

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 486**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/06** (2006.01)

**C08J 9/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2010 E 10727280 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 2440613**

54 Título: **Materiales microporosos adecuados como sustratos para electrónica impresa**

30 Prioridad:

**10.06.2009 US 482115**

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

**05.07.2013**

73 Titular/es:

**PPG INDUSTRIES OHIO, INC. (100.0%)  
3800 West 143rd Street  
Cleveland, OH 44111, US**

72 Inventor/es:

**BOYER, JAMES L.;  
PARRINELLO, LUCIANO M.;  
BENENATI, PAUL L.;  
RAMAN, NARAYAN K.;  
CAMPBELL, PAMELA L. y  
KOVACS, JOSEPH P.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 411 486 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

Materiales microporosos adecuados como sustratos para electrónica impresa

### Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sustrato microporoso diseñado para uso en aplicaciones de electrónica impresa, a dispositivos electrónicos impresos que emplean tales dispositivos y a procedimientos para fabricar el mismo.

### Antecedentes de la invención

10 La electrónica impresa se está convirtiendo rápidamente en un área de creciente progreso técnico e interés comercial. Son, como indica el nombre, componentes o dispositivos electrónicos producidos usando procedimientos de impresión.

15 Los dispositivos electrónicos impresos actualmente bajo desarrollo incluyen pero sin limitación Diodos Emisores de Luz Orgánicos (OLED), fotovoltaicos orgánicos, baterías y transistores. Estos dispositivos están o estarán integrados completamente, es decir, producidos completamente a partir de un procedimiento de impresión; o diseños híbridos, es decir, una combinación de componentes producidos a partir de un procedimiento de impresión y otros procedimientos más tradicionales. Algunos dispositivos y componentes electrónicos que se producen actualmente usando un procedimiento de impresión incluyen pero sin limitación antenas RFID, células fotovoltaicas, conectores eléctricos o cualquier otro dispositivo comprendido de componentes que utilizan circuitería impresa. Las tintas de impresión normalmente son conductoras y pueden ser orgánicas o inorgánicas. Las aplicaciones de uso final pueden incluir pero sin limitación visualizadores, empaquetado inteligente, tarjetas (de proximidad, inteligentes, RFID, financieras, etc.), creación de nuevos mercados, elementos publicitarios o juguetes y novedades. De manera ideal, se preparan estos dispositivos imprimiendo tintas conductoras sobre sustratos que tienen la combinación adecuada de propiedades eléctricas, químicas y físicas.

### Sumario de la invención

25 La presente invención se refiere a un material microporoso que comprende: (a) una matriz poliolefínica que comprende poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, y del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad; (b) una carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, comprendiendo dicha carga particulada al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico; y (c) al menos el 35 por ciento en volumen de una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material microporoso. El material microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40, y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor.

35 La presente invención también se refiere a un dispositivo electrónico que comprende: (I) un sustrato que comprende un material microporoso que comprende: (a) una matriz poliolefínica que comprende poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, y del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad; (b) carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, comprendiendo dicha carga particulada al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico; y (c) al menos el 35 por ciento en volumen de una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material microporoso. El material microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40, y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor; y (II) una tinta conductora unida a la al menos una porción de una superficie del sustrato (I).

45 La presente invención proporciona adicionalmente un procedimiento para preparar material laminado microporoso que comprende una matriz poliolefínica que tiene carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, y una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material laminado microporoso. El procedimiento comprende: (a) formar una mezcla que comprende una composición de matriz poliolefínica que comprende (i) poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, (ii) del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad; (iii) carga particulada finamente dividida que comprende al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico, y (iv) composición plastificante de procesamiento; (b) extruir la mezcla para formar una lámina continua que tiene un contenido de composición plastificante de procesamiento que varía del 45 al 55 por ciento en peso basado en el peso de la lámina continua; y (c) poner en contacto la lámina continua con una composición de fluido de extracción para extraer la composición plastificante de procesamiento de la lámina continua para formar el material laminado microporoso. El material laminado microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40 y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor.

### Descripción detallada de la invención

55 Como se usa en la presente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas, los artículos “un”, “una”, “el” y “la”

incluyen referencias plurales a menos que se limiten expresamente e inequívocamente a una referencia.

Adicionalmente, para los fines de la presente memoria descriptiva, a menos que se indique de otra manera, se debe entender que todos los números que expresan cantidades de ingredientes, condiciones de reacción y otras propiedades o parámetros usados en la memoria descriptiva están modificados en todos los casos mediante el término "aproximadamente". Por consiguiente, a menos que se indique de otra manera, se debe entender que los parámetros numéricos expuestos en la siguiente memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones. Como mínimo, se deben leer los parámetros numéricos a la luz de los números de dígitos significativos informados y la aplicación de técnicas de redondeo ordinarias, y no como un intento de limitar la aplicación de la doctrina de equivalentes al alcance de las reivindicaciones.

Además, aunque los intervalos numéricos y parámetros que exponen el amplio alcance de la invención son aproximaciones como se ha analizado anteriormente, los valores numéricos expuestos en la sección de Ejemplos se informan de una forma tan precisa como sea posible. Se debe entender, sin embargo, que tales valores numéricos contienen inherentemente ciertos errores resultantes del equipo de medición y/o técnica de medición.

Se describirán ahora diversas realizaciones no limitantes de la invención.

Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención se refiere a un material microporoso que comprende: (a) una matriz poliolefínica que comprende poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, y del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad; (b) carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, comprendiendo la carga particulada al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico; y (c) al menos el 35 por ciento en volumen de una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material microporoso. El material microporoso de acuerdo con la presente invención tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40, y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor.

Como se ha mencionado anteriormente, el material microporoso de la presente invención está compuesto por una matriz poliolefínica que comprende poliolefina de peso molecular ultra alto (UHMW) que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, tal como mayor de 8 millones de gramos por mol o mayor de 9 millones de gramos por mol. Ejemplos adecuados no limitantes de poliolefinas UHMW pueden incluir aquellos polietilenos o polipropilenos UHMW esencialmente lineales que tienen un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, como se conoce en la técnica y están disponibles en el mercado.

La matriz poliolefínica comprende adicionalmente del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad, tal como del 40 al 80 por ciento en peso, o del 50 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad, por ejemplo polipropileno de alta densidad y/o polietileno de alta densidad. Para los fines de la presente invención, se quiere decir por poliolefina de "alta densidad" una poliolefina (por ejemplo, polietileno) que tiene una densidad mayor de 0,940 g/cm<sup>3</sup>, tal como de 0,941 a 0,965 g/cm<sup>3</sup>. Se conocen tales materiales en la técnica y están fácilmente disponibles en el mercado. El HDPE (iii) adecuado que se puede usar en la matriz polimérica (a) puede incluir pero sin limitación FINA<sup>®</sup> 1288 disponible en el mercado de Total Petrochemicals (fabricado por Atofina) y MG-0240 disponible de Braskem.

La matriz poliolefínica también puede comprender adicionalmente otros componentes poliméricos tales como, por ejemplo, materiales poliolefínicos de peso molecular ultra alto (UHMW) que tienen un peso molecular de menos de 7 millones de gramos por mol, tales como menos de 6,5 millones de gramos por mol o menos de 6 millones de gramos por mol. Ejemplos no limitantes adecuados de estas poliolefinas UHMW pueden incluir cualquiera de los polietilenos o polipropilenos UHMW esencialmente lineales que tengan pesos moleculares de menos de 7 millones de gramos por mol, como se conocen en la técnica y están fácilmente disponibles en el mercado.

En general, en la medida en que las poliolefinas UHMW no son polímeros termoestables que tienen un peso molecular infinito, se clasifican técnicamente como materiales termoplásticos. El polipropileno de peso molecular ultra alto puede comprender polipropileno isotáctico de peso molecular ultra alto esencialmente lineal. A menudo el grado de isotacticidad de tal polímero es al menos el 95 por ciento, por ejemplo, al menos el 98 por ciento. Aunque no existe restricción particular sobre el límite superior de la viscosidad intrínseca del polietileno UHMW, en un ejemplo no limitante, la viscosidad intrínseca puede variar de 18 a 39 decilitros/gramo, por ejemplo, de 18 a 32 decilitros/gramo. Aunque no existe restricción particular sobre el límite superior de la viscosidad intrínseca del polipropileno UHMW, en un ejemplo no limitante, la viscosidad intrínseca puede variar de 6 a 18 decilitros/gramo, por ejemplo, de 7 a 16 decilitros/gramo.

Para los fines de la presente invención, se determina la viscosidad intrínseca extrapolando a concentración cero las viscosidades reducidas o las viscosidades inherentes de varias soluciones diluidas de la poliolefina UHMW donde se destila el disolvente recién preparado decahidronaftaleno al que se ha añadido el 0,2 por ciento en peso del éster neopentantetraílico del ácido 3,5-di-terc-butil-4-hidroxihipocinnámico [N<sup>o</sup> Registro CAS 6683-19-8]. Se determinaron las viscosidades reducidas o las viscosidades inherentes de la poliolefina UHMW a partir de las viscosidades relativas obtenidas a 135 °C usando un viscosímetro Ubbelohde N<sup>o</sup> 1 de acuerdo con los

procedimientos generales de ASTM D 4020-81, excepto que se emplean varias soluciones diluidas de diferentes concentraciones. Se relaciona empíricamente el peso molecular nominal del polietileno UHMW con la viscosidad intrínseca del polímero de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$M=5,37 \times 10^4 [\eta]^{1,37}$$

5 en la que M es el peso molecular nominal y  $[\eta]$  es la viscosidad intrínseca del polietileno UHMW expresada en decilitros/gramo. De manera similar, se relaciona empíricamente el peso molecular nominal del polipropileno UHMW con la viscosidad intrínseca del polímero de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$M=8,88 \times 10^4 [\eta]^{1,25}$$

10 en la que M es el peso molecular nominal y  $[\eta]$  es la viscosidad intrínseca del polipropileno UHMW expresada en decilitros/gramo.

Pueden estar presentes también uno u más polímeros orgánicos termoplásticos diferentes en la matriz proporcionada sin afectar a las propiedades deseadas del material microporoso de una manera adversa. La cantidad de los otros polímeros termoplásticos que pueden estar presentes depende de la naturaleza de tales polímeros, las propiedades deseadas y la aplicación de uso final para el material microporoso. Ejemplos de polímeros orgánicos termoplásticos que opcionalmente pueden estar presentes pueden incluir poli(tetrafluoroetileno); copolímeros de etileno y propileno; poliolefinas funcionalizadas, tales como acetato de vinilo y/o polietileno modificado con alcohol vinílico, o acetato de vinilo y/o polipropileno modificado con alcohol vinílico, copolímeros de etileno y/o propileno modificado con ácido acrílico (por ejemplo, POLYBOND 1001, 1002 y 1009 todos disponibles de Chemtura), y copolímeros de etileno y/o propileno modificado con ácido metacrílico, polietilenos modificados con anhídrido maleico (por ejemplo, FUSABOND M-613-05, MD-51 1 D, MB100D y MB 439D todos disponibles de DuPont de Nemours and Company). Si se desea, se pueden neutralizar todos o una porción de los grupos carboxilo de los copolímeros que contienen carboxilo con sodio, cinc o similares.

El material microporoso de la presente invención comprende adicionalmente (b) un componente de carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz. Se dispersa el componente de carga a través de todo el componente de matriz polimérica sustancialmente de manera homogénea. La carga particulada finamente dividida comprende al menos el 10 por ciento en peso, tal como al menos el 15 por ciento en peso, o al menos el 20 por ciento en peso, o al menos el 25 por ciento en peso o al menos el 30 por ciento en peso de una carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico. Tales particulados finamente divididos pueden incluir partículas de cargas no silíceas sustancialmente insolubles en agua. Ejemplos de tales partículas de carga no silíceas pueden incluir partículas de óxido de titanio, óxido de hierro, óxido de cobre, óxido de cinc, óxido de antimonio, circonia, óxido de magnesio, aluminio, disulfuro de molibdeno, sulfuro de cinc, sulfato de bario, sulfato de estroncio, carbonato de calcio, carbonato de magnesio, hidróxido de magnesio, con la condición de que varíe la densidad de tales materiales de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico. Las partículas de carga también pueden incluir partículas de carga retardantes de llama sustancialmente insolubles en agua finamente divididas tales como partículas de etilenbis(tetra-bromoftalimida), óxido de octabromodifenilo, óxido de decabromodifenilo y etilenbis(dibromonorborno) dicarboximida. Se pueden emplear mezclas de cualquiera de las cargas particuladas anteriormente mencionadas.

40 Cuando sea necesario, el componente de carga particulada finamente dividida puede comprender uno o más materiales de cargas inorgánicas adicionales, por ejemplo, materiales silíceos y no silíceos que pueden ser, pero no necesariamente, sustancialmente insolubles en agua.

Como presentes en el material microporoso, las partículas finamente divididas pueden estar en forma de partículas finales, agregados de partículas finales o una combinación de ambas. Para algunas aplicaciones, al menos aproximadamente el 75 por ciento en peso de las partículas usadas en la preparación del material microporoso tienen tamaños de partícula brutos en el intervalo desde aproximadamente 0,1 hasta aproximadamente 40 micrómetros como se mide mediante dispersión de luz usando un instrumento LS 230 (fabricado por Beckman Coulter, Inc.). Se debe observar que los intervalos específicos pueden variar de una carga a otra. Además, se espera que se pueda reducir los tamaños de los aglomerados de carga durante el procesamiento de los ingredientes para preparar el material microporoso. Por consiguiente, la distribución de los tamaños de partícula brutos en el material microporoso puede ser menor que en la carga en bruto en sí misma.

50 Como se ha mencionado anteriormente, el componente de carga (b) puede comprender adicionalmente materiales silíceos insolubles en agua, óxidos de metal y/o sales de metal. Ejemplos no limitantes de partículas silíceas adecuadas pueden incluir partículas de sílice, mica, montmorillonita, incluyendo nanoarcillas de montmorillonita tales como las disponibles de Southern Clay Products con el nombre comercial CLOISITE<sup>®</sup>, caolinita, asbesto, talco, tierra de diatomea, vermiculita, zeolitas naturales y sintéticas, cemento, silicato de calcio, silicato de aluminio, silicato de aluminio sódico, polisilicato de aluminio, geles de sílice de aluminio y partículas de vidrio. Normalmente se usan sílice y las arcillas. De las sílices, se usa más a menudo sílice precipitada, gel de sílice o sílice pirógena. Cualquiera de las partículas silíceas anteriormente mencionadas puede incluir partículas silíceas tratadas (por ejemplo, tratadas

superficialmente o tratadas químicamente).

Se pueden emplear muchas sílices precipitadas diferentes en la presente invención, pero se usan más a menudo aquellas obtenidas mediante precipitación en una solución acuosa de silicato de sodio usando un ácido adecuado tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o dióxido de carbono. Tales sílices precipitadas se conocen y procesan por sí mismas para producirlas como se describe en detalle en las Patentes de Estados Unidos N° 2.657.149; 2.940.830; y 4.681.750. Las sílices precipitadas típicas pueden incluir aquellas que tienen un área superficial BET (cinco-puntos) que varía de 20 a 500 m<sup>2</sup>/gramo, tal como de 50 a 250 m<sup>2</sup>/gramo o de 100 a 200 m<sup>2</sup>/gramo.

En una realización particular de la presente invención, el porcentaje en peso combinado total de la carga particulada finamente dividida (incluyendo la carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico (g/cm<sup>3</sup>), tal como desde 2,41 a 3,01 g/cm<sup>3</sup> o de 2,51 a 2,81 g/cm<sup>3</sup> y cualquier otras cargas como se ha descrito anteriormente) comprende el 50 por ciento en peso o menos, o el 40 por ciento en peso o menos, tal como el 35 por ciento en peso o menos, o el 30 por ciento en peso o menos de carga particulada que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21, tal como de 2,41 a 3,01 g/cm<sup>3</sup> o de 2,51 a 2,81 g/cm<sup>3</sup>. La densidad puede variar entre cualquiera de los valores indicados inclusive los valores indicados. En una realización particular de la presente invención, la matriz poliolefínica comprende del 1 al 50 por ciento en peso, tal como del 10 al 50 por ciento en peso o del 10 al 30 por ciento en peso de carbonato de calcio.

En cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas de la presente invención, el componente de carga particulada finamente dividida (b) puede comprender adicionalmente sílice, tal como sílice precipitada, que tiene un Valor de Friabilidad mayor que o igual al 5 por ciento. El Valor de Friabilidad representa el porcentaje de partículas que tienen un diámetro de menos de 1 micrómetro después de 120 minutos de sonicación menos el porcentaje de las partículas que tienen un diámetro de menos de 1 micrómetro antes de sonicación. Se determinan los Valores de Friabilidad usando los procedimientos descritos más adelante en el presente documento en los Ejemplos.

Pueden estar también presentes menores cantidades, normalmente menos del 10 por ciento en peso, de otros materiales usados en el procesamiento tales como lubricantes, plastificantes de procesamiento, líquido de extracción orgánico, tensioactivos, agua y similares. Pueden estar presentes opcionalmente otros materiales más introducidos para fines particulares en el material microporoso en pequeñas cantidades, normalmente menos de aproximadamente el 15 por ciento en peso. Ejemplos de tales materiales pueden incluir antioxidantes, absorbentes de luz ultravioleta, fibras de refuerzo tales como hebras de fibra de vidrio cortadas, colorantes, pigmentos y similares. El equilibrio del material microporoso, exclusivo de carga y cualquier revestimiento, tinta de impresión o impregnación aplicada para uno o más fines especiales es esencialmente el polímero orgánico.

Como se ha mencionado anteriormente, el material microporoso de la presente invención comprende (c) una red de poros de interconexión que se comunican sustancialmente a través de todo el material microporoso. Sobre una base sin revestimiento, sin tinta de impresión, sin impregnación y pre-unión, los poros constituyen al menos el 5 por ciento en volumen del material microporoso, tal como al menos el 10 por ciento en volumen, o al menos el 15 por ciento en volumen del material microporoso. Los poros pueden constituir del 10 al 80 por ciento en volumen del material microporoso, tal como del 10 al 75 por ciento en volumen o del 10 al 50 por ciento en volumen del material microporoso. En la presente invención, los poros constituyen al menos el 35 por ciento en volumen del material microporoso.

Como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones, se determina la porosidad (también conocida como volumen de huecos) del material microporoso, expresada como porcentaje en volumen, de acuerdo con la ecuación:

$$\text{Porosidad} = 100[1 - d_1/d_2]$$

donde  $d_1$  es la densidad de la muestra que se determina a partir del peso de muestra y el volumen de muestra como se determinan a partir de mediciones de las dimensiones de muestra y  $d_2$  es la densidad de la porción sólida de la muestra que se determina a partir del peso de muestra y el volumen de la porción sólida de la muestra. Se determina el volumen de la porción sólida de la misma usando un estereopícnómetro Quantachrome (Quantachrome Corp.) de acuerdo con el manual de funcionamiento adjunto.

Se puede determinar el diámetro medio del volumen de los poros del material microporoso mediante porosimetría de mercurio usando un porosímetro Autopore III (Micromeritics, Inc.) de acuerdo con el manual de funcionamiento adjunto. Generalmente sobre una base sin revestimiento, sin tinta de impresión, sin impregnación y pre-unión el diámetro medio del volumen de los poros está en el intervalo de desde aproximadamente 0,02 a aproximadamente 0,5 micrómetros. Para algunas aplicaciones, el diámetro medio del volumen de los poros puede estar en el intervalo de desde 0,03 a 0,4 micrómetros o desde 0,04 a 0,2 micrómetros.

En vista de la posibilidad de que algunos procedimientos de revestimiento, procedimientos de impresión, procedimientos de impregnación y/o procedimientos de unión pueden dar como resultado el llenado de al menos algunos de los poros del material microporoso y puesto que algunos de estos procedimientos comprimen irreversiblemente el material microporoso, se determinan los parámetros con respecto a porosidad, diámetro medio

del volumen de los poros y diámetro máximo de poro, para el material microporoso antes de aplicación de uno o más de estos procedimientos. En la preparación del material microporoso de la presente invención, se mezclan partículas de carga, componentes de la matriz polimérica y cualquier aditivo de procesamiento tal como plastificantes, etc., hasta que se obtiene una mezcla sustancialmente uniforme. La proporción del peso de la carga al polímero empleada en la formación de la mezcla es esencialmente la misma que la del material microporoso a producir.

En una realización particular de la presente invención, un cierto porcentaje de los poros presentes en el material microporoso son nano-poros. Se define en el presente documento "nano-poros" como poros que tienen diámetros de aproximadamente 100 nanómetros o menos. El porcentaje de los nano-poros puede estar en el intervalo del 50 al 80 por ciento, tal como del 55 al 75 por ciento, donde los porcentajes se basan en el volumen total de los poros presentes en el material microporoso.

Como se ha mencionado anteriormente, el sustrato microporoso de acuerdo con la presente invención tiene una densidad que varía de 0,5 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, tal como de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, o de 0,7 a 0,8 g/cm<sup>3</sup> o de 0,7 a 0,75 g/cm<sup>3</sup> en el que se determina la densidad como se describe más adelante en el presente documento en los Ejemplos.

También, el material microporoso de acuerdo con la presente invención tiene un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor, tal como 1100 segundos Gurley o mayor, o 1200 segundos Gurley o mayor, o 1500 segundos Gurley o mayor, en el que se determina el caudal del aire como se describe más adelante en el presente documento en los Ejemplos. En una realización particular, el material microporoso tenía un caudal de aire que varía de 1000 a 1800 segundos Gurley, tal como de 1200 a 1800 segundos Gurley.

Además, el material microporoso de la presente invención presenta una tensión DM al 1 % de presión mayor de o igual a 1,03 MPa (150 psi), tal como mayor de o igual a 1,38 MPa (200 psi), por ejemplo de 1,38 a 2,76 MPa (de 200 a 400 psi). Para los fines de la presente invención, se ensaya la tensión DM al 1 % de presión (módulo 1 %) de acuerdo con ASTM D 882-02 modificada usando una velocidad de cruceta de muestreo de 5,08 cm/minuto hasta que se completó 0,508 cm de velocidad de desplazamiento lineal, momento en el que se aceleró la velocidad de cruceta hasta 50,8 cm/segundo, y donde la anchura de la muestra es aproximadamente 1,2 cm y la longitud calibrada de la muestra es 5,08 cm. Se toman todas las mediciones con la muestra en la orientación de la dirección de mecanizado, es decir, con el eje mayor orientado a lo largo de la longitud de la lámina. Se incorpora el procedimiento de ensayo ASTM anteriormente mencionado en el presente documento por referencia.

Además, el material microporoso de la presente invención tiene una suavidad (según se mide mediante un densímetro Gurley, como se describe más adelante en el presente documento en los Ejemplos) Sheffield (superficie) en el intervalo de 0 a 100 unidades Sheffield, o de 0 a 50 unidades Sheffield, o de 0 a 40 unidades Sheffield (por ejemplo menos de o igual a 40 unidades Sheffield, o menos de o igual a 35 unidades Sheffield), o de 1 a 70 unidades Sheffield o de 1 a 50 unidades Sheffield. Como se ha mencionado anteriormente, la presente invención también se refiere a un dispositivo electrónico que comprende: (I) un sustrato que comprende un material microporoso tal como cualquiera de los materiales microporosos de acuerdo con la presente invención descritos en el presente documento; y (II) una tinta conductora unida a la al menos una porción de una superficie del sustrato (I). Para tales aplicaciones, el material microporoso normalmente (aunque no necesariamente) está en la forma de una lámina.

Ciertas características de un sustrato que comprende cualquiera de los materiales microporosos anteriormente mencionados de la presente invención proporcionan numerosas ventajas para la fabricación, rendimiento y utilidad de dispositivos electrónicos que incorporan tales sustratos. Estas incluyen pero sin limitación la capacidad de impresión, flexibilidad, durabilidad, resistencia, estabilidad térmica, compatibilidad con una diversidad de tintas de impresión, compatibilidad con una diversidad de películas de laminación, resistencia química, compatibilidad con una diversidad de resinas termoplásticas y termoestables, fidelidad de diseño y una diversidad de propiedades eléctricas.

La estructura nanoporosa del material microporoso de la presente invención potencia la capacidad de impresión de tinta en los disolventes presentes en las tintas conductoras (por ejemplo, disolventes orgánicos y/o acuosos) en la matriz (por ejemplo, mediante acción capilar), mientras que los sólidos de la tinta permanecen en la superficie. Esto fomenta rápidos tiempos de secado de tinta.

En una realización, el material microporoso de la presente invención tiene una Constante Dieléctrica que varía de 1 a 100, tal como de 1 a 50 o de 1,1 a 10,0. También, el sustrato de la presente invención puede tener una Tangente de Pérdida (medida a 100 MHz) que varía de 0 a 1,0, tal como de 0 a 0,1. Además el sustrato de la presente invención puede tener un valor de Conductividad Térmica ( $\lambda$ (W/mK) que varía de 0 a 10, tal como de 0 a 5,0. En resumen, el material microporoso de la presente invención presenta en general una baja constante dieléctrica, baja tangente de pérdida y propiedades de disipación térmica (conductividad térmica).

Una baja constante dieléctrica denota un material que no creará fácilmente estática o concentrará líneas de flujo electroestático y a través de la cual se transmitirá la energía de radar a gran intensidad y rápidamente. La baja constante dieléctrica es ventajosa para el diseño de muchos componentes electrónicos donde la descarga eléctrica parásita puede interferir con el rendimiento. Esta notable propiedad de rendimiento, también denominada permitividad estática relativa, permitirá a las señales atravesar el sustrato con pequeña o ninguna atenuación lo que

proporciona una ventaja en el funcionamiento de tarjetas de proximidad de frecuencia de radio.

5 Un bajo valor de tangente de pérdida denota cómo de bien permite el sustrato a una carga acumulada descargarse con muy poca resistencia y generación de calor. Esta baja tangente de pérdida complementa la conductividad térmica relativamente baja del material microporoso de la presente invención. Muchos dispositivos electrónicos impresos son y serán de baja potencia y bajos generadores de calor. También es importante señalar que la compatibilidad del sustrato con una diversidad de películas y adhesivos permitirá a los diseñadores lograr el grado de efectos de apantallamiento deseados en el dispositivo electrónico impreso final.

10 Adicionalmente, la suavidad superficial del sustrato, densidad, porosidad y distribución de tamaño de poro son parámetros que se deben considerar para un sustrato de electrónica impresa, al afectar todas estas propiedades a la capacidad de imprimir un elemento conductor.

La suavidad superficial potenciada proporciona excelente resolución de líneas de circuitería a través de la capacidad de impresión mejorada de las tintas conductoras en la superficie del sustrato.

15 También son notables las propiedades disipativas de estática del material microporoso. Normalmente el material microporoso de la presente invención presenta características disipativas de estática tanto al 12 % como al 50 % de humedad relativa. Adicionalmente las mediciones de resistividad superficial tomadas de acuerdo con ASTM D-257 clasifican el sustrato como que presenta unas propiedades aislantes al 12 % de humedad relativa y disipativas al 50 % de humedad relativa. En general, el material microporoso de la presente invención tiene unos valores de Caída de Estática que varían de 0 a 20 segundos, y unos valores de Resistividad Superficial que varían de  $1 \times 10^5$  a  $1 \times 10^{15}$ . Además, el material microporoso presenta una fidelidad de diseño superior al compararse con vidrio. Se describe la fidelidad de diseño en este contexto como la capacidad de un sustrato para replicar consistentemente las dimensiones de líneas deseadas en un circuito electrónico impreso.

25 La "compresibilidad" del sustrato, es decir, la capacidad del sustrato para comprimirse o para rendir bajo presión, ofrece protección para los elementos electrónicos impresos sobre la superficie del sustrato. A una fuerza compresiva de 6,89 MPa (1.000 psi) tomada a una temperatura ambiente de 21,11 °C a 26,66 °C (de 70 ° a 80 F) un sustrato adecuado normalmente se desviará del 10 al 20 % de su espesor original. Esta propiedad de rendimiento bajo compresión en combinación con flexibilidad puede proporcionar protección a la circuitería impresa y/o de dispositivos integrados de fuerzas potencialmente perjudiciales que podrían resultar de una etapa o etapas de procesamiento adicionales, tales como transporte, impresión, laminación, inserción de dispositivo, de fuerzas "en uso", tales como, flexión, estiramiento, compresión, etc. En otras palabras, el sustrato tiene "compresibilidad" suficiente para permitir que el sustrato sirva como un tipo de "plástico de burbujas" para la circuitería impresa en el mismo y/o cualquier dispositivo (por ejemplo, un chip RFID) integrado en el mismo. Normalmente el sustrato comprendido del material microporoso de la presente invención tiene un intervalo de compresibilidad (es decir, capacidad de proteger la circuitería impresa) de 0 a 345 MPa (de 0 a 50.000 psi), tal como de 0 a 138 MPa (de 0 a 20.000 psi).

35 En una realización particular de la presente invención, se aplica la tinta conductora (II) al sustrato en la forma de una línea (por ejemplo, como una línea de material conductor que forma una antena, o circuitería sobre el sustrato). La tinta conductora puede tener una anchura de línea que varía de 1 a 50 micrómetros, tal como de 3 a 30 micrómetros o de 5 a 20 micrómetros.

40 Normalmente se imprime la tinta sobre al menos una superficie en el sustrato. Se puede usar cualquiera de una diversidad de procedimientos de impresión para preparar los sustratos impresos de la presente invención incluyendo, pero sin limitación, impresión tipográfica donde se coloca la tinta en áreas macroscópicamente elevadas de la placa de impresión, por ejemplo, tipografía, flexografía, etc.; impresión planográfica, por ejemplo, litografía, impresión colotipia, impresión autotipia, impresión láser y xerografía; impresión de estencil incluyendo serigrafía; e impresión por chorro de tinta.

45 La selección de tinta conductora, por ejemplo, dependerá de una diversidad de factores tales como tipo de procedimiento de impresión, y el uso final último del sustrato impreso. Por lo tanto, se contempla que se puede usar cualquiera de una amplia diversidad de tintas conductoras y revestimientos como se conocen bien en la técnica.

50 Adicionalmente, se contempla que, para algunas aplicaciones, puede ser deseable pretratar (por ejemplo, un tratamiento corona) y/o aplicar un revestimiento superficial o imprimación sobre al menos una porción de la superficie o superficies del sustrato del material microporoso antes de la aplicación de la tinta conductora. Un revestimiento o imprimación de este tipo, puede ser deseable, por ejemplo, para proporcionar resolución de líneas potenciada o adhesión de tinta mejorada.

55 La presente invención contempla que se puede imprimir la tinta conductora como una antena sobre un lado del sustrato microporoso, y como una o más líneas de circuitería sobre el lado opuesto del sustrato microporoso. También, se contempla que se puede imprimir la circuitería sobre ambos de los lados opuestos del sustrato microporoso. La circuitería puede constituir un circuito integrado completo. Análogamente, se puede imprimir la tinta conductora sobre un lado del sustrato microporoso, mientras que se puede imprimir tinta no conductora sobre la superficie opuesta.

También, se contempla que el dispositivo electrónico (es decir, el sustrato impreso) de la presente invención puede constituir una o más capas de un dispositivo o componente electrónico multicapa. Por ejemplo, se pueden unir láminas o capas adicionales del material del sustrato de la presente invención (mediante cualquiera de una diversidad de procedimientos adecuados) sobre cualquier lado del sustrato impreso. En una realización, la circuitería impresa o conector se puede intercalar entre la capa de sustrato tras la cual se imprime la tinta y otra lámina del sustrato sobre la tinta impresa. Análogamente, el sustrato impreso de la presente invención puede comprender adicionalmente una o más capas en una estructura de laminado multicapa, donde se unen una o más películas de laminado (mediante procedimientos de laminación) en cualquiera o ambos lados del sustrato impreso.

La presente invención se refiere adicionalmente a un procedimiento para preparar material laminado microporoso que comprende una matriz poliolefínica que tiene carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, y una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material laminado microporoso. El procedimiento comprende: (a) formar una mezcla que comprende una composición de matriz poliolefínica que comprende (i) poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, tal como cualquiera de los anteriormente descritos, (ii) del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad tal como cualquiera de las anteriormente descritas; y (iii) carga particulada finamente dividida que comprende al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico, tal como de 2,41 a 3,01 g/cm<sup>3</sup>, o de 2,61 a 2,81 g/cm<sup>3</sup>, y (iv) composición plastificante de procesamiento tal como cualquiera de las descritas más adelante en el presente documento; (b) extruir la mezcla para formar una lámina continua que tiene un contenido de composición plastificante de procesamiento que varía del 45 al 55 por ciento en peso basado en el peso de la lámina continua; y (c) poner en contacto la lámina continua con una composición de fluido de extracción, tal como cualquiera de las descritas más adelante en el presente documento para extraer la composición plastificante de procesamiento de la lámina continua para formar el material laminado microporoso. El material laminado microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40, y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor. En general, se mezclan las partículas de carga, los polímeros orgánicos (normalmente en la forma de polvos), la composición plastificante de procesamiento y menores cantidades de auxiliares tales como lubricantes, antioxidantes o cualquiera de los aditivos opcionales anteriormente mencionados hasta que se obtiene una mezcla sustancialmente uniforme. Se introduce la mezcla, opcionalmente junto con composición plastificante de procesamiento adicional, en el cilindro calentado de una extrusora de tornillo. Unido a la extrusora está un troquel de laminado. Se reenvía una lámina continua formada mediante el troquel sin estirar a un par de rodillos de laminado calentados que actúan cooperativamente para formar láminas continuas de menor espesor que la lámina continua que sale del troquel.

En el caso del material laminado microporoso de la presente invención, la lámina continua incluye, en este punto en el procedimiento, una cantidad de composición plastificante de procesamiento que varía del 40 al 65 por ciento en peso, tal como del 45 al 60 por ciento en peso, o del 45 al 55 por ciento en peso, o del 48 al 52 por ciento en peso basado en el peso de la lámina continua. Se ha encontrado que preparar el material laminado microporoso de la presente invención mediante este procedimiento (es decir, mantener el nivel de composición plastificante de procesamiento a una cantidad que varía entre el 40 al 65 por ciento en peso) hasta que la formación del laminado produce un material laminado microporoso final que tiene propiedades deseables para aplicaciones de electrónica impresa como se ha analizado en el presente documento.

La lámina continua pasa a continuación desde el laminador a una primera zona de extracción donde se retira sustancialmente el plastificante de procesamiento mediante extracción con un líquido orgánico que es un buen disolvente para el plastificante de procesamiento, un disolvente pobre para el polímero orgánico, y más volátil que el plastificante de procesamiento. Normalmente, pero no necesariamente, tanto el plastificante de procesamiento como el líquido de extracción orgánico son sustancialmente inmiscibles en agua. La lámina continua pasa a continuación a una segunda zona de extracción donde se retira sustancialmente el líquido de extracción orgánico residual mediante vapor y/o agua. La lámina continua se hace pasar después a través de un secador de aire forzado para la retirada sustancial de agua residual y líquido de extracción orgánico residual restante. Desde el secador se puede hacer pasar a continuación la lámina continua, que es material microporoso, a un rodillo de tensado. Si se desea las etapas de procesamiento se pueden dirigir, por ejemplo, calentamiento, laminación adicional y/o estiramiento.

El plastificante de procesamiento normalmente es un aceite de procesamiento tal como aceite parafínico, aceite nafténico o aceite aromático. Ejemplos de aceites adecuados incluyen pero sin limitación aceite Shellflex® 412 y Shellflex® 371 (Shell Oil Co.) que son aceites de disolvente refinado e hidrotratados derivados de nafténico crudo. Ejemplos adicionales no limitantes de aceites adecuados incluyen aceite ARCoprime® 400 (Atlantic Richfield Co.) y aceite Kaydol® (Witco Corp.) que son aceites minerales. Se espera que otros materiales, incluyendo los plastificantes éster ftalato tales como dibutil ftalato, bis(2-etilhexil) ftalato, diisododecil ftalato, dicitclohexil ftalato, butil bencil ftalato y ditridecil ftalato funcionarán satisfactoriamente como plastificantes de procesamiento.

Existen muchos líquidos de extracción orgánicos que se puedan usar. Ejemplos de líquidos de extracción orgánicos adecuados pueden incluir, pero sin limitación 1,1,2-tricloroetileno, percloroetileno, 1,2-dicloroetano, 1,1,1-tricloroetano, 1,1,2-tricloroetano, cloruro de metileno, cloroformo, 1,1,2-tricloro-1,2,2-trifluoroetano, alcohol isopropílico, éter dietílico, acetona, hexano, heptano y tolueno.

Debido a su combinación única de propiedades físicas, el material microporoso de la presente invención es especialmente adecuado para uso como uno o más sustratos en una diversidad de dispositivos electrónicos que emplean componentes electrónicos impresos.

5 Se ilustran diversas realizaciones no limitantes desveladas en el presente documento en los siguientes ejemplos no limitantes.

**Ejemplos**

10 En la Parte 1 de los siguientes ejemplos, se describen las formulaciones usadas para preparar las mezclas del Ejemplo y Ejemplo Comparativo presentados en la Tabla 1. Se prepararon los Ejemplos 1, 2 y el Ejemplo Comparativo 1 con la misma sílice. Se prepararon los Ejemplos 3, 4, 5 y Ejemplo Comparativo 2 con la misma sílice que era diferente que la sílice usada para los Ejemplos 1, 2 y Ejemplo Comparativo 1.

15 En la Parte 2, se describen los procedimientos usados para extruir, laminar y extraer las láminas preparadas de las mezclas de la Parte 1. En la Parte 3, se describen los procedimientos usados para determinar las propiedades físicas informadas en la Tabla 2. En la Parte 4, se describen los procedimientos usados para preparar los patrones impresos y determinar las propiedades eléctricas y características de los patrones impresos informados en las Tablas 3 y 4.

Parte 1 - Preparación de mezclas

20 Se pesaron los ingredientes en seco en una mezcladora de cuchilla de arado FM-130D Littleford con una cuchilla de mezclado de estilo corte de alta intensidad en el orden y cantidades (gramos (g)) especificados en la Tabla 1. Se premezclaron los ingredientes secos durante 15 segundos usando únicamente las cuchillas de arado. Se bombeó a continuación el aceite de proceso mediante una bomba de doble diafragma a través de una boquilla de pulverización en la parte superior de la mezcladora, con únicamente las cuchillas de arado en funcionamiento. El tiempo de bombeo para los ejemplos varió entre 45-60 segundos. Se conectó la cuchilla de corte de alta intensidad, junto con las cuchillas de arado, y se mezcló la mezcla durante 30 segundos. Se apagó la mezcladora y se descartaron los lados internos de la mezcladora para asegurar que se mezclaron todos los ingredientes uniformemente. Se volvió a conectar la mezcladora tanto con las cuchillas de corte de alta intensidad como con las cuchillas de arado conectadas, y se mezcló la mezcla durante unos 30 segundos adicionales. Se apagó la mezcladora y la mezcla se vertió en un recipiente de almacenamiento.

Tabla 1 - Mezclas de Ejemplo (Ej.) y Ejemplo Comparativo (E.C.)

Ingredientes	Ej. 1	Ej. 2	E.C. 1	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	E.C. 2
Sílice (1a)	1589	1930	2270	0	0	0	0
Sílice (2a)	0	0	0	1930	1589	1589	2270
CaCO <sub>3</sub> (b)	681	341	0	341	681	681	0
TiO <sub>2</sub> (c)	91	91	91	91	91	91	91
UHMWPE (1d)	196	360	196	360	523	196	523
UHMWPE (2d)	196	360	196	360	523	196	523
HDPE (e)	916	589	916	589	262	916	262
Antioxidante (f)	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
Lubricante (g)	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Aceite de proceso (h)	3178	3405	3950	3178	2951	2951	3707

(1 a) Se usó sílice precipitada Silica Hi-Sil® WB37 y se obtuvo comercialmente de PPG Industries, Inc. Se informó que este producto de sílice era más friable que la sílice precipitada Silica Hi-Sil® SBG como se informa más adelante.

(2a) Se usó sílice precipitada Silica Hi-Sil® SBG y se obtuvo comercialmente de PPG Industries, Inc.

(b) Se usó carbonato de calcio Camel-Wite® y se obtuvo comercialmente de IMERYS.

(c) Dióxido de titanio TIPURE® R-103, obtenido comercialmente de E.I. du Pont de Nemours and Company.

(1d) Polietileno de Peso Molecular Ultra Alto (UHMWPE) GUR® 4130, obtenido comercialmente de Ticona Corp y se informó que tiene un peso molecular de aproximadamente 6,8 millones de gramos por mol.

(2d) Polietileno de Peso Molecular Ultra Alto (UHMWPE) GUR® 4150, obtenido comercialmente de Ticona Corp y se informó que tiene un peso molecular de aproximadamente 9,2 millones de gramos por mol.

(e) Polietileno de Alta Densidad (HDPE) FINA® 1288, obtenido comercialmente de Total Petrochemicals.

(f) Antioxidante CYANOX® 1790, Cytec Industries, Inc.

(g) Lubricante estearato de calcio, calidad técnica.

(h) Aceite de proceso TUFFLO® 6056, obtenido comercialmente de PPC Lubricants.

Se determinaron los Valores de Friabilidad de sílice precipitada Silica Hi-Sil® WB37 y SBG mediante el siguiente procedimiento. Se pesaron aproximadamente 2 gramos de sílice en una botella de 56,70 gramos (2 oz) de boca ancha que contenía una barra de agitación de 2,54 cm, y se añadieron 50 ml de agua a continuación. Después de agitar durante un minuto, se colocó la botella en un baño de hielo y se insertó una sonda de sonicador (cuerno ahusado y punta plana) en la botella de modo que estaba aproximadamente 4 cm por encima de la superficie del líquido. Se conectó la sonda a un Fisher Scientific Sonic Dismembrator, Modelo 550 que tenía la amplitud de sonicación establecida a una salida de potencia de 120 vatios.

Se puso en marcha el sonicador en el modo continuo en incrementos de 60 segundos hasta que se alcanzaron 420 segundos. Se retiró una alícuota de la muestra a intervalos de 120 y 420 segundos y se midió el tamaño de partícula mediante dispersión de luz, usando un LS 230, un instrumento para determinar el tamaño de partícula por difracción láser, (fabricado por Beckman Coulter, Inc.), capaz de medir diámetros de partículas tan pequeños como 0,04 micrómetros (µm). Los datos de distribución de tamaño de partículas fueron valores basados en volumen.

Se determinó que la sílice precipitada Hi-Sil® WB37 era más friable que la sílice precipitada Hi-Sil® SBG puesto que se redujo un mayor porcentaje de partículas a tamaño submicrométrico (<1 µm de diámetro) después de sonicación a una potencia en vatios y duración de tiempo dados como se muestra más adelante. El Valor de Friabilidad representa el porcentaje de partículas que tienen un diámetro de menos de 1 micrómetro después de 120 segundos de sonicación menos el porcentaje de partículas que tienen un diámetro de menos de 1 micrómetro antes de la sonicación.

Sílice	% de partículas con diámetro <1 µm a 0 s de sonicación	% de partículas con diámetro <1 µm a 120 s de sonicación	Valor de Friabilidad
Hi-Sil® WB37	0,0 %	46,3 %	46,3 %
Hi-Sil® SBG	0,0 %	0,0 %	0,0 %

#### Parte 2 - Extrusión, laminación y extracción

Se extruyeron y laminaron las mezclas de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos en una forma de lámina final usando un sistema de extrusión que incluye un sistema de alimentación, extrusión y laminación descrito como sigue. Se usó un sistema de alimentación de pérdida de peso gravimétrico (K-tron modelo N° K2MLT35D5) para alimentar cada una de las respectivas mezclas en una extrusora de tornillo doble de 27 mm (modelo N° was Leistritz Micro-27gg). El cilindro de la extrusora estaba comprendido por ocho zonas de temperatura y un adaptador calentado al troquel de la lámina. El puerto de alimentación de la mezcla de extrusión estaba localizado justo antes de la primera zona de temperatura. Una válvula atmosférica estaba localizada en la tercera zona de temperatura. Una válvula de vacío estaba localizada en la séptima zona de temperatura.

Se alimentó la mezcla en la extrusora a una velocidad de 90 gramos/minuto. Se inyectó también aceite de procesamiento adicional en la primera zona de temperatura, según se requirió, para conseguir el contenido de aceite total deseado en la lámina extruida. Se denomina el aceite contenido en la lámina extruida (extruido) que se descargó de la extrusora en el presente documento como la fracción de peso de aceite extruido que se basa en el peso total de la muestra que era una media aritmética de 0,548 para los Ejemplos y Ejemplos Comparativos.

Se descargó el extruido del cilindro en un troquel de lámina de 38 centímetros de ancho que tiene una apertura de descarga de 1,5 milímetros. La temperatura de fusión de extrusión era de 203-210 °C.

Se realizó el procedimiento de laminación usando una pila de laminado vertical de tres rodillos con un punto de sujeción y un rodillo de refrigeración. Cada uno de los rodillos tenía una superficie de cromo. Las dimensiones de los rodillos eran aproximadamente 41 cm de longitud y 14 cm de diámetro. Se mantuvo la temperatura del rodillo superior entre 132 °C a 141 °C (269 °F a 285 °F). Se mantuvo la temperatura del rodillo medio a una temperatura de 137 °C a 138 °C (279 °F a 280 °F). El rodillo inferior era un rodillo de refrigeración en el que se mantuvo la temperatura entre 10 °C a 21 °C (50 °F a 70 °F). El extruido se laminó en una forma de lámina y se pasó sobre el rodillo inferior refrigerado por agua y se enrolló.

Se enrolló una muestra del corte de la lámina de una anchura de aproximadamente 18 cm y una longitud aproximada de 150 cm junto con una malla metálica de acero inoxidable en una forma de cilindro, colocada en un bote y se expuso a 1,1,2-tricloroetileno líquido a temperatura ambiente durante aproximadamente 1 hora para extraer aceite de la muestra de lámina. El contenido de aceite restante en las muestras de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos era una media aritmética del 6,9 % en peso basado en el peso total de la lámina. Se secó la lámina extraída al aire y se sometió a procedimientos de ensayo como se describe más adelante en el presente documento.

#### Parte 3 - Ensayo y resultados

En la Tabla 2 se enumeran las propiedades físicas medidas en las películas extraídas y secadas y los resultados obtenidos.

Se determinó el espesor usando un calibre de espesor Ono Sokki EG-225. Se cortaron dos ejemplares de 11,43 cm x 12,7 cm (4,5 x 5 pulgadas) de cada muestra y se midió el espesor de cada muestra en doce lugares (al menos 1,91 cm (¾ de una pulgada) desde cualquier límite). Se registró la media aritmética de las lecturas en milésimas de pulgada a 2 lugares decimales y se convirtió a micrómetros.

- 5 Se determinó la densidad (gramos/centímetros cúbicos) de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos enumerados en la Tabla 2 dividiendo el peso de la muestra promedio por el volumen de la muestra promedio de una muestra de cada Ejemplo y Ejemplo Comparativo. Se determinó el peso promedio de una muestra pesando dos muestras de 11 cm X 13 cm a dos lugares decimales en una balanza analítica y a continuación dividiendo por 2. Se determinó el volumen promedio para las mismas muestras multiplicando la longitud X de la anchura X del espesor para cada una y a continuación dividiendo por 2 para obtener un volumen de muestra promedio. Se dividió a continuación el peso de muestra promedio por el volumen de muestra promedio para dar la densidad de muestra (g/cm<sup>3</sup>) para cada Ejemplo y Ejemplo Comparativo enumerado en la Tabla 2.

Se determinó la Porosidad informada en la Tabla 2 usando un densímetro Gurley, modelo 4340, fabricado por GPI Gurley Precision Instruments of Troy, Nueva York.

- 15 La Porosidad informada era una medida de la velocidad del flujo de aire a través de una muestra o su resistencia a un flujo de aire a través de la muestra. La unidad de medida es un "segundo Gurley" y representa el tiempo en segundos para pasar 100 cm<sup>3</sup> de aire a través de un área de 2,54 centímetros cuadrados (1 pulgada cuadrada) usando un diferencial de presión de 12,3952 centímetros (4,88 pulgadas) de agua. Los valores inferiores equivalen a menos resistencia de flujo de aire (se permite que pase más aire libremente). Se completaron las mediciones usando el procedimiento enumerado en el manual, Manual de Instrucciones de Ensayo de Suavidad y Densímetro Automático MODELO 4340. Procedimiento TAPPI T 460 om-06-También se puede denominar la Resistencia del Papel al Aire para los principios básicos de la medición.

Tabla 2 - propiedades físicas

Muestra N°	Espesor de lámina (µm)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidad (segundos Gurley)
Ej. 1	230	0,730	2095
Ej. 2	217	0,651	1785
E.C. 1	243	0,566	1459
Ej. 3	236	0,657	1648
Ej. 4	230	0,675	1331
Ej. 5	221	0,671	1315
E.C. 2	226	0,595	1297

Parte 4 - Ensayo eléctrico

- 25 Se imprimió un patrón que contenía 2 conjuntos de cinco líneas con una anchura objetivo de 100 micrómetros y teniendo cada uno una lengüeta de contacto de 0,3 cm (1/8 de pulgada) en ambos extremos de las líneas en muestras de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos usando una tinta conductora de plata, una Dimatix Materials Printer modelo DMP-2831 equipada con un Dimatix Materials Cartridge Printhead modelo DMC-11610 por FUJIFILM Dimatix, Santa Clara, CA. Se imprimió el patrón en 2 muestras diferentes de cada uno de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos dando como resultado 20 líneas de tintas conductoras con lengüetas de contacto.

Se informa de los resultados del ensayo eléctrico en la Tabla 3. Se realizaron las mediciones de resistencia usando un Extech Instrument MultiPro™ 530 True RMS ajustado para medir resistencia en ohmios y equipado con tipos de pistas de contacto Extech TL805. Se realizaron las mediciones tocando las pistas de contacto para cada extremo de la línea impresa/diseño de lengüeta de contacto, directamente sobre la lengüeta de contacto.

- 35 Se midió la corriente usando una Fuente de Alimentación Lambda, Modelo LLS 5018, Salida 0 - 18v a 4,5 A ajustada para suministrar 1 voltio. Se realizaron las mediciones tocando las pistas de contacto para cada extremo de la línea impresa/diseño de lengüeta de contacto, directamente sobre la lengüeta de contacto.

- 40 La Tabla 4 incluye la anchura de línea medida, fidelidad de diseño y el número de líneas con corriente de cada Ejemplo y Ejemplo Comparativo en la Tabla 3. Se midieron las anchuras de línea a partir de fotomicrografías digitales usando un estereomicroscopio Wild M5A equipado con un sistema de cámara digital Spot. Se analizaron las imágenes digitales usando el software Image J disponible a partir de Research Services Branch del Instituto Nacional de Salud en //rsbweb.nih.gov/ij/. Se determinó la fidelidad de diseño dividiendo la anchura de línea objetivo por la anchura medida real.

Tabla 3. Propiedades Eléctricas

Línea Nº	Ej. 1		Ej. 2		E.C.1		Ej. 3		Ej. 4		Ej. 5		E.C.2	
	Resistencia, ohmios	Corriente, mili-amperios												
1	3,54	250	13,87 K-ohmios	0	abierto	0	715	10	12,33	0	24,58	330	abierto	0
2	5,31	0	27,90 K-ohmios	0	abierto	0	213	0	abierto	0	25	270	870 K-ohmios	0
3	2,82	345	9,76 K-ohmios	0	abierto	0	1,185 K-ohmios	0	11,90	80	abierto	0	abierto	0
4	2,11	290	5,83 M-ohmios	0	46,80 M-ohmios	0	1,737 M-ohmios	0	14,28	60	abierto	0	164,2	110
5	3,7	0	18,3	220	abierto	0	155,7	0	abierto	0	abierto	0	abierto	0
6	9,82	260	abierto	0	abierto	0	30,30	0	8,85	130	23,71 M-ohmios	0	16,13	0
7	11,28	240	abierto	0	abierto	0	17,55 K-ohmios	0	abierto	0	100,6 K-ohmios	0	abierto	0
8	3,19	370	abierto	0	abierto	0	18,53 K-ohmios	0	abierto	0	abierto	0	13,8	130
9	2,44	380	17,66 M-ohmios	0	abierto	0	51,40 K-ohmios	0	19,02	40	97,80	0	abierto	0
10	1,98	410	12,41	200	abierto	0	233,70	0	abierto	0	abierto	0	7,45	0
11	abierto	0	17,71 K-ohmios	0	abierto	0	5	0	47,75	40	3,76	300	abierto	0
12	6,09	290	20,25	220	abierto	0	3,82	240	11,93	60	3,71	290	16,82	0
13	2,58	370	16,03	210	34,48 M-ohmios	0	abierto (D)*	0	12,15	0	6,30	190	abierto	0
14	2,32	380	27,18	200	abierto	0	12,70	30	abierto	0	6,69	240	abierto	0
15	5,13	430	abierto	0	abierto	0	19,70	30	abierto	0	251,7	0	27,01	0
16	abierto	0	abierto	0	abierto	0	4,61	190	116,8	0	4,78	280	abierto	0
17	2,65	360	14,65	220	abierto	0	60	0	16,61	200	abierto (D)	0	abierto	0
18	2,28	450	14,41	210	abierto	0	5,25 (D)*	140	7,42	250	3,83	230	abierto	0
19	1,98	400	12,62	210	abierto	0	11,07	50	11,72	0	10,57	190	abierto	0
20	1,82	440	5,56	290	abierto	0	13,12	50	abierto	0	78,1	0	41	0

(D)\* indica que se determinó que la línea impresa estaba dañada tras inspección visual.

Tabla 4. Anchura de línea medida, fidelidad de diseño y número de líneas con corriente

Muestra Nº	Anchura de Línea Medida (micrómetros)	Fidelidad de Diseño (relación de objetivo/real)	Número de Líneas de cada 20 con Corriente
Ej. 1	173	0,58	16
Ej. 2	157	0,64	9
E.C. 1	142	0,70	0
Ej. 3	205	0,49	8
Ej. 4	142	0,70	8
Ej. 5	130	0,77	9
E.C. 2	234	0,43	2

**REIVINDICACIONES**

1. Un material microporoso que comprende:
  - (a) una matriz poliolefínica que comprende poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol, y del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad,
  - 5 (b) una carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, comprendiendo dicha carga particulada al menos el 10 por ciento en peso de carga que tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico, y
  - (c) al menos el 35 por ciento en volumen de una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material microporoso,
  - 10 en el que el material microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40 y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor.
2. El material microporoso de la reivindicación 1, en el que la matriz poliolefínica comprende del 50 al 80 por ciento en peso de polietileno de alta densidad.
3. El material microporoso de la reivindicación 1, en el que la matriz poliolefínica comprende adicionalmente polietileno de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 8 millones de gramos por mol.
4. El material microporoso de la reivindicación 1, en el que la carga particulada finamente dividida comprende del 10 al 30 por ciento en peso de carbonato de calcio.
5. El material microporoso de la reivindicación 1 en el que la carga particulada finamente dividida comprende adicionalmente sílice que tiene un Valor de Friabilidad mayor de o igual al 5 por ciento.
- 20 6. El material microporoso de la reivindicación 1, en el que el material microporoso tiene
  - una densidad que varía de 0,70 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, y/o
  - una suavidad Sheffield de menos de o igual a 35, y/o
  - un caudal de aire de 1200 segundos Gurley o mayor.
7. El material microporoso de la reivindicación 1, que tiene una Constante Dieléctrica que varía de 1 a 50.
- 25 8. El material microporoso de la reivindicación 1, que tiene una Tangente de Pérdida medida a 100 MHz que varía de 0 a 0,1.
9. El material microporoso de la reivindicación 1 que tiene un valor de Conductividad Térmica ( $\lambda$ (W/mK) que varía de 0 a 5,0.
10. Un dispositivo electrónico que comprende:
  - 30 (I) un sustrato que comprende un material microporoso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6; y
  - (II) una tinta conductora unida a al menos una porción de una superficie del sustrato (I).
11. El dispositivo electrónico de la reivindicación 10 en el que mediante impresión se une la tinta conductora (II) a una superficie del sustrato microporoso.
12. El dispositivo electrónico de la reivindicación 11, en el que se imprime la tinta conductora (II) sobre una superficie del sustrato microporoso en una línea que tiene una anchura de al menos 5 micrómetros.
- 35 13. Un procedimiento para preparar material laminado microporoso que comprende una matriz poliolefínica que tiene una carga particulada finamente dividida distribuida a través de toda la matriz, y una red de poros de interconexión que se comunican a través de todo el material laminado microporoso, comprendiendo el procedimiento:
  - 40 (a) formar una mezcla que comprende una composición de matriz poliolefínica que comprende:
    - (i) poliolefina de peso molecular ultra alto que tiene un peso molecular mayor de 7 millones de gramos por mol;
    - (ii) del 30 al 80 por ciento en peso de poliolefina de alta densidad; y
    - (iii) carga particulada finamente dividida que comprende al menos el 10 por ciento en peso de carga que
    - 45 tiene una densidad que varía de 2,21 a 3,21 gramos por centímetro cúbico y
    - (iv) composición plastificante de procesamiento;
  - (b) extruir la mezcla para formar una lámina continua que tiene un contenido de composición plastificante de procesamiento que varía del 45 al 55 por ciento en peso basado en el peso de la lámina continua; y
  - (c) poner en contacto la lámina continua con una composición de fluido de extracción para extraer la
  - 50 composición plastificante de procesamiento de la lámina continua para formar el material laminado

microporoso,

en el que el material laminado microporoso tiene una densidad que varía de 0,6 a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, una suavidad Sheffield de menos de o igual a 40 y un caudal de aire de 1000 segundos Gurley o mayor.

- 5 14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la lámina continua de (b) tiene un contenido de composición plastificante de procesamiento que varía del 48 al 52 por ciento en peso basado en el peso de la lámina continua.