

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 196**

51 Int. Cl.:

C08L 23/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015** E 15191626 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2016** EP 3015502

54 Título: **Composición de polietileno y película formada a partir de la misma**

30 Prioridad:

27.10.2014 CN 201410582434
27.10.2014 CN 201410582470
27.10.2014 CN 201410582551
27.10.2014 CN 201410582579
27.10.2014 CN 201410583605
27.10.2014 CN 201410583874
27.10.2014 CN 201410583950
27.10.2014 CN 201410584803
27.10.2014 CN 201410584827
27.10.2014 CN 201410584933

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.06.2017

73 Titular/es:

CHINA PETROLEUM&CHEMICAL CORPORATION (50.0%)
22A Chaoyangmenbei Street Chaoyang District
Beijing 100728, CN y
**BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF CHEMICAL
INDUSTRY, CHINA PETROLEUM &CHEMICAL
CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

GAO, DALI;
SHI, HONGWEI;
ZHANG, SHIJUN;
GUO, MEIFANG;
YU, LUQIANG;
QIAO, JINLIANG;
LI, RUXIAN;
TANG, YUJING;
YIN, JIANJUN;
WANG, LIANGSHI;
HUANG, HONGHONG;
YANG, QINGQUAN;
ZOU, HAO;
LI, JIE;
ZHANG, LIYING;
YIN, HUA;
LIU, JIANYE;
SHAO, JINGBO;
LYU, MINGFU;
CHU, LIQIU;
XU, MENG;
QUAN, HUI;
XU, KAI;
DONG, MU;
LYU, YUN;
XU, YIHUI;
XU, YAOHUI;
GUO, PENG y BAI, YIQING

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 619 196 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 polietileno y película formada a partir de la misma

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de las solicitudes de patente chinas n^{os} 201410582434.7, 201410582470.3, 201410582551.3, 201410582579.7, 201410583605.8, 201410583874.4, 201410583950.1, 201410584803.6, 201410584827.1 y 201410584933.X, presentadas el 22 de julio de 2014, que se incorporan al presente documento como referencia en su totalidad y para todos los fines.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una composición de polietileno y una película formada a partir de la misma.

Técnica anterior

Las películas de polietileno orientadas biaxialmente (BOPE) son materiales de película conformados a través de procedimientos de orientación biaxial a partir de resinas de polietileno (PE) que tienen una estructura molecular específica. En el proceso de conformado de la película de BOPE, una vez que se ha estirado la película, la cadena de macromolécula de PE y la estructura cristalina quedan altamente orientadas de modo que la película tiene una resistencia a la tracción significativamente mejorada, un alargamiento a la rotura reducido, una baja turbidez, alto brillo y buena transparencia. Además, en comparación con los productos de película de polietileno preparados mediante procedimientos de extrusión-soplado o procedimientos de extrusión-colada conocidos, las películas de BOPE ofrecen ventajas tales como alta resistencia mecánica, buena resistencia a la perforación, buena resistencia a impactos, excelente rendimiento óptico, buena conservación de energía y características de protección medioambiental, etc. Por tanto, las películas de BOPE pueden usarse ampliamente para bolsa de envasado, bolsa de envasado de alta resistencia, película de termosellado al vacío, película de envasado a baja temperatura, película compleja y productos médicos e higiénicos, película para agricultura, y similares.

Muchos documentos incluyendo JP 2001026684, JP 2004238543, JP 3286831, CN200480026872.X, CN200910135778.2, US6.689.857, US20040220367 y US2006/0089477 describen películas de BOPE.

Los métodos de orientación biaxial usados actualmente para producir películas de plástico incluyen procedimientos en marco tensor y métodos de estiramiento tubular. Los procedimientos en marco tensor se han usado en el procesamiento de algunos materiales de película tales como polipropileno (PP), poliamida (PA) y politereftalato de etileno (PET). En comparación con los métodos de estiramiento tubular, los procedimientos en marco tensor tienen una razón de estirado mayor (la razón de estirado en la dirección transversal puede alcanzar 10 veces o más), una velocidad de formación más rápida (la velocidad de recogida puede ser de hasta varios metros por minuto), una eficacia de producción superior, y producen películas que tienen mejor resistencia mecánica, mejor rendimiento óptico y mejor uniformidad en el grosor. Sin embargo, en los procedimientos en marco tensor, la formación de la película está influida significativamente por la estructura molecular del material de partida, y la dificultad en el procesamiento por estiramiento de la película es significativa. Como consecuencia, los procedimientos en marco tensor confieren mayores exigencias sobre el material de partida de la película. Los materiales de partida conocidos para producir películas de polietileno orientadas biaxialmente sólo resultan sustancialmente adecuados para los métodos de estiramiento tubular. Cuando se usan en los procedimientos en marco tensor para producir películas de BOPE, estos materiales de partida de polietileno adolecen de un mal rendimiento en la formación de película, por ejemplo, velocidad de estiramiento y razón de estirado muy bajas, y facilidad de fractura de la película.

Por tanto, resulta necesario un material de partida de polietileno que sea adecuado para los procedimientos en marco tensor para producir películas de BOPE.

Resumen de la invención

El problema técnico abordado por la invención es superar los inconvenientes, incluyendo el mal rendimiento de formación de película y facilidad de fractura de película, de los que adolecen los materiales de partida de polietileno existentes en la producción de películas de polietileno a través de un procedimiento en marco tensor.

La invención resuelve el problema técnico proporcionando composiciones de polietileno novedosas.

En una realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 8,5, una Mz/Mw de 4,0 hasta 6,5 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 12,5.

En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno

de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,5 hasta 9,0, una Mz/Mw de 4,5 hasta 7,0 y una Mz+1/Mw de 7,5 hasta 13,5.

5 En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,5 hasta 8,5, una Mz/Mw de 4,5 hasta 6,5 y una Mz+1/Mw de 7,5 hasta 13,0.

10 En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 8,0, una Mz/Mw de 4,0 hasta 6,0 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 12,5.

15 En una realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

25 En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

35 En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

40 En otra realización, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

50 Los inventores han comprobado mediante un estudio intensivo que cuando se usan para producir una película de polietileno a través del procedimiento en marco tensor, las composiciones de polietileno de la invención ofrecen ventajas tales como una gran razón de estirado y alta tasa de formación de película, pueden satisfacer las altas exigencias del procedimiento en marco tensor sobre el material de partida de polietileno, y pueden adaptarse a la línea de producción por estiramiento de película plana existente.

55 Según una realización preferida de la invención, en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso. Una composición de polietileno de este tipo ofrece un buen rendimiento de formación de película, y la película preparada a partir de la composición de polietileno tiene una baja turbidez.

60 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una película que comprende al menos una capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno de la invención.

Estas y otras características y virtudes de la invención resultarán evidentes a partir de las siguientes descripciones

en detalle.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 representa esquemáticamente un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores útil en la preparación de la composición de polietileno de la invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

10 Definiciones

Todos los pesos moleculares M_w , M_n , M_z y M_{z+1} tal como se menciona en la descripción y en las reivindicaciones adjuntas, se miden mediante el uso de una cromatografía de permeación en gel (CPG) a alta temperatura.

- 15 Tal como se usa en el presente documento, el término "contenido molar de comonomero de α -olefina" se entiende como el porcentaje en moles de unidades derivadas de α -olefina, basado en el número de moles total tanto de unidades derivadas de etileno como de unidades derivadas de α -olefina de una composición de polietileno o un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina.

- 20 A menos que se indique otra cosa, los índices de fusión mencionados en la presente descripción y en las reivindicaciones adjuntas se miden según la norma GB/T3682-2000, a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

- 25 Los inventores han hallado mediante un estudio intensivo que en la producción de una película de PE a partir de una composición de polietileno a través de un método de estiramiento biaxial, al controlar el M_w de la composición de polietileno en un intervalo de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol y, al mismo tiempo, controlando la M_w/M_n en un intervalo de 4,0 hasta 9,0, la M_z/M_w en un intervalo de 4,0 hasta 7,0 y la M_{z+1}/M_w en un intervalo de 4,5 hasta 13,5, la composición de polietileno, cuando se usa para producir una película de polietileno mediante un método de estiramiento biaxial de película plana, tiene ventajas tales como una elevada razón de estirado y una elevada tasa de formación de película, satisfaciendo así las altas exigencias del procedimiento en marco tensor sobre el material de partida de polietileno.

- 30 En un primer aspecto, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, preferiblemente desde 100.000 g/mol hasta 150.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,0 hasta 8,5, una M_z/M_w de 4,0 hasta 6,5 y una M_{z+1}/M_w de 4,5 hasta 12,5.

- 35 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura (TREF), tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60%, preferiblemente no más del 50% y más preferiblemente entre el 5 y el 45%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40%, preferiblemente al menos el 50% y más preferiblemente entre el 55 y el 95%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, y una película preparada a partir de la composición de polietileno tiene propiedades mecánicas y propiedades ópticas excelentes, tales como una baja turbidez, un alto brillo, una alta resistencia a la tracción y una alta resistencia a la perforación.

- 40 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en un intervalo de 100 hasta 130°C, y preferiblemente de 105 hasta 128°C. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, buena procesabilidad de moldeo y altas resistencias mecánicas.

- 45 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del polietileno de baja densidad lineal. Sin embargo, se prefiere que el contenido molar del comonomero de α -olefina esté en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles, y preferiblemente entre el 2% en moles y el 10% en moles.

- 50 En algunas realizaciones preferidas de este aspecto de la invención, la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión M_{fA} de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal

copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

5 Preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min. Más preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 5 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 40 g/10 min.

10 Preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³. Más preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,915 hasta 0,926 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,924 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,910 hasta 0,926 g/cm³. De manera particularmente preferible, las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C del componente A, del componente B y del componente C de la composición de polietileno cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$, de modo que la composición de polietileno resultante no sólo tiene un buen rendimiento de formación de película sino también una resistencia a la tracción muy alta, una resistencia a la perforación muy alta y una baja turbidez.

20 El conjunto de componente A, componente B y componente C son un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina. Tal como se emplea en el presente documento, el término "lineal" pretende significar que las cadenas moleculares contienen sólo cadenas ramificadas cortas, pero no cadenas ramificadas largas ni estructura reticulada. Las características "lineales" del polietileno son el resultado de los monómeros polimerizados y las condiciones del procedimiento de polimerización, y esto es bien conocido por un experto en la técnica. No hay limitación específica en cuanto al contenido del comonómero de α -olefina del componente A, el componente B y del componente C. Sin embargo, se prefiere que los contenidos molares del comonómero de α -olefina en el componente A, el componente B y el componente C estén, cada uno de forma independiente, en un intervalo comprendido de entre el 0,2% en moles y el 15% en moles, y preferiblemente entre el 1,5% en moles y el 10% en moles.

30 En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 25 y 90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,1 y 10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 10 y 75 partes en peso. Más preferiblemente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 30 y 80 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,5 y 8 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 20 y 70 partes en peso. Seleccionando las cantidades de los componentes A, B y C en los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película y, al mismo tiempo, propiedades mecánicas y propiedades ópticas favorables. Además, la cantidad de componente A, W_A , la cantidad de componente C, W_C y el índice de fusión de componente A, MI_A , preferiblemente cumplen con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$, y más preferiblemente: $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$, de modo que la composición de polietileno tendrá una gran razón de estirado y una alta velocidad de estiramiento cuando se procesa a través del método de estiramiento biaxial de película plana.

45 En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, y preferiblemente de 0,5 hasta 10 g/10 min. Controlando el índice de fusión de la composición de polietileno en conjunto dentro de los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno puede tener simultáneamente un excelente rendimiento de formación de película, una alta resistencia a la tracción, una alta resistencia a la perforación y una baja turbidez.

50 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido de componente B. Sin embargo, el contenido de componente B, M_B , es preferiblemente de no más del 35% en peso, y más preferiblemente no más del 25% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.

55 En una realización, se prefiere que el componente A y el componente B tengan, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 4,5, y más preferiblemente en un intervalo de 2,0 hasta 4,2, y que el componente C tenga un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 8,0, y más preferiblemente en un intervalo de 3,5 hasta 6,0. El componente A y el componente B que tienen los índices de distribución de peso molecular mencionados anteriormente, pueden producirse mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno, y el componente C que tiene el índice de distribución de peso molecular mencionado anteriormente, puede producirse mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta. El catalizador de metaloceno puede ser cualquiera de los usados comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un compuesto de metaloceno, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es conocido por un experto en la técnica. El catalizador de Ziegler-Natta puede ser cualquiera de los usados

- comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un componente a base de magnesio y titanio, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es conocido por un experto en la técnica. Los inventores han encontrado que, mediante el uso en combinación del componente A y del componente B, que tienen los índices de fusión y las densidades especificados anteriormente y se preparan mediante la polimerización catalizada por metaloceno, y del componente C, que tiene el índice de fusión y la densidad especificados anteriormente y se prepara mediante la polimerización catalizada por Ziegler-Natta, la composición de etileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película, y la película resultante tendrá unas resistencias y resistencia a la perforación muy altas y, por tanto, es adecuada para su aplicación como envasado.
- 5 En un segundo aspecto, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, preferiblemente de 100.000 g/mol hasta 160.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,5 hasta 9,0, una Mz/Mw de 4,5 hasta 7,0 y una Mz+1/Mw de 7,5 hasta 13,5.
- 10 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura (TREF) tal, que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 95 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 80%, preferiblemente no más del 70% y más preferiblemente entre el 10 y el 60%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 20%, preferiblemente al menos el 30% y más preferiblemente entre el 40 y el 90%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, y una película preparada a partir de la composición de polietileno tiene propiedades mecánicas y propiedades ópticas excelentes.
- 15 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en un intervalo de 100 hasta 130°C, y preferiblemente de 110 hasta 128°C. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, buena procesabilidad de moldeo y altas resistencias mecánicas.
- 20 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del polietileno de baja densidad lineal. Sin embargo, se prefiere que el contenido molar del comonomero de α -olefina esté en un intervalo del 0,5% en moles hasta el 20% en moles, y preferiblemente del 2% en moles hasta el 10% en moles. Tal como se emplea en el presente documento, el término "contenido molar de comonomero de α -olefina" se entiende como el porcentaje en moles de unidades derivadas de α -olefina, basado en el número de moles total tanto de unidades derivadas de etileno como de unidades derivadas de α -olefina.
- 25 En algunas realizaciones preferidas de este aspecto de la invención, la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.
- 30 Preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min. Más preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 5 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 40 g/10 min.
- 35 Preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³. Más preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,915 hasta 0,926 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,924 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,910 hasta 0,926 g/cm³. De manera particularmente preferible, las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C del componente A, del componente B y del componente C de la composición de polietileno cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$, de modo que la composición de polietileno resultante tiene no sólo un buen rendimiento de formación de película sino también una resistencia a la tracción muy alta, una resistencia a la perforación muy alta y una baja turbidez.
- 40 El conjunto de componente A, componente B y componente C son un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina. Tal como se usa en el presente documento, el término "lineal" pretende significar
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

que las cadenas moleculares contienen sólo cadenas ramificadas cortas, pero no cadenas ramificadas largas ni estructura reticulada. Las características "lineales" del polietileno son el resultado de los monómeros polimerizados y las condiciones del procedimiento de polimerización, y esto es bien conocido por un experto en la técnica. No hay limitación específica en cuanto al contenido del comonómero de α -olefina del componente A, del componente B y del

5 componente C. Sin embargo, se prefiere que los contenidos molares del comonómero de α -olefina en el componente A, el componente B y el componente C estén, cada uno de manera independiente, en un intervalo comprendido entre el 0,2% en moles y el 15% en moles, y preferiblemente entre el 1,5% en moles y el 10% en moles.

10 En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 25 y 90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,1 y 10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 10 y 75 partes en peso. Más preferiblemente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 30 y 80 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,5 y 8 partes en peso y la

15 cantidad de componente C, W_C , oscila entre 20 y 70 partes en peso. Seleccionando las cantidades de los componentes A, B y C en los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película y, al mismo tiempo, propiedades mecánicas y propiedades ópticas favorables. Además, la cantidad de componente A, W_A , la cantidad de componente C, W_C y el índice de fusión de componente A, MI_A , cumplen preferiblemente con: $4,6 \times 1gMI_A + 10,4 \geq W_A/W_C \geq 0,18 \times 1gMI_A + 0,7$, y más

20 preferiblemente con: $1,8 \times 1gMI_A + 4,7 \geq W_A/W_C \geq 0,22 \times 1gMI_A + 0,9$, de modo que la composición de polietileno tendrá una gran razón de estirado y una alta velocidad de estiramiento cuando se procesa a través de un método de estiramiento biaxial de película plana.

25 En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, y preferiblemente de 0,5 hasta 10 g/10 min. Controlando el índice de fusión de la composición de polietileno en su conjunto dentro de los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno puede tener simultáneamente un excelente rendimiento de formación de película, una alta resistencia a la tracción, una alta resistencia a la perforación y una baja turbidez.

30 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido de componente B. Sin embargo, el contenido de componente B, M_B , es preferiblemente de no más del 35% en peso, y más preferiblemente no más del 25% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.

35 En una realización, se prefiere que los componentes A, B y C tengan, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 8,0, y más preferiblemente en un intervalo de 3,5 hasta 6,0. Los componentes A, B y C que tienen los índices de distribución de peso molecular mencionados anteriormente pueden producirse cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta. El catalizador de Ziegler-Natta puede ser cualquiera de los usados comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un

40 componente a base de magnesio y titanio, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es bien conocido por un experto en la técnica. Se ha encontrado que, usando en combinación los componentes A, B y C, que tienen los índices de fusión y las densidades especificados anteriormente y se preparan mediante la polimerización catalizada por Ziegler-Natta, la composición de etileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película, y la película resultante tendrá una resistencia muy alta y, por tanto, es

45 adecuada para su aplicación como envasado.

50 En un tercer aspecto, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, preferiblemente de 100.000 g/mol hasta 160.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,5 hasta 8,5, una M_z/M_w de 4,5 hasta 6,5 y una M_z+1/M_w de 7,5 hasta 13,0.

55 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura (TREF) tal, que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 70%, preferiblemente no más del 60% y más preferiblemente entre el 5% y el 55%, del área total del pico de elución a alta

60 temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 30%, preferiblemente al menos el 40% y más preferiblemente entre el 45% y el 95%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, y una película preparada a partir de la composición de polietileno tiene propiedades mecánicas y propiedades ópticas favorables.

65

En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en un intervalo de 100 hasta 130°C, y preferiblemente de 110 hasta 130°C. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, una buena procesabilidad de moldeo y unas altas resistencias mecánicas.

En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del polietileno de baja densidad lineal. Sin embargo, se prefiere que el contenido molar del comonomero de α -olefina esté en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles, y preferiblemente entre el 2% en moles y el 10% en moles. Tal como se emplea en el presente documento, el término "contenido molar de comonomero de α -olefina" se entiende como el porcentaje en moles de unidades de α -olefina, basado en el número de moles total tanto de unidades derivadas de etileno como de unidades derivadas de α -olefina.

En algunas realizaciones preferidas de este aspecto de la invención, la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

Preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min. Más preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 5 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 20 hasta 60 g/10 min.

Preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³. Más preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,915 hasta 0,926 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,924 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,910 hasta 0,926 g/cm³. De manera particularmente preferible, las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C del componente A, el componente B y el componente C de la composición de polietileno cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$, de modo que la composición de polietileno resultante tiene no sólo un buen rendimiento de formación de película sino también una resistencia a la tracción muy alta, una resistencia a la perforación muy alta y una baja turbidez.

El conjunto de componente A, componente B y componente C son un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina. Tal como se usa en el presente documento, el término "lineal" pretende significar que las cadenas moleculares contienen sólo cadenas ramificadas cortas, pero no cadenas ramificadas largas ni estructura reticulada. Las características "lineales" del polietileno son el resultado de los monómeros polimerizados y las condiciones del procedimiento de polimerización, y esto es bien conocido por un experto en la técnica. No hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del componente A, el componente B y el componente C. Sin embargo, se prefiere que los contenidos molares del comonomero de α -olefina en el componente A, el componente B y el componente C estén, cada uno de manera independiente, en un intervalo comprendido entre el 0,2% en moles y el 15% en moles, y preferiblemente entre el 1,5% en moles y el 10% en moles.

En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 25 y 90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,1 y 10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 10 y 75 partes en peso. Más preferiblemente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 30 y 80 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,5 y 8 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 20 y 70 partes en peso. Seleccionando las cantidades de los componentes A, B y C en los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película y, al mismo tiempo, propiedades mecánicas y propiedades ópticas favorables. Además, la cantidad de componente A, W_A , la cantidad de componente C, W_C , y el índice de fusión de componente A, MI_A , cumplen preferiblemente con: $4,6 \times 1gMI_A + 10,4 \geq W_A/W_C \geq 0,18 \times 1gMI_A + 0,7$, y más preferiblemente con: $1,8 \times 1gMI_A + 4,7 \geq W_A/W_C \geq 0,22 \times 1gMI_A + 0,9$, de modo que la composición de polietileno tendrá una gran razón de estirado y una alta velocidad de estiramiento cuando se procesa a través de un método de estiramiento biaxial de película plana.

En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, y preferiblemente de 0,5 hasta 10 g/10 min. Controlando el índice de fusión de la composición de polietileno en su conjunto dentro de los intervalos mencionados anteriormente, la composición de

polietileno puede tener simultáneamente un excelente rendimiento de formación de película, una alta resistencia a la tracción, una alta resistencia a la perforación y una baja turbidez.

5 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido de componente B. Sin embargo, el contenido de componente B, M_B , es preferiblemente de no más del 35% en peso, y más preferiblemente no más del 25% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.

10 En una realización, se prefiere que el componente A y el componente B tengan, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 8,0, y más preferiblemente en un intervalo de 3,5 hasta 6,0, y que el componente C tenga un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 4,5, y más preferiblemente en un intervalo de 2,0 hasta 4,2. El componente A y el componente B que tienen los índices de distribución de peso molecular mencionados anteriormente pueden producirse mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta, y el componente C que tiene el índice de distribución de peso molecular mencionado anteriormente puede producirse mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno. El catalizador de metaloceno puede ser cualquiera de los usados comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un compuesto de metaloceno, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es bien conocido por un experto en la técnica. El catalizador de Ziegler-Natta puede ser cualquiera de los usados comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un componente a base de magnesio y titanio, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es bien conocido por un experto en la técnica. Se ha encontrado que, usando en combinación el componente A y el componente B, que tienen los índices de fusión y las densidades especificados anteriormente y se preparan mediante la polimerización catalizada por Ziegler-Natta, y el componente C, que tiene el índice de fusión y la densidad especificados anteriormente y se prepara mediante la polimerización catalizada por metaloceno, la composición de etileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película, y la película resultante tendrá unas resistencias y una resistencia a la perforación muy altas y, por tanto, es adecuada para su aplicación como envasado.

20 En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, preferiblemente de 100.000 g/mol hasta 150.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,0 hasta 8,0, una M_z/M_w de 4,0 hasta 6,0 y una M_{z+1}/M_w de 4,5 hasta 12,5.

35 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura (TREF) tal, que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está preferiblemente a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y más preferiblemente a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60%, preferiblemente no más del 50% y más preferiblemente desde el 5 hasta el 45%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40%, preferiblemente al menos el 50% y más preferiblemente desde el 55 hasta el 95%, del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, y una película preparada a partir de la composición de polietileno tiene unas propiedades mecánicas y unas propiedades ópticas favorables.

45 En algunas realizaciones preferidas, la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en un intervalo de 100 hasta 130°C, y preferiblemente de 105 hasta 128°C. Una composición de polietileno de este tipo tiene un buen rendimiento de formación de película, una buena procesabilidad de moldeo y altas resistencias mecánicas.

50 En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del polietileno de baja densidad lineal. Sin embargo, se prefiere que el contenido molar del comonomero de α -olefina esté en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles, y preferiblemente entre el 2% en moles y el 10% en moles.

55 En algunas realizaciones preferidas de este aspecto de la invención, la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

65 Preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene

un índice de fusión MI_B de 3 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min. Más preferiblemente, el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 5 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 20 hasta 60 g/10 min.

Preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³. Más preferiblemente, el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,915 hasta 0,926 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,924 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,910 hasta 0,926 g/cm³. De manera particularmente preferible, las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C del componente A, el componente B y el componente C de la composición de polietileno cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$, de modo que la composición de polietileno resultante tiene no sólo un buen rendimiento de formación de película sino también una resistencia a la tracción muy alta, una resistencia a la perforación muy alta y una baja turbidez.

El conjunto de componente A, componente B y componente C son un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina. Tal como se emplea en el presente documento, el término "lineal" pretende significar que las cadenas moleculares contienen sólo cadenas ramificadas cortas, pero no cadenas ramificadas largas ni estructura reticulada. Las características "lineales" del polietileno son el resultado de los monómeros polimerizados y las condiciones del procedimiento de polimerización, y esto es bien conocido por un experto en la técnica. No hay limitación específica en cuanto al contenido del comonomero de α -olefina del componente A, el componente B y el componente C. Sin embargo, se prefiere que los contenidos molares del comonomero de α -olefina en el componente A, el componente B y el componente C estén, cada uno de forma independiente, en un intervalo comprendido entre el 0,2% en moles y el 15% en moles, y preferiblemente entre el 1,5% en moles y el 10% en moles.

En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 25 y 90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,1 y 10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 10 y 75 partes en peso. Más preferiblemente, la cantidad de componente A, W_A , oscila entre 30 y 80 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , oscila entre 0,5 y 8 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , oscila entre 20 y 70 partes en peso. Seleccionando las cantidades de los componentes A, B y C en los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película y, al mismo tiempo, propiedades mecánicas y propiedades ópticas favorables. Además, la cantidad de componente A, W_A , la cantidad de componente C, W_C y el índice de fusión de componente A, MI_A , cumplen preferiblemente con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$, y más preferiblemente con: $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$, de modo que la composición de polietileno tendrá una gran razón de estirado y una alta velocidad de estiramiento cuando se procesa a través de un método de estiramiento biaxial de película plana.

En una realización preferida de este aspecto en la que la composición de polietileno comprende el componente A, el componente B y el componente C mencionados anteriormente, la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, y preferiblemente de 0,5 hasta 10 g/10 min. Controlando el índice de fusión de la composición de polietileno en su conjunto dentro de los intervalos mencionados anteriormente, la composición de polietileno puede tener simultáneamente un excelente rendimiento de formación de película, una alta resistencia a la tracción, una alta resistencia a la perforación y una baja turbidez.

En este aspecto de la presente invención, no hay limitación específica en cuanto al contenido de componente B. Sin embargo, el contenido de componente B, M_B , es preferiblemente de no más del 35% en peso, y más preferiblemente no más del 25% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.

En una realización preferida de este aspecto, el componente A, el componente B y el componente C tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 4,5, y más preferiblemente en un intervalo de 2,0 hasta 4,2. El componente A, el componente B y el componente C que tienen los índices de distribución de peso molecular mencionados anteriormente pueden producirse cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno. El catalizador de metaloceno puede ser cualquiera de los usados comúnmente en la técnica, y consiste generalmente en un compuesto de metaloceno, un compuesto de aluminio orgánico y opcionalmente un donador de electrones, tal como es bien conocido por un experto en la técnica. Se ha encontrado que, usando en combinación el componente A, el componente B y el componente C, que tienen los índices de fusión y las densidades especificados anteriormente y se preparan mediante la polimerización catalizada por metaloceno, la composición de etileno resultante tendrá un buen rendimiento de formación de película, y la película resultante tendrá una resistencia a la perforación muy alta y, por tanto, es adecuada para su aplicación como envasado.

Para cualquiera de los aspectos descritos anteriormente de la invención, la α -olefina mencionada al describir las composiciones de polietileno o cualquiera de los componentes A, B y C, puede ser al menos una de las olefinas C_3 -

C₂₀. Preferiblemente, la α -olefina puede ser al menos uno de propileno, 1-butileno, 2-butileno, 3-metil-1-butileno, 4-metil-1-butileno, 1-pentileno, 3-metil-1-pentileno, 4-metil-1-pentileno, 3,3-dimetil-1-pentileno, 3,4-dimetil-1-pentileno, 4,4-dimetil-1-pentileno, 1-hexileno, 4-metil-1-hexileno, 5-metil-1-hexileno, 1-hepteno, 2-hepteno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, 1-tetradeceno, 1-hexadeceno, 1-octadeceno y 1-eicoseno, y más preferiblemente al menos uno de 1-butileno, 1-hexileno y 1-octeno.

En una realización de la invención, se prefiere que la composición de polietileno de la invención comprenda además un lubricante para mejorar el rendimiento de procesamiento de extrusión de la composición de polietileno. Los ejemplos del lubricante incluyen, pero no se limitan a, lubricantes de tipo polietilenglicol (PEG), lubricantes de tipo fluoropolímero, lubricantes de tipo siloxano, lubricantes de tipo alcohol graso, lubricantes de tipo ácido graso, lubricantes de tipo éster de ácido graso, lubricantes de tipo estearamida, lubricantes de tipo jabón de metal y ácido graso, lubricantes de tipo alcano y alcano oxigenizado y lubricantes de tipo nanopartícula. Los lubricantes de tipo PEG incluyen, por ejemplo, PEG que tienen un peso molecular de 500 hasta 50000, que pueden haberse sometido a la desactivación de centros activos o *end-capping*, injerto, reticulación u otra modificación química o física. Los lubricantes de tipo fluoropolímero incluyen, por ejemplo, politetrafluoroetileno, poli(fluoruro de vinilideno), polihexafluoropropileno y otros fluoropolímeros cristalinos o semicristalinos monomodales o multimodales. Los lubricantes de tipo alcohol graso incluyen, por ejemplo, alcohol palmítico, alcohol estearílico, alcohol graso de sebo. Los lubricantes de tipo alcohol graso incluyen, por ejemplo, ácido esteárico, ácido 12-hidroxiesteárico. Los lubricantes de tipo éster de ácido graso incluyen, por ejemplo, estearato de butilo, monoestearato de glicerilo, palmitato de palmitilo, estearato de estearilo. Los lubricantes de tipo estearamida incluyen, por ejemplo, estearilamida, oleilamida, erucicamida, n,n-etilbisestearamida (EBS). Los lubricantes de tipo jabón de metal y ácido graso incluyen, por ejemplo, estearato de plomo, estearato de calcio, estearato de magnesio, acetato de calcio sintético. Los lubricantes de tipo alcano y alcano oxigenizado incluyen, por ejemplo, vaselinas líquidas, parafinas duras, ceras de polietileno, ceras de polipropileno, ceras de oxietileno. Los lubricantes de tipo nanopartícula incluyen, por ejemplo, cauchos en polvo, geles de sílice particulados. El lubricante puede incluirse en una cantidad usada comúnmente en la técnica. Por ejemplo, el lubricante puede incluirse en una cantidad de 0,05 hasta 5 partes en peso, y preferiblemente de 0,5 hasta 3 partes en peso, por 100 partes en peso de todas las resinas de polietileno en la composición.

La composición de polietileno también puede comprender otros aditivos comúnmente usados en diversas resinas de polietileno o películas de polietileno en la técnica, siempre que tales aditivos no influyan negativamente en el rendimiento de formación de película por estiramiento, las propiedades mecánicas y las propiedades ópticas de las composiciones de polietileno de la invención. Tales aditivos incluyen, pero no se limitan a, antioxidantes, agentes antideslizantes, agentes antiestáticos y agentes antibloqueantes. Si se usan, tales aditivos pueden usarse en una cantidad convencional.

Las composiciones de polietileno de la invención pueden prepararse mediante cualquier método adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, cuando comprenden los componentes A, B y C, la composición de polietileno de la invención puede prepararse mediante un método que comprende las etapas de: proporcionar el componente A, el componente B y el componente C (preparando por separado a través de polimerización el componente A, el componente B y el componente C, por ejemplo); mezclar el componente A, el componente B, el componente C, opcionalmente lubricante y opcionalmente otros aditivos según las proporciones deseadas en una mezcladora; y entonces combinar en estado fundido la mezcla resultante en un equipo de combinación en estado fundido. La mezcladora puede ser, por ejemplo, una amasadora o un agitador a alta velocidad. El equipo de combinación en estado fundido puede ser, por ejemplo, una prensa extrusora de doble husillo, una prensa extrusora de un solo husillo, un molino o una mezcladora interna.

En una realización preferida de la invención, la composición de polietileno se prepara en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores tal como se muestra en la figura 1. El equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores comprende un primer reactor 1, un segundo reactor 2, un tercer reactor 3, separadores de sólido/líquido (vapor) 4, un depósito de alimentación de homogeneización 5 y un sistema de fusión y granulación 6. El primer reactor 1, el segundo reactor 2 y el tercer reactor 3 están conectados en paralelo. Están previstos tres separadores (4) de sólido/líquido (vapor) para comunicarse con el primer reactor 1, el segundo reactor 2 y el tercer reactor 3, respectivamente. El componente A se polimeriza en el primer reactor 1, el componente B se polimeriza en el segundo reactor 2 y el componente C se polimeriza en el tercer reactor 3. Los efluentes de dichos reactores se someten por separado a separación en el separador de sólido/líquido (vapor) 4 correspondiente, y el componente A, el componente B y el componente C separados se suministran entonces al depósito de alimentación de homogeneización 5, donde se mezclan con los aditivos opcionales. La mezcla resultante se suministra entonces al sistema de fusión y granulación 6, donde se extruye y se granula. Las polimerizaciones en los reactores individuales pueden ser una polimerización por lotes o una polimerización continua. Cuando se usa un sistema de múltiples reactores de este tipo, las producciones de los reactores correspondientes son las W_A , W_B y W_C mencionadas anteriormente.

En un quinto aspecto, la invención proporciona una película que comprende al menos una capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno descrita anteriormente.

La película puede tener una estructura de una sola capa o estructura de múltiples capas. Si la película es de estructura de múltiples capas, al menos una capa principal (en general, la capa que tiene mayor grosor) se forma a partir de la composición de polietileno de la invención. Por ejemplo, la película puede tener una estructura compleja que consiste en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, y al menos la capa central se forma a partir de la composición de polietileno de la invención. En general, el grosor de la película puede oscilar entre 10 y 200 μm , y preferiblemente entre 10 y 100 μm . Además, cuando la película tiene una estructura compleja que consiste en la capa de piel superior, la capa central y la capa de piel inferior, los grosores de la capa de piel superior y la capa de piel inferior representan, cada uno de manera independiente, entre el 1 y el 25% del grosor total de la película.

Además, la película puede ser una película orientada monoaxialmente o una película orientada biaxialmente, preferiblemente una película orientada biaxialmente, y más preferiblemente una película orientada biaxialmente preparada mediante un método de estiramiento biaxial de película plana.

El procedimiento de obtención de una película orientada biaxialmente a través de un método de estiramiento biaxial de película plana es bien conocido por un experto en la técnica. En general, la composición de polietileno descrita anteriormente se añade en primer lugar a un equipo de colada para producir una lámina colada mediante extrusión y colada, y la lámina colada resultante se estira entonces en un equipo de estiramiento biaxial de película. En la producción de la lámina colada, la hilera para extruir la composición de polietileno puede seleccionarse según la estructura de película deseada. Por ejemplo, cuando va a producirse una película que tiene una estructura de una sola capa, puede usarse una hilera de una sola capa, y cuando va a producirse una película que tiene una estructura de múltiples capas (por ejemplo, una película que tiene una estructura de tres capas que consiste en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior), puede usarse una hilera compleja de múltiples capas. En este último caso, al menos una capa que incluye la capa central de la hilera compleja de múltiples capas se comunica con una tolva adaptando la composición de polietileno de la invención de modo que al menos una capa que incluye la capa central de la película resultante es una capa de polietileno formada con la composición de polietileno de la invención. En la extrusión y colada, la temperatura de extrusión puede oscilar entre 160 y 260°C, y la temperatura del rodillo de enfriamiento rápido de colada puede oscilar entre 15 y 85°C. Además, la operación de estiramiento biaxial puede llevarse a cabo mediante un método de estiramiento simultáneo (es decir, se llevan a cabo simultáneamente estiramiento en la dirección de la máquina (MD) y estiramiento en la dirección transversal (TD) de la película) o mediante un método de estiramiento secuencial (es decir, primero se lleva a cabo el estiramiento MD de la película luego se lleva a cabo el estiramiento TD de la película). En una realización, el estiramiento simultáneo puede llevarse a cabo de la siguiente manera: una vez que la lámina colada se ha precalentado suficientemente, se estira simultáneamente la lámina colada en MD y TD, donde la temperatura para precalentar puede oscilar entre 75 y 165°C, la temperatura para estirar puede oscilar entre 75 y 160°C, la razón de estirado MD es de al menos 4, la razón de estirado TD es de al menos 5 y la velocidad de estiramiento TD es de al menos el 50%/s. En una realización, el estiramiento secuencial puede llevarse a cabo de la siguiente manera: una vez que la lámina colada se ha precalentado suficientemente, se estira la lámina colada primero en MD y luego en TD, donde la temperatura para precalentar puede oscilar entre 65 y 158°C, la temperatura para estirar puede oscilar entre 65 y 155°C, la razón de estirado MD es de al menos 4, la razón de estirado TD es de al menos 5, y la velocidad de estiramiento TD es de al menos el 50%/s. Además, tras completarse el estiramiento, la película puede someterse a tratamiento sin acabado, alternativamente, a un tratamiento de templado. Cuando se lleva a cabo el tratamiento de templado, la temperatura para templar la película puede oscilar entre 80 y 165°C. La película también puede someterse a un tratamiento corona de la superficie. Finalmente, la película se somete a corte de borde y luego se recoge, para proporcionar la película de la presente invención.

La película de la invención tiene un buen rendimiento de formación de película, una gran razón de estirado y una alta velocidad de estiramiento. En la producción de la película orientada biaxialmente a través de procedimientos en marco tensor, tal como se indicó anteriormente, la película tiene una razón de estirado MD de al menos 4 y una razón de estirado TD de al menos 5. Cuanto mayor es la razón de estirado, mayores son las resistencias mecánicas de la película. Además, la película tiene una velocidad de estiramiento TD de al menos el 50%/s, y preferiblemente de 60 hasta 300%/s.

Las películas orientadas biaxialmente de la presente invención tienen altas resistencias mecánicas y buenas propiedades ópticas. En una realización, las películas orientadas biaxialmente tienen una resistencia a la tracción MD de al menos 55 MPa, y preferiblemente de al menos 60 MPa; una resistencia a la tracción TD de al menos 65 MPa, preferiblemente de al menos 70 MPa; y una resistencia a la perforación de al menos 2,5 N, y preferiblemente de al menos 3,5 N. Las películas orientadas biaxialmente tienen un alargamiento a la rotura de no más del 350%, y preferiblemente de no más del 300%.

En la presente invención, la resistencia a la tracción MD y la resistencia a la tracción TD se miden según la norma GB/T 1040.3-2006. En la presente invención, la resistencia a la perforación se mide según la norma GB/T 10004-2008, siendo el grosor de la muestra de película de 25 ± 2 μm . En la presente invención, el alargamiento a la rotura se mide según la norma GB/T 1040.3-2006.

Las películas de la presente invención ofrecen ventajas tales como un bajo coste de producción y un procedimiento

de producción sencillo, y auguran una amplia variedad de aplicaciones.

Ejemplos

- 5 Los siguientes ejemplos se facilitan para ilustrar adicionalmente la invención, pero sin limitar la invención en modo alguno.

En los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos:

- 10 El equipo de estiramiento biaxial de películas usado es Karo IV, disponible de Bruckner Co. Alemania.

15 Pesos moleculares e índice de distribución de peso molecular (M_w , M_w/M_n , M_z , M_z+1): se miden usando el cromatógrafo de permeación en gel modelo PL-GPC 220 dotado de un detector de infrarrojos modelo IR5 (disponible de Polymer Laboratories Co., Inglaterra). Se usaron tres columnas Pígel de 10 μm MIXED-B en serie, se usó 1,2,4-triclorobenceno como disolvente y fase móvil, la temperatura de la columna fue de 150°C, la velocidad de flujo fue de 1,0 ml/min y se usaron patrones de poliestireno de distribución restringida EasiCal PS-1 disponibles de Polymer Laboratories Co. para calibrar el sistema.

20 Fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura analítico (A-TREF): se realizó usando el instrumento de fraccionamiento por elución mediante aumento de la temperatura modelo TREF 300 fabricado por Polymer Char S.A., España. Específicamente, se combinaron 80 mg de una muestra de polietileno con 40 ml de 1,2,4-triclorobenceno que contenía el 0,03% en peso de antioxidante BHT. Se agitó la mezcla resultante a 160°C y 200 rpm bajo atmósfera de nitrógeno durante 60 min para proporcionar una disolución. Entonces, se añadió una alícuota (2 ml) a la columna analítica. Se enfrió la columna analítica a una tasa de 40°C/min hasta 95°C, se mantuvo a 95°C durante 45 min, entonces se enfrió a una tasa de 0,1°C/min hasta 35°C y se mantuvo a 35°C durante 30 min. A continuación, se aumentó la temperatura de la columna a una tasa de 1,0°C/min, mientras se eluyó la columna con eluyente, 1,2,4-triclorobenceno, a una velocidad de flujo de 0,5 ml/min. Se midió el eluato con un detector de infrarrojos para determinar su concentración, obteniendo así las concentraciones de la muestra disuelta a diferentes temperaturas, que se normalizaron para proporcionar una curva de elución mediante aumento de temperatura.

30 Temperatura de fusión: se midió bajo atmósfera de nitrógeno usando un calorímetro diferencial de barrido Perkin-Elmer DSC-7, que se había calibrado para temperatura y flujo calorífico con indio. Específicamente, se calentaron 5 mg de una muestra a una tasa de 10°C/min hasta 180°C y se mantuvo a esa temperatura durante 5 min para eliminar su historia calorífica. Entonces, se enfrió la muestra a una tasa de 10°C/min hasta 0°C, se mantuvo a 0°C durante 1 min, y entonces se calentó a una tasa de 10°C/min hasta 180°C. Se hizo la lectura de la temperatura de fusión a partir de la curva de flujo calorífico del segundo calentamiento.

40 Contenido de unidades derivadas de α -olefina: se midió mediante espectroscopía de resonancia magnética nuclear ^{13}C usando un espectrómetro de resonancia magnética nuclear BRUKER AVANCE III 400Hz, usando una sonda de 10 mm, una temperatura de prueba de 125°C, pulso de 90 ms, desacoplamiento de Waltz-16, 5 s de tiempo de adquisición y 10 s tiempo de retardo. Preparación de la muestra: se disolvió una muestra a 130-140°C en o-diclorobenceno deuterado a una concentración del 10% p/v.

45 Índice de fusión (MI): se midió según el método especificado en la norma GB/T 3682-2000, a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

Densidad: se midió según el método de columna de gradiente de densidad especificado en la norma GB/T 1033.2-2010.

50 Turbidez de la película: se midió según la norma GB/T 2410-2008, siendo el grosor de la muestra de película de $25\pm 2 \mu\text{m}$.

55 Resistencia a la tracción, módulo y alargamiento a la rotura de la película: se midió según la norma GB/T 1040,3-2006.

Resistencia a la perforación de la película: se midió según la norma GB/T10004-2008, siendo el grosor de la muestra de película de $25\pm 2 \mu\text{m}$.

60 El etileno, los comonomeros de α -olefina, el gas hidrógeno y el gas nitrógeno son de calidad para polimerización, y se deshidratan y se desoxigenan antes de su uso.

Ejemplo 1

65 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C.

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente A: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_A de 1,5 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 3,4 y un contenido molar del 1-hexileno de 7,5% en moles.

Componente B: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_B de 2,1 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 3,2 y un contenido molar del 1-hexileno de 7,5% en moles.

Componente C: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_C de 15 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 3,5 y un contenido molar del 1-butileno de 9,1% en moles.

Se mezclaron 80 partes en peso del componente A, 10 partes en peso del componente B y 20 partes en peso del componente C, y entonces se añadieron a los mismos 0,11 partes en peso de lubricante de polietilenglicol (PEG) (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 2,4 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se secaron los gránulos de la composición de polietileno preparados en la etapa (1), se añadieron a la prensa extrusora de capa central, la prensa extrusora de capa de piel superior y la prensa extrusora de capa de piel inferior de la máquina de extrusión-colada de múltiples capas LCR400 (fabricada por Labtech Co., Suecia), y entonces se extruyeron y colaron en estado fundido para proporcionar una lámina colada que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, fijándose la temperatura del rodillo de enfriamiento rápido de colada a 25°C, y cargándose también las prensas extrusoras de capa de piel superior e inferior con sílice como agente antibloqueante en una cantidad del 2% en peso, basado en el peso de los gránulos de composición de polietileno añadidos a las prensas extrusoras correspondientes.

Se colocó la lámina colada de polietileno preparada según lo anterior en la abrazadera del equipo de estiramiento biaxial de películas, y se sometió en primer lugar a estiramiento MD y luego a estiramiento TD, siendo las condiciones del procedimiento s las siguientes: la temperatura de precalentamiento MD fue de 100°C, la temperatura de estiramiento MD fue de 110°C, la razón de estirado MD fue de 4; la temperatura de precalentamiento TD fue de 100°C, la temperatura de estiramiento TD fue de 115°C, la razón de estirado TD fue de 5, la velocidad de estiramiento TD de la película fue de 60%/s; la temperatura de endurecimiento de la película fue de 120°C. Se obtuvo una película que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior y que tenía un grosor total de 25 μ m, un grosor de capa de piel superior de 0,5 μ m y un grosor de capa de piel inferior de 0,5 μ m. Cada capa de la película contiene la composición de polietileno de este ejemplo, y la capa de piel superior y la capa de piel inferior contienen además el 2% en peso de sílice como agente antibloqueante.

Ejemplo 2

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C.

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de

84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

5 Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_A de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,930 g/cm³, una M_w/M_n de 3,0 y un contenido molar de 1-butileno de 1,6% en moles.

10 Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_B de 10,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,930 g/cm³, una M_w/M_n de 2,8 y un contenido molar de 1-butileno de 1,9% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_C de 60 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,922 g/cm³, una M_w/M_n de 2,9 y un contenido molar de 1-hexileno de 3,8% en moles.

15 Se mezclaron 55 partes en peso de componente A, 5 partes en peso de componente B y 55 partes en peso componente C, y entonces se añadieron a los mismos 3,5 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 6.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,9 g/10 min.

25 (2) Preparación de película de polietileno:

Se secaron los gránulos de la composición de polietileno preparados en la etapa (1), se añadieron a la prensa extrusora de capa central, la prensa extrusora de capa de piel superior y la prensa extrusora de capa de piel inferior de la máquina de extrusión-colada de múltiples capas LCR400 (fabricada por Labtech Co., Suecia), y entonces se extruyeron y colaron en estado fundido para proporcionar una lámina colada que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, fijándose la temperatura del rodillo de enfriamiento rápido de colada a 85°C, y cargándose también las prensas extrusoras de capa de piel inferior con sílice como agente antibloqueante en una cantidad del 2% en peso, basado en el peso de los gránulos de composición de polietileno añadidos a las prensas extrusoras correspondientes.

35 Se colocó la lámina colada de polietileno preparada anteriormente en la abrazadera del equipo de estiramiento biaxial de películas, y se sometió en primer lugar a estiramiento MD y luego a estiramiento TD, siendo las condiciones del procedimiento las siguientes: la temperatura de precalentamiento MD fue de 130°C, la temperatura de estiramiento MD fue de 126°C, la razón de estirado MD fue de 4; la temperatura de precalentamiento TD fue de 130°C, la temperatura de estiramiento TD fue de 128°C, la razón de estirado TD fue de 6, la velocidad de estiramiento TD de la película fue de 100%/s; la temperatura de endurecimiento fue de 130°C. Se obtuvo una película que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior y que tenía un grosor total de 25 μ m, un grosor de capa de piel superior de 1 μ m y un grosor de capa de piel inferior de 1 μ m. Cada capa de la película contiene la composición de polietileno de este ejemplo, y la capa de piel superior y la capa de piel inferior contienen además el 2% en peso de sílice como agente antibloqueo.

Ejemplo 3

50 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores tal como se muestra en la figura 1, en la que el componente A se polimeriza en un primer reactor 1, el componente B se polimeriza en un segundo reactor 2 y componente C se polimeriza en un tercer reactor 3.

55 Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los tres reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente en los mismos monómero de etileno y un sistema de catalizador de metalloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Se realizaron las polimerizaciones a una temperatura de 140°C a una presión de 2,5 MPa durante 30 min para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

65 En la preparación, la razón en peso de la producción de componente A del primer reactor 1 a lo largo de un tiempo

ES 2 619 196 T3

unitario, W_A , con respecto a la producción de componente B del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_B , con respecto a la producción de componente C del primer reactor 3 a lo largo de un tiempo unitario, W_C , ($W_A:W_B:W_C$) fue de 75:2:35.

5 Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_A de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,1 y un contenido molar de 1-octeno de 2,1% en moles.

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_B de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,5 y un contenido molar de 1-butileno de 5,1% en moles.

10 Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_C de 25 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,1% en moles.

15 Los efluentes de dichos reactores se transfirieron por separado al separador de sólido/líquido (vapor) 4 correspondiente, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes A, B y C separados al depósito de alimentación de homogeneización 5 dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización 5 en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes A, B y C. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de homogeneización 5 a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 0,6 g/10 min.

25 (2) Preparación de película de polietileno:

Se secaron los gránulos de la composición de polietileno preparados en la etapa (1), se añadieron a una máquina de extrusión-colada de múltiples capas LCR 400 (fabricada por Labtech Co., Suecia), y entonces se extruyeron y colaron en estado fundido para proporcionar una lámina colada con estructura de una sola capa, fijándose la temperatura del rodillo de enfriamiento rápido de colada a 35°C.

35 Se colocó la lámina colada de polietileno preparada según lo anterior en la abrazadera del equipo de estiramiento biaxial de películas, y se sometió en primer lugar a estiramiento MD y luego a estiramiento TD, siendo las condiciones del procedimiento siguelas siguientes: la temperatura de precalentamiento MD fue de 116°C, la temperatura de estiramiento MD fue de 118°C, la razón de estirado MD fue de 4; la temperatura de precalentamiento TD fue de 120°C, la temperatura de estiramiento TD fue de 120°C, la razón de estirado TD fue de 5, la velocidad de estiramiento TD de la película fue de 100%/s; la temperatura de endurecimiento fue de 122°C. Se obtuvo una película de una sola capa que tenía un grosor promedio de 25 μm .

40 Ejemplo 4

Se prepararon una composición de polietileno y una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que en la composición de polietileno, el componente B se reemplazó con las mismas partes en peso de componente C. Es decir, la composición de polietileno consistió en componente A y componente C. Se obtuvo una película que tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

Ejemplo 5

50 Se preparó una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se alteraron las cantidades de los materiales de partida individuales usados en la polimerización del componente A de modo que el componente A resultante tenía un MI_A de 1,5 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,928 g/cm³, una Mw/Mn de 3,0 y un contenido molar de 1-hexileno de 1,9% en moles.

55 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usó la composición de polietileno preparada anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

Ejemplo comparativo 1

60 (1) Material de partida de polietileno:

En este ejemplo comparativo se seleccionó un polietileno de baja densidad lineal de calidad para película (calidad ELITE 5400G, disponible de DOW Chemical Co., Estados Unidos) como el material de partida de polietileno. Se preparó dicho polietileno de baja densidad lineal usando un catalizador de metaloceno, tenía un MI de 1,0 g/10 min,

65

una densidad de 0,916 g/cm³ y una Mw/Mn de 3,2.

(2) Preparación de película de polietileno:

5 Se siguió el procedimiento tal como se describe en el ejemplo 3 para preparar una película de polietileno, excepto en que se usaron las mismas partes en peso del material de partida de polietileno descrito anteriormente para reemplazar los gránulos de composición de polietileno tal como se usa en el ejemplo 3. Aunque se realizaron muchos intentos, siempre se producía el fenómeno de fractura de película de modo que no se obtuvo película mediante estiramiento. Además, aunque la velocidad de estiramiento TD se redujo hasta el 50%/s, todavía se produjo el fenómeno de fractura de película de modo que no se obtuvo película mediante estiramiento.

Ejemplo comparativo 2

(1) Material de partida de polietileno:

15 En este ejemplo comparativo se usó el mismo material de partida de polietileno que el ejemplo comparativo 1.

(2) Preparación de película de polietileno:

20 Se usó un equipo de soplado de película de soplado ascendente disponible de MR. COLLOIN Co, Alemania para preparar la película de polietileno. Específicamente, se añadió el material de partida de polietileno seleccionado en la etapa (1) a la tolva de la prensa extrusora del equipo de soplado de película, y tras haberse fundido y plastificado suficientemente en la prensa extrusora, se extruyó el material de partida a través de una hilera anular para formar una película en estado fundido tubular, que se sometió a soplado ascendente con aire comprimido a una razón de soplado de 2,5 y se enfrió mediante un anillo de aire para formar una película de polietileno. La película tiene un grosor promedio de 25 μm y tiene estructura de una sola capa.

Ejemplo comparativo 3

30 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno que consiste en componente 1 y componente 2.

35 Se cargaron etileno, α-olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de metalloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa durante 60 min para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α-olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI₁ de 5,0 g/10 min, una densidad ρ₁ de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 3,2 y un contenido molar de 1-hexileno de 7,5% en moles.

45 Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI₂ de 15 g/10 min, una densidad ρ₂ de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 3,5 y un contenido molar de 1-butileno de 9,8% en moles.

50 Se mezclaron 80 partes en peso de componente 1 y 20 partes en peso de componente 2, y entonces se añadieron a los mismos 0,1 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 6,2 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

60 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

Ejemplo comparativo 4

65 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno que consiste en componente 1 y componente 2.

5 Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa durante 60 min para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_1 de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 2,8 y un contenido molar de 1-butileno de 1,8% en moles.

15 Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_2 de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 2,7 y un contenido molar de 1-hexileno de 4,1% en moles.

20 Se mezclaron 55 partes en peso de componente 1 y 55 partes en peso de componente 2, y entonces se añadieron a los mismos 3,3 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 6.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,22 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

30 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

Ejemplo comparativo 5

35 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores, en el que el componente 1 se polimeriza en un primer reactor, y el componente 2 se polimeriza en un segundo reactor.

40 Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los dos reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente en los mismos monómero de etileno y un sistema de catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A). Se realizaron las polimerizaciones a una temperatura de 140°C a una presión de 2,5 MPa durante 30 min para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

50 En la preparación, la razón en peso de la producción de componente 1 del primer reactor a lo largo de un tiempo unitario, W_1 , con respecto a la producción de componente 2 del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_2 , fue de 20:80.

55 Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_1 de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,1 y un contenido molar de 1-octeno de 2,1% en moles.

Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_2 de 25 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,5 y un contenido molar de 1-butileno de 5,1% en moles.

60 Los efluentes de dichos dos reactores se transfirieron por separado a los separadores de sólido/líquido (vapor) correspondientes, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes 1 y 2 separados a un depósito de alimentación de homogeneización dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes 1 y 2. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de

65

homogeneización a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de la composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 8,2 g/10 min.

5

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

10

Ejemplo 6

(1) Preparación de la composición de polietileno:

15

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C.

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

20

25

Componente A: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_A de 2,0 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 6,4 y un contenido molar del 1-hexileno de 8,9% en moles.

30

Componente B: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_B de 4,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 5,7 y un contenido molar del 1-hexileno de 8,9% en moles.

35

Componente C: un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_C de 15 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 4,6 y un contenido molar del 1-butileno de 10,1% en moles.

40

45

Se mezclaron 80 partes en peso del componente A, 10 partes en peso del componente B y 20 partes en peso del componente C, y entonces se añadieron a los mismos 0,11 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 3,4 g/10 min.

50

(2) Preparación de película de polietileno:

Se secaron los gránulos de la composición de polietileno preparados en la etapa (1), se añadieron a la prensa extrusora de capa central, la prensa extrusora de capa de piel superior y la prensa extrusora de capa de piel inferior de la máquina de extrusión-colada de múltiples capas LCR400 (fabricada por Labtech Co., Suecia), y entonces se extruyeron y colaron en estado fundido para proporcionar una lámina colada de polietileno que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, fijándose la temperatura del rodillo de enfriamiento rápido de colada a 25°C, y cargándose también las prensas extrusoras de capa de piel inferior con sílice como agente antibloqueante en una cantidad del 2% en peso, basado en el peso de los gránulos de composición de polietileno añadidos a las prensas extrusoras correspondientes.

55

60

Se colocó la lámina colada de polietileno preparada según lo anterior en la abrazadera del equipo de estiramiento biaxial de películas, y se sometió en primer lugar a estiramiento MD y luego a estiramiento TD, siendo las condiciones del procedimiento síguelas siguientes: la temperatura de precalentamiento MD fue de 100°C, la temperatura de estiramiento MD fue de 110°C, la razón de estirado MD fue de 4; la temperatura de precalentamiento TD fue de 100°C, la temperatura de estiramiento TD fue de 115°C, la razón de estirado TD fue de 5, la velocidad de estiramiento TD de la película fue de 150%/s; la temperatura de endurecimiento fue de 120°C. Se obtuvo una

65

película que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior y que tenía un grosor total de 25 μm , un grosor de capa de piel superior de 0,5 μm y un grosor de capa de piel inferior de 0,5 μm . Cada capa de la película contiene la composición de polietileno de este ejemplo, y la capa de piel superior y la capa de piel inferior contienen además el 2% en peso de sílice como agente antibloqueante.

5

Ejemplo 7

(1) Preparación de la composición de polietileno:

10 Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C.

15 Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo en el mismo un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

20

Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_A de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 5,5 y un contenido molar de 1-butileno de 2,1% en moles.

25 Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_B de 9,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 4,8 y un contenido molar de 1-butileno de 2,8% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_C de 40 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 4,4 y un contenido molar de 1-hexileno de 4,0% en moles.

30 Se mezclaron 55 partes en peso de componente A, 5 partes en peso de componente B y 55 partes en peso de componente C, y entonces se añadieron a los mismos 3,5 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,7 g/10 min.

40 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película que consistía en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior y que tenía un grosor total de 25 μm , un grosor de capa de piel superior de 1 μm y un grosor de capa de piel inferior de 1 μm a partir de los gránulos de composición de polietileno preparados siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2.

45

Ejemplo 8

(1) Preparación de la composición de polietileno:

50

Este ejemplo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores tal como se muestra en la figura 1, en la que el componente A se polimeriza en un primer reactor 1, el componente B se polimeriza en un segundo reactor 2 y componente C se polimeriza en un tercer reactor 3.

55

Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los tres reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente en los mismos monómero de etileno y un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Se realizaron las polimerizaciones a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

60

65 En la preparación, la razón en peso de la producción de componente A del primer reactor 1 a lo largo de un tiempo

unitario, W_A , con respecto a la producción de componente B del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_B , con respecto a la producción de componente C del primer reactor 3 a lo largo de un tiempo unitario, W_C , (es decir, $W_A:W_B:W_C$) fue de 75:2:35.

5 Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_A de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,920 g/cm³, una M_w/M_n de 5,8 y un contenido molar de 1-octeno de 2,5% en moles.

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_B de 6,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,920 g/cm³, una M_w/M_n de 4,5 y un contenido molar de 1-butileno de 5,3% en moles.

10 Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_C de 25 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,920 g/cm³, una M_w/M_n de 4,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,7% en moles.

15 Los efluentes de dichos reactores se transfirieron por separado al separador de sólido/líquido (vapor) 4 correspondiente, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes A, B y C separados al depósito de alimentación de homogeneización 5 dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización 5 en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes A, B y C. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de homogeneización 5 a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro a entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 0,6 g/10 min.

25 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de una sola capa que tenía un grosor promedio de 25 μm a partir de los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3.

30 Ejemplo 9

Se prepararon una composición de polietileno y una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 6, excepto en que en la composición de polietileno, el componente B se reemplazó con las mismas partes en peso de componente C. Es decir, la composición de polietileno consistió en componente A y componente C. Se obtuvo una película que tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

Ejemplo 10

40 Se preparó una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 6, excepto en que se alteraron las cantidades de los materiales de partida individuales usados en la polimerización del componente A de modo que el componente A resultante tenía un MI_A de 2,0 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,928 g/cm³, una M_w/M_n de 5,1 y un contenido molar de 1-hexileno de 2,2% en moles.

45 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 6, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

50 Ejemplo comparativo 6

(1) Material de partida de polietileno:

55 En este ejemplo comparativo se seleccionó un polietileno de baja densidad lineal de calidad para película (calidad 7042, disponible de Yanshan Petrochemical Co. de SINOPEC, China) como material de partida de polietileno. Se preparó dicho polietileno de baja densidad lineal usando un catalizador de Ziegler-Natta, tenía un MI de 2,0 g/10 min, una densidad de 0,920 g/cm³ y una M_w/M_n de 4,5.

60 (2) Preparación de película de polietileno:

Se siguió el procedimiento tal como se describe en el ejemplo 8 para preparar una película de polietileno, excepto en que se usaron las mismas partes en peso del material de partida de polietileno descrito anteriormente para reemplazar a los gránulos de composición de polietileno tal como se usa en el ejemplo 8. Aunque se realizaron muchos intentos, siempre se producía el fenómeno de fractura de película de modo que no se obtuvo película mediante estiramiento. Además, aunque la velocidad de estiramiento TD se redujo hasta el 50%/s, todavía se

65

produjo el fenómeno de fractura de película de modo que no se obtuvo película mediante estiramiento.

Ejemplo comparativo 7

5 (1) Material de partida de polietileno:

En este ejemplo comparativo se usó el mismo material de partida de polietileno que el ejemplo comparativo 6.

10 (2) Preparación de películas de polietileno:

Se usó un equipo de soplado de películas de soplado ascendente disponible de MR. COLLOIN Co, Alemania para preparar la película de polietileno. Específicamente, se añadió el material de partida de polietileno seleccionado en la etapa (1) a la tolva de la prensa extrusora del equipo de soplado de películas, y tras haberse fundido y plastificado suficientemente en la prensa extrusora, se extruyó el material de partida a través de una hilera anular para formar una película en estado fundido tubular, que se sometió a soplado ascendente con aire comprimido a una razón de soplado de 2,5 y se enfrió mediante un anillo de aire para formar una película de polietileno. La película tiene un grosor promedio de 25 μm y tiene estructura de una sola capa.

20 Ejemplo comparativo 8

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno que consiste en componente 1 y componente 2.

25 Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujeron en el mismo un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

35 Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_1 de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 6,4 y un contenido molar de 1-hexileno de 8,6% en moles.

Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_2 de 15 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 5,5 y un contenido molar de 1-butileno de 10,8% en moles.

40 Se mezclaron 80 partes en peso de componente 1 y 20 partes en peso de componente 2, y entonces se añadieron a los mismos 0,1 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar granulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 6,2 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

50 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 6, excepto en que se usaron los granulos de la composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

55 Ejemplo comparativo 9

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno que consiste en componente 1 y componente 2.

60 Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujo al mismo un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la

densidad de los polímeros resultantes.

Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_1 de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 5,0 y un contenido molar de 1-butileno de 2,0% en moles.

Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_2 de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 4,5 y un contenido molar de 1-hexileno de 4,9% en moles.

Se mezclaron 55 partes en peso de componente 1 y 55 partes en peso componente 2, y entonces se añadieron a los mismos 3,3 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro a entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,22 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 7, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

Ejemplo comparativo 10

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo comparativo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores, en la que el componente 1 se polimeriza en un primer reactor y el componente 2 se polimeriza en un segundo reactor.

Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los dos reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente en los mismos monómero de etileno y un sistema de catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A). Se realizaron las polimerizaciones a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min para proporcionar el componente 1 y el componente 2, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonómero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

En la preparación, la razón en peso de la producción de componente 1 del primer reactor a lo largo de un tiempo unitario, W_1 , con respecto a la producción de componente 2 del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_2 , fue de 20:80.

Componente 1: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_1 de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 5,8 y un contenido molar de 1-octeno de 2,5% en moles.

Componente 2: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_2 de 25 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 4,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,7 % en moles.

Los efluentes de dichos dos reactores se transfirieron por separado a un separador de sólido/líquido (vapor) correspondiente, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes 1 y 2 separados a un depósito de alimentación de homogeneización dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes 1 y 2. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de homogeneización a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 8,2 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 8, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Tras muchos intentos, la mayor razón de

estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo del 10%/s.

Ejemplo 11

5 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C, en la que el componente A y el componente B se prepararon mediante polimerizaciones usando un catalizador de metalloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A), y el componente C se preparó mediante polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A).

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujeron en el mismo el sistema de catalizador de metalloceno/sistema de catalizador de Ziegler-Natta. Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_A de 1,5 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 3,4 y un contenido molar del 1-hexileno de 7,5% en moles.

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_B de 2,1 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 3,2 y un contenido molar del 1-hexileno de 7,5% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_C de 15 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 4,6 y un contenido molar del 1-butileno de 10,1% en moles.

Se mezclaron 80 partes en peso del componente A, 10 partes en peso del componente B y 20 partes en peso del componente C, y entonces se añadieron a los mismos 0,11 partes en peso de un lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar granúlos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 2,4 g/10 min.

40 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usaron los granúlos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μ m, teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μ m.

Ejemplo 12

50 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C, en la que el componente A y el componente B se prepararon mediante polimerizaciones usando un catalizador de metalloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A), y el componente C se preparó mediante polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A).

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujeron en el mismo el sistema de catalizador de metalloceno/Ziegler-Natta. Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_A de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 3,0 y un contenido molar de 1-butileno de 1,6% en moles.

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_B de 9,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 2,8 y un contenido molar de 1-butileno de 1,9% en moles.

- 5 Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_C de 40 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 4,4 y un contenido molar de 1-hexileno de 4,0% en moles.

10 Se mezclaron 55 partes en peso de componente A, 5 partes en peso de componente B y 55 partes en peso de componente C, y entonces se añadieron a los mismos 3,5 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 6.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,7 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

- 20 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 1 μm .

25 Ejemplo 13

(1) Preparación de la composición de polietileno:

30 Este ejemplo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores tal como se muestra en la figura 1, en la que el componente A se polimerizó usando un catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A) en un primer reactor 1, el componente B se polimerizó usando el mismo catalizador de metaloceno en un segundo reactor 2 y el componente C se polimerizó usando un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) en un tercer reactor 3.

35 Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los tres reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente en los mismos monómero de etileno y el sistema de catalizador de metaloceno/Ziegler-Natta. Se realizaron las polimerizaciones en los reactores 1 y 2 a una temperatura de 140°C a una presión de 2,5 MPa durante 40 30 min para proporcionar el componente A y el componente B, y se realizó la polimerización en el reactor 3 a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min para proporcionar el componente C. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonómero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

45 En la preparación, la razón en peso de la producción de componente A del primer reactor 1 a lo largo de un tiempo unitario, W_A , con respecto a la producción de componente B del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_B , con respecto a la producción de componente C del primer reactor 3 a lo largo de un tiempo unitario, W_C , ($W_A:W_B:W_C$) fue de 75:2:35.

50 Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_A de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,1 y un contenido molar de 1-octeno de 2,1% en moles.

55 Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_B de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,5 y un contenido molar de 1-butileno de 5,1% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_C de 25 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 4,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,7% en moles.

60 Los efluentes de dichos reactores se transfirieron por separado a los separadores de sólido/líquido (vapor) 4 correspondientes, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes A, B y C separados al depósito de alimentación de homogeneización 5 dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización 5 en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes A, B y C. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de 65

homogeneización 5 a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 0,6 g/10 min.

5

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno de una sola capa siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados según lo anterior. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μm .

10

Ejemplo 14

Se prepararon una composición de polietileno y una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 11, excepto en que en la composición de polietileno, el componente B se reemplazó con las mismas partes en peso de componente C. Es decir, la composición de polietileno consistió en componente A y componente C. Se obtuvo una película que tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

15

Ejemplo 15

Se preparó una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 11, excepto en que se alteraron las cantidades de los materiales de partida individuales usados en la polimerización del componente A de modo que el componente A resultante tenía un MI_A de 1,5 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,928 g/cm³, una Mw/Mn de 3,0 y un contenido molar de 1-hexileno de 1,9% en moles.

25

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 11, excepto en que se usó la composición de polietileno preparada anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μm , teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μm .

30

Ejemplo comparativo 11

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 3, excepto en que en la polimerización para producir el componente 2, se usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno obtenido como componente 2 tenía un MI_2 de 15 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,905 g/cm³, una Mw/Mn de 5,5 y un contenido molar de 1-butileno de 10,8% en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 6,2 g/10 min.

35

40

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

45

Ejemplo comparativo 12

50

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 4, excepto en que en la polimerización para producir el componente 2, se usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno obtenido como componente 2 tenía un MI_2 de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 4,5 y un contenido molar de 1-hexileno de 4,9% en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 0,22 g/10 min.

55

60

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

65

Ejemplo comparativo 13

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 5, excepto en que la polimerización para producir el componente 2 usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno, y se realizó a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno obtenido como componente 2 tenía un MI_2 de 25 g/10 min, una densidad ρ_2 de 0,920 g/cm³, una M_w/M_n de 4,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,7 % en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 8,2 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo de 10%/s.

Ejemplo 16 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C, en la que el componente A y el componente B se prepararon mediante polimerizaciones usando un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A), y el componente C se preparó mediante polimerización usando un catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A).

Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujeron en el mismo el sistema de catalizador de metaloceno/sistema de catalizador de Ziegler-Natta. Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_A de 2,0 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,913 g/cm³, una M_w/M_n de 6,4 y un contenido molar del 1-hexileno de 8,9% en moles.

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_B de 4,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,913 g/cm³, una M_w/M_n de 5,7 y un contenido molar del 1-hexileno de 8,9% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_C de 15 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,905 g/cm³, una M_w/M_n de 3,5 y un contenido molar del 1-butileno de 9,1% en moles.

Se mezclaron 80 partes en peso del componente A, 10 partes en peso del componente B y 20 partes en peso del componente C, y entonces se añadieron a los mismos 0,11 partes en peso de un lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 10.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 160°C y 210°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 2,4 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μ m, teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μ m.

Ejemplo 17 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno que consiste en un componente A, un componente B y un componente C, en la que el componente A y el componente B se prepararon mediante polimerizaciones usando un

catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A), y el componente C se preparó mediante polimerización usando un catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A).

5 Se cargaron etileno, α -olefina, gas hidrógeno y gas nitrógeno en un reactor de fase gaseosa de lecho fluidizado y entonces se introdujeron en el mismo el sistema de catalizador de metaloceno/Ziegler-Natta. Entonces, se realizaron polimerizaciones a una temperatura de 84 a 88°C a una presión de 1,8 a 2,0 MPa para proporcionar el componente A, el componente B y el componente C, respectivamente. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión de los polímeros resultantes, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad de los polímeros resultantes.

Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_A de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 5,5 y un contenido molar de 1-butileno de 2,1% en moles.

15 Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno, que tiene un MI_B de 10,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 4,8 y un contenido molar de 1-butileno de 2,8% en moles.

Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno, que tiene un MI_C de 60 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,922 g/cm³, una Mw/Mn de 2,9 y un contenido molar de 1-hexileno de 3,8% en moles.

20 Se mezclaron 55 partes en peso de componente A, 5 partes en peso de componente B y 55 partes en peso componente C, y entonces se añadieron a los mismos 3,5 partes en peso de lubricante de PEG (disponible de Clariant Co., Suiza, que tiene un peso molecular de 6.000). Entonces, se homogeneizó la mezcla en una mezcladora a alta velocidad y se añadieron los materiales homogeneizados a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo producida por W&P Company. Se hizo pasar la materia prima a través de la tolva y entonces se introdujo en el cilindro de la prensa extrusora de doble husillo. Durante el procedimiento, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 180°C y 240°C. Se fundió la materia prima, se mezcló uniformemente, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de una composición de polietileno. Se encontró que la composición de polietileno tenía un MI de 0,9 g/10 min.

30 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μ m, teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 1 μ m.

Ejemplo 18

40 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Este ejemplo muestra una composición de polietileno obtenida a través de polimerizaciones en un equipo de conexión en paralelo de múltiples reactores tal como se muestra en la figura 1, en la que el componente A se polimerizó usando un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) en un primer reactor 1, el componente B se polimerizó usando el mismo catalizador de Ziegler-Natta en un segundo reactor 2, y el componente C se polimerizó usando un catalizador de metaloceno de tipo soportado (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN102453124A) en un tercer reactor 3.

50 Se cargaron N-hexano, α -olefina y gas hidrógeno en los tres reactores de polimerización, y se calentaron los reactores de polimerización hasta temperaturas de polimerización predeterminadas. Entonces, se introdujeron simultáneamente a los mismos monómero de etileno y el sistema de catalizador de metaloceno/Ziegler-Natta. Se realizaron las polimerizaciones en los reactores 1 y 2 a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min para proporcionar el componente A y el componente B, y se realizó la polimerización en el reactor 3 a una temperatura de 140°C a una presión de 2,5 MPa durante 30 min para proporcionar el componente C. Durante las polimerizaciones, se ajustó la cantidad del gas hidrógeno añadido para controlar el índice de fusión del polímero resultante, y se alteraron el tipo de la α -olefina como comonomero y la cantidad de la misma para controlar la densidad del polímero resultante.

60 En la preparación, la razón en peso de la producción de componente A del primer reactor 1 a lo largo de un tiempo unitario, W_A , con respecto a la producción de componente B del segundo reactor 2 a lo largo de un tiempo unitario, W_B , con respecto a la producción de componente C del primer reactor 3 a lo largo de un tiempo unitario, W_C , ($W_A:W_B:W_C$) fue de 75:2:35.

65 Componente A: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno que tiene un MI_A de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 5,8 y un contenido molar de 1-octeno de 2,5% en moles.

ES 2 619 196 T3

Componente B: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_B de 12,0 g/10 min, una densidad ρ_B de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 4,5 y un contenido molar de 1-butileno de 5,3% en moles.

- 5 Componente C: un LLDPE copolimerizado de etileno-1-butileno que tiene un MI_C de 25 g/10 min, una densidad ρ_C de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 3,2 y un contenido molar de 1-butileno de 5,1% en moles.

10 Los efluentes de dichos reactores se transfirieron por separado a los separadores de sólido/líquido (vapor) 4 correspondientes, donde se llevó a cabo la separación de fases, y se suministraron los componentes A, B y C separados al depósito de alimentación de homogeneización 5 dotado de un agitador. También se añadió una cera de polietileno como lubricante (disponible de Honeywell Co., Estados Unidos) al depósito de alimentación de homogeneización 5 en una cantidad de 1 parte en peso por 100 partes en peso de la combinación de los componentes A, B y C. Se añadió la mezcla homogeneizada procedente del depósito de alimentación de homogeneización 5 a la tolva de una prensa extrusora de doble husillo fabricada por W&P Co., y entonces se mezcló en estado fundido, se extruyó, se granuló y se secó, para proporcionar gránulos de composición de polietileno. En la prensa extrusora, se mantuvieron las temperaturas del cilindro entre 170 y 230°C. Se encontró que los gránulos tenían un MI de 0,6 g/10 min.

20 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno de una sola capa siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μ m.

25 Ejemplo 19

Se prepararon una composición de polietileno y una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 16, excepto en que en la composición de polietileno, el componente B se reemplazó con las mismas partes en peso de componente C. Es decir, la composición de polietileno consistió en componente A y componente C. Se obtuvo una película que tenía un grosor promedio de 25 μ m, teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μ m.

Ejemplo 20

35 Se preparó una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 16, excepto en que se alteraron las cantidades de los materiales de partida individuales usados en la polimerización del componente A de modo que el componente A resultante tenía un MI_A de 2,0 g/10 min, una densidad ρ_A de 0,928 g/cm³, una Mw/Mn de 5,1 y un contenido molar de 1-hexileno de 2,2% en moles.

40 Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 16, excepto en que se usó la composición de polietileno preparada anteriormente. Se encontró que la película de polietileno tenía un grosor promedio de 25 μ m, teniendo tanto la capa de piel superior como la capa de piel inferior un grosor de 0,5 μ m.

45 Ejemplo comparativo 14

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 3, excepto en que en la polimerización para producir el componente 1, se usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno obtenido como componente 1 tenía un MI_1 de 5,0 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,913 g/cm³, una Mw/Mn de 6,4 y un contenido molar de 1-hexileno de 8,6% en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 6,2 g/10 min.

55 (2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 1, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo del 10%/s.

Ejemplo comparativo 15

65 (1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 4, excepto en que en la polimerización para producir el componente 1, se usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-hexileno obtenido como componente 1 tenía un MI_1 de 0,01 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,930 g/cm³, una Mw/Mn de 5,0 y un contenido molar de 1-butileno de 2,9% en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 0,22 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 2, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo del 10%/s.

Ejemplo comparativo 16

(1) Preparación de la composición de polietileno:

Se prepararon gránulos de una composición de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en la etapa (1) del ejemplo comparativo 5, excepto en que la polimerización para producir el componente 1 usó un catalizador de Ziegler-Natta (que se preparó según el ejemplo 1 del documento CN101838351A) para reemplazar el sistema de catalizador de metaloceno, y se realizó a una temperatura de 240°C a una presión de 14,8 MPa durante 60 min. Como resultado, se encontró que el LLDPE copolimerizado de etileno-1-octeno obtenido como componente 1 tenía un MI_1 de 0,1 g/10 min, una densidad ρ_1 de 0,920 g/cm³, una Mw/Mn de 5,7 y un contenido molar de 1-octeno de 2,5% en moles, y se encontró que la composición de polietileno obtenida tenía un MI de 8,2 g/10 min.

(2) Preparación de película de polietileno:

Se preparó una película de polietileno siguiendo el procedimiento descrito en el ejemplo 3, excepto en que se usaron los gránulos de composición de polietileno preparados anteriormente. Tras muchos intentos, la mayor razón de estirado fue tan solo de 2 (TD) x 2 (MD), y la mayor velocidad de estirado TD de la película fue tan solo del 10%/s.

Ejemplo de prueba

Se caracterizaron las composiciones de polietileno inventivas y comparativas para algunas propiedades, y los resultados se facilitan a continuación en las tablas 1 a 8.

Tabla 1

Nº	MI (g/10 min)	Densidad (g/cm ³)	Mw (x10 ⁴ g/mol)	Mw/Mn	Mz/Mw	Mz+1/Mw
Ej. 1	2,4	0,911	10,2	4,2	4,0	4,5
Ej. 2	0,9	0,926	12,2	7,7	6,0	12,0
Ej. 3	0,6	0,920	14,6	4,8	4,5	10,1
Ej. 4	2,8	0,911	10,1	4,2	4,0	4,5
Ej. 5	2,4	0,922	10,2	4,2	4,0	4,5
Ej. comp. 1	1,0	0,916	11,6	3,2	1,9	3,0
Ej. comp. 2	1,0	0,916	11,6	3,2	1,9	3,0
Ej. comp. 3	6,2	0,911	9,4	3,5	2,6	3,9
Ej. comp. 4	0,22	0,926	18,8	4,5	3,9	4,1
Ej. comp. 5	8,2	0,920	9,2	3,7	2,7	4,0

Tabla 2

Nº	Temperatura del pico de elución a alta temperatura mediante TREF (°C)	Porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura del pico de elución a baja temperatura mediante TREF (°C)	Porcentaje de área del pico de elución a baja temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura de fusión mediante DSC (°C)
Ej. 1	96,1	9	63,0	91	106,1
Ej. 2	100,3	35	86,0	65	126,5
Ej. 3	97,5	26	86,0	74	121,0
Ej. 4	96,1	8	63	92	105,9
Ej. 5	97,6	40	86,1	60	127,3

ES 2 619 196 T3

Ej. comp. 1	97,1	19	86,0	81	113,2
Ej. comp. 2	97,1	19	86,0	81	113,2
Ej. comp. 3	95,8	11	62,0	89	107,4
Ej. comp. 4	97,9	41	86,2	59	127,4
Ej. comp. 5	97,4	26	84,5	74	122,4

* El porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF y el porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF se basan en el área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura.

Tabla 3

Nº	MI (g/10 min)	Densidad (g/cm ³)	Mw (x10 ⁴ g/mol)	Mw/Mn	Mz/Mw	Mz+1/Mw
Ej. 6	3,4	0,911	10,4	4,7	4,5	7,5
Ej. 7	0,7	0,926	12,4	8,4	6,5	12,5
Ej. 8	0,6	0,920	15,0	5,2	4,7	10,5
Ej. 9	3,5	0,911	10,3	4,7	4,5	7,5
Ej. 10	3,4	0,922	10,4	4,7	4,5	7,5
Ej. comp. 6	2,0	0,920	10,6	4,2	3,1	7,0
Ej. comp. 7	2,0	0,920	10,6	4,2	3,1	7,0
Ej. comp. 8	6,2	0,911	9,6	4,9	3,3	7,2
Ej. comp. 9	0,22	0,926	19,1	5,3	4,4	7,5
Ej. comp. 10	8,2	0,920	9,4	5,0	3,6	7,1

5

Tabla 4

Nº	Temperatura del pico de elución a alta temperatura mediante TREF (°C)	Área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura del pico de elución a baja temperatura mediante TREF (°C)	Área del pico de elución a baja temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura de fusión mediante DSC (°C)
Ej. 6	96,3	11	61,5	89	108,2
Ej. 7	101,1	35	83,9	65	126,6
Ej. 8	98,2	34	85,0	66	123,2
Ej. 9	96,3	10	61,5	90	108,1
Ej. 10	101,6	40	85,7	60	128,2
Ej. comp. 6	97,9	35	85,5	65	122,0
Ej. comp. 7	97,9	35	85,5	65	122,0
Ej. comp. 8	96,1	18	61,5	82	113,1
Ej. comp. 9	102	42	85,8	58	128,4
Ej. comp. 10	97,5	35	83,4	65	122,6

* El porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF y el porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF se basan en el área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura.

Tabla 5

Nº	MI (g/10 min)	Densidad (g/cm ³)	Mw (x10 ⁴ g/mol)	Mw/Mn	Mz/Mw	Mz+1/Mw
Ej. 11	2,4	0,911	10,2	4,3	4,0	4,5
Ej. 12	0,7	0,926	12,2	7,9	6,2	11,9
Ej. 13	0,6	0,920	14,8	4,9	4,5	10,1
Ej. 14	2,8	0,911	10,1	4,2	4,0	4,5
Ej. 15	2,4	0,922	10,2	4,2	4,0	4,5
Ej. comp. 11	6,2	0,911	9,6	3,6	2,5	3,9
Ej. comp. 12	0,22	0,926	18,9	4,7	3,8	4,1
Ej. comp. 13	8,2	0,920	9,3	3,9	3,0	4,2

10

Tabla 6

Nº	Temperatura del pico de elución a alta temperatura mediante TREF	Área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF*	Temperatura del pico de elución a baja temperatura mediante TREF	Área del pico de elución a baja temperatura mediante TREF*	Temperatura de fusión mediante DSC (°C)
----	--	--	--	--	---

ES 2 619 196 T3

	(°C)	(%)	(°C)	(%)	
Ej. 11	96,1	9	62,8	91	106,1
Ej. 12	100,3	35	84,1	65	126,0
Ej. 13	97,5	27	85,8	73	121,1
Ej. 14	96,1	8	63,0	92	106,0
Ej. 15	97,8	40	86,1	60	127,8
Ej. comp. 11	95,8	12	61,9	88	107,4
Ej. comp. 12	97,9	42	86,0	58	128,1
Ej. comp. 13	97,4	27	84,4	73	122,5

* El porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF y el porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF se basan en el área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura.

Tabla 7

Nº	MI (g/10 min)	Densidad (g/cm ³)	Mw (x10 ⁴ g/mol)	Mw/Mn	Mz/Mw	Mz+1/Mw
Ej. 16	2,4	0,911	10,3	4,6	4,5	7,5
Ej. 17	0,9	0,926	12,3	8,0	6,3	12,2
Ej. 18	0,6	0,920	14,9	5,1	4,7	10,3
Ej. 19	3,5	0,911	10,3	4,7	4,5	7,5
Ej. 20	3,4	0,922	10,4	4,7	4,5	7,5
Ej. comp. 14	6,2	0,911	9,6	4,7	3,4	7,2
Ej. comp. 15	0,22	0,926	19,0	5,1	4,2	7,5
Ej. comp. 16	8,2	0,920	9,4	4,8	3,7	7,3

5

Tabla 8

Nº	Temperatura del pico de elución a alta temperatura mediante TREF (°C)	Área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura del pico de elución a baja temperatura mediante TREF (°C)	Área del pico de elución a baja temperatura mediante TREF* (%)	Temperatura de fusión mediante DSC (°C)
Ej. 16	96,3	11	61,8	89	108,1
Ej. 17	101,1	35	85,8	65	126,4
Ej. 18	98,2	32	85,6	68	123,0
Ej. 19	96,3	10	61,5	90	108,1
Ej. 20	101,8	40	85,6	60	128,2
Ej. comp. 14	96,1	16	61,7	84	113,2
Ej. comp. 15	102	41	85,9	59	128,0
Ej. comp. 16	97,5	33	83,5	67	122,5

* El porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF y el porcentaje de área del pico de elución a alta temperatura mediante TREF se basan en el área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura.

Se midieron las propiedades de película de las películas de polietileno inventivas y de las películas de polietileno comparativas. Los resultados se resumen en las tablas 9 a 12 a continuación.

10

Tabla 9

Nº	Velocidad de estiramiento (%/s)	Razón de estiramiento (veces)	Turbidez (%)	Módulo (GPa)		Resistencia a la tracción (MPa)		Alargamiento a la rotura(%)		Resistencia a la perforación N/1 mm
				MD	TD	MD	TD	MD	TD	
Ej. 1	60	4x5	1,8	179	219	65	82	203	98	2,9
Ej. 2	100	4x6	5,5	220	320	79	95	158	61	3,5
Ej. 3	100	4x5	2,3	209	236	74	90	182	80	4,0
Ej. 4	60	4x5	2,0	185	206	68	80	210	88	3,0
Ej. 5	60	4x5	4,5	175	205	60	75	190	110	2,5
Ej. comp. 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ej. comp.	-	-	8,5	160	206	40,2	36,9	552	606	1,5

ES 2 619 196 T3

2										
Ej. comp. 3	10	2x2	11,5	155	145	30,8	31,0	780	802	0,9
Ej. comp. 4	10	2x2	18,0	195	180	35,0	33,9	652	689	1,0
Ej. comp. 5	10	2x2	15,8	140	153	33,2	31,9	757	706	1,0

5 A partir de los datos de la tabla 9 puede observarse que, en comparación con las películas de los ejemplos comparativos, las películas de los ejemplos inventivos 1-5 ofrecen ventajas de mayores razones de estiramiento, velocidad de estiramiento más rápida, mayores resistencias mecánicas, mejor resistencia a la perforación y mejores propiedades ópticas. Además, la comparación entre los ejemplos 1-5 y los ejemplos comparativos 3-5 muestra que las composiciones de polietileno de la invención tienen mejor rendimiento de formación de película.

Tabla 10

Nº	Velocidad de estiramiento (%/s)	Razón de estiramiento (veces)	Turbidez (%)	Módulo (GPa)		Resistencia a la tracción (MPa)		Alargamiento a la rotura(%)		Resistencia a la perforación N/1 mm
				MD	TD	MD	TD	MD	TD	
Ej. 6	150	4x5	1,5	175	225	69	84	213	108	2,9
Ej. 7	100	4x6	4,5	210	310	75	96	166	71	4,2
Ej. 8	100	4x5	2,0	190	236	72	89	188	90	4,1
Ej. 9	150	4x5	1,8	188	216	70	88	206	96	3,1
Ej. 10	150	4x5	2,8	168	182	60	77	230	115	2,5
Ej. comp. 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ej. comp. 7	-	-	7,8	155	213	39,5	40,9	562	570	1,3
Ej. comp. 8	10	2x2	11,7	156	135	30,5	31,8	880	902	0,8
Ej. comp. 9	10	2x2	13,5	185	180	34,0	32,2	622	690	1,0
Ej. comp. 10	10	2x2	12,8	160	143	33,8	32,9	758	776	1,0

10 A partir de los datos de la tabla 10 puede observarse que, en comparación con las películas de los ejemplos comparativos, las películas de los ejemplos inventivos 6-10 ofrecen ventajas de mayores razones de estiramiento, velocidad de estiramiento más rápida, mayores resistencias mecánicas, mejor resistencia a la perforación y mejores propiedades ópticas. Además, la comparación entre los ejemplos 6-10 y los ejemplos comparativos 3-5 muestra que las composiciones de polietileno de la invención tienen mejor rendimiento de formación de película.

Tabla 11

Nº	Velocidad de estiramiento (%/s)	Razón de estiramiento (veces)	Turbidez (%)	Módulo (GPa)		Resistencia a la tracción (MPa)		Alargamiento a la rotura(%)		Resistencia a la perforación N/1 mm
				MD	TD	MD	TD	MD	TD	
Ej. 11	60	4x5	1,9	176	205	63	81	205	99	2,6
Ej. 12	100	4x6	5,8	221	311	73	96	128	62	3,8
Ej. 13	100	4x5	2,9	203	233	70	91	180	84	4,2
Ej. 14	60	4x5	2,2	195	206	68	80	210	88	3,0
Ej. 15	60	4x5	4,8	165	185	58	71	210	110	2,5
Ej. comp. 11	10	2x2	12,5	144	152	31,8	32,0	783	802	0,9
Ej.	10	2x2	18,2	193	183	34,0	33,9	642	699	1,0

comp. 12										
Ej. comp. 13	10	2x2	16,8	150	143	33,2	31,9	767	716	1,0

5 A partir de los datos de la tabla 11 puede observarse que, en comparación con las películas de los ejemplos comparativos, las películas de los ejemplos inventivos 11-15 ofrecen ventajas de mayores razones de estiramiento, velocidad de estiramiento más rápida, mayores resistencias mecánicas y mejores propiedades ópticas. Además, la comparación entre los ejemplos 11-15 y los ejemplos comparativos 11-13 muestra que las composiciones de polietileno de la invención tienen mejor rendimiento de formación de película.

Tabla 12

Nº	Velocidad de estiramiento (%/s)	Razón de estiramiento (veces)	Turbidez (%)	Módulo (GPa)		Resistencia a la tracción (MPa)		Alargamiento a la rotura(%)		Resistencia a la perforación N/1 mm
				MD	TD	MD	TD	MD	TD	
Ej. 16	60	4x5	1,7	166	215	68	79	215	98	3,0
Ej. 17	100	4x6	5,2	201	299	70	92	138	68	4,0
Ej. 18	100	4x5	3,1	193	203	72	90	190	87	3,9
Ej. 19	60	4x5	1,8	188	206	65	78	196	96	3,2
Ej. 20	60	4x5	3,2	158	172	60	75	240	105	2,5
Ej. comp. 14	10	2x2	10,7	155	145	31,5	31,8	880	912	0,8
Ej. comp. 15	10	2x2	12,5	186	190	34,2	32,9	632	753	1,0
Ej. comp. 16	10	2x2	11,2	165	173	32,8	34,9	858	776	1,0

10 A partir de los datos de la tabla 12 puede observarse que, en comparación con las películas de los ejemplos comparativos, las películas de los ejemplos inventivos 16-20 ofrecen ventajas de mayores razones de estiramiento, velocidad de estiramiento más rápida, mayores resistencias mecánicas y mejores propiedades ópticas. Además, la comparación entre los ejemplos 16-20 y los ejemplos comparativos 14-16 muestra que las composiciones de polietileno de la invención tienen mejor rendimiento de formación de película.

15 Aunque las realizaciones ilustrativas de la invención se han descrito para el caso particular, se entenderá que otras diversas modificaciones resultarán evidentes y pueden realizarse fácilmente por un experto en la técnica sin apartarse del espíritu y el alcance de la invención. Por consiguiente, no se pretende que el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la misma se limiten a los ejemplos y descripciones expuestos en el presente documento sino más bien que ha de interpretarse que las reivindicaciones engloban todas las características de la novedad patentable que reside en la presente invención, incluyendo todas las características que los expertos en la técnica a la que pertenece la invención tratarían como equivalentes de la misma. La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a muchas realizaciones y ejemplos específicos. Considerando la descripción detallada anterior, muchas variaciones resultarán evidentes para los expertos en la técnica. Todas estas variaciones estarán dentro del alcance de la única finalidad de las reivindicaciones adjuntas.

20 En esta descripción, siempre que una composición, un elemento o un grupo de elementos va precedido de la expresión de transición “que comprende”, se entiende que también se contempla la misma composición, elemento o grupo de elementos con la expresión de transición “que consiste esencialmente en”, “que consiste en”, “seleccionado del grupo que consiste en”, o “es” que preceden la enumeración de la composición, elemento o elementos, y viceversa.

30 Además, debe entenderse que una característica técnica específica descrita para un aspecto y/o realización de la invención puede combinarse con otro aspecto y/o realización de la invención, a menos que haya una contradicción en una combinación de este tipo.

35 La presente invención se describe por medio de las siguientes realizaciones preferidas:

40 1. Una composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 9,0, una Mz/Mw de 4,0 hasta 7,0 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 13,5, midiéndose dichos Mw, Mn, Mz, Mz+1

ES 2 619 196 T3

mediante cromatografía de permeación en gel.

2. La composición de polietileno del punto 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,0 hasta 8,5, una M_z/M_w de 4,0 hasta 6,5 y una M_z+1/M_w de 4,5 hasta 12,5.

3. La composición de polietileno del punto 2, que tiene al menos una de las características siguientes:

- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

- la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;

- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

4. La composición de polietileno del punto 2, que tiene al menos una de las características siguientes:

- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

- la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 105 hasta 128°C;

- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 2% en moles y el 10% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

5. La composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 2 a 4, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

6. La composición de polietileno del punto 5, que tiene al menos una de las características siguientes:

- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min;

- el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;

- las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;

- el componente A y el componente B tienen, cada uno de forma independiente, un índice de distribución de peso

ES 2 619 196 T3

- molecular Mw/Mn de no más de 4,5 y el componente C tiene un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 8,0;
- 5 - el componente A y el componente B se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de metalloceno y el componente C se produce mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta;
- las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de forma independiente, al menos una de olefinas C₃-C₂₀; y
- 10 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de forma independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
7. La composición de polietileno del punto 5 ó 6, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A, es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B, es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C, es de 10-75 partes en peso.
- 15 8. La composición de polietileno del punto 7, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 20 9. La composición de polietileno del punto 7 u 8, en la que la cantidad W_A, la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$.
- 25 10. La composición de polietileno del punto 7 u 8, en la que la cantidad W_A, la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$.
11. La composición de polietileno del punto 7 u 8, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 30 12. La composición de polietileno del punto 1, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 8,0, una Mz/Mw de 4,0 hasta 6,0 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 12,5.
13. La composición de polietileno del punto 12, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 35 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
- 40
- 45 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;
- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y
- 50 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
14. La composición de polietileno del punto 12, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 55 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
- 60
- 65 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 105 hasta 128°C;

- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 2% en moles y el 10% en moles; y
- 5 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
15. La composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 12 a 14, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el
- 10 componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad
- 15 lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³, midiéndose los índices de fusión a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
16. La composición de polietileno del punto 15, que tiene al menos una de las características siguientes:
- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min;
 - el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;
 - 25 - las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;
 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 4,5;
 - 30 - los componentes A, B y C se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno;
 - las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y
 - 35 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
17. La composición de polietileno del punto 15 ó 16, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso.
- 40 18. La composición de polietileno del punto 17, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 45 19. La composición de polietileno del punto 17 ó 18, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$.
- 50 20. La composición de polietileno del punto 17 ó 18, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$.
21. La composición de polietileno del punto 17 ó 18, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 55 22. La composición de polietileno del punto 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,5 hasta 9,0, una M_z/M_w de 4,5 hasta 7,0 y una M_z+1/M_w de 7,5 hasta 13,5.
23. La composición de polietileno del punto 22, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 60 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 80% del
- 65

área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 20% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

5 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;

- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y

10 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

24. La composición de polietileno del punto 22, que tiene al menos una de las características siguientes:

15 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 70% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 30% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

25 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 110 hasta 128°C;

- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 2% en moles y el 10% en moles; y

30 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

35 25. La composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 22 a 24, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

26. La composición de polietileno del punto 25, que tiene al menos una de las características siguientes:

45 - el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min;

- el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;

50 - las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;

- los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 8,0;

55 - los componentes A, B y C se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta;

60 - las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y

- los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.

65 27. La composición de polietileno del punto 25 ó 26, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de

ES 2 619 196 T3

componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso.

5 28. La composición de polietileno del punto 27, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.

10 29. La composición de polietileno del punto 27 ó 28, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $4,6 \times \lg MI_A + 10,4 \geq W_A / W_C \geq 0,18 \times \lg MI_A + 0,7$.

30. La composición de polietileno del punto 27 ó 28, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $1,8 \times \lg MI_A + 4,7 \geq W_A / W_C \geq 0,22 \times \lg MI_A + 0,9$.

15 31. La composición de polietileno del punto 27 ó 28, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.

32. La composición de polietileno del punto 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,5 hasta 8,5, una M_z/M_w de 4,5 hasta 6,5 y una $M_z + 1/M_w$ de 7,5 hasta 13,0.

20 33. La composición de polietileno del punto 32, que tiene al menos una de las características siguientes:

25 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 70% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 30% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

30 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;

35 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

40 34. La composición de polietileno del punto 32, que tiene al menos una de las características siguientes:

45 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

50 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 110 hasta 130°C;

55 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 2% en moles y el 10% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

60 35. La composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 32 a 34, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad

65

lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

- 5 36. La composición de polietileno del punto 35, que tiene al menos una de las características siguientes:
- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min;
 - el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;
 - las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;
 - los componentes A y B tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 8,0 y el componente C tiene un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 4,5;
 - los componentes A y B se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta y el componente C se produce mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno;
 - las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y
 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30 37. La composición de polietileno del punto 35 ó 36, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso.
- 35 38. La composición de polietileno del punto 37, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 40 39. La composición de polietileno del punto 37 ó 38, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $4,6 \times \lg MI_A + 10,4 \geq W_A/W_C \geq 0,18 \times \lg MI_A + 0,7$.
- 45 40. La composición de polietileno del punto 37 ó 38, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $1,8 \times \lg MI_A + 4,7 \geq W_A/W_C \geq 0,22 \times \lg MI_A + 0,9$.
- 50 41. La composición de polietileno del punto 37 ó 38, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 55 42. La composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 1 a 41, que comprende además un lubricante en una cantidad que oscila entre 0,05 y 5 partes en peso por 100 partes en peso de todas las resinas de polietileno en la composición.
- 60 43. Una película que comprende al menos una capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno según uno cualquiera de los puntos 1 a 42.
- 65 44. La película del punto 43, en la que la película tiene una estructura compleja que consiste en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, y en la que al menos la capa central es la capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno.
45. La película del punto 43, en la que la película es una película orientada biaxialmente preparada a través de un procedimiento en marco tensor.
46. La película del punto 45, en la que el método de estiramiento biaxial emplea una razón de estirado en la dirección de la máquina de al menos 4, una razón de estirado en la dirección transversal de al menos 5, y una velocidad de estiramiento en la dirección transversal de al menos el 50%/s.
47. La película de uno cualquiera del punto 43 a 46, en la que la película tiene un grosor de 10 hasta 200 μm .
48. La película de uno cualquiera del punto 45 a 47, en la que la película orientada biaxialmente tiene una resistencia a la tracción en la dirección de la máquina de al menos 55 MPa, una resistencia a la tracción en la

ES 2 619 196 T3

dirección transversal de al menos 65 MPa, una resistencia a la perforación de al menos 2,5 N, y un alargamiento a la rotura de no más del 350%.

REIVINDICACIONES

1. Composición de polietileno que comprende un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 9,0, una Mz/Mw de 4,0 hasta 7,0 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 13,5, midiéndose dichos Mw, Mn, Mz, Mz+1 mediante cromatografía de permeación en gel.
2. Composición de polietileno según la reivindicación 1, en la que la composición de polietileno tiene un Mw de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una Mw/Mn de 4,0 hasta 8,5, una Mz/Mw de 4,0 hasta 6,5 y una Mz+1/Mw de 4,5 hasta 12,5.
3. Composición de polietileno según la reivindicación 2, que tiene al menos una de las características siguientes:
- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;
 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y
 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg,
- o que tiene al menos una de las características siguientes:
- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 105 hasta 128°C;
 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo del 2% en moles hasta el 10% en moles; y
 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
4. Composición de polietileno según la reivindicación 2 ó 3, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.
5. Composición de polietileno según la reivindicación 4, que tiene al menos una de las características siguientes:
- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene un

ES 2 619 196 T3

- índice de fusión MI_B de 3 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min;
- 5 - el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;
- las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;
- 10 - el componente A y el componente B tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 4,5 y el componente C tiene un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 8,0;
- 15 - el componente A y el componente B se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno, y el componente C se produce mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta;
- las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y
- 20 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
6. Composición de polietileno según la reivindicación 4 ó 5, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso, preferiblemente la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 25 6. Composición de polietileno según la reivindicación 6, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$, preferiblemente $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$.
- 30 7. Composición de polietileno según la reivindicación 6, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 35 8. Composición de polietileno según la reivindicación 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 180.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,0 hasta 8,0, una M_z/M_w de 4,0 hasta 6,0 y una M_z+1/M_w de 4,5 hasta 12,5.
- 40 9. Composición de polietileno según la reivindicación 9, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 45 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
- 50 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;
- 55 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y
- 60 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg,
- o que tiene al menos una de las características siguientes:
- 65 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que

- 5 incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 50% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
- 10 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 105 hasta 128°C;
- 15 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 2% en moles y el 10% en moles; y
- 15 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
11. Composición de polietileno según la reivindicación 9 ó 10, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 2 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 2,1 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³, midiéndose los índices de fusión a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.
- 20
- 25
12. Composición de polietileno según la reivindicación 11, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 30 - el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 1,5 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 3 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min;
- 35 - el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;
- las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;
- 40 los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 4,5;
- los componentes A, B y C se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de metaloceno;
- 45 - las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} y
- los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
- 50
13. Composición de polietileno según la reivindicación 11 ó 12, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso, preferiblemente la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 55
14. Composición de polietileno según la reivindicación 13, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $5,2 \times 1gMI_A + 11,6 \geq W_A/W_C \geq 0,9 \times 1gMI_A + 2,1$, preferiblemente $2,9 \times 1gMI_A + 6,8 \geq W_A/W_C \geq 1,1 \times 1gMI_A + 2,7$.
- 60
15. Composición de polietileno según la reivindicación 13, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 65
16. Composición de polietileno según la reivindicación 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,5 hasta 9,0, una M_z/M_w de 4,5 hasta 7,0 y una

Mz+1/Mw de 7,5 hasta 13,5.

17. Composición de polietileno según la reivindicación 16, que tiene al menos una de las características siguientes:

5
10
- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 80% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 20% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

15
- la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;

20
- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo comprendido entre el 0,5% en moles y el 20% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg,

25
o que tiene al menos una de las características siguientes:

30
- la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 105°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 70% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 30% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;

35
- la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 110 hasta 128°C;

40
- el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo del 2% en moles hasta el 10% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

- 45
18. Composición de polietileno según la reivindicación 16 ó 17, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 9,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 80 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.

- 55
19. Composición de polietileno según la reivindicación 18, que tiene al menos una de las características siguientes:

- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 8 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 10 hasta 60 g/10 min;

60
- el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;

65
- las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;

- los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular M_w/M_n de no más de 8,0;
- 5 - los componentes A, B y C se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta;
- las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y
- 10 - los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
- 20. Composición de polietileno según la reivindicación 18 ó 19, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso, preferiblemente la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 15 21. Composición de polietileno según la reivindicación 20, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $4,6 \times \lg MI_A + 10,4 \geq W_A/W_C \geq 0,18 \times \lg MI_A + 0,7$, preferiblemente $1,8 \times \lg MI_A + 4,7 \geq W_A/W_C \geq 0,22 \times \lg MI_A + 0,9$.
- 20 22. Composición de polietileno según la reivindicación 20, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 25 23. Composición de polietileno según la reivindicación 1, en la que la composición de polietileno tiene un M_w de 100.000 g/mol hasta 200.000 g/mol, una M_w/M_n de 4,5 hasta 8,5, una M_z/M_w de 4,5 hasta 6,5 y una M_z+1/M_w de 7,5 hasta 13,0.
- 30 24. Composición de polietileno según la reivindicación 23, que tiene al menos una de las características siguientes:
 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 90 y 110°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 50 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 70% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 30% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 100 hasta 130°C;
 - 35 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un intervalo del 0,5% en moles hasta el 20% en moles; y
 - la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,1 hasta 20 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg,
 - 40 50 o que tiene al menos una de las características siguientes:
 - la composición de polietileno tiene una curva de elución mediante aumento de temperatura, obtenida mediante el método analítico de fraccionamiento por elución mediante aumento de temperatura, tal que incluye un pico de elución a alta temperatura y un pico de elución a baja temperatura, en la que el pico de elución a alta temperatura está a una temperatura que oscila entre 95 y 100°C, y el pico de elución a baja temperatura está a una temperatura que oscila entre 60 y 90°C, y en la que el área del pico de elución a alta temperatura representa no más del 60% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura, y el área del pico de elución a baja temperatura representa al menos el 40% del área total del pico de elución a alta temperatura y del pico de elución a baja temperatura;
 - la composición de polietileno tiene una temperatura de fusión, medida mediante calorimetría diferencial de barrido, en un intervalo de 110 hasta 130°C;
 - 55 60 - el polietileno de baja densidad lineal tiene un contenido molar del comonomero de α -olefina en un
 - 65

intervalo del 2% en moles hasta el 10% en moles; y

- la composición de polietileno tiene un índice de fusión de 0,5 hasta 10 g/10 min, medido a 190°C bajo una carga de 2,16 kg.

- 5
25. Composición de polietileno según la reivindicación 23 ó 24, en la que la composición de polietileno comprende un componente A, un componente C y opcionalmente un componente B, en la que el componente A es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3,5 g/10 min y una densidad ρ_A de 0,880 hasta 0,936 g/cm³; el
- 10
- componente B es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_B de 3,6 hasta 14,9 g/10 min y una densidad ρ_B de 0,910 hasta 0,930 g/cm³; y el componente C es un polietileno de baja densidad lineal copolimerizado de etileno/ α -olefina que tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 150 g/10 min y una densidad ρ_C de 0,880 hasta 0,930 g/cm³.
- 15
26. Composición de polietileno según la reivindicación 25, que tiene al menos una de las características siguientes:
- 20
- el componente A tiene un índice de fusión MI_A de 0,01 hasta 3 g/10 min, el componente B tiene un índice de fusión MI_B de 4 hasta 10 g/10 min y el componente C tiene un índice de fusión MI_C de 15 hasta 100 g/10 min;
- el componente A tiene una densidad ρ_A de 0,910 hasta 0,930 g/cm³, el componente B tiene una densidad ρ_B de 0,913 hasta 0,928 g/cm³ y el componente C tiene una densidad ρ_C de 0,905 hasta 0,928 g/cm³;
- 25
- las densidades ρ_A , ρ_B y ρ_C de los componentes A, B y C cumplen con: $-0,04 \leq \rho_A - \rho_B \leq 0,02$ y $-0,04 \leq \rho_A - \rho_C \leq 0,02$;
- los componentes A y B tienen, cada uno de manera independiente, un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 8,0 y el componente C tiene un índice de distribución de peso molecular Mw/Mn de no más de 4,5;
- 30
- los componentes A y B se producen cada uno mediante una polimerización usando un catalizador de Ziegler-Natta y el componente C se produce mediante una polimerización usando un catalizador de metalloceno;
- 35
- las α -olefinas de los componentes A, B y C son, cada una de manera independiente, al menos una de olefinas C_3 - C_{20} ; y
- los componentes A, B y C tienen, cada uno de manera independiente, un contenido molar de la α -olefina del 0,2 hasta el 15% en moles.
- 40
27. Composición de polietileno según la reivindicación 25 ó 26, en la que en la composición de polietileno, la cantidad de componente A, W_A , es de 25-90 partes en peso, la cantidad de componente B, W_B , es de 0,1-10 partes en peso y la cantidad de componente C, W_C , es de 10-75 partes en peso, preferiblemente la cantidad de componente A es de 30-80 partes en peso, la cantidad de componente B es de 0,5-8 partes en peso y la cantidad de componente C es de 20-70 partes en peso.
- 45
28. Composición de polietileno según la reivindicación 27, en la que la cantidad W_A , la cantidad W_C y el índice de fusión MI_A cumplen con: $4,6 \times \lg MI_A + 10,4 \geq W_A / W_B \geq 0,18 \times \lg MI_A + 0,7$, preferiblemente $1,8 \times \lg MI_A + 4,7 \geq W_A / W_C \geq 0,22 \times \lg MI_A + 0,9$.
- 50
29. Composición de polietileno según la reivindicación 27, en la que la cantidad de componente B es de no más del 35% en peso, basado en el peso total de la composición de polietileno.
- 55
30. Composición de polietileno según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 29, que comprende además un lubricante en una cantidad que oscila entre 0,05 y 5 partes en peso por 100 partes en peso de todas las resinas de polietileno en la composición.
- 60
31. Película que comprende al menos una capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 30.
- 65
32. Película según la reivindicación 31, en la que la película tiene una estructura compleja que consiste en una capa de piel superior, una capa central y una capa de piel inferior, y en la que al menos la capa central es la capa de polietileno formada a partir de la composición de polietileno, o en la que la película es una película orientada biaxialmente preparada a través de un procedimiento en marco tensor.

- 5
33. Película según la reivindicación 32, en la que el método de estiramiento biaxial emplea una razón de estirado en la dirección de la máquina de al menos 4, una razón de estirado en la dirección transversal de al menos 5, y una velocidad de estiramiento en la dirección transversal de al menos el 50%/s.
- 10
34. Película según una cualquiera de las reivindicaciones 31 a 33, en la que la película tiene un grosor de 10 hasta 200 μm .
35. Película según una cualquiera de las reivindicaciones 32 a 34, en la que la película orientada biaxialmente tiene una resistencia a la tracción en la dirección de la máquina de al menos 55 MPa, una resistencia a la tracción en la dirección transversal de al menos 65 MPa, una resistencia a la perforación de al menos 2,5 N, y un alargamiento a la rotura de no más del 350%.

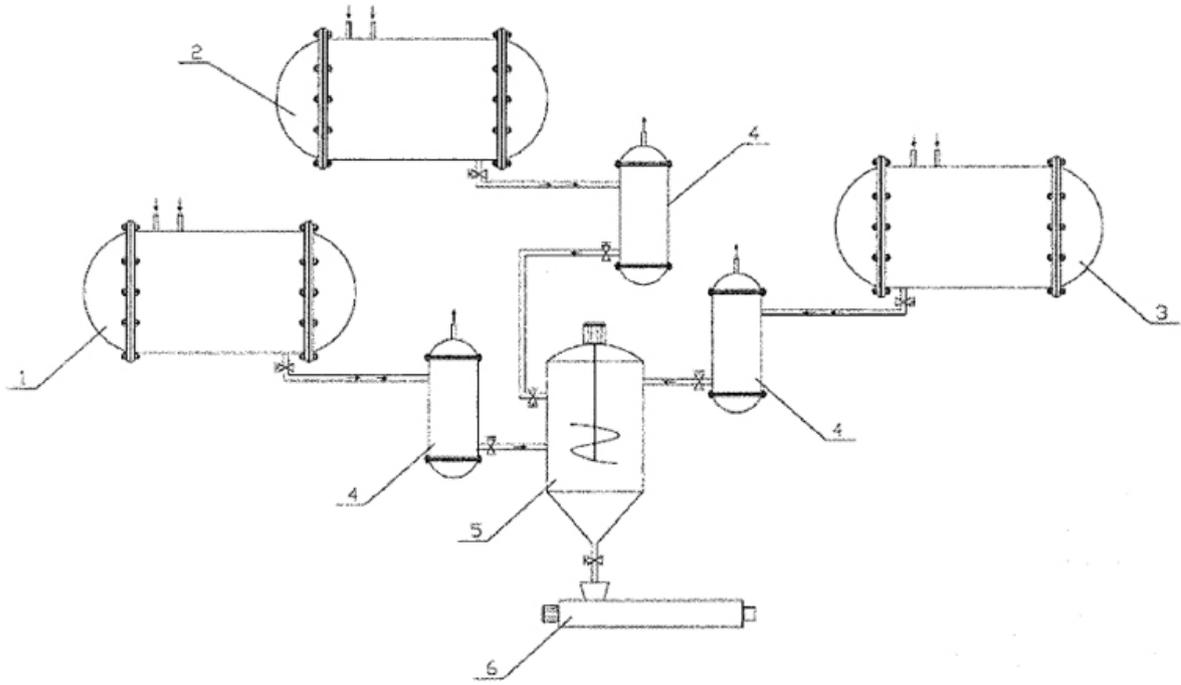


Figura 1