

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 673**

51 Int. Cl.:

**C08L 23/04** (2006.01)

**C08L 23/06** (2006.01)

**C08L 23/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2019 PCT/US2019/031479**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2019 WO19240899**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2019 E 19726823 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2023 EP 3807358**

54 Título: **Composiciones de mezclas de poliolefinas**

30 Prioridad:

**13.06.2018 US 201862684219 P**

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

**30.05.2024**

73 Titular/es:

**EXXONMOBIL CHEMICAL PATENTS INC.  
(100.0%)  
5200 Bayway Drive  
Baytown, TX 77520, US**

72 Inventor/es:

**BRAM, LAUREN P.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 970 673 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Composiciones de mezclas de poliolefinas

### Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

#### Campo

- 5 La presente descripción se refiere a composiciones de poliolefinas basadas en polipropileno y basadas en polietileno que tienen propiedades de impacto mejoradas.

#### Antecedentes

10 La cadena de suministro de productos reciclados posconsumo (PCR) es bastante compleja e incluye varias partes que pueden recolectar, separar, desetiquetar, triturar, lavar, volver a separar, combinar y finalmente vender a un cliente que fabricará la pieza de plástico. Es frecuente ver más del 10% del material de polipropileno (PP) mezclado con un material base reciclado posconsumo de polietileno de alta densidad (HDPE). Sin embargo, las tendencias a la inmiscibilidad del HDPE y el PP crean una mezcla con propiedades limitadas. De hecho, la industria del polietileno (HDPE) rígido de alta densidad y del polipropileno (PP) del reciclaje posconsumo tiene problemas para equilibrar y mantener las propiedades físicas necesarias, como la resistencia al impacto, del material reciclado. Por ejemplo, la falta de procesos efectivos para separar PP y HDPE entre sí da como resultado una alta concentración de una contaminación poliolefínica dentro de la otra poliolefina. Además, normalmente se añaden modificadores de impacto o compatibilizadores para aumentar las propiedades especificadas por la industria. No es infrecuente ver entre uno y diez modificadores diferentes añadidos al producto final antes de venderlo al fabricante. Una vez que el cliente está listo para fabricar la pieza de plástico, también puede añadir modificadores adicionales según sea necesario. Sin embargo, los modificadores normalmente aumentan una propiedad del material (como la resistencia al impacto) y lo hacen sólo ligeramente (por ejemplo, en 1 kJ/m<sup>2</sup> a temperatura ambiente). Además, la mayoría de los modificadores también reducen una o más propiedades deseables del material (como la modificación del flujo).

Existe la necesidad de composiciones y métodos que puedan proporcionar composiciones que tengan propiedades de composición mejoradas, tales como la modificación del flujo y las propiedades de impacto.

- 25 La publicación de solicitud de patente internacional WO 2015/169690 describe mezclas de polipropileno-polietileno que comprenden del 75 al 90%p de una mezcla de polipropileno y polietileno, y del 10 al 25%p de un compatibilizador que comprende un polipropileno y un copolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina.

#### Sumario

En la presente memoria se proporciona una composición de poliolefinas según la reivindicación 1.

#### 30 Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una imagen microscópica de una composición según una realización.

La FIG. 2 es un gráfico que ilustra las propiedades Izod con muesca de las composiciones según una realización.

La FIG. 3 son imágenes de microscopio de fuerza atómica de las composiciones según una realización.

- 35 La FIG. 4 es un gráfico que ilustra datos generales de flexión, tracción e impacto de las composiciones según una realización.

#### Descripción detallada

40 Antes de divulgar y describir los presentes compuestos, componentes, composiciones y/o métodos, debe entenderse que, a menos que se indique lo contrario, la presente descripción no se limita a compuestos específicos, componentes, composiciones, reactivos, condiciones de reacción, ligandos, estructuras de metaloceno, estructuras de catalizador o similares, ya que pueden variar, a menos que se especifique lo contrario. También debe entenderse que la terminología utilizada en la presente memoria tiene el propósito de describir realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitante.

45 La presente descripción se refiere a composiciones de poliolefinas basadas en polipropileno y basadas en polietileno que tienen propiedades de impacto mejoradas. La presente descripción proporciona una composición (mezcla) que comprende uno o más polietileno, uno o más polipropileno, uno o más elastómero basado en propileno y uno o más plastómero basado en etileno. En algunas realizaciones, las composiciones y métodos descritos en la presente memoria se refieren a la mejora de las resinas de poliolefinas recicladas mediante el uso de elastómeros de poliolefina tales como VISTAMAXX™ (de ExxonMobil Chemical Company) y ENGAGE™ (de Dow Chemical Company), y a los procesos de formación de los mismos. En al menos una realización, mediante la adición de un nivel bajo de uno o más elastómeros de poliolefina tales como VISTAMAXX™ a la mezcla de polímeros, se pueden mejorar las propiedades finales, como la modificación del flujo y el impacto, para los materiales reciclados posconsumo ricos tanto en

polipropileno como en polietileno. En un material rico en HDPE, el VISTAMAXX™ puede rodear los dominios de polipropileno para ayudar a aumentar las propiedades físicas. Por ejemplo, la mezcla única que incluye, por ejemplo, los polímeros VISTAMAXX™ y ENGAGE™ (50/50), puede modificar un material reciclado posconsumo rico en HDPE, lo que puede proporcionar a la composición una mayor resistencia al impacto. En un material reciclado posconsumo rico en HDPE, la mezcla que incluye los polímeros VISTAMAXX™ y ENGAGE™ tiene un comportamiento sinérgico en donde los dominios del polipropileno son notablemente más pequeños y redondos. Estos dominios actúan más como un modificador del impacto que como una contaminación.

Como se usa en la presente memoria, una "composición" puede incluir los componentes (tales como un polietileno, un polipropileno, un elastómero basado en propileno y/o un plastómero basado en etileno), así como los productos de contacto de los componentes y/o los productos de reacción de los componentes.

Para los fines la presente descripción, el etileno se considerará una  $\alpha$ -olefina.

Una "olefina", denominada alternativamente "alqueno", es un compuesto lineal, ramificado o cíclico de carbono e hidrógeno que tiene al menos un doble enlace. Para los fines la presente descripción, el etileno se considerará una  $\alpha$ -olefina. Un grupo "alqueno" es un radical lineal, ramificado o cíclico de carbono e hidrógeno que tiene al menos un doble enlace.

Para los fines de esta memoria descriptiva y las reivindicaciones adjuntas a la misma, cuando se hace referencia a un polímero o copolímero que comprende una olefina, la olefina presente en dicho polímero o copolímero es la forma polimerizada de la olefina. Por ejemplo, cuando se dice que un copolímero tiene un contenido de "etileno" del 35%p al 55%p, se entiende que la unidad "mérica" en el copolímero deriva del etileno en la reacción de polimerización, y dichas unidades derivadas están presentes del 35%p al 55%p respecto del peso del copolímero. Un "polímero" tiene dos o más unidades méricas iguales o diferentes.

Como se usa en la presente memoria, un "polímero" puede referirse a homopolímeros, copolímeros, interpolímeros, terpolímeros, etc. Un "polímero" tiene dos o más unidades monoméricas iguales o diferentes. Un "homopolímero" es un polímero que tiene unidades monoméricas que son iguales. Un "copolímero" es un polímero que tiene dos o más unidades monoméricas que son diferentes entre sí. Un "terpolímero" es un polímero que tiene tres unidades monoméricas que son diferentes entre sí. El término "diferente", tal como se usa para referirse a las unidades monoméricas, indica que las unidades monoméricas difieren entre sí en al menos un átomo o son diferentes isoméricamente. Por consiguiente, la definición de copolímero, tal como se utiliza en la presente memoria, incluye los terpolímeros y similares. Asimismo, la definición de polímero, tal como se utiliza en la presente memoria, incluye los copolímeros y similares. Por lo tanto, como se usan en la presente memoria, las expresiones "polietileno", "polímero de etileno" y "polímero basado en etileno" significan un polímero o copolímero que comprende al menos un 50%mol de unidades de etileno (tal como al menos un 70%mol de unidades de etileno, tal como al menos un 80%mol de unidades de etileno, tal como al menos un 90%mol de unidades de etileno, tal como al menos un 95%mol de unidades de etileno o un 100%mol de unidades de etileno (en el caso de un homopolímero)).

Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "homopolímero" es un polímero que tiene unidades méricas que son iguales. El término "copolímero" significa un polímero que tiene dos o más unidades méricas que son diferentes entre sí. Un "terpolímero" es un polímero que tiene tres unidades méricas que son diferentes entre sí. "Diferentes", como se usa para referirse a las unidades méricas, indica que las unidades méricas difieren entre sí en al menos un átomo o son diferentes isoméricamente. Por consiguiente, la definición de copolímero, tal como se utiliza en la presente memoria, incluye los terpolímeros y similares.

Como se usa en la presente memoria, cuando se hace referencia a un polímero que comprende un monómero, el monómero está presente en el polímero en la forma polimerizada del monómero o en la forma derivada del monómero. Cuando se dice que un polímero constituye un cierto porcentaje, %p, de un monómero, ese porcentaje de monómero se basa en la cantidad total de las unidades monoméricas del polímero.

Para los fines de esta descripción, un polímero de etileno que tiene una densidad de 0,910 a 0,940 g/cm<sup>3</sup> se denomina "polietileno de baja densidad" (LDPE); un polímero de etileno que tiene una densidad de 0,890 a 0,930 g/cm<sup>3</sup>, que es lineal y no contiene una cantidad sustancial de ramificaciones de cadena larga se denomina "polietileno lineal de baja densidad" (LLDPE) y puede producirse con catalizadores de Ziegler-Natta convencionales, catalizadores de vanadio o catalizadores de metalloceno en reactores de fase gaseosa, reactores tubulares de alta presión y/o reactores de suspensión y/o con cualquiera de los catalizadores descritos en reactores de disolución. "Lineal" significa que el polietileno tiene pocas o ninguna ramificación de cadena larga, normalmente con un  $g_{vis}$  de 0,97 o superior. Un polímero de etileno que tiene una densidad superior a 0,940 g/cm<sup>3</sup> se conoce como "polietileno de alta densidad" (HDPE).

Como se usa en la presente memoria, un "elastómero" o una "composición de elastómero" se refiere a cualquier polímero o composición de polímeros (tal como mezclas de polímeros) coherente con la definición de la norma ASTM D1566. El elastómero incluye las mezclas mixtas de polímeros, tales como las mezclas en estado fundido y/o las mezclas en reactores de los polímeros.

Como se usa en la presente memoria, un "plastómero" significa copolímeros basados en etileno que tienen una densidad en el intervalo de aproximadamente 0,85 a 0,915 g/cm<sup>3</sup> según el método B de la norma ASTM D 4703 y la

norma ASTM D1505. Los plastómeros de las composiciones descritas en la presente memoria pueden exhibir un MFR de aproximadamente 0,5 g/10 min a aproximadamente 30 g/10 min. Los plastómeros de las composiciones pueden incluir copolímeros de unidades derivadas de etileno y unidades derivadas de  $\alpha$ -olefina superiores, tales como propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

- 5 Tal como se utilizan en la presente memoria, "primer" polímero y "segundo" polímero son simplemente identificadores utilizados por conveniencia y no deben interpretarse como una limitación del copolímero de etileno individual, su orden relativo o el número de copolímeros de etileno utilizados, a menos que se especifique lo contrario en la presente memoria.

Primer polímero: polietileno

- 10 Los polietilenos incluyen los homopolímeros de polietileno y los copolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina. Los copolímeros de etileno/ $\alpha$ -olefina tienen un contenido de comonómero(s) de  $\alpha$ -olefina superior al 5%p, tal como superior al 10%p, respecto del peso total de los monómeros polimerizables. La cantidad de incorporación de comonómero(s) puede ser superior al 15%p, tal como superior al 20%p, tal como superior al 25%p, tal como superior al 30%p, tal como superior al 35%p, tal como superior al 40%p, tal como superior al 45%p, tal como superior al 50%p, respecto del peso total de los monómeros polimerizables.

- 15 Los comonómeros comprenden una o más olefinas  $C_3$  a  $C_{40}$ , como olefinas  $C_4$  a  $C_{20}$ , como olefinas  $C_6$  a  $C_{12}$ . Los monómeros de olefinas  $C_3$  a  $C_{40}$  pueden ser lineales, ramificados o cíclicos. Las olefinas  $C_3$  a  $C_{40}$  cíclicas pueden ser tensas o no tensas, monocíclicas o policíclicas, y pueden incluir opcionalmente heteroátomos y/o uno o más grupos funcionales. En al menos una realización, un comonómero se selecciona de propileno, buteno, penteno, hexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, undeceno, dodeceno y sus isómeros. En al menos una realización, un comonómero incluye una o más olefinas  $C_4$  a  $C_{40}$ , como olefinas  $C_4$  a  $C_{20}$ , como olefinas  $C_6$  a  $C_{12}$ . Los monómeros de olefinas  $C_4$  a  $C_{40}$  pueden ser lineales, ramificados o cíclicos. Las olefinas  $C_4$  a  $C_{40}$  cíclicas pueden ser tensas o no tensas, monocíclicas o policíclicas, y pueden incluir opcionalmente heteroátomos y/o uno o más grupos funcionales.

- 20 Los comonómeros de olefinas  $C_3$  a  $C_{40}$  ejemplares incluyen propileno, buteno, penteno, hexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, undeceno, dodeceno, norborneno, norbornadieno, dicitropentadieno, ciclopenteno, ciclohepteno, cicloocteno, ciclooctadieno, ciclooctadeceno, 7-oxanorborneno, 7-oxanorbornadieno, los derivados sustituidos de los mismos y los isómeros de los mismos, tales como hexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, dodeceno, cicloocteno, 1,5-ciclooctadieno, 1-hidroxi-4-cicloocteno, 1-acetoxi-4-cicloocteno, 5-metilciclopenteno, ciclopenteno, dicitropentadieno, norborneno, norbornadieno y sus respectivos homólogos y derivados, tales como norborneno, norbornadieno y dicitropentadieno.

- 25 Los comonómeros ejemplares incluyen, entre otros, propileno, isobutileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 3-metil-1-penteno, 4-metil-1-penteno y 1-octeno, dienos no conjugados, polienos, butadienos, isoprenos, pentadienos, hexadienos (por ejemplo, 1,4-hexadieno), octadienos, estireno, estireno sustituido con halógeno, estireno sustituido con alquilo, tetrafluoroetilenos, vinilbenciclobuteno, compuestos nafténicos, cicloalquenos (por ejemplo, ciclopenteno, ciclohexeno, cicloocteno), y las mezclas de los mismos. Normalmente, el etileno se copolimeriza con una  $\alpha$ -olefina  $C_3$ - $C_{20}$ .

- 30 En al menos una realización, un polietileno es un copolímero seleccionado de un copolímero de etileno/propileno (EP), copolímero de etileno/buteno (EB), copolímero de etileno/hexeno (EH), copolímero de etileno/octeno (EO), terpolímero de etileno/ $\alpha$ -olefina/dieno (EAODM), tal como terpolímero de etileno/propileno/octeno.

- 35 En otra realización, un polietileno incluye uno o más comonómeros de dieno o trieno. Los comonómeros de dieno o trieno pueden incluir 7-metil-1,6-octadieno; 3,7-dimetil-1,6-octadieno; 5,7-dimetil-1,6-octadieno; 3,7,11-trimetil-1,6,10-octatrieno; 6-metil-1,5 heptadieno; 1,3-butadieno; 1,3-pentadieno, norbornadieno, 1,6-heptadieno; 1,7-octadieno; 1,8-nonadieno; 1,9-decadieno; 1,10-undecadieno; norborneno; tetraciclododeceno; o las mezclas de los mismos; y tales como butadieno; hexadienos; y octadienos; y la mayoría tales como 1,4-hexadieno; 1,9-decadieno; 4-metil-1,4-hexadieno; 5-metil-1,4-hexadieno; dicitropentadieno; y 5-etiliden-2-norborneno (ENB), 1,3-butadieno, 1,3-pentadieno, norbornadieno y dicitropentadieno; compuestos aromáticos vinílicos  $C_8$ - $C_{40}$ , que incluyen estireno, *o*-, *m*-, y *p*-metilestireno, divinilbenceno, vinilbifenilo, vinilnaftaleno; y compuestos aromáticos vinílicos  $C_8$ - $C_{40}$  sustituidos con halógeno tales como cloroestireno y fluoroestireno.

- 40 El polietileno de baja densidad generalmente se prepara a alta presión mediante el uso de iniciadores de radicales libres o en procesos en fase gaseosa mediante el uso de catalizadores de Ziegler-Natta o vanadio. El polietileno de baja densidad normalmente tiene una densidad en el rango de 0,916 g/cm<sup>3</sup> a 0,950 g/cm<sup>3</sup>. El polietileno de baja densidad típico producido mediante el uso de iniciadores de radicales libres se conoce en la industria como "LDPE". El LDPE también se conoce como polietileno "ramificado" o "ramificado heterogéneamente", debido al número relativamente grande de ramificaciones de cadena larga que se extienden desde la estructura principal del polímero. El polietileno en el mismo rango de densidad, p.ej., 0,916 g/cm<sup>3</sup> a 0,950 g/cm<sup>3</sup>, que es lineal y no contiene ramificaciones de cadena larga, se conoce como "polietileno lineal de baja densidad" ("LLDPE") y normalmente se produce mediante catalizadores de Ziegler-Natta convencionales o con catalizadores de metaloceno. "Lineal" significa que el polietileno tiene pocas o ninguna ramificación de cadena larga, normalmente con un valor  $g'_{vis}$  de 0,97 o superior, como 0,98 o superior. Los polietilenos que tienen una densidad aún mayor son los polietilenos de alta densidad

("HDPE"), p.ej., los polietilenos que tienen densidades superiores a 0,950 g/cm<sup>3</sup>, y generalmente se preparan con catalizadores de Ziegler-Natta o catalizadores de cromo. Los polietilenos de muy baja densidad ("VLDPE") (también conocidos como polietileno de densidad ultrabaja ("ULDPE")) pueden producirse mediante varios procesos diferentes que producen polietilenos que tienen una densidad inferior a 0,916 g/cm<sup>3</sup>, normalmente 0,890 g/cm<sup>3</sup> a 0,915 g/cm<sup>3</sup> o 0,900 g/cm<sup>3</sup> a 0,915 g/cm<sup>3</sup>.

En al menos una realización, un polietileno es uno o más de LLDPE, polietileno de muy baja densidad basado en metaloceno (mVLDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno reticulado (PEX o XLPE), polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de alta densidad y alta resistencia en estado fundido (HMS-HDPE), polietileno de densidad ultra alta (UHDPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) y combinaciones de los mismos. Los polietilenos ejemplares se analizan en las publicaciones n.º US 7.022.770 B2, WO 2012/096698, y WO 2013/043796.

Los ULDPE ejemplares están disponibles en ExxonMobil Chemical Company con el nombre EXCEED™ 1012 mVLDPE (una resina desarrollada para proporcionar mejores propiedades que las disponibles actualmente con las resinas VLDPE y ULDPE convencionales), así como EXCEED™ 1015HA mVLDPE y EXCEED™ 3812 mVLDPE. Los ULDPE ejemplares también están disponibles en The Dow Chemical Company con el nombre comercial ATTANE™, como ATTANE™ 4201G, ATTANE™ 4203, y ATTANE™ 4404G. Los ULDPE pueden tener un índice de fluidez másico de 0,5 g/10 min a 10,0 g/10 min. Los ULDPE pueden tener un índice de fluidez de 0,5 g/10 min a 3 g/10 min, tal como 0,5 g/10 min a 2 g/10 min, tal como 0,5 g/10 min a 1,5 g/10 min, por ejemplo de 1,0 g/10 min.

Los LDPE ejemplares están disponibles en ExxonMobil Chemical Company con el nombre comercial ENABLE™ 2005HH, ESCORENE™ Ultra FL 00328, ESCOR™ 6000, EXCEED™ 2018MB y EXXONMOBIL™ LDPE serie LD 312. Los LDPE ejemplares también están disponibles en The Dow Chemical Company con el nombre comercial DOW™ polietileno de baja densidad (LDPE), como DOW™ LDPE 1321, DOW™ LDPE 50041 y DOW™ LDPE PG 7004. El LDPE puede tener un índice de fluidez másico de 0,2 a 100 g/10 min.

Los LLDPE ejemplares están disponibles en ExxonMobil Chemical Company con el nombre comercial EXXONMOBIL™ LLDPE LL 6202.19, EXXONMOBIL™ LLDPE LL 1001AV y EXXONMOBIL™ LLDPE serie LL 8460. Los LLDPE ejemplares también están disponibles en The Dow Chemical Company con el nombre comercial DOW™ polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), como DOW™ LLDPE DFDA-7047 NT7. El LLDPE puede tener un índice de fluidez másico de 0,2 g/10 min a 50,0 g/10 min.

Los MDPE adecuados están disponibles en ExxonMobil Chemical Company con el nombre comercial EXXONMOBIL™ ESCORENE™ LD-117 MDPE y EXXONMOBIL™ ESCORENE™ PEMD LD-129. Los MDPE también están disponibles en The Dow Chemical Company con el nombre comercial DOW™ polietileno de densidad media (MDPE), como DOW™ MDPE 8818, DOW™ DMDA-8962 NT 7 y DOWLEX™ 2432E. Las resinas MDPE se pueden caracterizar por tener una densidad de 0,926 g/cm<sup>3</sup> a 0,940 g/cm<sup>3</sup>.

Los HDPE adecuados están disponibles en ExxonMobil Chemical Company con el nombre comercial PAXON™ AL55-003, PAXON™ HYA021L y EXXONMOBIL™ HDPE HD 7800P. Los HDPE también están disponibles en The Dow Chemical Company con el nombre comercial DOW™ HDPE 25055E, DOW™ HDPE KT 10000 UE y UNIVAL™ DMDA-6200 NT 7.

Los homopolímeros y copolímeros de polietileno descritos en la presente memoria se pueden producir mediante el uso de cualquier catalizador y/o proceso adecuado conocido para producir homopolímeros y copolímeros de polietileno. En ciertas realizaciones, los homopolímeros y copolímeros de polietileno pueden incluir polímeros preparados según los procedimientos de las patentes de EE. UU. n.º 6.342.566; 6.384.142; 5.741.563; las publicaciones PCT WO 03/040201; y WO 97/19991.

Segundo polímero: polipropileno

Un "polímero de propileno", también conocido como "polipropileno" o "copolímero de propileno", es un polímero o copolímero que comprende al menos un 50%mol de unidades derivadas de propileno; etcétera. El término "polipropileno" pretende abarcar el polipropileno isotáctico (iPP), definido por tener al menos un 10% o más de pentadas isotácticas, polipropileno altamente isotáctico, definido por tener un 50% o más de pentadas isotácticas, polipropileno sindiotáctico (sPP), definido por tener un 10% o más de pentadas sindiotácticas, homopolímero de polipropileno (hPP, también llamado homopolímero de propileno u homopolipropileno), y el denominado copolímero aleatorio de polipropileno (RCP, también llamado copolímero aleatorio de propileno). En este caso, un RCP puede incluir un copolímero de propileno y del 1 al 10%p de una olefina elegida de etileno y 1-olefinas C<sub>4</sub> a C<sub>8</sub>. Por ejemplo, un polímero isotáctico (iPP) puede tener al menos un 20% (tal como al menos un 30%, tal como al menos un 40%) de pentadas isotácticas. Una poliolefina es "atáctica", también denominada "amorfa", si tiene menos del 10% de pentadas isotácticas y pentadas sindiotácticas.

Un polipropileno de la presente descripción puede estar en forma de un copolímero u homopolímero. Por ejemplo, el polipropileno se selecciona de copolímero aleatorio de polipropileno (rcPP), copolímero de impacto de polipropileno (homopolímero de propileno modificado con al menos un modificador de impacto elastomérico) (ICPP) o polipropileno de alto impacto (HIPP), polipropileno de alta resistencia en estado fundido (HMS-PP), polipropileno isotáctico (iPP),

polipropileno sindiotáctico (sPP) y las combinaciones de los mismos. Las realizaciones ejemplares incluyen un homopolímero de polipropileno, por ejemplo, el componente de polipropileno de la composición puede consistir esencialmente en el homopolímero de polipropileno.

5 Los polímeros basados en propileno adecuados incluyen los homopolímeros de propileno y copolímeros de propileno. El copolímero de propileno puede ser un copolímero aleatorio o en bloque, un terpolímero basado en propileno o un polipropileno ramificado.

10 En al menos una realización, el propileno se copolimeriza con etileno o una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_{20}$ . Los comonómeros adecuados para la copolimerización con propileno incluyen etileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, 1-undeceno, 1-dodeceno, así como 4-metil-1-penteno, 4-metil-1-hexeno, 5-metil-1-hexeno, vinilciclohexeno y estireno.

Los copolímeros de propileno ejemplares incluyen propileno/etileno, propileno/1-buteno, propileno/1-hexeno, propileno/4-metil-1-penteno, propileno/1-octeno, propileno/etileno/1-buteno, propileno/etileno/ENB, propileno/etileno/1-hexeno, propileno/etileno/1-octeno, propileno/estireno y propileno/etileno/estireno.

15 En al menos una realización, el polímero de polipropileno es un copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina. Los "copolímeros de propileno/ $\alpha$ -olefina" descritos en la presente memoria son copolímeros de unidades derivadas de propileno y una o más unidades derivadas de etileno o una  $\alpha$ -olefina  $C_4$ - $C_{20}$  y opcionalmente una o más unidades derivadas de dieno, y son relativamente elásticas y/o forman telas y fibras no tejidas que son elásticas (alargamiento máximo superior al 500%). El contenido total de comonómero del copolímero está dentro del rango del 5%p al 35%p en una realización.

20 En al menos una realización, donde hay presente más de un comonómero, la cantidad de un comonómero particular puede ser inferior al 5%p, pero el contenido de comonómeros combinados es superior al 5%p. Los copolímeros de propileno/ $\alpha$ -olefina se pueden describir mediante cualquier número de parámetros diferentes, y esos parámetros pueden comprender un rango numérico formado por cualquier límite superior deseable con cualquier límite inferior deseable, como se describe en la presente memoria para los copolímeros de propileno/ $\alpha$ -olefina.

25 El copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina puede ser un copolímero aleatorio (las unidades derivadas de los comonómeros se distribuyen aleatoriamente a lo largo de la cadena principal del polímero) o un copolímero en bloque (las unidades derivadas de los comonómeros se dan a lo largo de secuencias largas), o cualquier variación de los mismos (que tiene algunas propiedades de cada uno). La presencia de aleatoriedad o bloques en un copolímero se puede determinar mediante C-RMN como se conoce en la técnica.

30 En al menos una realización, el copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina comprende etileno o unidades derivadas de  $\alpha$ -olefinas  $C_4$ - $C_{20}$  (o "unidades derivadas de los comonómeros") dentro del rango del 5%p al 50%p, tal como 6%p al 40%p, tal como 7%p al 35%p, tal como 8%p al 20%p, tal como 10%p al 15%p del copolímero. El copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina también puede comprender dos unidades diferentes derivadas de los comonómeros. Además, estos copolímeros y terpolímeros pueden comprender unidades derivadas de dienos como se describe a continuación.

35 En al menos una realización, el copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina comprende unidades derivadas de propileno y unidades de comonómeros seleccionadas de etileno, 1-hexeno y 1-octeno. Y en una realización más particular, el comonómero es etileno, y así el copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina es un copolímero de propileno/etileno.

Los homopolímeros de polipropileno o los copolímeros de propileno/ $\alpha$ -olefina de la presente descripción pueden tener un índice de fluidez ("MFR") de 100 o menos g/10 min, tal como 50 o menos g/10 min, tal como 30 o menos g/10 min, medido según la norma ASTM D 1238 a 230 °C/2,16 kg.

40 En al menos una realización, el copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina es un terpolímero que tiene un 10%p o menos de unidades derivadas de dieno (o "dieno"), tal como un 8%p o menos, tal como un 5%p o menos, tal como un 3%p o menos, respecto del peso total del terpolímero, y dentro del intervalo del 0,1%p al 10%p, tal como 0,5%p al 8%p, tal como 1%p al 5%p.

45 Los dienos adecuados incluyen, por ejemplo: 1,4-hexadieno, 1,6-octadieno, 5-metil-1,4-hexadieno, 3,7-dimetil-1,6-octadieno, dicitlopentadieno (DCPD), etiliden-norborneno (ENB), norbornadieno, 5-vinil-2-norborneno (VNB), o las combinaciones de los mismos.

50 En al menos una realización, los polímeros basados en propileno comprenden unidades derivadas de propileno en una cantidad de al menos un 60%p, tal como al menos un 80%p, tal como al menos un 85%p del polímero (respecto del peso total de los monómeros polimerizables). La cantidad de unidades derivadas de etileno en los copolímeros de propileno/etileno pueden ser al menos aproximadamente un 0,1%p, tal como al menos aproximadamente un 1%p, tal como al menos aproximadamente un 5%p, y la cantidad de unidades derivadas de etileno presentes en estos copolímeros normalmente no supera aproximadamente el 35%p, tal como aproximadamente el 30%p, tal como aproximadamente el 20%p del copolímero (respecto del peso total del polímero). La cantidad de unidades derivadas de el/los comonómero(s) insaturado(s) adicional(es), si está(n) presente(s), es típicamente al menos aproximadamente un 0,01%p, tal como al menos aproximadamente un 1%p, tal como al menos aproximadamente un 5%p, y la cantidad de unidades derivadas de el/los comonómero(s) insaturado(s) normalmente no supera aproximadamente el 35%p, tal

como aproximadamente el 30%p, tal como aproximadamente el 20%p del copolímero (respecto del peso total del polímero).

5 El polímero basado en propileno usado en la presente descripción puede tener cualquier distribución de peso molecular (MWD). En al menos una realización, el polímero basado en propileno es un copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina que tiene una MWD de 5 o menos, tal como 4 o menos, tal como 3 o menos. El copolímero de propileno/ $\alpha$ -olefina puede tener una MWD de 1 a 5, tal como de 1,5 a 4,5, tal como de 2 a 4. En otra realización, la MWD es 3,5 o menos, tal como 3 o menos, tal como 2,8 o menos, tal como 2,5 o menos, tal como 2,3 o menos. Todos los valores individuales y subrangos de aproximadamente 1 a 5 se incluyen y describen en la presente memoria.

10 En al menos una realización, un polímero basado en propileno tiene un porcentaje de cristalinidad dentro del rango del 0,5% al 40%, tal como del 1% al 30%, tal como del 5% al 25%, en donde el "porcentaje de cristalinidad" se determina según el procedimiento de DSC descrito en la presente memoria.

En al menos una realización, un polímero basado en propileno tiene un porcentaje de cristalinidad de menos del 40%, menos del 35%, menos del 30%, menos del 25%, menos del 20% o menos del 15%.

15 El polímero de propileno puede tener un índice de fluidez ("MFR"), medido según la norma ASTM D-1238, 2,16 kg a 230 °C, de aproximadamente 500 o menos g/10 min, tal como 200 o menos g/10 min, tal como 100 o menos g/10 min, tal como 75 o menos g/10 min, tal como 50 o menos g/10 min. Un polímero de propileno puede tener un MFR de aproximadamente 1 a aproximadamente 25, tal como de aproximadamente 1 a aproximadamente 20. La cristalinidad del primer polímero debería derivarse de las secuencias de polipropileno isotáctico. La isotacticidad del polímero de propileno se puede ilustrar por la presencia de una preponderancia de residuos de propileno en el polímero en tríadas mm. Como se indica en otra parte de la presente memoria, la tacticidad del polímero de propileno puede ser mayor que la tacticidad de la mezcla o del polímero de etileno, por ejemplo, cuando el polímero de propileno es isotáctico y el polímero de etileno es atáctico.

25 La cristalinidad del polímero de propileno se puede expresar en términos de calor de fusión. El polímero de propileno de la presente descripción puede tener un calor de fusión, determinado mediante DSC, que oscila de 1 J/g, o 1,5 J/g, o 3 J/g, o 4 J/g, o 6 J/g o 7 J/g o 10, a 20 o 30 J/g, o 40 J/g, o 50 J/g, o 60 J/g, o 75 J/g. En una realización, el calor de fusión del polímero de propileno es inferior a 45 J/g. Sin desear limitarse a ninguna teoría, se cree que el polímero de propileno tiene secuencias de propileno cristalizables generalmente isotácticas, y se cree que los calores de fusión anteriores se deben a la fusión de estos segmentos cristalinos.

30 El nivel de cristalinidad del polímero de propileno también puede reflejarse en su punto de fusión. Por ejemplo, un polímero de propileno puede tener un único punto de fusión. Sin embargo, una muestra de copolímero de propileno mostrará frecuentemente picos de fusión secundarios adyacentes al pico principal. El pico más alto se considera el punto de fusión. El polímero de propileno descrito en la presente memoria puede tener un punto de fusión medido mediante DSC dentro del rango que tiene un límite superior de 115 °C, o 110 °C, o 105 °C, o 90 °C, o 80 °C, o 70 °C, y un límite inferior de 0 °C, o 20 °C, o 25 °C, o 30 °C, o 35 °C, o 40 °C, o 45 °C. Por ejemplo, el polímero de propileno puede tener un punto de fusión de 105 °C o menos, tal como 100 °C o menos, tal como 90 °C o menos. En al menos una realización, el polímero de propileno tiene un punto de fusión de 25 °C o mayor, o 40 °C o mayor.

40 Los homopolímeros y copolímeros de propileno descritos en la presente memoria se pueden producir usando cualquier catalizador y/o proceso adecuado conocido para producir homopolímeros y copolímeros de polipropileno. Los homopolímeros y copolímeros de polipropileno pueden tener una composición convencional y prepararse mediante un proceso en fase gaseosa, en suspensión o en disolución y estar disponibles comercialmente en prácticamente todas las grandes corporaciones petroquímicas, como ExxonMobil Chemical Co., Basell, Novatec, Formosa, etc., con diversos nombres comerciales, como Achieve, Metocene, etc.

#### Elastómeros basados en propileno

45 Las composiciones de la presente descripción comprenden un elastómero de propileno ("elastómero basado en propileno"). Para los fines de la presente descripción, el término "elastómero" significa un polímero natural o sintético que tiene propiedades elásticas (p.ej., el caucho) y se define como un material gomoso compuesto por moléculas en forma de cadenas largas, o polímeros, que son capaces de recuperar su forma original después de ser estiradas en gran medida, de ahí el nombre "elastómero", que proviene de "polímero elástico".

50 El elastómero basado en propileno puede ser un copolímero de unidades derivadas de propileno y unidades derivadas de al menos uno de etileno o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>. El elastómero basado en propileno puede tener una cristalinidad limitada debido a las unidades de propileno isotácticas adyacentes y un punto de fusión como se describe en la presente memoria. La cristalinidad y el punto de fusión del elastómero basado en propileno se pueden reducir en comparación con el polipropileno altamente isotáctico mediante la introducción de errores en la inserción de propileno. El elastómero basado en propileno generalmente carece de una heterogeneidad intermolecular sustancial en tacticidad y composición de comonomeros, y también generalmente carece de una heterogeneidad sustancial en la distribución de la composición intramolecular.

55 La cantidad de unidades derivadas de propileno presentes en el elastómero basado en propileno varía desde un límite

superior de aproximadamente un 95%p, aproximadamente un 94%p, aproximadamente un 92%p, aproximadamente un 90%p o aproximadamente un 85%p hasta un límite inferior de aproximadamente un 60%p, aproximadamente un 65%p, aproximadamente un 70%p, aproximadamente un 75%p, aproximadamente un 80%p, aproximadamente un 84%p o aproximadamente un 85%p del elastómero basado en propileno.

5 Las unidades, o comonómeros, derivados de al menos uno de etileno o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> pueden estar presentes en una cantidad de aproximadamente un 5%p a aproximadamente un 35%p, o aproximadamente un 7%p a aproximadamente un 32%p, o aproximadamente un 8%p a aproximadamente un 25%p, o aproximadamente un 8%p a aproximadamente un 20%p, o aproximadamente un 8%p a aproximadamente un 18%p, del elastómero basado en propileno. El contenido de comonómeros se puede ajustar de manera que el elastómero basado en propileno tenga un calor de fusión de menos de aproximadamente 80 J/g, un punto de fusión de aproximadamente 105 °C o menos, y una cristalinidad de aproximadamente un 2% a aproximadamente un 65% de la cristalinidad del polipropileno isotáctico y un índice de fluidez (MFR) de aproximadamente 2 a aproximadamente 20 g/min.

10 En algunas realizaciones, el comonómero es etileno, 1-hexeno o 1-octeno, tal como etileno. En las realizaciones en las que el elastómero basado en propileno comprende unidades derivadas de etileno, el elastómero basado en propileno puede comprender de aproximadamente un 5%p a aproximadamente un 25%p, o de aproximadamente un 8%p a aproximadamente un 20%p, o de aproximadamente un 9%p a aproximadamente un 16%p, de unidades derivadas de etileno. En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno incluye unidades derivadas de propileno y etileno y el elastómero basado en propileno no contiene ningún otro comonómero en una cantidad distinta a la típicamente presente como impurezas en las corrientes de alimentación de etileno y/o propileno utilizadas durante la polimerización, o en una cantidad que afectase materialmente al calor de fusión, al punto de fusión, a la cristalinidad o al índice de fluidez del elastómero basado en propileno, o en una cantidad tal que cualquier otro comonómero se añada intencionalmente al proceso de polimerización.

15 En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno puede comprender más de un comonómero. Algunas realizaciones de un elastómero basado en propileno que tiene más de un comonómero incluyen los polímeros de propileno/etileno/octeno, propileno/etileno/hexeno y propileno/etileno/buteno. En las realizaciones en donde hay presente más de un comonómero derivado de al menos uno de etileno o una  $\alpha$ -olefina C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>, la cantidad de un comonómero puede ser inferior a aproximadamente el 5%p del elastómero basado en propileno, pero la cantidad combinada de los comonómeros del elastómero basado en propileno es aproximadamente el 5%p o mayor.

20 El elastómero basado en propileno puede tener una tacticidad de tríadas de tres unidades de propileno, medida mediante <sup>13</sup>C-RMN, de al menos aproximadamente el 75%, al menos aproximadamente el 80%, al menos aproximadamente el 82%, al menos aproximadamente el 85%, o al menos aproximadamente el 90%. En al menos una realización, el elastómero basado en propileno tiene una tacticidad de tríadas de aproximadamente el 50% a aproximadamente el 99%, o aproximadamente del 60% a aproximadamente el 99%, o aproximadamente del 75% a aproximadamente el 99%, o aproximadamente del 80 a aproximadamente el 99%. En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno puede tener una tacticidad de tríadas de aproximadamente el 60 al 97%.

25 El elastómero basado en propileno tiene un calor de fusión ("Hf"), según se determina mediante DSC, de aproximadamente 80 J/g o menos, o aproximadamente 70 J/g o menos, o aproximadamente 50 J/g o menos, o aproximadamente 40 J/g o menos. El elastómero basado en propileno puede tener un límite inferior de Hf de aproximadamente 0,5 J/g, o aproximadamente 1 J/g, o aproximadamente 5 J/g. Por ejemplo, el valor de Hf puede variar desde aproximadamente 1 J/g, 1,5 J/g, 3 J/g, 4 J/g, 6 J/g o 7 J/g, hasta aproximadamente 30 J/g, 35 J/g, 40 J/g, 50 J/g, 60 J/g, 70 J/g, 75 J/g o 80 J/g.

30 El elastómero basado en propileno puede tener un porcentaje de cristalinidad, tal como se determina según el procedimiento de DSC descrito en la presente memoria, de aproximadamente un 2% a aproximadamente un 65%, o aproximadamente un 0,5% a aproximadamente un 40%, o aproximadamente un 1% a aproximadamente un 30%, o aproximadamente un 5% a aproximadamente un 35%, de la cristalinidad del polipropileno isotáctico. La energía térmica para el orden más alto de propileno (es decir, un 100% de cristalinidad) se estima en 189 J/g. En algunas realizaciones, el copolímero tiene una cristalinidad inferior al 40%, o en el intervalo de aproximadamente el 0,25% a aproximadamente el 25%, o en el intervalo de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 22% de la cristalinidad del polipropileno isotáctico.

35 Las realizaciones del elastómero basado en propileno pueden tener un índice de tacticidad (m/r) (según lo determinado mediante <sup>13</sup>C-RMN) de aproximadamente 4, o aproximadamente 6, a aproximadamente 8, o aproximadamente 10, o aproximadamente 12. En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno tiene un índice de isotacticidad (según lo determinado mediante <sup>13</sup>C-RMN) mayor del 0%, o dentro del rango que tiene un límite superior de aproximadamente un 50%, o aproximadamente un 25%, y un límite inferior de aproximadamente un 3%, o aproximadamente un 10%.

40 En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno puede comprender además unidades derivadas de dieno (como se usa en la presente memoria, "dieno"). El dieno opcional puede ser cualquier estructura hidrocarbonada que tenga al menos dos enlaces insaturados, en donde al menos uno de los enlaces insaturados se incorpora fácilmente a un polímero. Por ejemplo, el dieno opcional puede seleccionarse de olefinas acíclicas de cadena lineal, tales como



1,4-hexadieno y 1,6-octadieno; olefinas acíclicas de cadena ramificada, tales como 5-metil-1,4-hexadieno, 3,7-dimetil-1,6-octadieno y 3,7-dimetil-1,7-octadieno; olefinas alicíclicas de anillo único, tales como 1,4-ciclohexadieno, 1,5-ciclooctadieno y 1,7-ciclododecadieno; olefinas de anillos múltiples alicíclicos condensados y con puentes, tales como tetrahidroindeno, norbornadieno, metil-tetrahidroindeno, dicitlopentadieno, biciclo-(2.2.1)-hepta-2,5-dieno, norbornadieno, alquencil-norbornenos, alquilideno-norbornenos, por ejemplo, etilidieno-norborneno ("ENB"), cicloalquencil norbornenos y cicloalquilideno norbornenos (tales como 5-metilen-2-norborneno, 5-etilideno-2-norborneno, 5-propenil-2-norborneno, 5-isopropilideno-2-norborneno, 5-(4-ciclopentenil)-2-norborneno, 5-ciclohexilideno-2-norborneno, 5-vinil-2-norborneno); y alquenos sustituidos con cicloalquencilo, tales como vinil-ciclohexeno, alil-ciclohexeno, vinil-cicloocteno, 4-vinil-ciclohexeno, alil-ciclododeceno, vinil-ciclododeceno y tetraciclo-(A-11,12)-5,8-dodeceno. La cantidad de unidades derivadas de dieno presentes en el elastómero basado en propileno puede variar desde una cantidad superior de aproximadamente un 15%, aproximadamente un 10%, aproximadamente un 7%, aproximadamente un 5%, aproximadamente un 4,5%, aproximadamente un 3%, aproximadamente un 2,5%, o aproximadamente un 1,5%, hasta una cantidad menor de aproximadamente un 0%, aproximadamente un 0,1%, aproximadamente un 0,2%, aproximadamente un 0,3%, aproximadamente un 0,5%, aproximadamente un 1%, aproximadamente un 3% o aproximadamente un 5%, respecto del peso total del elastómero basado en propileno.

El elastómero basado en propileno puede tener una transición de fusión de un único pico según lo determinado mediante DSC. En algunas realizaciones, el copolímero tiene una transición con pico principal de aproximadamente 90 °C o menos, con una transición amplia del final de la fusión de aproximadamente 110 °C o mayor. El "punto de fusión" ("Tm") máximo se define como la temperatura de mayor absorción de calor dentro del rango de fusión de la muestra. Sin embargo, el copolímero puede mostrar picos de fusión secundarios adyacentes al pico principal y/o en la transición del final de la fusión. Para los fines de esta descripción, dichos picos de fusión secundarios se consideran en conjunto como un único punto de fusión, considerándose el más alto de estos picos la Tm del elastómero basado en propileno. El elastómero basado en propileno puede tener una Tm de aproximadamente 110 °C o menos, aproximadamente 105 °C o menos, aproximadamente 100 °C o menos, aproximadamente 90 °C o menos, aproximadamente 80 °C o menos, o aproximadamente 70 °C o menos. En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno tiene una Tm de aproximadamente 25 °C a aproximadamente 105 °C, o aproximadamente 60 °C a aproximadamente 105 °C, o aproximadamente 70 °C a aproximadamente 105 °C, o aproximadamente 90 °C a aproximadamente 105 °C.

El elastómero basado en propileno puede tener una densidad de aproximadamente 0,850 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,900 g/cm<sup>3</sup>, o alrededor de 0,860 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,880 g/cm<sup>3</sup>, a temperatura ambiente medida según la norma ASTM D1505.

El elastómero basado en propileno puede tener un índice de fluidez ("MFR"), medido según la norma ASTM D1238, 2,16 kg a 230 °C, de al menos aproximadamente 2 g/10 min. En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno puede tener un MFR de aproximadamente 2 g/10 min a aproximadamente 20 g/10 min, o aproximadamente 2 g/10 min a aproximadamente 10 g/10 min, o aproximadamente 2 g/10 min a aproximadamente 5 g/10 min.

El elastómero basado en propileno puede tener un alargamiento de rotura de aproximadamente un 2000% o menos, aproximadamente un 1800% o menos, aproximadamente un 1500% o menos, aproximadamente un 1000% o menos, o aproximadamente un 800% o menos, tal como se mide según la norma ASTM D412.

El elastómero basado en propileno puede tener un peso molecular promedio en peso (Mw) de aproximadamente 5000 g/mol a aproximadamente 5.000.000 g/mol, o de aproximadamente 10.000 g/mol a aproximadamente 1.000.000 g/mol, o de aproximadamente 50.000 g/mol a aproximadamente 400.000 gramos/mol. El elastómero basado en propileno puede tener un peso molecular promedio en número (Mn) de aproximadamente 2500 g/mol a aproximadamente 250.000 g/mol, o de aproximadamente 10.000 g/mol a aproximadamente 250.000 g/mol, o de aproximadamente 25.000 g/mol a aproximadamente 250.000 gramos/mol. El elastómero basado en propileno puede tener un peso molecular promedio z (Mz) de aproximadamente 10.000 g/mol a aproximadamente 7.000.000 g/mol, o de aproximadamente 80.000 g/mol a aproximadamente 700.000 g/mol, o de aproximadamente 100.000 g/mol a aproximadamente 500.000 g/mol.

El elastómero basado en propileno puede tener una distribución de peso molecular ("MWD") de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 20, o de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 15, o de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 5, o de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 3, o de aproximadamente 1,8 a aproximadamente 2,5.

En algunas realizaciones, el elastómero basado en propileno es un elastómero que incluye la cristalinidad de propileno, un punto de fusión mediante DSC igual o inferior a 105 °C y un calor de fusión de aproximadamente 5 J/g a aproximadamente 45 J/g. Las unidades derivadas de propileno están presentes en una cantidad de aproximadamente un 80%p a aproximadamente un 95%p, respecto del peso total del elastómero basado en propileno. Las unidades derivadas de etileno están presentes en una cantidad de aproximadamente un 5%p a aproximadamente un 18%p, por ejemplo, aproximadamente un 8%p a aproximadamente un 18%p, aproximadamente un 8,5%p a aproximadamente un 17,5%p, aproximadamente un 9%p a aproximadamente un 16,5%p, aproximadamente un 10%p a aproximadamente un 16%p, aproximadamente un 10,5%p a un 15,5%p, tal como aproximadamente un 11%p a aproximadamente un 15%p, respecto del peso total del elastómero basado en propileno.

## ES 2 970 673 T3

Las composiciones descritas en la presente memoria pueden incluir uno o más elastómeros basados en propileno diferentes, es decir, elastómeros basados en propileno, cada uno de los cuales tiene una o más propiedades diferentes tales como, por ejemplo, diferente comonomero o contenido de comonomero. Todas estas combinaciones de diversos elastómeros basados en propileno están dentro del alcance de la presente descripción.

5 El elastómero basado en propileno puede comprender copolímeros preparados según los procedimientos descritos en el documento WO 02/36651, la pat. de EE. UU. n.º 6.992.158, y/o el documento WO 00/01745. Los métodos para producir el elastómero basado en propileno se pueden encontrar en las pat. de EE. UU. n.º 7.232.871 y 6.881.800. La presente descripción no está limitada por ningún método de polimerización particular para preparar el elastómero basado en propileno, y los procesos de polimerización no están limitados por ningún tipo particular de recipiente de reacción.

10 Los elastómeros basados en propileno adecuados pueden estar disponibles comercialmente con los nombres comerciales VISTAMAXX™ (ExxonMobil Chemical Company), VERSIFY™ (The Dow Chemical Company), ciertos grados de TAFMER™ XM o NOTIO™ (Mitsui Company), y ciertos grados de SOFTEL™ (Basell Polyolefins).

En al menos una realización, la adición del elastómero basado en propileno puede reducir la elasticidad a la tracción a baja temperatura de la composición en un 25% o más, tal como un 50% o más, tal como un 75% o más, tal como un 85% o más, y hasta un 95%. Los valores de elasticidad a la tracción proporcionados en la presente memoria se determinan según los procedimientos proporcionados en la sección Métodos de prueba, más adelante. Además, en al menos una realización, la composición polimérica que comprende el elastómero basado en propileno y el plastómero basado en etileno puede tener una elasticidad a la tracción de 1000 megapascales (MPa) o menos, 900 MPa o menos, 800 MPa o menos, 700 MPa o menos, 600 MPa o menos, 500 MPa o menos, 300 MPa o menos, o 200 MPa o menos, o 150 MPa o menos según se determina a 23 °C. En tales realizaciones, la composición polimérica puede tener una elasticidad a la tracción mínima de 600 MPa o mayor. La elasticidad a la tracción se mide a 5,1 cm/min (2 in/min) según la norma ASTM D638, Tipo IV, t = muestra de 0,19 cm (0,075 in).

En al menos una realización, se utiliza VISTAMAXX™ como elastómero basado en propileno, como VISTAMAXX™ 3020, VISTAMAXX™ 6102, VISTAMAXX™ 6202 y VISTAMAXX™ 6502. Los elastómeros basados en propileno VISTAMAXX™ son copolímeros de propileno y etileno. Los VISTAMAXX™ son ricos en propileno (>80%) y son materiales semicristalinos con un alto contenido amorfo. Su síntesis se basa en la tecnología EXXPOL™ de ExxonMobil Chemical Company™.

El polímero de alto rendimiento de propileno-etileno VISTAMAXX™ 3020 ("VM3020") está disponible en ExxonMobil Chemical Company. VM3020 tiene un contenido de etileno del 11%p y el resto es propileno. Las propiedades típicas de VM3020 incluyen: una densidad de 0,874 g/cm<sup>3</sup> (norma ASTM D1505); un índice de fluidez de 1,2 g/10 min (norma ASTM D1238; 190 °C, 2,16 kg); un índice de fluidez másico de 3 g/10 min (230 °C, 2,16 kg); una dureza Shore D de 34 (norma ASTM D2240); y una temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) de 67 °C.

El polímero de alto rendimiento de propileno-etileno VISTAMAXX™ 6102 ("VM6102") está disponible en ExxonMobil Chemical Company. VM6102 tiene un contenido de etileno del 16%p y el resto es propileno. Las propiedades típicas de VM6102 incluyen: una densidad de 0,862 g/cm<sup>3</sup> (norma ASTM D1505); un índice de fluidez de 1,4 g/10 min (norma ASTM D1238; 190 °C, 2,16 kg); un índice de fluidez másico de 3 g/10 min (230 °C, 2,16 kg); una dureza Shore A de 66 (norma ASTM D2240); y una temperatura de reblandecimiento Vicat de 52,2 °C (norma ASTM D1525).

El polímero de alto rendimiento de propileno-etileno VISTAMAXX™ 6202 ("VM6202") está disponible en ExxonMobil Chemical Company. VM6202 tiene un contenido de etileno del 15%p y el resto es propileno. Las propiedades típicas de VM6202 incluyen: una densidad de 0,863 g/cm<sup>3</sup> (norma ASTM D1505); un índice de fluidez de 9,1 g/10 min (norma ASTM D1238; 190 °C, 2,16 kg); un índice de fluidez másico de 20 g/10 min (230 °C, 2,16 kg); una dureza Shore A de 66 (norma ASTM D2240); y una temperatura de reblandecimiento Vicat de 47,2 °C. VM6202 es un copolímero HMW SSC-PP esencialmente amorfo que tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) de aproximadamente 144,700 g/mol, un punto de fusión mediante DSC de aproximadamente 101 °C y una entalpía de fusión mediante DSC de aproximadamente 11,4 J/g.

El polímero de alto rendimiento de propileno-etileno VISTAMAXX™ 6502 ("VM6502") está disponible en ExxonMobil Chemical Company, Houston, TX. VM6502 es un copolímero HMW SSC-PP amorfo que contiene aproximadamente un 13%p de comonomero de etileno y que tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) de aproximadamente 119,000 g/mol, un punto de fusión mediante DSC de aproximadamente 64 °C, una entalpía de fusión mediante DSC de aproximadamente 9 J/g, una densidad de aproximadamente 0,865 g/cm<sup>3</sup> a 23 °C según la norma ASTM D1505, y un índice de fluidez de aproximadamente 48 g/10 min según la norma ASTM D1238 en condiciones de prueba de 230 °C/2,16 kg.

### Plastómeros basados en etileno

Las composiciones de la presente descripción incluyen un plastómero de etileno ("plastómero basado en etileno"). Los plastómeros basados en etileno incluyen aquellos que tienen de aproximadamente un 15%p a aproximadamente un 35%p de unidades derivadas de  $\alpha$ -olefinas C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub>, basado en el peso total del plastómero basado en etileno, que puede tener: un contenido de etileno del 50%p al 90%p (tal como 60%p al 85%p, o 65%p al 80%p, o 65%p al 75%p); un contenido de etileno del 80%mol al 96%mol (tal como 82%mol al 92%mol, o 82%mol al 88%mol, o 84%mol al

86%mol); un contenido de 1-buteno del 15%p o más (tal como un 20%p o más, o un 25%p o más); un contenido de 1-hexeno del 20%p o más (tal como un 25%p o más, o un 30%p o más); y/o un contenido de 1-octeno del 25%p o más (tal como un 30%p o más, o un 35%p o más).

5 Los plásticos basados en etileno pueden tener una o más de las siguientes propiedades: una densidad de 0,91 g/cm<sup>3</sup> o menos (como 0,905 g/cm<sup>3</sup> o menos, o 0,902 g/cm<sup>3</sup> o menos, o 0,85 g/cm<sup>3</sup> o más, o 0,86 g/cm<sup>3</sup> o más, o 0,87 g/cm<sup>3</sup> o más, o 0,88 g/cm<sup>3</sup> o más, o 0,885 g/cm<sup>3</sup> o más, o 0,85 g/cm<sup>3</sup> a 0,91 g/cm<sup>3</sup>, o 0,86 g/cm<sup>3</sup> a 0,91 g/cm<sup>3</sup>, o 0,87 g/cm<sup>3</sup> a 0,91 g/cm<sup>3</sup>, o 0,88 g/cm<sup>3</sup> a 0,905 g/cm<sup>3</sup>, o 0,88 g/cm<sup>3</sup> a 0,902 g/cm<sup>3</sup>, o 0,885 g/cm<sup>3</sup> a 0,902 g/cm<sup>3</sup>); un calor de fusión (Hf) de 90 J/g o menos (tal como 70 J/g o menos, o 50 J/g o menos, o 30 J/g o menos, alternativamente de 10 J/g a 70 J/g, o de 10 J/g a 50 J/g, o de 10 J/g a 30 J/g); una cristalinidad del 40% o menos (tal como un 30% o menos, o un 20% o menos, tal como al menos un 5%, o del 5% al 30%, o del 5% al 20%); un punto de fusión (T<sub>m</sub>, pico de la primera fusión) de 100 °C o menos (tal como 95 °C o menos, o 90 °C o menos, o 80 °C o menos, o 70 °C o menos, o 60 °C o menos, o 50 °C o menos); una temperatura de cristalización (T<sub>c</sub>, pico) de 90 °C o menos (tal como 80 °C o menos, o 70 °C o menos, o 60 °C o menos, o 50 °C o menos, o 40 °C o menos); una temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de -20 °C o menos (tal como -30 °C o menos, o -40 °C o menos); un M<sub>w</sub> de 30 kg/mol a 2000 kg/mol (tal como de 50 kg/mol a 1000 kg/mol, o de 90 kg/mol a 500 kg/mol); un M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> de 1 a 40 (tal como 1,4 a 20, o 1,6 a 10, o 1,8 a 3,5, o 1,8 a 2,5); un índice de ramificación (g') de 1,4 a 20 (tal como 1,6 a 10 o 1,8 a 10); un índice de fluidez (MI, 2,16 kg a 190 °C) de 0,1 a 100 g/10 min (tal como 0,3 a 60 g/10 min, o 0,5 a 40 g/10 min, o 0,7 a 20 g/10 min); y/o un índice de amplitud de distribución de la composición ("CDBI") de al menos un 60%p (tal como al menos un 70%p o al menos un 80%p o al menos un 90%p o al menos un 95%p).

20 Los métodos de prueba para medir la cristalinidad derivada del etileno, el calor de fusión, la relación de reactividad, la proporción de unidades de propileno inversas y el índice de ramificación se describen en la solicitud de EE. UU. de n.º de serie 62/268.112, presentada el 16 de diciembre de 2015.

El índice de ramificación es una indicación de la cantidad de ramificación del polímero y se define como  $g' = [Rg]_{ram}^2 / [Rg]_{lin}^2$ . "Rg" significa radio de giro y se mide usando un cromatógrafo de permeación en gel Waters 150 equipado con un detector de dispersión de luz láser multiángulo ("MALLS"), un detector de viscosidad y un detector de índice de refracción diferencial. "[Rg]<sub>ram</sub>" es el radio de giro de la muestra de polímero ramificado y "[Rg]<sub>lin</sub>" es el radio de giro de una muestra de polímero lineal.

El método para fabricar el plástico basado en etileno puede ser en suspensión, disolución, en fase gaseosa, a alta presión u otros procesos adecuados, mediante el uso de sistemas catalíticos apropiados para la polimerización de poliolefinas, tales como catalizadores de Ziegler-Natta, catalizadores de metaloceno, otros sistemas catalíticos apropiados, o combinaciones de los mismos.

Los copolímeros de etileno se pueden producir mediante el uso de un sistema catalítico de metaloceno, es decir, un catalizador de mono o bisciclopentadienilo/metal de transición en combinación con un activador de alumoxano y/o un anión no coordinante en disolución, suspensión, alta presión o fase gaseosa. El catalizador y el activador pueden estar soportados o no soportados y los anillos de ciclopentadienilo pueden estar sustituidos o no sustituidos. La información sobre los métodos y catalizadores/activadores para producir dichos homopolímeros y copolímeros de mPE está disponible en los documentos WO 94/26816; WO 94/03506; EPA 277.003; EPA 277.004; pat. de EE. UU. n.º 5.153.157; pat. de EE. UU. n.º 5.198.401; pat. de EE. UU. n.º 5.240.894; pat. de EE. UU. n.º 5.017.714; CA 1.268.753; pat. de EE. UU. n.º 5.324.800; EPA 129.368; pat. de EE. UU. n.º 5.264.405; EPA 520.732; WO 92/00333; pat. de EE. UU. n.º 5.096.867; 5.507.475; EPA 426 637; EPA 573 403; EPA 520 732; EPA 495 375; EPA 500 944; EPA 570 982; WO91/09882; WO94/03506; y pat. de EE. UU. n.º 5.055.438. De manera más general, los plásticos ejemplares se producen mediante el uso de un catalizador de sitio único, ya sea un catalizador de metaloceno o no, y tienen un M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> de 1,5 a 3 (tal como 1,8 a 2,5) y un CDBI del 70% o más (tal como un 80% o más, o un 90% o más).

45 Los plásticos que son útiles en las composiciones de la presente descripción incluyen aquellos disponibles comercialmente con los nombres comerciales EXACT™ (ExxonMobil Chemical Company), AFINITY™, ENGAGE™, FLEXOMER™ (The Dow Chemical Company), QUEO™ (Borealis AG, Austria), y TAFMER™ (Mitsui Company).

En al menos una realización, se utiliza ENGAGE™ como segundo elastómero de olefina, tal como ENGAGE™ 8100 y ENGAGE™ 8411. ENGAGE™ 8100 está disponible en The Dow Chemical Company. ENGAGE™ 8100 es un copolímero de etileno-octeno que contiene un 35,5%p de octeno. Las propiedades típicas de ENGAGE™ 8100 incluyen: una densidad de 0,870 g/cm<sup>3</sup> (norma ASTM D1505); un índice de fluidez de 1,0 g/10 min (norma ASTM D1238; 190 °C, 2,16 kg); una dureza Shore D de 22 (norma ASTM D2240); una dureza Shore A de 73 (norma ASTM D2240); y una temperatura de reblandecimiento Vicat (VST) de 113 °C (norma ASTM D1525).

55 ENGAGE™ 8411 está disponible en The Dow Chemical Company. ENGAGE™ 8411 es un copolímero de etileno-octeno que contiene un 35,5%p de octeno. Las propiedades típicas de ENGAGE™ 8411 incluyen: una densidad de 0,880 g/cm<sup>3</sup> (norma ASTM D1505); un índice de fluidez de 18,0 g/10 min (norma ASTM D1238; 190 °C, 2,16 kg); una dureza Shore A de 81 (norma ASTM D2240); una dureza Shore D de 27 (norma ASTM D2240); y un pico de fusión mediante DSC de 72 °C (velocidad de 10 °C/min).

Composiciones

- 5 Las composiciones de la presente descripción son composiciones que incluyen un primer polímero (polietileno), un segundo polímero (polipropileno), un elastómero basado en propileno y un plastómero basado en etileno. La cantidad del primer polímero (polietileno) + segundo polímero (polipropileno) en una composición es del 70%p al 90%p, respecto del peso de la composición. La cantidad del elastómero basado en propileno en una composición es del 1%p al 7%p, respecto del peso de la composición, tal como del 2%p al 5%p. La cantidad del plastómero basado en etileno en una composición es del 1%p al 7%p, respecto del peso de la composición, tal como del 2%p al 5%p.
- 10 En al menos una realización, una proporción (en peso) del elastómero basado en propileno respecto del plastómero basado en etileno en una composición es de aproximadamente 90:10, o de aproximadamente 80:20 a 10:90, o 70:30 a 20:80, o 60:40 a 30:70 o 50:50 a 40:60, tal como aproximadamente 50:50.
- 15 En al menos una realización, una proporción (en peso) del polímero de etileno respecto del polímero de propileno en una composición es de aproximadamente 90:10, o de aproximadamente 80:20 a 10:90, o 70:30 a 20:80, o 60: 40 a 30:70 o 50:50 a 40:60, tal como aproximadamente 50:50.
- 20 Las composiciones (también denominadas "mezclas") de la presente descripción se pueden producir mezclando el primer polímero (polietileno), el segundo polímero (polipropileno), el elastómero basado en propileno y el plastómero basado en etileno, conectando reactores entre sí en serie para hacer las mezclas de reactores o mediante el uso de más de un catalizador, por ejemplo, un catalizador de metaloceno dual, en el mismo reactor para producir múltiples especies de polímero. Los polímeros se pueden mezclar entre sí antes de colocarlos en una extrusora o se pueden mezclar en una extrusora.
- 25 Las composiciones se pueden formar mezclando en seco los polímeros individuales y posteriormente mezclándolos en estado fundido en una mezcladora, o mezclando los polímeros juntos directamente en una mezcladora, tal como, por ejemplo, una mezcladora Banbury, una mezcladora Haake, una mezcladora interna Brabender, o una extrusora de uno o dos tornillos, que puede incluir una extrusora de composición y una extrusora de brazo lateral utilizada directamente después de un proceso de polimerización, que puede incluir mezclar polvos o gránulos de las resinas en la tolva de la extrusora de película. Además, se pueden incluir aditivos en la composición, en uno o más componentes de la composición y/o en un producto formado a partir de la composición, tal como una película, según se desee. Dichos aditivos pueden incluir, por ejemplo: cargas; antioxidantes (p.ej., compuestos fenólicos impedidos como IRGANOX™ 1010 o IRGANOX™ 1076 disponibles en Ciba-Geigy); fosfitos (por ejemplo, IRGAFOS™ 168 disponible en Ciba-Geigy); aditivos antiadherentes; agentes de pegajosidad, tales como polibutenos, resinas terpénicas, resinas de hidrocarburos alifáticos y aromáticos, estearatos de metales alcalinos y de glicerol, y colofonias hidrogenadas; estabilizadores UV; estabilizadores térmicos; agentes antibloqueo; agentes de liberación; agentes antiestáticos; pigmentos; colorantes; tintes; ceras; sílice; rellenos; y talco.
- 30 En al menos una realización, la cantidad de aditivo en una composición es inferior al 10%p, tal como menos del 5%p, tal como menos del 1%p, tal como aproximadamente el 0%p.
- 35 Los polímeros y componentes de la presente descripción se pueden combinar mediante cualquier medio adecuado y normalmente se combinan para producir una composición íntimamente mezclada que puede ser una mezcla homogénea de una sola fase. Por ejemplo, se pueden mezclar en una mezcladora estática, mezcladora por lotes, extrusora o una combinación de las mismas, que sea suficiente para lograr una dispersión adecuada de los componentes de la composición.
- 40 La mezcla puede implicar una primera mezcla en seco mediante el uso, por ejemplo, de una mezcladora de tambor, donde los polímeros (y el aditivo opcional) se ponen en contacto primero, sin una mezcla íntima, a la que luego puede seguir una mezcla en estado fundido en una extrusora. Otro método para mezclar los componentes es mezclar en estado fundido el primer polímero como un gránulo y el segundo polímero como un gránulo directamente en una extrusora o mezcladora por lotes. También puede implicar un enfoque de "lote maestro", donde la concentración final del modificador se logra combinando un polímero puro con una cantidad apropiada de polímero modificado que se había preparado previamente con una concentración de aditivo más alta. La mezcla puede tener lugar como parte de un método de procesamiento utilizado para fabricar artículos, tal como en la extrusora de una máquina de moldeo por inyección o en una línea de película soplada o en una línea de fibra.
- 45 En al menos una realización de la presente descripción, el primer polímero (polietileno), el segundo polímero (polipropileno), el elastómero basado en propileno y/o el plastómero basado en etileno se pueden "mezclar en estado fundido" en un aparato tal como una extrusora (de uno o dos tornillos) o mezcladora por lotes. El primer polímero (polietileno), el segundo polímero (polipropileno), el elastómero basado en propileno y/o el plastómero basado en etileno también se pueden "mezclar en seco" entre sí usando un tambor, una mezcladora de doble cono, una mezcladora de cinta u otra mezcladora adecuada. En otra realización más, el primer polímero (polietileno), el segundo polímero (polipropileno), el elastómero basado en propileno y/o el plastómero basado en etileno se mezclan mediante una combinación de enfoques, por ejemplo, un tambor seguido de una extrusora. Un método adecuado de mezclado es incluir la etapa final de mezclado como parte de una etapa de fabricación del artículo, tal como en la extrusora utilizada para fundir y transportar la composición para una etapa de moldeo, como moldeo por inyección o moldeo por
- 50
- 55

soplado. Esto puede incluir la inyección directa de uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros en la extrusora, ya sea antes o después de que uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros diferentes se hayan fundido completamente. La tecnología de extrusión para polímeros se describe con más detalle, por ejemplo, en PLASTICS EXTRUSION TECHNOLOGY p. 26-37 (Friedhelm Hensen, ed. Hanser Publishers 1988).

5 En otro aspecto de la presente descripción, el primer polímero (polietileno), el segundo polímero (polipropileno), el elastómero basado en propileno y/o el plastómero basado en etileno se pueden mezclar en disolución por cualquier medio adecuado usando un disolvente que disuelva los componentes de la composición en gran medida. La mezcla puede ocurrir a cualquier temperatura o presión a las que los componentes permanezcan en disolución. Las condiciones adecuadas incluyen la mezcla a altas temperaturas, tales como 10 °C o más, tal como 20 °C o más por encima del punto de fusión de uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros. Dicha mezcla de disoluciones sería particularmente útil en los procesos en los que uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros se fabrican mediante un proceso de disolución y se añade un modificador directamente al tren de acabado, en lugar de añadirlo por completo al polímero, elastómero y/o plastómero seco en otra etapa de mezcla. Dicha mezcla de disoluciones también sería particularmente útil en los procesos en los que uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros se fabrican en un proceso a granel o a alta presión en donde uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros y el modificador son solubles en el monómero. Al igual que con el proceso de disolución, se pueden añadir uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros directamente al tren de acabado en lugar de añadirlos al o los polímeros, elastómeros y/o plastómeros secos en otra etapa de mezcla.

20 Por consiguiente, en los casos de fabricación de productos mediante el uso de métodos que implican una extrusora, tales como moldeo por inyección o moldeo por soplado, sirve igualmente bien cualquier medio adecuado para combinar uno o más polímeros, elastómeros y/o plastómeros para lograr la composición deseada como gránulos premezclados formulados completos, ya que el proceso de formación puede incluir una re-fusión y mezcla de la materia prima; las combinaciones de ejemplo incluyen mezclas simples de gránulos puros de polímero, elastómero y/o plastómero (y aditivos opcionales), gránulos puros de polímero, elastómero y/o plastómero, y gránulos puros de gránulos premezclados de polímero, elastómero y/o plastómero. Sin embargo, se produce poca mezcla de los componentes fundidos en el proceso de moldeo por compresión, y se preferirían los gránulos premezclados a las mezclas simples de los gránulos constituyentes.

30 En otra realización, una composición de la presente descripción se combina con uno o más polímeros adicionales antes de formar una película, pieza moldeada u otro artículo. Otros polímeros útiles incluyen polietileno, polipropileno isotáctico, polipropileno altamente isotáctico, polipropileno sindiotáctico, copolímero aleatorio de propileno y etileno, y/o buteno y/o hexeno, polibuteno, etileno-acetato de vinilo, LDPE, LLDPE, HDPE, etileno-acetato de vinilo, etileno-acrilato de metilo, copolímeros de ácido acrílico, polimetilmetacrilato o cualquier otro polímero polimerizable mediante un proceso de radicales libres a alta presión, poli(cloruro de vinilo), polibuteno-1, polibuteno isotáctico, resinas de ABS, caucho de etileno/propileno (EPR), EPR vulcanizado, EPDM, copolímero en bloque, copolímeros en bloque estirénicos, poliamidas, policarbonatos, resinas de PET, polietileno reticulado, copolímeros de etileno y alcohol vinílico (EVOH), polímeros de monómeros aromáticos tales como poliestireno, poli-1-ésteres, poliacetil, poli(fluoruro de vinilidina), polietilenglicoles y/o poliisobutileno.

40 Las mezclas descritas anteriormente se pueden producir mezclando los polímeros de la presente descripción con uno o más polímeros (como se describió anteriormente), conectando reactores entre sí en serie para hacer mezclas de reactores o usando más de un catalizador en el mismo reactor para producir múltiples especies de polímeros. Los polímeros se pueden mezclar entre sí antes de colocarlos en la extrusora o se pueden mezclar en una extrusora.

45 A las mezclas heterogéneas de polímeros descritas en la presente memoria se les puede dar forma de los productos de uso final deseables mediante cualquier medio adecuado. Son particularmente útiles para fabricar artículos mediante técnicas de moldeo por soplado, extrusión, moldeo por inyección, termoformado, espumación con gas, elasto-soldadura y moldeo por compresión.

50 Los medios de formación mediante moldeo por soplado, por ejemplo, incluyen el moldeo mediante soplado por inyección, moldeo mediante soplado multicapa, moldeo mediante soplado por extrusión y moldeo mediante soplado con estiramiento, y son especialmente adecuados para objetos sustancialmente cerrados o huecos, tales como, por ejemplo, tanques de gas y otros contenedores de fluidos. El moldeo mediante soplado se describe con más detalle, por ejemplo, en CONCISE ENCYCLOPEDIA OF POLYMER SCIENCE AND ENGINEERING p. 90-92 (Jacqueline I. Kroschwitz, ed., John Wiley & Sons 1990).

55 En al menos una realización del proceso de formación y conformación se puede utilizar la coextrusión de perfiles. Los parámetros del proceso de coextrusión de perfiles son los mismos que los anteriores para el proceso de moldeo mediante soplado, excepto que las temperaturas del molde (zona dual superior e inferior) oscilan entre 150 °C y 235 °C, los bloques de alimentación varían entre 90 °C y 250 °C, y las temperaturas del tanque de refrigeración por agua son de 10 °C a 40 °C.

A continuación se describe una realización de un proceso de moldeo por inyección. El laminado moldeado se coloca en la herramienta de moldeo por inyección. Se cierra el molde y se inyecta el material del sustrato en el molde. El material del sustrato tiene una temperatura de fusión de entre 200 °C y 300 °C, tal como entre 215 °C y 250 °C, y se

inyecta en el molde a una velocidad de inyección de entre 2 y 10 segundos. Después de la inyección, el material se empaqueta o mantiene un tiempo y a una presión predeterminados para que la pieza sea dimensional y estéticamente correcta. Los períodos de tiempo típicos son de 5 a 25 segundos y las presiones de 1380 kPa a 10400 kPa. El molde se enfría entre 10 °C y 70 °C para enfriar el sustrato. La temperatura dependerá del brillo deseado y del aspecto deseado. El tiempo de enfriamiento típico es de 10 a 30 segundos, dependiendo en parte del espesor. Finalmente, se abre el molde y se expulsa el artículo compuesto moldeado. Asimismo, los artículos moldeados se pueden fabricar inyectando el polímero fundido en un molde que da forma y solidifica el polímero fundido con la geometría y el espesor deseables de los artículos moldeados. Se puede fabricar una lámina extruyendo un perfil sustancialmente plano a partir de una matriz en un rodillo enfriador o, alternativamente, mediante una calandria. Generalmente se considerará que la lámina tiene un espesor de 254 μm a 2540 μm (10 mils a 100 mils), aunque la lámina puede ser sustancialmente más gruesa. Se pueden obtener tubos o tuberías mediante extrusión de perfiles para usos en aplicaciones médicas, de agua potable, de drenaje de tierras o similares. El proceso de extrusión de perfiles implica la extrusión del polímero fundido a través de una matriz. A continuación, el tubo o tubería extruida se solidifica mediante agua fría o aire de refrigeración hasta obtener un artículo extruido continuo. Se puede usar una lámina hecha a partir de una composición de la presente descripción para formar un recipiente. Dichos recipientes pueden formarse mediante termoconformado, conformación a presión en fase sólida, estampado y otras técnicas de conformación. También se pueden formar láminas para cubrir suelos o paredes u otras superficies.

En una realización del proceso de termoformado, la temperatura del horno es de entre 160 °C y 195 °C, el tiempo en el horno es de entre 10 y 20 segundos, y la temperatura de la matriz, típicamente una matriz macho, de entre 10 °C y 71 °C.

En una realización del proceso de moldeo por inyección, donde un material de sustrato se moldea por inyección en una herramienta que incluye el laminado conformado, la temperatura de fusión del material de sustrato es de entre 230 °C y 255 °C en una realización, y entre 235 °C y 250 °C en otra realización, el tiempo de llenado es de 2 a 10 segundos en una realización, de 2 a 8 segundos en otra realización, y la temperatura de la herramienta de 25 °C a 65 °C en una realización, y de 27 °C y 60 °C en otra realización. En al menos una realización, el material de sustrato está a una temperatura que es lo suficientemente alta como para fundir cualquier material de capa de unión o capa de soporte para lograr la adhesión entre las capas.

En otra realización más de la presente descripción, las composiciones se fijan a un material de sustrato mediante el uso de una operación de moldeo por soplado. El moldeo por soplado es particularmente útil en aplicaciones tales como la fabricación de artículos cerrados tales como tanques de combustible y otros contenedores de fluidos, equipos de juegos infantiles, muebles de exterior y pequeñas estructuras cerradas. En una realización de este proceso, se extruye una composición de la presente descripción a través de un cabezal multicapa, seguido de la colocación del laminado no enfriado en un paríson en el molde. Luego se cierra el molde, con los patrones masculinos o femeninos en su interior, y se sopla aire dentro del molde para formar la pieza. Los expertos en la técnica entenderán que las etapas descritas anteriormente pueden variarse, dependiendo del resultado deseado. Por ejemplo, una lámina extruida formada a partir de una composición de la presente descripción se puede termoformar directamente o moldear por soplado sin enfriamiento, omitiendo así una etapa de enfriamiento. También se pueden variar otros parámetros para conseguir un artículo compuesto acabado que tenga características deseables.

En al menos una realización, una composición de la presente descripción se forma en un artículo tal como un sello contra la intemperie, una manguera, un cinturón, una junta, una moldura, fundas protectoras, una fibra elástica y artículos similares. También se prevén artículos de uso final espumados. Más específicamente, las mezclas de la presente descripción se pueden conformar como parte de una pieza de un vehículo, tal como un sello contra la intemperie, una pieza de freno que incluye, entre otras, copas, discos de acoplamiento, copas de diafragma, fundas protectoras tales como juntas homocinéticas y juntas de cremalleras y piñones, tubos, juntas de sellado, piezas de aparatos operados hidráulica o neumáticamente, juntas tóricas, pistones, válvulas, asientos de válvulas, guías de válvulas y otras piezas basadas en polímeros elastoméricos o polímeros elastoméricos combinados con otros materiales como materiales de combinación de metal y plástico que conocerán los expertos en la técnica. También se contemplan correas de transmisión que incluyen correas en V, correas dentadas con nervaduras truncadas que contienen V revestidas de tela, V reforzadas con fibras cortas rectificadas o goma moldeada con V floccadas de fibras cortas. La sección transversal de dichas correas y el número de nervaduras pueden variar según el uso final de la correa, el tipo de mercado y la potencia a transmitir. También pueden ser planos fabricados con refuerzos de tejido textil con las caras exteriores fraccionadas. Los vehículos contemplados donde estas piezas encontrarán aplicación incluyen, entre otros, los automóviles de pasajeros, las motocicletas, los camiones, los barcos y otros medios de transporte vehicular.

Resistencia al impacto Charpy con muesca: La prueba de impacto Charpy, también conocida como prueba Charpy con muesca en V, es una prueba normalizada de alta tasa de deformación que determina la cantidad de energía absorbida por un material durante la fractura. El resultado cuantitativo de las pruebas de impacto es la energía necesaria para fracturar un material y puede usarse para medir la tenacidad del material. La resistencia al impacto Charpy con muesca se mide según la norma ISO 179-1/1 eA, mediante el uso de equipos fabricados por Empire Technologies Inc. En al menos una realización, una composición de la presente descripción tiene una resistencia al impacto Charpy con muesca a 23 °C de 8 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 10 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 12 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 14 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 20 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 30 kJ/m<sup>2</sup> o mayor, como 40 kJ/m<sup>2</sup> o mayor (o dentro de un rango de

8 kJ/m<sup>2</sup> o 25 kJ/m<sup>2</sup> o 30 kJ/m<sup>2</sup> a 16 kJ/m<sup>2</sup> o 20 kJ/m<sup>2</sup> o 30 kJ/m<sup>2</sup> o 40 kJ/m<sup>2</sup> o 50 kJ/m<sup>2</sup> o 60 kJ/m<sup>2</sup> o 70 kJ/m<sup>2</sup> o 80 kJ/m<sup>2</sup>).

5 Resistencia al impacto Izod con muesca: La resistencia al impacto Izod con muesca se mide según la norma ASTM D256, mediante el uso de un equipo fabricado por Empire Technologies Inc. En al menos una realización, una composición de la presente descripción tiene una resistencia al impacto Izod con muesca a 23 °C de 1,1 J/cm (2 ft-lb/in) o mayor, como 1,6 J/cm (3 ft-lb/in) o mayor, como 2,1 J/cm (4 ft-lb/in) o mayor, como 2,7 J/cm (5 ft-lb/in) o más, como 3,2 J/cm (6 ft-lb/in) o más (o dentro de un rango de 1,1 J/cm (2 ft-lb/in) o 2,7 J/cm (5 ft-lb/in) a 3,2 J/cm (6 ft-lb/in) o 3,7 J/cm (7 ft-lb/in) o 4,3 J/cm (8 ft-lb/in) o 4,8 J/cm (9 ft-lb/in) o 5,3 J/cm (10 ft-lb/in) o 5,9 J/cm (11 ft-lb/in).

10 Dominios submicrónicos: El tamaño y la concentración de los microdominios del segundo polímero (polipropileno) formado en el dominio en masa (primer polímero (polietileno)) se pueden determinar mediante microscopía de fuerza atómica.

15 Para la microscopía de fuerza atómica, se criomicrotoma una muestra antes del barrido para crear una superficie lisa a -125 °C y se purga bajo N<sub>2</sub> en un desecador antes de obtener las imágenes de AFM. Las imágenes se realizan según EM-120 en el aparato Icon AFM. Los tamaños de escaneo incluyen 85 μm y 45 μm en el área general en dos áreas. Se utilizan puntas TESPA para los barridos y los canales de datos monitorizados son la altura y la fase.

20 Una composición de la presente descripción tiene un contenido de dominios submicrónicos, definido como el porcentaje de dominios que tienen un diámetro de 1 micra o menos, respecto de la cantidad de microdominios totales del segundo polímero de un área determinada de la muestra de la composición, según lo determinado mediante la microscopía de fuerza atómica. En al menos una realización, al menos una porción (por ejemplo, un área de 1 mm<sup>2</sup>) de una composición de la presente descripción tiene un contenido de dominios submicrónicos del 50% o más por mm<sup>2</sup>, como un 60% o más, como un 70% o más, como un 80% o más, como un 90% o más.

#### Películas

25 Las composiciones de la presente descripción se pueden usar en películas monocapa o películas multicapa. Estas películas pueden formarse mediante cualquier técnica de extrusión o coextrusión adecuada. Las películas pueden estar sin orientar, orientadas uniaxialmente o biaxialmente. Las propiedades físicas de la película pueden variar dependiendo de las técnicas de formación de películas utilizadas.

30 Uno o más de los polímeros anteriores, tales como las mezclas anteriores de los mismos, se pueden usar en una variedad de aplicaciones de uso final, tales como películas sopladas, extruidas y/o retráctiles mono o multicapa. Estas películas pueden formarse mediante cualquier número de técnicas de extrusión o coextrusión bien conocidas, tales como una técnica de procesamiento de películas de burbuja soplada, en donde la composición puede extruirse en estado fundido a través de una matriz anular y luego expandirse para formar una fusión uniaxial o biaxial antes de enfriarse para formar una película soplada tubular, que luego se puede cortar y desplegar axialmente para formar una película plana. Posteriormente, las películas pueden estar sin orientar, orientadas uniaxialmente u orientadas biaxialmente en la misma o diferente medida. Una o más de las capas de la película pueden estar orientadas en direcciones transversales y/o longitudinales en la misma o diferente medida. La orientación uniaxial se puede lograr mediante el uso de métodos típicos de estirado en frío o estirado en caliente. La orientación biaxial se puede lograr mediante el uso de un equipo de marco tensor o un proceso de doble burbuja y puede ocurrir antes o después de que se unan las capas individuales. Por ejemplo, una capa de polietileno puede recubrirse por extrusión o laminarse sobre una capa de polipropileno orientada, o el polietileno y el polipropileno pueden coextruirse juntos formando una película y después orientarse. Asimismo, el polipropileno orientado podría laminarse sobre polietileno orientado, o el polietileno orientado podría recubrirse sobre polipropileno y luego, opcionalmente, la combinación podría orientarse aún más. Normalmente, las películas se orientan en la dirección de la máquina (MD) en una proporción de hasta 15, tal como entre 5 y 7, y en la dirección transversal (TD) en una proporción de hasta 15, tal como de 7 a 9. Sin embargo, en al menos una realización la película está orientada en la misma medida tanto en la dirección MD como en la TD.

45 Las películas pueden variar en espesor según la aplicación prevista; sin embargo, normalmente son adecuadas películas con un espesor de 1 μm a 50 μm. Las películas destinadas al embalaje suelen tener un espesor de 10 μm a 50 μm. El espesor de la capa selladora suele ser de 0,2 μm a 50 μm. Puede haber una capa selladora tanto en la superficie interior como en la exterior de la película, o la capa selladora puede estar presente sólo en la superficie interior o exterior.

50 En al menos una realización, una o más capas pueden modificarse mediante tratamiento corona, irradiación con haz de electrones, irradiación gamma, tratamiento con llama o microondas. En al menos una realización, una o ambas capas superficiales se modifican mediante tratamiento corona.

55 Las películas de la presente descripción incluyen cualquier estructura de película y aplicación de película adecuadas. Las películas de uso final específicas incluyen, por ejemplo, las películas sopladas, películas moldeadas, películas estirables, películas estirables/moldeadas, películas adhesivas estirables, películas estirables para envoltura manual, películas estirables para envoltura con máquina, películas retráctiles, películas para envoltura retráctiles, películas para invernaderos, laminados y películas laminadas. Las películas ejemplares se preparan mediante cualquier técnica adecuada, tal como, por ejemplo, las técnicas utilizadas para preparar películas estirables y/o retráctiles sopladas,

extruidas y/o moldeadas (que incluyen las aplicaciones de películas retráctiles sobre películas retráctiles).

En una realización, las películas multicapa pueden formarse mediante cualquier método adecuado. El espesor total de las películas multicapa puede variar según la aplicación deseada. Para la mayoría de las aplicaciones es adecuado un espesor total de la película de aproximadamente 5 µm-100 µm, más típicamente aproximadamente 10 µm-50 µm. Los expertos en la técnica apreciarán que el espesor de las capas individuales para las películas multicapa se puede ajustar basándose en el comportamiento del uso final deseado, la resina o copolímero empleado, la capacidad del equipo y otros factores. Los materiales que forman cada capa se pueden coextruir a través de un bloque de alimentación de coextrusión y un conjunto de matrices para producir una película con dos o más capas adheridas entre sí pero que difieren en su composición. La coextrusión se puede adaptar para el uso tanto en procesos de película moldeada como de película soplada. Las películas multicapa ejemplares tienen al menos dos, al menos tres o al menos cuatro capas. En una realización, las películas multicapa se componen de cinco a diez capas.

Para facilitar la discusión sobre las diferentes estructuras de las películas, en la presente memoria se utiliza la siguiente notación. Cada capa de una película se denomina "A" o "B". Cuando una película incluye más de una capa A o más de una capa B, se añaden uno o más símbolos prima ('', ''', etc.) al símbolo A o B para indicar las capas del mismo tipo que pueden ser iguales o pueden diferir en una o más propiedades, como la composición química, la densidad, el índice de fluidez, el espesor, etc. Finalmente, los símbolos de las capas adyacentes están separados por una barra (/). Mediante el uso de esta notación, una película de tres capas que tiene una capa interna dispuesta entre dos capas externas se denominaría A/B/A'. De manera similar, una película de cinco capas de capas alternas se denominaría A/B/A'/B'/A". A menos que se indique lo contrario, el orden de las capas de izquierda a derecha o de derecha a izquierda no importa, ni el orden de los símbolos prima; por ejemplo, una película A/B es equivalente a una película B/A, y una película A/A'/B/A" es equivalente a una película A/B/A'/A", para los fines descritos en la presente memoria. El espesor relativo de cada capa de película se indica de manera similar, con el espesor de cada capa respecto de un espesor de película total de 100 (adimensional) indicado numéricamente y separado por barras; por ejemplo, el espesor relativo de una película A/B/A' que tiene capas A y A' de 10 µm cada una y una capa B de 30 µm se denomina 20/60/20.

En algunas realizaciones, y utilizando la nomenclatura descrita anteriormente, la presente descripción proporciona películas multicapa con cualquiera de las siguientes estructuras ejemplares: (a) películas de dos capas, tales como A/B y B/B'; (b) películas de tres capas, tales como A/B/A', A/A'/B, B/A/B' y B/B'/B''; (c) películas de cuatro capas, tales como A/A'/A'/B, A/A'/B/B', A/B/A'/B', AB/B'/A', B/A/A'/B', A/B/B'/B'', B/A/B'/B'' y B/B'/B'/B''''; (d) películas de cinco capas, tales como A/A'/A'/A''/B, A/A'/A''/B/A''', A/A'/B/A''/A''', A/A'/A''/B'/B', A/A'/B/A''/B', A/A'/B/B'/A'', A/B/A'/B'/A'', A/B/A'/A''/B, B/A/A'/A''/B', A/A'/B/B'/B'', A/B/A/B/B'', A/B/B'/B'/A', B/A/A'/B'/B'', B/A/B'/A'/B'', B/A/B'/B'/A', A/B/B'/B'/B''', B/A/B/B'/B''', B/B/A/B'/B''', y B/B'/B''/B''''/B''''; y estructuras similares para películas que tengan seis, siete, ocho, nueve, veinticuatro, cuarenta y ocho, sesenta y cuatro, cien o cualquier otro número de capas. Debe apreciarse que las películas pueden tener aún más capas.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, se pueden reemplazar una o más capas A con una capa de sustrato, tal como vidrio, plástico, papel, metal, etc., o se puede recubrir o laminar toda la película sobre un sustrato. Por tanto, aunque la discusión en la presente memoria se ha centrado en las películas multicapa, las películas también pueden usarse como recubrimientos para sustratos tales como papel, metal, vidrio, plástico y cualquier otro material adecuado.

Además, las películas pueden estamparse, producirse o procesarse según otros procesos conocidos para las películas. Las películas se pueden adaptar a aplicaciones específicas ajustando el espesor, los materiales y el orden de las distintas capas, así como los aditivos o modificadores aplicados a cada capa.

En al menos una realización, la resistencia en estado fundido de una película puede ser de aproximadamente 1 a aproximadamente 100 cN, de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 cN, de aproximadamente 1 a aproximadamente 25 cN, de aproximadamente 3 a aproximadamente 15 cN, de aproximadamente 4 a aproximadamente 12 cN, o de aproximadamente 5 a aproximadamente 10 cN, o de aproximadamente 5 a aproximadamente 15 cN, cuando se mide a 190 °C. En algunas realizaciones, la película tiene una resistencia en estado fundido de al menos aproximadamente 5 cN, al menos aproximadamente 10 cN o al menos aproximadamente 15 cN y de 30 a aproximadamente 20 cN, cuando se mide a 190 °C. La resistencia en estado fundido de una película a una temperatura particular se puede determinar con un aparato de resistencia en estado fundido Gottfert Rheotens. Para determinar la resistencia en estado fundido, se sujeta una hebra fundida de la película extruida de la matriz capilar entre dos ruedas contrarrotativas en el aparato. La velocidad de recogida se aumenta con una aceleración constante de 2,4 mm/s<sup>2</sup>. La fuerza de tracción máxima (en unidades de cN) conseguida antes de que la hebra se rompa o comience a mostrar resonancia de tracción se determina como la resistencia en estado fundido. La temperatura del reómetro se fija en 190 °C. La matriz capilar tiene una longitud de 30 mm y un diámetro de 2 mm. La película fundida se extruye desde la boquilla a una velocidad de 10 mm/s. La distancia entre la salida de la matriz y el punto de contacto con las ruedas debe ser de 122 mm.

En al menos una realización, una película de la presente descripción tiene un módulo secante (M) promedio del 1%, a 23 °C según la norma ASTM D790, Procedimiento B, de aproximadamente 68,9 MPa (10 000 psi) a aproximadamente 1723,7 MPa (250 000 libras por pulgada cuadrada (psi)). En al menos una realización, una película tiene un módulo secante (M) promedio del 1%, a 23 °C según la norma ASTM D790, Procedimiento B, de



5 aproximadamente 137,9 MPa (20 000 psi) a aproximadamente 275,8 MPa (40 000 psi), tal como de aproximadamente 137,9 MPa (20 000 psi) a aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi), alternativamente, desde aproximadamente 172,3 MPa (25 000 psi) hasta aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi), tal como desde aproximadamente 206,8 MPa (30 000 psi) hasta aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi). En al menos una realización, una película tiene un módulo secante del 1% TD de aproximadamente 137,9 MPa (20 000 psi) a aproximadamente 275,8 MPa (40 000 psi), tal como de aproximadamente 137,9 MPa (20 000 psi) a aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi), alternativamente, de aproximadamente 206,8 MPa (30 000 psi) a aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi), tal como de aproximadamente 227,5 MPa (33 000 psi) a aproximadamente 241,3 MPa (35 000 psi).

10 Una película de la presente descripción también tiene un valor de resistencia al desgarro de Elmendorf, según la norma ASTM D-1922. En al menos una realización, una película tiene una resistencia al desgarro de Elmendorf (MD) de al menos 100 g/mil, tal como al menos 120 g/mil, tal como al menos 125 g/mil, o tal como al menos 130 g/mil. Por ejemplo, la resistencia al desgarro de Elmendorf (MD) puede ser de aproximadamente 100 g/mil a aproximadamente 200 g/mil, de aproximadamente 100 g/mil a aproximadamente 150 g/mil, de aproximadamente 100 g/mil a aproximadamente 130 g/mil, de aproximadamente 120 a aproximadamente 130 g/mil, o de aproximadamente 125 a aproximadamente 130 g/mil.

15 Una película de la presente descripción también tiene un valor de resistencia al desgarro de Elmendorf, según la norma ASTM D-1922. En al menos una realización, una película tiene una resistencia al desgarro de Elmendorf (TD) de al menos 200 g/mil, tal como al menos 250 g/mil, tal como al menos 300 g/mil, o tal como al menos 350 g/mil. Por ejemplo, la resistencia al desgarro de Elmendorf (TD) puede ser de aproximadamente 200 g/mil a aproximadamente 600 g/mil, de aproximadamente 250 g/mil a aproximadamente 500 g/mil, de aproximadamente 300 g/mil a aproximadamente 400 g/mil, de aproximadamente 300 a aproximadamente 350 g/mil, o de aproximadamente 320 g/mil a aproximadamente 340 g/mil.

20 Una película de la presente descripción también tiene un impacto por caída de dardo (o Dart F50 o resistencia al impacto por caída de dardo (DIS), informado en gramos (g) o gramos por mil (g/mil), según la norma ASTM D-1709, método A. Una película de la presente descripción puede tener una resistencia al impacto por caída de dardo de aproximadamente 50 g/mil a aproximadamente 600 g/mil. En al menos una realización, la película tiene una resistencia al impacto por caída de dardo de al menos aproximadamente 200 g/mil, tal como al menos aproximadamente 250 g/mil, tal como al menos aproximadamente 300 g/mil, tal como al menos aproximadamente 350 g/mil. Por ejemplo, una resistencia al impacto por caída de dardo puede ser de aproximadamente 200 g/mil a aproximadamente 550 g/mil, de aproximadamente 250 g/mil a aproximadamente 400 g/mil, de aproximadamente 300 g/mil a aproximadamente 350 g/mil. Alternativamente, una película tiene una resistencia al impacto por caída de dardo de al menos aproximadamente 100 g/mil, tal como al menos aproximadamente 110 g/mil, tal como al menos aproximadamente 120 g/mil, tal como al menos aproximadamente 130 g/mil. Por ejemplo, la resistencia al impacto por caída de dardo puede ser de aproximadamente 100 g/mil a aproximadamente 300 g/mil, de aproximadamente 110 g/mil a aproximadamente 200 g/mil, de aproximadamente 120 g/mil a aproximadamente 150 g/mil.

25 La contracción de una película, expresada como porcentaje, se puede medir cortando muestras circulares de una película usando un troquel de 100 mm. Las muestras pueden marcarse en sus respectivas direcciones, espolvorearse con talco y colocarse sobre una losa precalentada cubierta de talco. Luego, las muestras se pueden calentar mediante el uso de una pistola de calor (por ejemplo, modelo HG-501A) durante aproximadamente 10 a 45 segundos, o hasta que cese cualquier cambio dimensional. Los valores son el promedio de tres muestras. Un número de contracción negativo indica expansión de una dimensión después del calentamiento en comparación con su dimensión antes del calentamiento.

30 En al menos un aspecto, una película tiene una contracción TD a 150 °C de al menos aproximadamente el 20%, tal como al menos aproximadamente el 25%. Por ejemplo, la película tiene una contracción TD a 130 °C de al menos aproximadamente el 20%, tal como al menos aproximadamente el 30%, tal como al menos aproximadamente el 35%. Por ejemplo, la película tiene una contracción TD a 120 °C de al menos aproximadamente el 20%, tal como al menos aproximadamente el 25%.

35 En al menos un aspecto, una película tiene una contracción MD a 150 °C de al menos aproximadamente el 50%, tal como al menos aproximadamente el 60%. Por ejemplo, la película tiene una contracción MD a 130 °C de al menos aproximadamente el 40%, tal como al menos aproximadamente el 50%, tal como al menos aproximadamente el 60%. Por ejemplo, la película tiene una contracción MD a 120 °C de al menos aproximadamente el 30%, tal como al menos aproximadamente el 40%.

40 En al menos una realización, la película tiene una combinación de las diversas propiedades de resistencia al impacto por caída de dardo y contracción TD establecidas en la presente memoria. Por ejemplo, la película puede tener una resistencia al impacto por caída de dardo de al menos aproximadamente 200 g/mil y una contracción TD a 150 °C de al menos aproximadamente el 50%, o una resistencia al impacto por caída de dardo de al menos aproximadamente 250 g/mil y una contracción TD a 130 °C de al menos aproximadamente el 40%, o una resistencia al impacto por caída de dardo de al menos 100 g/mil, tal como al menos aproximadamente 300 g/mil, y una contracción TD a 120 °C de al menos aproximadamente el 30%.

En al menos una realización, la película tiene una contracción MD/TD total (es decir, la suma de la contracción MD y la contracción TD) a 150 °C mayor de aproximadamente el 100%, tal como mayor de aproximadamente el 110%, tal como mayor de aproximadamente el 120%, tal como mayor de aproximadamente el 130%. Por ejemplo, la película tiene una contracción MD/TD total a 130 °C mayor de aproximadamente el 100%, tal como mayor de aproximadamente el 110%, tal como mayor de aproximadamente el 120%, tal como mayor de aproximadamente el 130%. Por ejemplo, la película tiene una contracción MD/TD total a 120 °C mayor de aproximadamente el 100%, tal como mayor de aproximadamente el 110%.

Se utiliza una relación de endurecimiento por deformación (SHR) para caracterizar el aumento de la viscosidad extensional y se define como la relación de la viscosidad extensional transitoria máxima sobre tres veces el valor de la viscosidad transitoria de velocidad de corte cero en la misma deformación. El endurecimiento por deformación está presente en el material cuando la relación es mayor de 1. En al menos una realización, una película tiene una relación de endurecimiento por deformación de aproximadamente 1 a aproximadamente 8, tal como de aproximadamente 1 a aproximadamente 5, tal como de aproximadamente 2 a aproximadamente 5.

El rendimiento de la composición polimérica que se está conformando en una película se puede caracterizar como una velocidad máxima de la matriz. La "velocidad máxima de la matriz" es una velocidad de extrusión normalizada por el tamaño de la matriz que se utiliza comúnmente en la industria de las películas sopladas. La velocidad máxima de la matriz, tal como se utiliza en la presente memoria, se expresa como: Velocidad máxima de la matriz [lb/in-hr] = Velocidad de extrusión [lb/hr]/circunferencia de la matriz [pulgadas]. La definición métrica de la velocidad máxima de la matriz se expresa como: Velocidad máxima de la matriz [kg/mm-hr] = Tasa de extrusión [kg/hr]/Diámetro de la matriz [mm]. La velocidad máxima de la matriz a la que se forma la película puede ser mayor de aproximadamente 13 lb/in-hr (0,73 kg/mm-hr) o aproximadamente 16 lb/in-hr (0,90 kg/mm-hr) o aproximadamente 24 lb/in-hr (1,34 kg/mm-h) en cualquier realización, o dentro de un rango de aproximadamente 13 lb/in-hr (0,73 kg/mm-hr), o aproximadamente 16 lb/in-hr (0,90 kg/mm-hr), o aproximadamente 24 lb/in-hr (1,34 kg/mm-hr) a aproximadamente 30 lb/in-hr (1,69 kg/mm-hr), o aproximadamente 40 lb/in-hr (2,25 kg/mm-hr); y tal que la velocidad máxima de extrusión está dentro de un rango de aproximadamente 350 lb/hr (159 kg/hr) a aproximadamente 500 lb/hr (227 kg/hr). Obsérvese que para la "velocidad máxima de la matriz" en el sistema imperial, la dimensión de la matriz es la circunferencia de la matriz, mientras que, en el sistema métrico, la dimensión de la matriz es el diámetro de la matriz. Por lo tanto, para el factor de la matriz en lb/in-hr, la expresión completa es lb/circunferencia de la matriz (en pulgadas)/hora; y para el factor de la matriz en kg/mm-hr, la expresión completa es kg/diámetro del troquel (en mm)/hr.

### 30 Películas estirables

Las composiciones de la presente descripción se pueden utilizar para preparar películas estirables. Las películas estirables se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones de agrupación y empaquetado. La expresión "película estirable" indica las películas capaces de estirarse y aplicar una fuerza de agrupación, e incluye las películas estiradas en el momento de la aplicación, así como las películas "preestiradas", es decir, películas que se proporcionan en una forma preestirada para su uso sin un estiramiento adicional. Las películas estirables pueden ser películas monocapa o películas multicapa, y pueden incluir aditivos convencionales, tales como aditivos potenciadores de la adherencia, tales como agentes adherentes, y aditivos antiadherentes o deslizantes, para adaptar las propiedades deslizantes/adherentes de la película.

### Películas retráctiles

40 Las composiciones de la presente descripción se pueden utilizar para preparar películas retráctiles. Las películas retráctiles, también conocidas como películas termorretráctiles, se utilizan ampliamente en aplicaciones de agrupación y empaquetado tanto industriales como minoristas. Dichas películas son capaces de contraerse tras la aplicación de calor para liberar la tensión impartida a la película durante o después de la extrusión. La contracción puede ocurrir en una dirección o en ambas direcciones longitudinal y transversal. Las películas retráctiles convencionales se describen, por ejemplo, en el documento WO 2004/022646.

Las películas retráctiles industriales se pueden utilizar para agrupar artículos en palés. Las películas retráctiles industriales típicas se forman en un proceso de extrusión por soplado de una sola burbuja hasta un espesor de aproximadamente 80 a 200 μm y proporcionan la contracción en dos direcciones, típicamente en una relación entre la dirección de la máquina (MD) y la dirección transversal (TD) de aproximadamente 60:40.

50 Las películas para venta al por menor se pueden utilizar para empaquetar y/o agrupar artículos para el uso del consumidor, como, por ejemplo, en productos de supermercado. Estas películas se forman normalmente en un proceso de extrusión por soplado de una sola burbuja hasta un espesor de aproximadamente 35 a 80 μm, con una relación de contracción MD:TD típica de aproximadamente 80:20.

55 Las películas se pueden utilizar en aplicaciones de "películas retráctiles sobre películas retráctiles". Las "películas retráctiles sobre películas retráctiles", como se utiliza en la presente memoria, se refiere al proceso de aplicar una capa exterior de envoltura retráctil alrededor de uno o más artículos que ya han sido envueltos individualmente con película retráctil (en la presente memoria, la "capa interna" de la envoltura). En estos procesos, se desea que las películas utilizadas para envolver los artículos individuales tengan un punto de fusión (o contracción) más alto que la

5 película utilizada para la capa exterior. Cuando se utiliza tal configuración, es posible lograr el nivel deseado de contracción en la capa exterior, evitando al mismo tiempo que la capa interior se funda, se contraiga más o se distorsione de otro modo durante la contracción de la capa exterior. Se ha observado que algunas películas descritas en la presente memoria tienen un punto de contracción pronunciado cuando se someten al calor de una pistola de calor a una temperatura alta, lo que indica que pueden ser especialmente adecuadas para el uso como capa interna en una variedad de aplicaciones de películas retráctiles sobre películas retráctiles.

Películas de invernadero

10 Las composiciones de la presente descripción se pueden utilizar para preparar películas estirables para invernaderos. Las películas para invernaderos son generalmente películas de retención de calor que, dependiendo de las necesidades climáticas, retienen diferentes cantidades de calor. Las películas de retención de calor menos exigentes se utilizan en regiones más cálidas o para aplicaciones en primavera. En los meses de invierno y en las regiones más frías se utilizan películas de retención de calor más exigentes.

Bolsas

15 Las bolsas incluyen aquellas estructuras de bolsas y aplicaciones de bolsas conocidas por los expertos en la técnica. Las bolsas ejemplares incluyen sacos de envío, bolsas y revestimientos para basura, revestimientos industriales, bolsas para productos agrícolas y bolsas resistentes.

Empaquetado

20 El empaquetado incluye aquellas estructuras de empaquetado y aplicaciones de empaquetado conocidas por los expertos en la técnica. Los empaquetados ejemplares incluyen los empaquetados flexibles, empaquetados de alimentos, por ejemplo, empaquetados de productos frescos cortados, empaquetados de alimentos congelados, agrupación, empaquetado y unificación de una variedad de productos. Las aplicaciones para dichos envases incluyen diversos productos alimenticios, rollos de alfombras, contenedores de líquidos y diversos productos similares normalmente en contenedores y/o palés para su envío, almacenamiento y/o exhibición.

Artículos moldeados por soplado

25 Las composiciones de la presente descripción se pueden usar en procesos y aplicaciones de moldeo por soplado adecuados. Dichos procesos implican un proceso de inflado de una preforma (o parísón) termoplástica hueca y caliente dentro de un molde cerrado. De esta manera, la forma del parísón se adapta a la de la cavidad del molde, permitiendo la producción de una amplia variedad de piezas y recipientes huecos.

30 En un proceso típico de moldeo por soplado, se forma un parísón entre las mitades del molde y el molde se cierra alrededor del parísón, sellando un extremo del parísón y cerrando el parísón alrededor de un mandril en el otro extremo. Luego se sopla aire a través del mandril (o mediante una aguja) para inflar el parísón dentro del molde. A continuación, se enfría el molde y se solidifica la pieza formada en el interior del molde. Finalmente se abre el molde y se expulsa la pieza moldeada. El proceso se puede realizar para proporcionar cualquier diseño adecuado que tenga una forma hueca, que incluye botellas, tanques, juguetes, artículos para el hogar, piezas de automóviles y otros recipientes y/o piezas huecas.

35 Los procesos de moldeo por soplado pueden incluir el moldeo por soplado mediante extrusión y/o inyección, como se describió anteriormente. El moldeo por soplado mediante extrusión normalmente es adecuado para la formación de artículos que tienen un peso comparativamente pesado, tal como mayor de aproximadamente 340 gramos (12 onzas), que incluyen, entre otros, contenedores de alimentos, ropa para lavar o desechos. El moldeo por soplado mediante inyección se utiliza normalmente para lograr un espesor de pared preciso y uniforme, un acabado del cuello de alta calidad y para procesar polímeros que no se pueden extruir. Las aplicaciones típicas de moldeo por soplado mediante inyección incluyen, entre otras, los envases farmacéuticos, los cosméticos y los de una sola porción, que normalmente pesan menos de 340 gramos (12 onzas).

Artículos moldeados por inyección

45 Las composiciones de la presente descripción también se pueden usar en aplicaciones moldeadas por inyección. El moldeo por inyección es un proceso comúnmente conocido en la técnica y es un proceso que normalmente ocurre de forma cíclica. Los tiempos de ciclo generalmente oscilan entre 10 y 100 segundos y están controlados por el tiempo de enfriamiento del polímero o la mezcla de polímeros utilizados.

50 En un ciclo típico de moldeo por inyección, los gránulos o el polvo de polímero se alimentan desde una tolva y se funden en una máquina de moldeo por inyección de tipo tornillo recíproco. El tornillo de la máquina gira hacia adelante, llenando un molde con masa fundida y manteniendo la masa fundida bajo alta presión. A medida que la masa fundida se enfría en el molde y se contrae, la máquina añade más masa fundida al molde para compensar. Una vez lleno el molde, se aísla de la unidad de inyección y la masa fundida se enfría y solidifica. La pieza solidificada se expulsa del molde y luego se cierra el molde para prepararlo para la siguiente inyección de masa fundida desde la unidad de inyección.

Los procesos de moldeo por inyección ofrecen altas tasas de producción, buena repetibilidad, pérdidas mínimas de desechos y poca o ninguna necesidad de acabado de las piezas. El moldeo por inyección es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones, que incluyen contenedores, artículos para el hogar, componentes de automóviles, piezas electrónicas y muchos otros artículos sólidos.

5 Recubrimiento por extrusión

Las composiciones de la presente descripción se pueden usar en procesos y aplicaciones de recubrimiento por extrusión. El recubrimiento por extrusión es un proceso de fabricación de plástico en donde el polímero fundido se extruye y se aplica sobre un soporte o sustrato no plástico, como papel o aluminio, para obtener una estructura compleja de múltiples materiales. Esta estructura compleja normalmente combina las propiedades de tenacidad, sellado y resistencia de la formulación polimérica con los atributos de barrera, rigidez o estéticos del sustrato no polimérico. En este proceso, el sustrato normalmente se alimenta desde un rodillo a un polímero fundido a medida que el polímero se extruye desde una matriz ranurada, que es similar al proceso de película fundida. La estructura resultante se enfría, típicamente con uno o varios rodillos de enfriamiento, y se le da forma de rollos terminados.

Los materiales de recubrimiento por extrusión se pueden utilizar, por ejemplo, en envases alimentarios y no alimentarios, envases farmacéuticos y en la fabricación de productos para la construcción (elementos aislantes) y la industria fotográfica (papel).

Artículos espumados

Las composiciones de la presente descripción se pueden usar en aplicaciones espumadas. En un proceso de espumación por extrusión se inyecta en una masa fundida de polímero mediante una unidad dosificadora un agente de soplado, como por ejemplo dióxido de carbono, nitrógeno o un compuesto que se descompone en dióxido de carbono o nitrógeno. Luego, el agente de soplado se disuelve en el polímero en una extrusora y se mantiene la presión en toda la extrusora. Una rápida caída de presión al salir de la extrusora crea un polímero espumado que tiene una estructura celular homogénea. El producto espumado resultante suele ser ligero, resistente y adecuado para el uso en una amplia variedad de aplicaciones en industrias como la del embalaje, automoción, aeroespacial, transporte, eléctrica y electrónica, y de fabricación.

Aplicaciones de alambres y cables

También se proporcionan artículos y dispositivos eléctricos que incluyen una o más capas formadas por, o que comprenden, las composiciones de la presente descripción. Dichos dispositivos incluyen, por ejemplo, cables electrónicos, ordenadores y equipos relacionados con ordenadores, cables marinos, cables de alimentación, cables de telecomunicaciones o cables de transmisión de datos, y cables combinados de energía/telecomunicaciones.

Los dispositivos eléctricos pueden formarse mediante métodos bien conocidos en la técnica, tales como mediante una o más etapas de recubrimiento por extrusión en un reactor/extrusor equipado con una matriz para cables. Estos aparatos y procesos de extrusión de cables son muy conocidos. En un método de extrusión típico, un núcleo conductor opcionalmente calentado se arrastra a través de una matriz de extrusión calentada, típicamente una matriz de cruceta, en donde se aplica una capa de la composición polimérica fundida. Se pueden aplicar múltiples capas mediante etapas de extrusión consecutivas en donde se añaden capas adicionales o, con el tipo adecuado de matriz, se pueden añadir múltiples capas simultáneamente. El cable se puede colocar en un ambiente de endurecimiento por humedad o dejar que se endurezca en condiciones ambientales.

Productos rotomoldeados

También se proporcionan productos rotomoldeados que incluyen una o más capas formadas por, o que comprenden, las composiciones de la presente descripción. El rotomoldeo o moldeo rotacional implica añadir una cantidad de material a un molde, calentarlo y rotarlo lentamente para que el material ablandado cubra las paredes del molde. El molde continúa girando en todo momento durante la fase de calentamiento, manteniendo así un espesor uniforme en toda la pieza y evitando cualquier deformación durante la fase de enfriamiento. Los ejemplos de productos rotomoldeados incluyen, entre otros, muebles, juguetes, tanques, señales de tráfico, refugios para tornados y contenedores, que incluyen los contenedores aprobados por las Naciones Unidas para el transporte de materiales fisionables nucleares.

Resistencia al agrietamiento por tensión ambiental (ESCR)

La ESCR es útil, por ejemplo, en la industria de moldeo por soplado o extrusión para aplicaciones tales como contenedores de productos químicos domésticos/industriales, envases de alimentos líquidos y tuberías. La ESCR se mide según la norma ASTM D-1693, Condición B mediante el uso de 100% Igepal CO-630.

En al menos una realización de la presente descripción, una composición tiene una ESCR mayor que la ESCR del primer PE cuando está presente VISTAMAXX™. En al menos una realización de la presente descripción, el valor de ESCR medido para una composición que tiene VISTAMAXX™ es 1,5 veces mayor que una composición que tiene sólo el primer polímero y el segundo polímero sin VISTAMAXX™, tal como 2 veces o más, tal como 2,5 veces o más,

tal como 3 veces o más, tal como 3,5 veces o más.

5 En realizaciones adicionales, una composición de la presente descripción tiene una densidad (190 °C/2,16 kg según la norma ASTM D4883) de aproximadamente 0,945 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,960 g/cm<sup>3</sup>, como por ejemplo de aproximadamente 0,948 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,957 g/cm<sup>3</sup>, como por ejemplo de aproximadamente 0,950 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,960 g/cm<sup>3</sup>, como por ejemplo de aproximadamente 0,955 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,960 g/cm<sup>3</sup>.

**Ejemplos**

Métodos de prueba

10 Las propiedades citadas a continuación se determinaron según los siguientes procedimientos de prueba. Cuando en las reivindicaciones adjuntas se haga referencia a alguna de estas propiedades, se deberá medir según el procedimiento de prueba especificado.

El alargamiento de rotura, expresado como un porcentaje (%), se midió según lo especificado por la norma ASTM D-882.

El módulo secante (M) del 1%, expresado en libras por pulgada cuadrada (lb/in<sup>2</sup> o psi), se midió a 0,5 pulgadas/min según lo especificado por la norma ASTM D790, Procedimiento B.

15 El impacto Izod, método para determinar la resistencia al impacto de los materiales, se informa en pie-libras por pulgada y se determinó según la norma ASTM D-4812.

Elasticidad a la tracción (análisis mecánico dinámico)

La elasticidad a la tracción se mide a 5,1 cm/min (2 in/min) según la norma ASTM D638, Tipo IV, t = muestra de 0,19 cm (0,075 in).

20 La medición de la elasticidad a la tracción (e'), también denominada componente real o elástico del módulo de Young, se puede realizar probando una placa moldeada por compresión usando un aparato DMA Q800 fabricado por TA Instruments Inc. Los datos se recopilan con el uso de un procedimiento de prueba de flexión mediante análisis mecánico dinámico ("DMA") usando una configuración de voladizo único, en donde la muestra se monta en una abrazadera estacionaria en un extremo, mientras que el otro extremo se monta en una abrazadera móvil. Luego, la abrazadera móvil dobla la muestra en un movimiento sinusoidal aplicando un pequeño porcentaje de tensión del 0,025% durante la prueba. La frecuencia del movimiento de flexión es de 1 Hz. Mientras se dobla la muestra, pasa por un programa de rampa de temperatura de -30 °C a +90 °C mediante un aumento de velocidad de 3 °C por minuto. Luego, las mediciones resultantes se procesan mediante el programa informático estándar del aparato y se informan los datos de E' (y E'', el análogo viscoso). En un procedimiento de flexión mediante DMA, la máquina aplica una fuerza prescrita y luego mide directamente la amplitud de la deformación de la muestra y el ángulo de fase de la fuerza de respuesta. En su forma más simple (es decir, en función del tiempo en lugar de la frecuencia), la rigidez de un material se puede calcular según:

$$K = \text{fuerza aplicada} / \text{amplitud de la deformación}$$

El factor de geometría (GF) del material se define como:

35 
$$GF = L/A$$

donde L = longitud de la muestra, A = área de la sección transversal de la muestra, y luego el módulo de Young se calcula como:

$$E = K*(GF)$$

40 Sin embargo, también es posible reexpresar el módulo de Young como un módulo dinámico E\*, una función de la frecuencia, o ω-compuesto por sus componentes en fase y fuera de fase (E' y E'' como se introdujo anteriormente) para permitir el cálculo de los parámetros elásticos y viscosos específicos.

La elasticidad a la tracción (E') se puede calcular, por ejemplo, mediante la primera fórmula siguiente, donde δ es el ángulo de fase de la fuerza de respuesta del experimento:

$$E' = (\text{tensión/deformación}) \cos(\delta)$$

45 
$$E'' = (\text{tensión/deformación}) \sin(\delta)$$

$$E^*(\omega) = E'(\omega) + iE''(\omega)$$

Y  $\tan(\delta)$ , en el ensayo de deformación por flexión, se relaciona casualmente con los módulos dinámicos según:

$$\tan(\delta) = E''/E'$$

Como referencia técnica para la discusión anterior, véase, por ejemplo: Young, R. J. y Lovell, P. A, Introduction to Polymers, segunda edición, CRC Press, 1991, capítulo 5.

5 Resistencia al impacto Charpy con muesca:

La resistencia al impacto Charpy con muesca se midió a 23 °C según la norma ISO 179, mediante el uso de equipos fabricados por Empire Technologies Inc.

Resistencia al impacto Izod con muesca:

10 La resistencia al impacto Izod con muesca se midió según la norma ASTM D256, mediante el uso de equipos fabricados por Empire Technologies Inc.

Microscopía de fuerza atómica (AFM)

15 Cada muestra se criomicrotomizó antes del barrido para crear una superficie lisa a -125 °C y se purgó con N<sub>2</sub> en un desecador antes de obtener imágenes de AFM. Las imágenes se realizaron según EM-120 en el aparato Icon AFM. Los tamaños de escaneo incluyen 85 μm y 45 μm en el área general en dos áreas. Se utilizan puntas TESPA para los barridos y los canales de datos barridos son la altura y la fase.

20 Las tendencias de inmiscibilidad del HDPE y PP crean una mezcla con propiedades limitadas, lo que lleva a la necesidad de mejorar las propiedades incorporando un pequeño porcentaje en peso (5-15%) de VISTAMAXX™. Se descubrió que las propiedades de impacto, fluidez y resistencia al agrietamiento por tensión ambiental (ESCR) del material de poliolefina posconsumo aumentaron considerablemente. Debido a que VISTAMAXX™ contiene tanto etileno como propileno, rellena el hueco entre el material de polipropileno y polietileno, aumentando las propiedades de impacto e incluso rodeando los dominios de contaminación. Se utilizó una <sup>13</sup>C-RMN a alta temperatura para determinar un nivel aproximado de contaminación poliolefínica. Además, el efecto de añadir tanto VISTAMAXX™ como ENGAGE™ al material PCR tiende a producir resultados de impacto aún mayores. Las imágenes de microscopía de fuerza atómica muestran que el material PCR rico en HDPE, la mezcla que tiene VISTAMAXX™ y ENGAGE™ tiene un comportamiento sinérgico en donde los dominios de PP son notablemente más pequeños y redondos. Estos dominios actúan más como un modificador del impacto que como una contaminación. Estos pequeños dominios esféricos permiten la absorción de la energía del impacto en lugar de agrietarse debido a la incompatibilidad. Estos materiales se presentan en forma de gránulos y pueden combinarse o mezclarse en seco en un lote de reciclaje posconsumo de HDPE o PP en la instalación del proveedor/composición o en el moldeador justo antes de la fabricación de la pieza final.

30 Todas las muestras siguientes se prepararon mediante el uso de un extenso fresado con rodillos para mezclar el material, moldeado por compresión y luego troquelado para crear las muestras de prueba. Este método se utilizó principalmente para reducir el riesgo de daños a cualquier equipo debido a la contaminación desconocida (se encontraron piedras, PET, películas y alambre de cobre durante el fresado con rodillos).

35 Estudio de HDPE

Este estudio se realizó para probar un posible aumento en el índice de fluidez y la resistencia al impacto (FIG. 1). Este material era un material 3 MFR obtenido de una fuente comercial que parecía tener mucha contaminación. A veces se añade a este material un polvo de poli(tereftalato de etileno) como relleno, lo que disminuye considerablemente sus propiedades. A la derecha se muestra una imagen de la contaminación del material después del laminado con rodillos. Las especificaciones proporcionadas fueron las siguientes: 1) >60% PE; 2) <30% PP; 3) <5%, etc. otros polímeros; 4) <5% de rellenos minerales; 5) <3% "otros".

45 La tendencia sinérgica mediante el uso de la composición se muestra en FIG. 2. El aumento porcentual en los resultados de Izod con muesca se muestra como un porcentaje sobre cada barra (1 ft-lb/in = 0,53 J/cm). En comparación con el control de 100% PE, por ejemplo, o usando del 5% al 10% de VISTAMAXX™, o incluso utilizando una mezcla del 2,5% de VISTAMAXX™ 6102 y 2,5% de ENGAGE™ 8100, el 5% de VISTAMAXX™ 6102 y el 5% de ENGAGE™ 8100, proporciona a la composición un aumento de las propiedades físicas. En general, el 5% de VISTAMAXX™ 6102 y el 5% de ENGAGE™ 8100 proporciona a la composición los mejores resultados y proporciona un valor del módulo de tracción (de Young) de 659 MPa, una resistencia a la tracción (aproximadamente 0,28 MPa), un impacto Izod con muesca a 23 °C (aproximadamente 4,3 J/cm (8 ft-lb/in)), un impacto Izod sin muesca a 23 °C (aproximadamente 8,0 J/cm (15 ft-lb/in)) y un impacto Izod sin muesca a -40 °C (aproximadamente 1,8 J/cm (3,4 ft-lb/in)).

50 Se probó un material adicional de grado HDPE (fusión fraccionada ~0,6) con VISTAMAXX™ 6102 y VISTAMAXX™ 3020, así como materiales comparativos. La FIG. 3 ilustra los resultados de la AFM que muestran que los polímeros VISTAMAXX™ ayudan con la dispersión del PP dentro de la matriz de PE, además de crear dominios más redondos y rodear el PP, lo que ayuda con la resistencia al impacto. Este material en particular contiene ~17,6% de PP y ~81,7%

de PE, lo que se midió mediante  $^{13}\text{C}$ -RMN. La composición tiene una dispersión aún mejor de los dominios de contaminación, que es como un material modificado por impacto.

5 La FIG. 4 ilustra los datos generales de flexión e impacto mediante el uso de (1) una composición que tiene un 90% de HDPE, 5% de VISTAMAXX™ 6102 y 5% de ENGAGE™ 8100, (2) una composición que tiene un 90% de HDPE, 5% de VISTAMAXX™ 6102 y 5% de ENGAGE™ 8100. Como se muestra en la FIG. 4, la composición que tiene un 5% de VISTAMAXX™ 6102 y un 5% de ENGAGE™ 8100 proporciona el valor más alto de impacto Charpy con muesca a 23 °C de 37,909 kJ/m<sup>2</sup>, así como el mayor valor de alargamiento de rotura.

10 En general, se observó que las propiedades de la composición pueden mejorarse tanto para los materiales PCR ricos en polipropileno como en polietileno. En un material rico en HDPE, por ejemplo, VISTAMAXX™ tiene tendencia a rodear los dominios de PP para ayudar a aumentar las propiedades físicas. Además, se demostró que la mezcla única de VISTAMAXX™ y ENGAGE™ (50/50) modificaba aún más los materiales PCR ricos en HDPE, lo que daba como resultado una resistencia al impacto muy alta. En la mezcla de materiales PCR ricos en HDPE que tiene VISTAMAXX™ y ENGAGE™ hay un comportamiento sinérgico en donde los dominios de PP son notablemente más pequeños y redondos. Estos dominios actúan más como un modificador del impacto que como una contaminación.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición de poliolefinas que comprende:
  - un polímero de etileno;
  - un polímero de propileno,
- 5 en donde el polímero de etileno y el polímero de propileno representan del 70%p al 90%p de la composición;
  - un elastómero basado en propileno que comprende del 60%p al 95%p de unidades derivadas de propileno, en donde el elastómero basado en propileno está presente dentro de un rango del 1%p al 7%p respecto del peso de la composición; y
  - 10 un plastómero basado en etileno, en donde el plastómero basado en etileno está presente dentro de un rango del 1%p al 7%p respecto del peso de la composición.
2. La composición de poliolefinas de la reivindicación 1, en donde la relación (en peso) del elastómero basado en propileno respecto del plastómero basado en etileno es de 60:40 a 30:70.
3. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde la relación (en peso) del polímero de etileno respecto del polímero de propileno en una composición es de 90:10 a 10:90.
- 15 4. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la composición tiene una resistencia al impacto Charpy con muesca a 23 °C de 8 kJ/m<sup>2</sup> o mayor.
5. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la composición tiene una resistencia al impacto Izod con muesca a 23 °C de 3,2 J/cm (6 ft-lb/in) o mayor.
- 20 6. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde una porción de la composición tiene un contenido de dominios submicrónicos del 50% o más por mm<sup>2</sup>.
7. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde una porción de la composición tiene un contenido de dominios submicrónicos del 90% o más por mm<sup>2</sup>.
8. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el polímero de etileno tiene un contenido de comonomero de  $\alpha$ -olefina superior al 5%p y una densidad en el intervalo de 0,916 g/cm<sup>3</sup> a 0,950 g/cm<sup>3</sup>.
- 25 9. La composición de poliolefinas de la reivindicación 8, en donde el comonomero de  $\alpha$ -olefina es una olefina C<sub>6</sub> a C<sub>12</sub>.
10. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el polímero de propileno tiene una  $\alpha$ -olefina seleccionada de etileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno, 1-noneno, 1-deceno, 1-undeceno, 1-dodeceno, 4-metil-1-penteno, 4-metil-1-hexeno, 5-metil-1-hexeno, vinilciclohexeno y estireno.
- 30 11. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el polímero de propileno tiene una o más de las siguientes propiedades:
  - el contenido de comonomero del copolímero está dentro del intervalo del 5%p al 35%p;
  - un índice de fluidez de 50 o menos g/10 min, y
  - un calor de fusión de 1 J/g a 75 J/g.
- 35 12. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el elastómero basado en propileno tiene una T<sub>m</sub> de 110 °C o menos.
13. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el elastómero basado en propileno tiene una o más de las siguientes propiedades:
  - un contenido de propileno de aproximadamente un 70%p o mayor,
  - 40 - un contenido de comonomero C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> del 8%p a aproximadamente el 25%p,
  - una tacticidad de tríadas de al menos el 75%,
  - un calor de fusión de aproximadamente 80 J/g o menos,
  - una densidad de aproximadamente 0,850 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 0,900 g/cm<sup>3</sup>,
  - un índice de fluidez de 2 g/10 min a aproximadamente 50 g/10 min,



## ES 2 970 673 T3

- un alargamiento de rotura de aproximadamente el 800% o menos,
  - un peso molecular promedio en peso de 50.000 g/mol a 400.000 g/mol,
  - una distribución de peso molecular de 1,5 a aproximadamente 5, y
  - una elasticidad a la tracción por temperatura de 1000 megapascales (MPa) o menos, determinada a 23 °C.
- 5 14. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el plastómero basado en etileno tiene una o más de las siguientes propiedades:
- un contenido de comonomero C<sub>4</sub>-C<sub>10</sub> de aproximadamente el 15%p a aproximadamente el 35%p, respecto del peso total del plastómero basado en etileno,
  - una densidad de 0,91 g/cm<sup>3</sup> o menos,
- 10
- un calor de fusión de 90 J/g o menos,
  - una cristalinidad del 40% o menos,
  - un punto de fusión (T<sub>m</sub>, pico de la primera fusión) de 100 °C o menos,
  - una temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de -20 °C o menos, y
  - un índice de fluidez (MI, 2,16 kg a 190 °C) de 0,5 a 40 g/10 min.
- 15 15. La composición de poliolefinas de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el polímero de etileno y el polímero de propileno son un material reciclado posconsumo.

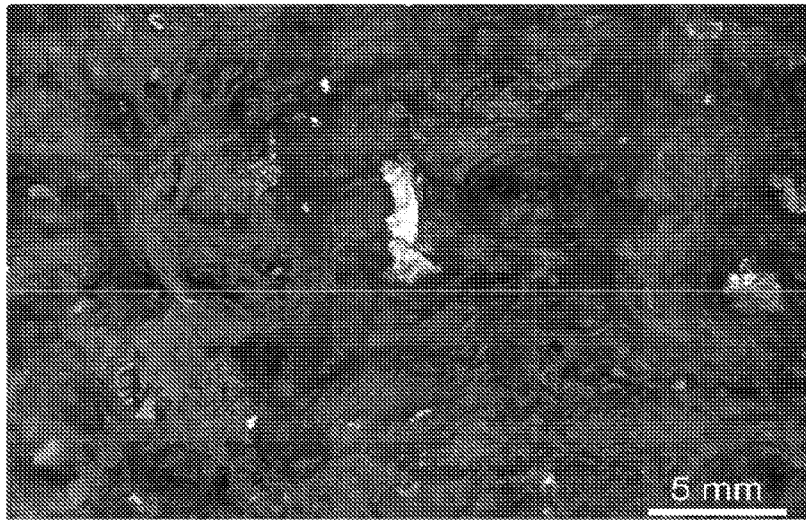
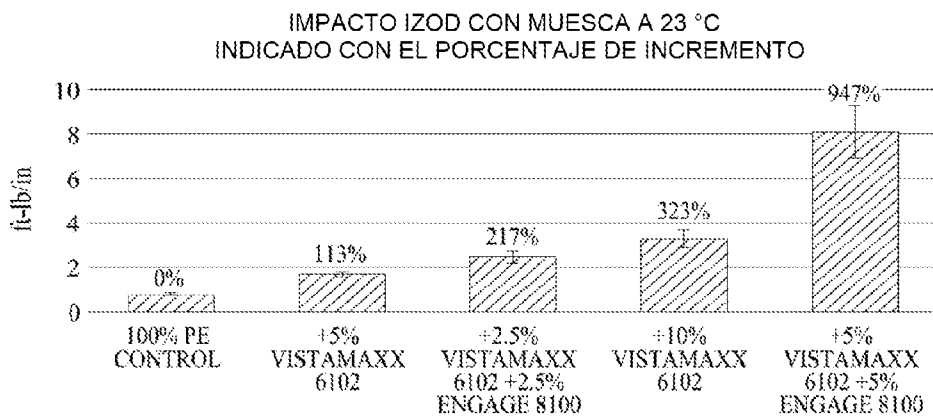


FIG. 1



COMPUESTO

FIG. 2

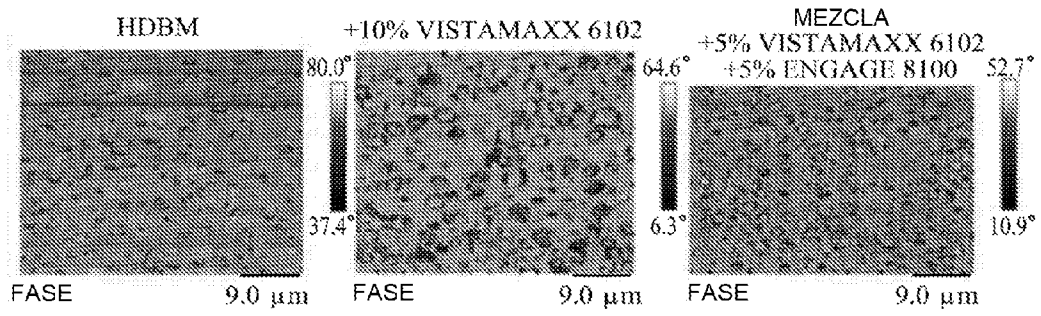


FIG. 3

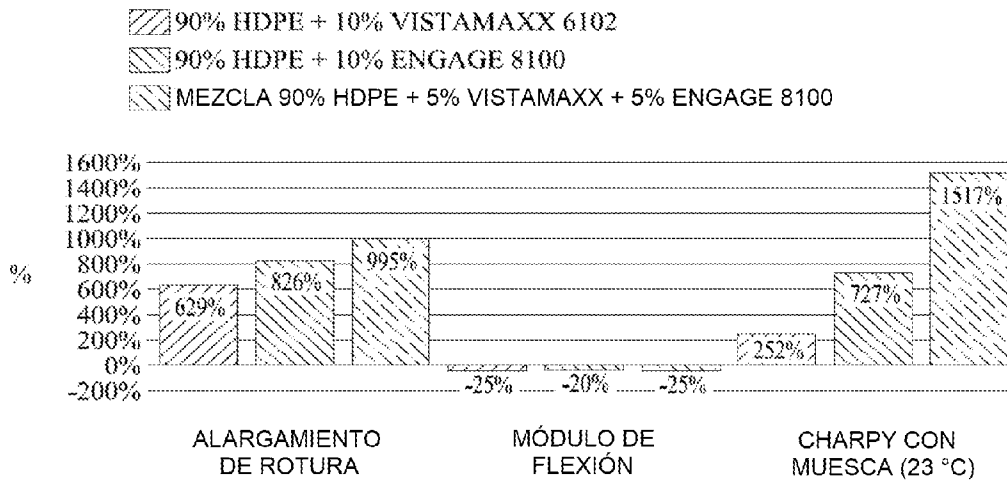


FIG. 4