

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 160**

51 Int. Cl.:

D01D 1/04	(2006.01)	C08L 23/10	(2006.01)
D01F 8/14	(2006.01)	B32B 33/00	(2006.01)
C08L 23/00	(2006.01)	D01F 1/10	(2006.01)
B32B 27/08	(2006.01)	B29K 105/16	(2006.01)
B32B 27/28	(2006.01)	B29K 105/00	(2006.01)
B32B 27/32	(2006.01)		
B32B 27/36	(2006.01)		
D01F 1/00	(2006.01)		
D01F 8/06	(2006.01)		
C08L 23/04	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2009 E 09774121 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 2297385**

54 Título: **Composiciones polímeras que comprenden ácido poliláctico y procedimientos de obtención y uso de las mismas**

30 Prioridad:

30.06.2008 US 165059

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

05.06.2013

73 Titular/es:

**FINA TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
P.O. Box 674412
Houston, TX 77267-4412, US**

72 Inventor/es:

**LI, FENGKUI;
COFFY, TIM y
DAUMERIE, MICHEL**

74 Agente/Representante:

ES 2 406 160 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).

DESCRIPCION

Composiciones polímeras que comprenden ácido poliláctico y procedimientos de obtención y uso de las mismas

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a composiciones polímeras. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a composiciones polímeras que comprenden un polímero biodegradable.

Antecedentes

10 Los materiales polímeros sintéticos, tales como resinas de polipropileno y polietileno, son ampliamente usados en la fabricación de una diversidad de artículos de uso final que varían desde dispositivos médicos hasta envases para alimentos. Muchas industrias, tales como la industria de envasado, usan materiales de polipropileno en diversos procedimientos de fabricación para crear una diversidad de artículos acabados que incluyen fibras y películas multi-capa de biocomponentes.

15 Aunque los artículos construidos a partir de materiales polímeros sintéticos tienen utilidad general, un inconveniente para su uso es que estos materiales tienden a permanecer semipermanentemente en un entorno natural. En respuesta a los asuntos medioambientales, se ha incrementado el interés en la producción y utilidad de materiales polímeros más fácilmente biodegradables. Estos materiales, también conocidos como "materiales verdes", pueden desarrollar una degradación acelerada en un entorno natural. La utilidad de estos materiales polímeros biodegradables está frecuente limitada por sus pobres propiedades mecánicas y/o físicas. En consecuencia, existe una necesidad de composiciones polímeras biodegradables que tengan propiedades físicas y/o mecánicas deseables.

Sumario

20 En la presente invención se divulga un artículo multi-componente que comprende un primer componente que comprende un polímero biodegradable, y un segundo componente que consiste en una poliolefina y un modificador reactivo, en el que el modificador reactivo es una poliolefina epoxi-funcionalizada.

25 Igualmente, en la presente invención se divulga un procedimiento de preparación de una película multi-componente que comprende la co-extrusión de una primera y segunda capas de película, en el que la primera capa comprende un ácido poliláctico y la segunda capa consiste en una poliolefina y una poliolefina epoxi-funcionalizada.

Además, en la presente invención se divulga un procedimiento de preparación de una fibra multi-componente que comprende la co-extrusión de un componente núcleo y un componente de recubrimiento, en el que el componente núcleo consiste en una poliolefina y una poliolefina epoxi-funcionalizada y el componente de recubrimiento comprende un ácido poliláctico.

Breve descripción de los dibujos

Para un más completo conocimiento de la presente divulgación y de las ventajas de la misma, se hace referencia a continuación a la siguiente breve descripción, considerada en relación con los dibujos y la descripción detallada que les acompañan, en la que iguales números de referencia representan partes iguales.

La Figura 1 es una ilustración de realizaciones de fibras de biocomponentes.

35 La Figura 2 es una ilustración de realizaciones de películas multi-capa.

Las Figuras 3 y 4 son espectros de Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) para las muestras del Ejemplo 1.

Descripción detallada

40 En principio, debería darse por entendido que aunque más adelante se proporciona una realización ilustrativa de una o más realizaciones, los sistemas y/o procedimientos divulgados pueden realizarse usando cualquiera de un cierto número de técnicas, ya sean actualmente conocidas o en existencia. La divulgación no debería estar limitada de ninguna manera a las realizaciones ilustrativas, dibujos, y técnicas ilustradas más adelante, incluyendo los diseños a modo de ejemplo y realizaciones ilustradas y descritas en la presente invención, sino que pueden ser modificadas dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas conjuntamente con su ámbito completo de equivalentes.

45 En la presente invención se divulgan artículos multi-componente en los que al menos un componente comprende un polímero biodegradable y al menos un componente comprende una poliolefina y un modificador reactivo. Biodegradable en la presente invención se refiere a materiales que son capaces de descomponerse especialmente en productos inoocuos mediante la acción de seres vivos. En una realización, el artículo multi-componente puede comprender componentes adicionales en los que el componente comprende una poliolefina y un modificador reactivo dis-
50 puestos de manera tal que adhieran los diversos componentes entre sí. En una realización, el polímero biodegradable comprende ácido poliláctico (PLA) y el artículo multi-componente comprende al menos un componente que com-

prende PLA y al menos un componente que comprende una poliolefina y un modificador reactivo. Los diversos componentes del artículo multi-componente se describirán con más detalle posteriormente en la presente invención. Los artículos multi-componente del tipo descrito en la presente invención pueden mostrar propiedades físicas y/o mecánicas deseables cuando se comparan con artículos que tienen componentes que comprenden una poliolefina o ácido poliláctico únicamente, o que tienen al menos un componente que comprende una poliolefina, y al menos un componente que comprende un polímero biodegradable y que carece de un componente que comprende un modificador reactivo.

Un artículo multi-componente puede comprender al menos un componente que comprende una poliolefina. En una realización, la poliolefina es polipropileno. En una realización alternativa, la poliolefina es polietileno.

En una realización, la poliolefina es polipropileno. El polipropileno puede ser un homopolímero a condición sin embargo de que el homopolímero pueda contener hasta 5% de otra alfa-olefina, incluyendo pero sin limitarse a ellas alfa-olefinas de C₂-C₆ tal como etileno y 1-buteno. A pesar de la presencia potencial de pequeñas cantidades de otras alfa-olefinas, generalmente se hace referencia al polipropileno como un homopolímero de polipropileno.

En una realización, el homopolímero de polipropileno está presente en un componente del artículo multi-componente en una cantidad de desde 1 por ciento en peso (% en peso) hasta 99% en peso del total del artículo multi-componente, como alternativa desde 5% en peso hasta 70% en peso, como alternativa desde 10% en peso hasta 50% en peso.

Los homopolímeros de polipropileno adecuados para uso en esta divulgación pueden incluir cualquier tipo de polipropileno conocido en la técnica con la ayuda de esta divulgación. Por ejemplo, el homopolímero de polipropileno puede ser polipropileno atáctico, polipropileno isotáctico, polipropileno semi-isotáctico, sindiotáctico, o combinaciones de los mismos. Un polímero es "atáctico" cuando sus grupos colgantes están dispuestos de una forma aleatoria sobre ambos lados de la cadena del polímero. Por el contrario, un polímero es "isotáctico" cuando todos sus grupos colgantes están dispuestos sobre el mismo lado de la cadena y "sindiotáctico" cuando sus grupos colgantes alternan sobre lados opuestos de la cadena. En un polímero semi-isotáctico, cada otra unidad repetida tiene un substituyente aleatorio.

En una realización, un polipropileno adecuado para uso en la presente divulgación puede tener una densidad de desde 0,895 g/cm³ hasta 0,920 g/cm³, como alternativa desde 0,900 g/cm³ hasta 0,915 g/cm³, y como alternativa desde 0,905 g/cm³ hasta 0,915 g/cm³, determinada de acuerdo con ASTM D1505; una temperatura de fusión de desde 150°C hasta 170°C, como alternativa desde 155°C hasta 168°C, y como alternativa desde 160°C hasta 165°C determinada mediante calorimetría de escaneado diferencial; una velocidad de flujo fundido de desde 0,5 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, como alternativa desde 1,0 g/10 minutos hasta 15 g/10 minutos, y como alternativa desde 1,5 g/10 minutos hasta 5,0 g/10 minutos, determinada de acuerdo con ASTM D1238 condición "L"; un módulo de tracción de desde 1380 MPa hasta 2415 MPa; como alternativa desde 1518 MPa hasta 2208 MPa, y como alternativa desde 1518 MPa hasta 2208 MPa determinado de acuerdo con ASTM D638; un resistencia a la tracción en el punto elástico de desde 270 MPa hasta 414 MPa, como alternativa desde 241 MPa hasta 379 MPa, y como alternativa desde 276 MPa hasta 379 MPa determinado de acuerdo con ASTM D638; una deformación a la tracción en el punto elástico de desde 5% hasta 30%, como alternativa desde 5% hasta 20%, y como alternativa desde 5% hasta 15% determinada de acuerdo con ASTM D638; un módulo de flexión de desde 818 hasta 2387 MPa, como alternativa desde 1311 hasta 2139 MPa, y como alternativa desde 1518 hasta 2070 MPa determinado de acuerdo con ASTM D790; un impacto Gardner de desde 0,339 hasta 5,65 julios, como alternativa desde 0,565 hasta 3,390 julios, y como alternativa desde 0,917 hasta 2,825 julios determinado de acuerdo con ASTM D2463; una resistencia al impacto Izod con muesca de desde 10 J/m hasta 100 J/m, como alternativa de desde 25 J/m hasta 750 J/m, y como alternativa de desde 25 J/m hasta 500 J/m determinada de acuerdo con ASTM D256A; una dureza Shore D de desde 30 hasta 90, como alternativa desde 50 hasta 85, y como alternativa desde 60 hasta 80 determinada de acuerdo con ASTM D2240; y una temperatura de distorsión térmica de desde 50°C hasta 125°C, como alternativa desde 80°C hasta 115°C, y como alternativa desde 90°C hasta 110°C determinada de acuerdo con ASTM D648.

Los ejemplos de homopolímeros de polipropileno adecuados para uso en la presente divulgación incluyen sin limitación 3371, 3271, 3270, y 3276, los cuales son homopolímeros de polipropileno comercialmente disponibles de Total Petrochemicals USA, Inc. En una realización, el homopolímero de polipropileno (por ejemplo, 3371) tiene generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 1.

Tabla 1

Propiedades	Valor típico de 3371	Procedimiento de ensayo
Físicas		
Densidad, g/cm ³	0,905	ASTM D1505
Velocidad de flujo fundido (MFR), g/10 minutos	2,8	ASTM D1238, condición "L"

ES 2 406 160 T3

(Continuación)

Propiedades	Valor típico de 3371	Procedimiento de ensayo
Mecánicas		
Módulo de tracción, MPa	1542	ASTM D638
Resistencia a la tracción en el punto elástico, MPa	351	ASTM D 638
Deformación a la tracción en el punto elástico, %	7,5	ASTM D638
Módulo de flexión, MPa	1393	ASTM D790
Impacto		
Impacto Gardner, julios	16,86	ASTM D2463
Resistencia al impacto Izod con muesca, J/m	34	ASTM D256A
Dureza		
Dureza Shore D	75	ASTM D2240
Térmica		
Temperatura de distorsión térmica, °C	97,2	ASTM D648
Temperatura de fusión, °C	162,8	DSC

5 En otra realización, el polipropileno puede ser un homopolímero de polipropileno de alta cristalinidad (HCPP). El HCPP puede contener principalmente polipropileno isotáctico. La isotacticidad en polímeros puede medirse mediante espectroscopia de RMN-¹³C usando meso péntadas y puede expresarse como porcentaje de meso péntadas (% mmmm). Tal como se usa en la presente invención, el término "meso péntadas" se refiere a grupos metilos sucesivos localizados sobre el mismo lado de la cadena del polímero. En una realización, el HCPP tiene un porcentaje de meso péntadas mayor del 97%, o mayor del 98%, o mayor del 99%. El HCPP puede comprender alguna cantidad de polímero atáctico o amorfo. La porción atáctica del polímero es soluble en xileno, y en consecuencia se denomina la fracción soluble en xileno (XS%). En la determinación de la XS%, el polímero se disuelve en xileno hirviendo y, a continuación, se solución se enfría a 0°C dando como resultado la precipitación de la porción isotáctica o cristalina del polímero. La XS% es la porción de la cantidad original que permanece soluble en el xileno frío. En consecuencia, la XS% en el polímero es indicativo de la amplitud de polímero cristalino formado. La cantidad total de polímero (100%) es la suma de la fracción soluble en xileno y la fracción insoluble en xileno, determinada de acuerdo con ASTM D5492-98. En una realización, el HCPP tiene una fracción soluble en xileno menor del 1,5%, o menor del 1%, o menor del 0,5%.

20 En una realización, un HCPP adecuado para uso en la presente divulgación tiene una densidad de desde 0,895 g/cm³ hasta 0,920 g/cm³, como alternativa desde 0,900 g/cm³ hasta 0,915 g/cm³, y como alternativa desde 0,905 g/cm³ hasta 0,915 g/cm³, determinada de acuerdo con ASTM D1505; una velocidad de flujo fundido de desde 0,5 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, como alternativa desde 1,0 g/10 minutos hasta 15 g/10 minutos, y como alternativa desde 1,5 g/10 minutos hasta 5,0 g/10 minutos, determinada de acuerdo con ASTM D1238; un módulo secante en la dirección de la máquina (MD) de desde 2415 MPa hasta 2760 MPa, como alternativa desde 2622 MPa hasta 2898 MPa, y como alternativa desde 2760 MPa hasta 2898 MPa determinado de acuerdo con ASTM D882; un módulo secante en dirección transversal de la máquina (TD) de desde 2760 MPa hasta 4830 MPa, como alternativa desde 3450 MPa hasta 4830 MPa, y como alternativa desde 4140 MPa hasta 4830 MPa determinado de acuerdo con ASTM D882; una resistencia a la tracción en el punto de rotura en la MD de desde 131,1 MPa hasta 193,2 MPa, como alternativa desde 151,8 MPa hasta 193,2 MPa, y como alternativa desde 172,5 MPa hasta 193,2 MPa determinada de acuerdo con ASTM D882; una resistencia a la tracción en el punto de rotura en la TD de desde 138 MPa hasta 276 MPa, como alternativa desde 207 MPa hasta 276 MPa, y como alternativa desde 241,5 MPa hasta 276 MPa determinada de acuerdo con ASTM D882; un alargamiento a la rotura en la MD de desde 50% hasta 200%, como alternativa desde 100% hasta 180%, y como alternativa desde 120% hasta 150% determinado de acuerdo con ASTM D882; un alargamiento a la rotura en la TD de desde 50% hasta 150%, como alternativa desde 60% hasta 100%, y como alternativa desde 80% hasta 100% determinado de acuerdo con ASTM D882; una temperatura de fusión de desde 150°C hasta 170°C, como alternativa desde 155°C hasta 170°C, y como alternativa desde 160°C hasta 170°C determinada mediante calorimetría de escaneado diferencial; un brillo a 45°C de desde 70 hasta 95, como alternativa de desde 75 hasta 90, y como alternativa de desde 80 hasta 90 determinado de acuerdo con

5 ASTM D2475; un porcentaje de opalescencia de desde 0,5% hasta 2,0%, como alternativa de desde 0,5% hasta 1,5%, y como alternativa de desde 0,5% hasta 1,0% determinada de acuerdo con ASTM D1003; y una velocidad de transmisión de vapor de agua de desde 0,15 hasta 0,30 g cada 0,0254 mm/645 cm²/día, como alternativa de desde 0,15 hasta 0,25 g cada 0,00254 mm/645 cm²/día, y como alternativa de desde 0,20 hasta 0,21 g cada 0,0254 mm/645 cm²/día determinado de acuerdo con ASTM F-1249-90.

Un ejemplo de un HCPP adecuado para uso en la presente divulgación incluye sin limitación a 3270, el cual es un HCPP comercialmente disponible de Total Petrochemical USA, Inc. El HCPP (por ejemplo, 3270) puede tener generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 2.

Tabla 2

Propiedades	Valor típico de 3270	Procedimiento de ensayo
Físicas		
Densidad, g/cm ³	0,910	ASTM D1505
Velocidad de flujo de masa fundida (MFR) (230°C/2,16 kg), g/10 minutos	2,0	ASTM D1238
BOPP Mecánicas		
Módulo secante MD, MPa	2898	ASTM D882
Módulo secante TD, MPa	4830	ASTM D882
Resistencia a la tracción en el punto de rotura MD, MPa	193,2	ASTM D882
Resistencia a la tracción en el punto de rotura TD, MPa	269,1	ASTM D882
Alargamiento a la rotura MD, %	150	ASTM D882
Alargamiento a la rotura TD, %	60	ASTM D882
Impacto		
Temperatura de fusión, °C	165	DSC
Ópticas		
Brillo (45°)	85	ASTM D2457
Opalescencia, %	1,0	ASTM D 1003
Barrera		
Transmisión de vapor de agua, 37,7°C, 90% H.R., g-0,0254mm/645cm ² /día	0,2	ASTM F 1249-90

10 En otra realización, el polipropileno puede ser un copolímero de polipropileno, por ejemplo un copolímero heterofásico de polipropileno (PPHC), también conocido como copolímero de impacto de polipropileno, en el que una fase o componente del homopolímero de polipropileno está unida a una fase o componente del copolímero. El PPHC puede comprender más del 6,5% en peso hasta menos del 11,5% en peso de etileno por peso total del PPHC, como alternativa desde 8,5% en peso hasta menos del 10,5% en peso, como alternativa desde 9,5% en peso.

15 La fase de copolímero de un PPHC puede ser un copolímero al azar de propileno y etileno, también denominado como un caucho de etilenopropileno (EPR). Los copolímeros heterofásicos de PP muestran fases homopolímeras distintas que están interrumpidas por secuencias cortas o bloques que tienen una disposición al azar de etileno y propileno. En comparación con los copolímeros al azar, los segmentos de bloques que comprenden los EPR pueden tener ciertas características polímeras (por ejemplo, viscosidad intrínseca) que difiere de la del polímero en su conjunto. Si desear teorizar, la porción EPR del PPHC tiene características cauchoides que, cuando se incorporan dentro de la matriz del componente homopolímero, pueden funcionar proporcionando resistencia al impacto mejorada al PPHC. En una realización, la porción EPR del PPHC comprende más del 14% en peso del PPHC, como alternativa más del 18% en peso del PPHC, como alternativa desde 14% en peso hasta 18% en peso del PPHC.

ES 2 406 160 T3

5 La cantidad de etileno presente en la porción EPR del PPHC puede ser desde 38% en peso hasta 50% en peso, como alternativa desde 40% en peso hasta 45% en peso en base al peso total de la porción EPR. La cantidad de etileno presente en la porción EPR del PPHC puede determinarse espectrofotométricamente usando un procedimiento de espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Específicamente, el espectro FITR de una muestra polímera se registra para una serie de muestras que tienen un contenido en EPR conocido. La relación de transmitancia a $720\text{ cm}^{-1}/900\text{ cm}^{-1}$ se calcula para cada concentración de etileno y, a continuación, puede construirse una curva de calibración. A continuación, puede llevarse a cabo el análisis de regresión lineal sobre la curva de calibración para derivar una ecuación que, a continuación, se usa para determinar el contenido de etileno en EPR para un material de muestra.

10 La porción de EPR del PPHC puede mostrar una viscosidad intrínseca diferente de la del componente homopolímero de propileno. En la presente invención, viscosidad intrínseca se refiere a la capacidad de un polímero en solución para incrementar la viscosidad de dicha solución. La viscosidad se define en la presente invención como la resistencia a fluir debido a la fricción interna. En una realización, la viscosidad intrínseca de la porción EPR del PPHC puede ser mayor de 2,0 dl/g, como alternativa desde 2,0 dl/g hasta 3,0 dl/g, como alternativa desde 2,4 dl/g hasta 3,0 dl/g, como alternativa desde 2,4 dl/g hasta 2,7 dl/g, como alternativa desde 2,6 dl/g hasta 2,8 dl/g. La viscosidad intrínseca de la porción EPR del PPHC se determina de acuerdo con ASTM D5225.

15 En una realización, el PPHC puede tener una velocidad de flujo fundido (MFR) de desde 65 g/10 minutos a 130 g/10 minutos, como alternativa desde 70 g/10 minutos hasta 120 g/10 minutos, como alternativa desde 70 g/10 minutos hasta 100 g/10 minutos, como alternativa desde 70 g/10 minutos hasta 90 g/10 minutos, como alternativa desde 75 g/10 minutos hasta 85 g/10 minutos, como alternativa 90 g/10 minutos. Las excelentes propiedades de flujo tal como indica una alta MFR, permite la fabricación con alta velocidad de paso de componentes polímeros moldeados. En una realización, el PPHC es una resina de grado reactor sin modificación, la cual puede igualmente denominarse un PP de bajo orden. En algunas realizaciones, el PPHC es una resina de grado reológico controlado, en la que la velocidad de flujo fundido se ha ajustado mediante diversas técnicas tal como mediante fraccionamiento. Por ejemplo, la MFR puede incrementarse mediante fraccionamiento tal como se describe en la Patente de EE.UU. No. 6.503.990, la cual se incorpora por referencia en su totalidad. Tal como se describe en dicha publicación, se mezclan cantidades de peróxido con resina polímera en forma de copos, polvo, o gránulos para incrementar la MFR de la resina. La MFR tal como se define en la presente invención, se refiere a la cantidad de una resina polímera fundida que fluirá a través de un orificio a una temperatura especificada y bajo una carga especificada. La MFR puede determinarse usando un Plastómetro de pistón de peso muerto que extruye el polipropileno a través de un orificio de dimensiones especificadas a una temperatura de 230°C y una carga de 2,16 kg de acuerdo con ASTM D1238.

25 Los ejemplos representativos de HCPPs adecuados incluyen sin limitación a 4920W y 4920WZ, los cuales son resinas de copolímero de impacto comercialmente disponibles de Total Petrochemicals USA, Inc. En una realización, el PPHC (por ejemplo, 4920W) tiene generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 3.

35 Tabla 3

Propiedades	Valor típico	Procedimiento ASTM
Físicas (resina)		
Flujo fundido, g/10 minutos	100	D1238
Densidad, g/cm ³	0,905	D1505
Punto de fusión, °C	160-165	DSC
Mecánicas		
Resistencia a la tracción en el punto elástico, MPa	25	D638
Alargamiento en el punto elástico, %	6	D638
Módulo de flexión, MPa	1300	D790
Muesca, (J/m)	50	D256A
Térmica		
Distorsión térmica, °C	90	D648

En una realización, la poliolefina es polietileno, como alternativa polietileno de alta densidad, como alternativa polietileno de baja densidad, como alternativa polietileno de baja densidad lineal.

ES 2 406 160 T3

En una realización, el polietileno está presente en el componente en una cantidad de desde 1% en peso hasta 99% en peso por peso total del artículo multi-componente, como alternativa desde 5% en peso hasta 70% en peso, como alternativa desde 10% en peso hasta 50% en peso.

5 En una realización, la poliolefina comprende polietileno de alta densidad (HDPE). En la presente invención, un HDPE tiene una densidad igual o superior a $0,941 \text{ g/cm}^3$, como alternativa desde $0,941 \text{ g/cm}^3$ hasta $0,965 \text{ g/cm}^3$, como alternativa desde $0,945 \text{ g/cm}^3$ hasta $0,960 \text{ g/cm}^3$. El HDPE puede ser un homopolímero un copolímero, por ejemplo un copolímero de etileno con uno o más monómeros alfa-olefínicos tal como propileno, buteno, hexeno, etc. En una realización, el HDPE es un homopolímero. Un HDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener una velocidad de flujo de masa fundida, determinada mediante ASTM D1238, de desde 10 0,01 g/10 minutos, hasta 50 g/10 minutos, o desde 0,5 g/10 minutos hasta 20 g/10 minutos, o desde 1,0 g/10 minutos hasta 10 g/10 minutos. En una realización, un HDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de tracción, determinado mediante ASTM D638, de desde 690 MPa hasta 2415 MPa, o desde 1035 MPa hasta 2070 MPa, o desde 1242 MPa hasta 1518 MPa. En una realización, un HDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de flexión, determinado mediante ASTM D790, de desde 207 MPa hasta 2415 MPa, o desde 690 MPa hasta 2070 MPa, o desde 1035 MPa hasta 1380 MPa. En una realización, un HDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede tener una temperatura de fusión, determinada mediante calorimetría de escaneado diferencial (DSC), de desde 120°C hasta 15 140°C, o desde 125°C hasta 135°C, o desde 130°C hasta 133°C.

20 Los ejemplos de HDPEs adecuados en la presente divulgación incluyen sin limitación a 6450 HDPE que es una resina de polietileno y mPEER2283 POLYETHYLENE que es una resina de polietileno de alta densidad metaloceno con hexeno como co-monómero, ambas comercialmente disponibles de Total Petrochemical USA, Inc. En una realización, una HDPE tiene generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 4 (por ejemplo, 6450 HDPE) o la Tabla 5 (por ejemplo, ER 2283).

Tabla 4

Propiedades	Valor típico	Procedimiento ASTM
Resina⁽¹⁾		
Índice de flujo fundido, 190°C/2,16 kg, g/10 minutos	5,0	D 1238
Densidad, g/cm^3	0,962	D 792
Punto de fusión, °C	129,4	D 3417
Película⁽¹⁾⁽²⁾		
Opalescencia, %		
Brillo, %	85	D 523
Resistencia a la tracción en el punto de rotura (MD), MPa	24,15	D 882
Resistencia a la tracción en el punto de rotura (TD), MPa	26,22	D 882
Alargamiento en el punto de rotura (MD), %	850	D 882
Alargamiento en el punto de rotura (TD), %	650	D 882
Módulo secante, 2% de tracción (MD), MPa	690	D 882
Módulo secante, 2% de tracción (TD), MPa	897	D 882
WTR ⁽³⁾ 37,7°C, $\text{g/645 cm}^2/\text{día}$	0,5	E 96/66
Fragilidad a baja temperatura, °C	<-80	D 746
⁽¹⁾ Datos obtenidos bajo condiciones de laboratorio y que no han de usarse como especificación, máxima o mínima.		
⁽²⁾ Los datos listados se determinaron sobre película colada de 0,0254 mm.		
⁽³⁾ Velocidad de transmisión de vapor de agua.		

Tabla 5

Propiedades	Procedimiento	Unidad	Valor
Físicas			
Densidad	ISO 1183	g/cm ³	0,950
Índice de fusión (2,16 kg)	ISO 1133	g/10 minutos	2,0
Punto de fusión	EN ISO 11357	°C	133
Temperatura Vicat	ISO 306	°C	130
Película colada			
Impacto Dart	ISO 7765-1	G	36
Resistencia a la tracción en el punto elástico, MD/TD	ISO 527-3	MPa	23/24
Resistencia a la tracción en el punto de rotura, MD/TD	ISO 527-3	MPa	43/41
Alargamiento en el punto de rotura MD/TD	ISO 527-3	%	640/820
Elmendorf MD/TD	ISO 6393	N/mm	8/130
Opalescencia	ISO 14782	%	10
Brillo 45°	ASTM D 2457		68

5 En una realización, la poliolefina comprende un polietileno de baja densidad (LDPE). En la presente invención, un LDPE se define como que tiene un intervalo de densidad de desde 0,910 g/cm³ hasta 0,940 g/cm³, como alternativa desde 0,917 g/cm³ hasta 0,935 g/cm³, y como alternativa desde 0,920 g/cm³ hasta 0,930 g/cm³. El LDPE puede caracterizarse además por la presencia de ramificación incrementada cuando se compara con un HDPE. El LDPE puede ser un homopolímero o un copolímero, por ejemplo un copolímero de etileno con uno o más monómeros alfa-olefínicos tal como propileno, buteno, hexeno, etc. En una realización, el LDPE es un homopolímero. Un LDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener una velocidad de flujo de masa fundida, determinada mediante ASTM D1238, de desde 0,1 g/10 minutos, hasta 60 g/10 minutos, o desde 0,5 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, o desde 1 g/10 minutos hasta 20 g/10 minutos. En una realización, un LDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de tracción, determinado mediante ASTM D638, de desde 69 MPa hasta 483 MPa, o desde 103,5 MPa hasta 448,5 MPa, o desde 138 MPa hasta 414 MPa. En una realización, un LDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de flexión, determinado mediante ASTM D790, de desde 62,1 MPa hasta 414 MPa, o desde 69 MPa hasta 379,5 MPa, o desde 103,5 MPa hasta 345 MPa. En una realización, un LDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede tener una temperatura de fusión, determinada mediante calorimetría de escaneado diferencial (DSC), de desde 85°C hasta 125°C, o desde 80°C hasta 120°C, o desde 95°C hasta 120°C.

20 Un ejemplo representativo de un LDPE adecuado es 1020 FN 24, el cual es un LDPE comercialmente disponible de Total Petrochemical USA, Inc. El LDPE (por ejemplo, 1020 FN 24) puede tener generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 6.

Tabla 6

	SI	Procedimiento
Propiedades nominales de la resina		
Densidad	0,922 g/cm ³	ASTM D1505
Índice de fusión 190°C/2,16 kg	2,1 g/10 minutos	ASTM D1238
Punto de fusión	109°C	ASTM D3418
Temperatura de reblandecimiento Vicat	94°C	ASTM D1525

(Continuación)

	SI	Procedimiento
Propiedades nominales de película soplada a 40 μm⁽¹⁾		
Opalescencia	7,0%	ASTM D1003
Resistencia a la tracción en el punto elástico, MD/TD	11 MPA/10,5 MPa	ISO 527-3
Resistencia a la tracción en el punto de rotura, MD/TD	28/22 MPa	ISO 527-3
Alargamiento en el punto de rotura MD/TD	360%/630%	ISO 527-3
Elmendorf MD/TD	75/45 N/mm	ISO 6383-2
Ensayo Dart	120 g	ISO 7765-1
Opalescencia	7%	ISO 14782
⁽¹⁾ Datos obtenidos usando muestras de ensayo producidas con las condiciones de extrusión siguientes: 45 mm de diámetro de tornillo; L/D = 30, diámetro de boquilla = 120 mm, espacio de boquilla = 1,4 mm, BUR = 2,5:1, temperatura = 185°C.		

En una realización, la poliolefina comprende un polietileno de alta densidad lineal (LLDPE). El LLDPE es un polietileno substancialmente lineal, con cantidades significativas de ramas cortas. El LLDPE se genera comúnmente mediante la copolimerización de etileno con olefinas de cadena más larga. El LLDPE difiere estructuralmente del polietileno de baja densidad debido a la ausencia de ramificación de cadena larga. En una realización, el LLDPE es un copolímero, por ejemplo un copolímero de etileno con uno o más monómeros alfa-olefinicos tal como propileno, buteno, hexeno, etc. Un LLDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener una densidad, determinada mediante ASTM D792, de desde 0,900 g/cm³ hasta 0,920 g/cm³, o desde 0,905 g/cm³ hasta 0,918 g/cm³, o desde 0,910 g/cm³ hasta 0,918 g/cm³. En una realización, un LLDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener una velocidad de flujo de masa fundida, determinada mediante ASTM D238, de desde 0,1 g/10 minutos, hasta 50 g/10 minutos, o desde 0,5 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, o desde 1 g/10 minutos hasta 20 g/10 minutos. En una realización, un LLDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de tracción, determinado mediante ASTM D638, de desde 138 MPa hasta 1725 MPa, o desde 345 MPa hasta 1518 MPa, o desde 690 MPa hasta 1380 MPa. En una realización, un LLDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede de manera general tener un módulo de flexión, determinado mediante ASTM D790, de desde 34,5 MPa hasta 1035 MPa, o desde 69 MPa hasta 897 MPa, o desde 345 MPa hasta 759 MPa. En una realización, un LLDPE adecuado para uso en la presente divulgación puede tener una temperatura de fusión, determinada mediante calorimetría de escaneado diferencial (DSC), de desde 70°C hasta 140°C, o desde 80°C hasta 130°C, o desde 90°C hasta 120°C.

Un ejemplo representativo de un LLDPE adecuado es FINATHENE LL 4010 FE 18, el cual es un LLDPE comercialmente disponible de Total Petrochemical USA, Inc. El LLDPE (por ejemplo, FINATHENE LL 4010 FE 18) tiene generalmente las propiedades físicas establecidas en la Tabla 7.

Tabla 7

	SI	Procedimiento
Propiedades nominales de la resina		
Densidad	0,918 g/cm ³	ASTM D792
Indice de fusión	1,0g/10 minutos	ASTM D1238
Propiedades nominales de película soplada a 25 μm		
Resistencia a la tracción de la película en el punto elástico, MD	11,0 MPA	ISO 527
Resistencia a la tracción de la película en el punto elástico, TD	11,0 MPA	ISO 527
Alargamiento de la película en el punto de rotura, MD	600%	ISO 527
Alargamiento en el punto de rotura de la película TD	750%	ISO 527

(Continuación)

	SI	Procedimiento
Modulo secante, MD	0,160 GPa	ISO 5527
Modulo secante, TD	0,170 GPa	ISO 5527
Ensayo de caída Dart	90,0 g	ISO 7765-1
Resistencia a la tracción de la película en el punto de rotura, MD	40,4 MPa	ISO 527
Resistencia a la tracción de la película en el punto de rotura, TD	30,0 MPa	ISO 527
Propiedades térmicas		
Punto de fusión	122°C	ISO 11357-3
Propiedades ópticas		
Opalescencia	10,0%	ASTM D 1003

Las poliolefinas adecuadas para uso en la presente divulgación (por ejemplo, polipropileno, polietileno) pueden prepararse usando cualquier procedimiento adecuado. Por ejemplo, la poliolefina puede prepararse usando un catalizador Ziegler-Natta, catalizador de metalloceno, o combinaciones de los mismos. El polietileno, por ejemplo, puede prepararse usando un catalizador de óxido de cromo, o cualquier otro catalizador adecuado.

En una realización, la poliolefina se prepara usando catalizadores Ziegler-Natta, los cuales típicamente están basados en titanio y compuestos de aluminio organometálicos, por ejemplo trietilaluminio (C_2H_5)₃Al. Los catalizadores Ziegler-Natta y procedimientos para la formación de dichos catalizadores están descritos en las Patentes de EE.UU. Nos. 4.298.718; 4.544.717; y 4.767.735, cada una de las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.

En otra realización, la poliolefina puede prepararse usando un catalizador metalloceno. Los catalizadores metallocenos pueden caracterizarse generalmente como compuestos de coordinación que incorporan uno o más grupos ciclopentadienilo (Cp) (los cuales pueden estar substituidos o no substituidos, siendo cada substitución la misma o diferente) coordinados con un metal de transición mediante unión π . Los ejemplos de catalizadores metallocenos y procedimientos para la formación de dichos catalizadores están descritos en las Patentes de EE.UU. Nos. 4.794.096 y 4.975.403, cada una de las cuales se incorpora por referencia en la presente invención en su totalidad. Los ejemplos de poliolefinas preparadas mediante el uso de catalizadores metallocenos se encuentran descritos en detalle además en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.158.920; 5.416.228; 5.789.502; 5.807.800; 5.968.864; 6.225.251; 6.777.366; 6.777.367; 6.579.962; 6.468.936; 6.579.962; y 6.432.860, cada una de las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.

La poliolefina puede igualmente prepararse usando cualquier otro catalizador o sistema catalizador tal como una combinación de catalizadores Ziegler-Natta y metallocenos, por ejemplo tal como se describen en las Patentes de EE.UU. Nos. 7.056.991 y 6.653.254, cada una de las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.

La poliolefina puede formarse colocando uno o más monómeros olefínicos (por ejemplo, etileno, propileno) solos o con otros monómeros en un recipiente de reacción adecuado en la presencia de un catalizador (por ejemplo, Ziegler-Natta, metalloceno, etc.) y bajo condiciones de reacción adecuadas para la polimerización de los mismos. Puede usarse cualquier equipo y procedimientos adecuados para la polimerización de la olefina en un polímero. Por ejemplo, dichos procedimientos pueden incluir procedimientos de alta presión, en fase solución, en fase gas, en fase suspensión, en fase en masa o combinaciones de los mismos. Dichos procedimientos se encuentran descritos en detalle en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.525.678; 6.420.580; 6.380.328; 6.359.072; 6.346.586; 6.340.730; 6.339.134; 6.300.436; 6.274.684; 6.271.323; 6.248.845; 6.245.868; 6.245.705; 6.242.545; 6.211.105; 6.207.606; 6.180.735; y 6.147.173, las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.

En una realización, la poliolefina se forma mediante un procedimiento de polimerización en fase gas. Un ejemplo de un procedimiento de polimerización en fase gas incluye un sistema de ciclo continuo, en el que una corriente de gas en circulación (conocida de otra forma como una corriente de reciclado o medio de fluidización) se calienta en un reactor mediante el calor de polimerización. El calor se elimina de la corriente de gas en circulación en otra parte del ciclo mediante un sistema de enfriamiento externo al reactor. La corriente de gas de ciclado conteniendo uno o más monómeros puede ciclarse continuamente a través de un lecho fluidizado en la presencia de un catalizador bajo

- condiciones reactivas. La corriente de gas de ciclado es generalmente extraída del lecho fluidizado y vuelta a reciclar dentro del reactor. De manera simultánea, el producto polímero puede extraerse del reactor y puede agregarse monómero nuevo para reemplazar al monómero polimerizado. La presión del reactor en el procedimiento en fase gas puede variar desde 0,60 MPa hasta 3,45 MPa, o desde 1,38 MPa hasta 2,76 MPa, o desde 1,725 MPa hasta 2,415 MPa. La temperatura del reactor en un procedimiento en fase gas puede variar desde 30°C hasta 120°C, o desde 60°C hasta 115°C, o desde 70°C hasta 110°C, o desde 70°C hasta 95°C, por ejemplo tal como se describe en las Patentes de EE.UU. Nos. 4.543.399; 4.588.790; 5.028.670; 5.317.036; 5.352.749; 5.405.922; 5.436.304; 5.456.471; 5.462.999; 5.616.661; 5.627.242; 5.665.818; 5.677.375; y 5.668.228, las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.
- En una realización, la poliolefina se forma mediante un procedimiento de polimerización en fase de suspensión. Los procedimientos en fase de suspensión incluyen generalmente la formación de una suspensión de polímero en partículas, sólido, en un medio de polimerización líquido, a la cual se agregan monómeros y opcionalmente hidrógeno, conjuntamente con catalizador. La suspensión (la cual puede incluir diluyentes) puede separarse intermitentemente o continuamente del reactor en el cual pueden separarse los componentes volátiles del polímero y reciclarse, opcionalmente después de una destilación, al reactor. El diluyente licuado usado en el medio de polimerización puede incluir un alcano de C₃ a C₇ (por ejemplo, hexano o isobuteno). Generalmente, el medio usado es un líquido bajo las condiciones de polimerización y relativamente inerte. Un procedimiento de fase en masa es similar al de un procedimiento en fase de suspensión. Sin embargo, un procedimiento puede ser un procedimiento en masa, un procedimiento en suspensión, o un procedimiento de suspensión en masa.
- En una realización, el artículo multi-componente comprende al menos un componente que comprende ácido poliláctico. En la presente divulgación, puede usarse cualquier ácido poliláctico adecuado. Por ejemplo, el ácido poliláctico puede comprender poli-L-láctido (PLLA), poli-D-láctido (PDLA), poli-LD-láctido (PDLLA), o combinaciones de los mismos. El ácido poliláctico puede prepararse usando cualquier procedimiento adecuado. Por ejemplo, el ácido poliláctico puede prepararse mediante la condensación por deshidratación de ácido láctico, tal como se describe en la Patente de EE.UU. No. 5.310.865, la cual se incorpora por referencia en la presente invención en su totalidad. Como alternativa, el ácido poliláctico puede prepararse mediante la síntesis de un láctido cíclico (también conocido como dímero cíclico) a partir de ácido láctico seguido de polimerización por apertura de anillo del láctido cíclico. Un ejemplo de un procedimiento de este tipo está descrito en la Patente de EE.UU. No. 2.758.987, la cual se incorpora por referencia en la presente invención en su totalidad.
- En la producción de ácido poliláctico pueden usarse catalizadores. Los catalizadores pueden ser de cualquier tipo adecuado para el procedimiento. Los ejemplos de dichos catalizadores incluyen sin limitación compuestos de estaño tal como octilato de estaño, compuestos de titanio tal como titanato de tetraisopropilo, compuestos de circonio tal como isopropóxido de circonio, y compuestos de antimonio tal como trióxido de antimonio.
- Aditivos tales como los descritos anteriormente pueden introducirse en la composición del ácido poliláctico. Los procedimientos adicionales para producir ácido poliláctico están descritos en las Patentes de EE.UU. Nos. 5.821.327; 5.770.682; 5.508.378; 5.470.944; y 4.797.468, las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.
- En una realización, un ácido poliláctico adecuado para uso en la presente divulgación puede tener una densidad de desde 1,238 g/cm³ hasta 1,265 g/cm³, como alternativa desde 1,24 g/cm³ hasta 1,26 g/cm³, y como alternativa desde 1,245 g/cm³ hasta 1,255 g/cm³, determinada de acuerdo con ASTM D792; un índice de fusión (210°C, 2,16 kg) de desde 5 g/10 minutos hasta 35 g/10 minutos, como alternativa de desde 10 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, y como alternativa de desde 10 g/10 minutos hasta 30 g/10 minutos, determinado de acuerdo con ASTM D1238; una temperatura de fusión cristalina de desde 150°C hasta 180°C, como alternativa de desde 160°C hasta 175°C, y como alternativa de desde 160°C hasta 170°C, determinada de acuerdo con ASTM D3418; una temperatura de transición vítrea de desde 45°C hasta 85°C, como alternativa de desde 50°C hasta 80°C, y como alternativa de desde 55°C hasta 75°C, determinada de acuerdo con ASTM D3417; una resistencia a la tracción en el punto elástico de desde 27,6 MPa hasta 172,5 MPa, como alternativa desde 34,5 MPa hasta 138 MPa, y como alternativa desde 37,95 MPa hasta 138 MPa, determinada de acuerdo con ASTM D638; un alargamiento a la tracción de desde 1,5% hasta 10%, como alternativa desde 2% hasta 8%, y como alternativa desde 3% hasta 7%, determinado de acuerdo con ASTM D638; un módulo de flexión de desde 1725 MPa hasta 4140 MPa, como alternativa desde 2070 MPa hasta 1950 MPa, y como alternativa desde 2760 hasta 3450 MPa, determinado de acuerdo con ASTM D790; un impacto Izod con muesca de desde 5 J/m hasta 40 J/m, como alternativa desde 10 hasta 35 J/m, y como alternativa desde 20 J/m hasta 30 J/m, determinado de acuerdo con ASTM D256.
- Un ejemplo de un ácido poliláctico adecuado para uso en la presente divulgación incluye sin limitación NatureWorks 3051D, comercialmente disponible de Nature Works LLC. En una realización, el ácido poliláctico adecuado para uso en la presente divulgación (por ejemplo, NatureWorks 3051D) puede generalmente tener las propiedades físicas establecidas en la Tabla 8.

Tabla 8

Propiedades	Valor típico de 3051D	Procedimiento de ensayo
Físicas		
Densidad, g/cm ³	1,25	ASTM D792
Índice de fusión (210°C, 2,16 kg), g/10 minutos	10-25	ASTM D1238
Temperatura de fusión cristalina, °C	150-165	ASTM D3418
Temperatura de transición vítrea, °C	55-65	ASTM D3417
Mecánicas		
Resistencia a la tracción en el punto elástico, MPa	48,3	ASTM D638
Alargamiento a la tracción, %	2,5	ASTM D638
Módulo de flexión, MPa	3795	ASTM D790
Impacto Izod con muesca, J/m	15	ASTM D256

5 En una realización, el ácido poliláctico está presente en el componente en una cantidad de desde 1% en peso hasta 99% en peso por peso total del artículo multi-componente, como alternativa desde 5% en peso hasta 70% en peso, como alternativa desde 10% en peso hasta 50% en peso. En una realización, el ácido poliláctico está presente en el componente en una cantidad de desde 1% en peso hasta 99% en peso por peso total del artículo multi-componente, como alternativa desde 5% en peso hasta 70% en peso, como alternativa desde 10% en peso hasta 50% en peso.

10 En una realización, los artículos multi-componente comprenden al menos un componente que comprende un modificador reactivo. En la presente invención, los modificadores reactivos se refieren a aditivos polímeros que, cuando se agregan a una poliolefina y PLA fundida (por ejemplo, mezcla de PP/PLA o PE/PLA), forman compuestos *in situ* que sirven para estabilizar la intercara entre la poliolefina y PLA. Los compuestos formados *in situ* actúan como compatibilizadores y los modificadores reactivos son precursores de estos compatibilizadores.

15 En una realización, el modificador reactivo comprende una poliolefina epoxi-funcionalizada. Los ejemplos de poliolefinas epoxi-funcionalizadas adecuadas para uso en la presente divulgación incluyen sin limitación polipropileno epoxi-funcionalizado tal como polipropileno injertado con metacrilato de glicidilo (PP-g-GMA), polietileno epoxi-funcionalizado tal como polietileno co-metacrilato de glicidilo (PE-co-GMA), o combinaciones de los mismos. Un ejemplo de un polietileno epoxi-funcionalizado para uso en la presente divulgación incluye LOTADER AX8840, que es un PE-co-GMA que contiene 8% de GMA, comercialmente disponible de Arkema.

20 En otra realización, el modificador reactivo comprende PP-g-GMA. El PP-g-GMA puede prepararse mediante cualquier procedimiento adecuado tal como, por ejemplo, injertando GMA sobre polipropileno en la presencia de un iniciador tal como peróxido. Los ejemplos de iniciadores adecuados para uso en la presente divulgación incluyen sin limitación LUPEROL 101 y TRIGANOX 301, los cuales son peróxidos comercialmente disponibles de Arkema. En una realización, el iniciador puede usarse en una cantidad de desde 0,03% hasta 2% en peso por peso total de las composiciones polímeras biodegradables, como alternativa desde 0,2% en peso hasta 0,8% en peso, como alternativa desde 0,3% en peso hasta 0,5% en peso.

25 La reacción de injertado de GMA sobre PP puede realizarse en un estado fundido dentro de una extrusora tal como, por ejemplo, una extrusora de un solo tornillo o una extrusora de doble tornillo. En adelante, en la presente invención, dicho procedimiento se denomina como extrusión reactiva. Un suministro que comprenda PP, GMA, e iniciador (es decir, peróxido) puede suministrarse dentro de un reactor de extrusión secuencialmente a la extrusora, como alternativa el suministro (es decir, PP, GMA, e iniciador) puede pre-mezclarse fuera y suministrarse dentro de la extrusora.

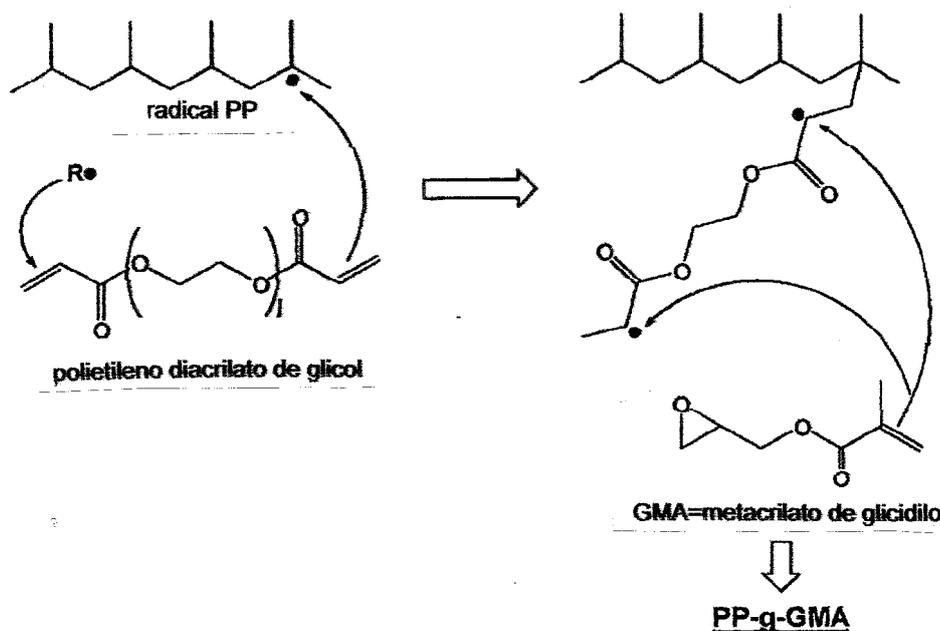
30 En una realización alternativa, el PP-g-GMA se prepara injertando GMA sobre polipropileno en la presencia de un iniciador y un co-monómero de acrilato multi-funcional. El co-monómero de acrilato multi-funcional puede comprender diacrilato de polietileno glicol, triacrilato de trimetilolpropano (TMPTA), o combinaciones de los mismos.

35 El co-monómero de acrilato multi-funcional puede caracterizarse además por un alto punto de ignición. El punto de ignición de un material es la temperatura más baja a la cual este puede formar una mezcla combustible en aire, determinado de acuerdo con ASTM D93. Cuanto mayor sea el punto de ignición, menos combustible será el material, lo cual es un atributo beneficioso para fundir una extrusión reactiva. En una realización, el co-monómero de acrilato multi-funcional puede tener un punto de ignición de desde 50°C hasta 120°C, como alternativa de desde

70°C hasta 100°C, como alternativa de desde 80°C hasta 100°C. Los ejemplos de co-monómeros de acrilato multi-funcionales adecuados para uso en la presente divulgación incluyen sin limitación SRS59 (diacrilato de polietileno glicol), CD560 (diacrilato de hexanodiol alcoxilado), y SR351 (TMPTA), los cuales están comercialmente disponibles de Sartomer.

- 5 La reacción de injertado de GMA sobre polipropileno en la presencia de un peróxido y el co-monómero de acrilato multi-funcional, diacrilato de polietileno glicol, está representada en el Esquema 1.

Esquema 1



10 Sin desear quedar limitado por teoría alguna, los hidrógenos sobre el carbono terciario de moléculas de polipropileno puede ser sustraído fácilmente en la presencia de peróxido durante extrusión reactiva, formando macro-radicales de polipropileno con electrones no emparejados. Los macro-radicales de polipropileno, los cuales son generalmente inestables, tienden a formar radicales libres a través de una etapa denominada como "escisión β ". La escisión β se refiere a una familia de reacciones en las que los enlaces que están en la posición beta con respecto a un radical son escindidos, dando como resultado la formación de un doble enlace y un nuevo radical. La reacción de escisión β se estima que es responsable fundamentalmente de la formación de enlaces dobles internos, por lo que su aparición está relacionada con el contenido alílico del polímero final. La escisión β está típicamente favorecida sobre la reacción de injertado (es decir, la adición del GMA) dando como resultado tanto un menor injertado de GMA como un polipropileno que tiene un peso molecular promedio más bajo. Sin embargo, en las reacciones que comprenden un co-monómero de acrilato multi-funcional, el co-monómero de acrilato multi-funcional puede funcionar capturando fácilmente los micro-radicales de polipropileno, dando como resultado la formación de un compuesto intermedio más estable (es decir, radicales de polipropileno-acrilato). Los radicales de propileno-acrilato relativamente estables tienden a reaccionar más fácilmente con GMA, que es un monómero de tipo acrilato, y en consecuencia favorecen la reacción de injertado.

25 Además, tal como se muestra en el Esquema 1, pueden existir múltiples radicales libres sobre las moléculas de propileno-acrilato injertados, haciendo, de esta forma, más fácil el capturar e iniciar la reacción de GMA. La reactividad de GMA frente a radicales libres de acrilato puede ser mayor que frente a macro-radicales terciarios de polipropileno. En consecuencia, el PP-g-GMA preparado usando una mezcla de reacción que comprende un co-monómero de acrilato multi-funcional puede mostrar un grado superior de injertado que un PP-g-GMA preparado usando una composición similar distinta en la ausencia de un co-monómero de acrilato multi-funcional. El PP-g-GMA preparado usando un co-monómero de acrilato multi-funcional se denomina en la presente invención como un GMA altamente injertado (HGGMA).

35 En una realización, el HGGMA que es un modificador reactivo, se prepara a partir de una mezcla de reacción que comprende polipropileno presente en una cantidad de desde 80% en peso hasta 99,5% en peso, como alternativa de desde 90% en peso hasta 99% en peso, y como alternativa de desde 95% en peso hasta 99% en peso; el GMA está presente en una cantidad de desde 0,5% en peso hasta 20% en peso, como alternativa de desde 1,0% en peso hasta 10% en peso, y como alternativa de desde 1,0% en peso hasta 5,0% en peso; un co-monómero de acrilato multi-funcional (por ejemplo, SE259) presente en una cantidad de desde 0,5% en peso hasta 15% en eso, como

alternativa de desde 1,0% en peso hasta 10% en peso, y como alternativa de desde 1,0% en peso hasta 5,0% en peso; y un iniciador (por ejemplo, LUPERSOL 101) presente en una cantidad de desde 0,05% en peso hasta 1,5% en peso, como alternativa de desde 0,2% en peso hasta 0,8% en peso, y como alternativa de desde 0,3% en peso hasta 0,5% en peso. La relación de GMA:co-monómero de acrilato multi-funcional en el HGGMA puede variar desde 1:5 hasta 10:1, como alternativa desde 1:2 hasta 5:1, y como alternativa desde 1.1 hasta 3:1.

La cantidad de injertado de GMA sobre la poliolefina puede variar dependiendo de una diversidad de factores tales como el tipo de material usado y las condiciones de transformación. Dichos parámetros pueden ser variados por un experto normal en la técnica con los beneficios de la presente invención para producir modificadores reactivos que tengan un rendimiento de injertado deseado por el usuario.

El rendimiento de injertado puede determinarse usando cualquier procedimiento adecuado. Por ejemplo, el rendimiento de injertado puede determinarse mediante Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR). En una realización, un procedimiento para la determinación del rendimiento de injertado comprende la obtención de los espectros FTIR de muestras polímeras que tienen una mezcla de PP y GMA, en las que la cantidad de cada componente es conocida. Mediante la representación de la intensidad de la señal a una o más longitudes de onda puede generarse una curva de calibración como una función de la concentración del componente. A continuación, pueden determinarse los espectros FTIR de una muestra de PP-g-GMA y compararse con la curva de calibración con el fin de determinar el rendimiento de injertado. Este procedimiento se describe más detalladamente en Angew. Makromol. Chem., vol. 229, págs. 1-13, (1995). En una realización, un HGGMA puede tener un rendimiento de injertado de desde 0,2% en peso hasta 15% en peso, como alternativa de desde 0,5% en peso hasta 10% en peso, como alternativa de desde 1,0% en peso hasta 5,0% en peso.

En una realización, el modificador reactivo está presente en el componente en una cantidad de desde 0,5% en peso hasta 15% en peso en base al peso total del artículo multi-componente, como alternativa de desde 1,0% en peso hasta 10% en peso, como alternativa de desde 3,0% en peso hasta 5,0% en peso.

En una realización, al menos un componente del artículo multi-componente comprende una mezcla compatibilizada del PLA y poliolefina. La mezcla puede compatibilizarse formando una mezcla de extrusión reactiva de la PLA, olefina, y modificador reactivo de los tipos descritos en la presente invención.

En una realización, el PP, PE, PLA, y/o mezclas de los mismos puede contener igualmente aditivos para impartir propiedades físicas deseadas, tales como capacidad para ser pintado, brillo incrementado, o tendencia reducida al apelmazamiento. Los ejemplos de aditivos incluyen sin limitación estabilizadores, agentes protectores de ultravioleta, oxidantes, anti-oxidantes, agentes anti-estáticos, absorbedores de luz ultravioleta, retardantes de la llama, aceites para transformación, agentes desmoldeantes, agentes colorantes, pigmentos/colorantes, cargas, y/o otros aditivos adecuados. Los aditivos anteriormente mencionados pueden usarse o bien individualmente o bien en combinación para formar diversas formulaciones del polímero. Por ejemplo, pueden usarse estabilizadores o agentes de estabilización para ayudar a proteger la resina polímera de la degradación debida a la exposición a excesivas temperaturas y/o luz ultravioleta. Estos aditivos pueden incluirse en cantidades eficaces para impartir las propiedades deseadas.

En una realización, el componente PLA de un artículo multi-componente preparado a partir de la presente divulgación puede colorearse. En dichas realizaciones, pueden agregarse agentes colorantes tales como colorantes o pigmentos al PLA. Esto se describirá con más detalle posteriormente en la presente divulgación. Las cantidades de aditivos eficaces y los procedimientos para la inclusión de estos aditivos a composiciones polímeras pueden ser determinadas por un experto en la técnica con la ayuda de la presente divulgación.

En una realización, el artículo multi-componente puede comprender un componente que comprende PLA, y un segundo componente que comprende una poliolefina y un modificador reactivo. En otra realización, el artículo multi-componente comprende un componente que comprende una mezcla de PLA y una poliolefina y un segundo componente que comprende una poliolefina y un modificador reactivo. En una realización, el artículo multi-componente puede comprender al menos un componente que comprende una poliolefina (por ejemplo, PP o PE), al menos un componente que comprende un PLA, y al menos un componente que comprende una poliolefina (por ejemplo, PP o PE) y un modificador reactivo, todos ellos del tipo previamente descrito en la presente invención. En la presente invención, un componente que comprende una poliolefina y un modificador reactivo se denominan como PORM tal como PP/PP-g-GMA, PE/PE-co-GMA, etc.

En una realización, un artículo multi-componente puede comprender al menos un componente que comprende PP, al menos un componente que comprende PLA, y al menos un componente que comprende PP/PP-g-GMA, todos ellos del tipo previamente descrito en la presente invención. En otra realización, un artículo multi-componente puede comprender al menos un componente que comprende PE, al menos un componente que comprende PLA, y al menos un componente que comprende PE/PE-g-GMA, todos ellos del tipo previamente descrito en la presente invención.

Sin desear quedar limitado por teoría alguna, el modificador reactivo puede funcionar para inter-ligar químicamente los componentes que comprenden poliolefina y los componentes que comprenden PLA y/o unir dichos componentes.

En una realización, el artículo multi-componente es una fibra multi-componente. La fibra multi-componente puede comprender al menos un componente que comprende una poliolefina (por ejemplo, PP o PE), al menos un componente que comprende un PLA, y al menos un componente que comprende un PORM, todos ellos del tipo previamente descrito en la presente invención. En una realización, la fibra multi-componente es una fibra biocomponente que tiene un primer componente que comprende PLA y un segundo componente que comprende un PORM (por ejemplo, PP/PP-g-GMA, PE/PE-co-GMA).

La fibra biocomponente puede producirse usando cualquier procedimiento adecuado para la producción de dicha fibra. Por ejemplo, la fibra biocomponente puede producirse mediante co-extrusión de al menos un componente que comprende PLA y al menos un componente que comprende un PORM. En una realización, los componentes de la fibra biocomponente se funden, se suministran a un orificio de hilado, y son co-extruidos en fibras. En una realización, los componentes de las fibras cuando se extruyen se adhieren entre sí en la ausencia de materiales o tratamientos que promueven la adherencia.

Las fibras así formadas pueden enfriarse, por ejemplo en aire en una columna de enfriamiento y, a continuación, pasarlos a través de un acabador de hilado, de una guía, y recogerlos. Las fibras recogidas pueden tratarse posteriormente, por ejemplo, pueden estirarse para producir fibras estiradas. Las fibras o fibras estiradas pueden conformarse en diversos artículos de uso final.

En una realización, la fibra biocomponente puede formarse en una diversidad de configuraciones, por ejemplo tal como se ilustra en la Figura 1. Con referencia a la Figura 1, la fibra biocomponente puede configurarse en un núcleo recubierto 110, o una configuración lado contra lado 120. La configuración de núcleo recubierto 110 comprende una capa exterior de recubrimiento 110A, y una capa interior de núcleo 110B. La configuración de núcleo recubierto 110 puede ser concéntrica 112 en la que el centro del núcleo de la masa 112B coincide con el centro de la masa del recubrimiento 112A, o excéntrica 114 en la que el centro del núcleo de masa 112B difiere del centro de masa 112A del recubrimiento. En la Figura 1 se muestra también una vista lateral 116 de la configuración de núcleo recubierto. En una realización, la capa de núcleo de una fibra biocomponente comprende PLA, como alternativa la capa de recubrimiento de la fibra biocomponente comprende PLA.

La configuración lado contra lado 120 puede comprender un lado PLA 120A y un lado PORM 120B. En la Figura 1 se muestra igualmente la vista frontal 122 y la vista lateral 124 de la configuración lado contra lado.

La fibra biocomponente puede tener una densidad de masa lineal total de todos los componentes de desde 1 hasta 20 denier por filamento (dpf), como alternativa de desde 1 hasta 15 dpf, como alternativa de desde 2 hasta 10 dpf. La densidad de masa lineal de los componentes individuales (por ejemplo, PLA, poliolefina, o PORM) puede ser seleccionada por un experto en la técnica con la ayuda de la presente divulgación para lograr una o más de las propiedades deseadas (es decir, propiedades físicas, propiedades mecánicas, etc.). Por ejemplo, la fibra biocomponente puede prepararse en una configuración de núcleo recubierto en la que la capa de recubrimiento comprende PLA y la capa de núcleo comprende un PP/PP-g-GMA. En una realización de este tipo, la capa de núcleo puede tener una densidad de masa lineal de desde 50% hasta 95% de la densidad de masa lineal total de la fibra biocomponente, como alternativa de desde 60% hasta 90%, como alternativa de desde 70% hasta 90%.

En una realización, el artículo multi-componente es una película multi-componente. La película multi-componente puede comprender al menos una capa que comprende PLA, al menos una capa que comprende una poliolefina (por ejemplo, PP o PE), y al menos una capa que comprende un PORM. En la presente invención, el modificador reactivo funciona igualmente para inter-ligar químicamente el componente poliolefina y el componente PLA y mejorar la cohesión. En una realización, la película multi-componente del tipo descrito en la presente invención puede tener una resistencia incrementada de adhesión entre la poliolefina y PLA cuando se compara con una película multi-capas similar que carece del PORM. La resistencia a la adhesión entre la poliolefina y PLA puede determinarse midiendo la resistencia requerida para despegar la poliolefina del PLA, determinada de acuerdo con ASTM D3330/3330M-00. En una realización, la película multi-capas del tipo descrito en la presente invención puede tener una resistencia al despegado entre la poliolefina y PLA igual o superior a 0,00017 N/mm de ancho, como alternativa igual o superior a 0,0017 N/mm de ancho, como alternativa igual o superior a 0,085 N/mm de ancho, como alternativa igual o superior a 0,017 N/mm de ancho, como alternativa igual o superior a 0,034 N/mm de ancho.

Además, la capa PORM que comprende el modificador reactivo puede actuar como un adhesivo o capa de cierre que sirve para mejorar el pegado interfacial entre PP y PLA o PE y PLA, dando como resultado una película multi-capas que tiene un pegado mejorado cuando se compara con otra película multi-capas similar que carece del modificador reactivo. Sin desear teorizar, el modificador reactivo puede migrar a la interfase de la mezcla (por ejemplo, PP y PLA) y servir como una capa de cierre.

La poliolefina y el modificador reactivo pueden ponerse en contacto antes de la co-extrusión para formar una mezcla PORM. En una realización, el PORM es polipropileno y PP-g-GMA, como alternativa el PORM es polietileno y PE-co-GMA. En una realización, PLA, poliolefina, y el PORM son co-extruidos a través de una rendija o boquilla con dos o más orificios dispuestos de manera tal que las láminas extruidas emergen y forman una lámina extruida compuesta (es decir, la película multi-capas) en la que las capas de la película están adheridas entre sí. La lámina extruida compuesta puede tener una o más capas PLA, una o más capas de poliolefina, y una o más capas PORM. En una

realización, la PLA, poliolefina (por ejemplo, PP, PE), y las capas PORM se adhieren directamente entre sí en la película multi-capa en la ausencia de materiales o tratamientos que promuevan la adhesión, Dichos materiales y tratamientos han sido previamente descritos en la presente invención.

5 En una realización, la película multi-capa está orientada. Generalmente, la orientación de una composición polímera se refiere al procedimiento mediante el cual se impone la direccionalidad (la orientación de las moléculas con relación de unas con otras) sobre las configuraciones polímeras en la película. Dicha orientación se usa para impartir propiedades deseables a las películas, tales como rigidez y opacidad, por ejemplo. Tal como se usa en la presente invención, el término "orientación biaxial" se refiere a un procedimiento en el cual una composición polímera se calienta a una temperatura igual o por encima de su temperatura de transición vítrea, pero por debajo de su punto de fusión cristalino. A continuación, inmediatamente después del calentamiento el material se extruye en una película, y se estira tanto en una dirección longitudinal (es decir, en la dirección de la máquina) como en una dirección transversal o lateral (es decir, la dirección de estirado).

15 En una realización, una composición polímera biodegradable del tipo descrito en la presente invención se calienta en una extrusora. A continuación, el polímero fundido puede salir a través de una boquilla y la placa fundida puede usarse para formar una película extruida, una película colada, una película orientada biaxialmente, o similares. En una realización, la placa fundida sale a través de la boquilla y se deposita sobre un rodillo sin estiramiento adicional para formar una película extruida. Como alternativa, la placa fundida puede salir a través de la boquilla y ser estirada uniaxialmente mientras se deposita sobre un rodillo frío en el cual se enfría para producir una película colada.

20 En una realización, la placa fundida sale a través de la boquilla y pasa sobre un primer rodillo (es decir, un rodillo frío) el cual solidifica la composición polímera en una película multi-capa. A continuación, la película multi-capa puede orientarse mediante estiramiento de dicha película en una dirección longitudinal y en una dirección transversal. La orientación longitudinal se lleva a cabo generalmente mediante el uso de dos rodillos dispuestos secuencialmente, operando el segundo (o rodillo más rápido) a una velocidad en relación con el rodillo más lento correspondiente a la relación de orientación deseada. Como alternativa, la dirección longitudinal puede llevarse a cabo mediante una serie de rodillos con velocidades incrementadas, a veces con rodillos intermedios adicionales para el control de temperatura y otras funciones.

25 Después de la orientación longitudinal, la película multi-capa puede enfriarse, precalentarse, y pasarse dentro una sección de orientación lateral. La sección de orientación lateral puede incluir, por ejemplo, un mecanismo de marco de tensión, en el que la película multi-capa es estirada en la dirección transversal. A dicha orientación puede seguir el templado y/o transformación adicional. Como alternativa, la película multi-capa puede ser estirada en ambas direcciones al mismo tiempo.

30 Sin desear quedar limitado por teoría alguna, durante el enfriamiento, el alineamiento molecular impuesto por el estiramiento compite favorablemente con la cristalización, y las moléculas polímeras estiradas se condensan en una red cristalina con dominios cristalinos alineados en la dirección de la fuerza de estiramiento. Puede encontrarse divulgación adicional sobre la producción de película biaxial en la Patente de EE.UU. No. 4.029.876 y la Patente de EE.UU. No. 2.178.104, las cuales se incorporan por referencia en la presente invención en su totalidad.

35 En la Figura 2 se ilustran diversas realizaciones de películas multi-capa. Con referencia a la Figura 2, en las configuraciones representadas, las capas PLA están marcadas con A, las capas PORM están marcadas con B, y las capas de poliolefina están marcadas con C. La película multi-capa puede configurarse, por ejemplo, de manera que una capa PORM pueda ser una capa de base tal como se muestra en 210, una capa de núcleo tal como se muestra en 220, o una capa de tapa tal como se muestra en 230. En otras realizaciones, el PORM puede funcionar como una capa de cierre en la que el PORM promueve la adhesión entre capas en las cuales está dispuesto. Por ejemplo, el PORM puede servir como una capa de cierre en una película de 3 capas 240 en la que puede estar dispuesto entre una capa A de PLA y una capa de poliolefina C. En otra realización, el PORM puede servir como una capa de cierre en una película de 5 capas 250 en la que un primer PORM puede estar dispuesto entre una primera capa A de PLA y una capa de poliolefina C y un segundo PORM puede estar dispuesto entre una capa de poliolefina C y una segunda capa A de PLA.

40 La película multi-capa puede tener un espesor total (suma de espesores de todas las capas) de desde 0,0127 mm hasta 3,81 mm, como alternativa de desde 0,0254 mm hasta 1,27 mm, como alternativa de desde 0,0508 mm hasta 0,508 mm. El espesor de las capas individuales (PLA, PORM, o poliolefina) puede ser seleccionada por un experto normal en la técnica con la ayuda de la presente divulgación para lograr las propiedades deseadas por el usuario (es decir, propiedades físicas, propiedades mecánicas, etc.). Por ejemplo, una película multi-capa de la configuración mostrada en la Figura 2, 240, puede tener una capa de poliolefina con un espesor de desde 3% hasta 45% del espesor total de la película multi-capa, como alternativa de desde 5% hasta 20%, como alternativa de desde 5% hasta 10%; un PORM como la capa de cierre con un espesor de desde 0,2% hasta 30%, como alternativa de desde 1,0% hasta 15%, y como alternativa de desde 5% hasta 10%; y una capa PLA con un espesor de desde 1% hasta 50%, como alternativa de desde 5% hasta 40%, y como alternativa de desde 10% hasta 30%.

45 Los artículos multi-componentes de la presente divulgación pueden convertirse en artículos de uso final mediante cualquier procedimiento adecuado. En una realización, esta conversión es un procedimiento de conformación de

plásticos tal como moldeo por soplado, extrusión, moldeo por soplado por inyección, moldeo por soplado de estiramiento por inyección, termoformado, y similares. Los ejemplos de artículos de uso final en los cuales las composiciones polímeras biodegradables del tipo descrito en la presente invención pueden formarse, incluyen envases alimentarios, suministros para oficina, tablas de plástico, tablas de sustitución, cubiertas de patios, soportes estructurales, composiciones para suelos laminadas, substratos de espuma polímeros; superficie decorativas (es decir, moldes decorativos, etc.), materiales para exteriores resistentes a la intemperie, signos y expositores para puntos de venta, artículos para la casa y artículos de consumo, aislamiento para edificios, envases para cosméticos, materiales de sustitución para exteriores, tapas y envases (es decir, para delicatessen, frutas, golosinas y galletas), herramientas, utensilios, piezas par electrónica, piezas para automoción, cierres, cascos protectores. Cápsulas pintura reutilizables, juguetes (por ejemplo, piezas LEGO), instrumentos musicales, cabezas de palos de golf, tuberías, máquinas para oficinas y componentes telefónicos, cabezales para ducha, tiradores para puertas, mandos para grifos, tapacubos, parrillas frontales para automoción, etc.

En una realización, los artículos multi-componentes de la presente invención son fibras (por ejemplo, fibras multi-componente, fibras biocomponente, etc.) para uso en fibras tejidas tales como tejidos que pueden transformarse adicionalmente para formar textiles por ejemplo mediante tejido, tricotado, crocheteado, anudado, prensado de fibras, o combinaciones de los mismos. En otra realización, estas fibras pueden usarse en refuerzos concentrados y fibras tejidas tales como hilados y tejidos para uso como fibras de unión en telas tejidas multi-fibra. Dichas fibras tejidas multi-fibra pueden usarse en la fabricación de alfombras.

En una realización, el artículo multi-componente es una película multi-capa en la que la capa que comprende el modificador reactivo puede funcionar como una capa de núcleo, una capa de cierre, o combinaciones de las mismas. Los artículos de uso final adicionales resultarán obvios para los expertos en la técnica con los beneficios de la presente divulgación.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar una adhesión interfacial mejorada entre los componentes (por ejemplo, PLA y poliolefina) cuando se comparan con otro artículo similar que carece de un componente que comprende un modificador reactivo. En la presente invención, la adhesión interfacial se refiere a una adhesión en la cual las intecaras entre los componentes se mantienen mediante fuerzas intermoleculares, entrecruzamiento de cadenas, o ambas, que emparejan las intercaras de los componentes.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar resiliencia mejorada cuando se comparan con otro artículo similar que carece de un componente que comprende PLA. En la presente invención, resiliencia se refiere a la capacidad de un material para absorber energía cuando se deforma elásticamente y devolverla cuando se descarga. El PLA tiene una resiliencia superior al PE o PP, por lo cual, las composiciones polímeras biodegradables del tipo descrito en la presente invención pueden mostrar una resiliencia mejorada cuando se comparan con otra composición similar que carece de PLA. Por ejemplo, una alfombra preparada a partir de fibras biocomponente del tipo descrito en la presente invención puede resistir el retorcimiento o compresión cuando se aplica una fuerza. Como otro ejemplo, una tejido preparado a partir de fibras multi-componente del tipo descrito en la presente invención puede mostrar una resistencia mejorada al arrugamiento.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar una rigidez mejorada cuando se comparan con otro artículo similar que carece de PLA. El PLA tiene una rigidez superior al PE o PP, por lo cual, el artículo multi-componente puede mostrar una rigidez mejorada cuando se compara con otro artículo similar que carece de un componente PLA. En la presente invención, rigidez se refiere a la resistencia de un material a un cambio de forma. Por ejemplo, en una película multi-capa preparada tal como se describe en la presente invención, el componente PLA puede ser una capa exterior (por ejemplo, una capa de tapa) la cual muestra una resistencia incrementada a abrasiones superficiales tales como rayados, indentaciones, desconchados y similares.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar una capacidad de tñido mejorada comparada con otro artículo similar que carece de un componente PLA. La naturaleza polar de PLA puede proporcionar una compatibilidad mejorada con tintes y/o agentes colorantes que son igualmente típicamente polares. Por ejemplo, una fibra biocomponente puede configurarse en una disposición de núcleo recubierto del tipo previamente descrito en la presente invención, en la que el recubrimiento puede comprender PLA. Como alternativa, una película multi-capa puede configurarse de manera tal que las capas exteriores comprendan PLA. En cualquier realización, la PLA puede ser capaz de absorber un agente colorante o tinte más fácilmente que otro artículo similar que carezca de un componente PLA.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar capacidad de impresión mejorada cuando se comparan con otro artículo similar que carece de un componente PLA. Sin desear teorizar, la naturaleza polar de PLA puede proporcionar capacidad de impresión mejorada y/o un tratamiento superficial mejorado para la impresión. En una realización, las hojas y películas co-extruidas de poliolefinas con PLA como capas de tapa pueden tener características de capacidad de impresión o de tratamiento superficial similares a las observadas con películas y/o hojas de PLA solas.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar una resistencia al rayado mejorada cuando se comparan con otro artículo similar que carece de un componente PLA. El PLA tiene rigidez muy

superior y mejor resistencia al rayado que las poliolefinas. Por ejemplo, las hojas y películas co-extruidas de poliolefinas con PLA como capas de tapa pueden tener resistencia al rayado superficial similar a las películas y/o hojas de PLA solas.

Los artículos multi-componente divulgados en la presente invención pueden mostrar una resistencia al impacto mejorada cuando se comparan con otro artículo similar que carece de un componente PLA. Sin desear teorizar, las hojas y películas de poliolefina son más rígidas que las hojas y películas de PLA. En consecuencia, las hojas y películas co-extruidas de poliolefinas con PLA pueden tener una resistencia al impacto incrementado cuando se comparan con películas y hojas similares preparadas a partir del homopolímero de PLA.

Ejemplos

Habiendo sido descrita la divulgación de manera general, los ejemplos siguientes se dan como realizaciones particulares de la divulgación y para demostrar la práctica y ventajas de los mismos. Se entiende que los ejemplos se dan a modo de ilustración y no destinados a limitar de ninguna manera la memoria descriptiva o las reivindicaciones que siguen. A continuación, salvo que se indique lo contrario la cantidad de componentes en una composición o formulación está presente como porcentajes, los cuales indican el por ciento en peso del componente en base al peso total de la composición.

Ejemplo 1

Se investigó el grado de injertado de GMA sobre polipropileno durante la preparación de un modificador reactivo (es decir, PP-g-GMA). Las muestras se prepararon a partir del uso de una resina de polipropileno base, 3276 y GMA con un punto de inflamación de 85°C y una viscosidad de 2,7 cps. La resina base, 3276, es un homopolímero de polipropileno comercialmente disponible de Total Petrochemicals, en tanto que la GMA estaba comercialmente disponible de Dow Chemical. Los co-monómeros de acrilato multi-funcional fueron SR259 diacrilato de polietileno glicol (200) con una viscosidad de 25 cps y SR351 triacrilato de trimetilopropano (TMTPA) con una viscosidad de 106 cps; ambos están comercialmente disponibles de Sartomer. El iniciador usado fue peróxido LUPERSOL 101 (L101). Las formulaciones están establecidas en la Tabla 3 como partes en peso por cien partes de la resina base (cpr).

La pelusa 3276 se mezcló con el comonómero de acrilato multi-funcional (es decir, GMA) y el iniciador en un mezclador de 50 litros en cantidades de 13,71 kg. A continuación, la pelusa mezclada se introdujo dentro de una extrusora de doble tornillo MICRO-27 a una velocidad del tornillo de 100 rpm con posibilidad de desvolatilización en vacío y una velocidad de paso de 4,57 kg/hora. Los perfiles de las zonas fueron 204,4°C - 204,4°C - 201,6°C - 198,9°C - 193,3°C - 190,5°C - 187,7°C - 185°C - 182,2°C - 182,2°C - 182,2°C - 182,2°C. En la Tabla 9 se resumen los parámetros de transformación experimentales.

Tabla 9

Muestra #	Formulaciones				Parámetros de extrusión				Productos	
	Resina base	GMA (cpr)	Co-monómero (cpr)	L-101 (cpr)	Salida (kg/h)	Tornillo (rpm)	Par (%)	Temp. fusión/Presión (°C/MPa)	MFR (g/10 min)	GMA (%)
#1 (PP)	Pelusa 3276	0		0,05	4,57	100	33	196,4/2,07	15,6	0
#2 (PP-g-GMA-3)	Pelusa 3276	3		0,30	4,57	100	32	153,9/1,725	25,5	~0,2%
#3 (PP-g-GMA-6)	Pelusa 3276	3	1 (SR259)	0,30	4,57	100	29	196,7/1,38	36,2	~3,0%
#4 (PP-g-GMA-7)	Pelusa 3276	1,7	1 (SR351)	0,30	4,57	100	-	-/-	25,6	~2,0%

A continuación, se midió el rendimiento de injertado en base a espectros de Espectrometría Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) de los productos de PP-g-GMA resultantes. Los productos de PP-g-GMA se disolvieron en xileno caliente y se precipitaron en una cantidad en exceso de acetona. Los oligómeros de GMA son solubles en acetona. A continuación, el PP-g-GMA precipitado se secó bajo vacío, y se comprimió con KBr en discos para análisis FTIR. La Figura 1 es los espectros FTIR de las diversas muestras de PP-g-GMA. Con referencia a la Figura 1, la presencia de polipropileno puede detectarse por la aparición de un pico a 2722 cm⁻¹ para todas las muestras. La

Muestra 1 es la re-extrusión de la resina base con 0,05 pcr de peróxido. La Muestra 2 es un PP injertado con GMA, el cual se preparó usando formulaciones de extrusión reactivas convencionales (es decir, en la ausencia de un monómero de acrilato multi-funcional), mostró intensidad del pico C=O despreciable a 1730 cm^{-1} , el pico asignado al GMA injertado, lo que indica que se obtuvo un rendimiento de injertado de GMA mínimo. Sin embargo, cuando estuvo presente un co-monómero de acrilato multi-funcional (Muestras 3 y 4), se observó un fuerte pico C=O.

El examen más a fondo del pico C=O a 1730 cm^{-1} para las Muestras 3 y 4, mostrado en la Figura 2, sugiere que la señal es realmente dos picos solapados que indican que tanto el GMA como el co-monómero de acrilato multi-funcional se injertaron sobre la cadena principal de polipropileno. El pico débil de epoxi a aproximadamente 860 cm^{-1} , el cual se asignó a las moléculas de GMA injertadas sobre las cadenas principales del polipropileno, es igualmente visible en los espectros FTIR.

A continuación, se calculó el rendimiento de injertado (% GMA) en base a los resultados de FTIR, tabulándose los mismos en la Tabla 9, Con GMA como un monómero solo (sin un co-monómero de acrilato multi-funcional), el rendimiento de injertado observado en la Muestra 2 fue despreciable. Sin embargo, a una relación de 3.1 de GMA:co-monómero de acrilato, el rendimiento de injertado se incrementó tal como se observa en las Muestras 3 y 4. El PP-g-GMA preparado tal como se describe en este ejemplo puede combinarse con otros componentes tal como se describe en la presente invención (PP y PLA) para formar composiciones polímeras biodegradables. Sin desear teorizar, el PP-g-GMA de alto injertado puede ser más eficaz en la compatibilización de poliolefina y PLA en las composiciones polímeras biodegradables.

Ejemplo 2

Se investigó la resistencia al despegado de películas multi-capa (por ejemplo, películas de dos capas) que comprenden una poliolefina, un modificador reactivo, y un polímero biodegradable. Se prepararon cuatro muestras de películas de dos capas, designadas como Muestras 5-8, para formar películas de 0,0508 mm de espesor con una capa de PP de 0,0381 mm y una capa PLA de 0,0127 mm de espesor. La Muestra 5, que fue una muestra de control, se preparó a partir de PP3371 (3371), que es un homopolímero de polipropileno comercialmente disponible de Total Petrochemicals USA, Inc. y co-extruida con PLA 6201D (PLA) que es un ácido poliláctico comercialmente disponible de Nature Works LLC. La Muestra 6 se preparó a partir de una mezcla de 3371 con 3% de PP-g-GMA (en la que el PP-g-GMA tiene 2,5% de GMA) y co-extruida con PLA. La Muestra 7 se preparó a partir de una mezcla de 3371 con 3% de LOTADER AX8900 (un modificador reactivo comercialmente disponible de Arkema) y co-extruida con PLA. La Muestra 8, la cual fue una muestra comparativa, se preparó a partir de una mezcla de 3371 con 3% de POLYBOND 3200 que es un reforzador de cavitación que tiene 2,7% de anhídrido maleico comercialmente disponible de Chemtura y co-extruida con PLA. Las Muestras 5-8 se mostraron claras y transparentes después de la extrusión. A continuación, se determinó la resistencia al despegado de cada muestra de acuerdo con ASTM D3330/3330 M-00. En la Tabla 10 están tabulados los componentes de cada muestra y los resultados del ensayo de resistencia al despegado.

Tabla 10

Muestra	Película co-extruida (0,0508 mm)		Resistencia al despegado (N/mm de ancho)
	PP (0,0381 mm)	PLA (0,0127 mm)	
5	3371	PLA 6201D	0
6	3371 + 3% PP-g-GMA	PLA 6201D	0
7	3371 + 3% LOTADER	PLA 6201D	0
8	3371 + 3% POLIBOND	PLA 6201D	0

Los resultados demuestran que para todas las formulaciones ensayadas, las películas resultantes se despegaron fácilmente, lo que indica que la adhesión entre las capas de las películas fue débil. Sin desear teorizar, para películas preparadas a partir de muestras que comprenden únicamente 3% de modificador reactivo (por ejemplo, LOTADER AX8900 o PP-g-GMA) la concentración del modificador reactivo en la intercara entre las capas de PP y PLA puede ser insuficiente. Para películas preparadas a partir de muestras que comprenden dicho modificador reactivo, el modificador reactivo presente en la masa de PP puede haber tenido tiempo insuficiente para migrar dentro de la intercara entre PP y PLA. El PP y PLA en ausencia del modificador reactivo puede haber carecido de suficiente enlaces químicos durante la co-extrusión, dando como resultado capas de película que muestran pobre adhesión.

Ejemplo 3

Se investigó la resistencia al despegado de películas multi-capa que comprenden una poliolefina, un modificador reactivo, y un polímero degradable. Se preparó una muestra de control, designada como Muestra 9, a partir de 3371 la cual se co-extruyó con PLA para formar películas de 0,0508 mm con 0,0305 mm de PP y 0,0127 mm de PLA.

- 5 Se preparan tres muestras, designadas como Muestras 10-12, usando una capa de PP de 0,0305 mm, una capa de cierre de 0,00762 mm y una capa de PLA de 0,0127 mm de espesor. La Muestra 10 se preparó a partir de 3371 co-extruida con PLA y una capa de cierre de PP-g-GMA. La Muestra 11 se preparó a partir de 3371 co-extruida con PLA y una capa de cierre de LOTADER AX8900. La Muestra 12, que fue una muestra comparativa, se preparó a partir de 3371 co-extruida con PLA y una capa de cierre de POLYBOND 3200. A continuación, se determinó la resistencia al despegado de cada muestra tal como se describió en el Ejemplo 2. En la Tabla 11 están tabulados los componentes de cada muestra y los resultados del ensayo de resistencia al despegado.

Tabla 11

Muestra	Película co-extruida (0,0508 mm)			Resistencia al despegado (N/mm de ancho)
	PP (0,0305 mm)	Capa de cierre (0,00762 mm)	PLA (0,0127 mm)	
9	3371	n/a	PLA 6201D	0
10	3371	PP-g-GMA	PLA 6201D	~0,051
11	3371	LOTADER	PLA 6201D	Demasiado fuerte para el ensayo de despegado
12	3371	POLYBOND	PLA 6201D	0

- 15 Los resultados demuestran que la película sin ninguna capa de cierre (n/a) (Muestra 9) y la película con POLYBOND como una capa de cierre (Muestra 12) se despegaron fácilmente. La Muestra 10 con una capa de cierre de PP-g-GMA mostró adhesión incrementada entre las capas con una resistencia al despegado de aproximadamente 0,051 N/mm de ancho. La Muestra 11 con una capa de cierre de LOTADER no fue capaz de despegarse, lo que indica que el LOTADER mejoró la adhesión entre PP y PLA. Sin desear teorizar, el LOTADER que tiene más grupos funcionales (por ejemplo, grupos epoxi) que el PP-g-GMA puede reaccionar en mayor grado con PLA. La reactividad incrementada del LOTADER daría como resultado una cantidad incrementada de enlaces químicos entre PLA y PP y una adhesión intercara mejorada tal como se observa en la Muestra 11.

Ejemplo 4

Se investigó la resistencia al despegado de películas multi-capa del tipo descrito en la presente invención. Se preparó una muestra de control, designada como Muestra 13, a partir de 3371 co-extruida con PLA para formar películas de 0,406 mm de espesor conteniendo 0,3556 mm de PP y 0,0381 mm de PLA.

- 25 Se prepararon tres muestras, designadas como 14-16, y cada una tenía una capa de PP de 0,3556 mm, una capa de cierre de 0,0127 mm, y una capa de PLA de 0,0381 mm de espesor. La muestra 14 se preparó a partir de 3371 co-extruido con PLA y una capa de cierre de PP-g-GMA. La Muestra 15 se preparó a partir de 337 co-extruida con PLA y una capa de cierre de LOTADER AX8900. La Muestra 16, que fue una muestra comparativa, se preparó a partir de 3371 co-extruida con PLA y una capa de cierre de POLYBOND 3200. A continuación, se determinó la resistencia al despegado de cada muestra tal como se describió en el Ejemplo 2. En la Tabla 12 están tabulados los componentes de cada muestra y los resultados del ensayo de resistencia al despegado.

Tabla 12

Muestra	Película co-extruida (0,4064 mm)			Resistencia al despegado (N/mm de ancho)
	PP (0,3556 mm)	Capa de cierre (0,0127 mm)	PLA (0,0381 mm)	
13	3371	n/a	PLA 6201D	0
14	3371	PP-g-GMA	PLA 6201D	~0,0034
15	3371	LOTADER	PLA 6201D	0,0357

(Continuación)

Muestra	Película co-extruida (0,4064 mm)			Resistencia al despegado (N/mm de ancho)
	PP (0,3556 mm)	Capa de cierre (0,0127 mm)	PLA (0,0381 mm)	
16	3371	POLYBOND	PLA 6201D	0

Los resultados demuestran que la película sin ninguna capa de cierre (n/a) (Muestra 13) y la película con POLYBOND como una capa de cierre (Muestra 16) tenía una resistencia al despegado de 0 y se despegó fácilmente, de manera similar a los resultados para la Muestra 9 y 12 del Ejemplo 3. La Muestra 14 con una capa de cierre de PP-g-GMA mostró adhesión incrementada con una resistencia al despegado de 0,0034 N/mm de ancho. La Muestra 16 con una capa de cierre de LOTADER mostró una adhesión incluso superior con una resistencia al despegado de 0,0357 N/mm de ancho.

Se investigó el efecto de orientación de las películas sobre la adhesión de las capas. Las películas se orientaron biaxialmente en una relación de estirado superficial 4x4 a una velocidad de estiramiento de 30 m/min. Una vez más, las películas preparadas a partir de las Muestras 13 y 16 se despegaron fácilmente. La Muestra 14 se arrugó y fue posible despegarla. La Muestra 15 se mostró como una única capa transparente después de orientación biaxial y no pudo despegarse incluso cuando la película se arrugó violentamente.

Aunque se han mostrado y descrito las realizaciones, pueden hacerse modificaciones de las mismas por un experto en la técnica sin apartarse del espíritu y preceptos de la divulgación. Las realizaciones descritas en la presente invención son únicamente ejemplos, y no están destinados a limitarla. Muchas variaciones y modificaciones de las realizaciones divulgadas en la presente invención son posibles y entran dentro del ámbito de la invención. En los casos en que se han establecido expresamente intervalos o limitaciones numéricas, dichos intervalos o limitaciones expresas deberían considerarse que incluyen intervalos o limitaciones iterativas de magnitud similar que caen dentro de los intervalos o limitaciones expresamente establecidas (por ejemplo, desde aproximadamente 1 hasta aproximadamente 10 incluye 2, 3, 4, etc.; mayor de 0,10 incluye 0,11, 0,12, 0,13, etc.). Por ejemplo, en cualquier sitio que se divulgue un intervalo numérico con un límite inferior R_L y un límite superior R_U , cualquier número que caiga dentro del intervalo está específicamente divulgado. En particular, los números siguientes dentro del intervalo están específicamente divulgados: $R = R_L + k \cdot (R_U - R_L)$, en donde k es un intervalo variable de desde 1 por ciento hasta 100 por ciento con un 1 por ciento de incremento, es decir, k es 1 por ciento, 2 por ciento, 3 por ciento, 4 por ciento, 5 por ciento, ..., 50 por ciento, 51 por ciento, 52 por ciento, ..., 95 por ciento, 96 por ciento, 97 por ciento, 98 por ciento, 99 por ciento, o 100 por ciento. Más aún, cualquier intervalo numérico definido por dos números R tal como se ha definido anteriormente está igualmente específicamente divulgado. El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación se entiende que significa que el elemento sujeto se requiere, o como alternativa, que no se requiere. Ambas alternativas se entiende que entran dentro del ámbito de la reivindicación. El uso de términos más amplios tales como comprende, incluye, que tiene, etc., debería de entenderse que proporciona soporte para términos más reducidos tales como consiste en, consiste esencialmente en, comprendido substancialmente por, etc.

De acuerdo con ello, el alcance de protección no está limitado por la descripción expuesta anteriormente, sino que únicamente está limitado por las reivindicaciones que siguen, incluyendo dicho ámbito todos los equivalentes de la materia sujeto de las reivindicaciones. Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan dentro de la memoria descriptiva como una realización de la presente invención. En consecuencia, las reivindicaciones son una descripción adicional y son una adición a las realizaciones de la presente divulgación. La exposición de una referencia no es una admisión de que sea la técnica anterior a la presente invención, especialmente cualquier referencia que puede tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de la presente solicitud. Las divulgaciones de todas las patentes, solicitudes de patentes, y publicaciones citadas en la presente invención son por ello incorporadas por referencia, hasta el grado que ellas proporcionen ejemplos, procedimientos, u otros detalles suplementarios a los establecidos en la presente invención.

5 co-extrusión de un componente de núcleo y un componente de recubrimiento, en el que el componente de núcleo consiste en una poliolefina y una poliolefina epoxi-funcionalizada y el componente de recubrimiento comprende un ácido poliláctico y opcionalmente además comprende la co-extrusión de un tercer componente de fibra con los componentes de núcleo y de recubrimiento, en el que el tercer componente de fibra comprende una poliolefina en la ausencia de la poliolefina epoxi-funcionalizada.

FIG. 1

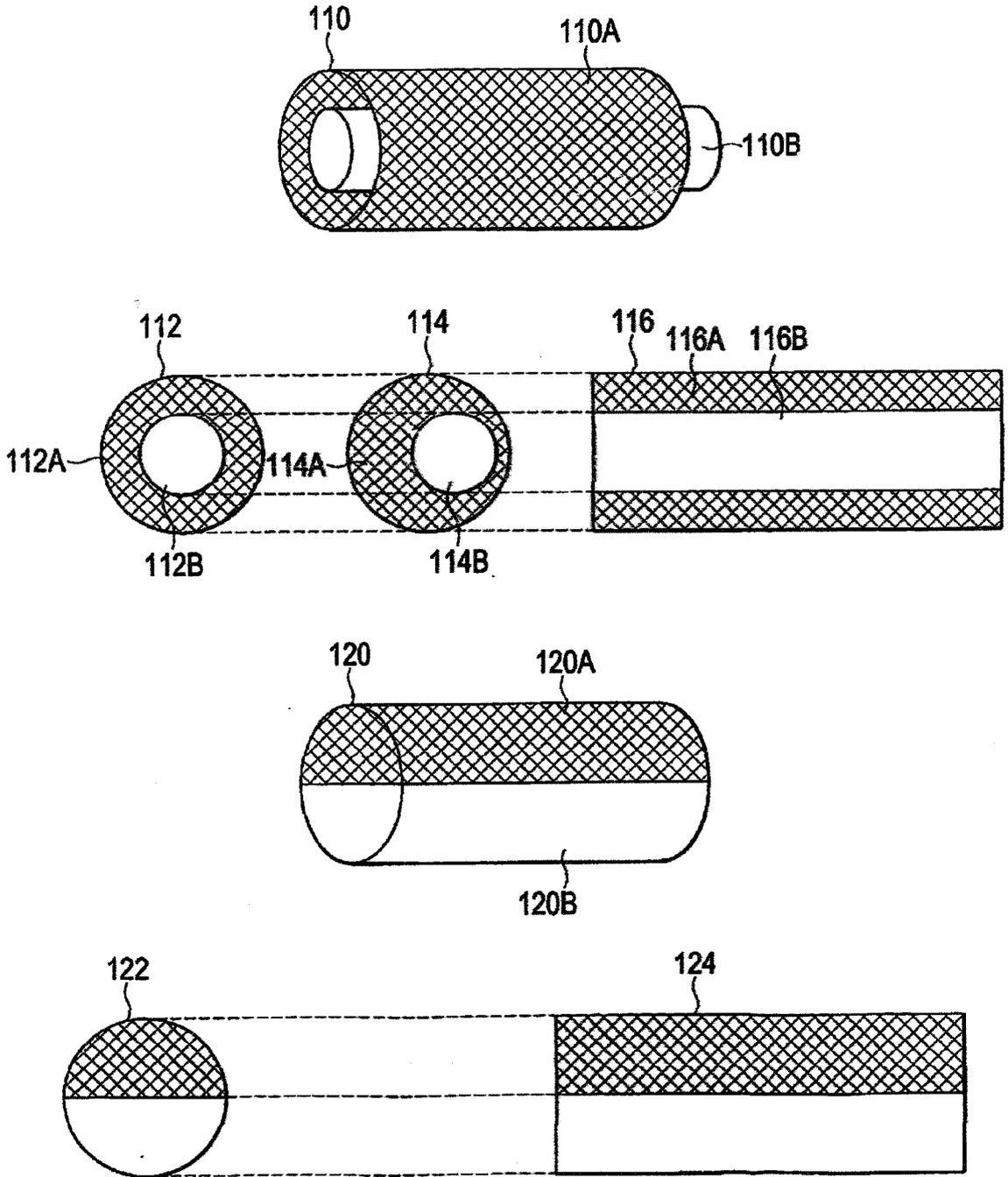


FIG. 2

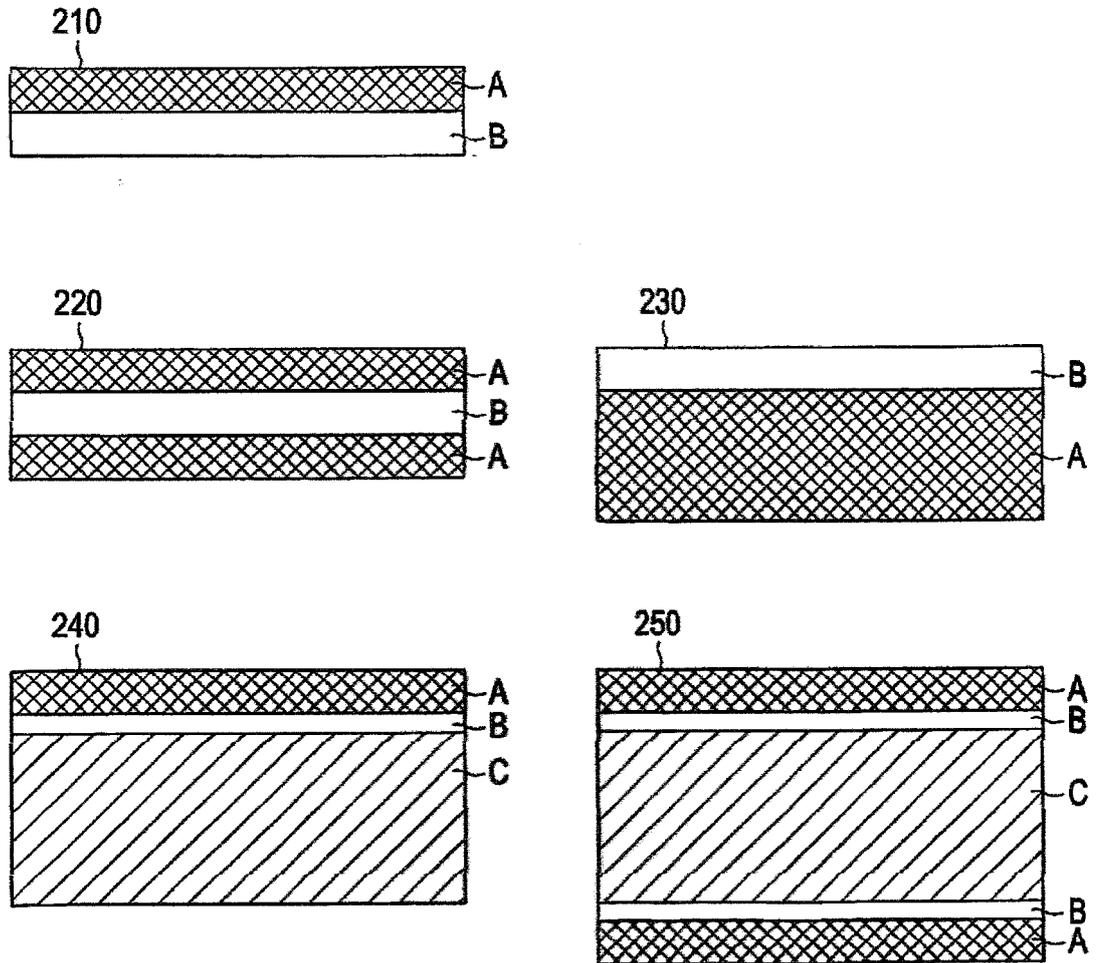


FIG. 3

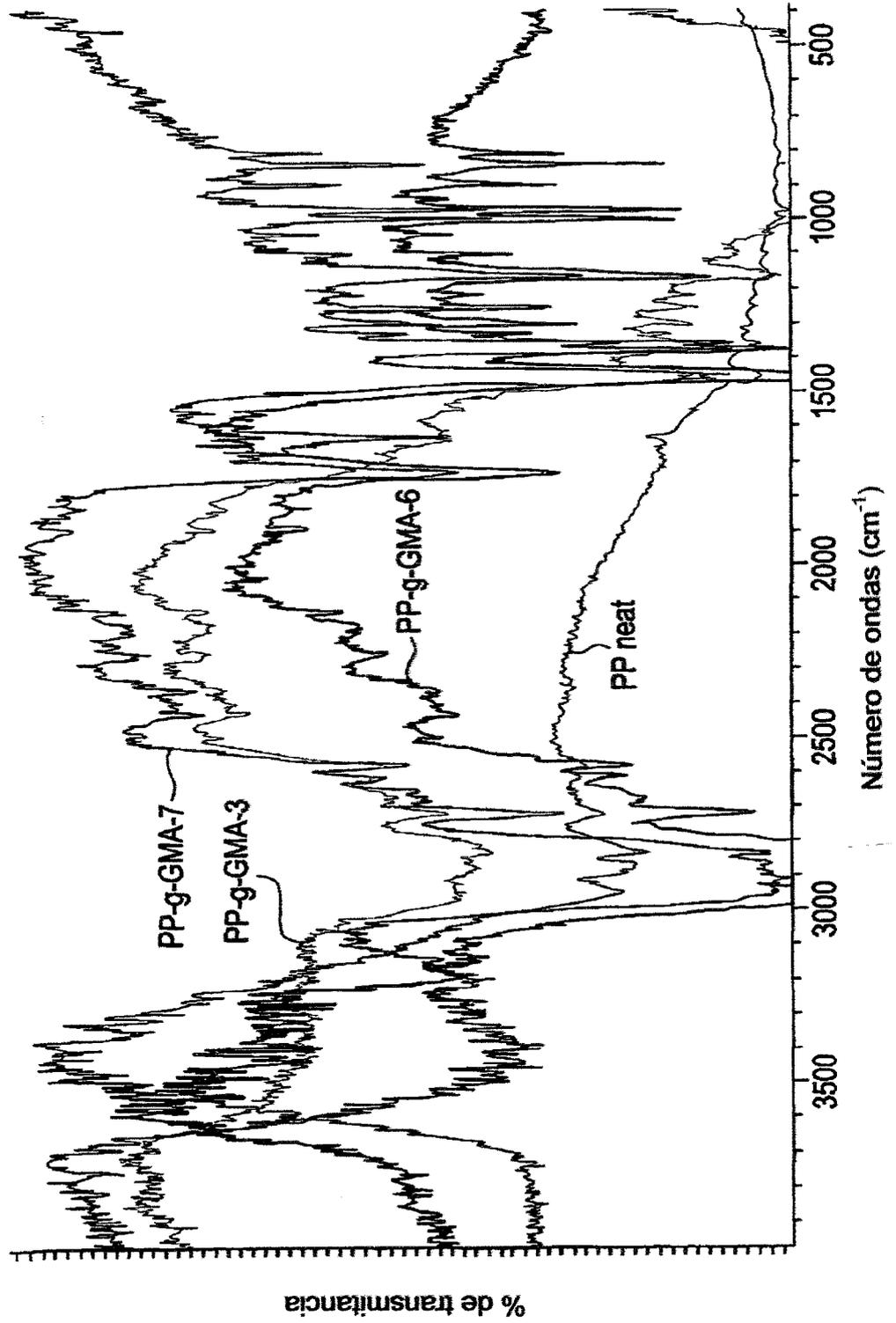


FIG. 4

