



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 303 164**

51 Int. Cl.:
C08L 23/04 (2006.01)
C08L 23/08 (2006.01)
C08K 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05020166 .4**
86 Fecha de presentación : **15.09.2005**
87 Número de publicación de la solicitud: **1764389**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

54

Título: **Conducto sin presión que comprende un compuesto de polietileno multimodal con una carga inorgánica.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.08.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.08.2008

73

Titular/es: **Borealis Technology Oy**
P.O. Box 330
06101 Porvoo, FI

72

Inventor/es: **Ek, Carl-Gustaf y**
Bäckman, Mats

74

Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 303 164 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

Conducto sin presión que comprende un compuesto de polietileno multimodal con una carga inorgánica.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un tubo, en particular a un tubo para el transporte de fluidos sin presión, que comprende un compuesto de polietileno que incluye una resina base de polietileno y una carga inorgánica. Además, la presente invención se refiere a la utilización de dicho compuesto para la producción de un tubo.

10 Los compuestos de polietileno se utilizan frecuentemente para la producción de tubos debido a sus propiedades físicas y químicas favorables como, por ejemplo, la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y la estabilidad a largo plazo. Los fluidos transportados en los tubos pueden estar sometidos a presión, tal como cuando se transporta agua corriente o gas natural o sin presión, tal como cuando el tubo se utiliza para transportar aguas residuales (agua de desperdicio), para aplicaciones de drenaje (drenaje en el campo y carreteras) para el transporte de aguas pluviales o
15 residuos y desechos de interior. El fluido transportado en un tubo puede tener temperaturas variables, de forma habitual en un intervalo de 0°C a 50°C.

La presente invención se refiere en particular a tubos para el transporte de fluidos sin presión. Dichos tubos se denominan de forma habitual como "tubos sin presión". Los tubos sin presión también se pueden utilizar para la
20 protección de cables y tubos.

Existen diferentes requerimientos en los tubos para el transporte de fluidos a presión (denominados, tubos de presión) y tubos sin presión. Mientras que los tubos de presión deben ser capaces de soportar una presión interna positiva, los tubos sin presión no deben soportar dicha presión, pero se requiere que soporten una presión externa positiva. La presión externa más elevada puede ser debida a la carga de tierra sobre el tubo cuando se sumerge en la tierra, la presión de las aguas subterráneas, la carga del tráfico o fuerzas de sujeción en aplicaciones de interior.

Los tubos sin presión se fabrican actualmente en una variedad de dimensiones desde aproximadamente 0,1 a
30 aproximadamente 3 m de diámetro y de una variedad de diferentes materiales, tales como cerámicos (principalmente arcilla vitrificada), hormigón, PVC, polietileno y polipropileno. Aunque los cerámicos y el hormigón son materiales de bajo coste, son pesados y frágiles. De este modo, ha habido una tendencia para sustituir estos materiales por materiales poliméricos que incluyen compuestos de polietileno.

Los tubos sin presión fabricados de compuestos de polietileno deben cumplir como mínimo dos criterios funda-
35 mentales. En primer lugar, y muy importante, deben mostrar una rigidez suficiente para soportar una presión externa sin la "ayuda" de una contrapresión interna. Como medida de la rigidez de un material puede servir su módulo de flexión. En este aspecto, mediante la utilización de un material con una rigidez más elevada es posible utilizar menos material y mantener la misma rigidez del tubo o, alternativamente, a efectos de tener una mayor resistencia a la presión externa, la rigidez anular se puede aumentar mediante la utilización de la misma cantidad de material o superior en el
40 tubo.

Es conocido que la rigidez de un material de poliolefina se puede aumentar mediante la adición de una carga inorgánica (mineral), pero en este aspecto, debe considerarse que un conjunto de otras propiedades importantes pueden verse afectadas por dicha adición de carga, principalmente debido a la falta de interacción entre la carga y la matriz. También es conocido que el polietileno es más sensible en este aspecto que el polipropileno.

Por ejemplo, el polietileno con carga mineral se ve afectado de forma habitual por características insuficientes a largo plazo. Este efecto se ve, por ejemplo, en las pruebas de presión y en la prueba de Carga Constante Elástica (CTL) a temperaturas elevadas, y/o alargamientos/deflexiones elevadas y/o tiempos más largos.

Además, el polietileno con carga mineral se ve afectado de forma habitual de una considerable disminución en las propiedades de impacto, especialmente a temperaturas bajas.

Un segundo criterio principal para un material de tubo es que no debe romperse de forma quebradiza en una prueba de propagación del crecimiento lento de grietas (SCG). Sin embargo, la resistencia a SCG y la rigidez son dos propiedades contradictorias, es decir, en principio, cuando mayor es el módulo de flexión de un material, más propenso será a SCG.

Además, especialmente para los compuestos de polietileno utilizados para tubos sin presión se requiere una resis-
60 tencia a la fluencia suficientemente elevada. Esto es para que el tubo o sistema de tubos aguante cargas externas durante tiempos largos, por ejemplo, presión de la tierra en aplicaciones bajo tierra o fuerzas de sujeción y/o gravitacionales para soluciones interiores.

La resistencia a la fluencia se mide a menudo como el módulo de fluencia en un tiempo específico, por ejemplo, extrapolado a un valor de 50 años como en DIN 19537 (1988).

ES 2 303 164 T3

Alternativamente, la resistencia a la fluencia se puede medir como la proporción de fluencia, como el módulo de fluencia medido a tiempos cortos dividido por el módulo de fluencia correspondiente a tiempos largos, por ejemplo, según la ISO 9967. Consecuentemente, una proporción de fluencia baja corresponde a una resistencia a la fluencia elevada (en base al resultado de la fluencia a tiempos cortos).

5

Finalmente, el compuesto de polímero utilizado para tubos también debe mostrar una buena capacidad de soldadura, ya que los sistemas de tubos se construyen de forma habitual mediante soldadura o fusión, como un procedimiento de unión general entre las piezas del sistema de tubos o la unión entre capas, por ejemplo, en estructuras de tubos multicapas, por ejemplo, unión por fusión a tope, electrofusión, soldadura por rotación (soldadura por fricción) y soldadura manual o automatizada con materiales de soldadura adicionales. De este modo, es importante que el compuesto utilizado deba mostrar una cierta resistencia mínima de la soldadura. Es conocido que especialmente para los compuestos de polímeros cargados, la resistencia de la soldadura es de forma habitual baja.

10

En vista de todos los requerimientos descritos anteriormente, es objeto de la presente invención dar a conocer un tubo sin presión fabricado de un compuesto de polietileno que tiene una combinación de propiedades mejoradas, en particular que tiene una mayor rigidez a la vez que mantiene a) buenas propiedades a largo plazo, tal como se observa en las pruebas de presión y CTL, b) buena proporción de fluencia, es decir, disponer de una resistencia a la fluencia suficiente o superior, c) propiedades de impacto suficientes, en particular a temperaturas bajas, d) buena resistencia a la propagación de grietas, y e) una capacidad de soldadura aceptable.

15

La presente invención se basa en el sorprendente descubrimiento de que los objetos mencionados anteriormente se pueden conseguir mediante un compuesto de polietileno que comprende una resina base de polietileno multimodal, de modo preferente bimodal, con una cierta rigidez, de modo habitual por encima de 1000 MPa, y una carga inorgánica (mineral). Este descubrimiento es del todo sorprendente, ya que hasta el momento se había considerado como imposible que un polietileno que comprende una carga (mineral) tendría propiedades duraderas, propiedades de impacto y resistencia a la propagación de grietas suficientes, de manera que se puede utilizar como un material para tubos sin presión.

20

Por consiguiente, la presente invención da a conocer un tubo o un artículo con tubos complementarios que comprenden un compuesto de polietileno que incluye una resina base que comprende

30

(A) una primera fracción de homopolímero o copolímero de etileno, y

(B) una segunda fracción de homopolímero o copolímero de etileno,

35

en la que la fracción (A) tiene un peso molecular promedio inferior que la fracción (B), la resina base tiene un módulo de flexión determinado según la ISO 178 de 1000 MPa o superior, y el compuesto comprende además

40

(C) una carga mineral inorgánica, en la que la carga mineral inorgánica está presente en el compuesto en una cantidad de un 1 a un 70% en peso.

Se ha observado que los tubos sin presión según la presente invención tienen una rigidez significativamente mayor tal como se muestra por su módulo de flexión, mientras que, simultáneamente, mantienen buenas propiedades duraderas, baja fluencia, una resistencia elevada a la propagación de grietas en lo que se refiere a una propagación tanto rápida como lenta de grietas, una resistencia al impacto suficiente y una buena capacidad de soldadura.

45

Debe indicarse que el compuesto utilizado para los tubos de la presente invención se caracteriza no por cualquiera de las características individuales definidas anteriormente, sino por su combinación. Mediante esta combinación única de características es posible obtener tubos sin presión de rendimiento superior.

50

El término peso molecular cuando se utiliza en la presente invención indica el peso molecular promedio en peso M_w . Esta propiedad se puede utilizar directamente, o bien se puede utilizar la velocidad de flujo de la masa fundida (MFR) como una medición para la misma.

55

El término "resina base" indica la totalidad de componentes poliméricos en el compuesto de polietileno según la presente invención. De modo preferente, la resina base consiste en fracciones (A) y (B), que opcionalmente comprenden una fracción de prepolímero en una cantidad de hasta un 20% en peso, de modo preferente hasta un 10% en peso, de modo más preferente hasta un 5% en peso de la resina base total.

60

Además de la resina base y la carga inorgánica (C), en el compuesto de polietileno pueden estar presentes aditivos habituales para la utilización con poliolefinas, tales como pigmentos (por ejemplo, negro de carbono), estabilizadores (agentes antioxidantes), antácidos y/o anti-UVs, agentes antiestáticas y agentes de utilización (tal como agentes auxiliares de procesado). De modo preferente, la cantidad de estos aditivos es de un 10% en peso o inferior, de modo más preferente un 8% en peso o inferior, del compuesto total.

65

De modo preferente, el compuesto comprende negro de carbono en una cantidad de un 8% en peso o inferior, de modo más preferente de un 1 a un 4% en peso del compuesto total.

ES 2 303 164 T3

De modo más preferente, la cantidad de aditivos diferentes de negro de carbono es un 1% en peso o inferior, de modo más preferente un 0,5% en peso o inferior.

5 Cuando se utiliza el término “tubo” en la presente invención se entiende que comprende tubos, así como todas las piezas suplementarias para tubos tales como, accesorios, válvulas, cámaras y el resto de piezas que son de modo habitual necesarias para un sistema de tuberías.

10 De modo habitual, a un compuesto de polietileno que comprende como mínimo dos fracciones de polietileno que han sido producidas en condiciones de polimerización diferentes dando lugar a pesos moleculares (promedio en peso) diferentes para las fracciones, se hace referencia como “multimodal”. El prefijo “multi” se refiere al número de fracciones de polímero diferentes de las que consiste el polímero. De este modo, por ejemplo, un compuesto que consiste en sólo dos fracciones se denomina “bimodal”.

15 La forma de la curva de distribución del peso molecular, es decir, la apariencia del gráfico de la fracción en peso del polímero en función de su peso molecular de dicho polietileno multimodal mostrará dos o más máximos o como mínimo claramente ensanchados en comparación con las curvas para las fracciones individuales.

20 Por ejemplo, si se produce un polímero en un proceso secuencial con múltiples etapas, utilizando reactores acoplados en serie y utilizando diferentes condiciones en cada reactor, las fracciones de polímero producidas en los reactores diferentes tendrán cada uno su propia distribución de peso molecular y peso molecular promedio en peso. Cuando se registra la curva de distribución del peso molecular de dicho polímero, las curvas individuales de estas fracciones se superpusieron sobre la curva de distribución de peso molecular para el producto de polímero resultante total, conduciendo de modo habitual a una curva con dos o más máximos diferentes.

25 En una realización preferente del tubo de la presente invención, el compuesto tiene una MFR₅ de 0,1 a 2,0 g/10 min, de modo más preferente de 0,2 a 1,5 g/10 min, de modo aún más preferente de 0,3 a 1,3 g/10 min, y lo más preferente de 0,4 a 1,0 g/10 min.

30 De modo más preferente, el compuesto tiene una MFR₂₁ de 2 a 50 g/10 min, de modo más preferente de 5 a 30 g/10 min, y de modo aún más preferente de 6 a 20 g/10 min.

La proporción de la velocidad de flujo FRR_{21/5} del compuesto que es indicativo para la amplitud de la distribución del peso molecular de un polímero es de modo preferente de 15 a 60, de modo más preferente de 30 a 50.

35 El tubo según la presente invención tiene una rigidez significativamente mejorada en comparación con los materiales de la técnica anterior, principalmente debido a la presencia de carga inorgánica en el compuesto de polietileno. Por consiguiente, el compuesto utilizado para el tubo de la presente invención tiene de modo preferente un módulo de flexión determinado según la ISO 178 de más de 1400 MPa, de modo más preferente de más de 1600 MPa, de modo aún más preferente de más de 1800 MPa y lo más preferente de más de 2000 MPa.

40 De modo habitual, el compuesto tiene un módulo de flexión de 4000 MPa o inferior, normalmente de 3500 MPa o inferior.

45 Además, el módulo de flexión de la resina base es de modo preferente 1100 MPa o más, de modo más preferente de 1150 MPa o más, y lo más preferente de 1200 MPa o más.

50 Además, el compuesto tiene de modo preferente una resistencia a la propagación lenta de grietas de como mínimo 1,5 h a una tensión circunferencial de 4,6 MPa y una presión interna de 9,2 bar a 80°C medidos según EN 13479, de modo más preferente de como mínimo 10 h, de modo aún más preferente de como mínimo 50 h, y lo más preferente de como mínimo 165 h y lo más preferente de como mínimo 500 h.

De modo habitual, la resistencia al crecimiento lento de grietas es de hasta 1000 horas, de modo más preferente de hasta 1500 horas.

55 Se prefiere que un tubo fabricado de un compuesto según la presente invención tenga un tiempo de fallo en la prueba de CTL de como mínimo 1,5 h, de modo más preferente de como mínimo 10 h, de modo aún más preferente de como mínimo 50 h, de modo aún más preferente de como mínimo 165 h y lo más preferente de como mínimo 400 h.

60 Adicionalmente, la resistencia al impacto de los tubos de la presente invención es aún suficientemente elevada a pesar de la incorporación de la carga inorgánica.

65 De este modo, el compuesto tiene de modo preferente una Resistencia al Impacto Charpy a 23°C de más de 2 kJ/m², de modo más preferente de más de 4 kJ/m². De modo habitual, la Resistencia al Impacto Charpy a 23°C es de 100 kJ/m² o inferior.

Además, el compuesto tiene de modo preferente una Resistencia al Impacto Charpy a 0°C de más de 2 kJ/m², de modo más preferente de 4 kJ/m². De modo habitual, la Resistencia al Impacto Charpy a 0°C es de 80 kJ/m² o inferior.

ES 2 303 164 T3

Además, el compuesto tiene de modo preferente una resistencia a la fluencia medida según EN ISO 9967 como la proporción de fluencia a largo plazo E (1 hora)/E (2 años) de 4,5 o inferior, de modo más preferente 4,0 o inferior, de modo aún más preferente 3,7 o inferior y lo más preferente 3,5 o inferior.

5 El compuesto tiene de modo preferente una resistencia a la fluencia medida como el módulo y la proporción de fluencia a corto plazo medida según DIN-Certco ZP 14.3.1 (anteriormente DIN 54852-Z4) de 4,5 o inferior, de modo más preferente 4,0 o inferior, de modo aún más preferente 3,7 o inferior y lo más preferente 3,5 o inferior. La proporción de fluencia a corto plazo se define en la presente invención como el módulo de fluencia después de 1 minuto dividido por el módulo de fluencia después de 200 horas.

10 Además, el compuesto tiene de modo preferente una módulo de fluencia después de 200 horas de 450 MPa o más, de modo más preferente de 500 MPa o más, de modo aún más preferente de 600 MPa o más, de modo aún más preferente de 700 MPa o más, y lo más preferente de 800 MPa o más.

15 La capacidad de soldadura del compuesto medida como la proporción de la resistencia de la soldadura de una pieza soldada con respecto a la del material completo es de modo preferente superior a 0,5, de modo preferente superior a 0,7, de modo aún más preferente superior a 0,8, de modo aún más preferente superior a 0,9 y lo más preferente superior a 0,95.

20 La capacidad de soldadura del compuesto también se puede medir como la proporción de tensión a la rotura de la pieza soldada con respecto a la del material completo. Esta proporción es de modo preferente superior a 0,2, de modo más preferente superior a 0,3, de modo aún más preferente superior a 0,5, de modo aún más preferente superior a 0,7, de modo aún más preferente superior a 0,8 y lo más preferente superior a 0,9.

25 En el compuesto utilizado para el tubo según la presente invención la carga mineral inorgánica (C) está presente de modo preferente en una cantidad de como mínimo un 1% en peso, de modo más preferente como mínimo un 5% en peso, de modo aún más preferente como mínimo un 8% en peso, de modo aún más preferente como mínimo un 10% en peso y lo más preferente como mínimo un 12% en peso.

30 Además, en el compuesto la carga inorgánica (C) está presente en una cantidad de como máximo un 70% en peso, de modo más preferente como máximo un 60% en peso, de modo aún más preferente como máximo un 50% en peso. En particular, en cuanto a la resistencia a la soldadura se prefiere que la carga mineral inorgánica (C) esté presente en una cantidad de como máximo un 45% en peso, de modo más preferente como máximo un 30% en peso, de modo aún más preferente como máximo un 25% en peso.

35 El carga (C) del compuesto puede comprender todos los materiales de carga mineral inorgánica que se conocen en la técnica. La carga (C) puede comprender también una mezcla de cualquiera de dichos materiales de carga. Algunos ejemplos de dichos materiales de carga son óxidos, hidróxidos y carbonatos de aluminio, magnesio, calcio y/o bario.

40 De modo preferente, la carga (C) comprende un compuesto inorgánico de un metal de los grupos 1 a 13, de modo más preferente los grupos 1 a 3, de modo aún más preferente los grupos 1 y 2 y el más preferente el grupo 2, de la Tabla Periódica de elementos.

45 La numeración de los grupos químicos, tal y como se utiliza en la presente invención, está de acuerdo con el sistema IUPAC en el que los grupos del sistema periódico de los elementos se numeran de 1 a 18.

50 De modo preferente, la carga inorgánica (C) comprende un compuesto seleccionado entre carbonatos, óxidos y sulfatos. Los ejemplos preferentes de dichos compuestos son carbonato cálcico, talco, óxido de magnesio, $Mg_3Ca(CO_3)_4$ huntita y silicato de magnesio hidratado y caolín ("arcilla de China"), siendo los ejemplos preferentes carbonato cálcico, óxido de magnesio, silicato de magnesio hidratado y caolín ("arcilla de China").

55 De modo más preferente, la carga inorgánica tiene un tamaño de partícula promedio en peso de 25 micras o inferior, de modo más preferente de 15 micras o inferior.

De modo preferente, sólo un 2% de la carga tiene un tamaño de partícula de 30 micras o superior, de modo más preferente de 25 micras o superior.

60 La pureza de la carga es de modo preferente de un 94% o superior, de modo preferente un 95% o superior y lo más preferente de un 97% o superior.

En una realización preferente en la que se utiliza $CaCO_3$ como carga, de modo preferente las partículas tienen un tamaño de partícula promedio en peso de 6 micras o inferior, de modo más preferente de 4 micras o inferior.

65 En dicha realización, de modo preferente sólo un 2% en peso tiene un tamaño de partícula de 8 micras o superior, de modo más preferente de 7 micras o superior.

ES 2 303 164 T3

La carga inorgánica puede comprender una carga que se ha tratado en la superficie con un organosilano, un polímero, un ácido carboxílico o sal, etc. para ayudar en el procesamiento y proporcionar una mejor dispersión de la carga en el polímero orgánico. Dichos recubrimientos de modo habitual no constituyen más de un 3% en peso de la carga.

5 De modo preferente, los compuestos según la presente invención contienen menos de un 3% en peso de recubrimientos de sal de organometálico o polímero.

10 El índice de fluidificación por cizalla (SHI) es la proporción de la viscosidad del compuesto de polietileno a diferentes tensiones de cizalla. En la presente invención, se utilizan tensiones de cizalla a 2,7 kPa y 210 kPa para calcular el $SHI_{(2,7/210)}$ que puede servir como medida de la amplitud de la distribución de pesos moleculares.

De modo preferente, el compuesto tiene un índice de fluidificación por cizalla $SHI_{(2,7/210)}$ de 20 o superior, de modo más preferente de 30 o superior.

15 Además, el $SHI_{(2,7/210)}$ del compuesto es 150 o inferior, de modo más preferente es 120 o inferior, de modo aún más preferente es 100 o inferior y lo más preferente es 70 o inferior.

20 De modo preferente, la resina base tiene una densidad de 915 kg/m³ o superior, de modo más preferente de 920 kg/m³ o superior, de modo aún más preferente de 930 kg/m³ o superior, de modo aún más preferente de 940 kg/m³ o superior y lo más preferente de 950 kg/m³ o superior.

Además, es preferente que la resina base tenga una densidad de 965 kg/m³ o inferior, de modo más preferente de 960 kg/m³ o inferior, y lo más preferente de 950 kg/m³ o inferior.

25 El compuesto incluye de modo preferente un copolímero de etileno y uno o más comonómeros de olefina alfa, de modo preferente uno o más comonómeros de olefina alfa C₄ a C₁₀.

30 De modo preferente, el comonómero se selecciona del grupo de 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 1-octeno y 1-deceno. Más preferentemente, el comonómero es 1-buteno y/o 1-hexeno.

Además, es preferente que la cantidad total de comonómeros en la resina base sea inferior a un 2,0% molar, de modo más preferente inferior a un 1% molar, de modo aún más preferente inferior a un 0,7% molar, de modo aún más preferente inferior a un 0,4% molar, de modo aún más preferente inferior a un 0,3% molar, y lo más preferente inferior a un 0,2% molar.

35 De modo preferente, la fracción (A) del compuesto es un homopolímero de etileno.

40 La fracción (A) del compuesto de polietileno tiene de modo preferente una densidad de 950 kg/m³ o superior, de modo más preferente de 960 kg/m³ o superior, y lo más preferente de 968 kg/m³ o superior. De modo habitual, la densidad de la fracción (A) es de 980 kg/m³ o inferior.

De modo preferente, la fracción (A) tiene una MRF₂ de 20 a 2000 g/10 min, de modo más preferente de 50 a 1500 g/10 min y lo más preferente de 100 a 1200 g/10 min.

45 Además, de modo preferente la fracción (B) es un copolímero de etileno que comprende de modo preferente uno o más de los tipos de comonómeros mencionados anteriormente.

50 La fracción (B) del compuesto comprende de modo preferente como mínimo un 0,35% molar, de modo más preferente como mínimo un 0,55% molar, y de modo aún más preferente como mínimo un 0,75% molar de uno o más de los tipos de comonómeros mencionados anteriormente.

La fracción (B) del compuesto de polietileno tiene de modo preferente una densidad de 922 kg/m³ o superior, de modo más preferente de 924 kg/m³ o superior, y lo más preferente de 927 kg/m³ o superior.

55 Además, la fracción (B) tiene de modo preferente una densidad de 940 kg/m³ o inferior.

60 En el compuesto utilizado para el tubo según la presente invención, de modo preferente la proporción en peso de las fracciones (A):(B) en la resina base es de 60:40 a 40:60, de modo más preferente es de 58:42 a 42:58 y lo más preferente de 56:44 a 44:56.

En el compuesto de polietileno la proporción de MFR₂ de la fracción (A) con respecto a MFR₅ de la resina base es preferentemente de 10 o superior, de modo más preferente de 50 o superior, de modo más preferente de 100 a 10000.

65 De modo preferente, la resina base consiste en las fracciones (A) y (B).

El tubo sin presión de la presente invención puede tener cualquier diseño deseado. Los tubos preferentes son tubos de pared sólidos con un diámetro interno de como máximo 600 mm, de modo más preferente de como máximo

ES 2 303 164 T3

500 mm, y lo más preferente como máximo 400 mm. Algunos tubos preferentes adicionales son tubos de pared estructurados, tales como tubos de pared ondulados, de modo preferente de un diámetro de 3 m o inferior.

5 Particularmente preferentes son los tubos de pared dobles/multicapas con secciones huecas con diámetros de como máximo 1000 mm, de modo más preferente de como máximo 800 mm y lo más preferente de como máximo 600 mm.

Como ejemplo particular de un tubo sin presión se pueden mencionar las alcantarillas de las carreteras. De modo preferente, dichas alcantarillas de la carretera tienen un diámetro de 0,6 a 3 m.

10 Tal como se ha mencionado, el tubo de la presente invención se puede utilizar para varios fines tales como el drenaje y para la protección de cable y tubos. El término "drenaje" comprende el drenaje en el campo y las carreteras, el transporte de aguas pluviales y la descarga de residuos y desechos de interior (residuos de interior).

15 El tubo sin presión de la presente invención se puede fabricar de modo preferente mediante la extrusión en un extrusor de tubos. Después del extrusor, el tubo se saca sobre una manga de calibración y se enfría. El tubo también se puede fabricar en un proceso de devanado por extrusión en diámetros de 2 a 3 m o más. El tubo también se puede procesar en un dispositivo de ondulación en combinación con o próximo a una etapa de calibración, por ejemplo, para la fabricación de tubos multicapas de diseño ondulado de pared doble o pared multicapa, con o sin la sección hueca, o los tubos con un diseño corrugado.

20 Las piezas del tubo tales como válvulas, cámaras, etc. se preparan mediante procesos convencionales tales como moldeo por inyección, moldeo por soplado, etc.

25 Cuando en la presente invención se dan características de las fracciones (A) y/o (B) del compuesto de la presente invención, estos valores son generalmente válidos para los casos en los que se pueden medir directamente en la fracción respectiva, por ejemplo, cuando la fracción se produce por separado o se produce en la primera etapa de un proceso multietapa.

30 Sin embargo, la resina base también se puede producir y de modo preferente se produce en un proceso multietapa en el que, por ejemplo, las fracciones (A) y (B) se producen en etapas posteriores. En dicho caso, las propiedades de las fracciones producidas en la segunda y la tercera etapa (o etapas posteriores) del proceso multietapa se pueden deducir de los polímeros, que se producen por separado en una etapa única mediante la aplicación de condiciones de polimerización idénticas (por ejemplo, temperatura, presiones parciales de los reactivos/diluyentes, medio de suspensión, tiempo de reacción idénticos) con respecto a la etapa del proceso multietapa en la que se produce la fracción, y mediante la utilización de un catalizador sobre el que no hay polímero previamente producido. Alternativamente, se pueden calcular las propiedades de las fracciones producidas en una etapa superior del proceso multietapa, por ejemplo, según B. Hagström, Conference on Polymer Processing (The Polymer Processing Society), Extended Abstracts and Final Programme, Gotemburgo, 19 a 21 de Agosto, 1997, 4:13.

40 De este modo, aunque no son medibles directamente en los productos del proceso multietapa, las propiedades de las fracciones producidas en etapas superiores de dicho proceso multietapa se pueden determinar mediante la aplicación de alguno de los métodos anteriores o de ambos. El técnico en la materia será capaz de seleccionar el método apropiado.

45 El compuesto de polietileno según la presente invención de modo preferente se produce de manera que como mínimo una de las fracciones (A) y (B), de modo preferente (B), se produce en una reacción en fase gaseosa.

De modo más preferente, una de las fracciones (A) y (B) del compuesto de polietileno, de modo preferente la fracción (A) se produce en una reacción en emulsión, de modo preferente en un reactor tubular y una de las fracciones (A) y (B), de modo preferente la fracción (B), se produce en una reacción en fase gaseosa.

50 Además, la resina base de polietileno de modo preferente es una mezcla "in situ". Dichas mezclas se producen de modo preferente en un proceso multietapa. Sin embargo, una mezcla "in situ" también se puede producir en una etapa de una reacción mediante la utilización de dos o más tipos diferentes de catalizador.

55 Un proceso multietapa se define como un proceso de polimerización en el que un polímero que comprende dos o más fracciones se produce mediante la producción de cada una o como mínimo dos fracciones de polímero en una etapa de reacción separada, de modo habitual con condiciones de reacción diferentes en cada etapa, en presencia del producto de reacción de la etapa previa que comprende un catalizador de polimerización.

60 Por consiguiente, es preferente que las fracciones (A) y (B) del compuesto de polietileno se produzcan en etapas diferentes de un proceso multietapa.

De modo preferente, el proceso multietapa comprende como mínimo una etapa en fase gaseosa en la que, de modo preferente, se produce la fracción B.

65 De modo más preferente, la fracción (B) se produce en una etapa posterior en presencia de fracción (A) que se ha producido en una etapa anterior.

ES 2 303 164 T3

Ya se conoce previamente cómo producir polímeros de olefinas multimodales, en particular bimodales, tales como polietileno multimodal, en un proceso multietapa que comprende dos o más reactores conectados en serie. Como ejemplo de esta técnica anterior, se puede hacer mención de la EP 517 868, que se incorpora en la presente invención a modo de referencia en su totalidad, incluyendo todas sus realizaciones preferentes tal como se describen en la misma, como un proceso multietapa preferente para la producción del compuesto de polietileno según la presente invención.

De modo preferente, las principales etapas de polimerización del proceso multietapa son tal como se describen en EP 517 868, es decir, la producción de las fracciones (A) y (B) se lleva a cabo como una combinación de polimerización en emulsión para la fracción (A)/polimerización en fase gaseosa para la fracción (B). La polimerización en emulsión se realiza de modo preferente en un reactor denominado tubular. De modo más preferente, la etapa de polimerización en emulsión precede a la etapa en fase gaseosa. Sin embargo, el orden de las etapas puede invertirse.

De modo opcional y ventajoso, las principales etapas de polimerización pueden estar precedidas por una prepolimerización, en cuyo caso se produce hasta un 20% en peso, de modo preferente de un 1 a un 10% en peso, de modo más preferente de un 1 a un 5% en peso de la resina base total. El prepolímero es de modo preferente un homopolímero de etileno (HDPE). En la prepolimerización, de modo preferente todo el catalizador se carga en el reactor tubular y la prepolimerización se lleva a cabo como una polimerización en emulsión. Dicha prepolimerización conduce a la producción de partículas menos finas en los reactores siguientes y la obtención final de un producto más homogéneo.

Entre los catalizadores de polimerización se incluyen catalizadores de coordinación de un metal de transición, tales como Ziegler-Natta (ZN), metalícenos, no metalícenos, catalizadores de Cr, etc. El catalizador se puede soportar, por ejemplo, con soportes convencionales que incluyen sílice, soportes que contienen Al y soportes basados en dicloruro de magnesio. De modo preferente el catalizador es un catalizador ZN.

El producto final resultante consiste en una mezcla íntima de los polímeros de los dos reactores, las diferentes curvas de distribución de pesos moleculares de estos polímeros forman juntas una curva de distribución de pesos moleculares que tiene un máximo amplio o dos máximos, es decir, el producto final es una mezcla de polímeros bimodales.

Es preferente que la resina base multimodal del compuesto de polietileno según la presente invención sea una mezcla de polietileno bimodal que consiste en las fracciones (A) y (B), comprendiendo además de modo opcional una fracción de prepolimerización pequeña en la cantidad tal como se ha descrito anteriormente. También es preferente que esta mezcla de polímeros bimodal se produzca mediante la polimerización tal como se ha descrito anteriormente en diferentes condiciones de polimerización en dos o más reactores de polimerización conectados en serie. Debido a la flexibilidad con respecto a las condiciones de reacción obtenidas de esta manera, lo más preferente es que la polimerización se lleve a cabo en una combinación de reactor tubular/reactor en fase gaseosa.

De modo preferente, las condiciones de polimerización en el método preferente de dos etapas se eligen de manera que el polímero comparativamente de bajo peso molecular que no contiene comonomero se produce en una etapa, de modo preferente la primera etapa, debido a un contenido elevado de agente de transferencia de cadenas (gas hidrógeno), mientras que el polímero de peso molecular elevado que contiene comonomero se produce en otra etapa, de modo preferente la segunda etapa. Sin embargo, el orden de estas etapas puede invertirse.

En la realización preferente de la polimerización en un reactor tubular seguido de un reactor en fase gaseosa, la temperatura de polimerización en el reactor tubular de modo preferente es de 85 a 115°C, de modo más preferente de 90 a 105°C y lo más preferente de 92 a 100°C y la temperatura en el reactor en fase gaseosa de modo preferente es de 70 a 105°C de modo más preferente de 75 a 100°C y lo más preferente de 82 a 97°C.

Según sea necesario, se añade a los reactores un agente de transferencia de cadenas, de modo preferente hidrógeno, y de modo preferente se añaden al reactor de 200 a 800 moles de H₂/kmoles de etileno, cuando la fracción de peso molecular bajo (LMW) se produce en este reactor, se añaden de 0 a 50 moles de H₂/kmoles de etileno al reactor en fase gaseosa cuando este reactor produce la fracción de peso molecular elevado (HMW).

El compuesto de modo preferente si se produce en un proceso que comprende una etapa de compuesto, en la que el compuesto de la resina base, es decir, la mezcla, la cual se obtiene de modo habitual del reactor como una resina base en polvo, se extruye en un extrusor y, a continuación, se granulan en gránulos de polímero de una manera conocida en la técnica.

De modo preferente, en esta etapa de extrusión la carga y, opcionalmente, otros aditivos u otros componentes poliméricos se pueden añadir a el compuesto en la cantidad descrita anteriormente.

El extrusor puede ser, por ejemplo, cualquier unidad de compuesto o extrusora utilizada de modo convencional, de modo preferente es un extrusor de doble husillo con rotación en el mismo sentido o en sentido contrario, o un mezclador interno tal como un mezclador de tipo Banbury o un extrusor de husillo único tal como un extrusor mezclador Buss o de husillo único convencional. También se pueden utilizar mezcladores estáticos tales como Kenics, Koch, etc. además de las unidades de compuesto o extrusoras mencionadas a efectos de mejorar la distribución de la carga en la matriz de polímero.

ES 2 303 164 T3

Además, la presente invención se refiere al uso de un compuesto de polietileno tal como se ha descrito anteriormente en la presente invención para la producción de un tubo, en particular un tubo sin presión.

La figura 1 muestra la muestra y la muesca a aplicar en la muestra para la prueba CTL.

Ejemplos

1. Definiciones y métodos de medición

a) Densidad

La densidad se mide según la ISO 1183/ISO1872-2B.

b) Velocidad de flujo de la masa fundida/Proporción de la velocidad de flujo

La velocidad de flujo de la masa fundida (MFR) se determina según la ISO 1133 y se indica en g/10 min. La MFR es una indicación de la capacidad de fluidez y, por lo tanto, la procesabilidad del polímero. Cuanto más elevada es la velocidad de flujo de la masa fundida, menor es la viscosidad del polímero. La MFR se determina a 190°C y se puede determinar a diferentes cargas tales como 2,16 kg (MFR₂), 5 kg (MFR₅) o 21,6 kg (MFR₂₁).

La cantidad FRR (proporción de velocidad de flujo) es una indicación de la distribución de pesos moleculares e indica la proporción de velocidades de flujo a diferentes cargas. De este modo, FRR_{21/5} indica el valor de MFR₂₁/MFR₅.

c) Parámetros reológicos

Los parámetros reológicos, tales como el Índice de Fluidificación por Cizalla SHI y la Viscosidad, se determinan utilizando un reómetro, de modo preferente un Reómetro Anton Paar Physica MCR 300. La definición y las condiciones de medición se describen con detalle desde la página 8, línea 29 a la página 11, línea 25 del documento WO 00/22040.

d) Carga Constante Elástica (CTL)

La prueba CTL se realiza haciendo referencia a la ISO 6252 - 1992 (E), con la muesca según ASTM 1473 de la siguiente manera:

La prueba CTL es una prueba para el crecimiento lento de grietas acelerado, donde la aceleración se mantiene mediante una temperatura elevada de 60°C. La prueba se realiza en una solución activa en la superficie y la incorporación de una muesca acelera el tiempo de fallo y asegura una deformación plana en las muestras.

La tensión en las muestras fue de 5,0 MPa (tensión real en la región con muescas). El tensoactivo utilizado en la prueba fue IGEPAL CO-730 a una temperatura de 60°C.

Las muestras se preparan mediante la presión a una placa con una longitud total de 125 a 130 mm y una anchura en sus extremos de 21 +/- 0,5 mm. A continuación, la placa se fresa con las dimensiones correctas en un punto de encuentro sobre dos de las caras con una distancia al centro de ambos soportes de 90 mm y un diámetro de agujero de 10 mm. La parte central de la placa tiene una longitud paralela de 30 +/- 0,5 mm, una anchura de 9 +/- 0,5 mm y un grosor de 6 +/- 0,5 mm.

A continuación, se corta una muesca frontal de 2,5 mm de profundidad en la muestra con una cuchilla de afeitar ajustada en una muescadora (ingeniería PENT-NOTCHER, Norman Brown), la velocidad de muesqueo es de 0,2 mm/min. En las dos caras restantes se cortan surcos de 0,8 mm que deberían ser coplanares con la muesca. Después de realizar las muescas, la muestra se acondiciona a 23°C +/- 1°C y una humedad relativa del 50% durante como mínimo 48 horas. A continuación, las muestras se montan en una cámara de prueba en la que se mantiene la solución activa (solución acuosa al 10% de IGEPAL CO-730, sustancia química: nonil fenil polietilén glicol éter). Las muestras se cargan con un peso muerto y en el momento de la rotura se apaga un cronómetro automático.

La muestra y la muesca a aplicar a la muestra se muestran en la figura 1, en la que:

A: longitud total de 125 a 130 mm

B: anchura en los extremos 21 +/- 0,5 mm

C: distancia al centro entre los soportes de 90 mm

D: longitud paralela de 30 +/- 0,5 mm

E: anchura de la parte paralela estrecha de 9 +/- 0,5 mm

ES 2 303 164 T3

F: diámetro del agujero de 10 mm

G: muesca principal de 2,5 +/- 0,02 mm

5 H: surcos de las caras de 0,8 mm

I: grosor de la placa de 6 +/- 0,2

e) Resistencia de la soldadura

10

La resistencia de la soldadura se midió según DVS 2203, Teil 4 (prueba de tracción) y se indica como la proporción de la resistencia del material soldado con respecto al material no soldado.

15

Como otra medida de las propiedades y la calidad de la soldadura, se registra la tensión a la rotura durante la medición según DVS 2203, Teil 4 (prueba de tracción), indicada como la proporción de la tensión a la rotura del material soldado con respecto al material no soldado.

f) Resistencia al Impacto Charpy

20

La Resistencia al Impacto Charpy se determinó según la ISO 179/1eA en muestras con muescas en forma de V a 23°C (Resistencia al Impacto Charpy (23°C)) y 0°C (Resistencia al Impacto Charpy (0°C)).

g) Resistencia a la fluencia

25

La proporción de la fluencia a corto plazo se midió en un modo de plegamiento de cuatro puntos según DIN-Certco ZP 14.3.1 (anteriormente DIN 54852-Z4) a 1 min y 200 h. La proporción de fluencia a largo plazo (muestras de tubos) se determinó según la ISO 9967.

h) Módulo de flexión

30

El módulo de flexión se determinó según la ISO 178.

2. Producción de compuestos de polímero y tubos

35

Se produjeron resinas base en una reacción multietapas que comprendía una primera etapa de (pre)polimerización en emulsión en un reactor tubular de 50 dm³, seguido de la transferencia de la emulsión a un reactor tubular de 500 dm³, en el que la polimerización continuó en emulsión para producir el componente de peso molecular bajo, y una segunda polimerización en un reactor en fase gaseosa en presencia del producto del segundo reactor tubular para producir el comonomero que contiene el componente de peso molecular elevado. Como comonomero, se ha utilizado 1-hexeno.

40

Como catalizador se utilizó el catalizador soportado tal como se utilizó en los ejemplos del documento EP 1 137 707.

45

(Tabla pasa a página siguiente)

50

55

60

65

ES 2 303 164 T3

Las condiciones de polimerización aplicadas se indican en la Tabla 1.

TABLA 1

5

	Resina base 1	Resina base 2	Resina base 3
Prepol. T/°C	70	70	70
Prepol.	4,9	4,6	4,6
Alimentación de H ₂			
Prepolimerización proporción de alimentación C ₄ /C ₂	0	0	0
Tubular T/°C	95	95	95
Tubular presión/bar	60	60	60
Tubular C ₂ conc.	6,7	6,9	6,4
Tubular H ₂ /C ₂	580	605	605
MFR ₂ /g/10 min	1100	930	1000
Tubular Densidad	homopolímero	Homopolímero	homopolímero
GPR T/°C	85	85	85
GPR C ₂ conc.	6	10	9
H ₂ /C ₂	15	32	28
C ₆ /C ₂	33	7	17
Separación	3/44/53	2/44/54	2/44/54
Densidad/kg/m ³	952,1	957	954,2
Comonomero/% en peso	0,72	0,24	1,1

50

Los compuestos se compusieron/homogeneizaron por fusión en un Co-mezclador Buss 100 MDK/E-11L/D. El polímero y los aditivos (gránulos y/o polvo) se alimentaron en la primera entrada del mezclador del Co-Mezclador Buss que es un extrusor de husillo único con un extrusor de husillo único de descarga descendente con una unidad de granulación que corta gránulos en la etapa de fundido y se enfriaron mediante agua. Las temperaturas del mezclador se fijaron de 200 a 240°C, desde la primera entrada hasta la salida, la temperatura de enroscado a 210°C y el extrusor de descarga alrededor de 230°C. Las RPM del husillo del mezclador fueron de 170 a 190 rpm y el rendimiento de 100 a 150 kg/h. La carga, tal como se ha especificado anteriormente, se alimentó en el polímero fundido en la segunda entrada del mezclador descendente.

55

60 El compuesto 1 y el compuesto 2 se produjeron mediante el compuesto de la resina base (1) y la resina base (2), respectivamente, con un 20% en peso de talco. El compuesto (3a) se produjo mediante el compuesto de la resina base (3) con un 10% en peso de talco y el compuesto (3b) se produjo mediante el compuesto de la resina base (3) con un 40% en peso de CaCO₃. Los resultados se indican en la Tabla 2.

65

El talco utilizado como carga tenía un tamaño de partícula promedio en peso de 5 micras con sólo un 2% en peso con un tamaño de partícula de 20 micras o superior, y una pureza del 98% de Mg-silicato.

ES 2 303 164 T3

El CaCO_3 utilizado tenía un tamaño de partícula promedio en peso de 1,5 micras y sólo un 2% en peso con un tamaño de partícula de 8 micras o superior, y una pureza del 98,5% de CaCO_3 .

5 Los tubos se fabricaron mediante la alimentación del compuesto/resina base en forma de gránulos en un extrusor de tubos Cincinnati convencional para la extrusión con una velocidad en línea de alrededor de 1 m/min en tubos de un diámetro de 110 mm con un grosor de pared de 4 mm.

10 Los extrusores para fabricar los tubos pueden ser extrusores de tubo estándar, tales como extrusores de husillo único con una L/D de 20 a 40 o extrusores de doble husillo o cascadas de extrusores de extrusores de homogenización (husillo único o doble husillo). De modo opcional, se pueden utilizar adicionalmente una bomba de fundido y/o un mezclador estático entre el extrusor y la cabeza de la matriz en forma de anillo. Son posibles matrices en forma de anillo con diámetros que varían desde aproximadamente 16 a 2000 mm e incluso superior.

15 Después de dejar la matriz anular, se saca el tubo sobre un mandril de calibración, de modo habitual acompañado por el enfriamiento del tubo mediante enfriamiento con aire y/o enfriamiento con agua, de modo opcional también con enfriamiento de agua interior.

20 En la fabricación de tubos multicapa los extrusores convencionales son adecuados. Por ejemplo, las capas de poliolefina se pueden fabricar con extrusores de husillo único con una L/D de 20 a 40 o extrusores de doble husillo u otros tipos de husillos adecuados para la extrusión multicapa, tal como se describe por ejemplo en los documentos US 5.387.386 y FI 83 184. De modo opcional, se pueden utilizar adicionalmente una bomba de fundido y/o un mezclador estático entre el extrusor y la cabeza de la matriz en forma de anillo. Son posibles matrices en forma de anillo con diámetros que varían desde aproximadamente 20 a 2000 mm e incluso superior. Las temperaturas de la matriz ventajosas para descargar el fundido son de 180°C a 240°C, de modo preferente de 200°C a 240°C. Después de dejar la matriz en forma de anillo, se sacaron los tubos plásticos multicapa de poliolefina sobre una manga de calibración y se enfriaron.

30 El tubo multicapa también se puede fabricar en procesos de devanado por extrusión en diámetros de hasta 3 a 4 metros o incluso más grandes.

Los tubos también se pueden fabricar en dispositivos de ondulación en combinación o próximos a la etapa de calibración, por ejemplo, para fabricar tubos multicapa de diseño ondulado de pared doble/triple con o sin secciones huecas o tubos multicapa con diseño corrugado.

35 La homogenización fundida y la fabricación de tubos también se pueden realizar en una etapa sin una solidificación intermedia y etapa de granulación, por ejemplo, con un extrusor de doble husillo combinado para el compuesto y la fabricación de tubos.

40

(Tabla pasa a página siguiente)

45

50

55

60

65

ES 2 303 164 T3

TABLA 2

		Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3a	Comp. 3b	Resina base 1	Resina base 2	Resina base 3	
5	Eta (2,7 kPa)	Pas	292	276	212	490	200,6	197	199
	SHI (2,7/210)		51,9	45,3	44,2	44,3	55,3	45,3	41,5
10	Eta (747 Pa)	Pas	566	582	427	869	478	490	567
	Eta (368 Pa)	Pas	706	726	549	1060	518	500	592
	FRR _{21/5}		39,97	40,22	35,57	40,51	39,5	37,2	35,9
15	MFR ₅	g/10 min	0,27	0,24	0,27	0,23	0,28	0,26	0,24
	MFR ₂₁	g/10 min	10,9	9,5	9,63	9,42	11,05	9,49	8,48
20	CTL/tiempo de fallo	h	426	12	51	53	1055	12	52
	Módulo de flexión	MPa	2056	2306	1604	2166	1312	1507	1402
25	Resistencia al impacto Charpy (23°C)	kJ/m ²	5,9	4,3	8,0	53,9	20,1	17,0	17,8
30	Resistencia al impacto Charpy (0°C)	kJ/m ²	5,6	4,5	5,0	32,8	14,1	13,2	14,2
	Módulo de fluencia								
	Después de 1 min	MPa	2188	2675	1869	2918			1567
35	Después de 24 h	MPa	923	1159	777	1326			612
	Después de 200 h	MPa	619	815	565	907			433
40	Proporción de fluencia a largo plazo		3,24	3,54	3,24	3,48			3,55
45	Proporción de fluencia a corto plazo		3,53	3,28	3,31	3,22			3,61

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 303 164 T3

REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo o tubo complementario que comprende un compuesto de polietileno que comprende una resina base que comprende
- (A) una primera fracción de homopolímero o copolímero de etileno, y
- (B) una segunda fracción de homopolímero o copolímero de etileno,
- 10 en la que la fracción (A) tiene un peso molecular promedio inferior que la fracción (B), la resina base tiene un módulo de flexión determinado según la ISO 178 de 1000 MPa o superior, y el compuesto comprende además
- (C) una carga mineral inorgánica, en la que la carga mineral inorgánica (C) está presente en el compuesto en una
- 15 cantidad de un 1 a un 70% en peso.
2. Tubo o tubo complementario, según la reivindicación 1, en los que el compuesto tiene una MFR₅ de 0,1 a 2,0 g/10 min.
- 20 3. Tubo o tubo complementario, según la reivindicación 1 ó 2, en los que el compuesto tiene un módulo de flexión determinado según la ISO 178 de más de 1400 MPa.
4. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el compuesto tiene un tiempo de fallo en la prueba de Carga Constante Elástica de 1,5 horas o más.
- 25 5. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el compuesto de modo preferente tiene una resistencia a la fluencia medida como la proporción de fluencia E (1 hora)/E (2 años) de 4,5 o inferior.
- 30 6. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el compuesto tiene una proporción de soldadura de la resistencia de la soldadura de una parte soldada con respecto a la del material completo de como mínimo 0,5.
- 35 7. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el compuesto tiene una capacidad de soldadura medida como la proporción de la tensión a la rotura de la parte soldada con respecto a la del material completo de más de 0,2.
8. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la carga inorgánica (C) es un compuesto inorgánico de un metal de los grupos 1 a 13 del Sistema Periódico de Elementos o una mezcla de los mismos.
- 40 9. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la resina base tiene una densidad de 915 kg/m³ a 950 kg/m³.
- 45 10. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que el compuesto incluye un copolímero de etileno y uno o más monómeros de alfa olefina.
11. Tubo o tubo complementario, según la reivindicación 10, en los que la cantidad de comonómero en la resina base es inferior a un 2,0% molar.
- 50 12. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la fracción (A) es un homopolímero de etileno.
13. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la fracción (B) es un copolímero de etileno que comprende como mínimo un comonómero de alfa olefina que tiene como mínimo 4
- 55 átomos de carbono.
14. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la fracción (A) tiene una MFR₂ de 20 a 2000 g/10 min.
- 60 15. Tubo o tubo complementario, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en los que la proporción en peso de las fracciones (A):(B) en la resina base está en el intervalo de 60:40 a 40:60.
16. Utilización de un compuesto de polietileno que comprende una resina base que comprende
- 65 (A) una primera fracción de homopolímero o copolímero de etileno, y
- (B) una segunda fracción de homopolímero o copolímero de etileno,

ES 2 303 164 T3

en la que la fracción (A) tiene un peso molecular promedio inferior que la fracción (B), la resina base tiene un módulo de flexión determinado según la ISO 178 de 1000 MPa o superior, y el compuesto comprende además

5 (C) una carga mineral inorgánica, en la que la carga mineral inorgánica (C) está presente en el compuesto en una cantidad de un 1 a un 70% en peso,

para la fabricación de un tubo o un artículo con tubos complementarios.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIGURA 1

