



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 368 024**

51 Int. Cl.:
C08L 23/12 (2006.01)
C08L 23/14 (2006.01)
C08F 297/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09008624 .0**
96 Fecha de presentación : **01.07.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2281851**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2011**

54 Título: **Composición de polipropileno de alta capacidad de flujo.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.11.2011

73 Titular/es: **BOREALIS AG.**
IZD Tower Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT

72 Inventor/es: **Kheirandish, Saeid;**
Doshev, Petar;
Jääskeläinen, Pirjo;
Leskinen, Pauli;
Geir Kristian Johnsen y
Ding, Hao

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 368 024 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

Composición de polipropileno de alta capacidad de flujo

5 La presente invención se refiere a una composición de polipropileno con un caudal de masa fundida bastante alto, una elevada rigidez y un equilibrio ventajoso entre rigidez y transparencia. Además, la presente invención también se refiere a un proceso para preparar la composición de polipropileno de la presente invención, a un artículo hecho de la composición de polipropileno de la presente invención y a la utilización de la composición de polipropileno de la presente invención para la preparación de artículos moldeados, particularmente artículos moldeados por inyección, tales como recipientes de plástico de paredes delgadas para el embalaje.

15 En el sector del embalaje con paredes delgadas del mercado del moldeo es de gran importancia tener un material que fluya bien con buenas propiedades mecánicas, es decir, un módulo de tracción elevado y resistencia al impacto aceptable. La buena fluidez es necesaria para lograr un buen procesado en los diferentes métodos de fabricación de artículos, por ejemplo, procesos de extrusión y moldeo, lo que permite la alta velocidad de producción requerida en este mercado de producción en masa. Las propiedades mecánicas también son críticas en los artículos con paredes delgadas. En particular, en el sector de los envases existe la necesidad de mantener el contenido, tal como alimento dentro del envase, así como tener la rigidez suficiente para ser apilados. Por último, los materiales también deben soportar los daños por compresión mecánica, que se incurren con frecuencia por ejemplo, dejando caer los artículos.

20 Además, la transparencia también debe ser aceptable. En particular, es deseable un buen equilibrio entre la rigidez y la transparencia. Sin embargo, al menos alguno de estos objetivos sólo se pueden lograr a expensas de otros de estos objetivos.

25 En términos generales, un alto grado de cristalinidad de las composiciones de polipropileno hace que el material sea más bien rígido, sin embargo, también aumenta la transparencia. La cristalinidad se ve influenciada por la cantidad de comonomero contenida en el copolímero de propileno y por el peso molecular de las cadenas del polímero, es decir, por la distribución del peso molecular. Una mayor cantidad de comonomero significa más interrupciones de las unidades de polipropileno isotácticas y, por lo tanto, menos cristalinidad. Hasta cierto punto, esto implica mejorar las propiedades ópticas, es decir, mejores valores de transparencia. Sin embargo, de esta manera se reduce la rigidez. Por lo tanto, el equilibrio entre la rigidez y la transparencia es de gran importancia.

35 Un peso molecular menor mejora la capacidad de procesado y la cristalinidad, por lo tanto, la rigidez, sin embargo, la resistencia al impacto se deteriora.

40 Para resolver dichos conflictos de objetivos, el documento EP 1 873 173 da a conocer un copolímero de polipropileno con un valor de caudal de masa fundida más bien elevado, a saber un MFR₂ de 70 g/10 min o más. Esto significa que se logra un peso molecular más bajo mediante el conocido método de reducción de viscosidad. Durante la reducción de viscosidad, las cadenas de polipropileno que provienen del reactor de polimerización se someten a degradación mediante la aplicación de compuestos de peróxido. El resultado es que las cadenas del polímero se cortan estadísticamente y se obtiene un material con un valor de MFR más alto.

45 Sin embargo, dichos materiales aún pueden mejorarse en cuanto a sus propiedades mecánicas. Además, los materiales sometidos a reducción de viscosidad generalmente tienen un mal sabor y olor, que es una gran desventaja en el sector del embalaje de alimentos.

50 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es dar a conocer una composición de polipropileno con alta capacidad de flujo y, por tanto, capacidad de procesado, que al mismo tiempo tiene buenas propiedades mecánicas y ópticas, en particular un buen equilibrio entre rigidez y transparencia.

Sorprendentemente, se ha encontrado que los objetivos mencionados anteriormente se pueden lograr mediante una composición de polipropileno en particular que comprende

55 (A) una fracción de homopolímero de propileno de bajo peso molecular y

(B) una fracción de copolímero de propileno de alto peso molecular, que tiene un contenido de comonomero no mayor de un 8% en peso,

60 en la que la relación entre el MFR₂ de la fracción (A) y el MFR₂ de la fracción (B) es, como mínimo, de 3 y en la que el MFR₂ de toda la composición es, como mínimo, de 5 g/10 min, siendo medidos los valores de MFR₂ según la norma ISO 1133 (230 °C, 2,16 kg de carga), y en la que el módulo de tracción medido según la norma ISO 572-2 es, como mínimo, de 1500 MPa.

65 Por lo tanto, la presente invención da a conocer una composición con un caudal de masa fundida más bien elevado, en la que la composición comprende, como mínimo, dos fracciones con un caudal de masa fundida más bien diferentes. No es necesario una etapa de reducción de viscosidad para lograr el deseado caudal de masa fundida

elevado. El material según la presente invención, además de presentar una alta capacidad de flujo tiene una rigidez mejorada y propiedades de impacto aceptables.

5 Preferentemente, dicha relación de MFR_2 , como mínimo, es de 25, aún más preferentemente, como mínimo, de 40 años y particularmente preferente, como mínimo, de 50.

Dicha relación de MFR_2 por lo general no superará los 800.

10 Preferentemente, el MFR_2 de toda la composición es, como mínimo, de 10 g/10 min, más preferentemente, como mínimo, de 20 g/10 min, aún más preferentemente, como mínimo, de 50 g/10 min.

Dicho valor de MFR_2 por lo general no será mayor de 250 g/10 min. Preferentemente, dicho valor de MFR_2 es menor de 70 g/10 min.

15 La gran diferencia en el caudal de masa fundida de las fracciones (A) y (B) da como resultado una distribución de peso molecular amplia de la composición. Dicha distribución de peso molecular MWD se define como la relación entre el peso molecular promedio en peso M_w y el peso molecular promedio en número M_n . El MWD se mide mediante GPC tal como se describe más adelante.

20 Preferentemente, el MWD de la composición de polipropileno es, como mínimo, de 3,5, más preferentemente, como mínimo, de 4.

Por lo general, el MWD no es superior a 100.

25 La presente invención da a conocer una composición de polipropileno con un caudal de masa fundida más bien elevado y una relación más bien elevada entre los caudales de masa fundida de las fracciones (A) y (B). No es necesario aplicar una etapa de reducción de viscosidad utilizando compuestos de peróxido.

30 Por lo tanto, preferentemente, en la composición de polipropileno según la presente invención, la cantidad de peróxidos o productos de reacción de los mismos es inferior a 50 ppm, más preferentemente inferior a 5 ppm. Es particularmente preferente que no se detecte peróxido en la composición de polipropileno de la presente invención.

35 La fracción (B) de la composición de polipropileno según la presente invención es un copolímero de propileno aleatorio.

Preferentemente, el comonomero en la fracción de copolímero (B) es etileno o una alfa-olefina C4 a C10 o cualquier combinación de los mismos. Son comonomeros adecuados 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 4-metil-1-penteno o 3-metil-1-penteno. Aún más preferentemente, el comonomero es etileno.

40 El contenido de etileno en la composición de polipropileno según la presente invención es preferentemente, como mínimo, un 0,8% en peso, aún más preferentemente, como mínimo, un 1,0% en peso.

45 El contenido de etileno en la composición de polipropileno según la presente invención preferentemente no es superior al 4,0% en peso, más preferentemente no es superior al 3,2% en peso.

El contenido de etileno en la fracción (B) de la composición de polipropileno según la presente invención es preferentemente, como mínimo, un 1,0% en peso, aún más preferentemente, como mínimo, un 2,5% en peso.

50 El contenido de etileno en la fracción (B) de la composición de polipropileno según la presente invención no es superior al 8% en peso, más preferentemente no es superior al 6,5% en peso.

55 En el caso en el que el comonomero en la fracción (B) no es etileno, se aplican las mismas cantidades preferentes de comonomero, tal como se discutió anteriormente para el etileno. En el caso de que esté presente una mezcla de dos o más comonomeros en la fracción (B), se aplican los mismos valores para la suma de las cantidades de dichos comonomeros.

El módulo de tracción de la composición de polipropileno según la presente invención es, como mínimo, de 1500 MPa, más preferentemente, como mínimo, de 1550 MPa y particularmente preferente, como mínimo, de 1600 MPa.

60 El módulo de tracción de la composición de polipropileno según la presente invención, por lo general, no es superior a 3000 MPa.

65 La resistencia al impacto Charpy con muesca, medida según la norma ISO 179 1eA, de la composición de polipropileno según la presente invención a 23 °C se encuentra preferentemente en el intervalo de 2,0 a 15,0 kJ / m².

La resistencia al impacto Charpy con muesca, medida según la norma ISO 179 1eA, de la composición de

polipropileno de la presente invención a 0°C se encuentra preferentemente en el intervalo de 1,0 a 6,0 kJ / m².

5 La cantidad de compuestos solubles de xileno XS de la composición de polipropileno según la presente invención preferentemente no es superior al 7% en peso, más preferentemente no es superior al 5% en peso, aún más preferentemente no es superior al 2,5% en peso.

La cantidad de compuestos solubles de xileno XS de la composición de polipropileno según la presente invención es por lo general, como mínimo, un 1% en peso.

10 Preferentemente, la temperatura de fusión de la composición de polipropileno según la presente invención es superior a 155 °C.

La temperatura de fusión por lo general no será superior a 180 °C.

15 Preferentemente, la temperatura de cristalización de la composición de polipropileno según la presente invención es superior a 120 °C.

La temperatura de cristalización por lo general no será superior a 160 °C.

20 La composición de polipropileno según la presente invención se especifica adicionalmente por su distribución del espesor laminar. Se ha reconocido que se puede lograr una mayor estabilidad térmica cuando el polímero comprende, como mínimo, una cierta cantidad de láminas de cristal gruesas. La técnica de segregación isotérmica paso a paso (SIST) ofrece la posibilidad de determinar la distribución de espesores laminares. Ciertas cantidades de fracciones de polímero fundidas a temperaturas elevadas indican la presencia de láminas gruesas, siendo
25 proporcionada la respectiva correlación mediante la conocida ecuación de Gibbs-Thompson.

Por lo tanto, la composición de polipropileno según la presente invención preferentemente comprende, como mínimo, un 3,0% en peso de láminas de cristal con un espesor, como mínimo, de 17,7 nm, determinado por la técnica SIST que se describe más adelante.

30 La composición de polipropileno según la presente invención comprende la fracción (A), que es una fracción de bajo peso molecular (LMW), y la fracción (B), que es una fracción de alto peso molecular. Los términos "alto" y "bajo" no definen valores absolutos, sino que denotan la relación entre las dos fracciones en cuanto a sus pesos moleculares. Cada una de las dos fracciones tiene su propia distribución de pesos moleculares.

35 Preferentemente, el MFR₂ de la fracción (A) es, como mínimo, de 40 g/10 min, más preferentemente, como mínimo, de 60 g/10 min, aún más preferentemente, como mínimo, de 100 g/10 min y particularmente preferente, como mínimo, de 200 g/10 min.

40 El MFR₂ de la fracción (A) usualmente no es superior a 800 g/10 min.

Preferentemente, el MFR₂ de la fracción (B) no es superior a 15 g/10 min, más preferentemente no es superior a 12 g/10 min, aún más preferentemente no es superior a 6 g/10 min

45 El MFR₂ de la fracción (B) es usualmente, como mínimo, de 1,0 g/10 min.

Preferentemente, la temperatura de fusión de la fracción (A) es inferior a 155 °C.

La temperatura de fusión de la fracción (A) por lo general será mayor de 135 °C.

50 La cantidad relativa en peso de las dos fracciones (A) y (B) por lo general está en el intervalo de 30:70 a 70:30, preferentemente de 35:65 a 65:35.

55 La composición de polipropileno según la presente invención puede comprender otras fracciones de poliolefina y también puede comprender aditivos no poliméricos.

La parte polimérica de la composición de polipropileno se denomina resina base.

60 Preferentemente, la resina base comprende las fracciones (A) y (B).

Debido a la gran diferencia en el peso molecular de las fracciones (A) y (B), la resina base de la composición de polipropileno tiene una distribución de peso molecular multimodal, preferentemente bimodal.

65 La expresión "multimodal", tal como se utiliza en el presente documento se refiere a la modalidad del polímero, es decir, la forma de su curva de distribución de peso molecular, que es la gráfica de la fracción de peso molecular en función de su peso molecular. Tal como se explica a continuación, la resina base de la presente invención se

- 5 pueden preparar en un proceso de etapas secuenciales, utilizando reactores en configuración en serie y que funcionan a diferentes condiciones de reacción. Como consecuencia, cada fracción preparada en un reactor específico tendrá su propia distribución de peso molecular. Cuando las curvas de distribución de peso molecular de estas fracciones se superponen para obtener la curva de distribución de peso molecular del polímero final, esa curva puede presentar dos o más máximos o, como mínimo, se amplía claramente en comparación con las curvas de las fracciones individuales. Un polímero de este tipo, preparado en dos o más etapas en serie, se denomina bimodal o multimodal, en función del número de etapas.
- 10 La resina base de la composición de polipropileno según la presente invención es también multimodal o bimodal en cuanto al contenido de comonómero, ya que comprende, como mínimo, una fracción de homopolímero de propileno y una fracción de copolímero de propileno.
- 15 Las dos fracciones (A) y (B) y, opcionalmente otras fracciones, se pueden preparar en etapas por separado y se mezclan después de la polimerización.
- 20 De forma alternativa y preferentemente, las dos fracciones (A) y (B) y, opcionalmente otras fracciones, se preparan cada una en un reactor diferente, cuyos reactores están conectados en serie y cada fracción se prepara en presencia del producto del reactor o reactores anteriores, a excepción de la primera fracción.
- 25 En caso de que las fracciones se producen en reactores conectados en serie, el valor de MFR_2 del producto que se recibe del primer reactor se puede medir directamente. Un producto que se recibe de cada uno de los reactores siguientes es una mezcla íntima de los productos de los diferentes reactores. Por lo tanto, el valor de MFR_2 sólo se puede calcular en base a la medición de los valores de MFR_2 de los productos que se reciben de los reactores y teniendo en cuenta la relación de peso de las diferentes fracciones producidas.
- 30 Preferentemente, la fracción (A) se prepara en un reactor en masa, que aún más preferentemente es un reactor de bucle.
- 35 Preferentemente, la fracción (B) se prepara en un reactor de fase gaseosa.
- 40 Preferentemente, la fracción (B) se prepara después y en presencia de la fracción (A).
- 45 La presente invención también da a conocer un procedimiento para la preparación de una composición de polipropileno tal como se definió anteriormente.
- 50 De acuerdo con una primera realización de la presente invención, se da a conocer un proceso para preparar una composición de polipropileno de alta capacidad de flujo, que comprende las siguientes etapas:
- 40 (i) preparación de un homopolímero de propileno de bajo de peso molecular con un MFR_2 , como mínimo, de 40 g/10 min;
 - 55 (ii) preparación de un copolímero de propileno de alto peso molecular con un MFR_2 no mayor de 15 g/10 min y que tiene un contenido de comonómero no mayor de un 8% en peso;
- 60 y mezclar los polímeros para obtener la composición de polipropileno final que tiene un MFR_2 , como mínimo, de 5 g/10 min.
- De acuerdo con una segunda realización de la presente invención, se da a conocer un proceso para preparar una composición de polipropileno de alta capacidad de flujo, que comprende las siguientes etapas en cualquier secuencia:
- 65 (i) preparación de un homopolímero de propileno de bajo de peso molecular con un MFR_2 , como mínimo, de 100 g/10 min;
 - 70 (ii) preparación de un copolímero de propileno de alto peso molecular con un MFR_2 no mayor de 10 g/10 min y que tiene un contenido de comonómero no mayor de un 8% en peso;
- 75 en la que las fracciones se preparan en reactores diferentes conectados en serie y cada fracción se prepara en presencia del producto preparado en el reactor o reactores anteriores a excepción de la primera fracción, resultando en la composición de polipropileno que tiene un MFR_2 , como mínimo, de 10 g/10 min.
- 80 Para ambas realizaciones alternativas del procedimiento de la presente invención, el MFR_2 de la fracción producida en la etapa i) por lo general no será superior a 800 g/10 min.
- 85 Del mismo modo, el MFR_2 de la fracción producida en la etapa ii) por lo general no será inferior a 1,0 g/10 min.

Dicho valor de MFR_2 de la composición de polipropileno resultante por lo general no será superior a 250 g/10 min.

Preferentemente, en la segunda realización, además de una primera etapa se lleva a cabo una pre-polimerización de una fracción de homopolímero de propileno.

5 En el procedimiento se aplica un catalizador para la preparación de la composición de polipropileno. Este catalizador puede ser cualquier catalizador estéreo-específico para la polimerización de propileno, que preferentemente es capaz de catalizar la polimerización y copolimerización de propileno y los comonómeros a una presión desde 500 a 10000 kPa, en particular, desde 2500 hasta 8000 kPa y a una temperatura de 40 a 110 °C, en particular de 60 a 110 °C. Preferentemente, el catalizador comprende un catalizador de tipo Ziegler-Natta de alto rendimiento, que puede ser utilizado a temperaturas de polimerización elevadas de 80 °C o más.

15 Un catalizador preferente para ser utilizado según la presente invención se describe en la patente EP 591 224 que da a conocer un método para preparar una composición pro-catalizadora a partir de dicloruro de magnesio, un compuesto de titanio, un alcohol inferior y un éster del ácido ftálico que contiene, como mínimo, cinco átomos de carbono. Según el documento EP 591 224, se lleva a cabo una reacción de transesterificación a una temperatura elevada entre el alcohol inferior y el éster del ácido ftálico, mediante la cual los grupos éster del alcohol inferior y el éster ftálico cambian de lugar.

20 Otros catalizadores preferentes son los catalizadores metalocénicos.

Entre los donadores externos adecuados se incluyen dicio dimetoxi pentil silano (donador D), ciclo hexil metil dimetoxi silano (donador C), dietilaminotrietoxisilano (donador U).

25 La relación Al/Do puede variar en gran medida. Cuanto mayor sea la relación, mejor será la respuesta de H_2 , lo que permite producir polímeros con valores mayores de MFR_2 , por lo tanto, tienen una capacidad de flujo mayor. Habitualmente, la relación está entre 2 y 60 mol/mol.

30 En la segunda realización del procedimiento de la presente invención, el catalizador está presente preferentemente en la primera etapa de polimerización y se transfiere junto con el producto a la segunda etapa de polimerización.

Preferentemente, se prepara en primer lugar la fracción de homopolímero de bajo peso molecular de propileno y, a continuación, se prepara la fracción de copolímero de alto peso molecular de propileno en presencia de la fracción de homopolímero de bajo peso molecular de propileno ya preparada.

35 De acuerdo con una realización particular preferente de la presente invención, la composición de polipropileno se prepara en un proceso según la segunda realización del procedimiento de la presente invención, en la que la fracción de homopolímero de bajo peso molecular de propileno se prepara en primer lugar en un reactor de bucle, precedido de forma opcional por una etapa de pre-polimerización, seguido de la preparación de la fracción de copolímero de alto peso molecular de propileno en un reactor de fase gaseosa en presencia del producto recibido de la etapa o etapas anteriores, utilizando un catalizador de tipo Ziegler-Natta. Además, se utiliza gas de hidrógeno como agente de transferencia de cadena en el reactor de bucle para permitir que se alcance el valor alto de MFR_2 , la mezcla de reacción del reactor de bucle se introduce directamente en el reactor de fase gaseosa y no se añade más gas de hidrógeno. La relación Al/Do está entre 2 y 30 mol/mol.

45 Tal como se ha mencionado anteriormente, la composición de polipropileno puede comprender adyuvantes convencionales, tales como aditivos, cargas y agentes de refuerzo o modificadores de impacto adicionales.

50 Los siguientes son aditivos opcionales: agentes de nucleación, estabilizadores de proceso y térmicos, pigmentos y otros agentes colorantes, incluido negro de humo. Dependiendo del tipo de aditivo, éstos se pueden añadir en una cantidad de 0,001-10% en peso, en base al peso de la composición polimérica.

55 En una realización preferente, la composición polimérica comprende de 0,05 a 3% en peso en base al peso de la composición polimérica, uno o más agentes de nucleación alfa tales como talco, compuestos de vinilo polimerizados tales como polivinilciclohexano (PVCH), dibencilideno sorbitol, benzoato de sodio, y di(alquilbencilideno) sorbitol o mezclas de los mismos. El agente de nucleación alfa habitualmente se añade en pequeñas cantidades de 0,0001 a 1% en peso, más preferentemente de 0,001 a 0,7% en peso. Debido a que el talco puede actuar como agente de nucleación y como material de relleno, se puede añadir en cantidades mayores. Cuando se añade como agente de nucleación, el talco se añade preferentemente en una cantidad de 0,05 a 3% en peso, más preferentemente de 0,1 a 2% en peso, aún más preferentemente menos de un 1% en peso, en base al peso de la composición polimérica. Más detalles acerca de estos agentes de nucleación se pueden encontrar, por ejemplo, en los documentos WO 99/24479 y WO 99/24501.

65 Otros aditivos preferentes que se pueden añadir a las composiciones de la presente invención incluyen: antioxidantes, agentes antiestáticos, agentes deslizantes, estabilizadores de UV, agentes secuestradores ácidos. También se pueden añadir rellenos a las composiciones. Cualquier relleno conocidos en la técnica se puede utilizar,

en función de las propiedades deseadas. Mica y talco son ejemplos de materiales de relleno utilizados convencionalmente.

5 En las realizaciones preferentes, los aditivos se añaden a la resina base, que se recoge del reactor final de la serie de reactores, para generar la composición de polipropileno de la presente invención. Preferentemente, estos aditivos se mezclan en la composición antes o durante el proceso de extrusión en un proceso de mezclado de una sola etapa. De forma alternativa, se puede formular una mezcla madre, en la que la resina base se mezcla en primer lugar sólo con algunos de los aditivos.

10 Para el mezclado, se pueden utilizar aparatos de mezclado convencionales o, por ejemplo, un mezclador Banbury, un molino de goma de 2 rodillos, una co-amasadora Buss o una extrusora de doble husillo. La extrusora de doble husillo puede ser de co-rotación o de contrarrotación, preferentemente de co-rotación. Preferentemente, la composición se preparará mezclando los aditivos junto con el material polimérico a una temperatura, que es lo suficientemente alta para suavizar y plastificar el polímero. Las temperaturas y presiones empleadas en el funcionamiento de la extrusora son conocidas en la técnica. Normalmente, la temperatura se puede seleccionar en el intervalo de 150 a 350 °C. La presión utilizada para la extrusión preferentemente es de 50 a 500 bar. Los materiales poliméricos recuperados de la extrusora están generalmente en forma de bolitas. A continuación, estas bolitas se vuelven a procesar preferentemente, por ejemplo, mediante moldeo por inyección para generar artículos y productos de las composiciones de la presente invención.

15 Las composiciones de la presente invención se utilizan preferentemente para la producción de películas y artículos moldeados, preferentemente artículos moldeados por inyección. Aún más preferente es la utilización para la preparación de envases de pared delgada y artículos de embalaje, preferentemente vasos de plástico u otros artículos para el hogar.

20 La presente invención también da a conocer artículos que comprenden la composición de polipropileno de la presente invención. Preferentemente, estos artículos se preparan mediante moldeo por inyección.

30 Métodos de medición

a) Peso molecular

35 El peso molecular promedio en peso M_w y la distribución del peso molecular ($MWD = M_w / M_n$ en la que M_n es el peso molecular promedio en número y M_w es el peso molecular promedio en peso) se midió mediante un método basado en la norma ISO 16014-4: 2003. Se utilizó un instrumento Waters 150CV plus con la columna 3 x HT & E styragel adquirido de Watters (divinilbenceno) y triclorobenceno (TCB) como disolvente a 140 °C. El conjunto de columnas se calibró utilizando la calibración universal con estándares PS de MWD estrecho (la constante K de Mark-Houwink: 9.54×10^{-5} y a: 0,725 para PS, y K: 1.91×10^{-4} y a: 0,725 para PP). La relación entre M_w y M_n es una medida de la amplitud de la distribución, ya que cada uno está influido por el extremo opuesto de la "población".

40 b) Caudal de masa fundida

45 El caudal de masa fundida se midió como el MFR_2 de acuerdo con la norma ISO 1133 (230 °C, 2.16 kg de carga) para el polipropileno y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la capacidad de flujo, y por lo tanto, de la capacidad de procesado del polímero. Cuanto mayor sea el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero.

El MFR_2 de una fracción (B) preparada en presencia de una fracción (A) se calculó utilizando los valores medidos de MFR_2 de la fracción (A) y la mezcla recibida después de preparar la fracción (B) ("final"):

$$50 \frac{1}{(\log_{10} MFR_2(\text{final}))} = \frac{\text{fracción en peso (A)}}{(\log_{10} MFR_2(A))} + \frac{\text{fracción en peso (B)}}{(\log_{10} MFR_2(B))}$$

60 c) Compuestos solubles en xileno

55 La fracción soluble en xileno (XS) tal como se define y se describe en la presente invención se determina como sigue: se disolvieron 2,0 g del polímero en 250 ml de p-xileno a 135 °C con agitación. Después de 30 minutos, la solución se dejó enfriar durante 15 minutos a temperatura ambiente y, a continuación, se dejó reposar durante 30 minutos a $25 \pm 0,5$ °C. La solución se filtró con papel de filtro en dos frascos de 100 ml. La solución del primer recipiente de 100 ml se evaporó en corriente de nitrógeno y el residuo se secó al vacío a 90 °C hasta que se alcanzó un peso constante. La fracción soluble en xileno (% en peso), se puede determinar como sigue:

$$60 \text{XS} = (100 \times m_1 \times V_0) / (m_0 \times V_1)$$

en la que m_0 es la cantidad inicial de polímero (g), m_1 define el peso del residuo (g), V_0 define el volumen inicial (ml)

y V_1 define el volumen de la muestra analizada (ml).

d) Contenido de comonomero

5 Se utilizó la espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) cuantitativa para cuantificar la cantidad de comonomero. La calibración se logró mediante la correlación con el contenido de comonomero determinado mediante espectrometría por resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa.

10 Se llevó a cabo el procedimiento de calibración basado en los resultados obtenidos a partir de la espectrometría ^{13}C -RMN cuantitativa de la manera convencional, bien documentada en la literatura.

La cantidad de comonomero (N) se determinó como porcentaje en peso (% en peso) mediante:

$$15 \quad N = k_1 (A / R) + k_2$$

En la que A es la absorbancia máxima definida de la banda de comonomero, R es el máximo de absorbancia definido como la altura del pico de referencia y con k_1 y k_2 que son constantes lineales obtenidas mediante la calibración. La banda utilizada para la cuantificación del contenido de etileno se seleccionó en función de si el contenido de etileno es aleatorio (730 cm^{-1}) o de tipo bloque (720 cm^{-1}). Se utilizó la absorbancia a 4324 cm^{-1} como una banda de referencia.

e) Temperatura de fusión, temperatura de cristalización

25 La temperatura de fusión T_m , la temperatura de cristalización T_c y el grado de cristalinidad se midieron con un dispositivo de calorimetría de barrido diferencial (DSC) Mettler TA820 en muestras de $3 \pm 0,5$ mg. Las temperaturas de cristalización y de fusión se obtuvieron durante barridos de enfriamiento y calentamiento de $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ entre $30 \text{ }^\circ\text{C}$ y $225 \text{ }^\circ\text{C}$. Las temperaturas de fusión y de cristalización se tomaron como los picos de las endotermas y de las exotermas. El grado de cristalinidad se calculó mediante comparación con el calor de fusión de un polipropileno perfectamente cristalino, es decir, 209 J/g .

30 f) Técnica de segregación isotérmica paso a paso (SIST)

La cristalización isotérmica para el análisis SIST se llevó a cabo en un DSC Mettler TA820 en muestras de $3 \pm 0,5$ mg a temperaturas decrecientes entre $200 \text{ }^\circ\text{C}$ y $105 \text{ }^\circ\text{C}$ tal como se describe también en Journal of Applied Polymer Science, vol. 95, 1073-1081 (2005):

- (i) Las muestras se fundieron a $225 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 5 minutos,
- (ii) a continuación, se enfriaron con $80 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $145 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 40 (iii) se mantuvieron durante 2 horas a $145 \text{ }^\circ\text{C}$,
- (iv) a continuación, se enfriaron con $80 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $135 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 45 (v) se mantuvieron durante 2 horas a $135 \text{ }^\circ\text{C}$,
- (vi) a continuación, se enfriaron con $80 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $125 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 50 (vii) se mantuvieron durante 2 horas a $125 \text{ }^\circ\text{C}$,
- (viii) a continuación, se enfriaron con $80 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $115 \text{ }^\circ\text{C}$,
- (ix) se mantuvieron durante 2 horas a $115 \text{ }^\circ\text{C}$,
- 55 (x) a continuación, se enfriaron con $80 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $105 \text{ }^\circ\text{C}$,
- (xi) se mantuvieron durante 2 horas a $105 \text{ }^\circ\text{C}$,

60 Después de la última etapa, la muestra se enfrió hasta temperatura ambiente, y se obtuvo la curva de fusión (véase figura 1) mediante calentamiento de la muestra enfriada a una velocidad de calentamiento de $10 \text{ }^\circ\text{C} / \text{min}$ hasta $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

65 Todas las mediciones se realizaron en una atmósfera de nitrógeno. La entalpía de fusión se registró como una función de la temperatura y se evaluó mediante la medición de la entalpía de fusión de las fracciones fusionadas en los intervalos de temperatura.

La curva de fusión del material cristalizado de esta forma se puede utilizar para calcular la distribución del grosor laminar (véase figura 2) de acuerdo con la ecuación de Gibbs-Thomson:

$$T_m = T_0 \left(1 - \frac{2\sigma}{\Delta H_0 \cdot L} \right)$$

en la que $T_0 = 457 \text{ K}$, $\Delta H_0 = 184 \times 10^6 \text{ J/m}^3$, $\sigma = 0,049 \text{ J/m}^2$ y L es el grosor de las láminas.

La entalpía de fusión [J/g] de cada fracción de la muestra de polímero tal como se ha definido anteriormente se obtuvo de la siguiente manera: en general, la entalpía de fusión se calcula a partir del cociente entre el volumen de flujo de calor y el peso inicial de la muestra. El volumen de flujo de calor se registró como función de la temperatura, es decir, la curva de fusión. El área por encima de cada mínimo (incluye también los hombros) de la curva de fusión representa la entalpía de fusión. Los límites de integración para cada área que se calculó se definen por los valores máximos relativos (incluye también los hombros) y por los puntos de intersección de la línea de base con la curva de fusión, en la vecindad directa de cada mínimo de la curva de fusión.

Los valores máximos, mínimos, hombros de la curva de fusión, así como las áreas se determinaron tal como se conoce a partir de las curvas de DSC. En consecuencia, los valores máximos relativos pueden ser matemáticamente comprendidos, es decir, un punto x^* es un máximo relativo de una función f si existe alguna $\varepsilon > 0$ tal que $f(x^*) \geq f(x)$ para todo x con $|x - x^*| < \varepsilon$. Además, en el caso de los hombros, la primera derivada de la función (la curva de fusión medida) debe conducir a un máximo relativo en el máximo relativo de dicha función. Quedan excluidos los puntos de inflexión que se encuentran entre dos extremos relativos.

g) Resistencia al impacto Charpy con muesca

El impacto Charpy con muesca se midió según la norma ISO 179/1eA a $+23 \text{ }^\circ\text{C}$ y a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ utilizando una muestra de prueba moldeada por inyección, tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (80 x 10 x 4 mm).

h) Resistencia a la tracción, módulo de tracción

La resistencia a la tracción, que incluye la resistencia a la tracción en la rotura y el alargamiento en el punto de rotura, se midió según la norma ISO 572-2 (velocidad de la cruceta de 50 mm/min). El módulo de tracción se midió según la norma ISO 572-2 (velocidad de la cruceta de 1 mm/min) con muestras moldeadas por inyección tal como se describe en la norma EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, 4 mm de espesor).

i) Transparencia

La transparencia se determinó a partir de muestras de placas moldeadas por inyección de 1 mm ó 2 mm de acuerdo con la norma ASTM D 1003.

Ejemplos

Se prepararon tres composiciones de polipropileno según la presente invención, una de ellas mediante el mezclado de dos fracciones de poliolefina (Ejemplo 1), y dos de ellas preparando la resina base en dos reactores conectados en serie (Ejemplos 2 y 3).

Además, se prepararon cuatro composiciones de comparación. Una de dichas composiciones es el resultado de la mezcla (Ejemplo Comparativo 1). Las restantes se prepararon en dos reactores conectados en serie (Ejemplos Comparativos 2, 3 y 4).

La composición del Ejemplo 2 se preparó en un proceso de polimerización de dos etapas comenzando en un reactor de bucle en masa seguido de polimerización en un reactor de fase gaseosa, variando el peso molecular y el contenido de etileno mediante una alimentación adecuada de hidrógeno y de comonomero. El catalizador utilizado en el proceso de polimerización fue el catalizador comercial BCF20P (1,9% en peso de catalizador Ziegler-Natta de Ti tal como se describe en el documento EP 591 224) de Borealis con trietil-aluminio (TEA) como co-catalizador y dicitilo pentil dimetoxi silano como donador. La relación entre el aluminio y el donador fue de 15 mol / mol.

En el Ejemplo 1 y el Ejemplo Comparativo 1, las dos fracciones de poliolefina se prepararon de la misma forma que la composición del Ejemplo 2, pero sin una diferenciación del peso molecular de las fracciones producidas, se mezclaron en una extrusora de doble husillo de co-rotación a 200-230 $^\circ\text{C}$.

La composición del Ejemplo 3 se preparó en un proceso de polimerización de dos etapas comenzando en un reactor de bucle en masa seguido de polimerización en un reactor de fase gaseosa, variando el peso molecular y el contenido de etileno mediante una alimentación adecuada de hidrógeno y de comonomero. El catalizador utilizado en el proceso de polimerización fue el catalizador comercial BCF20P (1,9% en peso de catalizador Ziegler-Natta de

Ti tal como se describe en el documento EP 591 224) de Borealis con trietil-aluminio (TEA) como co-catalizador y dicitilo pentil dimetoxi silano como donador. La relación entre el aluminio y el donador fue de 5 mol / mol.

5 Antes de la polimerización, el catalizador se pre-polimerizó con vinil ciclohexano en una cantidad para lograr una concentración de poli(vinil ciclohexano) (PVCH) de 200 ppm en el polímero final. Dicho proceso se describe en los documentos EP 1 028 984 y EP 1 183 307.

10 La composición del Ejemplo Comparativo 2 se preparó de la misma forma que la composición del Ejemplo 2, utilizando catalizador y tipo de donador idénticos, pero sin una diferenciación del peso molecular de las fracciones producidas.

Las composiciones de los Ejemplos Comparativos 3 y 4 se prepararon de la misma forma que el Ejemplo 3, utilizando catalizador y tipo de donador idénticos.

15 La composición del Ejemplo 1 contenía 600 ppm de Irganox B 225 (suministrado por Ciba Speciality Chemicals, una mezcla de Irganox 1010 al 50%, pentaeritrito-tetrakis (3-(3', 5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato, CAS-No. 6683-19-8 e Irgafos 168 al 50%, Tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato, CAS-No. 31570-04-4), 700 ppm de estearato de calcio (suministrado por Croda Polymer Aditives, CAS-No. 1592-23-0), 1500 ppm de GMS 40 (suministrado por Croda Polymer Aditives, éster de glicerol del ácido esteárico, CAS-No. 97593-29-8), 500 ppm de talco Tital 10 (suministrado por Ankerpoort Minerals) y 900 ppm de Millad 3988 (suministrado por Milliken Inc., 1,3: 2,4 Bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol, CAS-No. 135861-56-2).

25 La composición del Ejemplo 2 contenía 2000 ppm de Irganox B 225 (suministrado por Ciba Speciality Chemicals, una mezcla de Irganox 1010 al 50%, pentaeritrito-tetrakis (3-(3', 5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato, CAS-No. 6683-19-8 e Irgafos 168 al 50%, Tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato, CAS-No. 31570-04-4), 1000 ppm de estearato de calcio (suministrado por Croda Polymer Aditives, CAS-No. 1592-23-0) y 2000 ppm de Millad 3988 (suministrado por Milliken Inc., 1,3: 2,4 Bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol, CAS-No. 135861-56-2).

30 Las composiciones del Ejemplo 3 y de los Ejemplos Comparativos 3 y 4 contenían 2000 ppm de Irganox B 225 (suministrado por Ciba Speciality Chemicals, una mezcla de Irganox 1010 al 50%, pentaeritrito-tetrakis (3-(3',5'-di-tert. butil-4-hidroxifenil)-propionato, CAS-No. 6683-19-8 e Irgafos 168 al 50%, Tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato, CAS-No. 31570-04-4) y 500 ppm de estearato de calcio (suministrado por Croda Polymer Aditives, CAS-No. 1592-23-0) cada uno.

35 La composición del Ejemplo Comparativo 1 contenía 600 ppm de Irganox B 225 (suministrado por Ciba Speciality Chemicals, una mezcla de Irganox 1010 al 50%, pentaeritrito-tetrakis (3-(3', 5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato, CAS-No. 6683-19-8 e Irgafos 168 al 50%, Tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato, CAS-No. 31570-04-4), 350 ppm de estearato de calcio (suministrado por Croda Polymer Aditives, CAS-No. 1592-23-0) y 1000 ppm de GMS 40 (suministrado por Croda Polymer Aditives, éster de glicerina del ácido esteárico CAS-No. 97593-29-8) y 1500 ppm de Millad 3988 (suministrado por Milliken Inc., 1,3: 2,4 Bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol, CAS-No. 135861-56-2).

45 La composición del Ejemplo Comparativo 2 contenía 1000 ppm de Irganox B 225 (suministrado por Ciba Speciality Chemicals, una mezcla de Irganox 1010 al 50%, pentaeritrito-tetrakis (3-(3', 5'-di-terc-butil-4-hidroxifenil)-propionato, CAS-No. 6683-19-8 e Irgafos 168 al 50%, Tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato, CAS-No. 31570-04-4), 900 ppm de estearato de calcio (suministrado por Croda Polymer Aditives, CAS-No. 1592-23-0), 1400 ppm de GMS 40 (suministrado por Croda Polymer Aditives, éster de glicerina del ácido esteárico CAS-No. 97593-29-8) y 1700 ppm de Millad 3988 (suministrado por Milliken Inc., 1,3: 2,4 Bis(3,4-dimetilbencilideno) sorbitol, CAS-No. 135861-56-2).

50 La Tabla 1 muestra las propiedades que definen las composiciones de los Ejemplos 1 a 3. La Tabla 2 muestra los valores correspondientes a los Ejemplos Comparativos 1 a 4.

55 La Tabla 3 muestra las propiedades mecánicas y ópticas de las composiciones de los Ejemplos 1 a 3. La tabla 4 muestra los valores correspondientes a los Ejemplos Comparativos 1 a 4. Todas las caracterizaciones y mediciones en estas tablas se llevaron a cabo en las composiciones incluyendo los aditivos mencionados anteriormente, siendo mezclados dichos aditivos en los polímeros en una extrusora de doble husillo de co-rotación a 200-230 °C.

60 Lo que se puede observar en las tablas 3 y 4 es que la composición de la presente invención del Ejemplo 1 muestra un módulo de tracción mayor que la composición del Ejemplo Comparativo 1 y, al mismo tiempo, tiene valores aceptables de transparencia y resistencia al impacto. Cabe señalar que en la composición del Ejemplo Comparativo 1, la fracción de bajo peso molecular es un copolímero de propileno, mientras que la fracción de alto peso molecular es un homopolímero de propileno.

65 Del mismo modo, los Ejemplos 2 y 3 muestran un módulo de tracción mayor y, al mismo tiempo, tienen valores aceptables de transparencia y resistencia al impacto. Las composiciones de los Ejemplos Comparativos 3 y 4 comprenden dos fracciones de copolímero. El MFR₂ de las dos fracciones del Ejemplo Comparativo 3 es prácticamente el mismo.

Tabla 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
Fracción (A)			
MFR ₂ / g/10 min	50	302	139
Contenido de etileno / % en peso	0	0	0
Compuestos solubles en xileno / % en peso	2,2	2,0	1,7
División / % en peso	49	61,2	49
Fracción (B)			
MFR ₂ / g/10 min	12	4,7	4,7
Contenido de etileno / % en peso	3,9	4,9	2,7
Compuestos solubles en xileno / % en peso	5,5	2,7	2,7
División / % en peso	51	38,8	51
Composición final			
MFR ₂ / g/10 min	23	60	18
Relación de MFR ₂	4,2	64,3	29,6
Contenido de etileno / % en peso	2,0	1,9	1,4
Compuestos solubles en xileno / % en peso	3,8	2,2	2,2
T _m / °C	162	162	162
T _c / °C	128	129	126
Fracción SIST > 17,7 nm / % en peso	7,5	6,5	9,5

Tabla 2

	Ejemplo Comp. 1	Ejemplo Comp. 2	Ejemplo Comp. 3	Ejemplo Comp. 4
Fracción (A)				
MFR ₂ / g/10 min	4,0	70	21	101
Contenido de etileno / % en peso	0	2,7	1,2	1,9
Compuestos solubles en xileno / % en peso	3,0	5,0	-	-
División / % en peso	26	100	50	50
Fracción (B)				
MFR ₂ / g/10 min	70	-	19	3,6
Contenido de etileno / % en peso	2,7	-	2,8	1,3
Compuestos solubles en xileno / % en peso	5,0	-	-	-
División / % en peso	74	-	50	50
Composición final				
MFR ₂ / g/10 min	33	70	20	19
Relación de MFR ₂	0,06	-	1,11	28,1
Contenido de etileno / % en peso	2,0	2,7	2,0	1,6
Compuestos solubles en xileno / % en peso	4,5	5,0	2,2	2,9
T _m / °C	155	152	154	161
T _c / °C	126	121	122	126
Fracción SIST > 17,7 nm / % en peso	-	-	0,0	0,0

Tabla 3

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3
MFR ₂ / g/10 min	23	60	18
Relación de MFR	4,2	64,3	29,6
Contenido de etileno / % en peso	2,0	1,9	1,4
Compuestos solubles en xileno / % en peso	3,8	2,2	2,2
Fracción SIST > 17,7 nm / % en peso	7,5	6,5	9,5
Módulo de tracción / MPa	1630	1681	1630
Charpy / kJ/m ² , 23°C	4,2	2,3	5,1
Charpy / kJ/m ² , 0°C	1,6	1,1	1,8
Transparencia / %, placas de 1 mm	17	34	32
Transparencia / %, placas de 2 mm	44	53	64

Tabla 4

	Ejemplo Comp. 1	Ejemplo Comp. 2	Ejemplo Comp. 3	Ejemplo Comp. 4
MFR ₂ / g/10 min	33	70	20	19
Relación de MFR	0,06	-	1,11	28,1
Contenido de etileno / % en peso	2,0	2,7	2,0	1,6
Compuestos solubles en xileno / % en peso	4,5	5,0	2,2	2,9
Fracción SIST > 17,7 nm / % en peso	-	-	0,0	0,0
Módulo de tracción / MPa	1490	1200	1330	1450
Charpy / kJ/m ² , 23°C	3,7	5,5	5,6	5,0
Charpy / kJ/m ² , 0°C	1,6	1,5	1,6	1,8
Transparencia / %, placas de 1 mm	32	20	29	32
Transparencia / %, placas de 2 mm	30	42	57	63

REIVINDICACIONES

1. Composición de polipropileno que comprende
- 5 (A) una fracción de homopolímero de propileno de bajo peso molecular y
- (B) una de fracción copolímero de propileno de alto peso molecular, que tiene un contenido de comonómero no mayor de un 8% en peso,
- 10 en la que la relación entre el MFR₂ de la fracción (A) y el MFR₂ de la fracción (B) es, como mínimo, de 3 y en la que el MFR₂ de toda la composición es, como mínimo, de 5 g/10 min, siendo medidos los valores del MFR₂ según la norma ISO 1133 (230 °C, 2,16 kg de carga), y en la que el módulo de tracción medido según la norma ISO 572-2 es, como mínimo, de 1500 MPa.
- 15 2. Composición de polipropileno, según la reivindicación 1, en la que dicha relación de MFR₂ es, como mínimo, de 25.
3. Composición de polipropileno, según la reivindicación 1 ó 2, en la que el MFR₂ de toda la composición es, como mínimo, de 10 g/10 min.
- 20 4. Composición de polipropileno, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cantidad de peróxidos o productos de reacción de los mismos es menor de 50 ppm.
5. Composición de polipropileno, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el MFR₂ de la fracción (A) es, como mínimo, de 40 g/10 min.
- 25 6. Composición de polipropileno, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el MFR₂ de la fracción (B) no es mayor de 15 g/10 min.
- 30 7. Composición de polipropileno, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el comonómero en la fracción de copolímero (B) es etileno o una alfa-olefina C4 a C10 o cualquier combinación de los mismos.
8. Composición de polipropileno, según la reivindicación 7, en la que el comonómero es etileno.
- 35 9. Composición de polipropileno, según la reivindicación 7, en la que el contenido de comonómero en la composición está entre un 0,8 y un 4,0% en peso.
10. Composición de polipropileno, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, como mínimo, un 3,0% en peso de láminas de cristal con un espesor de, como mínimo, 17,7 nm, medido mediante segregación isotérmica paso a paso.
- 40 11. Procedimiento para preparar una composición de polipropileno de alto flujo, que comprende las siguientes etapas:
- 45 (i) preparación de un homopolímero de propileno de bajo de peso molecular con un MFR₂, como mínimo, de 40 g/10 min;
- (ii) preparación de un copolímero de propileno de alto peso molecular con un MFR₂ no mayor de 15 g/10 min y que tiene un contenido de comonómero no mayor de un 8% en peso;
- 50 y mezclar los polímeros para obtener la composición de polipropileno final que tiene un MFR₂, como mínimo, de 5 g/10 min.
12. Procedimiento para preparar una composición de polipropileno de alto flujo, que comprende las siguientes etapas en cualquier secuencia:
- 55 (iii) preparación de un homopolímero de propileno de bajo de peso molecular con un MFR₂, como mínimo, de 100 g/10 min;
- 60 (iv) preparación de un copolímero de propileno de alto peso molecular con un MFR₂ no mayor de 10 g/10 min y que tiene un contenido de comonómero no mayor de un 8% en peso;
- en la que las fracciones se preparan en reactores diferentes conectados en serie y cada fracción se prepara en presencia del producto preparado en el reactor o reactores anteriores a excepción de la primera fracción, resultando en la composición de polipropileno que tiene un MFR₂, como mínimo, de 10 g/10 min.
- 65

13. Artículo que comprende una composición de polipropileno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

14. Uso de una composición de polipropileno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 para la preparación de películas o artículos moldeados.

5

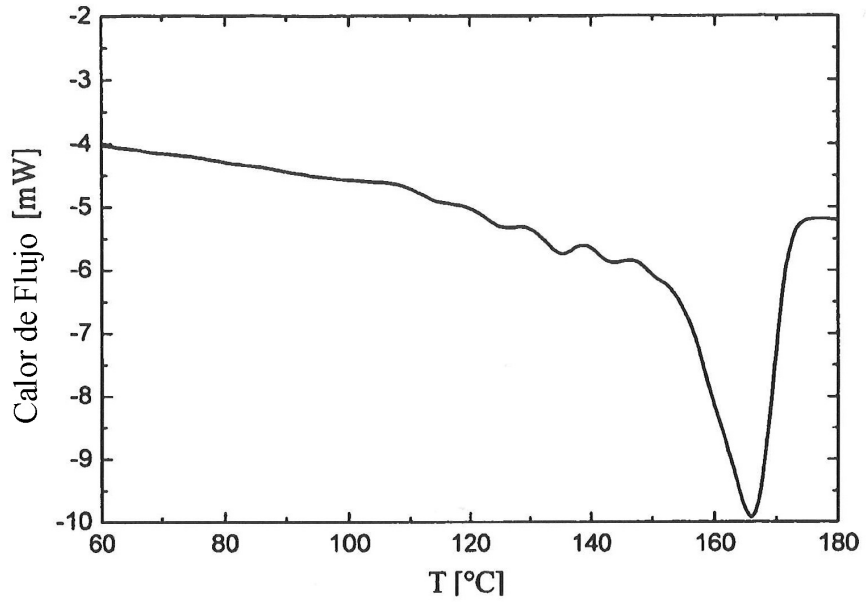


Figura 1: Endoterma DSC de la técnica SIST para el Ejemplo 2

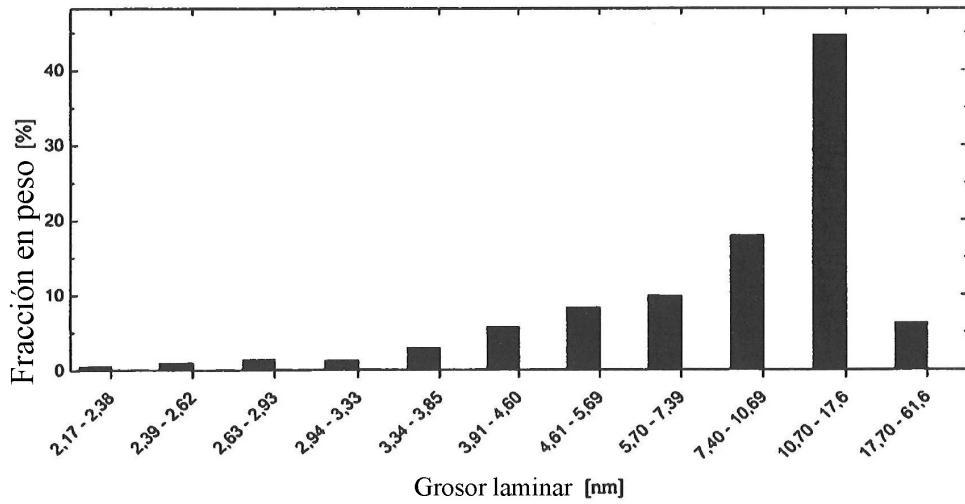


Figura 2: Distribución del grosor laminar de la técnica SIST para el Ejemplo 2