

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 771 203**

51 Int. Cl.:

**B29C 65/08** (2006.01)

**B65B 51/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2012** E 12191702 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020** EP 2730393

54 Título: **Sellado de películas orientadas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.07.2020**

73 Titular/es:  
**BOREALIS AG (100.0%)**  
**IZD Tower Wagramerstrasse 17-19**  
**1220 Vienna, AT**

72 Inventor/es:  
**BROEDERS, BERT y**  
**TRYNER, MANFRED**

74 Agente/Representante:  
**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 771 203 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

Sellado de películas orientadas

5 Esta invención se refiere al sellado de una película orientada poliolefínica a un sustrato tal como un sustrato poliolefínico, en particular al sellado de película poliolefínica orientada a la dirección de la máquina a un sustrato poliolefínico y especialmente al uso de soldadura ultrasónica en la formación de dicho sello. con el sustrato La película orientada poliolefínica comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal, un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o un LLDPE.

10 Antecedentes

Las películas de poliolefina se han utilizado en envases durante muchos años. Muchas de estas películas son películas orientadas que se han estirado, típicamente en la dirección de la máquina, para proporcionar películas ideales para la industria del embalaje. Las películas orientadas ofrecen una gran cantidad de propiedades ventajosas, debido a un cambio en la morfología de la estructura molecular de la película, tales como excelentes propiedades mecánicas, impermeabilidad a la humedad, alta resistencia a aceites y grasas y resistencia al rayado. Estas películas son a menudo de baja turbidez y alto brillo y se pueden imprimir fácilmente.

20 Las películas orientadas a la dirección de la máquina (MDO) son, sin embargo, muy difíciles de sellar mediante sellado por calor. Exponer la película altamente orientada al calor da como resultado una contracción severa de la película y una resistencia de sellado bastante baja. La industria generalmente ha resuelto este problema diseñando estructuras complejas de película multicapa y utilizando materiales particulares en las capas de sellado de películas multicapa.

25 Se sabe, por ejemplo, que los homopolímeros se caracterizan por una baja resistencia de sellado y, por lo tanto, se evita su uso en capas de sellado. Los homopolímeros a menudo tienen puntos de fusión más altos que los copolímeros, por lo que son más difíciles de sellar por calor, por ejemplo. Por lo tanto, las estructuras de película multicapa que comprenden típicamente un terpolímero, propileno aleatorio o copolímero de bloques de propileno se usan a menudo en películas orientadas. Las películas orientadas biaxialmente se fabrican convencionalmente utilizando copolímeros de polipropileno, por ejemplo.

35 El sellado también es un problema grave en operaciones de película más complejas, como en tecnología de formado, llenado y sellado. En una forma típica, operación de sellado de película de llenado y sellado, el fabricante tiene que sellar diferentes zonas de la película. Estas zonas pueden comprender 2, 3 o 4 capas de película, especialmente donde hay refuerzos presentes. El sellado térmico de las zonas donde se encuentran de 2 a 4 espesores de película es difícil porque el calor aplicado a menudo es tan grande que la película puede dañarse. Si no se aplica suficiente calor, no se forma un sello y la integridad del paquete está en riesgo o la resistencia del sello es deficiente.

40 Por lo tanto, para las películas poliolefínicas orientadas, existen problemas en el sellado por calor que deben superarse. Sería útil poder sellar capas de sellado de homopolímeros o sellar con éxito múltiples capas de película sin temor a daños.

45 Los presentes inventores se han dado cuenta de que una solución potencial para este problema es la soldadura ultrasónica. La soldadura ultrasónica es una tecnología de sellado alternativa basada en vibraciones acústicas de alta frecuencia. La soldadura ultrasónica funciona generando un voltaje muy alto y convirtiéndolo en vibraciones de alta frecuencia por medio de un convertidor (elementos de Piézo).

50 Una superficie de película a sellar está expuesta a las vibraciones de alta frecuencia y eso conduce a la fricción entre películas e intermoleculares entre la superficie de la película y el sustrato al que se va a sellar la película. El calor se genera por fricción en el área de sellado y la capa de sellado de la película y el sustrato se sellan entre sí.

55 La soldadura ultrasónica se ha utilizado tradicionalmente en entornos no poliolefínicos. Se ha utilizado con laminados hechos típicamente de papel, aluminio o películas de polímeros de alta fusión, como el tereftalato de polietileno. También se conoce su uso en la tecnología del pañal.

El uso de soldadura ultrasónica de películas de poliolefina se ha sugerido, pero en pocas publicaciones. En el documento EP-A-1837162, una película compleja de múltiples capas se sella mediante soldadura ultrasónica.

60 En el documento EP-A-0332341, se divulgan revestimientos de biberones de HDPE que se estiran en la dirección transversal y se sueldan ultrasónicamente 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.

65 El documento WO2011/050380 divulga un método para sellar una bolsa utilizando soldadura ultrasónica. La bolsa es una bolsa de tela tejida con cintas de polímero orientadas monoaxialmente.

El documento WO2011/060460 es una divulgación estrechamente relacionada en la que el cuerpo de la bolsa comprende dos capas de tela de cintas de polímero conectadas por una soldadura.

5 El documento WO2012/106742 divulga un método para sellar una bolsa de tela tejida hecha de saco tubular de cintas de polímero orientadas monoaxialmente. El documento US4373979 divulga el sellado de cintas de polímero a un artículo utilizando soldadura por puntos ultrasónica.

10 El documento DE102011015491 se refiere a un método y dispositivo para sellar una película de poliolefina, particularmente en una línea de FFS. La soldadura ultrasónica se menciona en el párrafo 0015 en un pasaje general sobre el sellado térmico.

15 El documento JP2009012779 divulga un proceso para producir películas retráctiles cilíndricas para uso en tapas de botellas. En ese proceso, la etiqueta de la botella se suelda por ultrasonidos a sí misma y luego se envuelve por contracción en la botella.

El documento US7351297 divulga un método para unir dos bandas entre sí, específicamente en el contexto de productos de higiene que contienen capas fibrosas. En una realización, las bandas pueden comprender un material no tejido y una película que están unidas entre sí.

20 El documento US4517790 se refiere a un proceso de soldadura ultrasónica en el que se realizan soldaduras transversales y longitudinales en un sustrato de forma continua. La invención se refiere a cómo lograr las soldaduras transversales en un proceso continuo, y lo logra mediante una disposición particular de la bocina ultrasónica y el yunque.

25 El documento US2012097339 también se refiere a un proceso de soldadura ultrasónica en el que la energía vibracional se distribuye selectivamente mediante el uso de un yunque que tiene directores de energía dispuestos en un patrón de rejilla.

30 El documento US2009017290 divulga una película multicapa de polipropileno transparente metalizada, orientada biaxialmente, y su uso en laminados.

35 El documento US2007131335 se refiere a un proceso para hacer un material compuesto, que implica pretratar un primer sustrato del material compuesto con una composición adhesiva, seguido de activar dicha composición adhesiva antes de unir el componente a un segundo sustrato.

El documento US20110117307 divulga una película termoplástica que comprende dos o más capas que se han laminado de forma discontinua.

40 Los presentes inventores se han dado cuenta de que la soldadura ultrasónica ofrece una solución ideal al problema del sellado por calor en una película de poliolefina orientada a la dirección de la máquina (MDO). Nadie antes ha considerado el uso de soldadura ultrasónica en película de poliolefina orientada a la dirección de la máquina. Los presentes inventores muestran que esta forma de soldadura también es aplicable en la película de poliolefina MDO, proporcionando una excelente resistencia de sellado, especialmente en la dirección transversal.

45 El uso de soldadura ultrasónica con películas de poliolefina MDO permite la formación de resistencias de sellado increíblemente altas, en la mayoría de los casos superiores a las que se pueden lograr utilizando la tecnología convencional de sellado por calor. Esto es especialmente cierto para el sellado de dirección transversal.

50 Además, debido a la naturaleza de la tecnología (es decir, sin contacto con las barras de sellado en caliente) casi no hay contracción de la película. El uso de soldadura ultrasónica puede permitir que se realicen procesos de soldadura más exactos y puede permitir la formación de una línea de soldadura suave. Esto hace que el sello sea menos propenso a romperse y evita arrugas o rasgaduras antiestéticas. El sellado de película también se puede efectuar en presencia de contaminantes en la superficie de sellado.

55 Un beneficio principal adicional del uso de soldadura ultrasónica se refiere a un ahorro en los costes de materia prima. Cuando se forma un sello entre las superficies mediante el sellado térmico convencional, las capas pueden solaparse hasta 10 mm. Gran parte de esta superposición es por lo tanto, una película desperdiciada. Con la soldadura ultrasónica, esta superposición se puede reducir a 6 mm. En el contexto de 2000 paquetes por hora, eso se suma a una reducción significativa en el desperdicio. El proceso de la invención es, por lo tanto, ideal para la fabricación de  
60 envases producidos en masa, tales como bolsas de empaque de trabajo pesado.

El uso de soldadura ultrasónica es, por lo tanto, un avance significativo para el productor de películas de poliolefina MDO.

65 Resumen de la invención

5 Visto así desde un aspecto, la invención proporciona un proceso para sellar una película orientada a la dirección de la máquina que comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal, un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o un LLDPE a un sustrato, preferiblemente un sustrato de polipropileno o polietileno que comprende poner dicha película y dicho sustrato en contacto y sometiendo al menos una parte del área de contacto a ultrasonidos para formar un sello entre dicha película y dicho sustrato.

10 Visto 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 que comprende una película orientada a la dirección de la máquina que comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal, un copolímero de polipropileno en bloque multimodal o un LLDPE;

15 llenar dicho recipiente con dicho producto distribuyendo dicho producto a través del extremo abierto del recipiente; y sellar dicho recipiente soldando ultrasónicamente el extremo abierto utilizando un proceso como se definió aquí anteriormente.

Vista desde otro aspecto la invención proporciona un proceso para el envasado de un producto como se definió anteriormente, en el que el recipiente se sella soldando ultrasónicamente el extremo abierto a sí mismo.

#### 20 Definiciones

El término película orientada a la dirección de la máquina significa una película que se ha estirado al menos 3 veces su longitud en la dirección de la máquina.

25 Por polipropileno se entiende un polímero que contiene al menos 70% en peso de residuos de propileno, preferiblemente al menos 80% en peso de residuos de propileno. Cualquier comonomero presente en un polipropileno de la invención es otra alfa olefina.

30 Por polietileno se entiende un polímero que contiene al menos 70% en peso de residuos de etileno, preferiblemente al menos 80% en peso de residuos de etileno. Cualquier comonomero presente en un polipropileno de la invención es otra alfa olefina.

#### Descripción detallada de la invención

35 Esta invención se refiere a la soldadura ultrasónica de una película orientada a la dirección de la máquina que comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal, un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o un LLDPE a un sustrato, preferiblemente uno que también sea una película de polietileno o polipropileno.

40 El sustrato puede ser igual o diferente de la película orientada a la dirección de la máquina, pero tanto la película como el sustrato se basan preferiblemente en polímeros de polietileno o polipropileno. Esto significa, por lo tanto, que la película orientada a la dirección de la máquina comprende un componente de polietileno o polipropileno y que el sustrato comprende un componente de polietileno o polipropileno.

45 En las películas de la invención, la película de MDO puede ser monocapa o multicapa. Si la película es una película multicapa, entonces el copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal, un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o polímero LLDPE debe estar al menos en la capa que está sellada al sustrato. Sin embargo las otras capas de la película también pueden contener compuestos de polietileno o polipropileno por supuesto.

50 Las películas de uso en esta invención no son en sí mismas nuevas y las películas MDO están disponibles en el mercado abierto. Estas películas poliolefínicas son generalmente adecuadas en este caso.

55 El sustrato al que se suelda la película de MDO de la invención también es una que preferiblemente contiene un polietileno o polipropileno. Nuevamente, el sustrato puede ser monocapa o multicapa y si es multicapa, entonces los compuestos de polietileno o polipropileno están preferiblemente presentes en la capa que está sellada a la película de MDO.

En una realización preferida, el sustrato es una película de polietileno o polipropileno orientada a la dirección de la máquina como se define aquí para la película orientada. Aún más preferiblemente, el sustrato y la película orientada son la misma película, es decir, la película se está soldando ultrasónicamente a sí misma.

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

65 Se observa generalmente que los polímeros que han demostrado tener un excelente rendimiento de soldadura ultrasónica no son aquellos que también funcionan bien en el sellado por calor convencional. Los homopolímeros de propileno por ejemplo pueden soldarse ultrasónicamente con éxito, pero funcionan mal cuando se termosellan.

Como se observa en detalle a continuación, los polímeros de particular interés en las películas de MDO de la invención son aquellos en los que la capa de sellado de la película comprende polietileno lineal de baja densidad, especialmente LLDPE de metaloceno.

5 Polipropileno

10 Las películas orientadas de la invención pueden contener un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal o un copolímero de polipropileno de bloque multimodal. Los copolímeros pueden comprender al menos un comonómero de alfa olefina seleccionado preferiblemente de etileno o una alfa olefina C4-10 tal como 1-buteno, 1-hexeno o 1-octeno. Es posible que haya un comonómero o más de un comonómero, como dos comonómeros (formando así un terpolímero). Preferiblemente solo hay un comonómero presente. Más preferiblemente, el comonómero es etileno. Se prefiere especialmente si el etileno es el único comonómero presente en el copolímero de polipropileno.

15 Cualquier copolímero puede ser un copolímero aleatorio o un copolímero en bloque, preferiblemente un copolímero en bloque.

20 El polímero de polipropileno es multimodal. Un polímero unimodal posee un único pico en la curva GPC y se forma en un solo paso. El término unimodal significa unimodal con respecto a la distribución del peso molecular.

El polímero de polipropileno puede ser un copolímero de polipropileno aleatorio multimodal tal como un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio.

25 Un polímero de polipropileno multimodal de la invención se produce en al menos dos etapas, idealmente solo en dos etapas, y por lo tanto contiene al menos dos fracciones, preferiblemente solo dos fracciones.

30 El término "multimodal" significa en el presente documento, a menos que se indique lo contrario, multimodalidad con respecto a la distribución de peso molecular e incluye, por lo tanto, un polímero bimodal. Usualmente, una composición de polímero, que comprende al menos dos fracciones de poliolefina, que se han producido en diferentes condiciones de polimerización que dan como resultado pesos moleculares diferentes (promedio en peso) y distribuciones de peso molecular para las fracciones, se denomina "multimodal". El prefijo "multi" se refiere al número de diferentes fracciones de polímero presentes en el polímero. Así, por ejemplo, el polímero multimodal incluye el denominado polímero "bimodal" que consta de dos fracciones. La forma de la curva de distribución de peso molecular, es decir, la apariencia del gráfico de la fracción de peso del polímero en función de su peso molecular, de un polímero multimodal mostrará dos o más, máximo o, por lo general, se amplía claramente en comparación con las curvas para el fracciones individuales. Por ejemplo, si se produce un polímero en un proceso secuencial de etapas múltiples, 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 dicho polímero, las curvas individuales de estas fracciones típicamente forman juntas una curva de distribución de peso molecular ampliada para el producto de polímero resultante total.

45 Se prefiere que el polímero de polipropileno de la invención sea bimodal. Los componentes que forman el polipropileno multimodal son preferiblemente copolímeros o un homopolímero y un copolímero y se prefiere que los componentes sean diferentes, por ejemplo, con respecto a sus contenidos de comonómero.

50 El contenido de comonómero en el copolímero de polipropileno está preferiblemente en el intervalo de 1 a 15% en peso, tal como 2 a 12% en peso, preferiblemente 3 a 10% en peso, tal como 3.5 a 9% en peso.

55 El MFR<sub>2</sub> del polímero de polipropileno es preferiblemente de 12.0 g/10 min o menos, tal como 10.0 g/10 min o menos, tal como 8.0 g/10 min o menos, especialmente 5 g/10 min o menos. Los valores mínimos pueden ser 0.01 g/10 min, como 0.1 g/10 min. Los polipropilenos de la invención también pueden nuclearse utilizando agentes nucleantes conocidos tales como sorbitol o polímeros de compuestos de vinilo cíclicos tales como vinil ciclohexano.

Se ha observado generalmente que la presencia de una cadena de peso molecular larga mejora el rendimiento del polipropileno en condiciones de soldadura ultrasónica.

60 En el copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio, uno de sus componentes es típicamente un caucho que tiene un alto contenido de comonómero y un segundo componente contiene un contenido de comonómero más bajo.

Los polipropilenos adecuados están disponibles comercialmente de proveedores tales como Borealis, Dow, Exxon, etc.

65 El polímero de polipropileno se puede preparar utilizando una catálisis de metaloceno o Ziegler Natta una como se conoce en la técnica. Los polipropilenos pueden romperse como se conoce en la técnica.

Polietileno

- 5 Las películas de la invención también pueden comprender un LLDPE. El MFR<sub>2</sub> del LLDPE está preferiblemente en el intervalo de 0.01 a 20 g/10 min, por ejemplo, 0.05 a 10 g/10 min, preferiblemente de 0.1 a 6.0 g/10 min. El MFR<sub>2</sub> está altamente preferiblemente en el intervalo de 0.10 a 5 g/10 min.
- 10 El LLDPE de la película orientada puede tener una densidad en el intervalo de 905 a 935 kg/m<sup>3</sup>, preferiblemente 910-930 kg/m<sup>3</sup> preferiblemente tal como 912 a 925 kg/m<sup>3</sup>.
- 15 El peso molecular promedio en peso Mw del LLDPE es preferiblemente no más de 100,000, preferiblemente no más de 75000, tal como 50,000 o menos.
- 20 El Mw/Mn del LLDPE puede variar. Los valores preferidos de Mw/Mn son 3 o más, como 6 o más, incluso 10 o más. Se prevén rangos de 3.5 a 30.
- 25 El LLDPE contiene al menos un comonomero, preferiblemente solo uno. Ese comonomero es preferiblemente un comonomero alfa olefina C3-10. Por lo tanto, el uso de terpolímeros es posible pero no está favorecido. Preferiblemente, el comonomero es 1-buteno, 1-hexeno o 1-octeno. Se prefiere si el comonomero empleado es 1-buteno o 1-hexeno.
- 30 Las cantidades de comonomero presentes en el LLDPE pueden variar de 0.5 a 10% en peso, tal como 0.5 a 5% en peso, por ejemplo, 1 a 4% en peso.
- 35 El LLDPE puede ser unimodal o multimodal, preferiblemente multimodal. Un LLDPE unimodal posee un pico único en su espectro GPC, ya que se realiza en un proceso de una sola etapa. Estos términos se analizan en detalle anteriormente en relación con la capa de polipropileno. Se prefiere más si el LLDPE es un LLDPE multimodal formado a partir de un componente de homopolímero y un componente de copolímero. Estos polímeros son bien conocidos en la técnica y están disponibles en Borealis y otros, por ejemplo, bajo el nombre comercial de tipo Borstar.
- 40 El LLDPE de la invención se puede producir utilizando catálisis Ziegler Natta o catálisis de sitio único (mLLDPE), pero se produce preferiblemente utilizando un catalizador Ziegler Natta. Tales catalizadores son bien conocidos en la técnica.
- 45 Las películas de MDO de la invención pueden, por supuesto, contener una mezcla de diferentes componentes en una capa de película, ya sea en una película multicapa o monocapa. Por ejemplo, la combinación de un LDPE y LLDPE es una capa de película es una opción preferida. También se prefiere la combinación de polímeros LLDPE unimodales y bimodales, etc.
- 50 Preparación de polietileno/polipropileno.
- 55 Para la preparación de los polímeros de la presente invención, se pueden usar métodos de polimerización bien conocidos por los expertos. Como catalizador, se puede usar cualquier catalizador estereoespecífico Ziegler-Natta ordinario. 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 vehículo tanto para el componente titanio como para el compuesto donador. Los catalizadores pueden contener, como donador interno de electrones, compuestos seleccionados entre éteres, cetonas, lactonas, compuestos que contienen átomos de N, P y/o S y ésteres de ácidos mono y dicarboxílicos.
- 60 Se puede usar también cualquier catalizador de metaloceno capaz de catalizar la formación de un polímero olefínico. Un catalizador de metaloceno adecuado comprende un producto de reacción de activador/metaloceno impregnado en un soporte poroso al máximo volumen de poro interno. El complejo catalítico comprende un ligando que típicamente está puenteado, y un metal de transición del grupo IVa a VIa, y un compuesto de organoaluminio. El compuesto metálico catalítico es típicamente un haluro metálico.
- 65 Los polímeros multimodales, por ejemplo, bimodales, se producen mezclando cada uno de los componentes in situ durante el proceso de polimerización de los mismos (denominado proceso in situ) de una manera conocida en la técnica.
- Los polímeros multimodales útiles en la presente invención se obtienen preferiblemente mediante mezcla in situ en un proceso de polimerización de múltiples etapas, es decir, dos o más etapas, que incluye un proceso de solución, suspensión y 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 ambas etapas.
- Por lo tanto, idealmente, los polímeros multimodales de la invención se producen en al menos una polimerización en dos etapas utilizando el mismo catalizador. Así, por ejemplo, se pueden emplear dos reactores de suspensión o dos

reactores de fase gaseosa, o cualquier combinación de los mismos, en cualquier orden. Sin embargo, preferiblemente, el polietileno se prepara utilizando una polimerización en suspensión en un reactor de bucle seguido de una polimerización en fase gaseosa en un reactor en fase gaseosa.

5 Un sistema de reactor de bucle - reactor de fase gaseosa es bien conocido como tecnología Borealis, es decir, como un sistema de reactor BORSTAR™. Tal proceso de etapas múltiples se divulga, por ejemplo, en el documento EP517868.

10 Las condiciones utilizadas en dicho proceso son bien conocidas. Para los reactores de suspensión, la temperatura de reacción generalmente estará en el rango de 60 a 110 °C, por ejemplo, 85-110 °C, la presión del reactor estará generalmente en el rango de 5 a 80 bar, por ejemplo, 50-65 bar, y el tiempo de residencia generalmente estará en el rango de 0.3 a 5 horas, por ejemplo, 0.5 a 2 horas. El diluyente utilizado generalmente será un hidrocarburo alifático que tiene un punto de ebullición en el intervalo de -70 a + 100 °C, por ejemplo, propano. En tales reactores, la polimerización puede realizarse si se desea en condiciones supercríticas. La polimerización en suspensión también se puede llevar a cabo en volumen cuando el medio de reacción se forma a partir del monómero que se está polimerizando.

20 Para los reactores en fase gaseosa, la temperatura de reacción utilizada generalmente estará en el rango de 60 a 115 °C, por ejemplo, 70 a 110 °C, la presión del reactor estará generalmente en el rango de 10 a 25 bar, y el tiempo de residencia será generalmente sea de 1 a 8 horas. El gas utilizado será comúnmente un gas no reactivo como el nitrógeno o hidrocarburos de bajo punto de ebullición como el propano junto con el monómero.

25 Se puede agregar un agente de transferencia de cadena, preferiblemente hidrógeno, según se requiera a los reactores. Un paso de prepolimerización puede preceder al proceso de polimerización actual.

30 Cuando se usa un polímero unimodal, este puede formarse en una etapa del proceso descrito anteriormente, por ejemplo, el polímero formado en el reactor de bucle.

35 Los polímeros de la invención no son en sí nuevos y se conocen procesos para su fabricación. También están disponibles comercialmente.

40 Se apreciará que tanto los componentes de polipropileno como de polietileno de las películas de la invención pueden contener aditivos poliméricos estándar. Estos típicamente forman menos del 5% en peso, tal como menos del 2% en peso del material polimérico. Los aditivos, tales como antioxidantes, fosfitos, aditivos adherentes, pigmentos, colorantes, cargas, agentes antiestáticos, coadyuvantes de procesamiento, clarificadores y similares también pueden incluirse en los polímeros de la presente invención y, por lo tanto, en películas formadas a partir de ellos. Las películas también pueden contener aditivos estándar como agentes antibloqueantes, agentes deslizantes, agentes desmoldantes, y así sucesivamente. Estos aditivos son bien conocidos en la industria y su uso será familiar para el artesano.

45 Las propiedades del polímero se miden en ausencia de aditivos. Las propiedades de la película se miden en la película formada y, por lo tanto, es probable que contengan aditivos de los polímeros.

#### 45 Fabricación de películas MDO

50 Las películas de la invención son películas sopladas o fundidas fabricadas por (co) extrusión y soplado/fundición como es bien conocido en la técnica. Las películas de la invención tienen preferiblemente un espesor de 100 a 600 micras antes de la orientación, preferiblemente de 100 a 400 micrómetros. Después de la orientación, la película de la invención es típicamente de 15 a 200 μm, más preferiblemente de 20 a 150 μm de espesor. Se prefiere especialmente si las películas tienen un 20 a 120 μm de grosor después de la orientación, tal como 25 a 90 micrómetros.

55 Se prefiere que las películas de la invención sean multicapa. Las películas multicapa se forman preferiblemente de al menos tres capas, tales como 3 capas, 5 capas o 6 capas. Las películas comprenden preferiblemente, por lo tanto, al menos las capas A, B y C.

Se prefiere que dos o más de las capas en las películas de la invención comprendan un LLDPE multimodal como se definió aquí anteriormente. Se prefiere especialmente si al menos dos capas de la película comprenden un LLDPE multimodal.

60 La capa (A) de la película es preferiblemente una capa externa. Preferentemente participa en el sellado de la película (idealmente para sí mismo). Dicha capa (A) comprende preferiblemente al menos un LLDPE multimodal, en particular un LLDPE Ziegler Natta multimodal. Idealmente, esta capa es una mezcla de ese LLDPE multimodal con un LLDPE unimodal, en particular un LLDPE de metaloceno. Estos LLDPE de sitio único imparten un excelente comportamiento de sellado a las películas. La capa (A) también puede ser una mezcla del componente multimodal LLDPE y un polietileno de muy baja densidad como se describe aquí.

Dicha capa (B) comprende preferiblemente, por ejemplo, un LLDPE multimodal.

Dicha capa (C) comprende preferiblemente la misma estructura que la capa (A). Las películas preferidas de la invención son, por lo tanto, películas de tipo ABA.

5 Capas de película

10 El término “que consiste esencialmente en” utilizado a continuación en relación con los materiales de la capa de película pretende excluir solo la presencia de otros componentes de poliolefina, preferiblemente 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 independientemente aditivos de película convencionales tales como antioxidantes, estabilizadores UV, eliminadores de ácidos, agentes nucleantes, agentes antibloqueo, agentes deslizantes, etc., así como polímeros. agente de procesamiento (PPA) y así sucesivamente.

15 Las películas de la invención comprenden preferiblemente las capas (A) y (B) a continuación, especialmente las capas (A), (B) y (C) a continuación.

Capa (A)

20 De acuerdo con lo anterior, en una primera realización preferible (i) de la invención, dicha capa (A) comprende una mezcla de un LLDPE multimodal y un LLDPE unimodal o polietileno de muy baja densidad. En esta realización (i), una capa (A) comprende preferiblemente 40-75% en peso de LLDPE multimodal, más preferiblemente 40 a 70% de LLDPE multimodal. La capa (A) de la realización (i) comprende preferiblemente 25-60% en peso de LLDPE unimodal o polietileno de muy baja densidad, más preferiblemente 30-60% en peso. Aquí se prefiere especialmente el uso de una división de 50/50% en peso de LLDPE multimodal y unimodal o polietileno de muy baja densidad. La capa (A) preferiblemente consiste esencialmente en estos componentes.

Capa (B)

30 La capa (B) comprende preferiblemente al menos 50% en peso, preferiblemente al menos 60% en peso, más preferiblemente al menos 70% en peso de un LLDPE multimodal. En algunas realizaciones, incluso se prefiere aproximadamente 80% en peso o más de LLDPE multimodal. El LLDPE multimodal es preferiblemente un znLLDPE multimodal. Preferiblemente, dicha capa (B) consiste en uno o varios polímeros LLDPE multimodales. Por lo tanto, puede comprender una combinación de dos LLDPE multimodales o un solo LLDPE multimodal.

Capa (C)

40 Dicha capa (C) puede tener una composición de polímero como se describe en relación con la capa (A) anterior. Preferiblemente, las capas (A) y (C) son idénticas en una estructura de película de tipo ABA.

La distribución del espesor de la película (%) de una película de capa ABC es preferiblemente del 20 al 40%/20-60%/20-40% del espesor total de la película (100%).

45 En una realización preferida adicional, las películas de la invención comprenden al menos cinco/seis capas, preferiblemente en el siguiente orden:

(i) una primera capa externa (A),

50 (ii) una segunda capa externa (B),

(iii) una primera capa interna (C),

(iv) una segunda capa interna (C),

55 (v) una tercera capa externa (B) y

(vi) una cuarta capa externa (A)

60 Esta película se forma preferiblemente a partir de dos películas de tipo ABC idénticas y se puede argumentar que las capas centrales de C se fusionan para convertirse en una (y, por lo tanto, una construcción de 5 capas). Para una estructura de película ABCCBA, el espesor de las capas puede ajustarse a 7.5-27.5%/15-35%/5-25%/15-35%/7.5-27.5%, en el que el espesor total de la película es 100% y la cantidad de capa central es la suma de dos capas (C).

65 En una estructura ABCCBA, se prefiere si las capas (C) no son las mismas que las capas (A). En particular, las capas (C) pueden comprender un polietileno de muy baja densidad como se definió aquí anteriormente.

Cada capa A, B o C puede tener independientemente una composición como se definió aquí anteriormente. Idealmente, la película ABCCBA está formada por dos películas ABC idénticas laminadas juntas a través de sus capas (C).

5 Se prefiere que la capa de sellado forme al menos el 18% del espesor total de la película, preferiblemente 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.

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

15 Lo más importante, la fuerza de sellado máxima lograda utilizando soldadura ultrasónica es tan buena o mejor que la que puede lograrse utilizando sellado térmico convencional, en particular en la dirección transversal. Se pueden lograr fuerzas de sellado en dirección transversal de al menos 20 N, tal como al menos 30 N. Se prefiere que la resistencia de sellado formada por soldadura ultrasónica sea al menos dos veces mayor que la formada por sellado por calor.

20 Para fabricar películas para ser selladas de acuerdo con la invención, normalmente al menos dos corrientes de polímero fundido se extruyen simultáneamente (es decir, coextruyen) a través de una boquilla tubular, anular o circular multicanal para formar un tubo que se sopla, infla y/o enfría con aire (o una combinación de gases) para formar una película. La fabricación de película soplada es un proceso bien conocido.

25 La película de la invención típicamente se producirá por extrusión a través de una boquilla anular, soplando en una película tubular formando una burbuja que se pliega entre los rodillos de presión después de la solidificación. Se pueden usar técnicas convencionales de producción de películas a este respecto. Típicamente, las capas se extruirán a una temperatura en el rango de 160 °C a 240 °C, y se enfriarán mediante gas de soplado (generalmente aire) a una temperatura de 10 a 50 °C para proporcionar una altura de la línea de congelación de 2 a 8 veces el diámetro de la boquilla. La relación de expansión generalmente debería estar en el rango de 2 a 5, preferiblemente de 2.5 a 4. Los diámetros de boquilla adecuados están en el rango de 100 a 250 mm.

30 Las películas luego se estiran en la dirección de la máquina para formar una película orientada. El estiramiento se efectúa al menos 3 veces la longitud original de la película. El estiramiento se efectúa en la dirección de la máquina, aunque en teoría también podría ocurrir algún estiramiento en la dirección transversal. Por lo tanto, las películas pueden estar orientadas biaxialmente. Aquí se prevé el uso de películas BOPP.

35 Las películas orientadas biaxialmente se pueden hacer a través de dos procesos diferentes: proceso tubular (burbuja) o de marco tensor. Ambos procesos se utilizaron temprano en la producción comercial de películas de polipropileno orientadas biaxialmente y ambos todavía se usan hoy en día (Edward P. Moore, Jr., Polypropylene Handbook, Hanser Publishers, 1996, 374 a 375). Se favorece el proceso del marco tubular para producir películas muy delgadas.

40 El proceso de marco tensor es más común debido a los menores costes variables resultantes de un rendimiento muy alto y una mayor disponibilidad de la tecnología que los procesos de marco tubular.

45 En el proceso de marco tensor, la orientación biaxial de la película se logra convencionalmente dibujando la película longitudinalmente ("dirección de la máquina" (MD)) y luego, con un tensor, dibujando la película en una dirección perpendicular a la dirección de la máquina ("dirección transversal" (TD)).

50 En la orientación de la dirección de la máquina (MDO), la película está pasando en un conjunto calentado de rodillos. La temperatura de estos rollos generalmente está entre 120 y 130 °C, pero ocasionalmente algunas líneas usan temperaturas más altas, por ejemplo, líneas de funcionamiento rápido.

Las líneas de funcionamiento rápido requieren temperaturas más altas para permitir el estiramiento, en particular si se usa una composición de homopolímero de propileno, para la producción de películas orientadas biaxialmente (películas BOPP).

55 Las relaciones de estiramiento para la película orientada pueden ser de hasta 10 en la dirección de la máquina (MDO), preferiblemente de 4 a 8, especialmente de 4 a 6. En la dirección transversal (TDO), la relación de estiramiento es típicamente entre 7 y 10.

60 La fabricación de película de polietileno y polipropileno orientado es bien conocida. Estas películas son productos disponibles comercialmente con los que la persona experta estará familiarizada.

#### Sustrato

65 Las películas de la invención están soldadas ultrasónicamente sobre un sustrato. Ese sustrato es preferiblemente una película de poliolefina que se forma a partir de un polietileno o polipropileno, preferiblemente una poliolefina orientada.

Lo más preferiblemente, el sustrato es una película de poliolefina orientada que es idéntica a la capa de película, es decir, la película se está sellando a sí misma.

#### Soldadura ultrasónica

5 Una vez que la película orientada y el sustrato se han preparado, se necesita formar un sello entre ellos. Esto se logra mediante soldadura ultrasónica. En la soldadura ultrasónica, el calor se genera en el área de unión entre la película y el sustrato por vibración mecánica, lo que provoca una fricción que hace que los materiales que se sellan se plastifiquen, forjando una conexión insoluble entre las partes.

10 La soldadura ultrasónica utiliza una herramienta de soldadura (el sonotrodo) que está típicamente orientada para aplicar vibraciones horizontal o verticalmente. La calidad del sellado es muy uniforme porque la transferencia de energía y el calor interno liberado permanecen constantes y se limitan al área de sellado.

15 Debido a que la soldadura ultrasónica tiene requisitos de energía muy bajos, no utiliza consumibles, no requiere agua de enfriamiento y tiene requisitos de espacio modestos, la soldadura ultrasónica proporciona soluciones rentables y ecológicas para el problema del sellado de polímeros.

20 Las partes a soldar se ponen en primer lugar en contacto y se intercalan entre un nido de forma fija (yunque) y un sonotrodo conectado a un transductor. La frecuencia del ultrasonido se puede adaptar para que selle el material sellado. Por lo tanto, al menos parte del área de contacto entre la película y el sustrato se somete a ultrasonido. Se apreciará que la película y el sustrato pueden estar en contacto entre sí en un área más grande que la que está realmente sellada debido a la naturaleza del proceso.

25 Las vibraciones de ultrasonido necesarias pueden variar dependiendo de la naturaleza de la película que se sella y así sucesivamente. Típicamente, se pueden emplear frecuencias de ultrasonido en el rango de 15 kHz a 70 kHz.

El tiempo durante el cual las superficies de sellado están expuestas al ultrasonido puede ser muy corto, como 50 a 30 200 ms.

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 ultrasonido). La soldadura ultrasónica provoca la fusión local del plástico debido a la absorción de la energía de vibración.

35 El uso de soldadura ultrasónica es muy ventajoso ya que la película no se pone 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 de sellado y, por lo tanto, la limpieza intensiva de esa barra después del sellado. Por lo tanto, se reduce significativamente el tiempo de inactividad mediante el uso de soldadura ultrasónica en lugar de sellado por calor.

40 Todavía se puede lograr un sellado excelente incluso si hay contaminación presente. Es común que una de las superficies de sellado pueda ponerse en contacto con el material que se está empacando contaminando la superficie de sellado. A pesar de dicha contaminación, todavía se puede formar un sello fuerte utilizando soldadura ultrasónica. Parece que la aplicación del ultrasonido elimina mecánicamente el contaminante del área de sellado. Esto es importante cuando el producto que se está empacando produce olor cuando se calienta. Por ejemplo, si los alimentos para mascotas están sellados térmicamente con contaminantes en el área de sellado, el resultado es un olor a comida para mascotas quemada. El uso de soldadura ultrasónica evita ese problema.

45 Otro beneficio más importante de la soldadura ultrasónica es evitar la contracción de la película. En la película orientada, la contracción es un problema enorme ya que estas películas tienen una gran tendencia a contraerse. Al evitar la contracción de sellado a alta temperatura, se minimiza. Además, evitamos exponer el contenido de un paquete a altas temperaturas. Eso es importante si el producto es uno que se degrada fácilmente en calor.

50 Se prefiere que durante la operación de soldadura ultrasónica la película no se contraiga en más del 5% en ninguna dirección.

55 El uso de soldadura ultrasónica puede permitir una mayor flexibilidad en el diseño de la película para el envasado. Para la soldadura ultrasónica, el pegamento en caliente no es un problema ya que el calor fluye después del sellado en capas de película adyacentes (más frías). En caso de sellado por calor, las capas adyacentes son más calientes que el sello y eso limita la pegajosidad en caliente. Esto limita por lo tanto la naturaleza de las películas que pueden usarse en el entorno de termosellado.

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

65 El uso de soldadura ultrasónica también permite una reducción en el espacio superior en el embalaje. Por lo general, se utiliza un gran espacio superior para evitar que el calor de la operación de sellado dañe los productos empacados.

Con la soldadura ultrasónica, este problema puede superarse y podría necesitarse menos película por gramo de material empaquetado.

#### Aplicaciones

5 Las películas de la invención pueden emplearse en una amplia variedad de aplicaciones finales, sin embargo, son de particular interés en la fabricación de envases, especialmente envases de alimentos, bebidas o medicamentos o envases de mercancías en sacos de envío de trabajo medio o pesado.

10 En particular, las películas pueden utilizarse en la tecnología de formado, llenado y empaquetado sellado o en la formación de bolsas con base. Una característica particular de la invención es que los materiales descritos en el presente documento pueden someterse a soldadura ultrasónica, así como a sellado térmico convencional. En particular, la soldadura ultrasónica podría usarse para sellar en la dirección transversal mientras que el sellado por calor podría usarse para la dirección de la máquina.

15 Preferiblemente, las películas se sellan dentro de una línea vertical de envasado de Forma, Llenado y Sellado (FFS), en la que la película orientada se suelda inicialmente de la película plana, preferiblemente mediante soldadura ultrasónica. La película se puede soldar ultrasónicamente con una primera costura transversal, el paquete se llena y se cierra mediante sellado térmico o soldadura ultrasónica.

20 En una máquina FFS típica, la máquina se carga con un rollo plano continuo de película orientada. La película orientada se acerca a la parte posterior de un tubo cónico largo y hueco, y cuando el centro del plástico está cerca del tubo, los bordes exteriores de la película forman solapas que se envuelven alrededor del tubo cónico. La película se tira hacia abajo alrededor del exterior del tubo y una barra vertical de termosellado se sujeta a los bordes de la película, uniéndola al fundir los bordes de la costura.

25 Para comenzar el proceso de ensacado, una barra de sellado horizontal se sujeta a través del borde inferior del tubo, uniéndola a la película y cortando cualquier película debajo. Luego, el extremo del tubo sellado se baja sobre una mesa de pesaje de precisión y el producto a embolsar se distribuye a través del tubo cónico largo en el centro de la bolsa. Cuando se alcanza el peso bruto de la bolsa llena de producto, el llenado se detiene 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 de arriba. Esta bolsa se corta del tubo y ahora es un paquete sellado. Hay una serie de operaciones de sellado durante un proceso de FFS, por lo tanto, se puede usar soldadura ultrasónica en lugar de una o más de esas operaciones de sellado por calor. En particular, la soldadura ultrasónica reemplaza cualquier aparato de sellado térmico en dirección transversal.

35 Los sistemas duales también están disponibles para paquetes sellados de cuatro lados, así como paquetes que requieren diferentes materiales para cada lado. Los sistemas duales usan dos rollos de película inicial en lugar de uno, que se alimentan desde lados opuestos de la máquina. Las capas inferior y superior se sellan térmicamente para formar la bolsa, y el producto se carga desde la parte superior. La bolsa con el producto cargado avanza hacia abajo y la parte superior se sella y la bolsa se corta. El sellado de la parte superior de la bolsa forma el fondo de la siguiente bolsa.

40 Nuevamente, la soldadura ultrasónica se puede usar para efectuar una o más de estas operaciones de sellado por calor.

45 Las películas son especialmente útiles en sacos de envío de trabajo pesado o sacos de envío de servicio mediano. Para proporcionar resistencia, los sacos de envío de trabajo pesado a menudo están provistos de refuerzos. Donde hay un refuerzo, el espesor de la película es especialmente alto ya que hay numerosos pliegues de película para sellar juntos. El uso de sellado por calor en ese entorno 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.

50 Las bolsas con base a menudo se hacen mediante sellado por calor. El cierre real de la bolsa después del llenado se puede efectuar mediante soldadura ultrasónica. Es un aspecto adicional de la invención, por lo tanto, que las películas orientadas de la invención pueden ser termoselladas y soldadas ultrasónicamente a un sustrato. Cuando se requiere más de un sello en un paquete, ambas técnicas podrían usarse en la formación del paquete.

55 Esta invención es de particular utilidad en la formación de productos sensibles al calor que incluyen todo tipo de alimentos/bebidas para humanos, alimentos para mascotas, productos no consumibles sensibles al calor, etc.

60 Una característica particular de la invención se representa en la figura 2. Aquí se representa un proceso de formado, llenado y sellado en el que a es la longitud de la bolsa FFS, b es el espacio superior dentro de la bolsa y c es el saliente de soldadura. Con la soldadura ultrasónica se prevé que los valores de b y c pueden reducirse, quizás en una cantidad combinada de hasta el 10%. Eso podría permitir que un saco de trabajo pesado de 70 g se reduzca a un saco de trabajo pesado de 69 g. En el contexto de 400 toneladas de bolsas por año, es decir, más de 80,000 bolsas adicionales.

65

La invención se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos y figuras no limitados. La figura 1 es un gráfico que muestra la resistencia del sellado bajo calor y ultrasonido para el polímero del ejemplo 1.

#### Índice de fluidez

5 El índice de fluidez (MFR) se determina de acuerdo con 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 polietileno y 230 °C para polipropileno. La carga bajo la cual se determina la velocidad de flujo de fusión generalmente se indica como un subíndice, por ejemplo, MFR<sub>2</sub> se mide bajo 2.16 kg de carga (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).

#### Contenido de comonomero (RMN):

15 El contenido de comonomero se determinó mediante el uso de <sup>13</sup>C-RMN. Los espectros de <sup>13</sup>C-RMN 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 p/p).

#### Peso molecular

20 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: el peso molecular promedio ponderado M<sub>w</sub> y la distribución de peso molecular (MWD = M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub> en donde M<sub>n</sub> es el número de peso molecular promedio y M<sub>w</sub> es el peso molecular promedio en peso) se mide de acuerdo con ISO 16014-4: 2003 y ASTM D 6474-99. Se usó un instrumento Waters GPCV2000, equipado con un detector de índice de refracción y un viscosímetro en línea con 2 columnas de gel GMHXL-HT y 1x G7000HXL-HT TSK de Tosoh Bioscience y 1,2,4-triclorobenceno (TCB, estabilizado con 250 mg/L 2,6-Di-terc-butil-4-metil-fenol) como disolvente a 140 °C y a 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 ISO 16014-2: 2003) con al menos 15 estándares de poliestireno (PS) MWD estrechos en el rango de 1 kg/mol a 12 000 kg/mol. Las constantes de Mark Houwink se utilizaron como se indica en 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 manteniéndose durante un tiempo máximo. 3 horas a una temperatura máxima de 160 °C con agitación continua y suave antes del muestreo en el instrumento GPC.

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

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

donde M<sub>wb</sub> es el peso molecular promedio en peso de la mezcla,

40 w<sub>i</sub> es la fracción en peso del componente "i" en la mezcla y

M<sub>wi</sub> es el peso molecular promedio en peso del componente "i".

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

$$45 \quad \frac{1}{Mn_b} = \sum_i \frac{w_i}{Mn_i}$$

donde M<sub>nb</sub> es el peso molecular promedio en peso de la mezcla,

50 w<sub>i</sub> es la fracción en peso del componente "i" en la mezcla y

M<sub>ni</sub> es el peso molecular promedio en peso del componente "i".

#### Densidad

55 La densidad del polímero se midió de acuerdo con ISO 1183/1872-2B.

#### Ejemplo 1 - Películas de PE

60 Las películas que tenían una estructura monocapa se coextruyeron en una línea de coextrusión alpina de 7 capas con un diámetro de boquilla de 300 mm, a una relación de soplado (BUR) de 1:2.5, altura de línea de congelamiento 3D y espacio de boquilla de 1.4 mm. Las 7 capas eran del mismo material y tenían la misma distribución de capas. La

configuración de temperatura en todos los extrusores fue de 210 °C y la configuración de temperatura en la boquilla del extrusor fue de 210 °C.

El estiramiento se realizó utilizando una máquina de estiramiento monodireccional fabricada por Hosokawa Alpine AG en Augsburg/Alemania. La película obtenida de la extrusión de película soplada se introdujo en la máquina de orientación y luego se estiró entre dos juegos de rodillos de presión donde el segundo par funciona a mayor velocidad que el primer par, lo que da como resultado la relación de estirado deseada. Después de salir de la máquina de estiramiento, la película se carga a una bobinadora de película convencional donde la película se corta al ancho deseado y se enrolla para formar bobinas.

Las muestras de película de PE usadas para las determinaciones de las propiedades de la película de PE como se define en la descripción se prepararon como se describió anteriormente y tenían un espesor de película inicial de 150 µm antes del estiramiento, relación de estiramiento de 1:6, espesor de película final de 25 µm después de estirar.

Esta película se selló a sí misma en la dirección transversal utilizando soldadura ultrasónica o termosellado. El polímero probado, FB2230 (un polímero bimodal Ziegler Natta LLDPE de MFR<sub>2</sub> 0.2 g/10 min y densidad 923 kg/m<sup>3</sup>) muestra una resistencia de sellado mucho mejor cuando se sella por ultrasonidos, especialmente en la dirección transversal (figura 1 y tabla 1).

Ejemplo 2 - Producción de películas PP:

Las películas que tienen una estructura monocapa se produjeron en una línea de película moldeada monocapa con ancho de boquilla plana de 800 mm, velocidad de despegue: 8 m/min, temperatura de fusión: 250 °C para BC918CF. Temperaturas de los rodillos fríos: 20 °C y 30 °C respectivamente; Espacio de boquilla de 0.8 mm.

BC918CF: Las muestras de película de PP monocapa usadas para las determinaciones de las propiedades de la película como se definieron en la descripción se prepararon como se describió anteriormente y tenían un espesor de película inicial de 250 µm antes del estiramiento, relación de estiramiento de 1:5, espesor de película final de 50 µm después del estiramiento. Esta película se selló a sí misma en la máquina y en dirección transversal mediante soldadura ultrasónica.

BC918CF es un polipropileno heterofásico de MFR<sub>2</sub> = 3 g/10 min.

Ejemplo 3 - Sacos de envío de servicio pesado

Las películas que tienen una estructura ABA se coextruyeron en una línea de coextrusión Windmüller & Hölscher Varex de 3 capas con un diámetro de boquilla de 200 mm, con una relación de soplado (BUR) de 1:3, una altura de línea de hielo de 600 mm y un espacio de boquilla de 1.2 mm. Los ajustes de temperatura en los tres extrusores fueron A = 210 °C/B = 210 °C/C = 210 °C y el ajuste de temperatura en la boquilla del extrusor fue de 200 °C.

El estiramiento se realizó utilizando una máquina de estiramiento monodireccional fabricada por Hosokawa Alpine AG en Augsburg/Alemania. La película obtenida de la extrusión de película soplada se introdujo en la máquina de orientación y luego se estiró entre dos juegos de rodillos de presión donde el segundo par funciona a mayor velocidad que el primer par, lo que da como resultado la relación de estirado deseada.

Las muestras de película de PE usadas para las determinaciones de las propiedades de la película de PE como se definieron en la descripción se prepararon como se describió anteriormente y tenían un espesor de película inicial de 480 µm antes del estiramiento, relación de estiramiento de 1: 6, espesor de película final de 80 µm después de estirar. Esta película se selló a sí misma en la máquina y en dirección transversal mediante soldadura ultrasónica.

La película tiene la misma estructura que la del ejemplo 1 de EP-A-1941998 (85% mLLDPE 1, 15% LDPE 1 (capas A) y (capa B) 80% znLLDPE 3, 20% mLLDPE 1).

Tabla 1 - Resultados de los ensayos de sellado ultrasónico en películas MDO

Películas MDO basadas en PP			
	Dirección de sello	Fuerza de sellado N/mm <sup>2</sup>	Parámetros de sellado ultrasónico
BC918CF 50µ - 1:5	MD	4.6	Tiempo de sellado: 120 ms - Fuerza: 1091 N – 20 kHz - Amplitud: 65 µm
	TD	20.5	Tiempo de sellado: 120 ms - Fuerza: 888 N – 20 kHz - Amplitud: 65 µm

# ES 2 771 203 T3

(continuación)

Películas MDO basadas en PE			
	Dirección de sello	Fuerza de sellado N/mm <sup>2</sup>	Parámetros de sellado ultrasónico
Película HDSS	MD	4.8	Tiempo de sellado: 120 ms - Fuerza: 1027 N – 20 kHz - Amplitud: 65 µm
80 µ	TD	34.5	Tiempo de sellado: 120 ms - Fuerza: 888N – 20 kHz - Amplitud: 65 µm
FB2230 25 µ - 1:6	MD	-	
	TD	49.7	Tiempo de sellado: 120 ms - Fuerza: 850N – 20 kHz - Amplitud: 65 µm
Medición de resistencia de sellado de muestras soldadas por ultrasonidos			
Parámetros de prueba ZWICK trekbank			
pre carga		0.25	N
tiempo		20	s
velocidad		2	mm/min
detector de ruptura		75	%Fmax
longitud del medidor de excavación		10	mm
Especímen de prueba para sellar: ancho: 25.4 mm, largo: 300 mm.			

Se puede ver claramente que el sellado térmico en dirección transversal se mejora notablemente en relación con el sellado en la dirección de la máquina.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un proceso para sellar una película orientada a la dirección de la máquina (MDO) que comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal o un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o un LLDPE a un sustrato que comprende poner dicha película y dicho sustrato en contacto y someter al menos una parte del área de contacto con el ultrasonido para formar un sello entre dicha película y dicho sustrato.
2. Un proceso según la reivindicación 1, en el que dicha película se sella a sí misma.
- 10 3. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el sello se forma en la dirección transversal.
4. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película de MDO se ha estirado de 4 a 8 veces su longitud original.
- 15 5. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la frecuencia UW es de 15 a 79 kHz.
6. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película MDO es una película BOPP
- 20 7. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la película es una película multicapa.
8. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la soldadura ultrasónica se efectúa durante 50 a 200 ms.
- 25 9. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que durante el sellado, la película no se contrae en más del 5% de su longitud en ninguna dirección.
10. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato es un sustrato de polipropileno o polietileno.
- 30 11. 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 que comprende una película orientada a la dirección de la máquina (MDO) que comprende un copolímero de polipropileno heterofásico aleatorio multimodal o un copolímero de polipropileno de bloque multimodal o un LLDPE;
- 35 llenar dicho recipiente con dicho producto al distribuir dicho producto a través del extremo abierto del recipiente; y sellar dicho recipiente mediante soldadura ultrasónica del extremo abierto utilizando un proceso como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 40 12. Un proceso según la reivindicación 11, en el que el recipiente se sella soldando ultrasónicamente el extremo abierto a sí mismo.

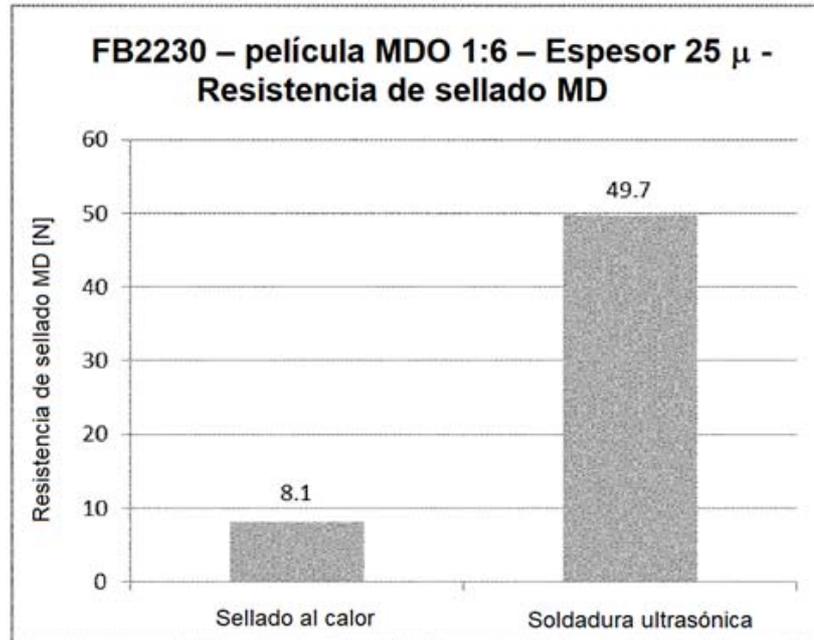


Gráfico 1 – película MDO basada en FB2230: calor versus sellado ultrasónico

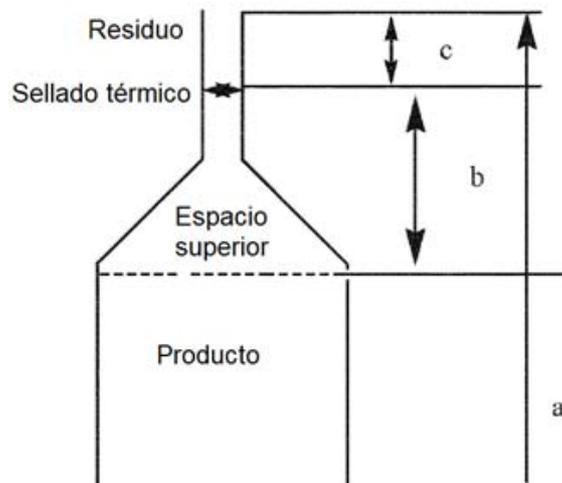


Figura 2