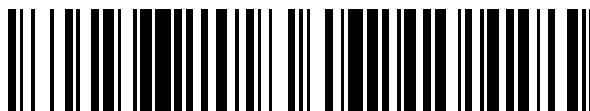


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 643**

51 Int. Cl.:

G02F 1/167 (2006.01)

C09J 175/04 (2006.01)

C08G 18/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.11.2004 PCT/US2004/037207**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2017 WO05048228**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.11.2004 E 04800878 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 1680774**

54 Título: **Medio electroforético para pantallas electro-ópticas**

30 Prioridad:

05.11.2003 US 481600 P

06.11.2003 US 481605 P

14.12.2003 US 481787 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.05.2018

73 Titular/es:

**E INK CORPORATION (100.0%)
733 CONCORD AVENUE
CAMBRIDGE, MA 02138-1002, US**

72 Inventor/es:

**DOSHI, HARIT;
HONEYMAN, CHARLES, H.;
SOHN, SEUNGMAN;
PANG, SIMON;
CAO, LAN;
WU, BIN;
MILLER, DAVID, D.;
DUTHALER, GREGG, M. y
ARAUJO, JAMES P.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 666 643 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Medio electroforético para pantallas electro-ópticas

La presente invención se refiere a un medio electro-óptico para utilizar en pantallas electro-ópticas y a materiales para utilizar en ellas. Más específicamente, esta invención se refiere a aglutinantes que tienen una resistividad volumétrica controlada, y a pantallas electro-ópticas que incorporan dichos materiales. La presente invención está especialmente destinada a utilizar en pantallas que contienen medios electroforéticos encapsulados. Ciertos materiales proporcionados por la presente invención pueden ser útiles en aplicaciones distintas de las pantallas electro-ópticas.

Las pantallas electro-ópticas comprenden una capa de material electro-óptico, un término que es utilizado en este documento en su significado convencional en la técnica de formación de imágenes para referirse a un material que tiene un primer y un segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, cambiándose el material desde su primer estado a su segundo estado de visualización mediante la aplicación de un campo eléctrico al material. Aunque la propiedad óptica es el color típicamente perceptible al ojo humano, puede ser otra propiedad óptica, tal como la transmisión, reflectancia, luminiscencia o, en el caso de pantallas destinadas a lectura mediante máquina, el pseudo-color en el sentido de un cambio en la reflectancia de longitudes de onda electromagnéticas fuera del espectro visible.

En la presente invención, el medio electro-óptico será típicamente un sólido (tales pantallas pueden a continuación por conveniencia ser denominadas como "pantallas electro-ópticas sólidas"), en el sentido de que el medio electro-óptico tiene superficies externas sólidas, aunque el medio puede, y a menudo lo hace, tener espacios internos llenos de líquido o de gas. Así, el término "pantallas electro-ópticas sólidas" incluye pantallas electroforéticas encapsuladas, pantallas de cristal líquido encapsuladas, y otros tipos de pantallas descritos más adelante.

Los términos "biestable" y "biestabilidad" son utilizados en este documento en su significado convencional en la técnica para referirse a pantallas que comprenden elementos de visualización que tienen un primer y un segundo estados de visualización que difieren en al menos una propiedad óptica, y de tal modo que después de que se haya accionado cualquier elemento dado, por medio de un impulso de direccionamiento de duración finita, asuman o bien su primer o su segundo estado de visualización, después de que haya terminado el impulso de direccionamiento, ese estado persistirá durante al menos varios instantes, por ejemplo al menos durante cuatro instantes, la duración mínima del impulso de direccionamiento requerida para cambiar el estado del elemento de visualización. Se ha mostrado en la Solicitud de Patente de los EE.UU publicada con el N° 2002/0180687 que algunas pantallas electroforéticas basadas en partículas capaces de una escala de gris son estables no solamente en sus estados negro y blanco extremos sino también en sus estados de gris intermedios, y lo mismo es cierto de algunos otros tipos de pantallas electro-ópticas. Este tipo de pantalla es apropiadamente llamado "multi-estable" en vez de biestable, aunque por conveniencia el término "biestable" puede ser utilizado en este documento para cubrir tanto las pantallas biestables como las multi-estables.

Se conocen varios tipos de pantallas electro-ópticas. Un tipo de pantalla electro-óptica es un tipo de miembro bicrómico giratorio como se ha descrito por ejemplo, en las patentes de los EE.UU N° 5.808.783; 5.777.782; 5.760.761; 6.054.071; 6.055.091; 6.097.531; 6.128.124; 6.137.467; y 6.147.791 (aunque este tipo de pantalla es a menudo denominado como una pantalla de "bola bicrómica giratoria", se prefiere el término "miembro bicrómico giratorio" como más exacto ya que en algunas patentes mencionadas anteriormente los miembros giratorios no son esféricos). Tal pantalla utiliza un gran número de pequeños cuerpos (típicamente esféricos o cilíndricos) que tienen dos o más secciones con diferentes características ópticas, y un dipolo interno. Estos cuerpos están suspendidos dentro de vacuolas llenas de líquido dentro de una matriz, estando llenas las vacuolas con líquido de modo que los cuerpos son libres de girar. La apariencia de la pantalla es cambiada con la aplicación de un campo eléctrico a la misma, haciendo así girar los cuerpos a distintas posiciones y cuya variación de las secciones de los cuerpos es vista a través de una superficie de visión. Este tipo de medio electro-óptico es típicamente biestable.

Otro tipo de pantalla electro-óptica utiliza un medio electro-crómico, por ejemplo un medio electro-crómico en forma de una película nano-crómica que comprende un electrodo formado al menos en parte de óxido metálico semiconductor y una pluralidad de moléculas de tinte capaces de cambiar de color de manera reversible unidas al electrodo; véase, por ejemplo O'Regan, B., y col., Nature 1991. 353. 737; y Wood, D., Information Display, 18(3), 24 (marzo de 2002). Véase también Bach, U., y col., Adv. Mater., 2002. 14(11), 845. Las películas nano-crómicas de este tipo están también descritas, por ejemplo, en la patente de los EE.UU N° 6.301.038 Publicación de Solicitud Internacional N° WO 01/27690. y en la solicitud de patente de los EE.UU 2003/0214695. Este tipo de medio es también típicamente biestable.

Otro tipo de pantalla electro-óptica, que ha sido el sujeto de una investigación y desarrollo intensos durante varios años, es la pantalla electroforética, en la que una pluralidad de partículas cargadas se mueven través de un fluido de suspensión bajo la influencia de un campo eléctrico. Las pantallas electroforéticas pueden tener atributos de buen brillo y contraste, ángulos de visión amplios, biestabilidad de estado, y bajo consumo de potencia cuando se comparan con pantallas de cristal líquido. No obstante, problemas con la calidad de imagen a largo plazo de estas pantallas han impedido su uso masivo. Por ejemplo, las partículas que constituyen las pantallas electroforéticas tienden a asentarse, dando como resultado una vida en servicio inadecuada para estas pantallas.

Como se ha indicado anteriormente, los medios electroforéticos requieren la presencia de un fluido de suspensión. En la

mayor parte de los medios electroforéticos de la técnica anterior, este fluido de suspensión es un líquido, pero pueden producirse medios electroforéticos utilizando fluidos gaseosos de suspensión; véase, por ejemplo, Kitamura, T., y col., "Electrical toner movement for electronic paper-like display", IDW Japan, 2001. Paper HCS1-1. y Yamaguchi, Y., y col., "Toner display using insulative particles charged triboelectrically", IDW Japan, 2011. Paper AMD4-4. Véase también las Solicitudes de Patente Europeas 1.429.178; 1.462.847; 1.482.354; y 1.484.625; las solicitudes internacionales WO 2004/090626; WO 2004/079442; WO 2004/077140; WO 2004/059379; WO 2004/055586; WO 2004/008239; WO 2004/006006; WO 2004/001498; WO03/091799; y WO 03/088495. Tales medios electroforéticos a base de gas parecen ser susceptibles a los mismos tipos de problemas debido al asentamiento de partículas como los medios electroforéticos a base de líquidos, cuando los medios son utilizados en una orientación que permite al asentamiento, por ejemplo en un signo donde el medio está dispuesto en un plano vertical. De hecho, el asentamiento de partículas parece ser un problema más serio en los medios electroforéticos a base de gases que en los que son a base de líquidos, ya que la viscosidad inferior de los fluidos gaseosos de suspensión en comparación con los de líquido permite un asentamiento más rápido de las partículas electroforéticas.

Numerosas patentes y solicitudes cedidas a o a nombre del Massachusetts Institute of Technology (MIT) y E Ink Corporation han sido publicadas recientemente describiendo medios electroforéticos encapsulados. Dichos medios encapsulados comprenden numerosas pequeñas cápsulas, cada una de las cuales comprende por sí misma una fase interna que contiene partículas electroforéticamente móviles suspendidas en un medio de suspensión líquido, y una pared de cápsula que rodea la fase interna. Típicamente, las cápsulas son mantenidas por sí mismas dentro de un aglutinante polimérico para formar una capa coherente posicionada entre dos electrodos. Medios encapsulados de este tipo están descritos, por ejemplo, en las patentes de los EE.UU. N^o 5.930.026; 5.961.804; 6.017.584; 6.067.185; 6.118.426; 6.120.588; 6.120.839; 6.124.851; 6.130.773; 6.130.774; 6.172.798; 6.177.921; 6.232.950; 6.249.721; 6.252.564; 6.262.706; 6.262.833; 6.300.932; 6.312.304; 6.312.971; 6.323.989; 6.327.072; 6.376.828; 6.377.387; 6.392.785; 6.392.786; 6.413.790; 6.422.687; 6.445.374; 6.445.489; 6.459.418; 6.473.072; 6.480.182; 6.498.114; 6.504.524; 6.506.438; 6.512.354; 6.515.649; 6.518.949; 6.521.489; 6.531.997; 6.535.197; 6.538.801; 6.545.291; 6.580.545; 6.639.578; 6.652.075; 6.657.772; 6.664.944; 6.680.725; 6.683.333; 6.704.133; 6.710.540; 6.721.083; 6.727.881; 6.738.050; 6.750.473; y 6.753.999; y la Publicación de Solicitudes de Patente de los EE.UU. N^o 2002/0019081; 2002/0021270; 2002/0060321; 2002/0060321; 2002/0063661; 2002/0090980; 2002/0113770; 2002/0130832; 2002/0131147; 2002/0171910; 2002/0180687; 2002/0180688; 2002/0185378; 2003/0011560; 2003/0020844; 2003/0025855; 2003/0038755; 2003/0053189; 2003/0102858; 2003/0132908; 2003/0137521; 2003/0137717; 2003/0151702; 2003/0214695; 2003/0214697; 2003/0222315; 2004/0008398; 2004/0012839; 2004/0014265; 2004/0027327; 2004/0075634; 2004/0094422; 2004/0105036; 2004/0112750; y 2004/0119681; y Publicación de Solicitudes Internacionales N^o WO 99/67678; WO 00/05704; WO 00/38000; WO 00/38001; WO 00/36560; WO 00/67110; WO 00/67327; WO 01/07961; WO 01/08241; WO 03/107.315; WO 2004/023195; y WO 2004/049045.

Muchas de las patentes y solicitudes antes mencionadas reconocen que las paredes que rodean las micro-cápsulas discretas en un medio electroforético encapsulado podrían ser sustituidas por una fase continua, produciendo así una denominada pantalla electroforética dispersado en polímero, en la que el medio electroforético comprende una pluralidad de gotitas discretas de un fluido electroforético y una fase continua de un material polimérico, y que las gotitas discretas de fluido electroforético dentro del tal pantalla electroforética dispersado en polímero pueden ser consideradas como cápsulas o micro-cápsulas incluso aunque no haya asociada una membrana de cápsula discreta con cada gotita individual; véase por ejemplo el documento antes mencionado 2002/0131147. Por consiguiente, para los propósitos de la presente solicitud, tales medios electroforéticos dispersados en polímero son considerados como subespecies de medios electroforéticos encapsulados.

Un tipo relacionado de pantalla electroforética es un denominado "pantalla electroforética de micro-celda". En una pantalla electroforética de micro-celda, las partículas cargadas y el fluido de suspensión no están encapsuladas dentro de micro-cápsulas sino que en vez de ello están retenidas dentro de una pluralidad de cavidades formadas dentro de un medio portador, típicamente una película polimérica. Véase por ejemplo, la Publicación de Solicitud Internacional, N^o WO 02/01281. y la solicitud de los EE.UU. publicada N^o 2002/0075556. ambas cedidas a Sipix Imaging, Inc.

Aunque los medios electroforéticos son a menudo opacos (ya que, por ejemplo, en muchos medios electroforéticos, las partículas bloquean sustancialmente la transmisión de luz visible a través de la pantalla) y funcionan en un modo reflectante, muchas pantallas electroforéticas pueden ser hechos para funcionar en un así denominado "modo de obturador" en el que un estado de la pantalla es sustancialmente opaco y uno es transmisor de la luz. Véase, por ejemplo, las patentes de los EE.UU. antes mencionadas N^o 6.130.744 y 6.172.798. y las patentes de los EE.UU. N^o 5.872.552; 6.144.361; 6.271.823; 6.225.971; y 6.184.856. Las pantallas dielectro-foréticas, que son similares a las pantallas electroforéticas pero se basan en variaciones en la intensidad del campo eléctrico, pueden funcionar de un modo similar; véase la Patente de los EE.UU. N^o 4.418.346.

Una pantalla electroforética encapsulada o en micro-celda no sufre típicamente del modo de fallo de agrupación y asentamiento de los dispositivos electroforéticos tradicionales y proporciona otras ventajas, tales como la capacidad para imprimir o revestir a la pantalla sobre una amplia variedad de sustratos flexibles y rígidos. (El uso de la palabra "imprimir" está destinado a incluir todas las formas de impresión y revestimiento, incluyendo, pero sin limitación: revestimientos dosificados previamente tales como revestimiento de matriz de parche, revestimiento de ranura o extrusión;

5 revestimiento de deslizamiento o en cascada, revestimiento en cortina; revestimiento de rodillo tal como revestimiento de cuchilla sobre rodillo, revestimiento de rodillo de avance y retroceso; revestimiento de grabado; revestimiento de inmersión; revestimiento de pulverización, revestimiento de menisco; revestimiento giratorio; revestimiento de cepillo; revestimiento de cuchilla de aire; procesos de impresión en serigrafía; procesos de impresión electrostática; procesos de impresión térmica; procesos de impresión por chorro de tinta, y otras técnicas similares). Así, la pantalla resultante puede ser flexible. Además, debido a que el medio de visualización puede ser impreso (utilizando una variedad de métodos), la propia pantalla puede ser producida económicamente.

10 Además de la capa de material electro-óptico, una pantalla electro-óptica comprende normalmente al menos otras dos capas dispuestas en lados opuestos del material electro-óptico, siendo una de estas dos capas una capa de electrodo. En la mayor parte de tales pantallas ambas capas son capas de electrodo, y una o ambas de las capas de electrodo están diseñadas para definir los píxeles de la pantalla. Por ejemplo, una capa de electrodo puede estar diseñada en electrodos de fila alargada y la otra en electrodos de columna alargada que discurren en ángulo recto a los electrodos de fila, siendo definidos los píxeles por las intersecciones de los electrodos de fila y columna. Alternativa, y más comúnmente, una capa de electrodo tiene la forma de un único electrodo continuo y la otra capa de electrodo está diseñada en una matriz de electrodos de píxel, cada uno de los cuales define un píxel de la pantalla. En otro tipo de pantalla electro-óptica, que está destinada para utilizar con un estilete, cabeza impresora o electrodo móvil similar separado de la pantalla, sólo una de las capas adyacentes a las capa electro-óptica comprende un electrodo, siendo la capa en el lado opuesto de la capa electro-óptica típicamente una capa protectora destinada a impedir que el electrodo móvil dañe la capa electro-óptica.

20 La fabricación de una pantalla electro-óptica de tres capas normalmente implica al menos una operación de estratificación. Por ejemplo, en varias de las patentes y solicitudes del MIT y de E Ink antes mencionadas, se ha descrito un proceso para fabricar una pantalla electroforética encapsulada en el que un medio electroforético encapsulado que comprende cápsulas en un aglutinante es revestido sobre un sustrato flexible que comprende óxido de indio-estaño (ITO) o un revestimiento conductor similar (que actúa como un electrodo de la pantalla final) sobre una película de plástico, siendo secado el revestimiento de cápsulas/aglutinante para formar una capa coherente del medio electroforético firmemente adherida al sustrato. Por separado, se prepara una placa posterior, que contiene una agrupación de electrodos de píxel y una disposición apropiada de conductores para conectar los electrodos a circuitos de accionamiento. Para formar la pantalla final, el sustrato que tiene la capa de cápsulas/aglutinante es estratificada a la placa posterior utilizando un adhesivo de estratificación. (Un proceso muy similar puede ser utilizado para preparar una pantalla electroforética que se puede utilizar con un estilete o electrodo móvil similar que se puede retirar reemplazando la placa posterior con una simple capa protectora, tal como una película de plástico, sobre la que el estilete u otro electrodo móvil pueden deslizar). En una forma preferida de tal proceso, la placa posterior es flexible en sí mismo y es preparado imprimiendo los electrodos de píxel y conductores sobre una película de plástico u otro sustrato flexible. La técnica de estratificación obvia para la producción en masa de pantallas por este proceso es la estratificación con rodillo utilizando un adhesivo de estratificación. Pueden utilizarse técnicas de fabricación similares con otros tipos de pantallas electro-ópticas. Por ejemplo, un medio electroforético de micro-celda o un medio de miembro bicromático giratorio pueden ser estratificados a una placa posterior sustancialmente de la misma manera que un medio electroforético encapsulado.

40 En los procesos descritos anteriormente, la estratificación del sustrato que lleva la capa electro-óptica a la placa posterior puede ser llevada a cabo ventajosamente por estratificación al vacío. La estratificación al vacío es efectiva en la expulsión de aire desde entre los dos materiales que son estratificados, evitando así burbujas de aire indeseadas en la pantalla final; tales burbujas de aire pueden introducir artefactos indeseables en las imágenes producidas en la pantalla. Sin embargo, la estratificación al vacío de las dos partes de una pantalla electro-óptica de esta manera impone requisitos rigurosos sobre el adhesivo de estratificación utilizado, especialmente en el caso de una pantalla que utiliza un medio electroforético encapsulado. El adhesivo de estratificación debería tener suficiente resistencia de adhesivo para aglutinar la capa electro-óptica a la capa (típicamente una capa de electrodo) a la que ha de ser estratificado, y en el caso de un medio electroforético encapsulado, el adhesivo debería tener también suficiente resistencia de adhesivo para mantener mecánicamente las cápsulas juntas. Si la pantalla electro-óptica ha de ser de un tipo flexible (y una de las ventajas importantes del miembro bicromático giratorio y de las pantallas electroforéticas encapsuladas es que pueden ser hechos flexibles), el adhesivo debería tener suficiente flexibilidad para no introducir defectos en la pantalla cuando se flexiona la pantalla. El adhesivo de estratificación debería tener propiedades de flujo adecuadas a la temperatura de estratificación para asegurar una elevada calidad de estratificación, y a este respecto, las demandas de estratificación electroforética encapsulada y algunos otros tipos de medios electro-ópticos son inusualmente difíciles; la estratificación ha de ser llevada a cabo a una temperatura no mayor de aproximadamente 130 °C ya que el medio no puede ser expuesto a temperaturas sustancialmente más elevadas sin daño, pero el flujo del adhesivo debe enfrentarse con la superficie relativamente desigual de la capa que contiene la cápsula, cuya superficie es hecha irregular por las cápsulas subyacentes. La temperatura de estratificación debería ser de hecho mantenida tan baja como sea posible, y sería ideal la estratificación a temperatura ambiente, pero no se ha encontrado ningún adhesivo comercial que permita tal estratificación a temperatura ambiente. El adhesivo de estratificación debería ser químicamente compatible con todos los demás materiales de la pantalla.

60 Como se ha descrito en detalle en el documento 2003/0025855 antes mencionado, un adhesivo de estratificación

utilizado en una pantalla electro-óptica debería satisfacer ciertos criterios eléctricos, y esto introduce problemas considerables en la selección del adhesivo de estratificación. Los fabricantes comerciales de adhesivos de estratificación dedican naturalmente un esfuerzo considerable a asegurar que propiedades, tales como la resistencia mecánica de adhesión y las temperaturas de estratificación, de tales adhesivos son ajustadas de modo que los adhesivos se comporten bien en sus aplicaciones principales, lo que implica típicamente la estratificación de películas poliméricas y similares. Sin embargo, en tales aplicaciones, las propiedades eléctricas del adhesivo de estratificación no son relevantes, y consecuentemente los fabricantes comerciales no prestan atención a dichas propiedades eléctricas. De hecho, pueden existir variaciones sustanciales (de hasta varias veces) en ciertas propiedades eléctricas entre diferentes lotes del mismo adhesivo de estratificación comercial, presumiblemente debido a que el fabricante estaba intentando optimizar propiedades no eléctricas del adhesivo de estratificación (por ejemplo, resistencia al crecimiento bacteriano) y no estaba en absoluto preocupado acerca de los cambios resultantes en las propiedades eléctricas.

Sin embargo, en pantallas electro-ópticas, en las que el adhesivo de estratificación está normalmente situado entre los electrodos, que aplican el campo eléctrico necesario para cambiar el estado eléctrico del medio electro-óptico, las propiedades eléctricas del adhesivo pueden resultar cruciales. Como será evidente para los ingenieros eléctricos, la resistividad volumétrica del adhesivo de estratificación resulta importante, ya que la caída de tensión a través del medio electro-óptico es esencialmente igual a la caída de tensión a través de los electrodos, menos la caída de tensión a través del adhesivo de estratificación. Si la resistividad de la capa de adhesivo es demasiado elevada, ocurrirá una caída de tensión sustancial dentro de la capa de adhesivo, lo que requiere un incremento en la tensión a través de los electrodos. Aumentar la tensión a través de los electrodos de esta manera es indeseable, ya que aumenta el consumo de potencia de la pantalla y puede requerir el uso de circuitos de control más complejos y costosos para manejar la tensión incrementada implicada. Por otro lado, si la capa de adhesivo, que se extiende continuamente a través de la pantalla, está en contacto con una matriz de electrodos, como en una pantalla de matriz activa, la resistividad volumétrica de la capa de adhesivo no debería ser demasiado baja, o la conducción lateral de corriente eléctrica a través de la capa de adhesivo continua puede causar una diafonía indeseable entre electrodos adyacentes. También, como la resistividad volumétrica de la mayor parte de los materiales disminuye rápidamente con la temperatura creciente, si la resistividad volumétrica del adhesivo es demasiado baja, el rendimiento de la pantalla a temperaturas sustancialmente por encima de la temperatura ambiente es afectado de manera adversa. Por estas razones, hay un rango óptimo de valores de resistividad del adhesivo de estratificación para utilizar con cualquier medio electro-óptico dado, variando este rango con la resistividad del medio electro-óptico. Las resistividades volumétricas de medios electroforéticos encapsulados son típicamente de alrededor de 10^{10} ohmios cm, y las resistividades de otros medios electro-ópticos son usualmente del mismo orden de magnitud. Por consiguiente, la resistividad volumétrica del adhesivo de estratificación debería ser normalmente de alrededor de 10^8 a 10^{12} ohmios cm, o de aproximadamente 10^9 a 10^{11} ohmios cm, a la temperatura de funcionamiento de la pantalla, típicamente de alrededor de 20 °C. El adhesivo de estratificación debería tener también una variación de resistividad volumétrica con la temperatura que sea similar a la del propio medio electro-óptico.

El número de materiales comerciales que puede satisfacer la mayor parte de los requisitos previamente descritos, en vez de incumplirlos para un adhesivo de estratificación para utilizar en una pantalla electro-óptica es pequeño, y en la práctica un pequeño número de emulsiones de uretano dispersado en agua han sido utilizadas con este propósito. Un grupo similar de materiales han sido utilizados como el aglutinante para un medio electroforético encapsulado.

Sin embargo, el uso de tales emulsiones de uretano a base de poliéster como adhesivos de estratificación no es aún un compromiso totalmente satisfactorio entre las propiedades mecánicas y eléctricas deseadas. Hay disponible adhesivos de estratificación tales como polímeros acrílicos y adhesivos sensibles a la presión con muchas mejores propiedades mecánicas, pero las propiedades eléctricas en estos materiales son inadecuadas para utilizar en pantallas electro-ópticas. Además, hasta ahora no ha habido un modo satisfactorio de variar las propiedades eléctricas de las emulsiones de uretano para "sintonizarlas finamente" para que correspondan con las propiedades eléctricas de un medio electro-óptico específico. Por consiguiente, sería muy ventajoso si pudiera encontrarse algún modo de "desacoplar" las propiedades mecánicas y eléctricas de un adhesivo de estratificación de modo que cada conjunto de propiedades pudiera ser optimizado por separado, es decir, en la práctica, se podría elegir un adhesivo con propiedades mecánicas muy deseables y a continuación optimizar sus propiedades eléctricas para utilizar con un medio electro-óptico específico. Un aspecto de la presente invención proporciona un modo de variar las propiedades eléctricas de un aglutinante sin afectar sustancialmente a sus propiedades mecánicas. Puede también ser utilizado para variar las propiedades eléctricas de un adhesivo sin afectar sustancialmente a sus propiedades mecánicas.

Además, al considerar la elección de un adhesivo de estratificación para utilizar en una pantalla electro-óptica, debe prestarse atención al proceso mediante el cual ha de ser ensamblada la pantalla. La mayor parte de los métodos de la técnica anterior para estratificación final de pantallas electroforéticas son esencialmente métodos de lotes en los que el medio electro-óptico, el adhesivo de estratificación y la placa posterior son solamente reunidos juntos inmediatamente antes del ensamblaje final, y es deseable proporcionar métodos mejor adaptados para la producción en masa. Sin embargo, el documento 2004/0027327 antes mencionado describe un método de ensamblar una pantalla electro-óptica sólido (incluyendo una pantalla electroforética a base de partículas), que está bien adaptado para la producción en masa. Esencialmente, está solicitud en tramitación con la presente describe un así llamado "estratificado de plano frontal" ("FPL") que comprende, en orden, una capa eléctricamente conductora transmisora de la 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 transmisora de la luz será soportada sobre un sustrato transmisor de luz, que es preferiblemente flexible, en el sentido de que el sustrato puede ser enrollado manualmente alrededor de un tambor (por ejemplo) de 10 pulgadas (254 mm) de diámetro sin deformación permanente. El término "transmisor de la luz" es utilizado en esta solicitud en tramitación con la presente y en este documento para indicar que la capa así designada 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 será normalmente visto a través de la capa eléctricamente conductora y del sustrato adyacente (si está presente). El sustrato será típicamente una película polimérica, y normalmente tendrá un grosor del orden de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 mil (25 a 634 μm), preferiblemente de 2 a aproximadamente 10 mil (51 a 254 μm). La capa eléctricamente conductora es convenientemente una fina capa metálica de, por ejemplo, aluminio o ITO, o puede ser un polímero conductor. Las películas de tereftalato de polietileno (PET) revestidas con aluminio o ITO están comercialmente disponibles, por ejemplo como "Mylar aluminizado" ("Mylar" es una marca registrada) de E. I. du Pont de Nemours & Company, Wilmington, DE, y tales materiales comerciales pueden ser utilizados con buenos resultados en el estratificado del plano frontal.

El ensamblaje de un dispositivo de presentación electro-óptico utilizando dicho estratificado de plano frontal puede ser efectuado retirando la lámina de liberación del estratificado del plano frontal y haciendo contactar la capa del adhesivo con la placa posterior en condiciones efectivas para hacer que la capa adhesiva se adhiera a la placa posterior, asegurando con ello la capa de adhesivo, la capa de medio electro-óptico y la capa eléctricamente conductora a la placa posterior. Este proceso está bien adaptado a la producción en masa ya que el estratificado de plano frontal puede ser producido en masa, utilizando típicamente técnicas de revestimiento de rodillo a rodillo, y a continuación cortando en piezas de cualquier tamaño necesario para utilizar con planos posteriores específicos.

El documento 2004/0027327 antes mencionado describe también un método para ensayar un medio electro-óptico en un estratificado de plano frontal antes de la incorporación del estratificado de plano frontal a una pantalla. En este método de ensayo, la lámina de liberación esta provista con una capa eléctricamente conductora, y una tensión suficiente para cambiar el estado óptico del medio electro-óptico es aplicada entre esta capa eléctricamente conductora y la capa eléctricamente conductora del lado opuesto del medio electro-óptico. La observación del medio electro-óptico revelará entonces cualesquiera fallos en el medio, evitando así la estratificación de un medio electro-óptico defectuoso en una pantalla, con el coste resultante de rasgar la pantalla completa, no simplemente el estratificado del plano frontal defectuoso.

El documento 2004/0027327 antes mencionado describe también un segundo método para ensayar el medio electro-óptico en un estratificado de plano frontal situando una carga electrostática sobre la lámina de liberación, formando así una imagen sobre el medio electro-óptico. Esta imagen es entonces observada del mismo modo que antes para detectar cualquier fallo en el medio electro-óptico.

El documento 2003/0025855 antes mencionado y la solicitud internacional correspondiente N° PCT/US03/27686 describen una así llamada "doble película de liberación" que es esencialmente una versión simplificada del estratificado de placa frontal previamente descrito. Una forma de doble lámina de liberación comprende una capa de un medio electro-óptico sólido emparedada entre dos capas de adhesivo, estando cubiertas una o ambas de las capas de adhesivo por una lámina de liberación. Otra forma de doble lámina de liberación comprende una capa de un medio electro-óptico sólido emparedada entre dos láminas de liberación. Ambas formas de doble película de liberación están destinadas a ser utilizadas en un proceso generalmente similar al proceso de ensamblar una pantalla electro-óptica desde un estratificado en la placa frontal ya descrito, pero implicando dos estratificaciones separadas; típicamente, en una primera estratificación la doble lámina de liberación es estratificada a un electrodo frontal para formar un subconjunto frontal, y a continuación en una segunda estratificación el subconjunto frontal es estratificado a una placa posterior para formar el dispositivo de presentación final.

En vista de las ventajas del método de ensamblaje que utiliza un estratificado de placa frontal descrito en el documento 2004/0027327 antes mencionado, es deseable que un adhesivo de estratificación sea capaz de ser incorporado en tal estratificado de placa frontal. Es también deseable que un adhesivo de estratificación sea capaz de ser incorporado en una doble película de liberación como se ha descrito previamente.

El documento 2003/0025855 también describe (véanse especialmente los párrafos [0162] a [0191] del mismo) ciertas dispersiones de poliuretano especialmente formuladas para utilizar en pantallas electro-ópticas.

Las solicitudes N° 10/810.761 y PCT/US 04/09198 en tramitación con la presente antes mencionadas describen una pantalla electro-óptica que comprende un primer y segundo sustratos, y una capa de adhesivo y una capa de material electro-óptico dispuesta entre el primer y el segundo sustratos, comprendiendo la capa de adhesivo una mezcla de material adhesivo polimérico y una sal u otro poli electrolito. La sal puede ser por ejemplo una sal de tetraalquilamonio tal como cloruro de tetrabutilamonio, o acetato de potasio. (Se ha encontrado también que el hexafluorofosfato de tetrabutilamonio puede ser sustituido ventajosamente por el cloruro sobre una base mol a mol). El poli electrolito puede ser un material polimérico, por ejemplo la sal sódica de ácido poli acrílico. La sal o el poli electrolito sirve para variar la resistividad volumétrica del material adhesivo pero típicamente no afecta de manera sustancial a las propiedades mecánicas de este material.

Estas aplicaciones describen también un medio electroforético que comprende una pluralidad de cápsulas, comprendiendo cada una de las cápsulas una pared de cápsula, un fluido en suspensión encapsulado dentro de la pared de cápsula y una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente suspendidas en el fluido de suspensión y capaces de moverse a su través a la aplicación de un campo eléctrico al medio, comprendiendo el medio además un aglutinante que rodea las cápsulas, comprendiendo el aglutinante una mezcla de un material adhesivo polimérico y una sal u otro poli electrolito. La sal o poli electrolito puede ser cualquiera de los descritos previamente.

Las pantallas y los medios descritos en estas solicitudes dan buenos resultados. Sin embargo, en al menos algunos casos, hay preocupaciones de que la adición de especies iónicas a adhesivos y/o aglutinantes utilizados en las pantallas electro-ópticas podrían causar posiblemente problemas de corrosión en ciertos materiales utilizados en pantallas electro-ópticas, en particular sus placas posteriores que están típicamente en contacto directo con el adhesivo de estratificación. En un aspecto, esta invención se refiere a aditivos alternativos que pueden ser utilizados para variar la resistividad volumétrica y mejorar el rendimiento a baja temperatura de pantallas electro-ópticas. En otro aspecto, esta invención se refiere a la modificación de adhesivos de poliuretano para hacerlos más adecuados para utilizar en pantallas electro-ópticas.

Como ya se ha mencionado, los procesos de estratificación utilizados para fabricar pantallas electro-ópticas imponen requisitos rigurosos tanto sobre las propiedades mecánicas como eléctricas del adhesivo de estratificación. En la pantalla final, el adhesivo de estratificación está situado entre los electrodos que aplican el campo eléctrico necesario para cambiar el estado eléctrico del medio electro-óptico, de modo que las propiedades eléctricas del adhesivo resultan cruciales. Como será evidente para los ingenieros eléctricos, la resistividad volumétrica del adhesivo de estratificación resulta importante, ya que la caída de tensión a través del medio electro-óptico es esencialmente igual a la caída de tensión a través de los electrodos, menos la caída de tensión a través del adhesivo de estratificación. Si la resistividad de la capa de adhesivo es demasiado elevada, tendrá lugar una caída de tensión sustancial dentro de la capa de adhesivo, requiriendo un aumento en la tensión a través de los electrodos. Aumentar la tensión a través de los electrodos de esta manera es indeseable, ya que aumenta el consumo de potencia de la pantalla, y puede requerir el uso de circuitos de control más complejos y costosos para manejar la tensión incrementada implicada.

Este invención proporciona un medio electroforético que comprende una pluralidad de gotitas, comprendiendo cada una de las gotitas un fluido de suspensión y una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente suspendidas en el fluido de suspensión y capaces de moverse a su través al producirse la aplicación de un campo eléctrico al medio, comprendiendo además el medio un aglutinante que rodea las gotitas, comprendiendo el aglutinante una mezcla de un material adhesivo polimérico y un polímero que contiene hidroxilo que tiene un número de peso molecular medio no mayor de aproximadamente 5000.

Este medio electroforético puede a continuación por conveniencia ser denominado como el medio de "polímero de bajo peso molecular". En tal medio, el polímero que contiene hidroxilo puede ser un poli(etilenglicol), típicamente uno que tiene un número de peso molecular medio no mayor de aproximadamente 2000. El poli(etilenglicol) puede estar presente en una concentración de desde aproximadamente 10^{-6} a aproximadamente 10^{-5} moles por gramo de material adhesivo polimérico. El medio electroforético puede ser un medio electroforético encapsulado en el que las gotitas están provistas con paredes de cápsula que rodean el fluido de suspensión y las partículas cargadas eléctricamente.

La fig. 1 de los dibujos adjuntos es un gráfico que muestra la variación de la resistividad volumétrica con la temperatura para adhesivos de poliuretano útiles en pantallas de polímero de bajo peso molecular de la invención.

Pantalla y medio de polímero de bajo peso molecular

Una pantalla electro-óptica puede tener una capa adhesiva que comprende una mezcla de un material adhesivo polimérico y un polímero que contiene hidroxilo de número de peso molecular medio bajo (M_n no mayor de aproximadamente 5000). Un polímero preferido para este propósito es el poli(etilenglicol) (PEG), deseablemente con un M_n no mayor de aproximadamente 2000. En efecto, el aditivo polimérico sirve para la misma función que la sal u otro poli electrolito utilizado en la solicitud en tramitación con la presente antes mencionada de N° de Serie de 10/810.761. Sin embargo, el uso del aditivo polimérico parece que causa probablemente menos problemas de corrosión que el uso de una sal. Se ha encontrado también que el uso del aditivo polimérico mejora el rango de temperatura de funcionamiento de la pantalla reduciendo la variación de la resistividad volumétrica de materiales adhesivos de poliuretano con la temperatura de un modo que el uso de aditivos de sal no lo hace. La concentración óptima de aditivo polimérico que contiene hidroxilo para cualquier sistema particular es determinada mejor de manera empírica, pero a modo de guía general puede decirse que la concentración óptima es típicamente de alrededor de 10^{-6} a 10^{-5} moles por gramo de material adhesivo polimérico, véanse los siguientes Ejemplos relevantes.

La pantalla de polímero de bajo peso molecular de la invención puede hacer uso de cualquiera de los tipos de medios electro-ópticos descritos anteriormente.

Ejemplo 1

Se utilizaron tres PEG diferentes comercialmente disponibles (con número de pesos moleculares medios, M_n de 300,

1000, y 8000 g/mol respectivamente, comprados en Aldrich Chemical) a una concentración de 4400 ppm en un adhesivo de poliuretano personalizado. La concentración de 4400 ppm corresponde a una concentración molar de $5,17 \times 10^{-6}$ para PEG-300, $1,55 \times 10^{-6}$ para PEG-1000, y $1,94 \times 10^{-7}$ para PEG-8000. Para proporcionar muestras experimentales que simulen estrechamente una pantalla electroforética encapsulada, cada mezcla de poliuretano/PEG fue revestida a un grosor de $30 \pm 2 \mu\text{m}$ sobre una película de tereftalato de polietileno (PET) de 7 mil (177 μm) revestida con ITO, siendo revestida la mezcla sobre la superficie cubierta con ITO de la película. Para proporcionar unidades de ensayos experimentales adecuadas para utilizar en estos experimentos, se estratificaron entonces piezas de la película revestida con adhesivo resultante a 120 °C y 65 psig (aproximadamente 0,5 mPa) a una velocidad de 6 pulgadas por minuto (aproximadamente 2,5 mm/s) a una película de PET de 5 cm por 5 cm cubierta con una capa de negro de humo, que servía como el electrodo posterior de la unidad de ensayo (que era esencialmente una pantalla electroforética encapsulada con la propia capa de cápsulas omitida). Se usaron al menos cuatro unidades de ensayo para cada experimento y todas las unidades de ensayo fueron acondicionadas a 30 °C y a una humedad relativa del 30 por ciento durante 116 horas antes del ensayo; experimentos previos habían mostrado que este acondicionamiento era suficiente para que el adhesivo alcanzara un equilibrio de humedad relativo. La resistividad volumétrica (V_r) del adhesivo en cada unidad de ensayo fue entonces ensayada a 25 °C y una humedad relativa del 30 por ciento utilizando un aparato de ensayo industrial estándar. Para proporcionar controles, se prepararon unidades de ensayo que contenían el mismo adhesivo de poliuretano sin aditivo, y el mismo adhesivo de poliuretano con la adición de 4400 ppm de hexafluorofosfato de tetrabutilamonio (abreviado "NBu₄PF₆" en la Tabla siguiente). Los resultados están mostrados en la Tabla siguiente. Por simplicidad, se ha omitido la incertidumbre experimental en cada muestra; sin embargo, el error es, en general inferior a $\pm 15\%$.

La última columna de la Tabla muestra el contenido en humedad máximo teórico de cada material suponiendo que en las muestras que contienen PEG la zona para la absorción de humedad son los grupos hidroxilo terminales, ya que parece improbable que ninguna cantidad significativa de agua sea limitada por los enlaces de éter dentro de la cadena de polímero. El máximo contenido en humedad de la muestra que contiene hexafluorofosfato de tetrabutilamonio fue calculado suponiendo de 1 a 5 moles de agua de cristalización.

Tabla 1

Dopante	Conc. ($\times 10^6$ moles/g en dispersión)	V_r ($10^{-9} \Omega \text{ cm}$)	Contenido de humedad (ppm)
Ninguno	0,00	60	N/A
NBu ₄ PF ₆	6,40	0,68	50-230
PEG (300)	5,17	0,42	500
PEG (1000)	1,55	0,46	160
PEG (8000)	0,19	44	20

A partir de los datos de la Tabla 1, se verá que el PEG-300 y el PEG-1000 fueron al menos tan efectivos como el hexafluorofosfato de tetrabutilamonio en reducir la resistividad volumétrica del adhesivo de poliuretano, mientras que el PEG-800 tenía poco efecto sobre la resistividad volumétrica. Esto es consistente con el contenido de agua teórico máximo de las muestras. Una explicación alternativa es que el PEG-8000 es bastante menos efectivo que el PEG-300 y el PEG-1000 en la plastificación del adhesivo de poliuretano.

Ejemplo 2

Como ya se ha mencionado, la adición de polímeros que contienen hidroxilo de bajo peso molecular mejora la variación de la resistividad volumétrica de adhesivos de poliuretano con la temperatura de una manera que la adición de sales no lo hace. Una segunda serie de experimentos fueron llevados a cabo para ilustrar este comportamiento. Se prepararon unidades de ensayo y se acondicionaron del mismo modo que en el Ejemplo 1 excepto en que el acondicionamiento fue realizado para un mínimo de solamente 100 horas, y en que las unidades de ensayo contenían solamente sin aditivo, 4400 ppm de hexafluorofosfato de tetrabutilamonio, o 166 o 2658 ppm de PEG-300. Las mediciones de resistividad volumétrica fueron entonces llevadas a cabo a temperaturas de desde -5 °C a 50 °C, en todos los casos a una humedad relativa del 30 por ciento. Los resultados están mostrados en la fig. 1 de los dibujos adjuntos; no se han mostrado barras de error en esta figura ya que el error experimental es en general menor que el tamaño de los símbolos utilizados para marcar los puntos de datos.

A partir de la fig. 1. se verá que la resistividad volumétrica del adhesivo sin dopar cae aproximadamente en dos órdenes de magnitud sobre el rango de temperatura de 55 °C utilizado; este comportamiento es típico de los residuos de poliuretano. El adhesivo dopado con hexafluorofostato de tetrabutilamonio tiene una resistividad volumétrica de aproximadamente dos órdenes de magnitud menor que la del adhesivo sin dopar a la misma temperatura, pero la forma completa de la curva de resistividad volumétrica para el adhesivo dopado con sal se parece estrechamente a la de la curva para el adhesivo sin dopar. En contraste, ambos adhesivos dopados con PEG muestran una resistividad volumétrica que varía poco con la temperatura sobre el rango de temperatura utilizado; de hecho la resistividad

5 volumétrica del adhesivo dopado con PEG ha aumentado ligeramente con la temperatura. Como el incremento de la resistividad volumétrica de los adhesivos de poliuretano a bajas temperaturas es un factor principal que limita el rendimiento de las pantallas electro-ópticas que utilizan tales adhesivos a bajas temperaturas, los resultados mostrados en la fig. 1 indican que el uso de adhesivos de poliuretano dopados con PEG debería dar como resultado una mejora significativa en el rendimiento a baja temperatura de tales pantallas electro-ópticas.

10 A partir de lo anterior, se verá que la pantalla de polímero de bajo peso molecular y el medio electro-óptico de la presente invención proporcionan un medio para controlar la resistividad volumétrica de adhesivos utilizados en pantallas electro-ópticas que reduce cualesquiera problemas de corrosión posibles que puedan ser asociados con la adición de sales de tales adhesivos. También, proporcionan un medio para hacer la resistividad volumétrica de los adhesivos utilizados en
15 las pantallas electro-ópticas relativamente insensibles a cambios de temperatura, mejorando por ello potencialmente el rango de condiciones bajo las cuales pueden funcionar tales pantallas. Finalmente, debido a la relación entre las propiedades requeridas en un adhesivo y un aglutinante para utilizar en un medio electroforético encapsulado, el uso de un medio polímero de bajo peso molecular de la presente invención como un aglutinante en medios electroforéticos encapsulados utilizados en las pantallas electro-ópticas debería proporcionar ventajas similares a las conseguidas con su uso como un adhesivo en pantallas electro-ópticas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un medio electroforético que comprende una pluralidad de gotitas, comprendiendo cada una de las gotitas un fluido de suspensión y una pluralidad de partículas cargadas eléctricamente suspendidas en el fluido de suspensión y capaces de moverse a su través al producirse la aplicación de un campo eléctrico al medio, comprendiendo además el medio un aglutinante que rodea a las gotitas, estando caracterizado el medio electroforético por que el aglutinante comprende una mezcla de un material adhesivo polímero y un polímero que contienen hidroxilo que tiene un número de peso molecular medio no mayor de 5000.
2. Un medio electroforético según la reivindicación 1 en el que el polímero que contienen hidroxilo es un poli(etilenglicol).
- 10 3. Un medio electroforético según la reivindicación 2 en el que el poli(etilenglicol) tiene un número de peso molecular medio no mayor de aproximadamente 2000.
4. Un medio electroforético según la reivindicación 2 en el que el poli(etilenglicol) está presente en una concentración de desde 10^{-6} a 10^{-5} moles por gramo de material adhesivo polimérico.
- 15 5. Un medio electroforético según la reivindicación 1 en el que las gotitas están rodeadas por paredes de cápsula que rodean el fluido de suspensión y las partículas cargadas eléctricamente y en el que las paredes de cápsula son mantenidas por sí mismas dentro del aglutinante.

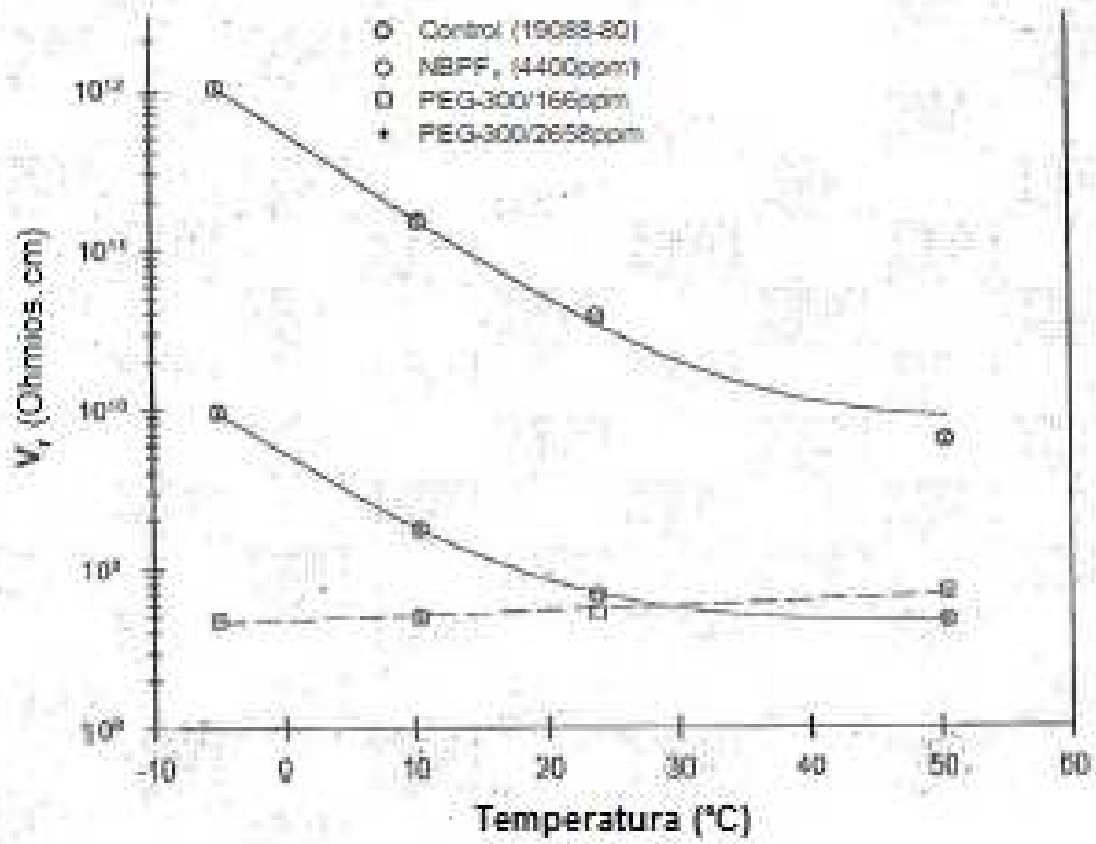


Figura 1