

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 879**

51 Int. Cl.:

**B32B 37/00** (2006.01)

**B32B 27/32** (2006.01)

**B29C 65/08** (2006.01)

**B32B 27/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2014** **E 14167962 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016** **EP 2944465**

54 Título: **Películas de sellado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.03.2017**

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)**  
**IZD Tower, Wagramerstraße 17-19**  
**1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**AARNIO-WINTERHOF, MINNA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 605 879 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

## Películas de sellado

5 Esta invención se refiere al sellado de una película de polietileno a un sustrato tal como un sustrato poliolefínico y, especialmente, a la utilización de soldadura ultrasónica en la formación de dicho sellado con el sustrato. Los inventores han encontrado que ciertos copolímeros multimodales lineales de polietileno de baja densidad, preferentemente terpolímeros, ofrecen excelentes propiedades de sellado ultrasónico, en comparación con los polietilenos utilizados convencionalmente en el sellado térmico tales como LLDPE unimodales.

10 Antecedentes

Las películas de polietileno se han utilizado durante muchos años en el envasado. Estas películas a menudo se sellan a un sustrato tal como otra película de polietileno para crear un sello a través del cual el contenido de un paquete no pueda tener fugas. Habitualmente, el sello se forma mediante la aplicación de calor. Por lo tanto, las películas de sellado térmico se utilizan en todo tipo de entornos diferentes de envasado.

15 Aunque el sellado térmico domina el mercado, un método de sellado alternativo implica la soldadura ultrasónica o sellado ultrasónico. Estos términos se utilizan indistintamente en este documento. Esta técnica generalmente no ha ganado aceptación en el campo del envasado de película tal vez debido a los gastos de equipo y quizá debido a la adaptación de los equipos que podría ser necesaria para sellar diferentes películas de polímero.

20 Por otra parte, no existe correlación directa entre el rendimiento de sellado térmico y el rendimiento de soldadura ultrasónica. Un material que se ve favorecido por el sellado térmico puede no ser el mejor para la soldadura ultrasónica. No se conocen bien grados que sean a la vez útiles para el sellado térmico y la soldadura ultrasónica.

25 La soldadura ultrasónica es una tecnología de sellado alternativa basada en vibraciones acústicas de alta frecuencia. La soldadura ultrasónica funciona mediante la generación de un voltaje muy alto y su conversión en vibraciones de alta frecuencia por medio de un convertidor (elementos piezoeléctricos).

30 Una superficie de la película a sellar está expuesta a las vibraciones de alta frecuencia y que da lugar a fricción interpelícula e intermolecular entre la superficie de la película y el sustrato al que la película se ha de sellar. El calor se genera por fricción en el área de sellado y la capa de sellado de la película y el sustrato se sellan juntos.

35 La soldadura ultrasónica tradicionalmente se ha usado en entornos no poliolefínicos. Se ha utilizado con laminados normalmente compuestos de papel, aluminio o películas de polímero de alto punto de fusión, tales como tereftalato de polietileno. Su uso en la tecnología de pañales también es conocido.

40 El uso de soldadura ultrasónica de películas de poliolefina solo se ha sugerido en algunas publicaciones. En el documento EP-A-1837162, una película multicapa compleja se sella mediante soldadura ultrasónica.

45 En el documento EP-A-0332341, se describen revestimientos de biberones de HDPE que se estiran en dirección transversal y se sueldan por ultrasonidos en un extremo. El documento US2007/0215610 también menciona la soldadura ultrasónica como una opción de sellado en una película coextruida compleja para aplicaciones de microondas.

El documento JP2009012779 describe películas para etiquetas de botella que se pueden sellar por medio de soldadura ultrasónica.

50 Una ventaja adicional importante de la utilización de soldadura ultrasónica se refiere al ahorro en los costes de las materias primas. Cuando se forma un sello entre las superficies utilizando el sellado térmico convencional, las capas se pueden solapar en hasta 10 mm. Por lo tanto, gran parte de esta superposición es película desperdiciada. Con la soldadura ultrasónica este solapamiento se puede reducir a 6 mm. En el contexto de 2000 paquetes por hora, esto supone una reducción de despilfarro significativa. El proceso de la invención por lo tanto es ideal para la fabricación de envases producidos en masa, tales como bolsas de envío para uso industrial.

55 Los presentes inventores buscaron nuevas películas que puedan soportar las altas fuerzas/presiones necesarias para formar un sellado ultrasónico. Los presentes inventores también buscaron películas que tuviesen una buena capacidad de sellado térmico y sellado ultrasónico. En este sentido, los inventores observaron que grados de polímero de sellado térmico conocidos tales como Exceed 1018, no se comportan bien con ultrasonidos. Un grado que se comporta bien tanto bajo en sellado térmico como en sellado ultrasónico es ideal puesto que se puede utilizar el sellado térmico más barato cuando no se necesite el sellado ultrasónico costoso, y se puede usar el sellado ultrasónico cuando la integridad del envase sea crítica. El sellado ultrasónico por ejemplo, es crítico cuando el material envasado contamina la zona de sellado reduciendo de este modo la integridad del sellado térmico. El sellado ultrasónico también puede ser valioso cuando el material de envasado es sensible al calor, ya que se puede evitar el calor de las barras de sellado térmico.

El uso de soldadura ultrasónica con películas de polietileno de la invención permite la formación de excelentes resistencias de sellado, en la mayoría de los casos comparables con los que se pueden conseguir utilizando la tecnología de sellado térmico convencional. Por lo tanto, el sellado ultrasónico es una opción cuando es necesario obtener un sello en presencia de contaminantes, por ejemplo.

Los presentes inventores ahora han encontrado que ciertas películas producidas con ciertos polietilenos multimodales lineales de baja densidad pueden soportar mejor las altas fuerzas/presiones necesarias para el sellado ultrasónico que otros materiales de película de polietileno de una densidad similar. Muchos de los grados comparativos que se ilustran en los ejemplos a continuación se sugieren por su comportamiento de sellado térmico, pero no se comportan bien en condiciones de soldadura ultrasónica.

Los inventores se han dado cuenta de que los polímeros de LLDPE multimodales son ideales para su uso en películas de polímero para la soldadura ultrasónica. En particular, los LLDPE multimodales producidos por Ziegler Natta son ideales para su uso en películas para soldadura ultrasónica. Aún más preferentemente, se prefiere el uso de un terpolímero de LLDPE multimodal y más especialmente el uso de un terpolímero de LLDPE multimodal producido por Ziegler Natta es ideal para su uso en la fabricación de una película para el sellado ultrasónico.

De este modo, en películas monocapa el LLDPE multimodal se puede utilizar con éxito en la soldadura ultrasónica, en particular, LLDPE multimodal a base de catalizador de Ziegler Natta. Estos polímeros ofrecen una excelente velocidad de sellado. Si bien los polímeros de LLDPE multimodal fabricados usando metalocenos a menudo no son útiles por sí mismos en un entorno de sellado térmico, ya que son demasiado adherentes, estos polímeros se pueden utilizar en la soldadura ultrasónica, en particular, si las condiciones de soldadura son relativamente benignas. Los LLDPE multimodales también superan a los polietilenos unimodales en términos de resistencia y propiedades del sellado ultrasónico.

En películas multicapa, se puede usar cualquier copolímero de LLDPE multimodal en la capa adyacente a la capa de sellado o en la capa de sellado, pero se prefiere que la capa de sellado contenga un polímero de LLDPE multimodal basado en un catalizador de Ziegler Natta.

En particular, los inventores sugieren que ciertos terpolímeros multimodales lineales de baja densidad son ideales para su uso en aplicaciones de soldadura ultrasónica tanto en películas monocapa como multicapa.

Los copolímeros y terpolímeros lineales multimodales de baja densidad de uso en la fabricación de las películas de la invención no son nuevos por sí mismos. Los polímeros de interés son conocidos en aplicaciones de películas convencionales, es decir, para su uso en envases sellados térmicamente, pero hemos encontrado que ciertos copolímeros multimodales lineales de baja densidad, en particular terpolímeros, también poseen una capacidad notable de sellado ultrasónico, que los diferencia de los demás innumerables grados de películas en el mercado. Por lo tanto, no solo los grados de película de esta invención superan a grados de película muy conocidos tales como Exceed 1018, sino que los terpolímeros de la invención superan a otros grados multimodales que no se basan en una estructura de terpolímero.

Sin desear estar limitado por la teoría, los inventores suponen que los polímeros multimodales preferidos de uso en la invención poseen una distribución de pesos moleculares generalmente más amplia que los polietilenos de sellado térmico convencionales. La presencia del intervalo de Mw/Mn más amplio y por lo tanto la presencia de una cola de alto peso molecular parece mejorar el rendimiento cuando el producto se suelda ultrasónicamente. Por otra parte, los terpolímeros poseen una fracción rica en comonomero dentro de una estructura de polímero multimodal. Mientras se mantiene la densidad total del polímero, la estructura del terpolímero da lugar a la presencia de una fracción de baja densidad dentro del polímero que se funde fácilmente y contribuye a la resistencia del sellado. Este componente de baja densidad solo forma una fracción del polímero que conserva la misma densidad global. Los terpolímeros descritos en el presente documento, por tanto, son ideales para su uso en aplicaciones de soldadura ultrasónica, pero también tienen un historial probado de utilidad dentro de películas sellables térmicamente.

#### Resumen de la invención

Por lo tanto, considerada desde un aspecto, la invención proporciona un proceso para el sellado de una película de polietileno a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha película y dicho sustrato; en el que dicha película de polietileno comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonomeros de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.

Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el sellado de una película de polietileno a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha película y dicho sustrato; en el que

dicha película de polietileno comprende un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonomero de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ .

5 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el sellado de una película monocapa de polietileno a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto dicha película monocapa de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte de la zona de contacto a ultrasonidos para así formar un sellado entre dicha película monocapa y dicho sustrato;

10 en el que dicha película monocapa de polietileno comprende un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonomero de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$  y preferentemente en el que dicho copolímero se produce utilizando un catalizador de Ziegler Natta.

15 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el sellado de una película de polietileno multicapa que tiene al menos las capas A y B adyacentes a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto la capa A de dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha capa A de dicha película y dicho sustrato;

20 en el que dicha película de polietileno multicapa comprende en dicha capa B un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonomero de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ .

25 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el sellado de una película de polietileno multicapa que tiene al menos las capas A y B adyacentes a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto la capa A de dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte de la zona de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha capa A de dicha película y dicho sustrato;

30 en el que dicha película de polietileno multicapa comprende en dicha capa A un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonomero de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$  dicho copolímero que preferentemente se produce usando un catalizador de Ziegler Natta.

35 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona el uso de ultrasonidos en el sellado de una película de polietileno a un sustrato en el que dicha película comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonomeros de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ ; o en el que dicha película es una película monocapa o multicapa como se define anteriormente.

40 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el envasado de un producto, en particular un producto sensible al calor, que comprende proporcionar un recipiente que tiene un extremo abierto, dicho recipiente que comprende una película de polietileno;

45 llenar dicho recipiente con dicho producto mediante la dispensación de dicho producto a través del extremo abierto del recipiente; y

50 sellar dicho recipiente mediante soldadura ultrasónica del extremo abierto; en el que dicha película comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonomeros de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ ; o en el que dicha película es una película monocapa o multicapa como se define anteriormente.

55 Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un proceso para el envasado de un producto, en particular un producto sensible al calor, que comprende formar un recipiente que tiene un extremo abierto a partir de una película de polietileno;

60 llenar dicho recipiente con dicho producto mediante la dispensación de dicho producto a través del extremo abierto del recipiente; y

65 sellar dicho recipiente mediante soldadura ultrasónica del extremo abierto consigo mismo, en el que la película comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonomeros de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ ; o en el que dicha película es una película monocapa o multicapa como se define anteriormente.

Considerada desde otro aspecto, la invención proporciona un recipiente sellado ultrasónicamente que se puede obtener por un proceso como se ha definido anteriormente.

#### Definiciones

60 Por polietileno se entiende un polímero que contiene al menos el 70 % en peso de restos de etileno, preferentemente al menos el 80 % en peso de restos de etileno, preferentemente al menos el 85 % en peso de restos de etileno.

65 El término LLDPE significa polietileno lineal de baja densidad y es un término de la técnica. Los LLDPE de la invención tienen una densidad en el intervalo de 905 a 940  $kg/m^3$ .

El término terpolímero se utiliza para implicar la presencia de etileno y al menos otros dos comonómeros de alfa olefina C<sub>3-20</sub>. Preferentemente, solo hay dos comonómeros en un terpolímero. El término terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad se abreviará como "terpolímero" en el presente documento.

5 El término copolímero se utiliza para indicar la presencia de uno o más comonómeros de alfa olefina a etileno. El término copolímero por lo tanto incluye terpolímeros. Un polímero que tiene un único comonómero se denomina en este documento copolímero binario.

10 Algunos LLDPE de la invención se deben obtener utilizando un catalizador de Ziegler Natta a diferencia de otro tipo de catalizador de polietileno, en particular un catalizador de tipo metaloceno. Los catalizadores de Ziegler Natta son muy conocidos en esta industria y el experto está familiarizado con su uso y sabe que estos proporcionan características en el polímero final diferentes a la de los polímeros obtenidos con catalizadores de metaloceno.

15 La capa A de cualquier película multicapa de la invención es una capa de sellado exterior. Esa capa se sella al sustrato por medio de soldadura ultrasónica. La capa B debe tocar la capa A, es decir, son adyacentes sin capas intermedias tales como una capa adhesiva.

20 El sustrato y la película de polietileno se ponen en contacto, es decir, de modo que al menos una parte de la película toca al menos una parte del sustrato. Se puede aplicar presión de modo que se asegure un buen contacto entre el sustrato y la película. Del mismo modo, se puede aplicar presión para cerrar el extremo abierto del recipiente antes de aplicar ultrasonidos para crear el sello.

25 Todas las películas de la invención son no orientadas, es decir, no se estiran en la dirección de la máquina para formar una película tipo MDO o se estiran biaxialmente para formar una película orientada biaxialmente.

#### Descripción detallada de la invención

30 Esta invención se refiere a la soldadura ultrasónica de una película que comprende un copolímero de LLDPE multimodal, preferentemente un terpolímero de LLDPE multimodal. Sorprendentemente, las películas que comprenden los copolímeros y terpolímeros definidos en este documento muestran muy buenas propiedades de sellado ultrasónico, en particular en términos de elongación a la fuerza máxima y fuerza de sellado. Sorprendentemente, las películas de la invención se pueden sellar de manera efectiva con el copolímero y terpolímero de la invención en la capa de sellado o en la capa adyacente a la capa de sellado (es decir, capa B).

35 Copolímeros, preferentemente terpolímeros

40 Las películas de la invención comprenden un copolímero de LLDPE multimodal, preferentemente un terpolímero. Las películas monocapa preferentemente comprenden un copolímero de LLDPE multimodal a base de catalizador de Ziegler Natta. Las películas multicapa pueden comprender un copolímero de LLDPE multimodal en la capa B de la película, pero si en la capa A (es decir, la capa de sellado) hay presente un copolímero de LLDPE multimodal, entonces preferentemente es un copolímero de LLDPE multimodal producido con catalizador de Ziegler Natta como para las películas monocapa.

45 Si bien es posible que las películas de la invención comprendan una mezcla de LLDPE multimodal, preferentemente solo uno de dichos polímeros está presente en cualquier capa de una película, o en la película en su conjunto. Como alternativa, un LLDPE multimodal puede estar presente en la capa A y el mismo LLDPE multimodal o uno diferente puede estar presente en la capa B de una película multicapa.

50 El MFR<sub>2</sub> de los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, preferentemente está en el intervalo de 0,01 a 20 g/10 min, por ejemplo de 0,05 a 10 g/10 min, preferentemente de 0,1 a 6,0 g/10 min. El MFR<sub>2</sub> de los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, muy preferentemente está en el intervalo de 0,10 a 5 g/10 min, tal como de 0,1 a 2 g/10 min.

55 El MFR<sub>21</sub> de los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, preferentemente está en el intervalo de 5 a 50 g/10 min, por ejemplo de 10 a 40 g/10 min.

Los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, pueden tener una densidad en el intervalo de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de 925 a 940 kg/m<sup>3</sup>, preferentemente tal como 930 a 940 kg/m<sup>3</sup>.

60 El peso molecular peso medio Mw de los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, preferentemente es no superior a 250.000, preferentemente no superior a 200.000, tal como de 150.000 o inferior. El valor mínimo preferentemente es de 50.000. El Mw/Mn de los copolímeros, preferentemente terpolímeros puede variar. Valores de Mw/Mn preferidos son de 3 o superior, tal como 6 o superior, incluso 10 o superior. Se contemplan intervalos de 3,5 a 40, preferentemente 8 a 30, tal como de 8 a 20.

65

Los copolímeros de la invención contienen al menos un comonómero. Estos comonómeros preferentemente son comonómeros de alfa-olefina  $C_{3-10}$ . Los copolímeros pueden ser copolímeros binarios y, por tanto, contener solo un comonómero. Los comonómeros preferidos son 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno. Sin embargo, los copolímeros preferidos son terpolímeros.

5 El terpolímero contiene por lo menos dos, preferentemente solo dos, comonómeros. Estos comonómeros preferentemente son comonómeros de alfa-olefina  $C_{3-10}$ . Preferentemente, los comonómeros se seleccionan entre 1-buteno, 1-hexeno o 1-octeno. Se prefiere que los comonómeros empleados sean 1-buteno y 1-hexeno.

10 Las cantidades de comonómero presente en los copolímeros, preferentemente terpolímeros de la invención, pueden variar del 0,5 al 15 % en peso, tal como del 0,5 al 12 % en peso, por ejemplo del 1 al 10 % en peso.

15 Como alternativa, el contenido total de comonómero en el terpolímero preferentemente es del 0,3 al 7,0 % molar, más preferentemente del 0,6 al 4,5 % molar, más preferentemente del 1,0 al 3,5 % molar y lo más preferentemente del 1,2 al 2,8 % molar. El buteno puede estar presente en una cantidad del 0,1 al 3,0 % molar, preferentemente del 0,2 al 2,0 % molar, más preferentemente del 0,3 al 1,5 % molar y lo más preferentemente del 0,4 al 1,2 % molar.

20 La alfa-olefina  $C_6$  a  $C_{12}$  puede estar presente en una cantidad del 0,2 al 4,0 % molar, preferentemente del 0,4 al 2,5 % molar, más preferentemente del 0,7 al 2,0 % molar y lo más preferentemente del 0,8 al 1,8 % molar.

El copolímero, preferentemente terpolímero, es multimodal. Un LLDPE unimodal posee un único pico en su espectro de GPC como se realiza en un proceso de una sola etapa.

25 Por lo general, una composición de polietileno, que comprende al menos dos fracciones de polietileno, que se han producido en condiciones de polimerización diferentes dando como resultado pesos moleculares (promedio en peso) y distribuciones de peso molecular diferentes para las fracciones, se conoce como "multimodal". El prefijo "multi" se refiere al número de fracciones diferentes de polímero presentes en el polímero. Así, por ejemplo, un polímero multimodal incluye el denominado polímero "bimodal" que consiste en dos fracciones. La forma de la curva de distribución de peso molecular, es decir, la apariencia de la gráfica de la fracción en peso de polímero en función de su peso molecular, de un polímero multimodal, por ejemplo, polietileno (I), mostrará dos o más máximos o al menos estará claramente ensanchado en comparación con las curvas para las fracciones individuales. Por ejemplo, si se produce un polímero en un proceso multietapa secuencial, utilizando reactores acoplados en serie y utilizando diferentes condiciones en cada reactor, las fracciones de polímero producidas en los diferentes reactores tendrán cada una su propia distribución de peso molecular y peso molecular promedio en peso. Cuando se registra la curva de distribución de peso molecular de un polímero de este tipo, las curvas individuales de estas fracciones se superponen en la curva de distribución de peso molecular para el producto total de polímero resultante, por lo general produciendo una curva con dos o más máximos distintos.

40 En cualquier polímero multimodal hay por definición un componente de menor peso molecular (LMW) y un componente de mayor peso molecular (HMW). El componente de LMW tiene un peso molecular más bajo que el componente de mayor peso molecular. En un polímero multimodal de uso en esta invención al menos uno de los componentes de LMW y HMW es un copolímero de etileno que contiene al menos un comonómero de alfa-olefina  $C_{3-20}$ . Más preferentemente, al menos el componente de HMW es un copolímero de etileno que contiene al menos un comonómero de alfa-olefina  $C_{3-20}$  tal como uno o dos comonómeros. Más preferentemente, también el componente de menor peso molecular (LMW) puede ser un copolímero de etileno que contiene al menos un comonómero de alfa-olefina  $C_{3-20}$ . Si uno de los componentes es un homopolímero, entonces el LMW es preferentemente el homopolímero.

50 El polietileno multimodal puede comprender otros componentes poliméricos, por ejemplo hasta el 10 % en peso de un prepolímero de polietileno bien conocido (que se puede obtener en una etapa de prepolimerización como es bien conocido en la técnica). En el caso de un prepolímero de este tipo, el componente prepolimérico está comprendido en uno de los componentes de LMW y HMW, preferentemente el componente de LMW, como se ha definido anteriormente.

55 El copolímero, preferentemente el terpolímero de la invención, preferentemente es bimodal y contiene un componente de LMW y HMW. El componente de LMW tiene un  $M_w$  menor que el componente de  $M_w$  superior. La diferencia de  $M_w$  puede ser al menos de 5000 unidades. Como alternativa considerada, el  $MFR_2$  de los dos componentes debería diferir en al menos 5 g/10 min con el componente de LMW que tiene el valor más alto.

60 El componente de LMW del copolímero, preferentemente el terpolímero, puede tener un  $MFR_2$  de al menos 50, preferentemente de 50 a 3000 g/10 min, más preferentemente de al menos 100 g/10 min. Un intervalo preferido de  $MFR_2$  del componente de LMW es, por ejemplo, de 110 a 500 g/10 min. El peso molecular del componente de bajo peso molecular debería variar preferentemente de 20.000 a 50.000, por ejemplo de 25.000 a 40.000.

65 Se cree que el alto MFR del componente de LMW puede contribuir a una buena movilidad de las cadenas durante el sellado y por lo tanto a buenas resistencias de sellado.

La densidad del componente de menor peso molecular puede variar de 930 a 980 kg/m<sup>3</sup>, por ejemplo de 940 a 970 kg/m<sup>3</sup>, más preferentemente de 945 a 955 kg/m<sup>3</sup> en el caso de copolímero y de 940 a 975 kg/m<sup>3</sup>, especialmente de 960 a 972 kg/m<sup>3</sup> en el caso de homopolímero.

5 El componente de peso molecular más bajo preferentemente forma del 30 al 70 % en peso, por ejemplo del 40 al 60 % en peso del terpolímero con el componente de mayor peso molecular que forma del 70 al 30 % en peso, por ejemplo del 60 al 40 % en peso.

10 El componente de mayor peso molecular preferentemente tiene un MFR<sub>2</sub> más bajo y una densidad más baja que el componente de menor peso molecular.

15 Es más preferido si el copolímero comprende un componente homopolimérico de etileno y un componente copolimérico, idealmente un copolímero de etileno con al menos uno de 1-hexeno o 1-buteno. El componente de LMW es el componente homopolimérico y el componente de HMW es el componente copolimérico en este sentido. También es posible que el copolímero comprenda dos componentes copoliméricos en los que se utiliza el mismo comonomero, tales como dos copolímeros de etileno y buteno.

20 Es más preferido si el terpolímero comprende un componente homopolimérico de etileno y un componente terpolimérico, idealmente un componente terpolimérico de etileno, 1-hexeno, y 1-buteno. En este sentido, el componente de LMW es el componente homopolimérico y el componente de HMW es el componente terpolimérico.

25 Como alternativa, el terpolímero multimodal puede comprender dos fracciones de copolímero, siempre y cuando haya dos comonomeros presentes. Por ejemplo, el terpolímero puede comprender una fracción de etileno y buteno y una fracción de etileno y hexeno. En esta forma de realización la fracción de etileno y buteno preferentemente es el componente de Mw más bajo. En una realización adicional, la invención comprende una fracción de copolímero de etileno y una fracción de terpolímero de etileno. Por ejemplo, el terpolímero puede comprender un componente de etileno y buteno (idealmente como componente de LMW) y una fracción de terpolímero de etileno, buteno y hexeno. Todas estas opciones se consideran terpolímeros de la presente invención.

30 Se prefiere el uso de un componente homopolimérico de LMW de etileno con un componente terpolimérico de HMW, idealmente un terpolímero C2/C4/C6.

35 Los polímeros que satisfacen las definiciones anteriores son conocidos en la técnica y están disponibles en Borealis y otros, por ejemplo con el nombre comercial Borstar.

Un polímero especialmente preferido es BorShape™ FX1001 o FX1002 (Borealis AG - Viena, Austria) o BorShape™ FX1001 (Borealis AG - Viena, Austria).

Preparación de polietileno

40 Los copolímeros de la invención se pueden producir usando la catálisis Ziegler Natta o catálisis de un solo sitio (mLLDPE), pero preferentemente se producen usando un catalizador de Ziegler Natta. Dichos catalizadores son muy conocidos en la técnica. Por lo tanto, para la preparación de los polímeros de la presente invención se pueden utilizar métodos de polimerización muy conocidos por el experto en la materia. Como catalizador se puede usar cualquier catalizador estereoespecífico ordinario de Ziegler-Natta. Un componente esencial en esos catalizadores son componentes catalíticos sólidos que comprenden un compuesto de titanio que tiene al menos un enlace titanio-halógeno, un compuesto donador de electrones interno y un haluro de magnesio en forma activa como portador tanto para el componente de titanio como para el compuesto donador. Los catalizadores pueden contener -como donador de electrones interno- compuestos seleccionados entre éteres, cetonas, lactonas, compuestos que contienen átomos de N, P y/o S y ésteres de ácidos mono y dicarboxílicos.

50 Los polímeros multimodales, por ejemplo bimodales, se producen preferentemente por mezcla de cada uno de los componentes in situ durante su proceso de polimerización (denominado proceso de in situ) de una manera conocida en la técnica.

55 Los copolímeros multimodales útiles en la presente invención se obtienen preferentemente por mezcla in situ en un proceso de polimerización de varias etapas, es decir, en dos o más etapas, incluyendo un proceso en solución, suspensión y en fase gaseosa, en cualquier orden. Si bien es posible utilizar diferentes catalizadores de sitio único en cada etapa del proceso, se prefiere que el catalizador empleado sea el mismo en sendas etapas.

60 Idealmente, por lo tanto, los polímeros multimodales de la invención se producen en al menos polimerización en dos etapas usando el mismo catalizador. Así, por ejemplo, se pueden emplear dos reactores de suspensión o dos reactores de fase gaseosa, o cualquiera de sus combinaciones, en cualquier orden. Sin embargo, preferentemente, el polietileno se prepara mediante polimerización en suspensión en un reactor de bucle, seguido por polimerización en fase gaseosa en un reactor de fase gaseosa.

65

Un reactor de bucle-sistema reactor de fase gaseosa es bien conocido como tecnología Borealis, es decir, como sistema reactor BORSTAR™. Un proceso multietapa de este tipo se desvela, por ejemplo, en el documento EP517868.

5 Las condiciones usadas en un proceso de este tipo son bien conocidas. Para reactores de suspensión, la temperatura de reacción generalmente estará en el intervalo de 60 a 110 °C, por ejemplo de 85 a 110 °C, la presión del reactor generalmente estará en el intervalo de 5 a  $80 \times 10^5$  Pa, por ejemplo de 50 a  $65 \times 10^5$  Pa, y el tiempo de residencia generalmente estará en el intervalo de 0,3 a 5 horas, por ejemplo de 0,5 a 2 horas. El diluyente usado generalmente será un hidrocarburo alifático que tiene un punto de ebullición en el intervalo de -70 a + 100 °C, por ejemplo propano. En dichos reactores, la polimerización se puede efectuar, si se desea en condiciones supercríticas. La polimerización en suspensión también se puede llevar a cabo en masa, en la que el medio de reacción se forma a partir del monómero que se polimeriza.

15 Para reactores en fase gaseosa, la temperatura de reacción usada generalmente estará en el intervalo de 60 a 115 °C, por ejemplo de 70 a 110 °C, la presión del reactor generalmente estará en el intervalo de 10 a  $25 \times 10^5$  Pa, y el tiempo de residencia generalmente será de 1 a 8 horas. El gas usado habitualmente será un gas no reactivo tal como nitrógeno o hidrocarburos de bajo punto de ebullición tales como propano junto con monómero.

20 Se puede añadir un agente de transferencia de cadena, preferentemente hidrógeno, según sea necesario a los reactores. Una etapa de prepolimerización puede preceder al proceso de polimerización real.

Los polímeros de la invención no son nuevos en sí mismos y se conocen procesos para su obtención. También están disponibles en el mercado.

25 Se apreciará que ambos componentes de polietileno de las películas de la invención pueden contener aditivos de polímeros convencionales. Estos forman normalmente menos del 5 % en peso, tal como menos del 2 % en peso del material polimérico. También se pueden incluir aditivos, tales como antioxidantes, fosfitos, aditivos de adherencia, pigmentos, colorantes, cargas, agentes antiestáticos, adyuvantes de procesamiento, clarificadores y similares en los polímeros de la presente invención y por lo tanto en las películas formadas a partir de ellos. Las películas también pueden contener aditivos convencionales tales como agentes antibloqueo, agentes de deslizamiento, agentes de liberación del molde, etc. Estos aditivos son muy conocidos en la industria y su uso será familiar para el experto.

#### Fabricación de la película

35 Las películas de la invención son películas sopladas o moldeadas fabricadas por (co)extrusión y soplado/moldeo como es bien conocido en la técnica. Las películas de la invención preferentemente tienen de 15 a 300  $\mu\text{m}$  de espesor, preferentemente de 25 a 200  $\mu\text{m}$ , más preferentemente 30 a 150  $\mu\text{m}$ , tal como de 30 a 120  $\mu\text{m}$ , especialmente de 35 a 100  $\mu\text{m}$ .

40 Las películas pueden estar en monocapa o multicapa. Si se desean películas monocapa, se prefiere que los copolímeros de Ziegler Natta de la invención, idealmente los terpolímeros de la invención sean el polímero presente principal. Preferentemente, el copolímero o terpolímero forma al menos el 50 % en peso de la película monocapa. Algunas películas monocapa pueden comprender al menos el 75 % en peso del copolímero o terpolímero, o al menos el 85 % en peso. Algunas películas monocapa consisten esencialmente en el copolímero o terpolímero multimodal tal como el copolímero o terpolímero multimodal Ziegler Natta. Si hay presentes otros polímeros dentro de la película monocapa, se prefiere si esos son LDPE u otros LLDPE. Otros LLDPE que están presentes preferentemente son no multimodales.

50 Los LDPE de uso a este respecto son homopolímeros preparados en un proceso de alta presión como se conoce en la técnica. Tienen una densidad de entre 905 y 935  $\text{kg/m}^3$ . El  $\text{MFR}_2$  de tales compuestos de LDPE puede estar en el intervalo de 0,01 a 20 g/10 min, por ejemplo de 0,05 a 10 g/10 min, preferentemente de 0,1 a 6,0 g/10 min.

Otros LLDPE preferentemente son LLDPE unimodales preferentemente con un único comonómero. El  $\text{MFR}_2$  de tales compuestos puede estar en el intervalo de 0,01 a 20 g/10 min, por ejemplo de 0,05 a 10 g/10 min, preferentemente de 0,1 a 6,0 g/10 min. El  $\text{MFR}_2$  muy preferentemente está en el intervalo de 0,10 a 5 g/10 min, tal como de 0,1 a 2 g/10 min.

60 Los otros LLDPE pueden tener una densidad en el intervalo de 905 a 940  $\text{kg/m}^3$ , preferentemente de 910 a 935  $\text{kg/m}^3$ , preferentemente tal como de 915 a 930  $\text{kg/m}^3$ .

El contenido de otros componentes dentro de las películas monocapa puede ser de hasta el 50 % en peso, tal como de hasta el 40 % en peso, por ejemplo del 10 al 30 % en peso.

65 Se prefiere que las películas de la invención tengan varias capas. Las películas multicapa preferentemente se forman a partir de al menos dos capas, idealmente al menos tres capas, tales como 3 capas, 5 capas o 7 capas. Las

películas por lo tanto preferentemente comprenden, por lo menos las capas adyacentes A y B, preferentemente A, B y C.

5 La capa (A) de la película es una capa externa y es la capa de sellado en el presente documento. Está implicada preferentemente en el sellado de la película (idealmente consigo misma). Dicha capa (A) preferentemente comprende al menos un copolímero de LLDPE multimodal Ziegler Natta o más preferentemente un terpolímero de LLDPE multimodal como se define en el presente documento.

10 Es posible que la capa (A) se mezcle con otros componentes poliméricos, pero el copolímero multimodal preferentemente forma al menos el 50 % en peso de la capa (A). Por tanto, la capa (A) podría ser una mezcla de ese copolímero de LLDPE multimodal con otro LLDPE tal como se define anteriormente en conexión con las películas monocapa, en particular un LLDPE unimodal. En algunas formas de realización, un LLDPE unimodal de metaloceno puede ser el otro LLDPE.

15 La capa (A) también puede ser una mezcla del componente copolimérico de LLDPE multimodal y un polietileno de muy baja densidad (VLDPE) que tiene una densidad de menos de 905 kg/m<sup>3</sup>, tal como de 860 a menos de 905 kg/m<sup>3</sup>. Una vez más, el contenido de los otros componentes dentro de las películas monocapa puede ser de hasta el 50 % en peso, tal como hasta el 40 % en peso, por ejemplo del 10 al 30 % en peso. La capa (A) también puede ser una mezcla del componente copolimérico de LLDPE multimodal y un LDPE como se ha descrito anteriormente en  
20 relación con las películas monocapa.

25 Cuando la capa A comprende un copolímero de la invención, la naturaleza de la capa B es menos crítica. La capa B puede comprender una mezcla de LDPE y LLDPE unimodal o una mezcla de LDPE y HDPE (por ejemplo, que tiene una densidad de más de 940 kg/m<sup>3</sup>) como se describe en el presente documento. Sin embargo, la capa B también puede contener un copolímero de LLDPE multimodal de la invención. Ese puede ser el mismo copolímero o un copolímero diferente de la invención tal como se utiliza en la capa A.

30 En general, la capa B puede comprender cualquier LLDPE, HDPE o LDPE que dé a la película una característica preferida, tal como rentabilidad, resistencia, etc.

35 En una realización preferida, la capa A comprende un copolímero binario multimodal Ziegler Natta mientras que la capa B comprende un terpolímero como se define en el presente documento, por ejemplo, la capa A comprende al menos el 50 % en peso de un copolímero binario multimodal Ziegler Natta mientras que la capa B comprende al menos el 50 % en peso de un terpolímero como se define en el presente documento.

40 En una realización alternativa, la capa (A) comprende un copolímero de LLDPE de metaloceno multimodal de la invención. Dichos LLDPE multimodales de metaloceno pueden tener una densidad de 910 a 925 kg/m<sup>3</sup>. Ese metaloceno multimodal podría combinarse con un LDPE, por ejemplo como se describe anteriormente en relación con la película monocapa.

45 En otra realización alternativa, la capa (A) no comprende el copolímero de LLDPE multimodal de la invención. En su lugar puede comprender una mezcla de otro LLDPE tal como un LLDPE unimodal y LDPE, por ejemplo, como se describe anteriormente en relación con la película monocapa. La capa A también puede contener un VLDPE tal como hasta el 40 % en peso de VLDPE que tiene una densidad de menos de 905 kg/m<sup>3</sup>, opcionalmente mezclado con un LLDPE unimodal.

50 Cuando la capa (A) está libre del copolímero de LLDPE multimodal de la invención, la capa (B) comprende, por ejemplo, consiste en, un copolímero de LLDPE multimodal de la invención. En dicha forma de realización, al menos el 50 % en peso del copolímero multimodal debe estar presente en la capa (B), tal como al menos el 70 % en peso, preferentemente al menos el 80 % en peso. La capa (B) debe ser adyacente a la capa (A) en todas las formas de realización de la invención. También, se prefiere en esta forma de realización que la capa (A) tenga un espesor de 30 µm o inferior.

55 Se prefiere que el copolímero de LLDPE multimodal en la capa (B) sea un LLDPE de Ziegler Natta como se ha descrito anteriormente en relación con una película monocapa. Idealmente, el polímero es un terpolímero tal como se describe anteriormente en relación con la película monocapa.

60 Por tanto, una realización más preferida se basa en una película multicapa en la que la capa A comprende una mezcla de LLDPE multimodal y LDPE, por ejemplo, un LLDPE de metaloceno multimodal y LDPE, y la capa B comprende al menos el 50 % en peso del copolímero de LLDPE multimodal de la invención.

65 Por lo tanto, otra forma de realización más preferida se basa en una película multicapa en la que la capa A comprende una mezcla de LLDPE unimodal y LDPE y la capa B comprende al menos el 50 % en peso del copolímero de LLDPE multimodal de la invención.

Las películas de la invención pueden contener otras capas tales como una capa C adyacente a la capa B. Las películas de la invención por lo tanto contienen preferentemente una capa A y una capa B como se define en el presente documento. Si hay presente una capa (C), puede contener una variedad de polímeros tales como HDPE, LDPE, un polipropileno, una capa de barrera, por ejemplo a base de poliamida, etc. Especialmente cuando las películas de la invención comprenden 5 o 7 capas, se prefiere la presencia de una capa de barrera. También puede haber presentes capas adhesivas.

Si está presente, la capa (C) en una película de este tipo preferentemente es la misma que la capa B o la capa A, formando así una estructura de película tipo ABA o ABB.

#### Capas de película

El término "consiste esencialmente en" que se usa a continuación en relación a los materiales de la capa de película está destinado a excluir solamente la presencia de otros componentes poliolefinicos, preferentemente otros polímeros. Por lo tanto, dicho término no excluye la presencia de aditivos, por ejemplo, aditivos de película convencionales, es decir, cada capa puede contener independiente aditivos de película convencionales tales como antioxidantes, estabilizadores UV, eliminadores de ácidos, agentes de nucleación, agentes anti-bloqueo, agentes de deslizamiento, etc., así como agentes de procesamiento de polímeros (PPA), etc. Los aditivos pueden estar presentes como parte de una mezcla madre.

Las películas de la invención comprenden preferentemente las capas (A) y (B) siguientes, en especial las capas (A), (B) y (C) siguientes.

En la mayoría de formas de realización preferidas, se prefieren las siguientes estructuras de película:

#### Capa (A)

En consecuencia, en una primera forma de realización preferida (i) de la invención, dicha capa (A) comprende al menos el copolímero de LLDPE multimodal producido por Ziegler Natta, preferentemente el terpolímero de la invención. Eso se puede mezclar con un LLDPE unimodal o un polietileno de muy baja densidad. En esta forma de realización (i) una capa (A) preferentemente comprende del 40 al 75 % en peso de co o terpolímero de LLDPE multimodal, más preferentemente del 40 al 70 % de co o terpolímero de LLDPE multimodal. La capa (A) de la forma de realización (i) preferentemente comprende del 25 al 60 % en peso de LLDPE unimodal o polietileno de muy baja densidad, más preferentemente del 30 al 60 % en peso. El uso de un exceso del terpolímero multimodal es especialmente preferido en el presente documento. El uso del 100 % en peso de LLDPE multimodal de la invención es una opción preferida.

Como alternativa, la capa (A) comprende una mezcla de LLDPE y LDPE unimodal o preferentemente bimodal o LLDPE unimodal (o LLDPE preferentemente bimodal) y VLDPE que tiene una densidad de menos de  $905 \text{ kg/m}^3$ . En esta forma de realización (i) una capa (A) preferentemente comprende del 40 al 75 % en peso de LLDPE (tal como un LLDPE de metaloceno unimodal), más preferentemente del 40 al 70 % del LLDPE. La capa (A) de la forma de realización (i) preferentemente comprende del 25 al 60 % en peso de LDPE o VLDPE, más preferentemente del 30 al 60 % en peso. En el presente documento se prefiere especialmente el uso de una fracción del 50/50 % en peso de LLDPE y LDPE/VLDPE.

#### Capa (B)

La capa (B) preferentemente comprende al menos el 50 % en peso, preferentemente al menos el 60 % en peso, más preferentemente al menos el 70 % en peso de un copolímero o terpolímero de LLDPE multimodal. En algunas formas de realización se prefiere incluso del 80 % en peso o superior de co o terpolímero de LLDPE multimodal. Lo más preferido es el uso de un 100 % en peso de terpolímero en la capa B. Cuando la capa A contiene el copolímero de LLDPE multimodal de la invención, sin embargo, la capa B también puede comprender una mezcla de LLDPE unimodal y LDPE o LLDPE unimodal y VLDPE que tiene una densidad de menos de  $905 \text{ kg/m}^3$ . En esta forma de realización la capa (B) preferentemente comprende del 40 al 75 % en peso de LLDPE (tal como un LLDPE de metaloceno unimodal), más preferentemente del 40 al 70 % del LLDPE. La capa (B) preferentemente comprende del 25 al 60 % en peso de LDPE o VLDPE, más preferentemente del 30 al 60 % en peso. El uso de una fracción del 50/50 % en peso de LLDPE y LDPE/VLDPE se prefiere especialmente en el presente documento.

#### Capa (C)

Dicha capa (C) puede tener una composición de polímero como se describe en relación a la capa (A) anterior, o la capa (B) anterior. Preferentemente las capas (A) y (C) son idénticas en una estructura de película de tipo ABA. Como alternativa, la capa C puede contener un HDPE que tiene una densidad de más de  $940 \text{ kg/m}^3$ , una capa de barrera, etc.

La distribución de espesor de la película (%) de una película de capa ABC preferentemente es del 10 al 35 %/30 al 80 %/10 al 35 % del espesor total de la película (100 %).

5 Se prefiere que la capa de sellado (A) forme al menos el 18 % del espesor total de la película, preferentemente al menos el 20 %, especialmente al menos el 25 % del espesor de la película. Si la capa de sellado es demasiado delgada, las propiedades de sellado de la película son más pobres. Sin embargo, si la capa de sellado (A) es demasiado gruesa y el copolímero está presente en la capa (B), eso puede comprometer la resistencia del sellado.

10 Las películas de la invención pueden poseer valiosas propiedades mecánicas tales como alta resistencia al impacto, rigidez, resistencia térmica y propiedades de tracción.

15 Para fabricar películas para su sellado de acuerdo con la invención, normalmente se extruyen simultáneamente (es decir, se coextruyen) al menos dos corrientes de masa fundida de polímero a través de una matriz multi-canal tubular, anular o circular para formar un tubo que se sopla, se infla y/o se enfría con aire (o una combinación de gases) para formar una película. La fabricación de películas sopladas es un proceso bien conocido.

20 La película de la invención normalmente se produce por extrusión a través de una matriz anular, soplando en una película tubular mediante la formación de una burbuja que se aplasta entre rodillos de presión después de su solidificación. En este sentido se pueden usar técnicas de producción de película convencionales. Normalmente, las capas se extruirán a una temperatura en el intervalo de 160 °C a 240 °C, y se enfrían por soplado de gas (generalmente aire) a una temperatura de 10 a 50 °C para proporcionar una altura de línea de congelación de 2 a 8 veces el diámetro de la matriz. La relación de soplado generalmente debe estar en el intervalo de 1,8 a 5, preferentemente de 2 a 4. Los diámetros de matriz adecuadas están en el intervalo de 100 a 250 mm.

25 Las películas de la invención no están orientadas, es decir, películas no en la dirección de la máquina u orientadas biaxialmente.

#### Sustrato

30 El sustrato al que se sella la película puede ser el mismo o diferente de la película real pero tanto la película como el sustrato se basan preferentemente en polímeros de polietileno. Esto significa por lo tanto que el sustrato comprende un componente de polietileno. Normalmente, la película se sella consigo misma o con otra película idéntica como se conoce en la técnica.

35 En las películas de la invención, la película puede ser monocapa o multicapa. Si la película es una película multicapa, entonces el copolímero de LLDPE multimodal puede estar en la capa que está sellada al sustrato o puede formar una capa directamente adyacente a la capa de sellado. Así, en una construcción de película ABC, el copolímero podría formar la capa (B) a una capa de sellado (A). Si bien, por tanto, el copolímero puede no estar en la capa de sellado real, durante la soldadura ultrasónica la capa (B) también se funde en cierto grado para ayudar en el proceso de sellado.

40 Se hecho, es sorprendente que la capa (B) pueda influir en el comportamiento de sellado, pero se observa que puede ser así cuando se emplea un copolímero de la invención en la capa (B). De nuevo, sin desear estar limitados por la teoría, percibimos que la presencia de una fracción de alto contenido de comonomero de baja densidad dentro del terpolímero ofrece propiedades de sellado beneficiosas.

45 En una realización preferida, el sustrato es una película tal como se define en el presente documento para la película de la invención. Aún más preferentemente, el sustrato y la película son la misma película, es decir, la película se suelda por ultrasonidos a sí misma. Por tanto, la película se podría manipular de manera que la capa (A) esté sellada a la capa (A), formando quizás una estructura sellada de tipo CBAABC.

50 Los sustratos de la invención, además de una capa basada en un polímero de polietileno, pueden comprender capas de barrera, tales como las basadas en poliamidas, alcohol vinílico de etileno, capas aluminizadas, polímeros de acrilato de etileno, etc. El sustrato también puede ser un laminado.

55 En general, la formación de una película de sustrato adecuada está dentro de las competencias de la persona experta en la técnica.

#### Soldadura ultrasónica

60 Una vez que se ha preparado la película y el sustrato, se debe formar un sello entre ellos. Esto se consigue por soldadura ultrasónica. En la soldadura ultrasónica se genera calor en la zona de unión entre la película y el sustrato por las vibraciones mecánicas, haciendo que la fricción provoque que los materiales que se están sellando se plastifiquen, forjando una conexión indisoluble entre las partes.

65

La soldadura ultrasónica utiliza una herramienta de soldadura (sonotrodo) que por lo general está orientado para aplicar vibraciones horizontal o verticalmente. La calidad del sellado es muy uniforme debido a que la transferencia de energía y el calor interno liberado permanecen constantes y se limitan a la zona de sellado.

- 5 Debido a que la soldadura ultrasónica tiene muy bajos requerimientos de energía, no utiliza ningún consumible, no requiere agua de refrigeración, y tiene requisitos de espacio modestos, la soldadura ultrasónica ofrece soluciones ecológicas rentables al problema de sellado de polímero.

10 Las piezas a soldar en primer lugar se ponen en contacto y se intercalan entre un nido en forma fija (yunque) y un sonotrodo conectado a un transductor. La frecuencia de los ultrasonidos se puede adaptar para efectuar un sellado en los materiales que se sellan. Por lo tanto, al menos parte de la zona de contacto entre la película y el sustrato está sometida a ultrasonidos. Se apreciará que la película y el sustrato pueden estar en contacto entre sí sobre un área mayor de la que se sella realmente, debido simplemente a la naturaleza del proceso.

- 15 Las presiones de soldadura pueden ser de aproximadamente 1 a  $2 \times 10^5$  Pa, tales como 1,5 a  $2 \times 10^5$  Pa.

Las vibraciones ultrasónicas necesarias pueden variar dependiendo de la naturaleza de la película a sellar, etc. Normalmente, se pueden emplear frecuencias ultrasónicas en el intervalo de 15 kHz a 70 kHz.

- 20 El tiempo durante el cual las superficies de sellado están expuestas a los ultrasonidos puede ser muy corto, tal como de 50 a 200 ms.

25 La energía ultrasónica funde el punto de contacto entre la película y el sustrato al que se está sellando la película, creando un sello cuando se detiene el ultrasonido (o la película se aleja de la fuente de ultrasonidos). La soldadura ultrasónica provoca la fusión local del plástico debido a la absorción de la energía de vibración.

- 30 El uso de soldadura ultrasónica es muy ventajoso ya que la película no está en contacto con una barra de sellado caliente. El sonotrodo permanece frío durante todo el proceso. Por lo tanto, esto evita la acumulación de polímero fundido en la barra y por lo tanto, la limpieza intensiva de esa barra de sellado después del sellado. Por lo tanto, el tiempo de inactividad se reduce significativamente mediante el uso de soldadura ultrasónica en contraposición al sellado térmico.

35 Todavía se puede realizar un sellado excelente incluso si hay presente contaminación. Es habitual que una de las superficies de sellado se puede poner en contacto con el material que se envasa, contaminando la superficie de sellado. A pesar de dicha contaminación, todavía puede formarse un sello fuerte utilizando soldadura ultrasónica. Parece que la aplicación de los ultrasonidos elimina el contaminante mecánicamente de la zona de sellado. Esto es importante cuando el producto que se envasa es uno que desprende olor cuando se calienta. Por ejemplo, si los alimentos para mascotas se sellan térmicamente con contaminantes en el área de sellado, el resultado es un olor a quemado de los alimentos para mascotas. El uso de soldadura ultrasónica evita ese problema.

- 40 Un beneficio adicional de la soldadura ultrasónica es evitar la contracción de la película. Al evitar altas temperaturas, la contracción del sellado se reduce al mínimo. Además evitamos exponer el contenido de un paquete a altas temperaturas. Esto es importante si el producto se degrada fácilmente con calor.

- 45 Durante la operación de soldadura ultrasónica se prefiere que la película no se contraiga en más de un 5 % en cualquier dirección.

50 El uso de soldadura ultrasónica puede permitir más flexibilidad en el diseño de la película para envasado. Para la soldadura ultrasónica, la adherencia en caliente no supone un problema ya que, después del sellado, el calor fluye hacia las capas de película adyacentes (más frías). En caso del sellado térmico, las capas adyacentes están más calientes que el sello y eso limita la adherencia en caliente. Por tanto, esto limita la naturaleza de las películas que se pueden usar en el entorno de sellado térmico.

- 55 Esto hace que la invención sea ideal para el envasado de productos sensibles al calor.

60 El uso de soldadura ultrasónica también permite una reducción en el espacio de cabeza en los envases. Normalmente, se usa un espacio de cabeza grande para evitar que el calor de la operación de sellado dañe los productos envasados. Con soldadura ultrasónica este problema se puede superar y puede ser necesaria menos película por gramo de material envasado.

- 65 Una ventaja adicional importante de la utilización de soldadura ultrasónica se refiere a un ahorro en los costes de las materias primas. Cuando se forma un sello entre las superficies utilizando el sellado térmico convencional, las capas se pueden solapar en hasta 10 mm. Por lo tanto, gran parte de esta superposición es película desperdiciada. Con la soldadura ultrasónica este solapamiento se puede reducir a 6 mm. En el contexto de 2000 paquetes por hora, eso supone una reducción significativa en el despilfarro. El proceso de la invención por tanto es ideal para la fabricación de los envases producidos en masa, tales como bolsas de envío para uso industrial.

Después del sellado, las películas de la invención ofrecen excelentes propiedades. La fuerza máxima de sellado que se consigue utilizando soldadura ultrasónica es tan bueno o mejor que la que se puede conseguir usando el sellado térmico convencional. Son alcanzables valores de fuerza máxima de 8 N o superior.

5 Aplicaciones

Las películas de la invención se pueden emplear en una amplia variedad de aplicaciones finales; sin embargo, son de interés particular en la fabricación de envases, especialmente envases de alimentos, bebidas o paquetes médicos o envases de artículos en sacos y bolsas de transporte de cargas de tipo medio o de tipo pesados.

10 En particular, las películas se pueden utilizar en tecnología de envasado en forma, relleno y sellado o en la formación de bolsas de pie. Una característica particular de la invención es que los materiales descritos en este documento se pueden someter a soldadura ultrasónica, así como a sellado térmico convencional. En particular, se puede utilizar soldadura ultrasónica para sellar en la dirección transversal, mientras que el sellado térmico se puede utilizar para la dirección de la máquina.

15 Preferentemente, las películas se sellan dentro de una línea de envasado de Sello de relleno de la forma (SRF) vertical, en la que la película orientada se suelda inicialmente a partir de la película plana, preferentemente mediante soldadura ultrasónica. La película se puede soldar ultrasónicamente con una primera costura transversal, con el llenado y cierre del envase por medio de sellado térmico o soldadura ultrasónica.

20 En una máquina de SRF típica, la máquina se carga con un rollo plano continuo de película orientada. La película orientada se aproxima a la parte posterior de un tubo cónico hueco largo, y cuando el centro del plástico se encuentra cerca del tubo, los bordes exteriores de la película forman solapas que se envuelven alrededor del tubo cónico. La película se estira hacia abajo alrededor del exterior del tubo y una barra de sellado térmico vertical sujeta en los bordes de la película, uniendo la película por fusión de los bordes de la costura.

25 Para iniciar el proceso de embolsado, una barra de sellado horizontal sujeta a través del borde inferior del tubo, uniendo la película junta, y cortando cualquier película por debajo. El extremo del tubo sellado se baja entonces sobre una mesa de pesaje de precisión y el producto a embolsar se dispensa a través del tubo cónico largo en el centro de la bolsa. Cuando se alcanza el peso bruto de la bolsas llena de producto, se detiene el llenado, y la barra de sellado horizontal sella la parte superior de la bolsa, y al mismo tiempo forma la parte inferior de la siguiente bolsa por encima. Esta bolsa se corta del tubo y ahora es un paquete sellado. Por tanto, hay una serie de operaciones de sellado durante un proceso de SRF y se puede utilizar la soldadura ultrasónica en lugar de una o más de dichas operaciones de sellado térmico. En particular, la soldadura ultrasónica sustituye a cualquier aparato de sellado térmico en dirección transversal.

30 Los sistemas duales también están disponibles para paquetes sellados por cuatro lados, así como para paquetes que requieran materiales diferentes para cada lado. Los sistemas duales utilizan dos rollos de película de partida en lugar de uno, que son introducidos desde lados opuestos de la máquina. Las capas inferior y superior se sellan térmicamente entre sí para formar la bolsa, y el producto se carga desde la parte superior. La bolsa con el producto cargado avanza entonces hacia abajo y la parte superior se sella y la bolsa se corta. El sellado de la parte superior de la bolsa forma la parte inferior de la bolsa siguiente.

35 Una vez más, se puede usar la soldadura ultrasónica para efectuar una o más de estas operaciones de sellado térmico.

40 Las películas son especialmente útiles en sacos de transporte pesados o sacos de transporte de media carga. Para proporcionar resistencia, sacos de transporte pesados a menudo se proporcionan con refuerzos. Cuando hay un refuerzo, el espesor de la película es especialmente alto, ya que hay numerosos pliegues de película a sellar juntos. El uso de sellado térmico en ese ambiente es difícil, ya que el calor requerido para sellar todas las capas es muy alto. El uso de soldadura ultrasónica puede crear un sello de alta calidad independiente del número de capas presentes.

45 Las bolsas de pie a menudo se preparan por medio de sellado térmico. El cierre efectivo de la bolsa después del llenado se puede efectuar mediante soldadura ultrasónica. Es una consideración adicional de la invención, por tanto, que las películas orientadas de la invención se puedan tanto sellar térmicamente como soldar ultrasónicamente a un sustrato. Cuando se requiere más de un sello en un paquete, se pueden utilizar ambas técnicas en la formación del paquete.

50 Esta invención es de utilidad particular en la formación de productos sensibles al calor, incluyendo todos los tipos de alimentos/bebidas para seres humanos, alimentos para animales, productos no consumibles sensibles al calor, etc.

55 Una característica particular de la invención está representada en la Figura 1. En este caso se representa un proceso para formar, llenar y sellar en el que a es la longitud de la bolsa SRF, b es el espacio de cabeza dentro de la bolsa y c es el saliente de soldadura. Con el uso de soldadura ultrasónica se prevé que se puedan reducir los

60

valores tanto de b como de c, tal vez en una cantidad combinada de hasta el 10 %. Eso podría permitir que un saco de alta resistencia de 70 g se pueda reducir a un saco de alta resistencia de 69 g. En el contexto de 400 toneladas de bolsas al año, esto supone más de 80.000 bolsas.

5 La invención se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos y figura no limitados.

Índice de fluidez

10 El índice de fluidez (MFR) se determina según la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la viscosidad de fusión del polímero. El MFR se determina a 190 °C para el polietileno y 230 °C para el polipropileno. La carga bajo la cual se determina el índice del flujo de fusión por lo general se indica como subíndice, por ejemplo MFR<sub>2</sub> se mide bajo una carga de 2,16 kg (condición D), MFR<sub>5</sub> se mide bajo 5 kg de carga (condición T) o MFR<sub>21</sub> se mide bajo 21,6 kg de carga (condición G).

15 Contenido de comonomero (NMR):

El contenido de comonomero se determinó mediante el uso de RMN <sup>13</sup>C. Los espectros de RMN <sup>13</sup>C se registraron en un espectrómetro Bruker de 400 MHz a 130 °C a partir de muestras disueltas en 1,2,4-triclorobenceno/benceno-d<sub>6</sub> (90/10 en p/p).

20 Peso molecular

El M<sub>w</sub>, M<sub>n</sub> y MWD se miden por cromatografía de permeación en gel (GPC) de acuerdo con el siguiente método:

25 El peso molecular promedio en peso M<sub>w</sub> y la distribución del peso molecular (MWD = M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> en la que M<sub>n</sub> es el peso molecular promedio en número y M<sub>w</sub> es el peso molecular promedio en peso) se mide según la norma ISO 16014-4: 2003 y la norma ASTM D 6474-99. Se utilizó un instrumento Waters GPCV2000, equipado con un detector del índice de refracción y un viscosímetro en línea con columnas TSK-gel 2 x GMXL-HT y 1x G7000HXL-HT de Tosoh Bioscience y 1,2,4-triclorobenceno (TCB, estabilizado con 250 mg/l de 2,6-de-terc-butil-4-metil-fenol) como disolvente a 140 °C y con un caudal constante de 1 ml/min. Se inyectaron 209,5 µl de solución de muestra por análisis. El conjunto de columnas se calibró utilizando calibración universal (según la norma ISO 16014-2: 2003) con al menos 15 patrones de poliestireno (PS) de MWD estrecha en el intervalo de 1 kg/mol a 12.000 kg/mol. Se utilizaron constantes de Mark Houwink como se indica en la norma ASTM D 6474-99. Todas las muestras se prepararon disolviendo 0,5-4,0 mg de polímero en 4 ml (a 140 °C) de TCB estabilizado (igual que la fase móvil) y manteniendo durante 3 horas máximo a una temperatura máxima de 160 °C con agitación suave continua antes de la toma de muestras en el instrumento de GPC.

40 Como se sabe en la técnica, se puede calcular el peso molecular promedio en peso de una mezcla si se conocen los pesos moleculares de sus componentes de acuerdo con:

$$Mw_b = \sum_i w_i \cdot Mw_i$$

45 en la que Mw<sub>b</sub> es el peso molecular promedio en peso de la mezcla,  
w<sub>i</sub> es la fracción en peso del componente "i" en la mezcla y  
Mw<sub>i</sub> es el peso molecular promedio en peso del componente "i".

El peso molecular promedio en número se puede calcular usando la regla de mezcla bien conocida:

$$\frac{1}{Mn_b} = \sum_i \frac{w_i}{Mn_i}$$

50 en la que Mn<sub>b</sub> es el peso molecular promedio en número de la mezcla,  
w<sub>i</sub> es la fracción en peso del componente "i" en la mezcla y  
Mn<sub>i</sub> es el peso molecular promedio en número del componente "i".

55 Densidad

La densidad del polímero se midió según la norma ISO 1183/1872-2B.

Definiciones generales:

- La anchura del sello está determinada por la barra de sellado, las dimensiones de anchura de sellado típicas están en el intervalo de aproximadamente 1 mm o inferior hasta 3 o 4 o 5 mm;
- 5 • La longitud del sello está determinada por la dimensión de la apertura de los artículos finales o la dimensión de la muestra sellada, por lo que puede estar en el intervalo de, por ejemplo 20 cm o similar.
- La longitud del sello de la muestra a la tracción corresponde a la anchura de la muestra, es decir, en el intervalo de, por ejemplo, 15 o 25 mm.

10 Condiciones de procesamiento de la película:

Las muestras de película se produjeron por extrusión de una línea de película soplada por extrusión de 7 capas a escala comercial con un diámetro de matriz de 300 mm, una altura de línea de congelación 3DD, con una relación de soplado (BUR) 1:2,5 y una separación de la matriz de 1,5 mm, con enfriamiento interno de la burbuja.

15 La extrusora estaba compuesta de siete extrusores en serie con 50 mm de diámetro y una L/D de 30. Ajuste de temperatura de la extrusora: 210-225 °C para formar monopelículas de 40 µm o películas de 3 capas con una distribución de espesor de las capas de 25:50:25, si no se especifica lo contrario (también ejemplos con 33:34:33). Se utilizan siete extrusores AABBBCC para formar una estructura de película de 3 capas o una estructura monocapa AAAAAA.

Condiciones de soldadura US:

- Prensa USP 3000
- 25 Sonotrodo n.º 9069 (Titan)
- Convertidor SE2010
- Aumentador de presión 1,5
- 30 Yunque R5/90 °, de acero inoxidable
- Ensayos realizados en 20 kHz,
- amplitud de 65 µm (de pico a pico), presiones de  $1,5-4 \times 10^5$  Pa, (corresponde a fuerzas de 600 a 1800 N)
- 35 • Longitud del sello: 20 cm,
- Orientación del sello: en dirección transversal con respecto a la producción de la película soplada.
- Espesor de la película: películas de 40 µm, si no se menciona lo contrario

Ensayo de tensión para evaluar los sellos:

40 Parámetros:

- Ancho de la muestra - 15 mm
- Temperatura - 23 °C
- 45 • Precarga - 0,15 N
- Velocidad de precarga - 2 mm/min
- Velocidad del ensayo - 200 mm/min
- Distancia de sujeción - 100 mm

50 Descripciones de los polímeros:

Hype 35 - Basell, copolímero bimodal de metaloceno de la invención  $MFR_2$  g/10 min = 1,4, densidad de 935 kg/m<sup>3</sup>

55 BorShape FX1001 Borealis, terpolímero de la invención (ZN),  $MFR_5$  = 0,9 g/10 min, densidad de 933 kg/m<sup>3</sup>

BorShape FX1002 Borealis, terpolímero de la invención (ZN),  $MFR_5$  = 2 g/10 min, densidad de 937 kg/m<sup>3</sup>

60 Enable 3505CH, Exxon, metaloceno unimodal con copolímero de LLDPE de RCL (ramificación de cadena larga),  $MFR_2$  = 0,5 g/10 min, densidad de 935 kg/m<sup>3</sup>

Exceed 1018, Exxon, copolímero de LLDPE de metaloceno unimodal,  $MFR_2$  = 1 g/10 min, densidad de 918 kg/m<sup>3</sup>

65 FK1820A-01 Borealis, copolímero de LLDPE de metaloceno bimodal de la invención,  $MFR_2$  = 1,3 g/10 min, densidad de 918 kg/m<sup>3</sup>

Evolue SP1510, polímeros Prime, copolímeros de LLDPE de metaloceno bimodal de la invención, MFR<sub>2</sub> = 1,0 g/10 min, densidad de 915 kg/m<sup>3</sup>

5 FB4370 Borealis, LLDPE bimodal ZN de la invención, MFR<sub>5</sub> = 2 g/10 min, densidad de 931 kg/m<sup>3</sup>

FB4230 Borealis, LLDPE bimodal ZN de la invención, MFR<sub>5</sub> = 2 g/10 min, densidad de 923 kg/m<sup>3</sup>  
 FB2310 Borealis, LLDPE bimodal ZN de la invención, MFR<sub>5</sub> = 0,9 g/10 min, densidad de 931 kg/m<sup>3</sup>

10 LD - FT5230, Borealis, LDPE, MFR<sub>2</sub> = 0,7 g/10 min, densidad de 923 kg/m<sup>3</sup>

FG5224, Borealis, LLDPE unimodal, MFR<sub>2</sub> = 1 g/10 min, densidad de 922 kg/m<sup>3</sup>

Queo 0201, Borealis, copolímero de VLDPE unimodal, MFR= 1,1 g/10 min, densidad de 902 kg/m<sup>3</sup>

15 Se preparó una película monocapa que consiste en los grados identificados en la Tabla 1 de acuerdo con el protocolo anterior:

Películas monocapa con una densidad de 930 a 940 kg/m<sup>3</sup>

Material	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [x 10 <sup>5</sup> Pa]	Comentarios
Hype 35 *	120	1,5	No tan bueno, frágil
FX1001 *	120	1,5/2,0	Buen sello
FX1002 *	120	1,5	Buen sello
Enable 3505CH	120	2,0	Muy difícil de sellar
* de la invención			

20 Las propiedades de las películas monocapa se ilustran en la Tabla 2:

Tabla 2

Material	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [x 10 <sup>5</sup> Pa]	Fuerza Máx. [N]	Elongación a la fuerza máxima [%]
Hype 35 *	120	1,5	7,7	8
FX1001 *	120	1,5	8,7	37
FX1001 *	120	2,0	10,0	90
FX1002 *	120	1,5	7,9	40
Enable 3505CH	120	2,0	7,3	5
* de la invención				

25 Los materiales de terpolímero muestran un buen sellado (elongación a la fuerza máxima) en la construcción monocapa. Los LLDPE multimodales de metaloceno no sellan tan bien. Los altos valores de elongación (> el 20 %) dan una indicación de que la calidad del sello es buena/fuerte, ya que no solo se rompe el sello, sino que la película se alarga primero junto al sello.

30 En la Tabla 3 se producen más películas monocapa de acuerdo con los protocolos anteriores, pero utilizando los materiales de densidad más baja.

Tabla 3: Películas monocapa con una densidad de 910 a 920 kg/m<sup>3</sup>

Material	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [x 10 <sup>5</sup> Pa]	Comentarios
Exceed 1018	80	1,5	Reducción del tiempo, aún no demasiado bueno
FK1820A-01 *	80	1,5	Bueno
Evolue 1510 *	80	1,5	Bueno
* de la invención			

35 Hay que tener en cuenta que para efectuar el sellado, la presión y el tiempo de soldadura se reducen con relación a los materiales de la tabla 1. En las mismas condiciones que en la tabla 1, los sellos ya estaban destruidos. Esto demuestra que en la construcción monocapa, terpolímeros los superan los copolímeros binarios.

Tabla 4

Material	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [ $\times 10^5$ Pa]	Fuerza Max [N]	Elongación a la fuerza máxima [%]
Exceed 1018	80	1,5	6,6	95
FK1820A-01 *	80	1,5	8,0	329
Evolue 1510 *	80	1,5	8,2	307
* de la invención				

Los altos valores de elongación respecto a los reportados en la Tabla 2 son una función de la menor densidad del polímero. Aun así, el beneficio, es decir la calidad, del sello del LLDPE de metaloceno bimodal con soldadura ultrasónica es visible tanto en la fuerza de sellado como en la elongación.

Películas multicapa

Se prepararon películas multicapa como se describe en la tabla 5 siguiendo el protocolo anterior:

Tabla 5

Estructura coex. (25/50/25)	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [ $\times 10^5$ Pa]	Comentarios
AAB, A = FX1001 *, B = Exceed + LD	120	2,0	Bueno, sellado fuerte
ABA, A = Exceed + LD, B = FB4230 *	80	1,5	Sello muy fuerte
ABA, A = FK1820A + LD, B = FB4230 *	80	1,5	Sello muy fuerte
ABA, A = Queo 0201 + LD, B = FB2310 *	80	1,5	Sello muy fuerte
* de la invención			

(Las mezclas de capa contienen siempre el 10 % de LDPE y el 90 % en peso del segundo componente)

Tabla 6

Estructura coex. (25/50/25)	Tiempo de soldadura [ms]	Presión de soldadura [ $\times 10^5$ Pa]	Fuerza Máx. [N]	Elongación a la fuerza máxima [%]
AAB, A = FX1001 *, B = Exceed + LD	120	2,0	8,8	105
ABA, A = Exceed + LD, B = FB4230 *	80	1,5	7,2	147
ABA, A = FK1820A + LD, B = FB4230 *	80	1,5	9,3	287
ABA, A = Queo 0201+ LD, B = FB2310 *	80	1,5	10,7	332
* de la invención				

Quando la capa A no es un terpolímero, pero la capa B sí lo es, las películas normalmente muestran un aumento en la fuerza de sellado en comparación con la película monocapa preparada a partir de la capa A pura. Esto demuestra la importancia de la capa B para soportar la estructura del proceso de sellado/película.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso para sellar una película no orientada de polietileno a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha película y dicho sustrato; en el que dicha película de polietileno comprende un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonómero de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 10 2. Un proceso según la reivindicación 1 en el que dicha película de polietileno comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonómeros de alfa-olefina C<sub>3-20</sub>.
- 15 3. Un proceso según cualquier reivindicación anterior para el sellado de una película monocapa de polietileno a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto dicha película monocapa de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha película monocapa y dicho sustrato; en el que dicha película monocapa de polietileno comprende un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonómero de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 20 4. Un proceso según la reivindicación 1 o 2 para el sellado de una película de polietileno multicapa que tiene al menos las capas A y B adyacentes a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto la capa A de dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha capa A de dicha película y dicho sustrato; en el que dicha película de polietileno multicapa comprende en dicha capa B un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonómero de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 25 5. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 4 para el sellado de una película de polietileno multicapa que tiene al menos las capas A y B adyacentes a un sustrato, preferentemente a un sustrato de película de polietileno, que comprende poner en contacto la capa A de dicha película de polietileno y dicho sustrato y someter al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para así formar un sello entre dicha capa A de dicha película y dicho sustrato; en el que dicha película de polietileno multicapa comprende en dicha capa A un copolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos un comonómero de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 30 6. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho copolímero es un LLDPE multimodal producido usando un catalizador de Ziegler Natta.
- 35 7. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que dicho copolímero es un terpolímero de LLDPE multimodal que comprende etileno y al menos dos comonómeros de alfa-olefina C<sub>3-20</sub>.
- 40 8. Un proceso según la reivindicación 7 en el que el terpolímero comprende etileno y al menos dos de 1-buteno, 1-octeno y 1-hexeno.
- 45 9. Un proceso según cualquier reivindicación anterior, en el que el copolímero de LLDPE multimodal tiene una densidad de 930 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 50 10. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 4-9 en el que la película es una película multicapa y comprende una capa que es una mezcla de
- (i) un LLDPE unimodal o multimodal y
  - (ii) LDPE o vLDPE;
- 55 y una capa que comprende dicho copolímero de LLDPE multimodal.
11. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 6-9 en el que dicha película monocapa consiste en dicho LLDPE multimodal.
- 60 12. Uso de ultrasonidos en el sellado de una película no orientada de polietileno a un sustrato en el que dicha película comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonómeros de alfa-olefina C<sub>3-20</sub> y que tiene una densidad de 905 a 940 kg/m<sup>3</sup>.
- 65 13. Un proceso para el envasado de un producto, en particular un producto sensible al calor, que comprende proporcionar un recipiente que tiene un extremo abierto, comprendiendo dicho recipiente una película no orientada de polietileno;

llenar dicho recipiente con dicho producto mediante la dispensación de dicho producto a través del extremo abierto del recipiente; y

- 5 sellar dicho recipiente mediante soldadura ultrasónica del extremo abierto; en el que dicha película comprende un terpolímero de polietileno lineal multimodal de baja densidad que comprende etileno y al menos dos comonómeros de alfa-olefina  $C_{3-20}$  y que tiene una densidad de 905 a 940  $kg/m^3$ ; o en el que dicha película es una película monocapa o multicapa como se define en cualquier reivindicación anterior.

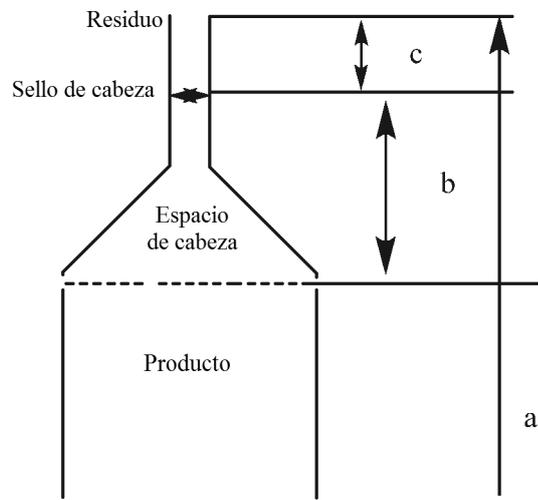


Figura 1