal" ("FPL") que comprende, en orden, una capa eléctricamente conductora transmisora de luz; una capa de un medio electro-óptico sólido en contacto eléctrico con la capa eléctricamente conductora; una capa adhesiva y una lámina de liberación. Típicamente, la capa eléctricamente conductora y transmisora de luz se colocará sobre un sustrato transmisor de luz, que es preferiblemente flexible, en el sentido de que el sustrato puede envolverse manualmente alrededor de un tambor (por ejemplo) de 254 mm (10 pulgadas) de diámetro sin deformación permanente. La expresión "transmisora de luz" se usa en la presente patente y en el presente documento para expresar que la capa indicada de esta manera transmite suficiente luz para permitir que un observador, mirando a través de esa capa, observe el cambio en los estados de visualización del medio electro-óptico, que normalmente se observará a través de la capa eléctricamente conductora y el sustrato adyacente (si está presente); en los casos en los que el medio electro-óptico muestra un cambio en la reflectividad en longitudes de onda no visibles, por supuesto, debería interpretarse que la expresión "transmisora de luz" hace referencia a la transmisión de las longitudes de onda no visibles relevantes. El sustrato será típicamente una película polimérica, y normalmente tendrá un espesor comprendido en el intervalo de aproximadamente 25 a aproximadamente 634 μm (de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mil), preferiblemente de aproximadamente 51 a aproximadamente 254 μm (de aproximadamente 2 a aproximadamente 10 mil). De manera conveniente, la capa eléctricamente conductora es una capa delgada de metal u óxido de metal de, por ejemplo, aluminio o ITO, o puede ser un polímero conductor. Las películas de poli(tereftalato de etileno) (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 usarse con buenos resultados en el laminado de plano frontal.

El ensamblado de un dispositivo de visualización electro-óptico usando dicho laminado de plano frontal puede realizarse retirando la lámina de liberación desde el laminado de plano frontal y poniendo en contacto la capa adhesiva con el panel posterior bajo condiciones eficaces para causar que la capa adhesiva se adhiera al panel posterior, asegurando de esta manera la capa adhesiva, la capa de medio electro-óptico y la capa eléctricamente conductora al panel posterior. Este proceso está bien adaptado para la producción en masa ya que el laminado de plano frontal puede producirse en masa, típicamente utilizando técnicas de revestimiento de rollo a rollo, y, a continuación, puede cortarse en piezas de cualquier tamaño necesario para su uso con paneles posteriores específicos.

La patente US N° 7.561.324 indicada anteriormente describe una denominada "lámina de liberación doble" que es esencialmente una versión simplificada del laminado de plano frontal de la patente US N° 6.982.178 indicada anteriormente. Una forma de la lámina de liberación doble comprende una capa de un medio electro-óptico sólido intercalada entre dos capas adhesivas, estando una o ambas de las capas adhesivas cubiertas por una lámina de liberación. Otra forma de la lámina de liberación doble comprende una capa de un medio electro-óptico sólido intercalada entre dos láminas de liberación. Ambas formas de la película de liberación doble están destinadas a ser usadas en un proceso generalmente similar al proceso de ensamblado de un dispositivo de visualización electro-óptico a partir de un laminado de plano frontal ya descrito, pero implicando dos laminaciones separadas; típicamente, en una primera

laminación, la lámina de liberación doble se lamina a un electrodo frontal para formar un subconjunto frontal y, a continuación, en una segunda laminación, el subconjunto frontal se lamina a un panel posterior para formar el dispositivo de visualización final, aunque el orden de estas dos laminaciones podría invertirse si se desea.

La patente US N° 7.839.564 indicada anteriormente describe un denominado "laminado de plano frontal invertido", que es una variante del laminado de plano frontal descrito en la patente US N° 6.982.178 indicada anteriormente. Este laminado de plano frontal invertido comprende, en orden, al menos una de entre una capa protectora transmisora de luz y una capa eléctricamente conductora transmisora de luz; una capa adhesiva; una capa de un medio electro-óptico sólido; y una lámina de liberación. Este laminado de plano frontal invertido se usa para formar un dispositivo de visualización electro-óptico que tiene una capa de adhesivo de laminación entre la capa electro-óptica y el electrodo frontal o sustrato frontal; una segunda capa de adhesivo, típicamente delgada, puede estar presente o no entre la capa electro-óptica y un panel posterior. Dichos dispositivos de visualización electro-ópticos pueden combinar una buena resolución con un buen rendimiento a baja temperatura.

Tal como se ha indicado ya, los laminados de plano frontal indicados anteriormente, los laminados de plano frontal invertidos y las películas de doble liberación están bien adaptados para la producción mediante procesos de rollo a rollo, produciendo de esta manera el laminado de plano frontal, el laminado de plano frontal invertido o película de liberación doble en forma de un rollo de material que puede cortarse en piezas del tamaño necesario para dispositivos de visualización individuales y puede laminarse a paneles posteriores apropiados. Sin embargo, como ya se ha indicado también, para efectuar la laminación necesaria, normalmente debe haber presente una capa de adhesivo de laminación entre la propia capa electro-óptica y el panel posterior, y esta capa de adhesivo de laminación permanece en el dispositivo de visualización final entre los dos electrodos. La presencia de esta capa de adhesivo de laminación tiene efectos significativos sobre las propiedades electro-ópticas del dispositivo de visualización. Inevitablemente, parte de la caída de voltaje entre los electrodos se produce en el interior de la capa de adhesivo de laminación, reduciendo de esta manera el voltaje disponible para accionar la capa electro-óptica. El efecto del adhesivo de laminación tiende a aumentar a temperaturas más bajas, y esta variación en el efecto del adhesivo de laminación con la temperatura complica el accionamiento del dispositivo de visualización. La caída de voltaje en el interior del adhesivo de laminación puede reducirse y el funcionamiento a baja temperatura del dispositivo de visualización puede mejorarse aumentando la conductividad de la capa de adhesivo de laminación, por ejemplo, dopando la capa con hexafluorofosfato de tetrabutilamonio u otros materiales, tal como se describe en las patentes US N° 7.012.735 y 7.173.752. Sin embargo, el aumento de la conductividad de la capa de adhesivo de laminación de esta manera tiende a aumentar el desbordamiento de píxeles (un fenómeno por el cual el área de la capa electro-óptica que cambia de estado óptico en respuesta a un cambio de voltaje en un electrodo de píxeles es mayor que el propio electrodo de píxeles), y este desbordamiento tiende a reducir la resolución del dispositivo de visualización. Por lo tanto, de manera aparentemente intrínseca, este tipo de dispositivo de visualización requiere un compromiso entre el rendimiento a baja temperatura y la resolución del dispositivo de visualización.

El documento JP 2005-173044A describe un proceso para depositar cápsulas de un medio electroforético sobre un sustrato, comprendiendo el proceso formar una dispersión de las cápsulas en un líquido; depositar las cápsulas sobre el sustrato mientras un material de enmascaramiento cubre parte del sustrato y, después de depositar las cápsulas, retirar el material de enmascaramiento y las cápsulas sobre el mismo de manera que las cápsulas permanezcan solo sobre aquellas partes del sustrato donde no estaba presente el material de enmascaramiento. El método principal usado para depositar las cápsulas es el revestimiento con cuchilla, pero se mencionan el revestimiento por pulverización y otros métodos de revestimiento alternativos.

El documento US 2013/0082120 A1 describe un dispositivo de revestimiento por pulverización en el que el material a ser pulverizado, tal como una pintura, se alimenta a través de un primer orificio y se alimenta un chorro de gas a través de un segundo orificio anular que rodea el primer orificio.

La presente invención se refiere a procesos para la producción de dispositivos de visualización electro-ópticos que no requieren de la presencia de una capa de adhesivo de laminación entre la capa electro-óptica y el panel posterior; estos procesos implican revestir el material electro-óptico sobre el panel posterior.

La presente invención se refiere también a procesos novedosos para la aplicación de medios electroforéticos encapsulados a sustratos.

Los medios electroforéticos descritos en las patentes y las solicitudes de E Ink indicadas anteriormente, y los medios electroforéticos similares de la técnica anterior comprenden típicamente partículas electroforéticas, agentes de control de carga, agentes de estabilidad de imagen y floculantes en un líquido no polar, típicamente encapsulados en una matriz orgánica flexible, tal como un coacervado de gelatina/acacia. Para producir dispositivos de visualización comerciales, es necesario revestir una capa delgada (preferiblemente una monocapa - véase la patente US N° 6.839.158) de cápsulas sobre un sustrato, que puede ser un sustrato frontal que soporta un electrodo (véase la patente US N° 6.982.178 indicada anteriormente), un panel posterior o una lámina de liberación. Hasta ahora, el revestimiento de medios electroforéticos encapsulados sobre sustratos se ha realizado típicamente mediante revestimiento por ranura, en el que una suspensión de cápsulas en un medio portador se fuerza a través de una ranura sobre un sustrato que se está moviendo con relación a la ranura. El revestimiento de ranura impone limitaciones sobre la viscosidad y otras propiedades físicas del material que se está revistiendo y requiere típicamente la adición de aditivos de revestimiento de ranura para controlar la reología del

material revestido para garantizar que el revestimiento no fluya y desarrolle no uniformidades en el espesor antes del secado. De esta manera, en el revestimiento de ranura, las cápsulas electroforéticas se suministran típicamente en forma de suspensiones acuosas que contienen aglutinante de látex, agentes de modificación de reología, dopantes iónicos y tensioactivos opcionales. Estos aditivos permanecen en el medio electroforético seco final y pueden afectar a sus propiedades, incluyendo sus propiedades electro-ópticas.

Además, aunque el revestimiento de ranura está bien adaptado para aplicar medios electroforéticos a bandas continuas, no está bien adaptado para el revestimiento "en tiras" de áreas discretas de una banda o partes discretas (por ejemplo, paneles posteriores individuales) que se encuentran en una cinta móvil, ya que la sedimentación y la auto-segregación de la suspensión de cápsulas en el interior del colector de matriz de ranura se vuelven problemáticas durante dichos procesos de deposición de cápsulas "interrumpidos". Generalmente, el revestimiento de ranura no es útil para sustratos no planos, lo cual es desafortunado ya que los medios electroforéticos encapsulados están bien adaptados para revestir objetos tridimensionales, incluyendo características arquitectónicas. Otros problemas con el revestimiento de ranura incluyen rayas similares a vibraciones paralelas a la matriz de ranura de revestimiento (se cree que estas rayas son el resultado de un agrupamiento o atasco periódico de cápsulas), y rayas en la dirección del revestimiento (se cree que son debidas a atascos o flujos no uniformes de cápsulas en el suministro de cápsulas a la matriz de ranura del revestimiento de ranura).

Los problemas indicados anteriormente con el revestimiento por ranura han resultado en una búsqueda de una tecnología de revestimiento alternativa capaz de lidiar con el revestimiento en tiras y el revestimiento de sustratos no planos, así como objetos planos y bandas. Una tecnología de revestimiento bien establecida que se ha considerado para este propósito es el revestimiento por pulverización, es decir, la atomización neumática y la deposición de dispersiones de cápsulas. El revestimiento por pulverización es una tecnología madura, pero los intentos de la técnica anterior de aplicar la tecnología a la deposición de cápsulas han estado sujetos a diversos defectos y modos de fallo. Debido a que típicamente tienen paredes de cápsula flexibles, las cápsulas se deforman y a veces se rompen durante la pulverización, bien durante la etapa de atomización o bien tras el impacto sobre el objetivo. Las consecuencias de una ruptura de cápsulas significativa, incluyendo la liberación de partículas electroforéticas, fluido, etc., son tan graves que, según el conocimiento de los presentes inventores, los niveles inaceptables de cápsulas rotas en sí mismos han sido suficientes para condenar todos los intentos anteriores de revestir por pulverización medios electroforéticos encapsulados. La presente invención proporciona un proceso de revestimiento por pulverización que reduce o elimina estos problemas.

La presente invención puede incluir reducir la adhesión de las cápsulas a un sustrato durante el revestimiento con el fin de facilitar el empaquetado cercano de las cápsulas sobre el sustrato.

Tal como se ha indicado anteriormente, en la producción de dispositivos de visualización electroforéticos es preferible generalmente formar una monocapa de cápsulas sobre un sustrato. Sin embargo, un problema común que se encuentra cuando se revisten cápsulas electroforéticas sobre un sustrato (típicamente una película de ITO/PET, una película de PET/de liberación o cualquier tipo de película de liberación de sílica) es que las cápsulas se adhieren fuertemente al sustrato y son incapaces de reorganizarse por sí mismas en una monocapa empaquetada de manera óptima después del secado. Se ha encontrado que varios materiales de revestimiento reducen significativamente la adhesión cápsula-sustrato, permitiendo de esta manera que las cápsulas se reorganicen por sí mismas por medio de las fuerzas capilares durante el secado. Desafortunadamente, si dichos materiales de revestimiento se usan en procesos de revestimiento por ranura que emplean una racleta, tal como es común durante el revestimiento por ranura, la adhesión cápsula-sustrato reducida causa que las cápsulas no pasen de manera apropiada más allá de la racleta; por el contrario, la gran mayoría de las cápsulas son empujadas simplemente delante de la racleta, dejando solo un revestimiento de cápsulas muy escaso sobre el sustrato.

La presente invención proporciona un proceso para depositar cápsulas de un medio electroforético sobre un sustrato tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

En adelante, por conveniencia, puede hacerse referencia a este proceso como el "proceso de revestimiento por pulverización" de la presente invención. El proceso puede incluir conformar la pulverización mediante la alimentación de una corriente continua de gas a través de múltiples orificios de conformación dispuestos adyacentes a la pulverización. La pulverización puede dirigirse sobre cualquier tipo de sustrato, incluyendo una banda, múltiples objetos discretos dispuestos sobre un soporte o uno o más objetos tridimensionales (es decir, no planos). Si, como es típicamente el caso, las paredes de las cápsulas se forman en un material hidrófilo (tal como el coacervado de gelatina/acacia indicado anteriormente), el líquido usado para dispersar las cápsulas es idealmente acuoso; dependiendo de las cápsulas específicas y del líquido usado, el líquido puede comprender opcionalmente uno cualquiera o más de entre modificadores de pH, tensioactivos y dopantes iónicos. El gas que pasa a través del segundo orificio y de los orificios de conformación es típicamente aire, pero en algunos casos puede ser útil usar un gas inerte, por ejemplo, nitrógeno.

El proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención puede incluir el uso de un material de enmascaramiento que cubra parte del sustrato de manera que, después de la retirada del material de enmascaramiento, las cápsulas permanezcan solo en aquellas partes del sustrato donde no estaba presente el material de enmascaramiento. Dicho "proceso de revestimiento por pulverización con enmascaramiento" de la invención puede comprender múltiples etapas, implicando cada etapa el uso de una máscara diferente y una dispersión de cápsulas diferente de manera que las diferentes dispersiones de cápsula se dispongan en diferentes áreas del dispositivo de visualización final.

El proceso de la invención puede usarse para producir un subconjunto para su uso en un dispositivo de visualización

electro-óptico:

proporcionando un panel posterior que comprende al menos un electrodo situado en una primera área del panel posterior; cubriendo una segunda área del panel posterior separada del electrodo con una capa de enmascaramiento;

5 revistiendo el panel posterior que tiene la capa de enmascaramiento sobre el mismo con una capa de un material electro-óptico; y

retirando la capa de enmascaramiento, y la parte de la capa de medio electro-óptico sobre la misma, desde el panel posterior, produciendo de esta manera un subconjunto que comprende el panel posterior que tiene su primera área cubierta por la capa de material electro-óptico pero su segunda área libre desde la capa de material electro-óptico.

10 En adelante, por conveniencia, puede hacerse referencia a este proceso como el proceso de "panel posterior enmascarado". En una forma de este proceso, la segunda área del panel posterior comprende una almohadilla de contacto destinada, en el dispositivo de visualización final, a hacer contacto eléctrico con el electrodo frontal del dispositivo de visualización. En esta forma de la invención, una capa conductora transmisora de luz puede cubrirse parcialmente con un adhesivo de laminación y puede laminarse al subconjunto de panel posterior/material electro-óptico con un adhesivo de laminación en contacto con el material electro-óptico y la capa conductora transmisora de luz en contacto eléctrico con el
15 contacto sobre el panel posterior. Este contacto eléctrico puede ser directo o puede realizarse mediante una tinta conductora de electricidad o un material conductor deformable similar.

En otra forma del proceso, después de revestir la capa de material electro-óptico sobre el panel posterior, pero antes de retirar la capa de enmascaramiento, se reviste una capa de adhesivo de laminación (preferiblemente un adhesivo curable por radiación de sólidos al 100 por cien) sobre el material electro-óptico y, a continuación, se retira la capa de
20 enmascaramiento, junto con las partes de las capas de material electro-óptico y el adhesivo de laminación sobre las mismas. A continuación, una capa eléctricamente conductora y transmisora de luz puede laminarse al adhesivo de laminación en la primera área del panel posterior; la capa eléctricamente conductora y transmisora de luz se extiende preferiblemente a la segunda área del panel posterior para hacer contacto eléctrico con la almohadilla de contacto en esta segunda área.

25 En una forma adicional del proceso, el panel posterior tiene una tercera área que está cubierta por una segunda capa de enmascaramiento que puede retirarse por separado de la (primera) capa de enmascaramiento que cubre la segunda área. En esta forma del proceso, después de revestir la capa de material electro-óptico, se retira la segunda capa de enmascaramiento, exponiendo de esta manera la tercera área del panel posterior. Ahora, la capa eléctricamente conductora transmisora de luz está revestida sobre el panel posterior.

30 El proceso de la invención puede usarse también para formar una monocapa de cápsulas sobre un sustrato mediante la deposición de una solución de un polímero hinchable en agua sobre el sustrato; y posteriormente depositando una cantidad de cápsulas suficiente para formar una monocapa de cápsulas sobre el sustrato, y permitiendo que las cápsulas se dispongan por sí mismas en una monocapa sobre el sustrato.

En adelante, por conveniencia, puede hacerse referencia a este proceso como la "variante de revestimiento de polímero expandible" de la presente invención. El polímero usado puede ser, por ejemplo, un polisacárido, tal como una pectina, o una proteína, especialmente una albúmina. La albúmina usada puede ser, por ejemplo, albúmina de huevo o albúmina de suero bovino; otros tipos de albúmina pueden ser también adecuados. Al menos cuando las cápsulas se forman en un material hidrófilo (tal como el coacervado de gelatina/acacia indicado en muchas de las patentes y solicitudes de E Ink indicadas anteriormente), la solución de polímero es preferiblemente una solución acuosa. La deposición de las cápsulas se efectúa idealmente mediante un proceso tal como un revestimiento por pulverización que no requiere el contacto de un
40 cabezal de revestimiento o una barra de revestimiento con la capa de cápsulas.

Las Figuras 1-5 y 10-12 no ilustran procesos de la presente invención, si no que ilustran técnicas de enmascaramiento y de revestimiento de polímero expandible que pueden ser útiles en los procesos de revestimiento por pulverización de la presente invención.

45 La Figura 1 de los dibujos adjuntos es una vista en planta superior esquemática de un panel posterior sometido a un primer proceso de panel posterior enmascarado.

La Figura 2A es una sección esquemática a lo largo de la línea 2A-2A en la Figura 1, pero que muestra el panel posterior después de depositar el material electro-óptico sobre el mismo.

50 La Figura 2B es una sección esquemática similar a la de la Figura 2A, pero que muestra el panel posterior después de retirar la capa de enmascaramiento.

La Figura 2C es una sección esquemática a través de un subconjunto que comprende una capa eléctricamente conductora, transmisora de luz y una capa de adhesivo de laminación.

La Figura 2D es una sección esquemática similar a las de las Figuras 2A y 2B, pero que muestra el panel posterior después

de la laminación de un electrodo frontal y un sustrato frontal al material electro-óptico a través de una capa de adhesivo de laminación.

La Figura 3A es una sección esquemática similar a la de la Figura 2A pero que muestra la misma etapa en un segundo proceso de panel posterior enmascarado.

- 5 La Figura 3B es una sección esquemática similar a las de las Figuras 2B y 3A, pero que muestra el panel posterior después de la formación de una capa de adhesivo de laminación que cubre el material electro-óptico, pero antes de retirar la capa de enmascaramiento.

La Figura 3C es una sección esquemática similar a la de la Figura 3B pero que muestra el panel posterior después de la retirada de la capa de enmascaramiento.

- 10 La Figura 3D es una sección esquemática similar a la de las Figuras 2D y 3C, pero que muestra el panel posterior después de la laminación de un electrodo frontal y un sustrato frontal al material electro-óptico a través de la capa de adhesivo de laminación.

La Figura 4A es una sección esquemática similar a las de las Figuras 2A y 3A, pero que muestra la misma etapa en un tercer proceso de panel posterior enmascarado que usa dos capas de enmascaramiento separadas.

- 15 La Figura 4B es una sección esquemática similar a la de la Figura 4A pero que muestra el panel posterior después de la retirada de la segunda capa de enmascaramiento.

La Figura 4C es una sección esquemática similar a las de las Figuras 4A y 4B, pero que muestra el panel posterior después de la formación de una capa de electrodo frontal, transmisora de luz, que cubre el material electro-óptico.

- 20 La Figura 4D es una sección esquemática similar a las de las Figuras 4A-4C pero que muestra el panel posterior después de la retirada de la primera capa de enmascaramiento.

La Figura 5 es una vista en planta superior esquemática, similar a la de la Figura 1, del panel posterior usado en el tercer proceso de panel posterior enmascarado después de la aplicación de las dos capas de enmascaramiento, pero antes de la deposición de la capa electro-óptica.

- 25 La Figura 6 es una sección transversal esquemática a través de una boquilla de revestimiento por pulverización simple usada en el proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención.

La Figura 7 es una sección transversal a través de una boquilla de revestimiento por pulverización más compleja usada en el proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención.

La Figura 8 es una vista ampliada de la parte de la boquilla que se encuentra en el interior del recuadro punteado en la Figura 7.

- 30 La Figura 9 es un gráfico que ilustra los parámetros preferidos usados en el proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención.

La Figura 10 es una vista en planta superior de un primer dispositivo de visualización electroforético producido mediante un proceso de revestimiento por pulverización enmascarada de la presente invención.

- 35 La Figura 11 es una vista en planta superior de un segundo dispositivo de visualización electroforético producido mediante un proceso de revestimiento por pulverización enmascarada.

Las Figuras 12A-12H son micrografías a intervalos de tiempo que muestran una demostración experimental del proceso de revestimiento de polímero expandible usando cápsulas depositadas desde una pipeta sobre un portaobjetos de microscopio.

Proceso de panel posterior enmascarado

- 40 Tal como se ha indicado anteriormente, el proceso de panel posterior enmascarado proporciona un proceso para producir un subconjunto para su uso en un dispositivo de visualización electro-óptico. Este proceso comprende proporcionar un panel posterior que comprende al menos un electrodo situado en una primera área del panel posterior; cubrir una segunda área del panel posterior separada desde el electrodo con una capa de enmascaramiento; revestir el panel posterior que tiene la capa de enmascaramiento sobre el mismo con una capa de un material electro-óptico; y retirar la capa de enmascaramiento, y la parte de la capa de medio electro-óptico sobre el mismo, desde el panel posterior, produciendo de esta manera un subconjunto que comprende el panel posterior que tiene su primera área cubierta por la capa de material electro-óptico pero su segunda área libre de la capa de material electro-óptico. De esta manera, el proceso de panel posterior enmascarado permite la formación de un subconjunto y, en última instancia, un dispositivo de visualización electro-óptico, sin el uso de un laminado de plano frontal preformado y sin la presencia de una capa de adhesivo de laminación entre la capa electro-óptica y el panel posterior, reduciendo o eliminando de esta manera los problemas

asociados con esta capa de adhesivo de laminación, tal como se ha descrito anteriormente.

El proceso de panel posterior enmascarado construye el subconjunto o el dispositivo de visualización empezando desde el panel posterior. El proceso puede realizarse sobre paneles posteriores individuales, pero para el propósito de una producción en masa se realiza de manera más conveniente sobre paneles posteriores dispuestos en una configuración de múltiples paneles posteriores en una cara. Conceptualmente, cuando se usa para producir un dispositivo de visualización completo, puede considerarse que el proceso de panel posterior enmascarado implica (a) el propio panel posterior, que puede ser una matriz pasiva segmentada o un panel posterior de matriz activa; (b) una capa de enmascaramiento para proteger áreas del panel posterior que no están cubiertas por el material electro-óptico (las áreas protegidas serán típicamente las requeridas para realizar una "conexión de plano superior" al electrodo frontal del dispositivo de visualización final, y pueden incluir también áreas usadas para los conductores que conducen a los electrodos de píxel y componentes electrónicos tales como controladores de fila y columna); (c) un medio electro-óptico sólido, típicamente un medio electroforético encapsulado; (d) una capa eléctricamente conductora, transmisora de luz, que forma el electrodo frontal del dispositivo de visualización; y (e) un medio, típicamente un adhesivo de laminación, para asegurar la capa eléctricamente conductora, transmisora de luz, al medio electro-óptico sólido.

Tal como se ha indicado ya, el panel posterior usado en el proceso de panel posterior enmascarado puede ser de cualquier tipo conocido, aunque debe tenerse cuidado para garantizar que el panel posterior usado no dañe la capa electro-óptica. Por ejemplo, si la capa electro-óptica debe formarse a partir de un medio electroforético encapsulado, el panel posterior no debería tener cambios de nivel tan agudos como para correr el riesgo de perforar algunas de las cápsulas. La capa de enmascaramiento puede formarse a partir de una película polimérica simple que se adhiere al panel posterior bien debido a sus propias propiedades físicas o bien con la ayuda de un revestimiento adhesivo, pero idealmente no debería tener más de aproximadamente 75 μm de espesor; las películas poliméricas que se han encontrado útiles como capas de enmascaramiento incluyen cinta Kapton (una cinta de poliimida disponible en du Pont de Nemours & Company, Wilmington, DE) y película RP301 (una película acrílica disponible en Nitto America, Inc., Fremont CA). La capa electro-óptica sólida es típicamente una capa electroforética encapsulada, pero puede ser también una capa electroforética dispersada en polímeros o un miembro bicromático giratorio o una capa electrocrómica. Debería tenerse cuidado para garantizar que las propiedades físicas de la capa electro-óptica sean tales que las partes de la capa que recubren la capa de enmascaramiento se retiren cuando se retira la propia capa de enmascaramiento, sin desgarrar la capa de enmascaramiento de manera que las partes de la capa de enmascaramiento se dejen sobre el panel posterior y/o sin retirar inadvertidamente partes de la capa electro-óptica en la parte no enmascarada del panel posterior. El material usado para formar el electrodo frontal y el adhesivo puede ser cualquiera de los materiales usados en la técnica anterior para este propósito.

A continuación, se describirán más detalladamente los procesos de panel posterior enmascarado específicos con referencia a las Figuras 1 a 4 de los dibujos adjuntos. La Figura 1 es una vista en planta superior de un panel posterior de matriz activa (designado en general como 100) que tiene una primera área 102 central provista de un conjunto bidimensional de electrodos de píxeles (no mostrado), y una segunda área 104 periférica cubierta por una película 106 de enmascaramiento (se apreciará que los tamaños y las disposiciones relativas de las áreas 102 y 104 primera y segunda pueden variar ampliamente y no es necesario que la segunda área 104 rodee la primera área 102). La segunda área 104 incluirá normalmente una almohadilla de contacto para hacer contacto eléctrico con un electrodo frontal (descrito a continuación) y puede incluir electrodos de fila y columna conectados a los electrodos de píxeles en la primera área 102 y conectores para controladores de fila y columna.

Después de la provisión de la capa de enmascaramiento sobre el panel posterior, la siguiente etapa del proceso de panel posterior enmascarado es revestir el panel posterior con una capa de material 108 electro-óptico, tal como se ilustra en la Figura 2A. Puede usarse cualquier técnica capaz de depositar la capa de material electro-óptico sobre el panel posterior para formar la capa 108; con un material electro-óptico electroforético encapsulado, se han usado con éxito los métodos de revestimiento de matriz de ranura, revestimiento de barra y revestimiento por pulverización para aplicar el material electroforético directamente a un panel posterior enmascarado. Dependiendo del método de deposición usado, la capa de material electro-óptico puede cubrir o no completamente las áreas primera y segunda del panel posterior; por ejemplo, algunos métodos de revestimiento por pulverización pueden revestir solo parte del área enmascarada.

La siguiente etapa del proceso es la retirada de la capa 106 de enmascaramiento para exponer la segunda área 104 del panel 100 posterior y los conectores eléctricos y/o conectores en la misma, tal como se ilustra en la Figura 2B. Tal como se ha indicado ya, es importante elegir la capa de enmascaramiento y el material electro-óptico de manera que la película de enmascaramiento y la capa superpuesta de material electro-óptico se retiren por completo desde la segunda área 104 pero que no se retire ninguna parte del material electro-óptico superpuesta sobre la primera área 102.

Para completar el ensamblado de un dispositivo de visualización electro-óptico, es necesario asegurar una capa eléctricamente conductora y transmisora de luz sobre la capa de material 108 electro-óptico. Tal como se muestra en la Figura 2C, esto se realiza de manera más conveniente proporcionando un sustrato 110 frontal que transporta la capa eléctricamente conductora, transmisora de luz o la capa 112 de electrodo frontal. Tal como se ha descrito, por ejemplo, en la patente US Nº 6.982.178 indicada anteriormente, las películas poliméricas recubiertas con óxido de indio y estaño (ITO) están disponibles comercialmente y son muy adecuadas para proporcionar el sustrato 110 frontal y la capa 112 de electrodo frontal. A continuación, se forma una capa 114 de adhesivo de laminación sobre la capa 112 de electrodo frontal, dejando

expuesta una parte de la capa 112 de electrodo frontal necesaria para proporcionar una conexión eléctrica al panel 100 posterior. En la práctica, generalmente es más conveniente revestir toda la capa 112 de electrodo frontal con la capa 114 de adhesivo de laminación usando un proceso de rollo a rollo, cortar el rollo resultante en partes del tamaño necesario para dispositivos de visualización individuales, y, a continuación, quitar o "limpiar" el adhesivo de laminación desde la parte de la capa 112 de electrodo frontal requerida para proporcionar la conexión eléctrica. En la técnica se conocen una diversidad de métodos para limpiar el adhesivo de laminación desde la parte requerida de la capa 112 de electrodo frontal; véase, por ejemplo, la patente US N° 7.733.554.

A continuación, el subconjunto mostrado en la Figura 2C se lamina al subconjunto mostrado en la Figura 2C con la capa 114 de adhesivo de laminación en contacto con la capa 108 electro-óptica para formar el dispositivo de visualización final mostrado en la Figura 2D. Típicamente, una tinta conductora o un material 116 similar se coloca sobre el panel 100 posterior adyacente a la parte de la capa 112 de electrodo frontal no cubierta por la capa 114 adhesiva, tal como se describe en la patente US N° 6.982.178 indicada anteriormente. Este dispositivo de visualización final tiene la ventaja de que la capa 108 electro-óptica está en contacto directo con el panel 100 posterior (sin ninguna capa adhesiva intermedia), maximizando de esta manera la resolución del dispositivo de visualización. Además, el posicionamiento de la capa 114 adhesiva adyacente a la capa 112 de electrodo frontal permite que la capa 114 adhesiva se haga altamente conductora sin detrimento de la resolución del dispositivo de visualización.

Las Figuras 3A-3D ilustran un segundo proceso de panel posterior enmascarado en el que se forma una capa adhesiva superpuesta a la capa electro-óptica antes de retirar la capa de enmascaramiento. Las primeras etapas de este segundo proceso, concretamente, la provisión de una capa 106 de enmascaramiento sobre un panel 100 posterior y la deposición de una capa 108 electro-óptica sobre el panel posterior, son idénticas al primer proceso descrito anteriormente y resultan en el subconjunto mostrado en la Figura 3A, que es esencialmente idéntico al mostrado en la Figura 2A. Sin embargo, la siguiente etapa en el segundo proceso es el revestimiento de una capa 214 de adhesivo curable por radiación 100 por ciento sólidos sobre la capa 108 electro-óptica, para producir la estructura mostrada en la Figura 3B. La capa 214 adhesiva se deja sin curar en esta etapa del proceso. A continuación, se retira la capa 106 de enmascaramiento, tal como se muestra en la Figura 3C, retirando de esta manera las partes de la capa 108 electro-óptica y la capa 214 adhesiva que previamente cubrían la capa 106 de enmascaramiento. Una vez más, es importante elegir la capa de enmascaramiento, el material electro-óptico y el adhesivo de manera que la película de enmascaramiento y las capas superpuestas de material electro-óptico y adhesivo se retiren completamente desde la segunda área 104 pero que no se retire ninguna parte del material electro-óptico que recubre la primera área 102.

La etapa final en el segundo proceso es la laminación de una película que comprende un sustrato 110 frontal y una capa 112 de electrodo frontal al subconjunto mostrado en la Figura 3C para producir el dispositivo de visualización final mostrado en la Figura 3D, con la provisión de tinta 116 conductora o material conductor similar tal como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 2D. Debido a que la capa 214 de adhesivo curable por radiación ya está presente en el subconjunto de la Figura 3C, no se necesita adhesivo adicional y el sustrato 110 frontal y la capa 112 de electrodo frontal pueden laminarse sustancialmente a temperatura ambiente y sin el uso de alta presión. El uso de la capa 214 de adhesivo con 100% de sólidos permite que la capa 112 de electrodo frontal y el sustrato 110 frontal adopten una diversidad de formas que incluyen sustratos flexibles y también sustratos rígidos, tales como vidrio. Una vez aplicados la capa 112 de electrodo frontal y el sustrato 110 frontal, la capa 214 adhesiva puede curarse por radiación con radiación ultravioleta para producir el dispositivo de visualización final mostrado en la Figura 3D. Este dispositivo de visualización, al igual que el mostrado en la Figura 2D, tiene la ventaja de que la capa 108 electro-óptica está en contacto directo con el panel 100 posterior para maximizar la resolución del dispositivo de visualización. Además, el posicionamiento de la capa 214 adhesiva adyacente a la capa 112 de electrodo frontal permite que la capa 214 adhesiva se haga altamente conductora sin detrimento de la resolución del dispositivo de visualización. El proceso de las Figuras 3A-3D elimina la limpieza del plano superior usada en el proceso de las Figuras 2A-2D, permite una capa adhesiva más delgada debido a que esta capa se aplica como un líquido, permite capas de electrodo frontal flexibles o rígidas y elimina la necesidad de una etapa de laminación a alta temperatura.

Las Figuras 4A-4D ilustran un tercer proceso de panel posterior enmascarado en el que se usan dos capas de enmascaramiento separadas y se forma una capa de electrodo frontal directamente sobre la capa electro-óptica. Las primeras etapas de este tercer proceso, concretamente, la provisión de dos capas 106A y 106B de enmascaramiento separadas sobre un panel 100 posterior y la deposición de una capa 108 electro-óptica sobre el panel posterior, son generalmente similares a los procesos primero y segundo descritos anteriormente, y resultan en el subconjunto mostrado en la Figura 4A, que es generalmente similar a los mostrados en las Figuras 2A y 3A excepto por la provisión de las dos capas 106A y 106B de enmascaramiento separadas. La capa 106A de enmascaramiento cubre las áreas de unión para la electrónica del controlador y las áreas de sellado de los bordes, mientras que la capa 106B de enmascaramiento cubre el área para la conexión o las conexiones del electrodo frontal. No es necesario que las dos capas de enmascaramiento sean películas separadas, si no que pueden tener la forma de una sola película cortada para permitir que dos partes de la misma sean retiradas por separado, tal como se ilustra esquemáticamente en la Figura 5. De manera alternativa, dependiendo de la geometría de las áreas cubiertas por las películas de enmascaramiento primera y segunda, la primera película de enmascaramiento puede cubrir todas las áreas del panel posterior que no deben tener material electro-óptico depositado sobre las mismas, y la segunda película de enmascaramiento puede ser una película separada aplicada sobre la primera película de enmascaramiento. Pueden usarse las películas de enmascaramiento descritas anteriormente. El panel posterior enmascarado mostrado en la Figura 5 tiene entonces material electro-óptico depositado sobre el mismo mediante

cualquiera de los métodos descritos anteriormente para producir la estructura mostrada en la Figura 4A.

La siguiente etapa en el segundo proceso es la retirada de la segunda capa 106B de enmascaramiento sin retirar la primera capa 106A de enmascaramiento, exponiendo de esta manera las áreas del panel posterior necesarias para los contactos de los electrodos frontales y produciendo la estructura mostrada en la Figura 4B. A continuación, se deposita una capa 312 de electrodo frontal eléctricamente conductora y transmisora de luz (normalmente mediante un proceso de revestimiento en húmedo) sobre el panel posterior para producir la estructura mostrada en la Figura 4C. La capa 312 de electrodo frontal no solo forma un electrodo frontal sobre la capa 108 electro-óptica, sino que forma también una conexión de electrodo frontal con las áreas expuestas del panel posterior, tal como se ilustra en el lado derecho de la Figura 4C. La capa 312 de electrodo frontal puede estar formada en un polímero conductor, por ejemplo, poli(3,4-etilendioxitiofeno) ("PEDOT"), usado normalmente en forma de su sal de poli(estirenosulfonato) ("PEDOT:PSS") o una polianilina, o puede formarse a partir de una red de conductores, por ejemplo, nanotubos o nanoalambres de carbono. Los presentes inventores han revestido con éxito electrodos frontales de nanotubos de carbono y PEDOT directamente sobre una capa electroforética encapsulada.

La etapa final del proceso es la retirada de la primera capa 106A de enmascaramiento, junto con las partes superpuestas de la capa 108 electro-óptica y la capa 312 conductora frontal para producir el dispositivo de visualización ilustrado en la Figura 4D. Si se desea, la electrónica del controlador y/o los sellos de los bordes pueden colocarse ahora en las áreas expuestas del panel posterior.

El dispositivo de visualización mostrado en la Figura 4D, al igual que los mostrados en las Figuras 2D y 3D, tiene la ventaja de que la capa electro-óptica está en contacto directo con el panel posterior, maximizando de esta manera la resolución del dispositivo de visualización. Sin embargo, en contraste con los dispositivos de visualización descritos anteriormente, el dispositivo de visualización mostrado en la Figura 4D no tiene adhesivo de laminación entre sus electrodos, eliminando de esta manera completamente el efecto eléctrico de dicho adhesivo. De esta manera, la estructura de dispositivo de visualización mostrada en la Figura 4D permite la resolución y el rendimiento de temperatura más elevados para una capa electro-óptica determinada. Un potencial problema práctico con la estructura de dispositivo de visualización mostrada en la Figura 4D es que cualquier poro u orificio en la capa electro-óptica permitiría que el electrodo frontal revestido contactara eléctricamente con los electrodos de píxel en el panel posterior, cortocircuitando de esta manera el dispositivo de visualización.

A partir de lo indicado anteriormente, se observará que el proceso de panel posterior enmascarado puede proporcionar direccionamiento de alta resolución sin comprometer el rendimiento de temperatura, eliminando de esta manera las limitaciones impuestas por los métodos de construcción de dispositivos de visualización de la técnica anterior que requieren un adhesivo delgado entre la capa electro-óptica y el panel posterior. Además, el proceso de panel posterior enmascarado abre la posibilidad de realizar el proceso de fabricación completo en una única fábrica.

Proceso de revestimiento por pulverización

Tal como se ha indicado ya, la presente invención proporciona un proceso para pulverizar cápsulas de un medio electroforético sobre un sustrato. Este proceso comprende formar una dispersión de las cápsulas en un líquido; suministrar la dispersión a través de un primer orificio; y suministrar una corriente continua de gas a través de un segundo orificio anular que rodea el primer orificio, formando de esta manera una pulverización de las cápsulas. Este proceso de revestimiento por pulverización tiene la ventaja sobre el revestimiento por ranura de que el revestimiento por pulverización normalmente no requiere el uso de modificadores de reología en el líquido que se está pulverizando, de manera que el revestimiento final esté libre de dichos modificadores de reología y, por lo tanto, libre de los efectos que dichos modificadores de reología pueden tener sobre las propiedades de los medios electroforéticos revestidos por ranura. Típicamente, en el revestimiento por pulverización, solo es necesario añadir los aditivos realmente necesarios en el producto final al líquido que se está pulverizando.

La Figura 6 es una sección transversal esquemática a través de una boquilla de revestimiento por pulverización simple (indicada en general como 600) que puede usarse en el proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención. La boquilla 600 comprende un cuerpo 602 sustancialmente cilíndrico que tiene un orificio 604 axial central a través del cual se bombean las cápsulas electroforéticas (no mostradas) dispersas en un líquido (tampoco mostrado). El orificio 604 central está rodeado por un orificio 606 anular, a través del cual se fuerza una corriente continua de aire. El extremo inferior del orificio 604 central termina en un orificio 608, cuyo extremo inferior del orificio 606 anular termina en un orificio 610 anular, que rodea el orificio 608. Un deflector 612 cilíndrico rodea el orificio 610 anular. El flujo de aire a través del orificio 610 anular restringido por el deflector 612 causa la dispersión de las cápsulas que pasan a través del orificio 608 para formar una pulverización o chorro 614.

La boquilla 600 está provista también de orificios 616 de aire de conformación, que pueden ser seis u ocho en número. Tal como se muestra en la Figura 6, las partes periféricas de la boquilla 600, a través de las cuales pasan los orificios 616, se extienden hacia abajo por debajo de los orificios 608 y 610 y el deflector 612, y las partes inferiores de los orificios 616 están directamente hacia abajo y hacia el interior. El aire de conformación es forzado de manera continua a través de los orificios 616 de manera que incida sobre el chorro 614, causando de esta manera que el chorro se abra en una pulverización 618 ancha, que incide sobre un sustrato 620 dispuesto debajo de la boquilla 600.

Las Figuras 7 y 8 ilustran una boquilla de atomización de alto volumen y baja presión (indicada en general como 700)

adecuada para su uso en un proceso de revestimiento por pulverización de alto volumen de la presente invención. Se apreciará que, durante el uso, la boquilla 700 estaría normalmente invertida con relación a la posición ilustrada en las Figuras 7 y 8, de manera que las cápsulas que emergen desde la boquilla se dirigirían hacia abajo sobre un sustrato, tal como se ilustra en la Figura 6.

5 Tal como será evidente para aquellas personas familiarizadas con la tecnología de boquillas de pulverización, la boquilla 700 mostrada en las Figuras 7 y 8 funciona sustancialmente de la misma manera que la boquilla 600 mostrada en la Figura 6, pero la boquilla 700 tiene las siguientes diferencias estructurales:

(a) el orificio 702 axial central, a través del cual pasa la dispersión de cápsulas, se estrecha en una posición adyacente a su orificio 708 para aumentar la velocidad a la que la dispersión de cápsulas pasa a través de este orificio;

10 (b) el orificio 606 anular simple en la Figura 6 se reemplaza por una combinación de un conducto 706A de alimentación de aire, una cámara 706B de aire cilíndrica, una parte 706C cónica que se estrecha y una parte 706D de salida (Figura 8) que termina en un orificio 710 anular; además, los chorros de aire de conformación auxiliares son proporcionados por los orificios 706E que se extienden desde la parte 706C cónica a los orificios a ambos lados del orificio 708; y

15 (c) los orificios 716 de aire de conformación están provistos de partes 716A, 716B de salida dobles para proporcionar un mayor control de la forma de la pulverización de cápsulas final.

La Figura 8 muestra cuatro dimensiones que se ha encontrado que son importantes para la consecución de buenos resultados de revestimiento por pulverización desde la boquilla 700 mostrada en las Figuras 7 y 8, siendo estas cuatro dimensiones (A) el radio del orificio 708 central; (B) la distancia radial entre el borde exterior del orificio 708 central y el
20 borde interior del orificio 706D anular; (C) la anchura radial del orificio 706D anular; y (D) la distancia axial entre los orificios 708 y 710.

La calidad de los revestimientos de las cápsulas se evalúa en términos de su granularidad reproducible, peso de revestimiento promedio, uniformidad y densidad de defectos; la densidad de defectos se cuantifica mediante el número de cápsulas no conmutables por unidad de área de dispositivo de visualización en una estructura de dispositivo de visualización estándar, que, para el presente propósito, se define como un panel posterior que soporta, en orden, una capa de adhesivo de laminación de 25 μm , una capa de cápsulas de 20 μm y un sustrato frontal que comprende una capa de ITO sobre una película de tereftalato de polietileno de 25 μm . El primer factor a considerar para la consecución de buenos
25 revestimientos por pulverización son los caudales y las presiones de cápsulas y gas. Se ha encontrado empíricamente que la pulverización de cápsulas se consigue mejor usando una boquilla de alto volumen y baja presión ("HVLP"); pueden usarse una diversidad de diseños de boquillas estándar conocidos en la técnica, pero el diseño preferido es el mostrado en las Figuras 7 y 8. Preferiblemente, la relación entre la sección transversal de la salida de aire de atomización y la sección transversal de la salida de dispersión de cápsulas no es mayor de aproximadamente 8,5, y está comprendida preferiblemente entre aproximadamente 5,0 y aproximadamente 7,0. El diámetro del orificio de dispersión de cápsulas (dos veces A en la Figura 8) está comprendido preferiblemente en el intervalo de aproximadamente 1,0-1,40 mm. La dispersión de cápsulas puede contener cápsulas en una fracción en peso comprendida preferiblemente entre aproximadamente 38,0 y aproximadamente 40,5 por ciento en peso; opcionalmente, esta dispersión puede contener 1-butanol en una
35 concentración de hasta aproximadamente el 4,0 por ciento en peso y un tensioactivo, tal como Triton X-100, en una concentración de hasta aproximadamente el 0,04 por ciento en peso.

Pueden usarse una amplia gama de velocidades de alimentación de dispersión de cápsulas y velocidades de alimentación de aire de atomización. Típicamente, la velocidad de alimentación de la dispersión de cápsulas, M_F , no es menor de aproximadamente 30 g/min ni mayor de aproximadamente 70 g/min, determinándose el óptimo principalmente en base a un tiempo de residencia apropiado en la zona de atomización, es decir, la región en la que la columna de dispersión de cápsulas que emerge desde el primer orificio se rompe en láminas de fluido, que posteriormente se rompen en ligamentos y finalmente en gotitas. Idealmente, la distribución del tamaño de las gotitas es tal que el recuento de cápsulas promedio por gotita es menor de aproximadamente 5,0, y la desviación estándar es menor de aproximadamente 3,0 cápsulas por
45 gotita. La velocidad de alimentación del aire de atomización se establece en base a una velocidad crítica del aire, v^* , medida en el segundo orificio, y es típicamente del orden de aproximadamente 100 m/seg. En el proceso preferido, se emplea una velocidad de alimentación de aire total, M_A , (incluido el aire de atomización y el aire de conformación) de aproximadamente 150 a 200 g/min en ausencia de aire de conformación, y de hasta 300 g/min con aire de conformación.

Empíricamente, se ha encontrado que la ventana operativa para la atomización HVLP en términos de M_A/M_F versus M_F , tiene la forma mostrada en la Figura 9, aunque los valores numéricos implicados variarán con el diseño de boquilla particular usado. La región no sombreada del gráfico de la Figura 9 representa la ventana operativa deseable. Las regiones sombreadas representan regiones con defectos que resultan en patrones de pulverización no deseados, tal como una velocidad de fluido ("chorro") excesiva, una estructura de pulverización muy irregular y transitoria y una distribución de gotitas gruesas.

55 En el proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención, la velocidad de alimentación de aire y la distancia boquilla-a-sustrato deberían controlarse cuidadosamente para evitar daños en las cápsulas. En general, una distancia boquilla-a-sustrato de 200 a 320 mm es óptima, y esta distancia debería ajustarse de manera aproximadamente inversa a la velocidad del aire de atomización al cuadrado.

Se ha encontrado también que la calidad y la uniformidad del revestimiento de cápsulas pulverizadas pueden verse fuertemente influenciadas por el pretratamiento del sustrato y por los aditivos añadidos a la dispersión de cápsulas. Los pretratamientos y los aditivos útiles incluyen, pero no están limitados a:

- 1) Dispersiones de cápsulas que incorporan tensioactivos, tales como Triton X-100, butanol, etc., para mejorar la humectación de la superficie del sustrato;
- 2) Pre-revestimiento de la superficie del sustrato con subcapas que incorporan tensioactivos, tales como Triton X-100, 1-butanol y otros que poseen una estructura detergente y, opcionalmente, un látex de poliuretano;
- 3) Pretratamiento del sustrato con plasma atmosférico o tratamiento de descarga de corona; y
- 4) La dispersión de cápsulas puede contener aglutinantes poliméricos, por ejemplo, un látex de poliuretano.

Ejemplo

Una dispersión de cápsulas se pulverizó con una boquilla HVLV usando aire de atomización de entrada a una presión de 330 MNw m⁻² (aproximadamente 20 psig) medida en la entrada de la boquilla, con una alimentación por gravedad de la dispersión de cápsulas. Dependiendo de la viscosidad de la dispersión, el caudal másico de la dispersión fue de aproximadamente 25 a 35 g/min. La pulverización se dirigió verticalmente hacia abajo y la deposición tuvo lugar a una incidencia casi normal sobre un sustrato horizontal con el fin de evitar el flujo del plano inclinado después de la deposición. La distancia boquilla-a-sustrato fue de 240 a 280 mm, pero puede ser menor o mayor. La pulverización de cápsulas tuvo lugar a través de un panel posterior de transistor de película delgada en una o más pasadas para conseguir un peso de revestimiento medio objetivo determinado por la siguiente relación:

$$\Theta = M_F \frac{\eta}{Wv} N m \frac{dv}{dt} = F^B + F^H + F^P$$

en la que Θ es el peso medio del revestimiento (en g/m²), M_F es la velocidad de alimentación de la masa de dispersión (en g/min), N es el número de pasadas sobre el sustrato, η es la eficiencia de transferencia de pulverización en cada pasada (que debería ser al menos del 50%), W es la anchura del sustrato (en metros), v es la velocidad de actuación (en m/min). En un proceso de la invención, el peso de revestimiento medio objetivo $\Theta = 20$ -d, $M_F = 35$ g/min, $\eta \sim 60$ - 70% y $W = 0,107$ m. En este proceso, podrían usarse múltiples pasadas de revestimiento siempre y cuando el tiempo de residencia total de un sustrato determinado debajo de la boquilla no exceda de aproximadamente 3 o 4 segundos; los tiempos de revestimiento más largos dejaron las subcapas delgadas ineficaces por la evaporación.

Tal como se ha indicado ya, el proceso de revestimiento por pulverización de la invención puede incluir el uso de un material de enmascaramiento que cubre parte del sustrato de manera que, después de la retirada del material de enmascaramiento, las cápsulas permanezcan solo en aquellas partes del sustrato en las que el material de enmascaramiento no estaba presente. El material de enmascaramiento usado para cubrir parte del sustrato no debería ser poroso, o al menos debería tener una porosidad lo suficientemente baja como para garantizar que no se produzca la deposición de cápsulas sobre las áreas enmascaradas del sustrato. El material de enmascaramiento no debería absorber de manera significativa el líquido (normalmente acuoso) en el que están dispersadas las cápsulas, y debería colocarse lo suficientemente cerca de la superficie del sustrato de manera que no se produzca un desplazamiento lateral de las cápsulas debajo del material de enmascaramiento desde las regiones no enmascaradas del sustrato a las áreas enmascaradas. Una vez depositadas las cápsulas sobre el sustrato, las cápsulas pueden secarse (o si no tratarse para formar una capa coherente, por ejemplo, mediante exposición a radiación) con el material de enmascaramiento todavía en posición, o el material de enmascaramiento puede retirarse primero y, a continuación, las cápsulas pueden secarse o si no tratarse. En cualquier caso, las propiedades físicas del material de enmascaramiento y de la dispersión de cápsulas deberían elegirse de manera que, durante la retirada del material de enmascaramiento, las cápsulas no sean arrastradas a áreas previamente enmascaradas del sustrato, ni se retiren cápsulas desde áreas no enmascaradas (por ejemplo, por un desgarro irregular de una capa de cápsulas seca y coherente).

La película de enmascaramiento puede comprender un adhesivo pre-laminado sobre la superficie sobre la que deben depositarse las cápsulas, y una película de liberación expuesta a la pulverización. Después de la deposición de las cápsulas, se retira la película de liberación, seguido de un procesamiento adicional. A continuación, la película impresa por pulverización resultante puede laminarse en un panel posterior, que puede ser transparente u opaco.

La Figura 10 es una vista en planta desde arriba de un primer medio electroforético producido mediante un proceso de revestimiento por pulverización enmascarada de la invención. El panel posterior se hace transparente para permitir la visibilidad a través del dispositivo de visualización fuera de las áreas (círculos en la Figura 10) sobre las que se han depositado las cápsulas. Dicho panel posterior puede generar una imagen con patrones con tantos estados ópticos individuales como sea capaz de generar el medio electroforético. En el dispositivo de visualización mostrado en la Figura 10, las cápsulas contienen un pigmento blanco y un pigmento magenta, de manera que todos los estados posibles del dispositivo de visualización son una combinación de magenta y/o blanco, incluyendo los estados ópticos extremos magenta y blanco.

Tal como se ha indicado ya, el proceso de revestimiento por pulverización enmascarada de la invención puede comprender más de una etapa de revestimiento y, de esta manera, permite la deposición de dos o más medios electroforéticos diferentes sobre un único sustrato. La Figura 11 es una vista en planta desde arriba de un dispositivo de visualización producido de esta manera. El dispositivo de visualización mostrado en la Figura 11 se produce mediante la aplicación de un primer material de enmascaramiento a un electrodo de plano frontal y, a continuación, revistiendo por pulverización cápsulas electroforéticas que contienen pigmentos azules y blancos sobre el primer material de enmascaramiento. Después de secar las cápsulas y retirar el primer material de enmascaramiento, se aplica un segundo material de enmascaramiento al electrodo frontal, y las cápsulas electroforéticas que contienen pigmentos amarillos y blancos se revisten por pulverización sobre el electrodo. A continuación, el segundo material de enmascaramiento se retira y el electrodo frontal y la capa electroforética superpuesta se laminan a un panel posterior. El dispositivo de visualización mostrado en la Figura 11 tiene dos estados ópticos primarios, concretamente, un color uniforme determinado por el pigmento común (en este caso, blanco) y un segundo estado con patrones (azul/amarillo), tal como se ilustra en la Figura 11.

El proceso de revestimiento por pulverización de la presente invención supera la limitación de los procesos de revestimiento de la técnica anterior, tales como el revestimiento por ranura, y, de esta manera, proporciona la capacidad de realizar un revestimiento en tiras y un revestimiento de objetos tridimensionales. El proceso de revestimiento por pulverización es también menos susceptible a la generación de rayas debido a la obstrucción de la matriz en los procesos de revestimiento por ranura y, de esta manera, puede ofrecer mejores rendimientos. El proceso de revestimiento por pulverización evita también la necesidad de capas de adhesivo de laminación entre los electrodos de un dispositivo de visualización, permitiendo de esta manera un campo eléctrico más elevado a través de la capa electroforética para un voltaje operativo determinado y permitiendo de esta manera un brillo de estado blanco más elevado y una relación de contraste más elevada, así como un posible menor desbordamiento y un mejor microcontraste como resultado de que las cápsulas electroforéticas estén en contacto directo con el panel posterior.

Los dispositivos de visualización electroforéticos encapsulados impresos son ideales en aplicaciones tales como dispositivos de visualización de ventanas, paneles de pared u otros elementos arquitectónicos en los que se desea un dispositivo de visualización de baja densidad de información o un relieve artístico con un accionamiento mínimo o nulo de matriz activa. En su lugar, las interfaces entre conmutación y no conmutación, o entre dos regiones de medios electroforéticos diferentes que conmutan de una manera cualitativamente diferente, pueden estar prediseñadas en el dispositivo de visualización. El proceso de revestimiento por pulverización enmascarada de la presente invención proporciona una manera de conseguir estos objetivos sin comprometer la integridad mecánica de las cápsulas depositadas.

Proceso de revestimiento de polímero hinchable

La presente invención puede incluir la formación de una monocapa de cápsulas sobre un sustrato depositando una solución de un polímero hinchable en agua sobre el sustrato; y, a continuación, depositando una cantidad de cápsulas suficiente para formar una monocapa de cápsulas sobre el sustrato, y permitiendo que las cápsulas se dispongan por sí mismas en una monocapa sobre el sustrato.

En este proceso es importante controlar la cantidad de cápsulas depositadas sobre cada área unitaria del sustrato; esta cantidad debería controlarse de manera que las cápsulas puedan reorganizarse sobre el sustrato en una monocapa empaquetada de manera apretada. La reorganización de las cápsulas puede tener lugar inmediatamente después de depositar las cápsulas sobre el sustrato, pero, quizás más comúnmente, puede tener lugar después de que la capa de cápsulas se haya secado o si no tratado para formar una capa coherente de cápsulas sobre el sustrato.

Las Figuras 12A a 12H de los dibujos adjuntos ilustran etapas sucesivas de un proceso experimental en el que un portaobjetos de microscopio se trató con albúmina de huevo y, a continuación, se depositaron cápsulas sobre el mismo desde una pipeta. A partir de estas figuras, se observará que las cápsulas originalmente dispersas depositadas desde la pipeta fueron arrastradas gradualmente por las fuerzas capilares a una monocapa compacta que cubría aproximadamente tres cuartas partes del área del portaobjetos mostrado en las figuras. Cuando se intentó un experimento similar con un revestimiento con barra sobre un portaobjetos tratado con albúmina, las cápsulas simplemente se adhirieron a la barra de revestimiento y prácticamente no quedaron cápsulas sobre el portaobjetos. Cuando se cubren áreas mucho más grandes que un portaobjetos de microscopio, el proceso de revestimiento con albúmina de la presente invención hace posible generar un área de gran tamaño de monocapas de cápsulas compactas.

A partir de lo indicado anteriormente, se observará que el proceso de revestimiento de polímero hinchable proporciona un proceso para generar grandes cantidades de revestimientos de monocapa de cápsulas compacta usando equipos y materiales convencionales adecuados para la producción en masa. El proceso debería producir revestimientos esencialmente libres de granos, especialmente si las cápsulas se aplican mediante revestimiento por pulverización, ya que la pulverización debería distribuir aleatoriamente el tamaño de las cápsulas sobre el área de revestimiento. El proceso de revestimiento con polímeros hinchables puede ser especialmente útil para proporcionar revestimientos para su uso en ventanas de transmisión variable, en las que las múltiples capas de revestimientos y los defectos del revestimiento (áreas no revestidas) son muy visibles y afectan negativamente a la calidad de las ventanas.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para depositar cápsulas de un medio electroforético sobre un sustrato, comprendiendo el proceso:
formar una dispersión de cápsulas en un líquido;
cubrir parte del sustrato con un material de enmascaramiento antes de depositar las cápsulas sobre el sustrato, y,
5 después de la deposición de las cápsulas, retirar el material de enmascaramiento y las cápsulas sobre el mismo de manera que, después de retirar el material de enmascaramiento, las cápsulas permanezcan solo sobre aquellas partes del sustrato donde el material de enmascaramiento no estaba presente,
estando caracterizado el proceso porque las cápsulas se depositan sobre el sustrato mediante pulverización, realizándose la pulverización alimentando la dispersión a través de un primer orificio (608; 708); y
10 alimentar una corriente continua de gas a través de un segundo orificio (610; 710) anular que rodea el primer orificio (608), formando de esta manera una pulverización (614) de las cápsulas.
2. Proceso según la reivindicación 1, en el que se proporciona un deflector (612) cilíndrico que rodea el segundo orificio (610) anular para restringir el paso de gas a través del segundo orificio (610) anular.
3. Proceso según la reivindicación 1, en el que se proporcionan múltiples orificios (616; 716A, 716B) de aire de conformación que rodean el segundo orificio (610, 710) anular y el aire se dirige a través de los orificios (616; 716A, 716B) de aire de conformación para incidir sobre la pulverización (614), causando de esta manera que la pulverización (614) se ensanche antes de contactar con el sustrato (620).
15 4. Proceso según la reivindicación 1, en el que el segundo orificio (610; 710) anular tiene una sección transversal de salida que es entre 5,0 y 7,0 veces la sección transversal del primer orificio (608; 708).
20 5. Proceso según la reivindicación 1, en el que el primer orificio (608; 708) tiene un diámetro comprendido en el intervalo de 1,0 a 1,4 mm
6. Proceso según la reivindicación 1, en el que la dispersión contiene cápsulas en una fracción de peso comprendida entre 38,0 y 40,5 por ciento en peso.
7. Proceso según la reivindicación 1, en el que la dispersión comprende además un tensioactivo.
25 8. Proceso según la reivindicación 1, en el que el sustrato comprende al menos un electrodo situado en una primera área (102) del panel (100) posterior; y el material (106; 106A, 106B) de enmascaramiento se aplica a una segunda área (104) del panel (100) posterior separada desde el electrodo, de manera que el proceso produzca un subconjunto que comprende el panel posterior que tiene su primera área (102) cubierta por las cápsulas, pero su segunda zona (104) esté libre de cápsulas.
30 9. Proceso según la reivindicación 1, que comprende además depositar una solución de un polímero hinchable en agua sobre el sustrato antes de depositar las cápsulas en el mismo, y depositar una cantidad de cápsulas suficiente para formar una monocapa de cápsulas sobre el sustrato, y permitir que las cápsulas se organicen por sí mismas en una monocapa sobre el sustrato.

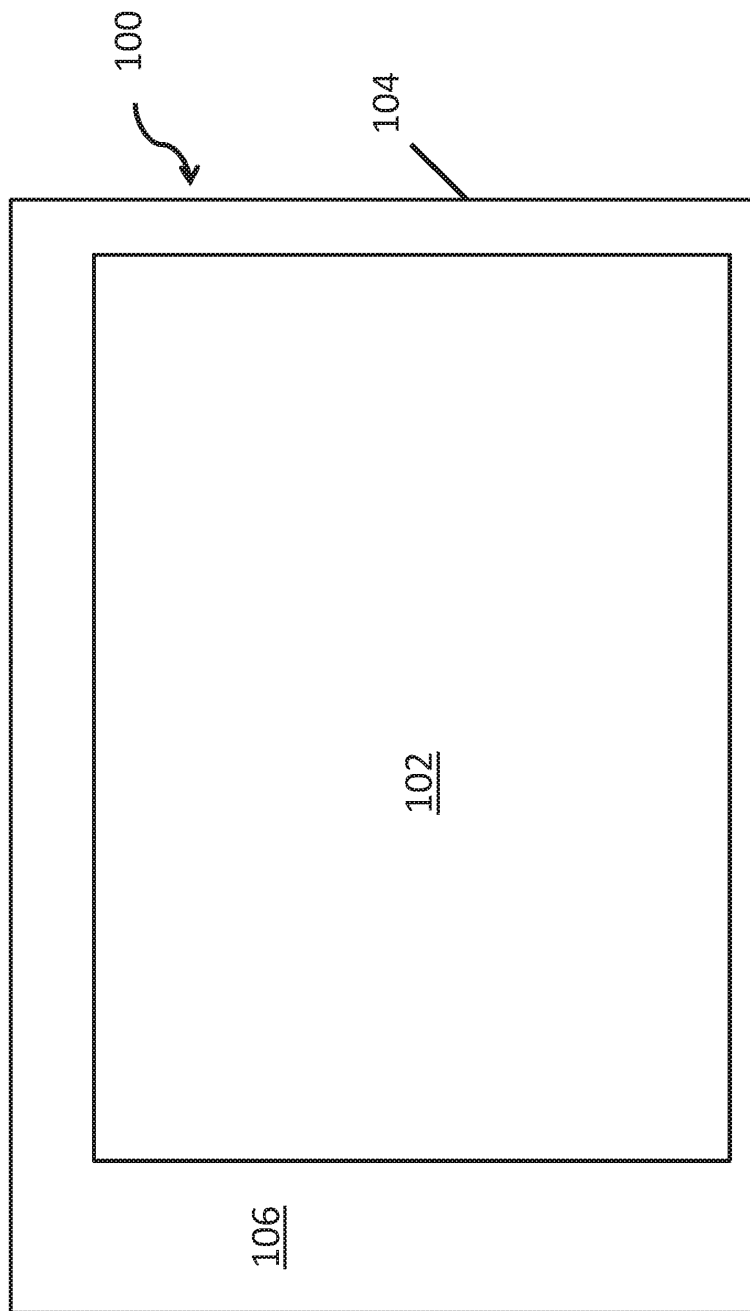
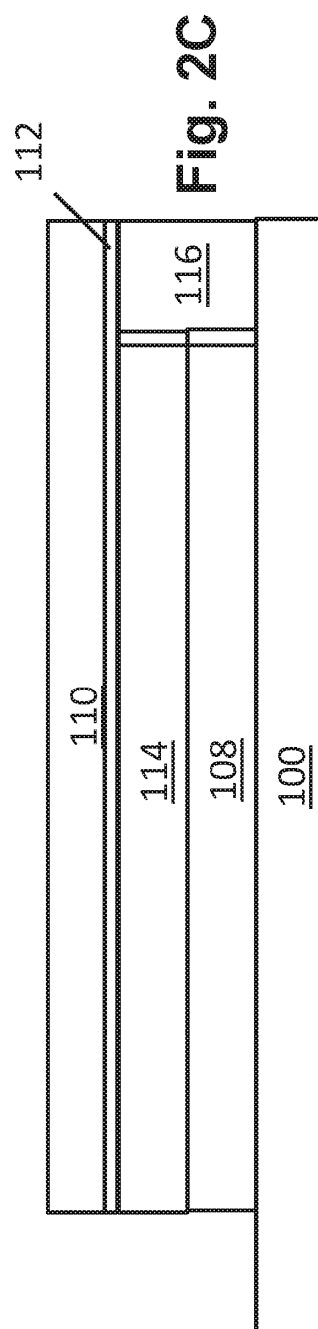
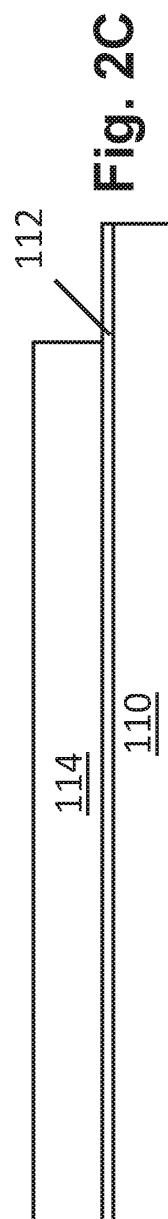
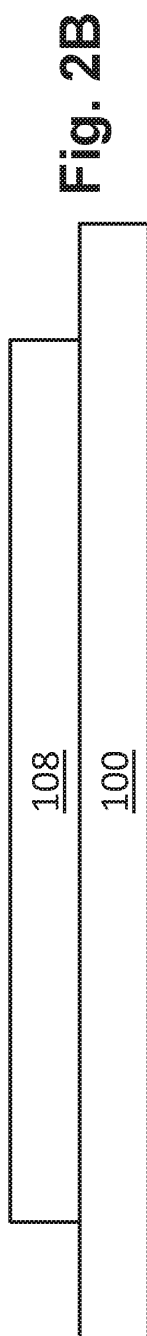
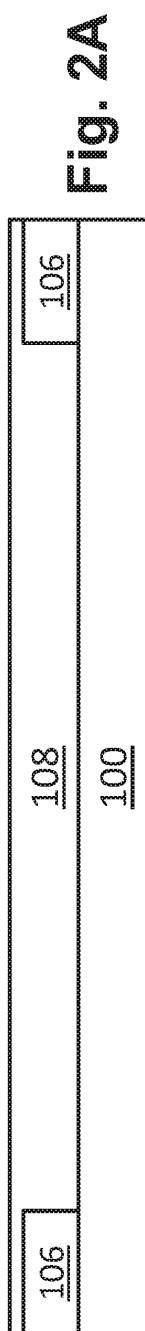
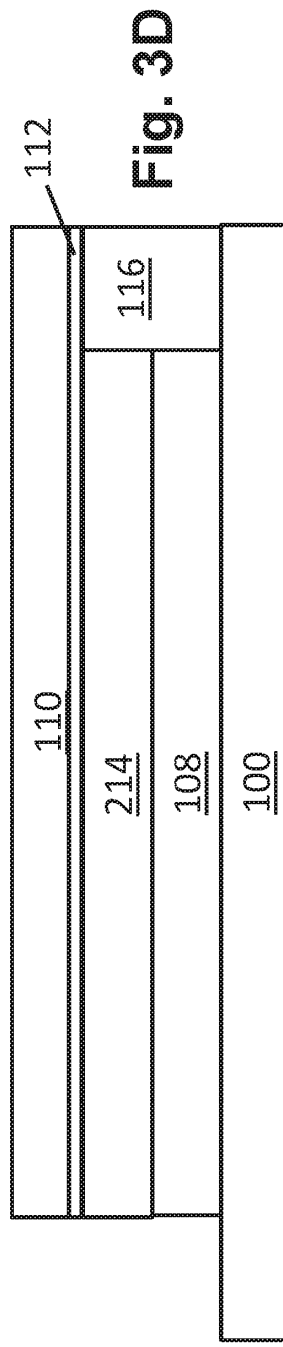
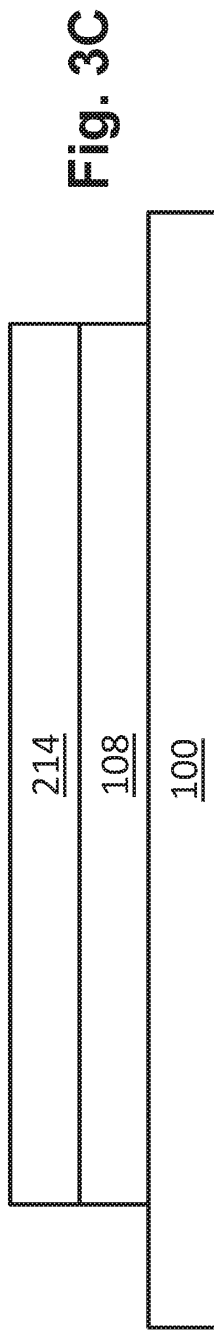
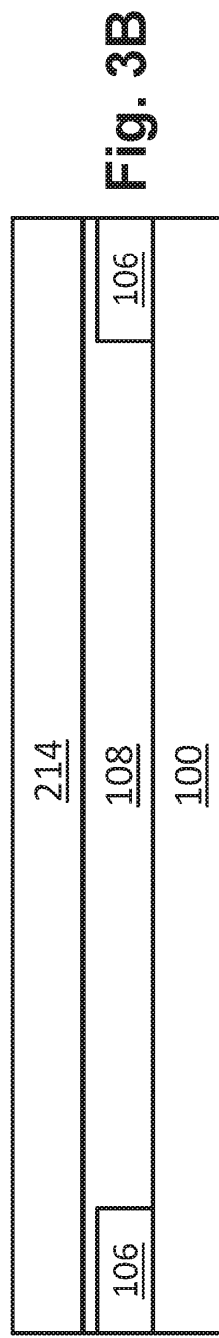
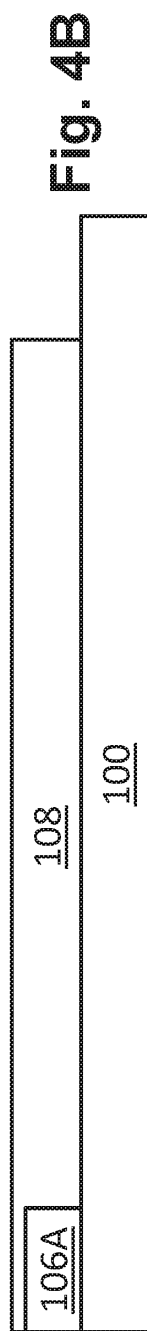
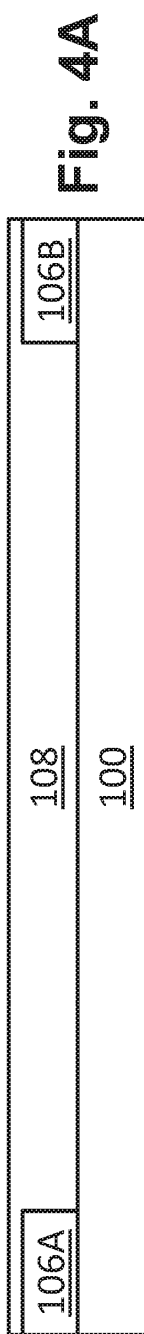


Fig. 1







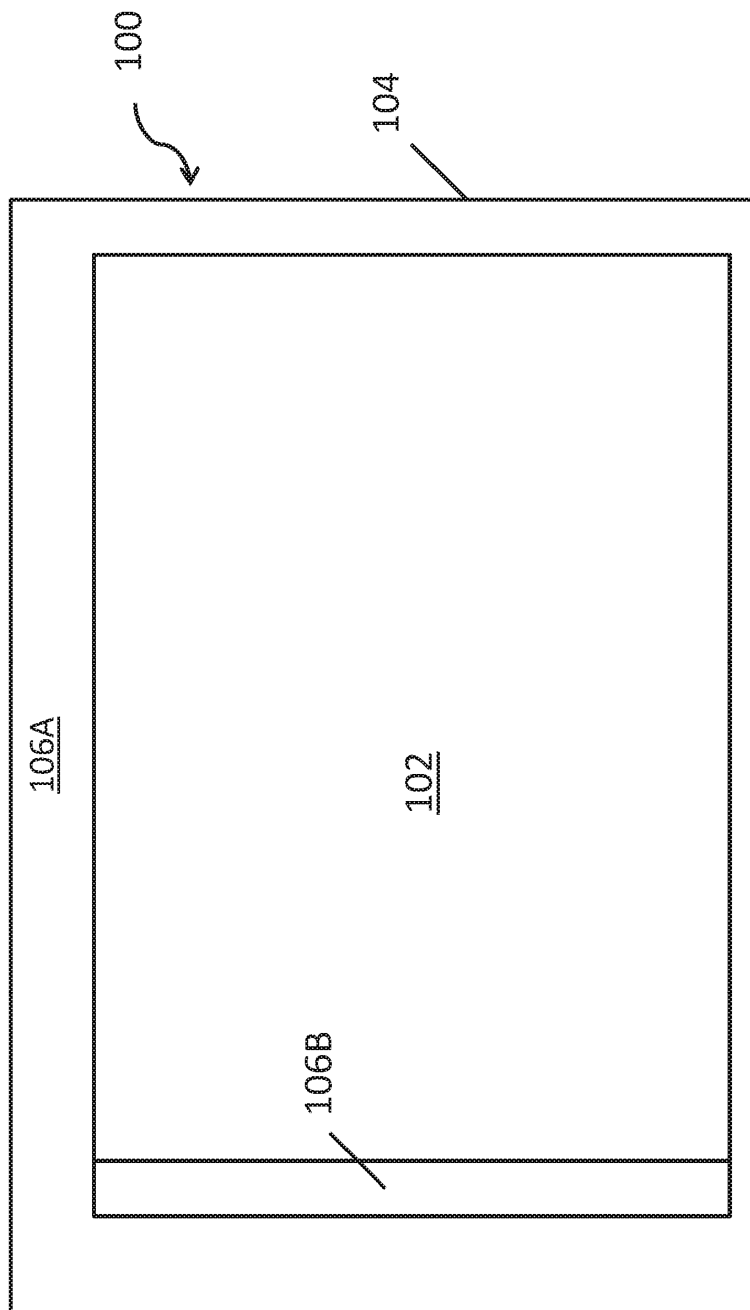


Fig. 5

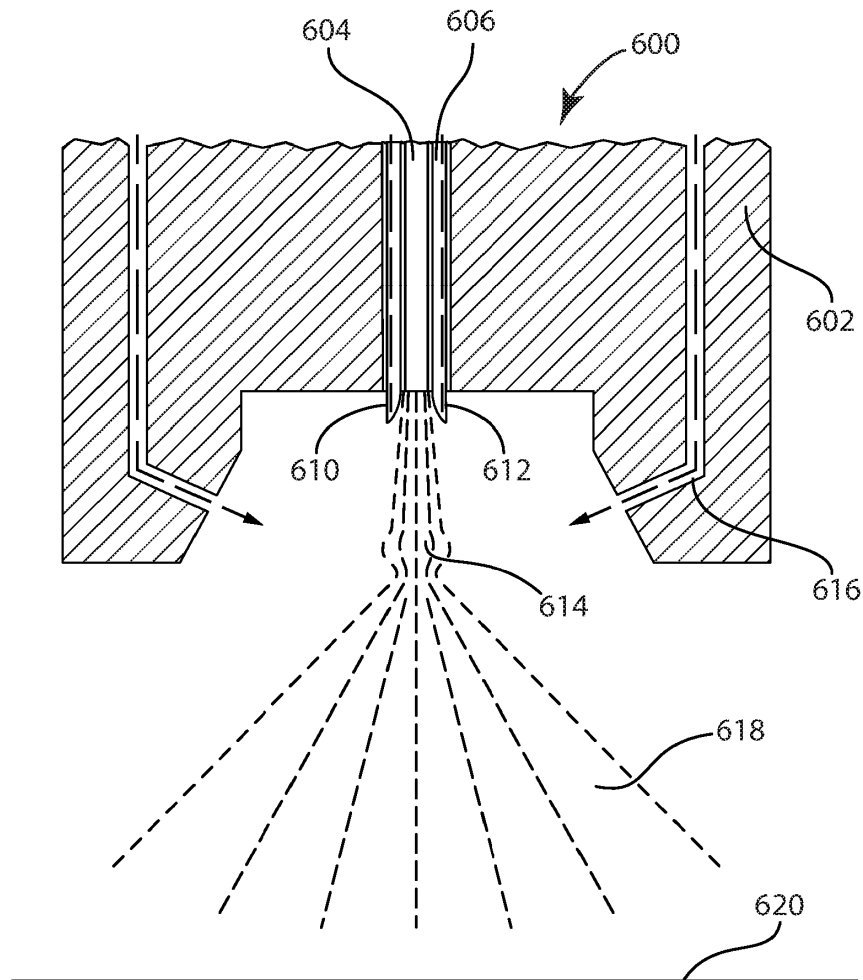


Fig. 6

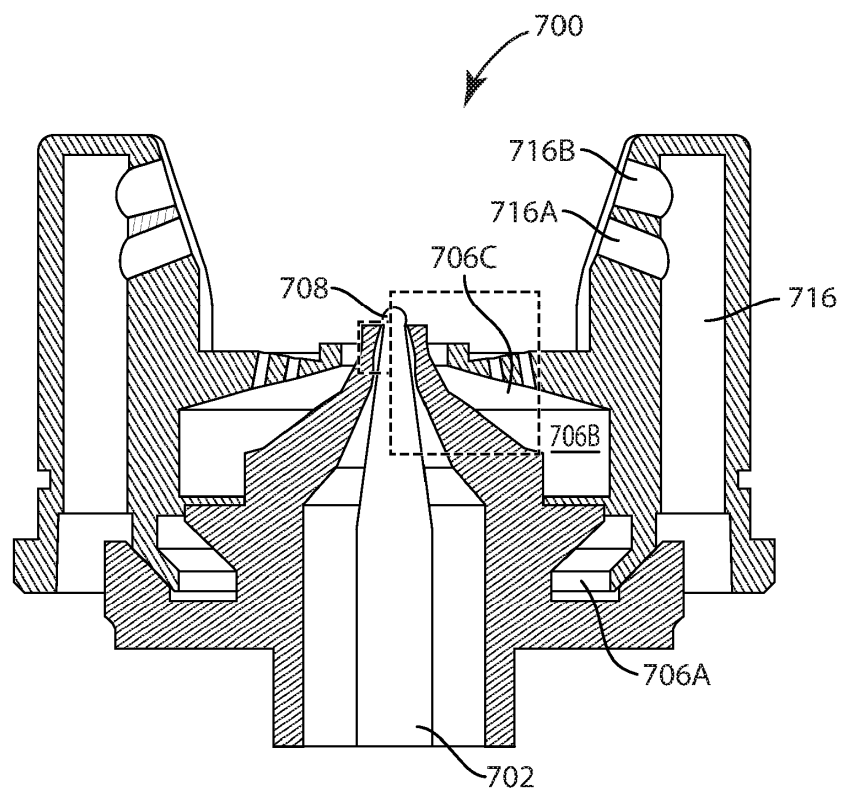


Fig. 7

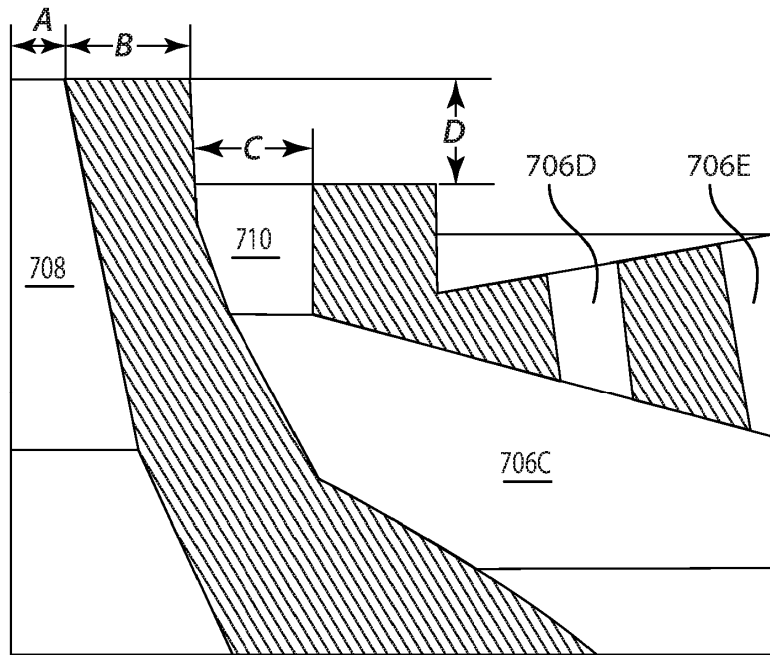


Fig. 8

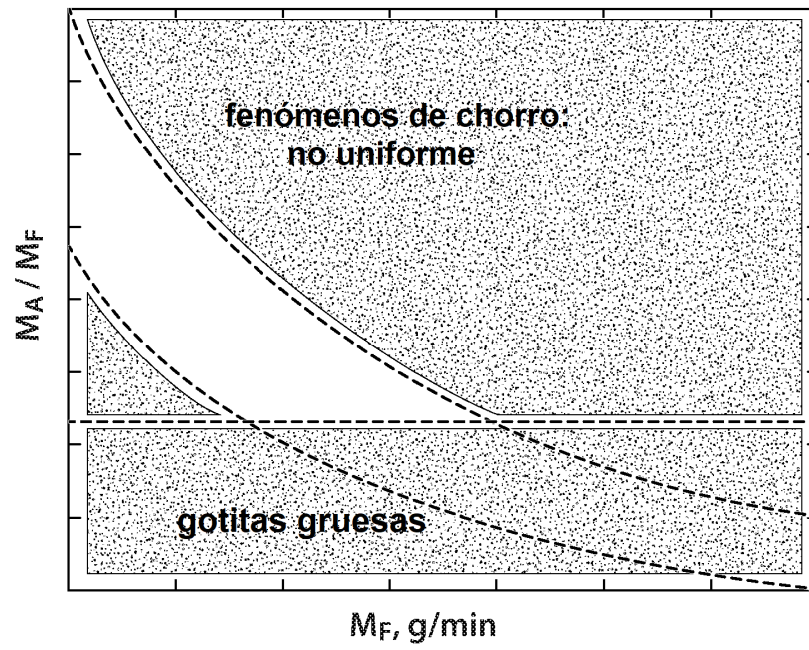


Fig. 9

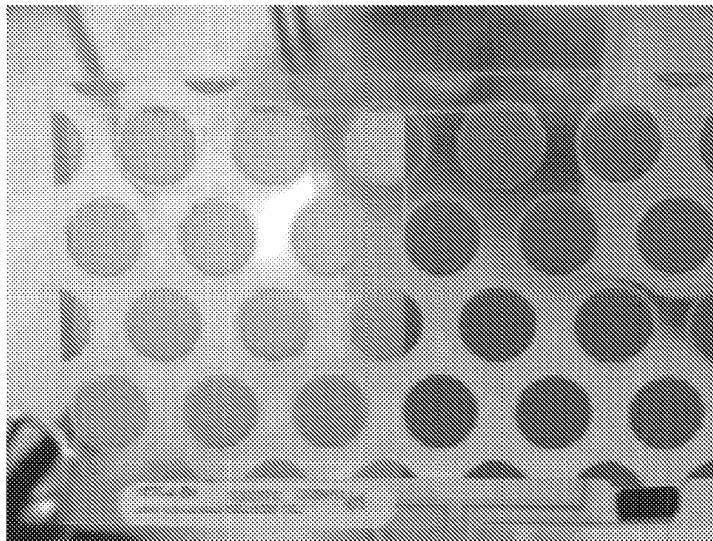


Fig. 10

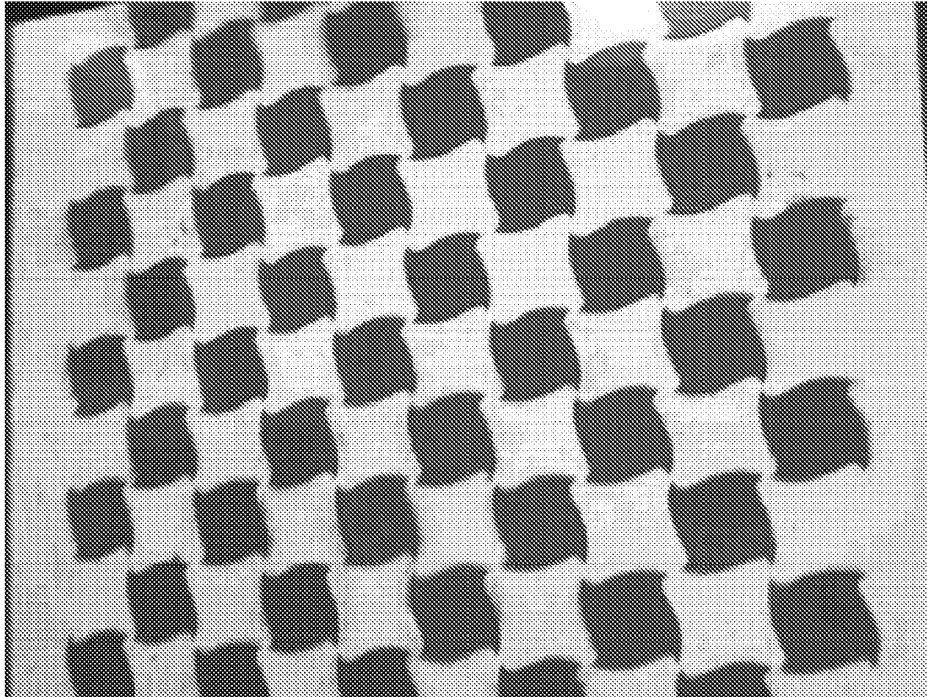


Fig. 11

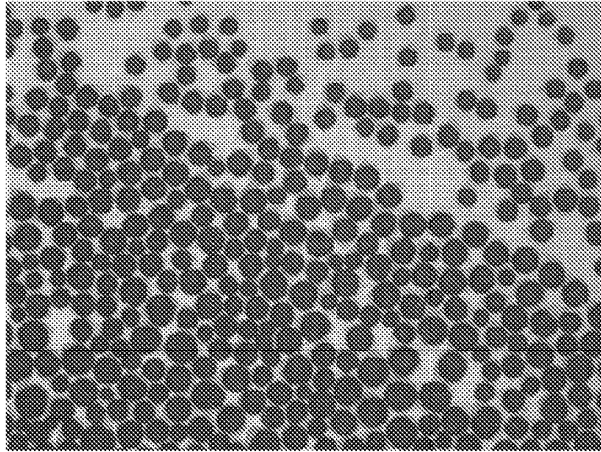


Fig. 12A

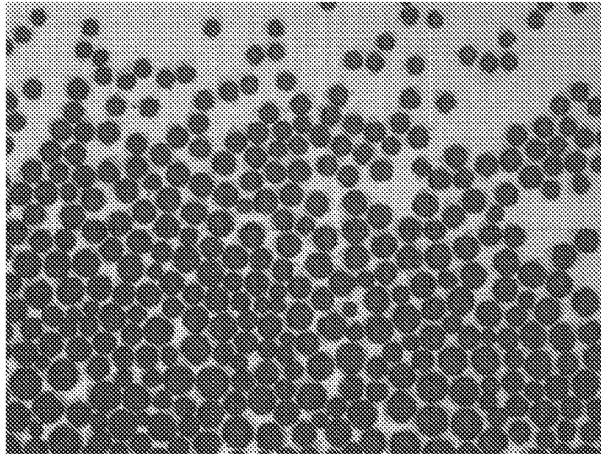


Fig. 12B

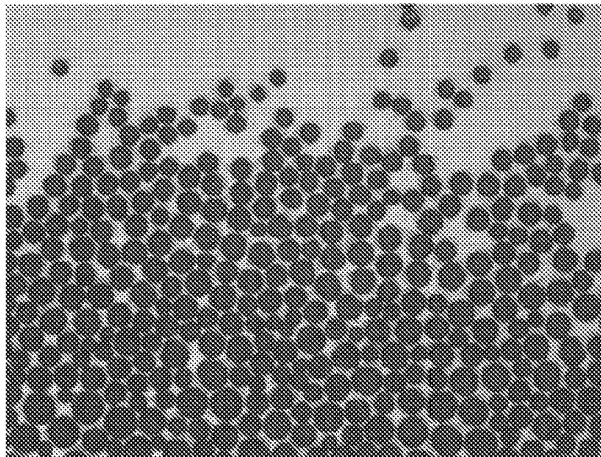


Fig. 12C

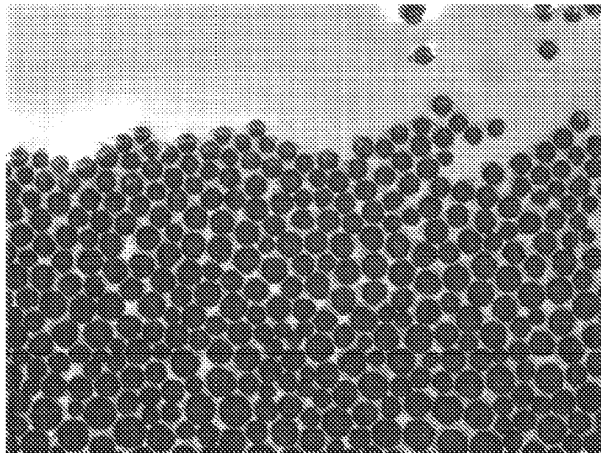


Fig. 12D

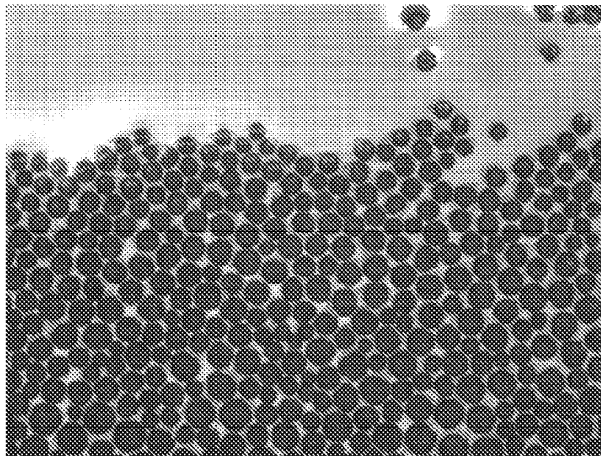


Fig. 12E

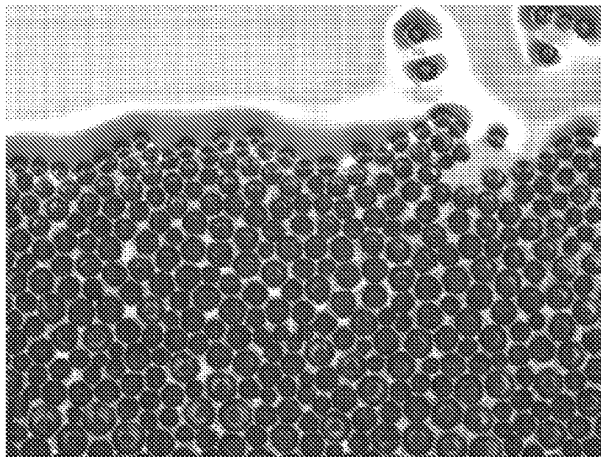


Fig. 12F

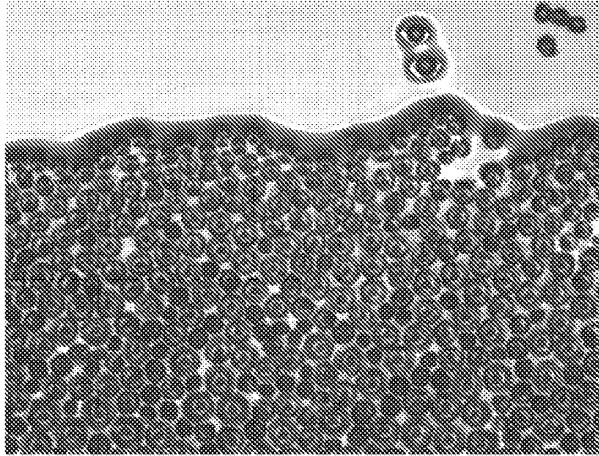


Fig. 12G

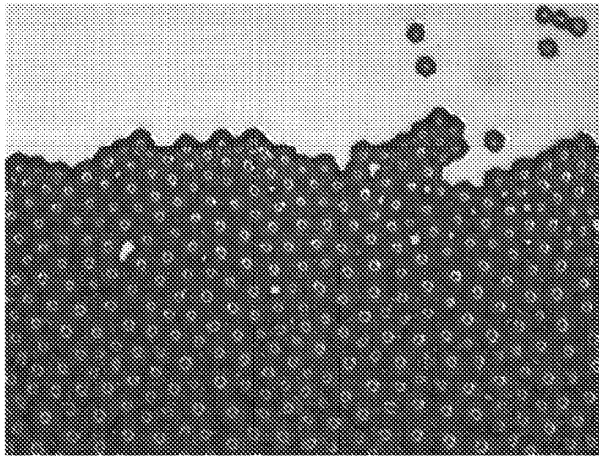


Fig. 12H