

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 636 785**

51 Int. Cl.:

C08G 63/08 (2006.01)

C08G 63/66 (2006.01)

C08J 5/18 (2006.01)

B65D 65/46 (2006.01)

C08G 18/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2012 PCT/KR2012/004483**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.12.2012 WO12169790**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2012 E 12797392 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2719715**

54 Título: **Película de envasado que comprende un copolímero de lactida**

30 Prioridad:

07.06.2011 KR 20110054751

07.06.2012 KR 20120060882

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

09.10.2017

73 Titular/es:

**LG CHEM, LTD. (100.0%)
128 Yeoui-daero Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR**

72 Inventor/es:

**SHIM, DO-YONG;
YOON, SUNG-CHEOL;
PARK, SEUNG-YOUNG y
SOHN, JUNG-MIN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 636 785 T3

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

DESCRIPCIÓN

Película de envasado que comprende un copolímero de lactida

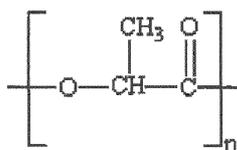
[Campo técnico]

5 La presente invención se refiere a una película de envasado que incluye un copolímero de lactida. Más específicamente, la presente invención se refiere a una película de envasado que incluye un copolímero de lactida que tiene buena flexibilidad además de excelentes propiedades tales como propiedades mecánicas y procesabilidad y preferiblemente que puede aplicarse como material de envasado.

[Antecedentes de la invención]

10 La polilactida (o poli(ácido láctico)) es una clase de resina que incluye la unidad de repetición representada por la siguiente fórmula general. Tal resina de polilactida es un material que tiene una resistencia mecánica apropiada que se acerca a la de las resinas derivadas del petróleo junto con características respetuosas con el medio ambiente tales como capacidad de reciclaje como recurso que puede volver a producirse, menos generación de CO₂ (un gas de efecto invernadero) durante la producción que las resinas previas, y biodegradabilidad por la humedad y los microorganismos en el vertedero, porque se basa en una biomasa a diferencia de las resinas derivadas del petróleo previas:

[Fórmula general]



20 Como método de preparación de la resina de polilactida, se conoce el método de llevar a cabo una policondensación directa de ácido láctico o una polimerización con apertura de anillo de monómero de lactida en presencia de un catalizador organometálico. Entre ellas, en el método de policondensación directa es muy difícil eliminar eficaz la humedad que es subproducto debido a que la viscosidad aumenta rápidamente en el procedimiento de la policondensación. Así, es difícil obtener el polímero que tiene un alto peso molecular promedio en peso de 100.000 o más, y por tanto es difícil asegurar propiedades físicas y mecánicas suficientes de la resina de polilactida. Mientras tanto, el método de polimerización con apertura de anillo de monómero de lactida es más complicado en el procedimiento de preparación y requiere mayor coste que la policondensación porque el monómero de lactida se prepara a partir de un ácido láctico por adelantado, pero se ha usado comercialmente porque la resina que tiene un peso molecular relativamente alto puede obtenerse de manera relativamente fácil a través de la polimerización con apertura de anillo de lactida usando un catalizador organometálico y el control de la velocidad de polimerización es favorable.

30 Tal polilactida se ha usado principalmente para envases/recipientes desechables, recubrimiento, formación, película/lámina y fibra, y recientemente, está intentándose de forma activa usar la resina de polilactida para usos semipermanentes tales como una carcasa de teléfono móvil o un interior de vehículo, después de mezclar la misma con resinas previas tales como acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), policarbonato, polipropileno, y similares de modo que se refuercen las propiedades. Sin embargo, la resina de polilactida tiene una debilidad en sus propias propiedades, al hidrolizarse por el catalizador usado en la preparación o la humedad en el aire.

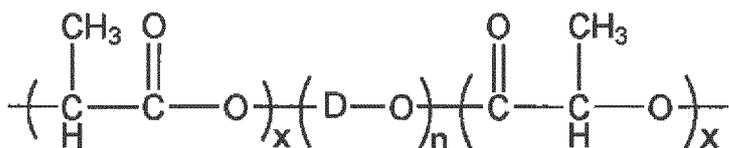
40 Particularmente, cuando se procesa la resina de polilactida o un copolímero que incluye la misma para dar una película y se usa como material de envasado desechable, la debilidad en las propiedades tales como una débil resistencia a los impactos y mala flexibilidad es un enorme contratiempo para diversas ampliaciones de mercado. El documento JP09-143239A da a conocer un copolímero adecuado para su uso como película de envasado, obtenido haciendo reaccionar un poliisocianato con un poliéster eterpoliol obtenido de la polimerización de unidades de lactida en un poliéter poliol tal como polietilenglicol o polipropilenglicol.

[Sumario de la invención]

45 La presente invención proporciona una película de envasado que incluye un copolímero de lactida que no tiene ningún problema de contaminación o toxicidad al tiempo que tiene buena flexibilidad además de excelentes propiedades tales como propiedades mecánicas, transparencia y procesabilidad, y que puede aplicarse preferiblemente al envasado de alimentos y similares.

- 5 La presente invención proporciona una película de envasado que incluye un copolímero de lactida que incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1 en la que los segmentos duros de unidades de repetición de polilactida se unen a ambos extremos de los segmentos blandos de la unidad de repetición de poliéter polioliol, en la que las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan entre sí a través de la intermediación de grupos conectores de uretano derivados de un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3:

[Fórmula química 1]



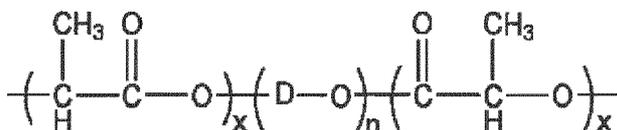
- 10 en la fórmula química 1, D es un grupo alquileo C₂-C₁₀ lineal o ramificado, x es independientemente un número entero de 30 a 500, y n es un número entero de 30 a 1.000.

[Descripción detallada de la realización]

A continuación en el presente documento, se explica con más detalle la película de envasado según una realización específica de la invención.

- 15 Según una realización de la invención, se proporciona una película de envasado que incluye un copolímero de lactida que incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1 en la que los segmentos duros de unidades de repetición de polilactida se unen a ambos extremos de los segmentos blandos de la unidad de repetición de poliéter polioliol, en la que las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan entre sí a través de la intermediación de grupos conectores de uretano derivados de un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3:

- 20 [Fórmula química 1]



en la fórmula química 1, D es un grupo alquileo C₂-C₁₀ lineal o ramificado, x es independientemente un número entero de 30 a 500, y n es un número entero de 30 a 1.000.

La película de envasado incluye un copolímero de lactida que satisface una determinada característica estructural.

- 25 Tal copolímero de lactida incluye la unidad de repetición copolimerizada en bloque de fórmula química 1 en la que los segmentos duros de unidades de repetición de polilactida se unen a ambos extremos de los segmentos blandos de la unidad de repetición de poliéter polioliol derivados de polialquilenglicol.

- 30 Y, tales unidades de repetición copolimerizadas en bloque se incluyen en una pluralidad, 2 o más, en el copolímero, y estas unidades de repetición de copolímero se conectan entre sí a través de la intermediación del grupo conector de uretano. Más específicamente, el grupo conector de uretano se deriva de un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3, y puede incluir los enlaces uretano formados mediante la reacción de grupos hidroxilo terminales derivados de la unidad de repetición de polilactida y los grupos isocianato derivados del compuesto de isocianato polivalente de más de 2 y menos de 3 por grupo conector de uretano en promedio.

- 35 En este momento, por ejemplo, que el equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3 puede significar que el compuesto de diisocianato cuyo equivalente de grupo isocianato es de 2 y el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato es de 3 o más se incluyen juntos en el compuesto de isocianato polivalente que tiene el equivalente de más de 2 y menos de 3 en forma de mezcla, y el número promedio (es decir, equivalente) de los grupos isocianato por molécula incluidos en la mezcla de compuesto de isocianato polivalente total es de más de 2 y menos de 3. Según tal origen del compuesto de isocianato polivalente, dicho grupo conector de uretano puede incluir juntos el grupo conector lineal que incluye 2 enlaces

uretano por molécula y el grupo conector ramificado que incluye 3 o más enlaces uretano por molécula.

Por tanto, la pluralidad de unidades de repetición copolimerizadas en bloque incluidas en el copolímero de lactida pueden conectarse entre sí a través de la intermediación del grupo conector de uretano lineal parcialmente, y el resto pueden conectarse entre sí mediante el grupo conector de uretano ramificado.

5 Según la estructura de tal unidad de repetición copolimerizada en bloque y la estructura de conexión de estas unidades de repetición, el copolímero de lactida incluye un determinado segmento blando y puede mostrar flexibilidad superior con respecto a resinas de polilactida o copolímeros de lactida conocidos previos. Y, puesto que tal segmento blando para mejorar la flexibilidad se une en el copolímero de lactida mediante dichas estructuras de conexión, existe menos preocupación sobre la emisión del segmento blando durante el procesamiento o uso. Por
10 tanto, la película de envasado de una realización que incluye tal copolímero de lactida puede presentar buena flexibilidad adecuado como material para el envasado de alimentos, y no hay sustancialmente ninguna preocupación sobre que se contaminen los alimentos por la emisión del componente de segmento blando.

Y, tal como se ve respaldado por los ejemplos más adelante, debido a la estructura por la que se conectan las unidades copolimerizadas en bloque a través de la intermediación de determinados grupos conectores de uretano,
15 concretamente los grupos conectores derivados del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3, el copolímero de lactida puede tener mayor peso molecular incluso en las mismas condiciones de polimerización y, por tanto, la película de envasado de una realización puede tener excelentes propiedades mecánicas. Además, debido a tal estructura de conexión, puede resultar fácil controlar el peso molecular del copolímero de lactida y las propiedades de la película de envasado según el mismo.

Y, tanto el grupo conector de uretano lineal que incluye 2 enlaces uretano como el grupo conector de uretano ramificado que incluye 3 o más enlaces uretano se incluyen en el copolímero de lactida dado a conocer anteriormente, y las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se unen a través de la intermediación de tales grupos conectores de uretano. Debido a tal estructura de conexión, el copolímero de lactida puede incluir tanto la cadena de copolímero lineal como la cadena de copolímero ramificado junto con una razón apropiada. Como
20 resultado, el copolímero de lactida puede mostrar mayor viscosidad del fundido al mismo peso molecular, y por tanto puede presentar una procesabilidad en estado fundido más excelente. Por consiguiente, la película de envasado que incluye tal copolímero de lactida puede prepararse fácilmente mediante procesamiento en estado fundido.

Si el grupo conector de uretano se deriva del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de 3 o más, la unidad de repetición copolimerizada en bloque puede tener la estructura conectada principalmente por el grupo conector de uretano ramificado. En este caso, el peso molecular del copolímero de lactida puede aumentar excesivamente, y puede ser difícil un procesamiento eficaz debido a gelificación. Por el contrario, si el grupo conector de uretano se deriva del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de 2 o menos, la unidad de repetición copolimerizada en
30 bloque puede tener la estructura conectada principalmente por el grupo conector de uretano lineal. En este caso, el peso molecular del copolímero de lactida o las propiedades mecánicas de la película de envasado que incluye el mismo pueden ser insuficientes y puede reducirse la procesabilidad debido a que la viscosidad del fundido es excesivamente baja.

Mientras tanto, el copolímero de lactida que incluye los grupos conectores de uretano que tiene el equivalente de más de 2 y menos de 3 y la película de envasado de una realización que incluye el mismo no tienen sustancialmente ningún problema de toxicidad o contaminación al tiempo que tienen excelentes propiedades tales como propiedades mecánicas, y pueden presentar excelente flexibilidad suficiente para usarse para el envasado de alimentos.

A continuación en el presente documento, se explica con más detalle la película de envasado. En primer lugar, se explican con más detalle el copolímero de lactida que compone la película y el método de preparación de la misma, y luego se explican el método de formación de la propia película y las características de la película.

45 En el copolímero de lactida, cada unidad de repetición copolimerizada en bloque de fórmula química 1 puede tener el peso molecular promedio en peso de aproximadamente 50.000 a 200.000, o de aproximadamente 70.000 a 180.000, y el copolímero de lactida en el que se conecta una pluralidad de tales unidades de repetición copolimerizadas puede tener el peso molecular promedio en peso de aproximadamente 100.000 a 1.000.000, o de aproximadamente 100.000 a 500.000. Tal copolímero de lactida puede presentar y mantener las excelentes propiedades mecánicas tales como buena resistencia mecánica y similares porque puede tener tal alto peso molecular, y por tanto la película de envasado que incluye el mismo puede usarse muy preferiblemente como diversos materiales de envasado.

Y, el copolímero de lactida incluye una pluralidad de la unidad de repetición copolimerizada en bloque de fórmula química 1 que incluye el segmento blando de la unidad de repetición de poliéter poliol junto con el segmento duro de
55 unidad de repetición de polilactida. En tal unidad de repetición copolimerizada en bloque, el segmento blando de la

unidad de repetición de poliéter polioliol puede ser una unidad de repetición derivada de un polímero de poliéter polioliol, por ejemplo un polialquilenglicol C₂-C₈. Más específicamente, la unidad de repetición de poliéter polioliol puede ser una unidad de repetición de polialquilenglicol seleccionada del grupo que consiste en la unidad de repetición de polietilenglicol (PEG), la unidad de repetición de poli(1,2-propilenglicol), la unidad de repetición de poli(1,3-propanodiol), la unidad de repetición de politetrametilenglicol y la unidad de repetición de polibutilenglicol.

Y, tal unidad de repetición de poliéter polioliol puede tener el peso molecular promedio en número de aproximadamente 1.000 a 15.000, de aproximadamente 2.000 a 13.000, o de aproximadamente 3.000 a 10.000. Debido a que incluye la unidad de repetición de poliéter polioliol que tiene un alto peso molecular de tal intervalo como segmento blando, el copolímero de lactida y la película de envasado que incluye el mismo pueden presentar y mantener una flexibilidad más excelente, y por tanto pueden mostrar propiedades mecánicas mejoradas adicionalmente porque el copolímero tiene mayor peso molecular.

Además, en el copolímero de lactida dado a conocer anteriormente, cada unidad de repetición copolimerizada en bloque puede incluir de aproximadamente el 50 al 95% en peso o de aproximadamente el 60 al 90% en peso de los segmentos duros, y el resto de los segmentos blandos, por ejemplo de aproximadamente el 5 al 50% en peso o de aproximadamente el 10 al 40% en peso de los segmentos blandos. Si el contenido de los segmentos duros es demasiado bajo, pueden reducirse las propiedades mecánicas tales como la resistencia mecánica del copolímero de lactida y la película de envasado, por el contrario, si el contenido de los segmentos duros es excesivamente alto o el contenido de los segmentos blandos es demasiado bajo, empeora la flexibilidad del copolímero de lactida y la película de envasado y la película de envasado puede rasgarse fácilmente o ser difícil de usar. Además, si el contenido del segmento blando es excesivamente alto, el copolímero de lactida puede degradarse y puede surgir el problema de que se reducen aún más las propiedades mecánicas de la película de envasado. Parece deberse a que el segmento blando actúa como una especie de iniciador y puede fomentar la despolimerización o degradación del copolímero de lactida, particularmente el segmento duro de la unidad de repetición de polilactida.

Y, el copolímero de lactida incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1, y tales unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan con los grupos conectores de uretano derivados del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3, de aproximadamente 2,1 a 2,9, o de aproximadamente 2,2 a 2,8. Más concretamente, tal grupo conector de uretano puede incluir un enlace uretano formado mediante la reacción de grupos hidroxilo terminales derivados de la unidad de repetición de polilactida y los grupos isocianato derivados del compuesto de isocianato polivalente, y de más de 2 y menos de 3 enlaces uretano se incluyen en un grupo conector de uretano en promedio y las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan entre sí por los enlaces.

Por ejemplo, el compuesto de isocianato polivalente para la formación de tal grupo conector de uretano puede incluir juntos el compuesto de diisocianato cuyo equivalente de grupo isocianato es de 2 y el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato es de 3 o más, por ejemplo, en forma de mezcla, de modo que se satisfaga el intervalo equivalente de más de 2 y menos de 3 dado a conocer anteriormente.

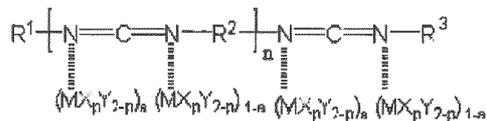
En este momento, como ejemplo del compuesto de diisocianato, pueden usarse diisocianato de etileno, 1,4-diisocianato de tetrametileno, 1,6-diisocianato de hexametileno (HDI), 1,2-diisocianato de dodecano, 1,3-diisocianato de ciclohexano, 1,4-diisocianato de ciclohexano, 2,4-diisocianato de hexahidrotolueno, 2,6-diisocianato de hexahidrotolueno, hexahidro-1,3-diisocianato de fenileno, hexahidro-1,4-diisocianato de fenileno, perhidro-2,4-diisocianato de difenilmetano, perhidro-4,4'-diisocianato de difenilmetano, 1,3-diisocianato de fenileno, 1,4-diisocianato de fenileno, 1,4-diisocianato de estilbena, 3,3'-dimetil-4,4'-diisocianato de difenileno, 2,4-diisocianato de tolueno (TDI), 2,6-diisocianato de tolueno, 2,4'-diisocianato de difenilmetano (MDI), 2,2'-diisocianato de difenilmetano, 4,4'-diisocianato de difenilmetano o 1,5-diisocianato de naftaleno, y como ejemplo del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato es de 3 o más, puede usarse un diisocianato seleccionado del grupo que consiste en un oligómero de los compuestos de diisocianato anteriores, un polímero de los compuestos de diisocianato anteriores, un multímero de tipo cíclico de los compuestos de diisocianato anteriores, isocianurato de diisocianato de hexametileno, un compuesto de triisocianato, y un isómero de los mismos.

El compuesto de isocianato polivalente que satisface el intervalo equivalente promedio de más de 2 y menos de 3 puede obtenerse incluyendo el compuesto de diisocianato y el compuesto de isocianato polivalente que tiene el equivalente de 3 o más en una razón apropiada, y el grupo conector de uretano para conectar las unidades de repetición copolimerizadas en bloque puede formarse usando los mismos. Como resultado, tal como se dio a conocer anteriormente, el copolímero de lactida puede mostrar mayor peso molecular y excelentes propiedades mecánicas según esto, además de una viscosidad del fundido apropiada y procesabilidad mejorada. Las propiedades del copolímero de lactida se reflejan en la película de envasado de una realización, y por tanto la película de envasado puede prepararse fácilmente y puede presentar propiedades mecánicas superiores.

Mientras tanto, aunque se explicará más adelante con más detalle, el copolímero de lactida puede obtenerse mediante una polimerización con apertura de anillo de un monómero de lactida usando un catalizador específico en presencia de un macroiniciador de un polímero que forma la unidad de repetición de poliéter polioliol. Tal catalizador

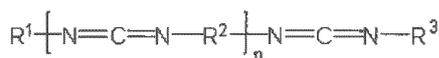
específico puede ser un catalizador que incluye el complejo organometálico de la siguiente fórmula química 2 o una mezcla de los compuestos de las siguientes fórmulas químicas 3 y 4:

[Fórmula química 2]



5 [Fórmula química 3]

[Fórmula química 4]



10 en las fórmulas químicas 2 a 4, n es un número entero de 0 a 15, p es un número entero de 0 a 2, M es Sn o Zn, R¹ y R³ son iguales o diferentes entre sí y, respectivamente, hidrógeno, un alquilo C₃-C₁₀ sustituido o no sustituido, un cicloalquilo C₃-C₁₀ sustituido o no sustituido o un arilo C₆-C₁₀ sustituido o no sustituido, R² es un alquileno C₃-C₁₀ sustituido o no sustituido, un cicloalquileno C₃-C₁₀ sustituido o no sustituido o un arileno C₆-C₁₀ sustituido o no sustituido, y X e Y son independientemente grupo alcoxilo o carboxilo.

15 Mediante tal catalizador, es posible llevar a cabo la polimerización con apertura de anillo del monómero de lactida para formar los segmentos duros, y las unidades de repetición copolimerizadas en bloque pueden obtenerse a través del procedimiento en que se copolimerizan tales segmentos duros con los segmentos blandos derivados del macroiniciador, y el copolímero de lactida puede prepararse conectando entre sí tales unidades de repetición copolimerizadas en bloque.

20 De ese modo, tal catalizador específico tiene una actividad de polimerización muy superior a la de los catalizadores conocidos previos, y hace que sea posible preparar la unidad de repetición de polilactida de alto peso molecular incluso con una pequeña cantidad. Por tanto, el copolímero de lactida puede tener el alto peso molecular promedio en peso dado a conocer anteriormente, debido al alto peso molecular del segmento duro y el segmento blando y la estructura de conexión de las unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1. Así, el copolímero de lactida y la película de envasado que incluye el mismo pueden presentar excelentes propiedades mecánicas.

25 Además, debido a la excelente actividad del catalizador, el copolímero de lactida puede prepararse con menos cantidad del catalizador, y la cantidad de metal residual en el copolímero de lactida, concretamente, la cantidad de estaño o zinc residual procedente del catalizador, puede disminuirse hasta aproximadamente 20 ppm o menos o de aproximadamente 4 a 20 ppm. Como resultado, existe menos preocupación sobre que el catalizador residual (metal) provoque despolimerización o degradación del copolímero de lactida o la película de envasado y haga que empeoren las propiedades mecánicas de los mismos, y no hay sustancialmente ninguna preocupación sobre que el metal residual provoque un problema de contaminación o toxicidad.

35 Además, en el caso de usar el catalizador complejo de fórmula química 2, el contenido del componente basado en carbodiimida residual procedente de tal catalizador, concretamente, el contenido residual de todos los componentes excepto MX_pY_{2-p}, puede ser aproximadamente menor del 0,2% en peso o aproximadamente menor del 0,15% en peso por copolímero total, y el contenido del componente basado en carbodiimida residual de fórmula química 3 puede ser aproximadamente menor del 0,2% en peso o aproximadamente menor del 0,15% en peso incluso en el caso de usar el catalizador de mezcla de las fórmulas químicas 3 y 4.

Y, el copolímero de lactida puede incluir el monómero de lactida residual de aproximadamente el 1,0% en peso o menos, por ejemplo aproximadamente el 0,8% en peso o menos, basado en el peso del mismo.

40 De esta manera, puesto que el copolímero de lactida tiene un alto peso molecular y excelentes propiedades mecánicas al tiempo que tiene un bajo contenido del catalizador residual (metal y similares) o el monómero de lactida residual, puede suprimirse la degradación o despolimerización durante el procesamiento o uso y resulta posible presentar y mantener excelentes propiedades mecánicas como la resistencia mecánica. Y, puede minimizarse el problema de contaminación o toxicidad debido al catalizador o monómero residual. Como resultado, la película de envasado que incluye el copolímero de lactida puede usarse como diversos materiales de envasado
45 tales como materiales de envasado para alimentos muy preferiblemente, debido al riesgo minimizado de contaminación o toxicidad.

5 Y, el copolímero de lactida puede incluir el metal residual de estaño o zinc procedente del catalizador en forma del propio catalizador, concretamente, en forma de catalizador residual que incluye el complejo organometálico de la siguiente fórmula química 2 o la mezcla de los compuestos de las siguientes fórmulas químicas 3 y 4. En este momento, MX_pY_{2-p} unido en la fórmula química 2 o MX_pY_{2-p} de fórmula química 4 pueden ser 2-etilhexanoato de estaño (II) ($Sn(Oct)_2$).

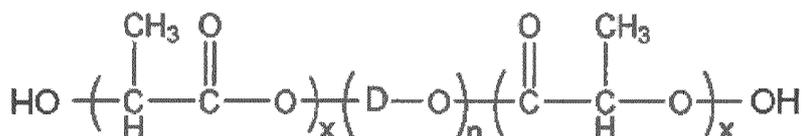
10 Puesto que el copolímero de lactida dado a conocer anteriormente incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque que incluyen segmento duro-segmento blando-segmento duro que consisten en la unidad de repetición de polilactida-la unidad de repetición de poliéter poliol-la unidad de repetición de polilactida, puede mostrar biodegradabilidad única con respecto a la resina basada en biomasa. Además, es muy fácil controlar el peso molecular de la resina porque tiene la estructura en la que las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan a través de la intermediación de grupos conectores de uretano específicos. Por tanto, el copolímero de lactida puede presentar propiedades mecánicas mejoradas adicionalmente, y pueden mejorarse aún más debido a un mayor peso molecular. Además, puesto que el copolímero de lactida tiene la estructura de conexión intermediada por los grupos conectores de uretano específicos, puede satisfacer al mismo tiempo una viscosidad del fundido apropiada y procesabilidad excelente.

Además, puesto que el copolímero de lactida y la película de envasado que incluye el mismo incluyen el segmento blando de la unidad de repetición de poliéter poliol, pueden mostrar al mismo tiempo las características de flexibilidad aparentemente mejorada (por ejemplo, alto alargamiento y bajo módulo) y excelente transparencia.

20 Por tanto, la película de envasado que incluye el copolímero de lactida dado a conocer anteriormente puede usarse muy preferiblemente como materiales de envasado de diversos campos, incluyendo un material de envasado para alimentos.

25 En segundo lugar, el método de preparación de dicho copolímero de lactida se explica de manera concreta. El método de preparación del copolímero de lactida puede incluir las etapas de: formar el copolímero de bloque de fórmula química 1a llevando a cabo una polimerización con apertura de anillo de un monómero de lactida en presencia de un catalizador que contiene estaño o zinc y un iniciador que incluye un polímero de poliéter poliol; y hacer reaccionar el copolímero de bloque de fórmula química 1a con un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3:

[Fórmula química 1a]



30 en la fórmula química 1a, D es un grupo alquileo C_2 - C_{10} lineal o ramificado, x es independientemente un número entero de 30 a 500, y n es un número entero de 30 a 1.000.

35 Según tal método de preparación, dicho copolímero de lactida puede prepararse formando el segmento duro de la unidad de repetición de polilactida y uniendo el mismo al segmento blando derivado del iniciador del polímero de poliéter poliol de modo que se prepare el copolímero de bloque de fórmula química 1a en la primera etapa, y uniendo el mismo a un determinado compuesto de diisocianato polivalente de nuevo en la segunda etapa.

40 En este momento, el polímero de poliéter poliol actúa como una especie de macroiniciador cuando se forma la unidad de repetición de polilactida, el segmento duro. Concretamente, tal macroiniciador inicia la reacción uniéndose al monómero de lactida junto con el catalizador organometálico mientras se abre el anillo, y la cadena se extiende de manera continua de modo que se forma el segmento duro y el copolímero de bloque que incluye el mismo. Concretamente, puesto que los grupos hidroxilo de ambos extremos del polímero de poliéter poliol inician la polimerización con apertura de anillo y extienden la cadena, el copolímero de bloque formado mediante esto puede tener la estructura en la que los segmentos duros se unen a ambos extremos del polímero de poliéter poliol, concretamente, el segmento blando.

45 Por tanto, dicho copolímero de lactida puede prepararse haciendo reaccionar el copolímero de bloque formado como esto con el compuesto de isocianato polivalente.

En tal método de preparación, el catalizador que contiene estaño o zinc puede ser un catalizador que incluye el complejo organometálico de fórmula química 2 o una mezcla de los compuestos de las fórmulas químicas 3 y 4 dados a conocer anteriormente. Usando tal catalizador específico, el copolímero de lactida preparado finalmente

5 puede satisfacer el bajo contenido de metal residual y alto intervalo de peso molecular, y puede satisfacer las excelentes propiedades dadas a conocer anteriormente. Como resultado, el copolímero de lactida puede presentar resistencia a la hidrólisis y resistencia al calor mejoradas adicionalmente al tiempo que tiene un mayor peso molecular que los polímeros conocidos previos y excelentes propiedades mecánicas debido a esto, porque se suprime la degradación en uso debido al bajo contenido de metal residual. Es por lo que dicho catalizador muestra actividad de polimerización superior a los catalizadores previos usados y hace que sea posible preparar el segmento duro y el copolímero de lactida que tiene alto peso molecular incluso con una pequeña cantidad.

10 Concretamente, debido a la excelente actividad del catalizador, puede prepararse el copolímero de lactida que tiene mayor peso molecular en presencia de una pequeña cantidad de catalizador, y puede suprimirse la despolimerización o degradación durante o después de la polimerización. Por tanto, el copolímero puede presentar propiedades mecánicas más excelentes y resistencia a la hidrólisis superior en condiciones de alta temperatura y humedad, porque puede minimizarse el contenido de monómero y catalizador residual que queda en el copolímero de lactida después de la polimerización.

15 Y, el copolímero de lactida muestra menor acidez de la conocida. Por consiguiente, puede impedirse que se degraden el copolímero de lactida o un producto preparado a partir del mismo o disminuya su peso molecular en uso, y por tanto pueden mostrar resistencia a la hidrólisis o resistencia al calor mejorada adicionalmente. Además, las propiedades mecánicas y físicas (flexibilidad, etcétera) del copolímero de lactida pueden mantenerse de manera más excelente.

A continuación se explican principios y causas no limitados de esto.

20 En el procedimiento de preparación del (co)polímero de lactida, por ejemplo, se usa un catalizador que contiene estaño o zinc para la polimerización con apertura de anillo, y partes de tal catalizador permanecen inevitablemente en el (co)polímero final preparado. Sin embargo, tal catalizador residual puede combinarse en el extremo del (co)polímero, y tal combinación puede generar una reacción de transesterificación con ácido carboxílico y similares, y provocar degradación del (co)polímero o disminución de su peso molecular. Además, el monómero de lactida residual se hidroliza fácilmente en condiciones de alta temperatura y humedad y genera ácido carboxílico, y puede fomentar la hidrólisis del (co)polímero y disminuir el peso molecular.

30 Sin embargo, tal como se dio a conocer anteriormente, el copolímero de lactida preparado mediante dicho método puede tener alto peso molecular, incluso al tiempo que tiene un bajo contenido de metal residual procedente del catalizador y bajo contenido del monómero de lactida residual. Debido a esto, puede minimizarse la degradación o disminución del peso molecular provocados por el metal residual o el monómero de lactida residual, y pueden presentar o mantenerse excelentes propiedades mecánicas debido al alto peso molecular.

35 Por consiguiente, a través del método dado a conocer anteriormente, pueden prepararse preferiblemente el copolímero de lactida que puede presentar y mantener propiedades mecánicas superiores al tiempo que tiene flexibilidad mejorada y no tiene ningún problema de toxicidad o contaminación provocadas por metal residual y similares, y la película de envasado que incluye el mismo.

Mientras tanto, en el método de preparación del copolímero de lactida, el monómero de lactida puede ser L-lactida o D-lactida que es un monómero cíclico obtenido a partir de ácido L-láctico o ácido D-láctico. Más preferiblemente, considerando la temperatura de fusión y la resistencia al calor del copolímero de lactida, se prefiere usar L-lactida o D-lactida que tengan una pureza óptica del 98% o más como monómero de lactida.

40 Y, la polimerización con apertura de anillo puede llevarse a cabo a la temperatura de aproximadamente 120 a 200°C o de aproximadamente 120 a 190°C, durante de aproximadamente 0,5 a 8 horas o de aproximadamente 1 a 7 horas.

45 Además, en la polimerización con apertura de anillo, el complejo de fórmula química 2 o la mezcla de los compuestos de las fórmulas químicas 3 y 4 pueden usarse como catalizador. En este momento, el catalizador puede usarse con una razón molar (razón mol/mol) de aproximadamente 1:10.000~1:200.000 en comparación con el monómero de lactida. No se prefiere que la razón de adición del catalizador sea demasiado pequeña, porque la actividad de polimerización es insuficiente, por el contrario, si la razón de adición del catalizador es excesivamente grande, el contenido de catalizador residual en el copolímero de lactida se vuelve alto y puede provocar degradación del copolímero o disminución del peso molecular.

50 Y, se prefiere llevar a cabo la polimerización con apertura de anillo según una polimerización en masa sustancialmente sin disolvente. En este momento, el significado de "sustancialmente sin disolvente" puede incluir el caso que usa una pequeña cantidad de disolvente para disolver el catalizador, por ejemplo, menos de aproximadamente 1 ml de disolvente como máximo por 1 kg del monómero de lactida usado.

Puesto que la polimerización con apertura de anillo se lleva a cabo según una polimerización en masa, resulta

posible omitir el procedimiento para eliminar el disolvente después de la polimerización, y puede suprimirse la degradación o pérdida del copolímero en el procedimiento de eliminación del disolvente. Y, el copolímero de lactida puede prepararse con alta tasa de conversión y tasa de rendimiento mediante la polimerización en masa.

5 Y, en la etapa de hacer reaccionar el copolímero de bloque con el compuesto de isocianato polivalente después de la polimerización con apertura de anillo, el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3 puede usarse como compuesto de isocianato polivalente, y se omite la explicación sobre el mismo porque es el mismo tal como se dio a conocer anteriormente.

10 Además, el compuesto de isocianato polivalente puede usarse en la cantidad de aproximadamente 0,05 a 5 partes en peso, de aproximadamente 0,1 a 4 partes en peso, o de aproximadamente 0,2 a 2 partes en peso, por 100 partes en peso del copolímero de bloque de fórmula química 1a. Si la cantidad usada del compuesto de isocianato polivalente es demasiado baja, el peso molecular, la viscosidad o las propiedades mecánicas del copolímero de lactida pueden ser insuficientes, por otro lado, si la cantidad usada es excesivamente alta, el peso molecular del copolímero de lactida se vuelve demasiado alto y puede gelificar.

15 Y, la reacción con el compuesto de isocianato polivalente puede llevarse a cabo a la temperatura de aproximadamente 100 a 190°C durante de aproximadamente 0,001 a 1 horas. Sin embargo, el intervalo no está limitado particularmente si son condiciones de reacción comunes para la formación de un enlace uretano.

Y, la reacción con el compuesto de isocianato polivalente puede llevarse a cabo en presencia de un catalizador basado en estaño. Como ejemplo de tal catalizador basado en estaño, puede usarse octoato estannoso, dilaurato de dibutilestaño, dilaurato de dioctilestaño, y similares.

20 Según el método de preparación dado a conocer anteriormente, es posible preparar el copolímero de lactida que tiene excelentes propiedades mecánicas, flexibilidad, procesabilidad, etcétera con alta tasa de conversión, debido a sus características estructurales, alto peso molecular y viscosidad del fundido apropiada.

25 Por tanto, la película de envasado que incluye el copolímero de lactida también puede presentar excelentes propiedades mecánicas, flexibilidad, transparencia, resistencia a la hidrólisis y resistencia al calor, y puede usarse preferiblemente como diversos materiales de envasado, incluyendo el envasado de alimentos, porque se minimiza la preocupación sobre la toxicidad o contaminación por el catalizador o monómero residual.

30 La película de envasado puede tener diversos grosores según sus usos, y puede tener el grosor de aproximadamente 10 a 100 μm . Por ejemplo, si se usa como película de envasado como una película para envoltorio o una envoltura, puede tener el grosor de aproximadamente 10 a 50 μm , de aproximadamente 10 a 30 μm , o de aproximadamente 15 a 25 μm en los aspectos de flexibilidad, propiedades de manipulación y resistencia mecánica.

35 Además, la película de envasado puede tener la resistencia a la tracción de aproximadamente 200 a 800 kg/cm^2 , el alargamiento de aproximadamente el 10 al 150%, y el módulo de aproximadamente 100 a 450 kg/mm^2 , en la dirección de la máquina (MD, *machine direction*) y la dirección transversal (TD, *transverse direction*), cuando la película con dimensiones de la anchura de 6 mm y la longitud de 120 mm se somete a un ensayo de tracción usando una máquina UTM de Instron a la temperatura de 20°C, la humedad relativa del 65% y la velocidad de estirado de 30 mm/min con la distancia entre agarres de 100 mm. Más específicamente, la resistencia a la tracción puede ser de aproximadamente 250 a 750 kg/cm^2 o de aproximadamente 300 a 700 kg/cm^2 , el alargamiento puede ser de aproximadamente el 5 al 130% o de aproximadamente el 20 al 100%, y el módulo puede ser de aproximadamente 125 a 400 kg/mm^2 o de aproximadamente 150 a 350 kg/mm^2 , en la dirección de la máquina y la dirección transversal.

45 Tal intervalo de resistencia a la tracción, alargamiento, y módulo puede reflejar excelentes propiedades mecánicas y flexibilidad de la película de envasado. Además, puesto que la película de envasado incluye el copolímero de lactida dado a conocer anteriormente, es posible usar la película más fácilmente sin el problema de que la película se rasgue por un impacto de estirado biaxial o un crujido.

50 Si la resistencia a la tracción de la película de envasado es demasiado baja, la película puede experimentar fenómenos de extensión o aflojamiento durante un procedimiento de formación de película, y presentar escasas propiedades de trabajabilidad, permeabilidad a los gases o formación de rendijas. Además, la propiedad de deslizamiento deficiente provoca una escasa propiedad de liberación o hace que sea difícil usar la película eficazmente como película de envoltorio porque la película se deforma antes de envolver un artículo tal como un recipiente o un alimento. Por otro lado, si la resistencia a la tracción es demasiado alta, puede quedar una línea de plegado que proporciona un mal aspecto una vez que se forma en la película, o la película no se pliega fácilmente siguiendo la forma del objeto que va a envasarse y, por tanto, puede resultar difícil el envasado.

Y, si el alargamiento es demasiado bajo o el módulo es excesivamente alto, la flexibilidad puede ser insuficiente, y por tanto puede ser difícil envasar eficazmente como el uso de la película de envasado de recipientes o alimentos. Por otro lado, si el alargamiento es excesivamente alto o el módulo es demasiado bajo, la película puede experimentar fenómenos de extensión o aflojamiento durante un procedimiento de formación de película, y presentar escasas propiedades de trabajabilidad, permeabilidad a los gases o formación de rendijas, o la propiedad de manipulación de la película puede volverse mala y la película puede romperse fácilmente y provocar un daño al contenido después del envasado.

Además, cuando se trata durante 1 h en un horno de aire caliente a 100°C, la película de envasado puede presentar una pérdida de peso de aproximadamente el 3% en peso o menos, aproximadamente el 2% en peso o menos, o aproximadamente el 1% en peso o menos. Esta propiedad puede indicar que la película de envasado puede tener excelentes propiedades de resistencia al calor y antiexudación. Si la tasa de pérdida de peso es mayor del 3% en peso, la película puede tener escasa estabilidad dimensional, y pueden exudar plastificantes, monómeros residuales o aditivos de la película, contaminando el contenido envasado con la película.

Y, la película de envasado puede presentar la turbidez de aproximadamente el 20% o menos, por ejemplo de aproximadamente el 0 al 20%, y la transmitancia de luz de aproximadamente el 80% o mayor, por ejemplo de aproximadamente el 80 al 100%. En una realización, la turbidez puede ser de aproximadamente el 10% o menos y la transmitancia puede ser de aproximadamente el 85% o más, y en otra realización, la turbidez puede ser de aproximadamente el 5% o menos y la transmitancia puede ser de aproximadamente el 90% o más. Si la turbidez es demasiado alta o la transmitancia de luz es demasiado baja, la película puede hacer que sea difícil identificar inmediatamente el contenido envasado con la misma y no permitir una aparición nítida de una imagen impresa cuando se aplica a una película multicapa que tiene una capa de impresión.

Y, está muy bien proporcionar las propiedades requeridas para un material de envasado para alimentos tales como capacidad de termosellado, barrera a los gases frente a vapor de agua, oxígeno o gas ácido carbónico, capacidad de liberación, imprimibilidad, y similares a la película de envasado que lo necesita, siempre que no se deterioren las ventajas de la película de envasado. Para ello, el polímero que tiene tales propiedades puede componerse con la película o una resina termoplástica tal como una resina acrílica, una resina de poliéster, una resina de silicio, una resina de poliéster o una resina de silicio, o un agente antiestático, un tensioactivo y/o un agente de liberación puede recubrirse en al menos una superficie de la película de envasado. Además, la película de envasado puede formarse para dar una película multicapa mediante coextrusión de otras películas tales como sellante de poliolefina. La película de envasado también puede formarse para dar una película multicapa mediante adhesión o laminación.

Mientras tanto, puede usarse un método típico para fabricar la película de envasado mencionada anteriormente. Por ejemplo, el copolímero de polilactida puede formarse para dar una película soplada, específicamente una película soplada biaxial, mediante un procedimiento de inflado, un procedimiento de estirado biaxial secuencial, o un procedimiento de estirado biaxial simultáneo, seguido por termofijación. A este respecto, la formación de la película estirada puede lograrse mediante extrusión en estado fundido del copolímero de polilactida para dar una estructura de lámina con una extrusora equipada con una hilera tipo T, después de eso enfriamiento y solidificación del material extruido similar a una lámina para formar una película no estirada, y estiramiento de la película no estirada tanto en la dirección de la máquina como en la dirección transversal.

Las condiciones de estirado de la película pueden ajustarse apropiadamente dependiendo de la capacidad de termorretracción, estabilidad dimensional, resistencia mecánica y módulo de Young. Por ejemplo, considerando la resistencia mecánica y la flexibilidad del producto final, la temperatura de estirado puede ajustarse preferiblemente en un punto entre la temperatura de transición vítrea y la temperatura de cristalización de la resina de poli(ácido láctico). Además, puede establecerse que la razón de estirado puede ser de aproximadamente 1,5 a 10 veces para cada dirección, o puede diferir de la dirección de la máquina a la dirección transversal.

Después de la formación de la película orientada, la película de envasado puede obtenerse finalmente mediante termofijación, y se realiza la termofijación preferiblemente a 100°C o más durante aproximadamente 10 s para la resistencia mecánica y estabilidad dimensional de la película.

En otra realización, la película de envasado puede formarse para dar una película soplada mediante un procedimiento de soplado. En el caso de resina de polilactida conocida previa, el propio procedimiento de soplado es imposible, pero se reconoce que la película de envasado de una realización puede formarse para dar una película soplada mediante el procedimiento de soplado ya que incluye un copolímero de lactida específico superior en cuanto a procesabilidad. En este momento, las condiciones del procedimiento de soplado siguen condiciones comunes, y se reconoce que tal película soplada muestra excelentes propiedades mecánicas y flexibilidad y puede usarse apropiadamente como película de envasado de diversos campos.

Incluso después de almacenarse durante un largo periodo de tiempo, la película de envasado puede tener flexibilidad y transparencia excelentes, y presentar propiedades mecánicas suficientes tales como resistencia mecánica y propiedad de antiexudación. Además, la película puede tener una biodegradabilidad única para el

copolímero de polilactida.

5 Por tanto, la película de envasado puede aplicarse preferiblemente a diversos campos de envasado. Por ejemplo, la película de envasado puede aplicarse a materiales de envasado industriales que incluyen múltiples películas para agricultura, láminas para proteger la pintura en automóviles, envolturas para basura y envolturas para compost además de usarse como, por ejemplo, envoltorios y envolturas para alimentos o artículos de consumo diario, y alimentos refrigerados/congelados, películas de envoltura superior retráctiles, películas de empacado, películas higiénicas tales como compresas higiénicas y pañales, y películas mates para envasar golosinas.

[Efectos de la invención]

10 La película de envasado de la presente invención presenta excelente flexibilidad, transparencia, resistencia al calor y procesabilidad, al tiempo que muestra y mantiene y propiedades mecánicas superiores, y no hay casi preocupación sobre la contaminación o toxicidad por el catalizador y monómero residual. Además, la película incluye el copolímero de lactida y puede mostrar biodegradabilidad única para el mismo. Por tanto, la película de envasado puede aplicarse muy preferiblemente como diversos materiales de envasado tales como un material de envasado para alimentos.

15 [Breve descripción de los dibujos]

La figura 1 es el espectro de ^1H -RMN del copolímero de lactida del ejemplo 1.

[Ejemplos]

La presente invención se explicará con detalle con referencia a los siguientes ejemplos. Sin embargo, estos ejemplos sólo son para ilustrar la invención, y el alcance de la invención no se limita a los mismos.

20 [Métodos experimentales]

En los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos, se aplicó la técnica de Schlenk convencional o una técnica en caja seca para tratar con un diisocianato sensible al aire o el agua.

Y, en los siguientes ejemplos, las definiciones y métodos de medición de cada propiedad son tal como sigue.

25 (1) Contenido de la unidad de repetición polilactida y de poliéter polioliol (% en peso): usando un espectrómetro de resonancia magnética nuclear (RMN) de 600 MHz, se midió mediante ^1H -RMN el contenido de cada unidad de repetición en la unidad de repetición copolimerizada en bloque incluida en el copolímero de lactida preparado.

30 (2) T_g y T_f ($^{\circ}\text{C}$): medidas con un calorímetro diferencial de barrido (fabricado por TA Instruments) a la vez que se aumentaba la temperatura de la muestra a la velocidad de $10^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$, después de fundir y enfriar bruscamente la muestra. Se determinó la T_g a partir del valor medio de la línea tangencial de una curva endotérmica y una línea base, y se determinó la T_f a partir del valor máximo del pico endotérmico de fusión del cristal.

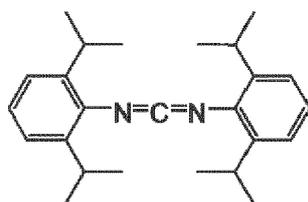
(3) Peso molecular y distribución de peso molecular: medidos usando una cromatografía de permeación en gel (GPC), en este momento, se usó una muestra de poliestireno como patrón.

35 (4) Contenido de lactida residual (% en peso): usando un espectrómetro de resonancia magnética nuclear (RMN) de 600 MHz, se midió mediante ^1H -RMN el contenido de lactida residual en el copolímero de lactida, basándose en el copolímero de lactida.

[Ejemplo de síntesis 1]

40 Después de poner cada uno de $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ (Aldrich Co., Ltd.) (0,2 g, 0,49 mmol) y el compuesto de la siguiente fórmula química 5 (TCI Co., Ltd.) (0,36 g, 1,0 mmol) en un matraz de 100 ml, se añadieron 30 ml de tolueno al mismo y se agitó la mezcla a 100°C durante 1 hora. Y luego, se eliminó el disolvente del mismo a vacío y se lavó el resto con disolvente de heptano y se secó, y se obtuvieron 0,36 g del complejo organometálico A.

[Fórmula química 5]

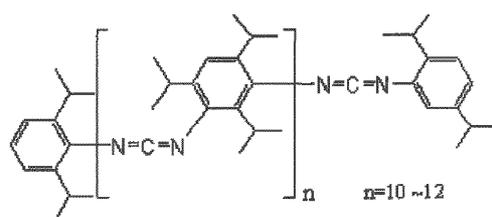


[Ejemplo de síntesis 2]

5 Después de poner cada uno de $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ (Aldrich Co., Ltd.) (0,2 g, 0,49 mmol) y el compuesto de la siguiente fórmula química 6 (Rhein Chemie Co., Ltd.) (0,36 g) en un matraz de 100 ml, se obtuvieron 0,4 g del complejo organometálico B según el mismo método que en el ejemplo de síntesis 1.

10 Haciendo referencia al espectro de ^{13}C -RMN del complejo organometálico B, se muestran tres picos de carbonilo a δ 188, 183, y 182 ppm en la reacción del catalizador $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ y el compuesto de fórmula química 6. El pico muy intenso a δ 183 es el pico correspondiente al compuesto de ácido de Oct-H unido al compuesto de fórmula química 6, el pico ancho a δ 188 ppm es el pico correspondiente al $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ libre y el pico ancho mostrado a δ 182 ppm es el pico correspondiente al complejo organometálico al que se coordina el compuesto de fórmula química 6.

[Fórmula química 6]



[Ejemplo 1]

15 Después de alimentar el monómero de L-lactida (100 kg, 693,82 mol) y el complejo organometálico A del ejemplo de síntesis 1 (102,81 g) en un reactor de 150 l equipado con un tubo de nitrógeno, un agitador, una entrada de catalizador y un sistema de vacío, se preparó el copolímero de bloque de fórmula química 1a añadiendo polipropilenglicol (peso molecular promedio en número: 6000 g/mol, 17,65 kg) al mismo y llevando a cabo la polimerización con apertura de anillo a la temperatura de 180°C durante 3 horas. Después de tomar la muestra de la resina polimerizada del reactor, se midió el peso molecular promedio en peso de la muestra usando una cromatografía de permeación en gel (GPC) y la muestra mostró el peso molecular promedio en peso de 95.000.

25 Posteriormente, después de alimentar 0,59 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,7 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) en el reactor de polimerización, se llevó a cabo la polimerización por adición del copolímero de bloque de fórmula química 1a a la temperatura de 180°C durante 30 minutos de modo que se formase el grupo conector de uretano.

30 Después de completarse la reacción, se obtuvo el copolímero de lactida que incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1 eliminando la lactida residual a través de un procedimiento de volatilización común. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del copolímero de lactida preparado y se enumeran los resultados en la tabla 1. Y, el espectro de ^1H -RMN del copolímero de lactida del ejemplo 1 es tal como se ilustra en la figura 1.

[Ejemplo 2]

35 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 2 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 1, excepto porque se alimentó polipropilenglicol (peso molecular promedio en número: 6.000 g/mol, 25 kg), y se alimentaron 1,25 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,7 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) y se hizo reaccionar

con el copolímero de bloque de fórmula química 1a. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 3]

5 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 3 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 1, excepto porque se alimentó polipropilenglicol (peso molecular promedio en número: 6.000 g/mol, 33,33 kg), y se alimentaron 1,66 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,7 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) y se hizo reaccionar
10 con el copolímero de bloque de fórmula química 1a. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 4]

15 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 4 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 1, excepto porque se alimentó polietilenglicol (peso molecular promedio en número: 6.000 g/mol, 11,11 kg) en vez de polipropilenglicol. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 5]

20 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 5 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 2, excepto porque se alimentó polietilenglicol (peso molecular promedio en número: 6.000 g/mol, 25 kg) en vez de polipropilenglicol. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 6]

25 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 6 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 1, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,5 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) como compuesto de isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 7]

30 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 7 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 2, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,5 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) como compuesto de
35 isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 8]

40 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 8 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 3, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,5 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) como compuesto de isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 9]

45 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 9 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 4, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,5 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) como compuesto de isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la
50 temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo 10]

5 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo 10 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 5, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de aproximadamente 2,5 (mezcla de MDI cuyo equivalente de grupo isocianato era de 2,0 e isocianurato de diisocianato de hexametileno cuyo equivalente de grupo isocianato era de 3,0) como compuesto de isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 1.

[Ejemplo comparativo 1]

10 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo comparativo 1 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 1, excepto porque se usaron 0,3 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de 2 (2,4'-diisocianato de difenilmetano (MDI)) como compuesto de isocianato polivalente y se hizo reaccionar con el copolímero de bloque de fórmula química 1a. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 2.

15 **[Ejemplo comparativo 2]**

20 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo comparativo 2 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo comparativo 1, excepto porque se usaron 0,59 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de 2 (2,4'-diisocianato de difenilmetano (MDI)) como compuesto de isocianato polivalente y se hizo reaccionar con el copolímero de bloque de fórmula química 1a. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 2.

[Ejemplo comparativo 3]

25 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo comparativo 3 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo comparativo 1, excepto porque se usaron 1,25 kg del compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de 2 (1,6'-diisocianato de hexametileno (HDI)) como compuesto de isocianato polivalente y se hizo reaccionar con el copolímero de bloque de fórmula química 1a. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 2.

[Ejemplo comparativo 4]

30 Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo comparativo 4 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo comparativo 1, excepto porque se usó el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de 3 (isocianurato de diisocianato de hexametileno) como compuesto de isocianato polivalente. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 2.

35 **[Ejemplo comparativo 5]**

Se preparó el copolímero de lactida del ejemplo comparativo 5 sustancialmente según el mismo método que en el ejemplo 4, excepto porque no se alimentó polietilenglicol. Se midieron el contenido de lactida residual, el peso molecular promedio en peso, la temperatura de transición vítrea y la temperatura de fusión del mismo y se enumeran los resultados en la tabla 2.

40 [Tabla 1]

	Ejemplo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mw (g/mol)	244.000	235.000	231.000	245.000	229.000	236.000	232.000	224.000	243.000	222.000
Mn (g/mol)	95.000	87.000	84.000	107.000	88.000	95.000	88.000	81.000	107.000	87.000
PDI* (Mw/Mn)	2,57	2,70	2,75	2,29	2,60	2,48	2,64	2,77	2,27	2,55
Tg (°C)	48	51	47	47	49	48	48	50	49	46
Tf (°C)	169	171	171	168	167	168	172	171	171	169
Contenido de unidad de repetición de polilactida (% en peso)	85	80	75	90	80	85	80	75	90	80

	Ejemplo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Contenido de unidad de repetición de poliéter polioliol (% en peso)	15	20	25	10	20	15	20	25	10	20
Lactida residual (% en peso)	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6

* PDI : indica índice de polidispersidad

[Tabla 2]

	Ejemplo comparativo				
	1	2	3	4	5
Mw (g/mol)	171.000	145.000	212.000	No puede medirse	434.000
Mn (g/mol)	90.000	85.000	101.000	No puede medirse	275.000
PDI* (Mw/Mn)	1,90	1,71	2,10	No puede medirse	1,58
Tg (°C)	50	51	51		55
Tf (°C)	169	169	170		172
Contenido de unidad de repetición de polilactida (% en peso)	90	90	90		90
Contenido de unidad de repetición de poliéter polioliol (% en peso)	10	10	10		10
Lactida residual (% en peso)	0,8	0,8	0,5	No puede medirse	0,2

- 5 Haciendo referencia a la tabla 1, se reconoce que los copolímeros de lactida de los ejemplos 1 a 10 tienen mayor peso molecular que los de los ejemplos comparativos 1 a 3, y particularmente, cuando se comparan los ejemplos y los ejemplos comparativos, se reconoce que los copolímeros de lactida de los ejemplos obtenidos usando el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3 tienen mayor peso molecular que los del ejemplo comparativo obtenidos usando compuesto de diisocianato, incluso en las mismas condiciones de polimerización. Se espera que tales copolímeros de lactida de los ejemplos tengan propiedades mecánicas superiores según su alto peso molecular que los de los ejemplos comparativos.
- 10 Y, en el caso del ejemplo comparativo 4 que usa el compuesto cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula era de 3 o más, se reconoce que el peso molecular no pudo medirse debido a una intensificación de la gelificación y fue imposible el procesamiento posterior después de la reacción.

[Ejemplo experimental 1] Medición de las propiedades mecánicas

- 15 Se prepararon probetas de la resina de polilactida de los ejemplos 1 a 10, los ejemplos comparativos 1 a 5 y NatureWorks 4032D en venta comercial usando un sistema de moldeo por compresión Minijet II de HAAKE para medir la resistencia a la tracción. Se prepararon las probetas a 200°C y se midieron las propiedades mecánicas de cada probeta. Se enumeran los resultados de evaluación en las tablas 3 y 4.

Se midieron las propiedades mecánicas de la probeta y se evaluaron mediante los siguientes métodos.

- 20 (1) Resistencia a la tracción (kg/cm²): se midió la resistencia a la tracción de la probeta preparada usando la máquina de ensayo Universal de INSTRON Co., Ltd. según la norma ASTM D 882. Se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones.
- (2) Alargamiento (%): se midió el alargamiento en el punto en el que se rasgó la película en las mismas condiciones que en el ensayo de resistencia a la tracción de (1) y se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones.
- 25 (3) Módulo (GPa): se calculó la pendiente inicial en el intervalo de deformación entre el 0 y el 1% en la curva de tensión-deformación obtenida en la medición de resistencia a la tracción usando la máquina de ensayo Universal de INSTRON Co., Ltd. Se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones.

[Tabla 3]

	Ejemplo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	458	390	424	446	376	418	413	348	395	425
Alargamiento (%)	44	49	51	48	55	45	60	50	52	40
Módulo E (GPa)	1,75	1,66	1,79	1,63	1,73	1,72	1,77	1,65	1,68	1,71

[Tabla 4]

	Ejemplo comparativo					4032D
	1	2	3	4	5	
Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	467	457	454	480	545	702
Alargamiento (%)	18	31	12	15	13	8
Módulo E (GPa)	1,8	1,83	1,8	2	2,3	2,43

5 Haciendo referencia a las tablas 3 y 4, se reconoce que los copolímeros de lactida preparados en los ejemplos muestran una resistencia a la tracción similar o superior a la de los ejemplos comparativos y muestran una flexibilidad mejorada en comparación con los ejemplos comparativos debido a un alto alargamiento y bajo módulo. En comparación, los copolímeros de los ejemplos comparativos 1 a 5 y 4032D muestran una escasa flexibilidad porque muestran un alargamiento muy bajo y alto módulo E en comparación con los ejemplos.

A partir de esto, se reconoce que los copolímeros de lactida de los ejemplos tienen excelente flexibilidad, siendo adecuados para usarse como material de envasado.

10 **[Ejemplo experimental 2] Medición del índice del fundido (IF; g/min)**

Se midió el índice del fundido usando un analizador de IF. Después de alimentar aproximadamente 5 g de copolímero de lactida en un cilindro y calentar el mismo a 190°C durante aproximadamente 4 minutos de modo que se fundiera, se midió el peso del copolímero de lactida descargado durante 60 segundos desde la salida prensando el mismo con el peso de 2,16 kg y se convirtió el resultado a las unidades de g/10 min.

15 [Tabla 5]

	Ejemplo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice del fundido (g/min)	15,2	11,5	10,8	16,1	12,5	19,6	20,1	15,6	18,6	13,4

[Tabla 6]

	Ejemplo comparativo				
	1	2	3	4	5
Índice del fundido (g/min)	86,3	89,5	41,2	1,3	0,9

20 Haciendo referencia a las tablas 5 y 6, se reconoce que los copolímeros de lactida preparados en los ejemplos muestran un índice del fundido y viscosidad del fundido apropiados y son adecuados para el procesamiento en estado fundido pero los copolímeros de los ejemplos comparativos 1 a 3 muestran un índice del fundido excesivamente alto y baja viscosidad del fundido y muestran una escasa procesabilidad. Particularmente, en el caso de usar el compuesto cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de 2 que en los ejemplos comparativos 1 a 3, se reconoce que es difícil disminuir el índice del fundido apropiadamente aunque se use un exceso del compuesto.

25 Y, se reconoce que ejemplo comparativo 4 no puede mostrar el problema de gelificación mostrado en las tablas 1 y 2 y su procesabilidad es escasa también.

[Ejemplo experimental 3] Medición de la cantidad de catalizador residual

Se midió la cantidad del catalizador residual en el copolímero de lactida según una espectroscopía de emisión por plasma acoplado inductivamente. Se enumeran los resultados (la cantidad de catalizador residual) de los

copolímeros de los ejemplos 1 a 3 en la tabla 7.

	Cantidad de catalizador residual (ppm)
Ejemplo 1	5
Ejemplo 2	8
Ejemplo 3	5

Haciendo referencia a la tabla 7, se reconoce que el copolímero de lactida preparado en los ejemplos muestra una pequeña cantidad de catalizador residual (metal) de menos de 10 ppm.

[Ejemplo experimental 4] Preparación de película estirada y medición de las propiedades de película

5 Se secaron el copolímero de polilactida preparado en los ejemplos y ejemplos comparativos y 4032D del ejemplo experimental 1 a 50°C durante 24 horas en condiciones de vacío de 10 torr, y se extruyeron para dar una estructura de lámina usando una extrusora de un solo husillo de 45φ equipada con una hilera tipo T de 300 mm de anchura con las condiciones de temperatura de extrusión mostradas en las tablas 8 y 9. Se colaron las láminas extruidas sobre un tambor enfriado hasta 30~50°C para dar películas no estiradas. Se estiraron las películas no estiradas de 2 a 3 veces en la dirección de la máquina entre rodillos de calentamiento en las condiciones de estirado mostradas en las tablas 8 y 9. Posteriormente, se fijaron las películas estiradas en la dirección de la máquina con abrazaderas y se guilaron a una rama tensadora y luego se estiraron las películas de 2 a 3 veces en la dirección transversal y se fijaron de nuevo en la dirección transversal, seguido por tratamiento con calor a 120°C durante 60 segundos para producir una película estirada biaxialmente de 20 μm de grosor. Se enumeran los resultados de evaluación de las películas en las tablas 8 y 9.

Se midieron las propiedades de tales películas y se evaluaron mediante los siguientes métodos.

(1) Resistencia a la tracción (kg/cm²): se midió la resistencia a la tracción de la película preparada que tenía las dimensiones de 120 mm de longitud y 6 mm de anchura usando la máquina de ensayo Universal de INSTRON Co., Ltd. según la norma ASTM D 882 con una velocidad de estirado de 300 mm/min y la distancia de 100 mm entre agarres. Se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones y MD y TD representan la dirección de la máquina y la dirección transversal de la película, respectivamente.

(2) Alargamiento (%): se midió el alargamiento en el punto en el que se rasgó la película en las mismas condiciones que en el ensayo de resistencia a la tracción de (1) y se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones. MD y TD representan la dirección de la máquina y la dirección transversal de la película, respectivamente.

(3) Módulo (GPa): se calculó la pendiente inicial en el intervalo de deformación entre el 0 y el 1% en la curva de tensión-deformación obtenida en la medición de resistencia a la tracción usando la máquina de ensayo Universal de INSTRON Co., Ltd. Se expresó como resultado un valor medio de cinco mediciones.

(4) Turbidez (%): se midió la turbidez usando un medidor de turbidez de Nihon Semitsu Kogaku Co., Ltd.

[Tabla 8]

	Ejemplo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Temp. de extrusión (°C)	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Temp. de estirado (°C)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Tiempo de estirado (s)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Razón de estirado	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Grosor de película (μm)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Resistencia a la tracción (kg/cm ²), MD	650	670	600	580	620	600	620	590	600	610
Resistencia a la tracción (kg/cm ²), TD	730	730	720	680	690	630	650	750	590	610
Alargamiento (%), MD	81,5	71,3	40,7	91,5	75,8	94,3	90,5	75,8	50,4	40,8
Alargamiento (%), TD	58,7	60,5	45,8	57,5	61,8	74,3	66,5	40,5	85,3	61,8
Módulo (kg/mm ²)	250	280	220	225	335	300	230	200	210	210
Turbidez (%)	0,7	0,8	0,8	0,7	0,9	0,8	0,8	0,9	1	0,8

[Tabla 9]

	Ejemplo comparativo					4032D
	1	2	3	4	5	
Temp. de extrusión (°C)	190	190	190	190	190	190
Temp. de estirado (°C)	80	80	80	80	80	80
Tiempo de estirado (s)	40	40	40	40	40	40
Razón de estirado	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Grosor de película (µm)	20	20	20	20	20	20
Resistencia a la tracción (kg/cm ²), MD	300	350	320	No puede medirse	720	870
Resistencia a la tracción (kg/cm ²), TD	350	360	300	No puede medirse	750	770
Alargamiento (%), MD	34,5	19,5	33,5	No puede medirse	31,1	22
Alargamiento (%), TD	30,5	20,5	21,5	No puede medirse	25,8	18
Módulo (kg/mm ²)	360	340	370	No puede medirse	395	418
Turbidez (%)	0,4	0,6	0,8	No puede medirse	0,9	0,7

Haciendo referencia a las tablas 8 y 9, se reconoce que las películas estiradas preparadas en los ejemplos tienen una flexibilidad muy excelente debido a que muestran un alto alargamiento y bajo módulo junto con una resistencia a la tracción relativamente alta. Por el contrario, se reconoce que la película estirada de los ejemplos comparativos muestra una escasa flexibilidad debido a un bajo alargamiento y alto módulo.

[Ejemplo experimental 5] Preparación de película soplada y medición de las propiedades de película

Se prepararon el copolímero de lactida del ejemplo 1 y 4032D del ejemplo experimental 1 para dar películas sopladas según las siguientes condiciones:

husillo de motor de extrusión, 3 rpm, 14,3 amperios;

velocidad de motor de aireación, 793 rpm;

1^{er} motor de rodillo de arrastre, 346 rpm;

2^o motor de rodillo de arrastre, 3 rpm;

motor de devanadora 1, 3 rpm;

motor de devanadora 2, 3 rpm;

temperatura de extrusora clasificada por zonas: se procesó con las condiciones de 80°C, 130°C, 140°C, 150°C, 160°C, 170°C, 170°C, 170°C;

razón de insuflación: de 1:1 a 2,5:1

En las películas sopladas, se midieron la resistencia a la tracción, el alargamiento y el módulo según el mismo método que en el ejemplo experimental 4, y se enumeran los resultados en la tabla 10.

[Tabla 10]

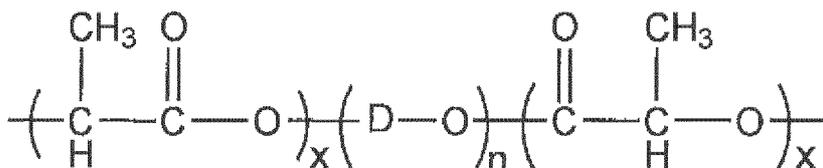
	Ejemplo 1	4021D
Resistencia a la tracción (kg/cm ²)	355	Imposible producir una película soplada
Alargamiento (%)	40	
Módulo (kg/mm ²)	210	

Haciendo referencia a la tabla 10, se reconoce que las películas sopladas preparadas en los ejemplos tienen una flexibilidad muy excelente debido a que muestran un alto alargamiento y bajo módulo junto con una resistencia a la tracción relativamente alta. Por el contrario, en el caso de resina de polilactida previa tal como 4032D, se reconoce que el propio procesamiento de soplado fue imposible.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Película de envasado, que incluye un copolímero de lactida que incluye dos o más unidades de repetición copolimerizadas en bloque de fórmula química 1 en la que los segmentos duros de unidades de repetición de polilactida se conectan a ambos extremos de los segmentos blandos de la unidad de repetición de poliéter poliol, en la que las unidades de repetición copolimerizadas en bloque se conectan entre sí a través de la intermediación de grupos conectores de uretano derivados de un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente promedio de grupo isocianato por molécula es de más de 2 y menos de 3:

[Fórmula química 1]



- 10 en la fórmula química 1, D es un grupo alquileo C₂-C₁₀ lineal o ramificado, x es independientemente un número entero de 30 a 500, y n es un número entero de 30 a 1.000.
2. Película de envasado según la reivindicación 1, en la que la unidad de repetición de poliéter poliol se selecciona del grupo que consiste en la unidad de repetición de polietilenglicol (PEG), la unidad de repetición de poli(1,2-propilenglicol), la unidad de repetición de poli(1,3-propanodiol), la unidad de repetición de politetrametilenglicol y la
15 unidad de repetición de polibutilenglicol.
3. Película de envasado según la reivindicación 1, en la que el compuesto de isocianato polivalente incluye un compuesto de diisocianato y un compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato es de 3 o más.
4. Película de envasado según la reivindicación 3, en la que el compuesto de diisocianato se selecciona del grupo
20 que consiste en diisocianato de etileno, 1,4-diisocianato de tetrametileno, 1,6-diisocianato de hexametileno (HDI), 1,2-diisocianato de dodecano, 1,3-diisocianato de ciclohexano, 1,4-diisocianato de ciclohexano, 2,4-diisocianato de hexahidrotolueno, 2,6-diisocianato de hexahidrotolueno, hexahidro-1,3-diisocianato de fenileno, hexahidro-1,4-diisocianato de fenileno, perhidro-2,4-diisocianato de difenilmetano, perhidro-4,4'-diisocianato de difenilmetano, 1,3-diisocianato de fenileno, 1,4-diisocianato de fenileno, 1,4-diisocianato de estilbena, 3,3'-dimetil-4,4'-diisocianato de difenileno, 2,4-diisocianato de tolueno (TDI), 2,6-diisocianato de tolueno, 2,4'-diisocianato de difenilmetano (MDI),
25 2,2'-diisocianato de difenilmetano, 4,4'-diisocianato de difenilmetano y 1,5-diisocianato de naftaleno, y el compuesto de isocianato polivalente cuyo equivalente de grupo isocianato es de 3 o más se selecciona del grupo que consiste en un oligómero de los compuestos de diisocianato anteriores, un polímero de los compuestos de diisocianato anteriores, un multímero de tipo cíclico de los compuestos de diisocianato anteriores, isocianurato de diisocianato de hexametileno, un compuesto de triisocianato, y un isómero de los mismos.
- 30 5. Película de envasado según la reivindicación 1, en la que el grupo conector de uretano incluye un enlace uretano formado mediante la reacción de grupos hidroxilo terminales derivados de la unidad de repetición de polilactida y los grupos isocianato derivados del compuesto de isocianato polivalente.
6. Película de envasado según la reivindicación 1, en la que las dos o más unidades de repetición copolimerizadas
35 en bloque incluyen del 50 al 95% en peso de los segmentos duros y del 5 al 50% en peso de los segmentos blandos por peso total de las mismas.

【Fig. 1】

