

## **PELÍCULAS MICROCAPILARES**

### CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con películas  
5 microcapilares y artículos de estas materias.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El uso de materiales poliméricos en diversas aplicaciones de películas y envases en general se conoce; sin  
10 embargo, estas diversas aplicaciones de películas y envases requieren nuevos mejoramientos.

A pesar de los esfuerzos de investigación en el suministro de un mejor uso de los materiales poliméricos en las aplicaciones de películas y envases, hay una todavía una  
15 necesidad de películas que proporcionen peso ligero de una película, manteniendo al mismo tiempo las propiedades ópticas y/o mecánicas.

### BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

20 La presente invención proporciona películas microcapilares. La película microcapilar de la invención de acuerdo con la presente invención comprende un primer extremo y un segundo extremo, en donde la película microcapilar comprende: (a) una matriz que comprende un material  
25 termoplástico, (b) por lo menos uno o más canales colocados

en paralelo en la matriz desde el primer extremo al segundo extremo de la película, en donde uno o más canales son por lo menos 1  $\mu\text{m}$  separados entre sí, y en el que cada uno de uno o más canales tienen un diámetro en el intervalo de por lo  
5 menos 1  $\mu\text{m}$ ; y en donde la película microcapilar comprende de 10 a 90 por ciento en volumen de porosidad, basado en el volumen total de la película microcapilar, y en donde uno o más canales tienen una relación de aspecto en el intervalo de 1:1 a 100:1, medida como la relación de las dimensiones más  
10 larga a la más corta de una sección transversal del canal perpendicular a la dirección de la máquina de la película; y en donde la película tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ , medido de acuerdo con ASTM D374M-13.

En una modalidad alternativa, la presente invención  
15 proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la película microcapilar tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ , y en donde el microcapilar comprende una composición termoplástica que tiene una resistencia a la  
20 fusión en el intervalo de 3 a 50 cN.

En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la película microcapilar tiene rigidez a la flexión en el  
25 intervalo de 10 a 400% con respecto a una película de la

misma composición y el mismo espesor ausente de cualesquiera canales microcapilares, medidos de acuerdo con ASTM D6125-97 y/o TAPPI T543 om-11.

En una modalidad alternativa, la presente invención  
5 proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la película microcapilar Resistencia al desgarre CD en el intervalo de 75 a 125% con relación a una película de la misma composición y el mismo espesor en ausencia de cualquier  
10 canal de microcapilar, medidos de acuerdo con ASTM D1922.

En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la película microcapilar tiene una relación de resistencia al  
15 desgarre CD (medida de acuerdo con la norma ASTM D1922)/resistencia al desgarro MD (medida de acuerdo con ASTM D1922) en el intervalo de 1 a 40.

En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona películas microcapilares, de conformidad con  
20 cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la película microcapilar tiene una resistencia al impacto en el intervalo de 30 a 400% con respecto a una película de la misma composición y el mismo espesor en ausencia de cualquier canal microcapilar, medidos de acuerdo con ASTM D3420.

25 En una modalidad alternativa, la presente invención

proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que el material termoplástico se selecciona del grupo que consiste de poliolefina; poliamida; cloruro de polivinilideno; 5 fluoruro de polivinilideno; poliuretano; policarbonato; poliestireno; alcohol vinílico de polietileno (PVOH), cloruro de polivinilo, ácido poliláctico (PLA) y tereftalato de polietileno.

En una modalidad alternativa, la presente invención 10 proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la poliolefina es polietileno, polipropileno, copolímero de propileno/etileno o copolímero de etileno o propileno con una o más alfa-olefinas.

15 En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que la poliamida es nailon 6.

En una modalidad alternativa, la presente invención 20 proporciona películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores, excepto que uno o más canales tienen una forma de sección transversal seleccionada del grupo que consiste de circular, rectangular, oval, estrella, diamante, triangular, cuadrangular, 25 curvilínea y combinaciones de las mismas.

En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona una estructura multicapa que comprende cualquiera de las películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores.

5 En una modalidad alternativa, la presente invención proporciona un artículo de una cualquiera de las películas microcapilares, de conformidad con cualquiera de las modalidades anteriores.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Con el propósito de ilustrar la invención, se muestra en las figura una forma que es ejemplar; entendiéndose, sin embargo, que esta invención no se limita a los arreglos e instrumentaciones precisos.

15 La Figura 1 es una vista superior de una película microcapilar de la invención;

La Figura 2 es una vista de la sección longitudinal de una película microcapilar de la invención;

20 La Figura 3 es una vista de la sección transversal de una película microcapilar de la invención;

La Figura 4 es una vista elevada de una película microcapilar de la invención;

La Figura 5 es un segmento de una vista de sección longitudinal de la película microcapilar de la invención,  
25 como se muestra en la Figura 2;

La Figura 6 es una vista ampliada de una película microcapilar de la invención; y

Las Figuras 7a-b son ilustración esquemática de un troquel microcapilar.

5

#### DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

Haciendo referencia a las Figuras, en donde los números similares indican elementos similares, se muestran, en las Figuras 1-7, una primera modalidad de una película microcapilar (10) que contiene volúmenes huecos (12).

La película microcapilar de la invención (10) que contiene volúmenes huecos (12), de acuerdo con la presente invención, tiene un primer extremo (14) y un segundo extremo (16), y comprende: (a) una matriz (18) que comprende un material termoplástico; (b) por lo menos uno o más canales (20) colocados en paralelo en la matriz (18) desde el primer extremo (14) al segundo extremo (16) de la película microcapilar (10), en donde uno o más canales (20) son por lo menos 1  $\mu\text{m}$  separados entre sí, y en donde cada uno o más canales (20) tiene un diámetro en el intervalo de por lo menos 1  $\mu\text{m}$ ; y en donde la película microcapilar (10) comprende de 10 a 90 por ciento en volumen de fracción de huecos (12), con base en el volumen total de la película microcapilar (10), y en donde cada uno o más canales (20) tiene/tienen una relación de aspecto en el intervalo de 1:1 a

100:1; y en donde la película microcapilar (10) tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ .

El término "paralelo", como se usa en la presente, significa que se extiende en la misma dirección y nunca se  
5 intersectan. El término diámetro, como se usa en la presente, significa el eje más largo del canal (20) de la sección transversal.

La película microcapilar (10) que contiene volúmenes huecos (12) puede tener un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a  
10 500  $\mu\text{m}$ ; por ejemplo, la película microcapilar (10) que contiene volúmenes huecos (12) puede tener un espesor en el intervalo de 10  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ ; o, en alternativa, de 10 a 400  $\mu\text{m}$ ; o, alternativamente, de 10 a 300  $\mu\text{m}$ ; o, alternativamente, de 10 a 200  $\mu\text{m}$ .

15 Uno o más canales (20) puede tener una relación de aspecto en el intervalo de 1:1 a 100:1; por ejemplo, en el intervalo de 10:1 a 100:1; o como alternativa, en el intervalo de 1:1 a 50:1; o como alternativa, en el intervalo de 10:1 a 50:1, medido como la relación de las dimensiones  
20 más larga a más corta de la sección transversal de un canal perpendicular a la dirección de la máquina (MD) de la película.

Uno o más canales (20) pueden ser por lo menos parcialmente llenados con un gas, por ejemplo, aire o un gas  
25 inerte.

La película microcapilar (10) puede comprender por lo menos 10 por ciento en volumen de la matriz (18), con base en el volumen total de la película microcapilar (10); por ejemplo, la película microcapilar (10) puede comprender 90 a 10 por ciento en volumen de la matriz (18), con base en el volumen total de la película microcapilar (10); o en la alternativa, 80-20 por ciento en volumen de la matriz (18), con base en el volumen total de la película microcapilar (10); o alternativamente, 80-30 por ciento en volumen de la matriz (18), con base en el volumen total de la película microcapilar (10); o alternativamente, de 80 a 50 por ciento en volumen de la matriz (18), con base en el volumen total de la película microcapilar (10).

La película microcapilar (10) puede comprender de 10 a 90 por ciento en volumen de porosidad, con base en el volumen total de la película microcapilar (10); por ejemplo, la película microcapilar (10) puede comprender de 20 a 80 por ciento en volumen de porosidad, con base en el volumen total de la película microcapilar (10); o como alternativa, de 20 a 70 por ciento en volumen de porosidad, basado en el volumen total de la película microcapilar (10); o como alternativa, de 20 a 50 por ciento en volumen de porosidad, basado en el volumen total de la película microcapilar (10).

La película microcapilar de la invención (10) tiene un primer extremo (14) y un segundo extremo (16). Por lo menos

uno o más canales (20) están dispuestos en paralelo en la matriz (18) desde el primer extremo (14) al segundo extremo (16). Uno o más canales (20) están separados por lo menos 1  $\mu\text{m}$  entre sí. Uno o más canales (20) tienen un diámetro, es decir, el eje largo, en el intervalo de por lo menos 1  $\mu\text{m}$ ; por ejemplo, de 1  $\mu\text{m}$  a 2000  $\mu\text{m}$ ; o, alternativamente, de 5 a 1200  $\mu\text{m}$ ; o como alternativa, 500 a 1200  $\mu\text{m}$ ; o como alternativa, de 700 a 1200  $\mu\text{m}$ . Uno o más canales (20) pueden tener una forma de sección transversal seleccionada del grupo que consiste de circular, rectangular, ovalada, estrella, diamante, triangular, cuadrangular, curvilínea y combinaciones de las mismas. Uno o más canales (20) además pueden incluir uno o más sellos en el primer extremo (14), el segundo extremo (16), entre ellos el primer punto (14) y el segundo extremo (16) y/o combinaciones de los mismos.

La película microcapilar de la invención (10) además puede ser tratada a través de, por ejemplo, tratamiento de superficial de corona, tratamiento de superficie de plasma, tratamiento superficial a las llama y/o tratamiento superficial de injerto químico.

La matriz (18) comprende uno o más materiales termoplásticos. Tales materiales termoplásticos incluyen, pero no se limitan a, poliolefina, por ejemplo polietileno y polipropileno; poliamida, por ejemplo nailon 6; cloruro de polivinilideno; fluoruro de polivinilideno; policarbonato;

poliestireno; tereftalato de polietileno; poliéster y poliuretanos.

La selección del material termoplástico debe proporcionar suficiente resistencia a la fusión, de tal  
5 manera que durante la fabricación de tales películas microcapilares, los microcapilares mantienen la integridad estructural para evitar el colapso de los microcapilares. Tal selección también debe proporcionar suficientes capacidades de extracción, permitiendo así la formación de películas  
10 delgadas. La selección del material también puede depender de otros factores de diseño de la película y/o equipo, tales como la separación del troquel, el espesor final de la película, y el volumen de porosidad y la geometría capilar. El polímero debería tener resistencia a la fusión de 3 a 50  
15 cN, de preferencia de 3 a 15 cN, medida por el siguiente procedimiento. La medición de la resistencia a la fusión se lleva a cabo tirando hebras de los polímeros fundidos o mezclas a aceleración constante hasta que se produce la ruptura. El montaje experimental consiste en un reómetro  
20 capilar y un aparato Rheotens como dispositivo de colección. La fuerza requerida para extender uniaxialmente las hebras se registra como una función de la velocidad de colección. La fuerza máxima alcanzada antes de que se presente la resonancia de estirado o ruptura se define como la  
25 resistencia a la fusión. La resonancia de estirado, la cual

terminó en la ruptura, se indica por la aparición de una oscilación periódica de amplitud creciente en el perfil de fuerza medido. En ausencia de cualquier resonancia de estirado observable, la resistencia a la fusión se define  
5 como la fuerza a la ruptura. Estas pruebas se corren bajo las siguientes condiciones:

Velocidad de flujo másico: 1.35 gramos/minuto

Temperatura: 190°C

Longitud del capilar: 41.9 mm

10 Diámetro del capilar: 2.1 mm

Diámetro del pistón: 9.54 mm

Velocidad del pistón: 0.423 mm/s

Velocidad de corte: 33.0 s<sup>-1</sup>

15 Distancia de descenso de nivel (salida de troquel configurada para las ruedas de colección): 100 mm

Condiciones de enfriamiento: aire ambiente

Aceleración: 2.4 mm/s<sup>2</sup>.

Los polietilenos ejemplares adecuados para las películas microcapilares de la invención pueden tener un índice de  
20 fluidez en el intervalo de 0.1 a 500 g/10 minutos (medido a 190°C y 2.16 kg); o en la alternativa de 5 a 30 g/10 minutos; o, como alternativa, de 1 a 15 g/10 minutos; o, como alternativa, de 1 a 10 g/10 minutos; o, como alternativa, de 2 a 7 g/10 minutos.

25 Los polipropilenos ejemplares apropiados para las

películas microcapilares de la invención pueden tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.1 a 500 g/10 minutos (medido a 230°C y 2.16 Kg), o en la alternativa de 2 a 60 g/10 minutos; o en la alternativa de 2 a 30 g/10 minutos; o en la alternativa de 2 a 20 g/10 minutos; o en la alternativa de 5 a 15 g/10 minutos.

La matriz (18) puede ser reforzada por medio de, por ejemplo, fibras de vidrio o carbono y/o cualesquiera otros materiales rellenos minerales, tales talco o carbonato de calcio. Los rellenos ejemplares incluyen, pero no se limitan a, carbonatos de calcio naturales, que incluyen tizas, calcitas y mármoles, carbonatos sintéticos, sales de magnesio y calcio, dolomitas, carbonato de magnesio, carbonato de zinc, cal, magnesia, sulfato de bario, barita, sulfato de calcio, sílice, silicatos de magnesio, talco, wollastonita, arcillas y silicatos de aluminio, caolines, mica, óxidos o hidróxidos de metales o de tierras alcalinas, hidróxido de magnesio, óxidos de hierro, óxido de zinc, vidrio o fibra o polvo de carbono, fibra o polvo de madera o mezclas de estos compuestos.

Ejemplos de materiales termoplásticos incluyen, pero no se limitan a, homopolímeros y copolímeros (incluyendo elastómeros) de una o más alfa-olefinas, tales como etileno, propileno, 1-buteno, 3-metil-1-buteno, 4-metil-1-penteno, 3-metil-1-penteno, 1-hepteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno y 1-

dodeceno, como se representa típicamente por polietileno, polipropileno, poli-1-buteno, poli-3-metil-1-buteno, poli-3-metil-1-penteno, poli-4-metil-1-penteno, copolímero de etileno-propileno, copolímero de etileno-1-buteno y  
5 copolímero de propileno-1-buteno; copolímeros (que incluyen elastómeros) de una alfa-olefina con un dieno conjugado o no conjugado, como se representa típicamente por un copolímero de etileno-butadieno y copolímero de etileno-etilideno norborneno; y poliolefinas (incluyendo elastómeros), tales  
10 como copolímeros de dos o más alfa-olefinas con un dieno conjugado o no conjugado, como se representa típicamente por el copolímero de etileno-propileno-butadieno, copolímero de etileno-propileno-diciclopentadieno, copolímero de etileno-propileno-1,5-hexadien y copolímero de etileno-propileno-etilideno norborneno; los copolímeros compuestos de etileno-  
15 vinilo, tales como copolímero de etileno-acetato de vinilo, copolímero de etileno-alcohol vinílico, copolímero de etileno-cloruro de vinilo, copolímeros de ácido etilenacrílico o ácido etilen-(met)acrílico y copolímero de  
20 etileno-(met)acrilato; copolímeros estirénicos (incluyendo elastómeros), tales como poliestireno, ABS, copolímero de acrilonitrilo-estireno, copolímero de  $\alpha$ -metilestireno-estireno, alcohol de estirenvínico, acrilatos de estireno, tales como metacrilato de estireno, acrilato de  
25 estirenbutilo, metacrilato de estirenbutilo y butadienos de

estireno y polímeros de estireno reticulados; y copolímeros de bloque de estireno (incluyendo elastómeros), tales como copolímero de estireno-butadieno y sus hidratos, y copolímero de tres bloques de estireno-isopreno-estireno; compuestos de polivinilo, tales como cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, copolímero de cloruro de vinilideno-cloruro de vinilo, acrilato de polimetilo y metacrilato de polimetilo; poliamidas, tales como nailon 6, nailon 6,6 y nailon 12; poliésteres termoplásticos, tales como tereftalato de polietileno y tereftalato de polibutileno; poliuretano; policarbonato, óxido de polifenileno, y similares; y resinas a base de hidrocarburos vidriosos, que incluyen polímeros de poli-diciclopentadieno y polímeros relacionados (copolímeros, terpolímeros); mono-olefinas saturadas, tales como acetato de vinilo, propionato de vinilo, versatato de vinilo y butirato de vinilo y similares; ésteres de vinilo, tales como ésteres de ácidos monocarboxílicos, que incluyen acrilato de metilo, acrilato de etilo, acrilato de n-butilo, acrilato de isobutilo, acrilato de 2-etilhexilo, acrilato de dodecilo, n-octilo, acrilato de fenilo, metacrilato de metilo, metacrilato de etilo y metacrilato de butilo y similares; acrilonitrilo, metacrilonitrilo, acrilamida, mezclas de los mismos; resinas producidas por metátesis de apertura de anillo y polimerización de metátesis cruzada y similares.

Estas resinas pueden usarse solas o en combinaciones de dos o

más.

En las modalidades seleccionadas, el material termoplástico puede, por ejemplo, comprender una o más poliolefinas seleccionadas del grupo que consiste de  
5 copolímeros de etileno-alfa olefina, propileno-alfa olefina, y copolímeros de bloque de olefina. En particular, en las modalidades seleccionadas, el material termoplástico puede comprender una o más poliolefinas no polares.

En las modalidades específicas, se pueden usar  
10 poliolefinas, tales como polipropileno, polietileno, copolímeros de los mismos, y mezclas de los mismos, así como terpolímeros de etileno-propileno-dieno. En algunas modalidades, ejemplos de los polímeros ejemplares incluyen polímeros homogéneos; polietileno de alta densidad (HDPE);  
15 polietileno de baja densidad lineal heterogéneamente ramificado (LLDPE); polietileno de ultra baja densidad lineal heterogéneamente ramificado (ULDPE); copolímeros de etileno/alfa-olefina homogéneamente ramificados, lineales; polímeros de etileno/alfa-olefina homogéneamente ramificados,  
20 sustancialmente lineales y polímeros y copolímeros de etileno polimerizados por radicales libres, de alta presión, tales como polietileno de baja densidad (LDPE) o polímeros de etileno y acetato de vinilo (EVA).

En una modalidad, el copolímero de etileno-alfa olefina  
25 puede ser, por ejemplo, de etileno-butenos, etileno-hexeno o

copolímeros o interpolímeros de etileno-octeno. En otras modalidades particulares, el copolímero de propileno-alfa olefina puede ser, por ejemplo, un propileno-etileno o un copolímero o interpolímero de propileno-etileno-buteno.

5        En algunas otras modalidades, el material termoplástico puede ser, por ejemplo, un polímero semi-cristalino y puede tener un punto de fusión menor de 110°C. En otra modalidad, el punto de fusión puede ser de 25 a 100°C. En otra modalidad, el punto de fusión puede estar entre 40 y 85°C.

10        En una modalidad particular, el material termoplástico es una composición de interpolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina, que comprende un copolímero de propileno/alfa-olefina, y opcionalmente uno o más polímeros, por ejemplo, un copolímero de polipropileno aleatorio (RCP). En una modalidad  
15 particular, el copolímero de propileno/alfa-olefina se caracteriza por tener secuencias de propileno sustancialmente isotácticas. "Secuencias de propileno sustancialmente isotácticas" significa que las secuencias tienen una triada isotáctica (mm) medida por  $^{13}\text{C}$  RMN mayor que aproximadamente  
20 0.85; en la alternativa, mayor de aproximadamente 0.90; en otra alternativa, mayor de aproximadamente 0.92; y en otra alternativa, mayor de aproximadamente 0.93. Las tríadas isotácticas son bien conocidas en la técnica y se describen en, por ejemplo, la Patente U.S. No. 5,504,172 y la  
25 Publicación Internacional No. WO 00/01745, que se refieren a

la secuencia isotáctica en términos de una unidad de triada en la cadena molecular del copolímero determinada por espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN.

En una modalidad particular, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.1 a 500 g/10 minutos, medido de acuerdo con ASTM D-1238 (a  $230^{\circ}\text{C}/2.16$  Kg). Todos los valores y subintervalos individuales de 0.1 a 500 g/10 minutos se incluyen y se describen en la presente; por ejemplo, la velocidad de flujo fundido puede ser de un límite inferior de 0.1 g/10 minutos, 0.2 g/10 minutos ó 0.5 g/10 minutos a un límite superior de 500 g/10 minutos, 200 g/10 minutos, 100 g/10 minutos ó 25 g/10 minutos. Por ejemplo, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.1 a 200 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.2 a 100 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.2 a 50 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 0.5 a 50 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 1 a 50 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede

tener un índice de fluidez en el intervalo de 1 a 40 g/10 minutos; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener un índice de fluidez en el intervalo de 1 a 30 g/10 minutos.

5        En una modalidad particular, el copolímero de propileno/alfa-olefina tiene una cristalinidad en el intervalo de por lo menos 1 por ciento en peso (un calor de fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 30 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 50 Joules/gramo). Todos los  
10    valores y subintervalos individuales de 1 por ciento en peso (un calor de fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 30 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 50 Joules/gramo) se incluyen y se describen en la presente; por ejemplo, la cristalinidad puede ser de un límite inferior de 1 por ciento  
15    en peso (un calor de fusión de por lo menos 2 Joules/gramo), 2.5 por ciento (un calor de fusión de por lo menos 4 Joules/gramo) ó 3 por ciento (un calor de fusión de por lo menos 5 Joules/gramo) a un límite superior de 30 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 50 Joules/gramo), 24 por  
20    ciento en peso (un calor de fusión menor de 40 Joules/gramo), 15 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 24.8 Joules/gramo) ó 7 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 11 Joules/gramo). Por ejemplo, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener una cristalinidad en el  
25    intervalo de por lo menos 1 por ciento en peso (un calor de

fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 24 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 40 Joules/gramo); o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener una cristalinidad en el intervalo de por lo menos 1 por

5 ciento en peso (un calor de fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 15 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 24.8 Joules/gramo); o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener una cristalinidad en el intervalo de por lo menos 1 por ciento en

10 peso (un calor de fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 7 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 11 Joules/gramo); o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina puede tener una cristalinidad en el intervalo de por lo menos 1 por ciento en peso (un calor de

15 fusión de por lo menos 2 Joules/gramo) a 5 por ciento en peso (un calor de fusión menor de 8.3 Joules/gramo). La cristalinidad se mide mediante el método DSC. El copolímero de propileno/alfa-olefina comprende unidades derivadas de propileno y unidades poliméricas derivadas de uno o más

20 comonómeros de alfa-olefina. Los comonómeros ejemplares usados para elaborar el copolímero de propileno/alfa-olefina son alfa-olefinas  $C_2$ , y  $C_4$  a  $C_{10}$ ; por ejemplo, alfa-olefinas  $C_2$ ,  $C_4$ ,  $C_6$  y  $C_8$ .

En una modalidad particular, el copolímero de

25 propileno/alfa-olefina comprende de 1 a 40 por ciento en peso

de uno o más comonómeros de alfa-olefina. Todos los valores y subintervalos individuales de 1 a 40 por ciento en peso se incluyen y se describen en la presente; por ejemplo, el contenido de comonómero puede ser de un límite inferior de 1 por ciento en peso, 3 por ciento en peso, 4 por ciento en peso, 5 por ciento en peso, 7 por ciento en peso ó 9 por ciento en peso a un límite superior de 40 por ciento en peso, 35 por ciento en peso, 30 por ciento en peso, 27 por ciento en peso, 20 por ciento en peso, 15 por ciento en peso, 12 por ciento en peso, ó 9 por ciento en peso. Por ejemplo, el copolímero de propileno/alfa-olefina comprende de 1 a 35 por ciento en peso de uno o más comonómeros de alfa-olefina; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina comprende de 1 a 30 por ciento en peso de uno o más comonómeros de alfa-olefina; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina comprende de 3 a 27 por ciento en peso de uno o más comonómeros de alfa-olefina; o como alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina comprende de 3 a 20 por ciento en peso de uno o más comonómeros de alfa-olefina; o en la alternativa, el copolímero de propileno/alfa-olefina comprende de 3 a 15 por ciento en peso de uno o más comonómeros de alfa-olefina.

En una modalidad particular, el copolímero de propileno/alfa-olefina tiene una distribución de peso molecular (MWD), definida como el peso molecular promedio

ponderal dividido por el peso molecular promedio en número ( $M_w/M_n$ ) de 3.5 o menos; o en la alternativa, de 3.0 o menos; o en otra alternativa de 1.8 a 3.0.

Tales copolímeros de propileno/alfa-olefina se describen  
5 adicionalmente en la patente U.S. Nos. 6,960,635 y 6,525,157,  
que se incorpora en la presente por referencia. Tales  
copolímeros de propileno/alfa-olefina están disponibles  
comercialmente en The Dow Chemical Company, con el nombre  
comercial VERSIFY™, o en ExxonMobil Chemical Company, con el  
10 nombre comercial VISTAMAXX™.

En una modalidad, los copolímeros de propileno/alfa-  
olefina se caracterizan además porque comprenden: (A) entre  
60 y menos de 100, de preferencia entre 80 y 99 y más  
preferentemente entre 85 y 99, unidades en por ciento en peso  
15 derivadas de propileno, y (B) entre mayor que cero y 40, de  
preferencia entre 1 y 20, más preferentemente entre 4 y 16 y  
aún más preferentemente entre 4 y 15, unidades en por ciento  
en peso derivadas de por lo menos uno de etileno y/o una  $\alpha$ -  
olefina  $C_{4-10}$ ; y que contiene un promedio de por lo menos  
20 0.001, de preferencia un promedio de por lo menos 0.005 y más  
preferentemente un promedio de por lo menos 0.01,  
ramificaciones de cadena larga/1000 átomos de carbono  
totales. El número máximo de ramificaciones de cadena larga  
en el copolímero de propileno/alfa-olefina no es crítico,  
25 pero típicamente no excede 3 ramificaciones de cadena

larga/1000 carbonos totales. La ramificación de cadena larga, tal como se usa en la presente con respecto a los copolímeros de propileno/alfa-olefina, se refiere a una longitud de cadena de por lo menos un (1) carbono más de una ramificación de cadena corta, y ramificación de cadena corta, como se usa en la presente con respecto a los copolímeros de propileno/alfa-olefina, se refiere a una longitud de cadena de dos (2) carbonos menor que el número de carbonos en el comonomero. Por ejemplo, un interpolímero de propileno/1-octeno tiene estructuras principales con ramificaciones de cadena larga de por lo menos siete (7) carbonos de longitud, pero estas estructuras también tienen cadenas principales de ramificaciones de cadena corta de sólo seis (6) carbonos de longitud. Tales copolímeros de propileno/alfa-olefina se describen más en detalle en la Solicitud de Patente Provisional U.S. No. 60/988,999 y Solicitud de Patente Internacional No. PCT/US08/082599, cada una de las cuales se incorpora en la presente por referencia.

En algunas otras modalidades, el material termoplástico, por ejemplo, copolímero de propileno/alfa-olefina, puede ser, por ejemplo, un polímero semi-cristalino y puede tener un punto de fusión menor de 110°C. En las modalidades preferidas, el punto de fusión puede ser de 25 a 100°C. En modalidades más preferidas, el punto de fusión puede estar entre 40 y 85°C.

En otras modalidades seleccionadas, los copolímeros de bloque de olefina, por ejemplo, copolímero multi-bloque de etileno, tales como las descritas en la publicación internacional No. WO2005/090427 y la Publicación de la  
 5 Solicitud de Patente U.S. No. US 2006/0199930, incorporada en la presente por referencia en la medida que describe tales copolímeros de bloques de olefina y los métodos de prueba para la medición de las propiedades listadas a continuación para tales polímeros, se pueden usar como el material  
 10 termoplástico. Tal copolímero de bloque de olefina puede ser un interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina:

(a) que tiene un  $M_w/M_n$  de aproximadamente 1.7 a aproximadamente 3.5, por lo menos un punto de fusión,  $T_m$ , en grados Celsius y una densidad,  $d$ , en gramos/centímetro  
 15 cúbico, en donde los valores numéricos de  $T_m$  y  $d$  que corresponden a la relación:

$$T_m > -2002.9 + 4538.5 (d) - 2422.2 (d)^2; \text{ o}$$

(b) que tiene un  $M_w/M_n$  de aproximadamente 1.7 a aproximadamente 3.5, y que se caracteriza por un calor de  
 20 fusión,  $\Delta H$  en J/g, y una cantidad delta,  $\Delta T$ , en grados Celsius definida como la diferencia de temperatura entre el pico DSC más alto y el pico de CRYSTAF más alto, en donde los valores numéricos de  $\Delta T$  y  $\Delta H$  tienen las siguientes relaciones:

$$\Delta T > -0.1299 (\Delta H) + 62.81 \text{ para } \Delta H \text{ mayor que cero y hasta}$$

25 130 J/g,

$\Delta T > 48^{\circ}\text{C}$  para  $\Delta H$  mayor que 130 J/g,

en donde el pico de CRYSTAF se determina usando por lo menos 5 por ciento del polímero acumulativo, y si menos de 5 por ciento del polímero tiene un pico de CRYSTAF identificable, entonces la temperatura de CRYSTAF es de  $30^{\circ}\text{C}$ ; o

(c) se caracteriza por una recuperación elástica,  $Re$ , en porcentaje a cedencia de 300 por ciento y 1 ciclo medido con una película moldeada por compresión del interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina, y que tiene una densidad,  $d$ , en gramos/centímetro cúbico, en donde los valores numéricos de  $Re$  y  $d$  que satisface la siguiente relación, cuando el interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina está sustancialmente libre de una fase reticulada:

$Re > 1481 - 1629(d)$ ; o

(d) que tiene una fracción molecular que eluye entre  $40^{\circ}\text{C}$  y  $130^{\circ}\text{C}$  cuando se fracciona usando TREF, caracterizado porque la fracción que tiene un contenido de comonómero molar de por lo menos 5 por ciento mayor que el de una fracción de interpolímero aleatorio de etileno comparable que eluye entre la mismas temperaturas, en donde el interpolímero de etileno aleatorio comparable que tiene el mismo comonómero(s) y que tiene un índice de fusión, densidad y contenido molar de comonómero (basado en el polímero total) dentro de 10 por ciento de la del interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina; o

(e) que tiene un módulo de almacenamiento a 25°C,  $G'$  (25°C), y un módulo de almacenamiento a 100°C,  $G'$  (100°C), en donde la relación de  $G'$  (25°C) a  $G'$  (100°C) está en el intervalo de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 9:1.

5 Tal copolímero de bloque de olefina, por ejemplo, interpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina también puede:

(a) tener una fracción molecular que eluye entre 40°C y 130°C cuando se fracciona usando TREF, caracterizado porque la fracción que tiene un índice de bloque de por lo menos 0.5  
10 y hasta aproximadamente 1 y una distribución de peso molecular,  $M_w/M_n$ , mayor de aproximadamente 1.3; o

(b) tener un índice de bloques promedio mayor que cero y hasta aproximadamente 1.0 y una distribución de peso molecular,  $M_w/M_n$ , mayor que aproximadamente 1.3.

15 En la producción, el aparato de extrusión comprende un extrusor de husillo accionado por un motor. El material termoplástico se funde y transporta a un troquel (24), como se muestra en las Figuras 7a y 7b. El material termoplástico fundido pasa a través del troquel (24), como se muestra en  
20 las Figuras 7a y 7b, y se forma en la forma y sección transversal deseados. Haciendo referencia a las figuras 7a y 7b, el troquel (24) incluye una porción de entrada (26), una parte convergente (28) y un orificio (30), que tiene una forma predeterminada. El polímero termoplástico fundido entra  
25 en la porción de entrada (26) del troquel (24), y se forma

gradualmente por la porción convergente (28) hasta que el fundido sale del orificio (30). El troquel (24) además incluye los inyectores (32). Cada inyector (32) tiene una porción de cuerpo (34) que tiene un conducto (36) en el mismo, que está conectado de manera fluida a una fuente de gas (38) por medio del segundo conducto (40) que pasa a través de las paredes del troquel (24) alrededor del cual el material termoplástico fundido debe fluir para pasar el orificio (30). El inyector (30) además incluye una salida (42). El inyector (32) se coloca de tal manera que la salida (42) se localiza dentro del orificio (30). A medida que el polímero termoplástico fundido sale del orificio del troquel (30), uno o más gases, por ejemplo aire o un gas inerte (12) se inyecta en el material termoplástico fundido formando, de este modo, microcapilares llenos de uno o más gases, por ejemplo aire o un gas inerte (12). En una modalidad, uno o más gases, por ejemplo aire o un gas inerte (12) se inyecta continuamente en el material termoplástico fundido formando, de esta manera, microcapilares llenos de uno o más gases, por ejemplo aire o un gas inerte (12). En otra modalidad, uno o más gases, por ejemplo aire o un gas inerte (12) se inyecta y se sella intermitentemente en el material termoplástico fundido formando, de esta manera, microcapilares llenos de uno o más gases, por ejemplo, segmentos de aire o un gas inerte (12) y segmentos huecos.

Las películas microcapilares de la invención, de acuerdo con la presente invención, se pueden usar en aplicaciones de envasado, que incluyen, pero no se limitan a, bolsas de almacenamiento para el hogar y alimentos, y/o envases de consumo, y/o el envasado industrial (por ejemplo, el envasado de productos frescos, congelados y/o productos alimenticios procesados, películas para envolver alimentos, bolsas de empacado, o películas de envasado de forma, relleno y sellado, película encogible, película estirable, película de bolsa o recubrimientos de contenedores), película de laminado (por ejemplo, laminación de aluminio o o papel usado para el envasado, por ejemplo, leche o café), películas de barrera usadas para el envasado de alimentos, por ejemplo, frutas frescas y verduras, pescado, carne y queso, y películas para productos médicos. Alternativamente, las películas microcapilares de la invención pueden usarse en películas agrícolas (por ejemplo, película de invernadero, película de forzado de cultivos, película de ensilaje, y película de ensilaje estirable).

Una o más películas microcapilares de la invención pueden formar una o más capas en una estructura multicapa, por ejemplo, una estructura multicapa laminada o una estructura de múltiples capas coextrudida. Las películas microcapilares pueden comprender una o más filas paralelas de microcapilares (canales como se muestran en la Figura 3b).

Los canales (20) (microcapilares) pueden colocarse en cualquier lugar en la matriz (10), como se muestra en las Figuras 3a-e.

La presente invención puede modelarse en otras formas  
5 sin apartarse del espíritu y los atributos esenciales de la misma, y, en consecuencia, debe hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas, en lugar de a la memoria descriptiva anterior, como se indica por el alcance de la invención.

10

### **EJEMPLOS**

Las películas microcapilares de la invención 1-10 (IMCF 1-10) se prepararon de acuerdo con el siguiente procedimiento, basado en las condiciones indicadas en la  
15 Tabla 1A y 1C. Las propiedades de IMCF 1-10 se midieron y se presentan en la Tabla 2.

Las películas comparativas 1-4 (CF 1-4) se prepararon de acuerdo con el siguiente procedimiento, basado en las condiciones indicadas en la Tabla 1B y 1C. Las propiedades de  
20 las películas comparativas 1-5 se midieron y se presentan en la Tabla 2.

CF 1-4 y 1-10 MCF estuvieron comprendidas de una mezcla de un polímero de baja densidad (etileno), con una densidad de aproximadamente  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y un índice de fusión de  
25 aproximadamente 6 g/10 minutos (medido a  $190^\circ\text{C}/2.16 \text{ kg}$ ), y un

copolímero de etileno octeno lineal de baja densidad, con una densidad de aproximadamente  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y un índice de fusión ( $I_2$ ) de aproximadamente 2 g/10 minutos (medido a  $190^\circ\text{C}/2.16 \text{ kg}$ ).

5 Las películas comparativos 1-4 se prepararon en una línea de película colada, que consistió de un extrusor de tornillo simple Killion de 1.25 pulgadas y un troquel de fundición de 8 pulgadas de ancho sin microcapilares. El perfil de temperatura usado para la fabricación de películas  
10 comparativas se muestra en la Tabla 1B. Las condiciones del proceso se reportan en la Tabla 1C.

Las películas MCF de la invención 1-10 se fabricaron en una línea de película colada, que consistió de un extrusor Killion de un solo tornillo de 2.5 pulgadas, una línea de  
15 transferencia para transportar la masa fundida de polímero, un troquel capilar de 24 pulgadas de ancho con 532 pasadores microcapilares (que tiene un diámetro exterior de 0.030 pulgadas, diámetro interior de 0.014, y un espaciamiento de pasador de centro a centro de 0.045 pulgadas) pulgadas para  
20 dar forma a la película, una abertura de boquilla de 0.059 pulgadas y una pila de rodillo con rodillos de enfriamiento para solidificar las películas extrudidas y una bobinadora para enrollar el películas. El perfil de temperatura de esta línea de película colada se da en la Tabla 1A. El proceso se  
25 señala que las condiciones en la Tabla 1C.

30  
Tabla 1A

| Zona de<br>extruso<br>r 1 (°F) | Zona de<br>extruso<br>r 2 (°F) | Zona de<br>extruso<br>r 3 (°F) | Zona de<br>extruso<br>r 4 (°F) | Zona de<br>Adaptad<br>or (°F) | Línea<br>de<br>transfe<br>rencia<br>(°F) | Cambiad<br>or de<br>tamiz<br>(°F) | Bloque<br>de<br>aliment<br>ación<br>(°F) | Zona<br>del<br>troquel<br>(°F) |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|
| 325                            | 350                            | 380                            | 380                            | 380                           | 380                                      | 380                               | 390                                      | 390                            |

Tabla 1B

| Zona de<br>extrusor 1<br>(°F) | Zona de<br>extrusor 2<br>(°F) | Zona de<br>extrusor 3<br>(°F) | Troquel 1<br>(°F) | Troquel 2<br>(°F) |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| 345                           | 392                           | 392                           | 392               | 392               |

31  
Tabla 1C

|                  | Tipo de película | Temperatura del rodillo de enfriamiento (°F) | Velocidad del tornillo (rpm) | Velocidad del flujo de aire (ml/min) | Velocidad de la línea (ft/min) | Presión de extrusión (psi) | Cuchillo de aire (nivel de pulgadas de agua) | Ancho de la película (pulgada) |
|------------------|------------------|----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|
| CF 1             | non-MCF          | 143                                          | 20                           | ---                                  | 39.1                           | 2220                       | ---                                          | 7                              |
| CF 2             | non-MCF          | 143                                          | 20                           | ---                                  | 33.9                           | 2220                       | ---                                          | 7                              |
| CF 3             | non-MCF          | 143                                          | 20                           | ---                                  | 24.7                           | 2220                       | ---                                          | 7                              |
| CF 4             | non-MCF          | 143                                          | 20                           | ---                                  | 13.1                           | 2220                       | ---                                          | 7                              |
| IMCF 1           | MCF              | 55                                           | 30                           | 100                                  | 10                             | 2280                       | 11                                           | 22                             |
| IMCF 2           | MCF              | 55                                           | 30                           | 100                                  | 30                             | 2250                       | 11                                           | 21                             |
| IMCF 3           | MCF              | 55                                           | 30                           | 100                                  | 40                             | 2270                       | 11                                           | 21                             |
| IMCF 4           | MCF              | 55                                           | 30                           | 100                                  | 50                             | 2270                       | 11                                           | 20                             |
| IMCF 5           | MCF              | 55                                           | 20                           | 300                                  | 50                             | 1740                       | 11                                           | 20                             |
| IMCF 6           | MCF              | 55                                           | 20                           | 100                                  | 16                             | 1760                       | 11                                           | 21                             |
| IMCF 7           | MCF              | 55                                           | 20                           | 300                                  | 40                             | 1720                       | 11                                           | 20                             |
| IMCF 8           | MCF              | 55                                           | 20                           | 100                                  | 40                             | 1680                       | 11                                           | 21                             |
| MCF 9 inventivo  | MCF              | 55                                           | 13                           | 200                                  | 48.5                           | 1270                       | 11                                           | 17                             |
| MCF 10 inventivo | MCF              | 55                                           | 13                           | 25                                   | 37                             | 1240                       | 11                                           | 20                             |

Tabla 2

|                        | % Volumen vacío (Microscopio) | Espesor (mil) (ASTM D374M) | Dirección | Rigidez a la flexión (Gurley) (ASTM D6125-97, TAPPI T543 om-11) | Desgarre de Elmendorf (g) (ASTM D1922) | % Deformación a la cedencia (ASTM D882) | % Deformación a la ruptura (ASTM D882) | Rigidez última (J/cm <sup>3</sup> ) (ASTM D882) | Resistencia al impacto (g) (ASTM D3420) |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Comparativo Film 1     | 0.0%                          | 2.35                       | MD        | 3.54 ± 0.65                                                     | 209 ± 41                               | 11.2 ± 0.45                             | 116.6 ± 3.97                           | 17.84 ± 1.77                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | TD        | 3.67 ± 0.79                                                     | 664 ± 78                               | 10.20 ± 0.84                            | 440.4 ± 56.97                          | 36.14 ± 7.30                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1907 ± 545                              |
| Comparativo Film 2     | 0.0%                          | 2.43                       | MD        | 7.49 ± 1.84                                                     | 268 ± 41                               | 12.6 ± 1.52                             | 159.2 ± 20.62                          | 23.68 ± 2.73                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | TD        | 3.67 ± 0.82                                                     | 694 ± 24                               | 14.00 ± 1.22                            | 267.4 ± 25.00                          | 22.00 ± 2.81                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1801 ± 462                              |
| Película comparativa 3 | 0.0%                          | 3.55                       | MD        | 11.13 ± 0.75                                                    | 443 ± 39                               | 15.8 ± 1.48                             | 262.6 ± 15.60                          | 37.91 ± 4.61                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | TD        | 7.94 ± 0.92                                                     | 1057 ± 22                              | 18.60 ± 1.67                            | 301.8 ± 51.20                          | 26.25 ± 5.63                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1677 ± 381                              |
| Película comparativa 4 | 0.0%                          | 9.78                       | MD        | 192.22 ± 35.25                                                  | 1152 ± 85                              | 27.6 ± 1.82                             | 585.4 ± 35.57                          | 71.62 ± 5.49                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | TD        | 194.82 ± 10.80                                                  | 2688 ± 151                             | 23.60 ± 0.89                            | 630.2 ± 27.78                          | 69.30 ± 5.03                                    | -                                       |
|                        |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 4262 ± 477                              |

|                 |       |       |    |                |           |              |               |              |   |
|-----------------|-------|-------|----|----------------|-----------|--------------|---------------|--------------|---|
| MCF 1 inventivo | 20.3% | 10.02 | MD | 230.37 ± 55.75 | 541 ± 127 | 24.40 ± 0.89 | 510.2 ± 38.97 | 49.96 ± 5.38 | - |
|                 |       |       | TD | 208.           | 2867      | 22.00        | 534.4         | 45.9         | - |

|                 |                               |                            |           |                                                                 |                                        |                                         |                                        |                                                 |                                         |
|-----------------|-------------------------------|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                 |                               |                            |           | 52 ± 7.82                                                       | ± 266                                  | ± 0.71                                  | ± 32.52                                | 2 ± 3.93                                        |                                         |
|                 |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 3763 ± 438                              |
|                 | % Volumen vacío (Microscopio) | Espesor (mil) (ASTM D374M) | Dirección | Rigidez a la flexión (Gurley) (ASTM D6125-97, TAPPI T543 om-11) | Desgarre de Elmendorf (g) (ASTM D1922) | % Deformación a la cedencia (ASTM D882) | % Deformación a la ruptura (ASTM D882) | Rigidez última (J/cm <sup>3</sup> ) (ASTM D882) | Resistencia al impacto (g) (ASTM D3420) |
| MCF 2 inventivo | 22.2%                         | 3.56                       | MD        | 9.78 ± 1.11                                                     | 114 ± 10                               | 14.60 ± 2.07                            | 175.0 ± 16.40                          | 21.0 ± 2.74                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | TD        | 10.4 ± 0.30                                                     | 979 ± 53                               | 17.00 ± 1.41                            | 297.2 ± 62.33                          | 20.7 ± 4.54                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1651 ± 385                              |
| MCF 3 inventivo | 27.3%                         | 2.76                       | MD        | -                                                               | 70 ± 17                                | 12.20 ± 0.84                            | 159.8 ± 22.67                          | 20.4 ± 2.65                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | TD        | 5.26 ± 0.44                                                     | 781 ± 34                               | 13.80 ± 2.49                            | 294.6 ± 52.8                           | 19.1 ± 3.76                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1747 ± 268                              |
| MCF 4 inventivo | 30.0%                         | 2.34                       | MD        | 6.77 ± 1.77                                                     | 218 ± 29                               | 7.80 ± 1.48                             | 90.4 ± 11.7                            | 11.0 ± 1.96                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | TD        | 5.20 ± 0.45                                                     | 763 ± 42                               | 11.40 ± 0.55                            | 391.6 ± 50.3                           | 24.7 ± 4.25                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1766 ± 346                              |
| MCF 5 inventivo | 29.9%                         | 2.13                       | MD        | 1.43 ± 0.63                                                     | 41 ± 3                                 | 10.60 ± 1.14                            | 153.0 ± 16.7                           | 22.4 ± 3.34                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | TD        | 1.82 ± 0.16                                                     | 624 ± 94                               | 7.20 ± 0.84                             | 545.2 ± 16.1                           | 45.3 ± 1.30                                     | -                                       |
|                 |                               |                            | n/a       | -                                                               | -                                      | -                                       | -                                      | -                                               | 1238 ± 292                              |
| MCF 6 inventivo | 18.9%                         | 4.65                       | MD        | 42.9 ± 8.84                                                     | 165 ± 38                               | 20.40 ± 1.94                            | 548.4 ± 20.2                           | 72.4 ± 4.39                                     | -                                       |

|                  |                                     |                                     |           |                                                                                    |                                                 |                                               |                                              |                                                          |                                                  |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                  |                                     |                                     | TD        | 26.6<br>7 ±<br>5.54                                                                | 971 ±<br>69                                     | 15.60<br>± 2.07                               | 686.6<br>± 14.6                              | 77.0<br>8 ±<br>3.40                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | n/a       | -                                                                                  | -                                               | -                                             | -                                            | -                                                        | >7040                                            |
|                  | % Volumen<br>vacío<br>(Microscopio) | Espesor<br>(mil)<br>(ASTM<br>D374M) | Dirección | Rigidez a la flexión<br>(Gurley)<br>(ASTM<br>D6125-97,<br>TAPPI<br>T543 om-<br>11) | Desgarre de Elmendorf<br>(g)<br>(ASTM<br>D1922) | % Deformación a la cedencia<br>(ASTM<br>D882) | % Deformación a la ruptura<br>(ASTM<br>D882) | Rigidez última<br>(J/cm <sup>3</sup> )<br>(ASTM<br>D882) | Resistencia al impacto<br>(g)<br>(ASTM<br>D3420) |
| MCF 7 inventivo  | 64.1%                               | 3.52                                | MD        | 10.2<br>8 ±<br>0.77                                                                | 47 ±<br>10                                      | 10.00<br>± 2.35                               | 140.4<br>± 26.4                              | 13.3<br>3 ±<br>3.43                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | TD        | 6.55<br>±<br>1.15                                                                  | 986 ±<br>80                                     | 8.40 ±<br>2.70                                | 553.6<br>± 27.9                              | 28.4<br>5 ±<br>2.14                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | n/a       | -                                                                                  | -                                               | -                                             | -                                            | -                                                        | 1114 ±<br>204                                    |
| MCF 8 inventivo  | 50.6%                               | 3.27                                | MD        | 9.11<br>±<br>0.80                                                                  | 25 ±<br>5                                       | 12.80<br>± 1.30                               | 293.0<br>± 8.0                               | 29.0<br>0 ±<br>1.42                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | TD        | 6.69<br>±<br>0.39                                                                  | 774 ±<br>70                                     | 8.00 ±<br>1.22                                | 607.6<br>± 34.4                              | 34.6<br>0 ±<br>4.46                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | n/a       | -                                                                                  | -                                               | -                                             | -                                            | -                                                        | 1315 ±<br>245                                    |
| MCF 9 inventivo  | 50.3%                               | 2.34                                | MD        | 2.36<br>±<br>0.77                                                                  | 29 ±<br>3                                       | 5.40 ±<br>0.89                                | 80.0 ±<br>8.2                                | 4.98<br>±<br>0.57                                        | -                                                |
|                  |                                     |                                     | TD        | 0.89<br>±<br>0.41                                                                  | 583 ±<br>44                                     | 5.20 ±<br>0.84                                | 520.4<br>± 44.8                              | 12.3<br>7 ±<br>1.14                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | n/a       | -                                                                                  | -                                               | -                                             | -                                            | -                                                        | 717 ±<br>66                                      |
| MCF 10 inventivo | 45.9%                               | 2.50                                | MD        | 2.10<br>±<br>0.30                                                                  | 35 ±<br>5                                       | 7.40 ±<br>0.55                                | 108.0<br>± 14.0                              | 8.75<br>±<br>1.36                                        | -                                                |
|                  |                                     |                                     | TD        | 0.51<br>±<br>0.09                                                                  | 589 ±<br>44                                     | 5.20 ±<br>0.45                                | 547.4<br>± 28.0                              | 21.0<br>9 ±<br>2.81                                      | -                                                |
|                  |                                     |                                     | n/a       | -                                                                                  | -                                               | -                                             | -                                            | -                                                        | 976 ±<br>102                                     |

## **REIVINDICACIONES**

1. Película microcapilar que tiene un primer extremo y un segundo extremo, caracterizada porque la película  
5 comprende:

- (a) una matriz que comprende un material termoplástico,
- (b) por lo menos uno o más canales colocados en paralelo en tal matriz desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la película, en donde uno o más canales son por lo  
10 menos de 1  $\mu\text{m}$  separados entre sí, y en donde cada uno de uno o más canales tiene un diámetro en el intervalo de por lo menos 1  $\mu\text{m}$ ; y

en donde la película microcapilar comprende de 10 a 90 por ciento en volumen de porosidad, basado en el volumen  
15 total de la película microcapilar, y en donde uno o más canales tiene una relación de aspecto en el intervalo de 1:1 a 100:1, medido como la relación de dimensiones más larga a más corta de una sección transversal del canal perpendicular a la dirección de la máquina de la película

20 en donde la película tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ , medido de acuerdo con ASTM D374M-13.

2. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque la película microcapilar tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  
25  $\mu\text{m}$ , medido de acuerdo con ASTM D374M-13, y en donde el

microcapilar comprende una composición termoplástica que tiene una resistencia en estado fundido en el intervalo de 3 a 50 cN.

3. La película microcapilar de conformidad con la  
5 reivindicación 1, caracterizada porque la película microcapilar tiene una rigidez a la flexión en el intervalo de 10 a 400% con respecto a una película de la misma composición y el mismo espesor en ausencia de cualquiera de los canales microcapilares, medida de acuerdo con ASTM D6125-  
10 97 y/o TAPPI T543 om-11.

4. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque la película microcapilar tiene una Resistencia al desgarre CD en el intervalo de 75 a 125% con respecto a una película de la  
15 misma composición y el mismo espesor en ausencia de cualquiera de los canales microcapilares, medida de acuerdo con ASTM D1922.

5. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque la película tiene una  
20 relación de resistencia al desgarre CD (medido de acuerdo con ASTM D1922)/resistencia al desgarre MD (medido de acuerdo con ASTM D1922) en el intervalo de 1 a 40.

6. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque el material  
25 termoplástico se selecciona del grupo que consiste de

poliolefina, poliamida; cloruro de polivinilideno; fluoruro de polivinilideno; poliuretano; policarbonato; poliestireno; alcohol vinílico de polietileno (PVOH), cloruro de polivinilo, ácido poliláctico (PLA) y tereftalato de polietileno.

7. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 6, caracterizada porque la poliolefina es polietileno, polipropileno, copolímero de propileno/etileno, o copolímero de etileno o propileno con una o más alfa-olefinas.

8. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 7, caracterizada porque el polietileno tiene un índice de fusión en el intervalo de 0.1 a 500 g/10 minutos (medido a 190°C y 2.16 kg).

9. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 7, caracterizada porque el polipropileno, copolímero de propileno/etileno o copolímero de propileno con una o más alfa-olefinas tiene un índice de fluidez en el intervalo de 0.1 a 500 g/10 minutos (medido a 230°C y 2.16 kg).

10. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 2, caracterizada porque la poliamida es nailon 6.

11. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque uno o más canales

tienen una forma de sección transversal seleccionada del grupo que consiste de circular, rectangular, ovalada, estrella, diamante, triangular, cuadrangular, curvilínea y combinaciones de las mismas.

5           12. Estructura de múltiples capas, caracterizada porque comprende la película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1.

          13. Artículo, caracterizado porque comprende la película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1.

10           14. La película microcapilar de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque la película microcapilar tiene una resistencia al impacto en el intervalo de 30 a 400% con respecto a una película de la misma composición y el mismo espesor en ausencia de cualquier canal  
15 microcapilar, medida de acuerdo con ASTM D3420.

## **RESUMEN DE LA INVENCION**

La presente invención proporciona películas microcapilares. La película microcapilar de acuerdo con la presente invención comprende un primer extremo y un segundo extremo, en donde la película microcapilar comprende: (a) una matriz que comprende un material termoplástico, (b) por lo menos uno o más canales colocados en paralelo en tal matriz desde el primer extremo hasta el segundo extremo de la película, en donde uno o más canales son por lo menos de 1  $\mu\text{m}$  separados entre sí, y en donde cada uno de uno o más canales tiene un diámetro en el intervalo de por lo menos 1  $\mu\text{m}$ ; y en donde la película microcapilar comprende de 10 a 90 por ciento en volumen de porosidad, basado en el volumen total de la película microcapilar, y en donde uno o más canales tiene una relación de aspecto en el intervalo de 1:1 a 100:1, y en donde la película tiene un espesor en el intervalo de 5  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ .