



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 287 792**

(51) Int. Cl.:

**C08J 5/18** (2006.01)

**B29C 55/00** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **04798261 .6**

(86) Fecha de presentación : **04.11.2004**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1680461**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **19.07.2006**

(54) Título: **Método para producir una película plástica porosa,y película plástica.**

(30) Prioridad: **06.11.2003 FI 20031607**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.12.2007**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.12.2007**

(73) Titular/es:  
**VALTION TEKILLINEN TUTKIMUSKESKUS**  
**Vuorimiehentie 3**  
**02150 Espoo, FI**

(72) Inventor/es: **Karttunen, Mikko;**  
**Kortet, Satu y**  
**Paajanen, Mika**

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

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

Método para producir una película plástica porosa, y película plástica.

5 **Antecedentes de la invención**

La invención se refiere a un método para producir una película plástica porosa, comprendiendo el método producir una preforma estirable a partir de una mezcla de materia prima que comprende un material básico que contiene un polímero y un aditivo, estirando la pieza en bruto de modo que forme una película que comprende poros cerrados.

La invención se refiere además a una película plástica porosa producida a partir de una mezcla de materia prima que contiene un material básico y un aditivo mezcla con la misma, disponiéndose una pluralidad de poros en la estructura de la película plástica.

Se sabe que las películas plásticas porosas poseen una pluralidad de usos como material de empaquetado, sellado, aislantes térmicos, a prueba de humedad, material aislante del sonido, material básico para material impreso y así sucesivamente. Las películas plásticas porosas se usan también porque ahorran material plástico en comparación con una película sólida. Además, puede proporcionarse un tacto suave y agradable a la superficie de una película plástica porosa, que es una ventaja significativa en una pluralidad de aplicaciones.

Una de las aplicaciones más nuevas de una película plástica porosa es una película electromecánica, siendo un ejemplo el producto conocido como película EMFi (Película Electro Mecánica). En una película electromecánica, la energía dinámica mecánica o acústica genera una carga eléctrica o un cambio en la misma, o viceversa, es decir, la energía eléctrica converge en movimiento, oscilación o sonido. Dicha película se describe en la Patente de Estados Unidos 4.654.546, por ejemplo.

Una película EMFi es una película fina de polipropileno, típicamente de 30 a 100  $\mu\text{m}$  de espesor, que comprende cavidades cerradas y actúa como un electreto. Un electreto se refiere a un objeto, en este documento a una película, que tiene una carga eléctrica permanente y genera un campo eléctrico en el exterior de su superficie siempre que la superficie del objeto no sea eléctricamente conductora. Actualmente, la película está provista con una estructura porosa por estiramiento biaxial a partir de una preforma plástica de polipropileno fabricada para este propósito. La preforma comprende polipropileno (PP) que constituye la parte matriz de la película y con la que se mezclan partículas de carbonato cálcico u otra carga mineral correspondiente. Las partículas de la carga mineral nuclean en los puntos de rotura o discontinuidades de la matriz plástica, lo que provoca, durante la orientación, la generación una pluralidad de poros o cavidades cerrados en la parte de la matriz. Después del estiramiento, la película porosa se carga eléctricamente por ejemplo por un tratamiento de corriente continua de efecto corona, seguido por el metalizado de al menos una de las superficies de la película.

Se ha sugerido una película electromecánica para aplicación, por ejemplo, en micrófonos y altavoces, detectores de ultrasonidos, hidrófonos, filtros de aire de electreto, teclados y interruptores de funcionamiento, detectores de movimiento, aplicaciones dinámicas de supresión de ruido, carteles auto-adhesivos o similares, sensores de presión, fuerza y aceleración, detectores de viento y lluvia, detección de localización de superficies de suelo y similares.

Un problema asociado con la producción de las películas porosas conocidas estiradas biaxialmente es que la generación de la estructura de poros de estructura fina deseada es extremadamente difícil con la mayoría de los plásticos estables térmicamente.

Un problema adicional es que sólo unos pocos materiales plásticos son adecuados para su uso como materiales de producción para películas. Principalmente se usa polipropileno (PP).

Otro problema adicional asociado con las películas electromecánicas porosas conocidas es que su constante electromecánica ( $d_{33}$ ) disminuye significativamente y permanentemente cuando aumenta la temperatura durante un periodo de tiempo suficientemente largo, lo cual restringe la temperatura de uso de la película de 50 a 60°C dependiendo de la aplicación.

55 **Breve descripción de la invención**

El objeto de la presente invención es proporcionar un método nuevo y mejorado de producir una película plástica porosa, y una película plástica porosa que evite los problemas anteriores.

El método de la invención está caracterizado por un aditivo que comprende un compuesto químico POS(S).

La película plástica de la invención está caracterizada porque el aditivo comprende un compuesto químico POS(S).

Una ventaja de la invención es que cuando una preforma de un material que comprende el compuesto químico POSS (Silsesquioxano Oligómero Poliédrico) o POS (Silicato Oligómero Poliédrico) está orientada, la película está provista con una estructura de poros de estructura extremadamente fina, que, entre otras cosas, mejora la respuesta

electromecánica y la sensibilidad de la película en aplicaciones electromecánicas. Mencionemos en relación con esto que en la presente solicitud, se usará la abreviatura POS(S) para los compuestos químicos POSS y POS. Una ventaja adicional es que seleccionando el POS(S) apropiadamente para la estructura de la matriz polimérica, pueden producirse películas electromecánicas porosas, particularmente porosas y/o las películas de electreto a partir de una pluralidad de

### Breve descripción de las figuras

La invención se describirá con más detalle en los dibujos adjuntos, en los que

La Figura 1 muestra la imagen SEM de una parte de la sección transversal de una película plástica de acuerdo con la invención,

La Figura 2 muestra esquemáticamente la constante electromagnética de la película plástica mostrada en la Figura 1 como una función del tiempo de envejecimiento, y

La Figura 3 muestra esquemáticamente las constantes electromecánicas de las películas plásticas de acuerdo con la segunda y la tercera realizaciones de la invención como una función del tiempo de envejecimiento, y

La Figura 4 muestra la imagen SEM de una parte de la sección transversal de una película plástica de acuerdo con la cuarta realización de la invención.

### Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra la imagen SEM (Microscopio Electrónico de Barrido) de una parte de la sección transversal de una película plástica de acuerdo con la invención. La ampliación en la figura es de 750 veces. El espesor de la película es de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$ . La sección transversal de la película está rellena por numerosas poros cerrados parecidos a lentes que están orientados en la dirección de las superficies de la película.

La película se fabrica a partir de un material básico que comprende un polímero al que se ha añadido un compuesto químico POS(S).

#### Compuestos químicos POS(S)

El POS(S), que en la presente conexión se refiere tanto al compuesto químico POSS (Silsequioxano Oligómero Poliédrico) como a POS (Silicato Oligómero Poliédrico), está compuesto por un conjunto de nanoestructuras que tienen la siguiente fórmula empírica



en la que R es un sustituyente orgánico, tal como el hidrógeno, siloxi o un grupo alifático o aromático cíclico o lineal, que puede contener adicionalmente grupos funcionales reactivos, por ejemplo, los grupos alcohol, éster, amina, cetona, olefina, éter o haluro. La estructura base del POS(S) comprende una estructura básica de Si-O poliédrico, a la que se unen los grupos R. Se conocen los compuestos químicos POS(S) homolépticos que contienen sólo un tipo de grupos R, y compuestos químicos POS(S) heterolépticos que contienen grupos R diferentes entre sí.

A temperatura ambiente, los POS(S) son sólidos o líquidos. Cuando se mezclan con un material básico, los POS(S) sólidos se funden o permanecen en estado sólido dependiendo de los parámetros del proceso de mezcla. Por ejemplo, los siguientes compuestos químicos POS(S) pueden aplicarse a la invención: dodecafenil-POSS  $\text{C}_{17}\text{H}_{60}\text{O}_{18}\text{Si}_{12}$ , isoocetil-POSS  $[\text{Me}_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{Me})\text{CH}_2]_n\text{T}_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , octaciclohexil-POSS  $\text{C}_{48}\text{H}_{88}\text{O}_{12}\text{Si}_8$ , octaciclopentil-POSS  $\text{C}_{40}\text{H}_{72}\text{O}_{12}\text{Si}_8$ , octaisobutil-POSS  $\text{C}_{32}\text{H}_{72}\text{O}_{12}\text{Si}_8$ , octametil-POSS  $\text{C}_8\text{H}_{24}\text{O}_{12}\text{Si}_6$ , octafenil-POSS  $\text{C}_{48}\text{H}_{40}\text{O}_{12}\text{Si}_8$ , octa-TMA-POSS  $\text{C}_{32}\text{H}_{96}\text{O}_{20}\text{Si}_8 \sim 60\text{H}_2\text{O}$ , dodecatrifluoropropil-POSS  $\text{C}_{36}\text{H}_{48}\text{F}_{36}\text{O}_{18}\text{Si}_{12}$ , octatrimetilsiloxi-POSS  $\text{C}_{24}\text{H}_{72}\text{O}_{20}\text{Si}_{16}$ , fenetil-POSS  $(\text{PhCH}_2\text{CH}_2)_n\text{T}_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , fenetilisobutil-POSS  $\text{C}_{36}\text{H}_{72}\text{O}_{12}\text{Si}_8$ . Debe mencionarse que los compuestos químicos presentados en este documento son sólo algunos ejemplos de compuestos químicos POS(S) factibles. Puede utilizarse muy bien otros compuestos químicos POS(S) en las diferentes realizaciones de la invención.

Los compuestos POS(S) se describen por ejemplo en la publicación WO 01/072885, cuya solicitud de prioridad es la US-60/192.083.

#### Materiales Básicos

El material básico puede ser polipropileno (PP) o algún otro polímero termoplástico, copolímero o mezcla polimérica que pueden estirarse al menos monoaxialmente. Como ejemplos pueden mencionarse copolímeros olefínicos

cíclicos (COC), polímeros olefínicos cíclicos (COP), polimetilpenteno (PMP), tal como TPX<sup>®</sup>, polietilentereftalato (PET), polibutentereftalato (PBT), polietilennaftalato (PEN), una mezcla de polietilennaftalato y polieterimida PEN/PEI.

Como material básico para una película porosa electromecánica y/o una película porosa de electreto, generalmente es adecuado cualquier plástico que pueda estirarse al menos monoaxialmente y preferiblemente a al menos tres veces su longitud. Esto da como resultado una estructura porosa suficientemente plana. En relación con el estiramiento, puede ocurrir la orientación de las moléculas del plástico. Además, el plástico debe tener una conductividad suficientemente baja y no puede absorber sustancialmente humedad. La resistencia dieléctrica del plástico tiene que ser suficiente, de manera que se produzcan descargas parciales en los poros en relación con una carga de corriente continua. Además, teniendo en cuenta el uso final de la película, el plástico tiene que ser suficientemente estable térmicamente.

El material básico puede contener naturalmente no sólo el polímero, sino también aditivos, mezclas y cargas bien conocidos por una persona especialista en la técnica.

#### Ejemplo 1

La película mostrada en la Figura 1, se produce de la siguiente manera:

La mezcla se preparó mezclando el material básico, Bor-clean HB300BF y un aditivo POS(S) Plástico Híbrido MS0830 de modo que la cantidad de aditivo era del 20 por ciento en peso del peso del material básico. El Plástico Híbrido MS0830 es un octametil-POSS, su fórmula química es  $C_8H_{24}O_{12}Si_8$ . La mezcla se realizó con la parte de mezcla de un dispositivo Brabender Plasticorder. La temperatura fijada del mezclador era de 190°C, y la velocidad de rotación durante la dosificación del aditivo era de 70 min<sup>-1</sup>, y después de la dosificación 100 min<sup>-1</sup>. El tiempo de mezcla era de 15 minutos. Durante la mezcla, el PP fundió, mientras el POS(S) se mantuvo en estado sólido.

La mezcla obtenida como resultado del mezclado se compuso conduciéndola dos veces sucesivas a través de una extrusora, la extrusora de doble tornillo Berstorff ZE25x48D. La temperatura fijada de la extrusora era de 200°C y la velocidad de rotación 200 min<sup>-1</sup>. A partir de la mezcla de materia prima de película plástica obtenida de esta manera, se preparó una preforma de tipo placa por extrusión con la extrusora de un único tornillo, Brabender Plasticorder. El espesor de la preforma preparada era de 1.200 µm.

La preforma se estiró en el dispositivo de estiramiento biaxial Lab Stretcher Karo IV. La proporción de estirado era de 4,8:1 a una velocidad de estirado de 15 m/min tanto en la dirección MD (dirección de mecanizado) como en la dirección TD (dirección transversal). La temperatura de la preforma era de aproximadamente 155°C. Como resultado del estiramiento, se generaron sorprendentemente una cantidad incontable de poros cerrados similares a lentes en la película y se obtuvo una película cuya sección transversal se muestra en la Figura 1. La película era muy flexible y blanda.

En principio, el interior de la película tiene una estructura bifásica: una matriz compuesta principalmente por material básico y poros que contienen gas. Las dimensiones de los poros en la dirección de la superficie de la película son de aproximadamente 10 a 100 µm. Los poros tienen aglomerados que comprenden POS(S), cuyo diámetro es típicamente menor de 5 µm. Sobre la base de un análisis EDS (Espectroscopia Dispersiva de Electrones) la matriz contiene también POS(S). Sin embargo, está disperso en forma de partículas tan pequeñas que esas partículas de POS(S) no pueden verse en la Figura 1.

Se observó también que aumentó el módulo de la matriz como resultado de la adición del aditivo. Esto puede considerarse como una indicación de la dispersión del compuesto químico POS(S) dentro de la matriz.

La película se cargó por tratamiento de corriente continua de efecto corona. En este documento, se usó una placa base conectada al potencial de tierra, sobre la cual se aseguró la película a tratar. Se dispuso un electrodo del pico del efecto corona a unos pocos centímetros de la muestra. La película se sometió a un voltaje de corriente continua de 55 kV durante un periodo de 2 a 5 s. Mencionemos que la carga se realizó dentro del amplio intervalo de voltaje de efecto corona dependiendo de la estructura de la película, por ejemplo de 15 a 60 kV, y en diferentes atmósferas de gas y presiones de gas.

Después del tratamiento corona, los elementos del electrodo conductor se prepararon sobre las superficies de la película cargada por descargas eléctricas frías usando un electrodo de diana-Au.

#### *Propiedades de la película*

La Figura 2 muestra la constante electromecánica  $d_{33}$  de la película plástica mostrada en la Figura 1 como una función del tiempo de envejecimiento. Aunque para una persona especialista en la técnica es evidente, se confirma que  $d_{33}$  se refiere a la constante electromecánica de la película medida en la dirección del espesor de la película. En la figura, dicha película se denomina mediante el identificador "Película 1". La Referencia 1 es una película de PP de la técnica anterior que tiene una carga mineral convencional como aditivo. La temperatura de envejecimiento era de 60°C.

La medida de  $d_{33}$  se realizó mediante un amplificador de carga. La muestra dorada se midió en seis puntos diferentes de medición, de los cuales los tres primeros fueron sobre la superficie superior de la muestra y los tres segundos sobre la superficie inferior, pero en los mismos puntos de la muestra que los puntos primeros de medida. La frecuencia de la fuerza dinámica sinusoidal dirigida a la muestra en la medición era de 2 Hz, siendo la amplitud de 1,5 N.

La Figura 2 muestra que la película de acuerdo con la invención mantiene su nivel de carga claramente significativamente mejor que una película convencional. La película de acuerdo con la invención puede emplearse de este modo a temperaturas sustancialmente más altas, lo cual extiende considerablemente el número de aplicaciones factibles de la película.

La Figura 3 muestra esquemáticamente la constante electromecánica  $d_{33}$  de la película de acuerdo con una segunda y una tercera realizaciones de la invención en función del tiempo de envejecimiento. Dichas películas se denominan mediante los identificadores "Película 2" y "Película 3". El material básico de la película está compuesto por dos componentes: Topas 6015 y Topas 8007. Ambos materiales mencionados pertenecen a los copolímeros olefínicos cíclicos (COC). La película 2 se prepara de acuerdo con el siguiente Ejemplo 2 y la Película 3 de acuerdo con el Ejemplo 3. La película de referencia, Referencia 3, es una película de acuerdo con el Ejemplo 3, en la que el aditivo no es un compuesto químico POS(S), sino una carga mineral convencional.

#### Ejemplo 2

La Película 2 se preparó de la siguiente manera:

15 por ciento en peso del aditivo Plástico Híbrido MS0830, calculado a partir del peso del polímero, se mezcló con Topas 6015. La mezcla tuvo lugar en un mezclador Brabender Plasticorder cuya temperatura fijada era de 260°C y la velocidad de rotación en la etapa de dosificación del aditivo era de 70 min<sup>-1</sup> seguida de 120 min<sup>-1</sup>.

La mezcla se compuso haciéndola pasar dos veces a través de la extrusora de doble tornillo Berstorff ZE 25x48D por adición simultánea del material plástico Topas 8007 a la mezcla de modo que la proporción de Topas 6015 a Topas 8007 era de 80/20 en la mezcla de materia prima de la película obtenida como resultado de la composición, siendo la proporción del aditivo de aproximadamente el 9 por ciento en peso calcula a partir del peso del material plástico.

La temperatura fijada de la extrusora era de 270°C en la primera parte del tornillo y 250°C en la última parte del tornillo, siendo la velocidad de rotación de 200 min<sup>-1</sup>.

La mezcla de materia prima obtenida como resultado de la composición se extruyó como una preforma de tipo placa con la extrusora Brabender Plasticorder. El espesor de la preforma era de aproximadamente 740 μm.

La preforma se estiró en el dispositivo de estiramiento biaxial Lab Strecher Karo IV. La proporción de tracción era de 3 en ambas direcciones MD y TD. La temperatura de la preforma era de aproximadamente 169°C y la velocidad de tracción de 0,5 m/min.

Después del estiramiento, la película se expandió usando el método de difusión de gas. La fase de saturación de la expansión duró 95 minutos, siendo la temperatura de 50°C y la presión de 60 bar. La fase de expansión que sucede a la fase de saturación a presión normal duró 0,5 minutos, siendo la temperatura 140°C. El espesor de la película antes de la expansión era de aproximadamente 88 μm y después de la expansión de aproximadamente 99 μm.

La estructura de la película preparada en el Ejemplo 2 era similar a la de la película presentada en la Figura 1.

La película se cargó por tratamiento corona y se metalizó en ambas caras del modo descrito en relación con el Ejemplo 1. La constante electromecánica se midió también de la manera que se ha descrito anteriormente.

Como muestra la Figura 3, la constante electromecánica  $d_{33}$  de la película de acuerdo con la invención, Película 2, es sustancialmente más alta que la de la película convencional de referencia.

#### Ejemplo 3

La película 3 se preparó de la siguiente manera:

El material básico se preparó a partir de una mezcla de materiales Topas 6015 y Topas 8007, pero en este caso la proporción de dichos componentes era del 90/10 por ciento en peso.

La mezcla se preparó de la misma manera y con los mismos dispositivos y parámetros de mezcla que en el Ejemplo 2 con la excepción de que el tiempo de mezcla era de 12 minutos.

La mezcla se compuso haciéndola pasar dos veces por una extrusora, siendo la temperatura fijada de la extrusora 270°C en la primera parte del tornillo, y 250°C en la última parte del tornillo y siendo la velocidad de rotación de 200 min<sup>-1</sup>. Al mismo tiempo, se añadió el material Topas 8007 a la mezcla. La proporción de Topas 6015 a Topas

## ES 2 287 792 T3

8007 era de 90/10 en la mezcla de materia prima de la película obtenida como resultado de la composición, siendo la proporción del aditivo el 10 por ciento en peso calculada a partir del peso del material plástico.

La mezcla de materia prima obtenida como resultado de la composición se extruyó como una preforma de tipo placa con una extrusora Brabender Plasticorder. El espesor de la preforma era de aproximadamente 780  $\mu\text{m}$ .

La preforma se estiró en el dispositivo de estiramiento biaxial Lab Stretcher Karo IV. La velocidad de tracción era de 0,5 m/minuto y la relación de tracción era de 3,1:1 en ambas direcciones MD y TD. La temperatura de la preforma era de 164°C.

La película estirada biaxialmente se expandió. La presión de la fase de saturación era de 40 bar, el tiempo de saturación 60 minutos, y la temperatura de saturación era de 60°C. La temperatura de la fase de extensión a presión normal era de 145°, y la duración 0,5 minutos. El espesor de la película antes de la expansión era de aproximadamente 78  $\mu\text{m}$  y después de la expansión aproximadamente 86  $\mu\text{m}$ .

La película se cargó por tratamiento corona y se recubrió con un material electrodo del modo descrito en relación con el Ejemplo 1. La constante electromecánica se midió también del modo anterior.

Como muestra la Figura 3, la constante electromecánica  $d_{33}$  de la película preparada en el Ejemplo 3 disminuye extremadamente lentamente en comparación con la película correspondiente en la que el aditivo no es un compuesto químico POS(S), sino una carga mineral convencional.

### Ejemplo 4

La figura 4 muestra la imagen SEM de una parte de la sección transversal de la película plástica de acuerdo con la cuarta realización de la invención.

La película mostrada en la Figura 4 se prepara de la siguiente manera:

La mezcla se preparó mezclando el material, Topas 6015, que es un polímero COC, con un aditivo Plástico Híbrido POS(S) MS0825 de modo que la cantidad de aditivo era del 15 por ciento en peso del peso del material básico. La mezcla se realizó con la parte de mezcla del dispositivo Brabender Plasticorder. La temperatura fijada del mezclador era de 250°C, y la velocidad de rotación durante todo la mezcla fue de 70  $\text{min}^{-1}$ . El tiempo de mezcla era de 12 minutos. Durante el mezcla, tanto el material básico como el aditivo POS(S) se fundió. MS0825 es un material polimorfo que tiene puntos de fusión a 55°C y 269°C.

La mezcla obtenida como resultado del mezcla se compuso conduciéndola dos veces sucesivas a través de una extrusora, la extrusora de doble tornillo Berstorff ZE 25 x 48D y por la adición simultánea a la mezcla del material básico Topas 8007, con un polímero COC. La temperatura fijada de la extrusora en la primera parte del tornillo era de 275°C y 270°C en la última parte del tornillo. La velocidad de rotación del tornillo era de 200  $\text{min}^{-1}$ .

La mezcla de materia prima obtenida como resultado de la composición tenía una proporción de Topas 6015 a Topas 8007 de 90/10, siendo la proporción de aditivo un 10 por ciento en peso medida a partir del peso del material plástico. Se preparó una película plástica a partir de esta materia prima por extrusión con una extrusora de un único tornillo, Brabender Plasticorder.

La película plástica se desfibró y se extruyó de nuevo como una preforma de tipo placa que tenía un espesor de 610  $\mu\text{m}$ . La preforma se estiró biaxialmente en el dispositivo de estiramiento Lab Stretcher Karo IV. La proporción de tracción era de 3,3 tanto en la dirección MD (dirección de mecanizado) como en la dirección TD (dirección transversal). La velocidad de tracción era de 1 m/minuto, siendo la temperatura de la preforma aproximadamente 162°C. Se consiguió una estructura de poros extremadamente fina en la película.

Después del estiramiento, la película se expandió usando el método de difusión de gas. La fase de saturación de la expansión duró 51 minutos, siendo su temperatura 60°C y la presión de 20 bar. La fase de expansión que sucede a la fase de saturación a presión normal duró 0,5 minutos, siendo la temperatura 150°C. El espesor de la película era de aproximadamente 59  $\mu\text{m}$  antes de la expansión y después de la expansión aproximadamente 102  $\mu\text{m}$ .

Como resultado de la expansión se obtuvo una película cuya sección transversal se muestra en la Figura 4. Puede observarse que la estructura de la película es extremadamente porosa. Como el POS(S) fundió en la composición, los aglomerados de POS(S) cristalizados desde la fusión y que tienen un intervalo de tamaño de algunas decenas de nanómetros pueden haber actuado como nucleadores de los poros.

Sin embargo, el mecanismo con el cual el POS(S) actúa como un agente de cavitación formando poros está aún por explicar. Una alternativa es que los aglomerados de POS(S) que tienen un intervalo de tamaño de aproximadamente 1 a 2  $\mu\text{m}$  actúan como nucleadores de los poros. Los aglomerados de POS(S) disueltos más pequeños que éstos, que tienen un diámetro de quizás algunas decenas de nanómetros, o moléculas de POS(S) individuales aumentan la estabilidad de la matriz. Otra alternativa es que dichos aglomerados disueltos o moléculas individuales hacen nuclear a los poros. En este caso, los aglomerados de POS(S) más grandes mostrados en los poros de las imágenes SEM no tendrían un

significado sustancial respecto a la generación de los poros. La razón por la que las propiedades electromecánicas de la película porosa de acuerdo con la invención son térmicamente estables también permanece por explicar. La razón puede ser la estructura extremadamente porosa de la película. Sin embargo, como se ha mencionado, el mecanismo permanece por aclarar.

#### Ejemplo 5

Se preparó una mezcla mezclando un material básico Topas 6015, que es un polímero COC, y un aditivo POS(S), el Plástico Híbrido MS0830, de modo que la cantidad de aditivo era el 10 por ciento en peso del peso del material básico. La mezcla, la preparación de la preforma, el estiramiento y la expansión de la preforma se realizaron de acuerdo con los principios descritos anteriormente.

Se preparó una película porosa a partir de la mezcla.

Los dibujos y la descripción relacionada sólo pretenden ilustrar la idea de la invención. Los detalles de la invención pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones. Por consiguiente, el espesor de la película depende de la aplicación: en aplicaciones electromecánicas y/o de electreto, el espesor máximo de la película viene determinado por el medio utilizado para cargar la película. Típicamente, el espesor de una película electromecánica es menor de 200  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 5 a 150  $\mu\text{m}$ , aún más preferiblemente de 20 a 120  $\mu\text{m}$ , y extremadamente preferible de 30 a 70  $\mu\text{m}$ . En aplicaciones electromecánicas y/o de electreto, el límite superior práctico del espesor de la película es de 2 a 3 mm, que viene impuesto por el método de carga eléctrica empleado para cargar la película. En otras aplicaciones distintas que la electromecánicas, el espesor de la película puede ser sustancialmente mayor. En dichas aplicaciones, el límite superior del espesor de la película viene dado por las dimensiones y capacidad del equipo de producción. Las películas de acuerdo con la invención pueden unirse de forma natural una sobre otra, consiguiéndose por lo tanto mayores espesores de producto. La unión puede implementarse por ejemplo pegando o mediante una forma correspondiente conocida de por sí.

Por otro lado, la invención posibilita la producción de formas de aplicación de la película electromecánica en las que el cambio de energía electromecánica está basado en el cambio en el espesor de la película en el campo eléctrico, o por el contrario, formas de aplicación de la película electromecánica en las que el cambio en la energía electromecánica está basado en el cambio en la localización de la película en el campo eléctrico. Estos son principios conocidos de por sí por una persona especialista en la técnica, y por lo tanto no se describen con mayor detalle en este documento.

Los conductores o electrodos dispuestos sobre una o ambas caras de la película pueden fabricarse por ejemplo por evaporación al vacío, metalizado por bombardeo atómico, estampado, laminado u otro método correspondiente conocido de por sí.

El POS(S) puede contener uno o más grupos reactivos unidos a una cadena polimérica, directamente a la estructura básica del polímero o como grupo secundario de la estructura básica del polímero.

El POS(S) puede mezclarse con el material básico junto con un soporte. El soporte puede ser por ejemplo una carga, tal como sílice, a cuya superficie se unen las partículas de POS(S). La unión al soporte puede implementarse por ejemplo a través de un grupo reactivo adecuado del compuesto químico POS(S).

La cantidad de compuesto químico POS(S), calculada a partir del peso del material básico, puede ser del 0,1 al 50 por ciento en peso, preferiblemente del 10 al 20 por ciento en peso.

La preforma puede prepararse, no sólo por extrusión, sino también por moldeo por inyección u otro método de moldeo y a partir de una solución.

La proporción de tracción usada en la tracción biaxial es preferiblemente de aproximadamente 2:1 a 8:1 dependiendo de la preforma a estirar y en particular del material a estirar. La relación de tracción puede ser diferente también en las direcciones MD y TD.

La película electromecánica puede cargarse por cualquier método que produzca un campo eléctrico suficientemente fuerte sobre la película.

Como se ha descrito en los ejemplos, si se desea, la película puede expandirse. Preferiblemente la presión de expansión es entre 20 y 60 bares.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para producir una película plástica porosa, comprendiendo el método:

5 producir una preforma estirable, a partir de una mezcla de materia prima que comprende un material básico que contiene un polímero y un aditivo,

10 estirar la pieza en bruto de modo que forme una película que comprende poros, cargando la película porosa dirigiendo un campo eléctrico sobre ella,

**caracterizado** porque

el aditivo comprende un compuesto químico POS(S).

15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** por el estiramiento de la preforma biaxialmente.

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** por el estiramiento de la preforma en un intervalo de proporción de tracción de 2:1 a 8:1.

20 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el POS(S) está en estado sólido a temperatura ambiente.

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** por mezclar el POS(S) con el material básico a una temperatura menor que la temperatura de fusión del POS(S).

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** por mezclar el POS(S) con el material básico a temperatura mayor que la temperatura de fusión del POS(S).

30 7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el POS(S) está en estado líquido a temperatura ambiente.

8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el POS (S) comprende uno o más de los siguientes compuestos químicos: dodecafenil-POSS  $C_{17}H_{60}O_{18}Si_{12}$ , isooctil-POSS  $[Me_3CCH_2CH(Me)CH_2]_nT_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , octaciclohexil-POSS  $C_{48}H_{88}O_{12}Si_8$ , octaciclopentil-POSS  $C_{40}H_{72}O_{12}Si_8$ , octaisobutil-POSS  $C_{32}H_{72}O_{12}Si_8$ , octametil-POSS  $C_8H_{24}O_{12}Si_6$ , octafenil-POSS  $C_{48}H_{40}O_{12}Si_8$ , octa-TMA-POSS  $C_{32}H_{96}O_{20}Si_8 \cdot 60H_2O$ , dodecatrifluoropropil-POSS  $C_{36}H_{48}F_{36}O_{18}Si_{12}$ , octatrimetilsiloxi-POSS  $C_{24}H_{72}O_{20}Si_{16}$ , fenetil-POSS  $(PhCH_2CH_2)_nT_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , fenetilisobutil-POSS  $C_{36}H_{72}O_{12}Si_8$ .

40 9. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el material básico comprende uno o más de los siguientes polímeros: polipropilenos, copolímeros olefínicos cíclicos, polímeros olefínicos cíclicos, polimetilpenteno, polietilentereftalato, polibutentereftalato, polietilennaftalato y polieterimida.

10. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el espesor de la película plástica porosa es entre 5 y 200  $\mu m$ .

11. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la cantidad de POS(S) es entre el 0,1 y el 50 por ciento en peso calculada a partir del peso del material básico.

50 12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por expandir los poros comprendidos en la película con gas.

13. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por preparar un elemento eléctricamente conductor sobre al menos una cara de la película porosa.

55 14. Una película plástica porosa producida a partir de una mezcla de materia prima que contiene un material básico y un aditivo mezclado con el mismo, disponiéndose una pluralidad de poros en la estructura de la película plástica, produciéndose los poros estirando una preforma hecha a partir de la mezcla de materia prima y cargándose eléctricamente la película plástica, **caracterizado** porque el aditivo comprende un compuesto químico POS(S).

60 15. Una película plástica de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizada** porque los poros se producen estirando la preforma biaxialmente.

16. Una película plástica de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, **caracterizada** porque la proporción de tracción del estiramiento está en un intervalo de proporción de tracción de 2:1 a 8:1.

65 17. Una película plástica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, **caracterizada** porque los poros son poros cerrados.

18. Una película plástica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, **caracterizada** porque el POS(S) comprende uno o más de los siguientes compuestos químicos: dodecafenil-POSS  $C_{17}H_{60}O_{18}Si_{12}$ , isooc-  
 til-POSS  $[Me_3CCH_2CH(Me)CH_2]_nT_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , octaciclohexil-POSS  $C_{48}H_{88}O_{12}Si_8$ , octaciclopentil-  
 POSS  $C_{40}H_{72}O_{12}Si_8$ , octaisobutil-POSS  $C_{32}H_{72}O_{12}Si_8$ , octametil-POSS  $C_8H_{24}O_{12}Si_6$ , octa-  
 5 ta-TMA-POSS  $C_{32}H_{96}O_{20}Si_8 \sim 60H_2O$ , dodecatrifluoropropil-POSS  $C_{36}H_{48}F_{36}O_{18}Si_{12}$ , octatrimetilsiloxi-POSS  $C_{24}H_{72}$   
 $O_{20}Si_{16}$ , fenetil-POSS  $(PhCH_2CH_2)_nT_n$ , en la que  $n = 8, 10$  ó  $12$ , fenetilisobutil-POSS  $C_{36}H_{72}O_{12}Si_8$ .

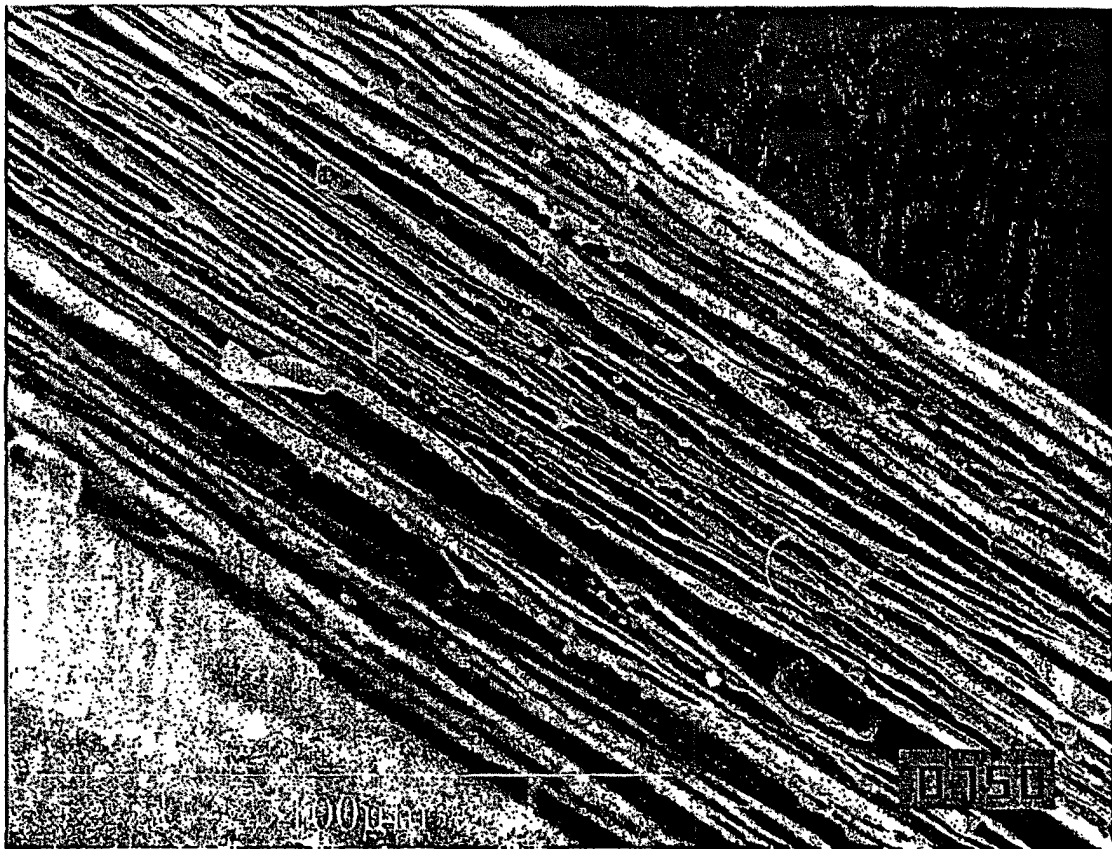
19. Una película plástica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizada** porque  
 el material básico comprende uno o más de los siguientes polímeros: polipropilenos, copolímeros olefínicos cíclicos,  
 10 polímeros olefínicos cíclicos, polimetilpenteno, polietilentereftalato, polibutentereftalato, polietilennaftalato y polie-  
 terimida.

20. Una película plástica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, **caracterizada** porque al  
 menos una de sus superficies está recubierta al menos parcialmente con un recubrimiento eléctricamente conductor.

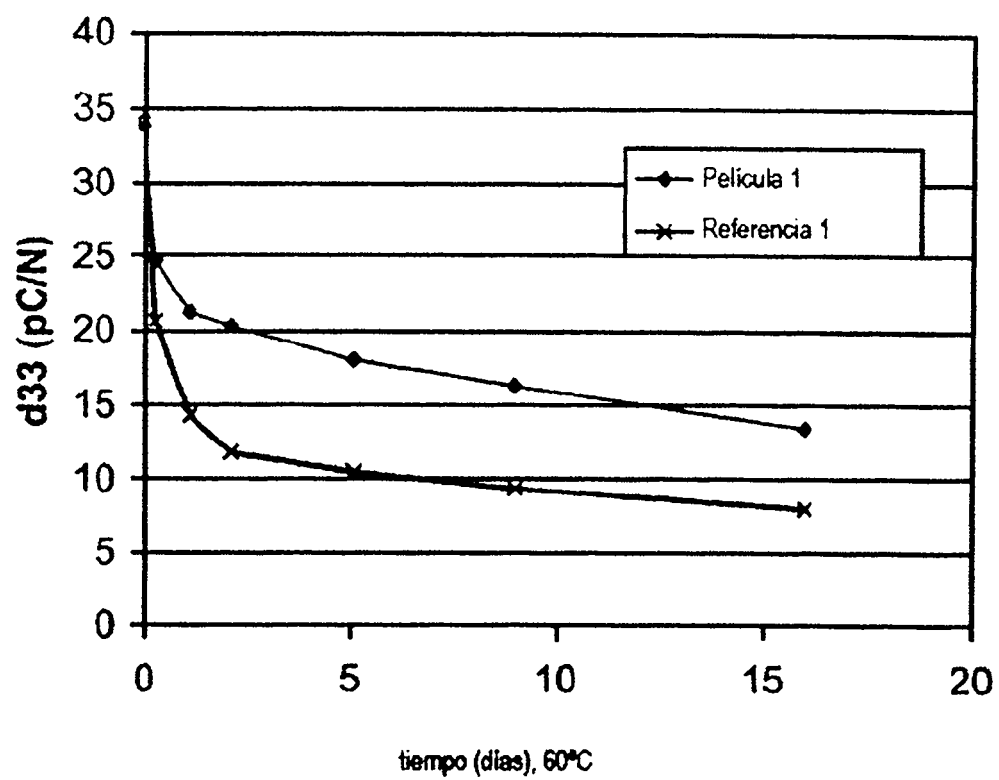
21. Una película plástica de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizada** porque es una película electromecá-  
 nica y/o una película de electreto.

22. Una película plástica de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizada** porque se dispone que tenga lugar un  
 20 cambio en la energía electromecánica mediante el cambio en el espesor de la película.

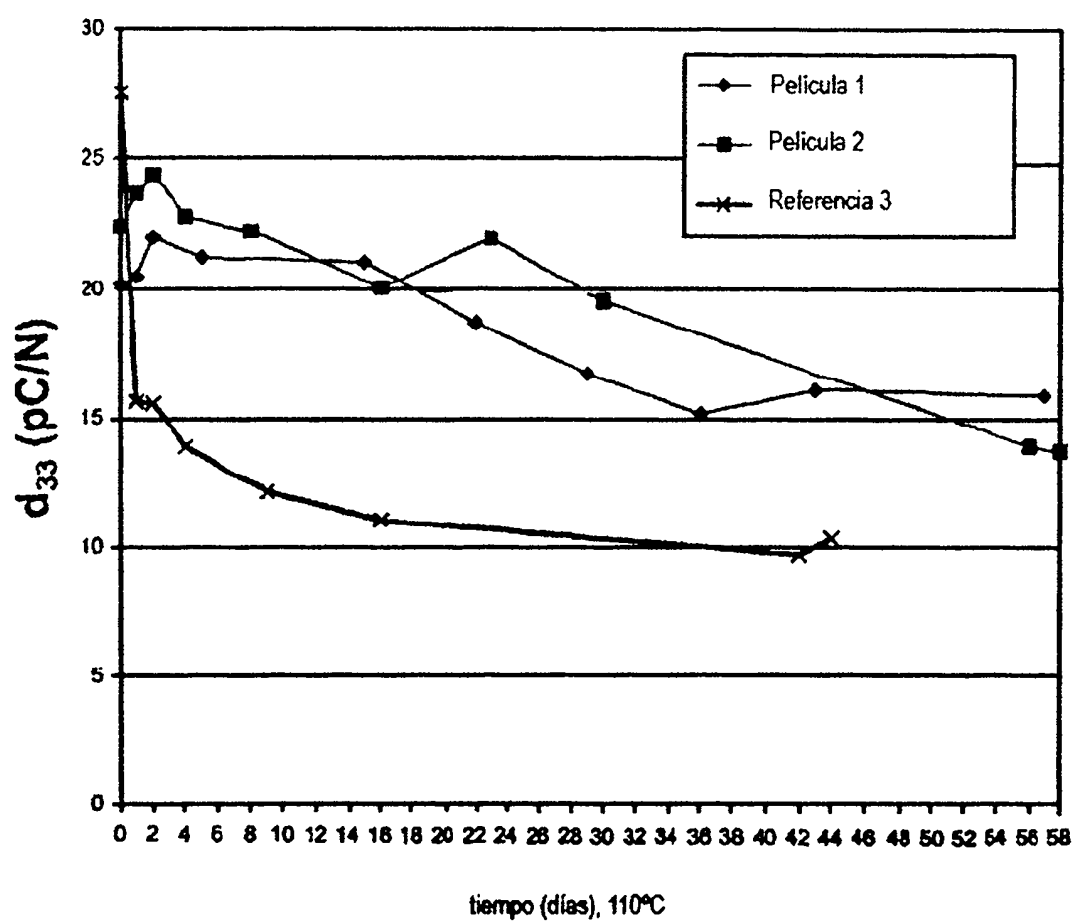
23. Una película plástica de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizada** porque el cambio en la energía  
 electromecánica se basa en la variación de la localización de la película en el campo eléctrico.



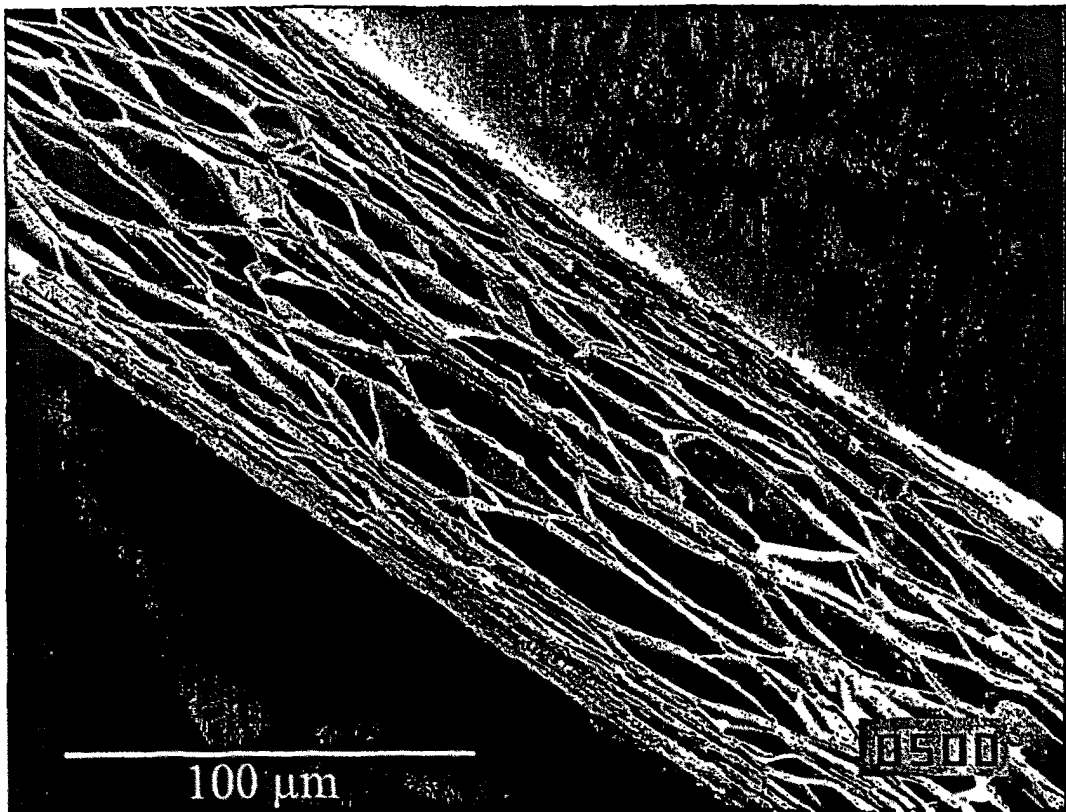
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**