

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 428**

51 Int. Cl.:

H01B 3/44 (2006.01)

C08L 23/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2013** **E 13163931 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2015** **EP 2793236**

54 Título: **Capa aislante para cables**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.09.2015

73 Titular/es:

BOREALIS AG (100.0%)
Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT

72 Inventor/es:

KLIMKE, KATJA;
GAHLEITNER, MARKUS;
TRANCHIDA, DAVIDE;
DIX, ALBRECHT;
ROBINSON, JAMES;
WATSON, ANN y
FRENOT JOHANSSON, AUDREY

74 Agente/Representante:

MIR PLAJA, Mireia

ES 2 545 428 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

Capa aislante para cables

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un nuevo cable que tiene por lo menos una capa aislante, a un proceso para producir dicho cable así como al uso de un agente α -nucleante polimérico (pNA) para aumentar la temperatura de cristalización de una composición polimérica (PC) que forma parte de una capa aislante de un cable y al uso de dicho cable como cable de comunicaciones y/o cable eléctrico.
- 10 **[0002]** En la actualidad, el polietileno se usa como material preferido para capas aislantes y semiconductoras en cables, debido a la facilidad de procesado y a sus propiedades eléctricas beneficiosas. Para cables de potencia, los polímeros, preferentemente polietileno de baja densidad, se reticulan con el fin de garantizar buenas propiedades de funcionamiento a la temperatura operativa requerida (90 °C). Uno de los inconvenientes de dichos materiales de polietileno reticulado es la fracción cristalina remanente del polietileno, la cual se funde a aproximadamente 110 °C. Esto significa que, a la temperatura de emergencia (~135 °C), el material podría crear algunos problemas. Otro inconveniente es la falta de reciclabilidad de dichos materiales aislantes reticulados. Para cables de comunicación, se usa polietileno de alta densidad en una forma no reticulada, lo cual nuevamente limita la resistencia al calor aunque también la capacidad de trenzado debido a la rigidez limitada de este material.
- 15 **[0003]** Actualmente se están realizando intentos por sustituir capas de cable conocidas, basadas en polietileno, por capas de cable basadas en polipropileno que ofrecen ventajas tanto en la resistencia al calor como en la rigidez. Se han sugerido varios tipos de polipropileno, personalizados para fines individuales.
- 20 **[0004]** Por ejemplo, el documento EP 1 619 217 A1 proporciona una capa para cable, de un polímero de propileno heterofásico, con buenos resultados con respecto a la blandura y la tenacidad, aún cuando la tenacidad a bajas temperaturas todavía podría mejorarse. No obstante, el polímero no se puede extruir a velocidades de línea elevadas. Sin embargo, las velocidades de línea altas están muy valoradas desde el punto de vista comercial.
- 25 **[0005]** El documento EP 0 893 801 A1 da a conocer componentes poliméricos de propileno adecuados como material laminar aislante. Da a conocer particularmente una composición polimérica (PC) de un homopolímero o copolímero de propileno cristalino mezclado con un copolímero de etileno con una α -olefina que tiene una baja densidad y una gran uniformidad estructural, en particular que presenta una distribución altamente homogénea de la α -olefina entre las moléculas del polímero. No obstante, el documento EP 0 893 801 A1 no da a conocer ninguna posibilidad de disponer de una capa aislante adecuada para condiciones de funcionamiento a alta temperatura, aunque presentando simultáneamente propiedades mecánicas y del proceso muy buenas.
- 30 **[0006]** Aún cuando se conoce el uso de polipropileno en capas aislantes, sigue existiendo la necesidad de mejorar la calidad de transmisión de datos por medio de un trenzado más apretado. Adicionalmente, debería resultar posible trabajar la capa aislante que forma parte del cable con las velocidades actuales de línea de extrusión del polietileno (entre 1.000 y 1.500 m/min) o mayores sin comprometer la excentricidad, la calidad superficial, la fuerza de pelado y la estabilidad a largo plazo del cable resultante. No obstante, el polipropileno presenta tanto un flujo de fusión más bajo a una velocidad comparable del husillo (véase E. E. Stangland et al., Proc. SPE ANTEC 2002, Volumen 1: *Processing*, documento n.º 448) requiriendo temperaturas de procesado más altas como una velocidad de cristalización más baja lo cual limita la velocidad de procesado en comparación con el polietileno. Por lo tanto, una combinación de los requisitos antes mencionados constituye un desafío en el desarrollo de cables nuevos.
- 35 **[0007]** Así, sigue existiendo una necesidad de cables nuevos basados en polipropileno. Existe en particular la necesidad de cables que se pueden producir fácilmente, es decir, que tengan una temperatura de cristalización más alta, y, que proporcionen simultáneamente una calidad elevada de transmisión de datos junto con una rigidez o dureza superficial elevada.
- 40 **[0008]** Los anteriores y otros objetivos se logran por medio de la materia objeto de la presente invención. En las reivindicaciones secundarias correspondientes se definen realizaciones ventajosas del método de la invención.
- 45 **[0009]** La presente invención se basa en el hallazgo específico de que este objetivo se puede alcanzar por medio de una capa aislante que forma parte de un cable que comprende un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que se somete a nucleación por medio de una agente nucleante (NA) específico.
- 50 **[0010]** Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un cable que tiene por lo menos una capa aislante, en donde la capa aislante comprende una composición polimérica (PC) que comprende, preferentemente está compuesta por,
- 55 (a) por lo menos un 94,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que tiene un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el
- 60

intervalo de entre 1,0 g/10 min y 10,0 g/10 min, y un contenido de comonómeros por debajo del 5,0% en peso, siendo los comonómeros etileno y/o una α -olefina C_4 a C_{10} ,

(b) entre un 0,5% en peso y un 5,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un promotor de adherencia (AP) que es un homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP),

(c) entre un 0,0001 y un 1,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante polimérico (pNA), y

(d) opcionalmente entre un 0,02 y un 1,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante soluble (sNA).

10 **[0011]** En una realización, la composición polimérica (PC) contiene adicionalmente un agente α -nucleante soluble (sNA) y, en otra realización, la composición polimérica (PC) no contiene ningún agente α -nucleante soluble (sNA) sino únicamente el agente α -nucleante polimérico (pNA). Por consiguiente, en una realización específica, la composición polimérica (PC) contiene el agente α -nucleante polimérico (pNA) como único agente α -nucleante.

15 **[0012]** Los inventores observaron sorprendentemente que el producto anterior de acuerdo con la presente invención se puede producir de manera fácil, y proporciona una calidad alta de transmisión de datos junto con una rigidez o dureza superficial alta. De forma más precisa, los inventores observaron que un cable del tipo mencionado se puede obtener si la capa aislante que forma parte del cable comprende un homo- o copolímero de polipropileno (PP) nucleado eficazmente.

20 **[0013]** Otro aspecto de la presente invención se refiere a un proceso para producir un cable del tipo mencionado, en donde el proceso comprende las etapas de:

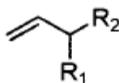
(a) formar una composición polimérica (PC),

(b) aplicar la composición polimérica (PC) de la etapa a) a una temperatura de fusión de entre 180 °C y 280°C sobre un conductor para formar una capa aislante, y

(c) producir el cable a una velocidad de procesamiento de entre 300 m/min y 3.000 m/min.

30 **[0014]** Se prefiere que el conductor se pre-caliente a una temperatura entre 50 °C y 150 °C.

[0015] Otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de un agente α -nucleante polimérico (pNA) para aumentar la temperatura de cristalización de dicha composición polimérica (PC) en un cable, en donde el agente α -nucleante polimérico (pNA) es un compuesto vinílico polimerizado de fórmula (IV)



35 en donde R_1 y R_2 forman conjuntamente un anillo aromático o insaturado o saturado de 5 ó 6 miembros, o representan independientemente un alquilo inferior que comprende entre 1 y 4 átomos de carbono.

[0016] Todavía otro aspecto de la presente invención se refiere al uso de dicho cable como cable de comunicaciones y/o cable eléctrico.

40 **[0017]** Cuando en lo sucesivo se hace referencia a realizaciones preferidas o detalles técnicos del cable de la invención, debe entenderse que estas realizaciones preferidas o detalles técnicos se refieren también al proceso de la invención para producir el cable, al uso inventivo del agente α -nucleante polimérico (pNA) así como al uso inventivo del cable como cable de comunicaciones y/o cable eléctrico. Si, por ejemplo, se expone que la capa aislante inventiva del cable comprende preferentemente una composición polimérica (PC) que comprende un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que tiene un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 min, también la composición polimérica (PC) proporcionada en el proceso inventivo así como los usos inventivos comprenden preferentemente una composición polimérica (PC) que comprende un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que tiene un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 min.

50 **[0018]** Según una realización preferida de la presente invención, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene (a) un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 min, preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 6,0 g/10 min y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 1,0 y 5,0 g/10 min, y/o (b) una temperatura de fusión T_m , según se determina por calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 150 y 175 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 155 y 170 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 158 y 168 °C, y/o (c) una temperatura de cristalización T_c , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 110 y 138 °C, preferentemente en el intervalo de entre 113 y 133 °C, y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 118 y 131 °C.

- [0019]** Según otra realización preferida de la presente invención, la composición polimérica (PC) tiene una dureza (Shore) D de 63 a 77, preferentemente de 64 a 75.
- 5 **[0020]** De acuerdo todavía con otra realización preferida de la presente invención, la composición polimérica (PC) tiene un contenido de una fracción soluble en xileno a 25 °C de entre un 0,5 y un 8,5% en peso, preferentemente entre un 1,0 y un 7,0% en peso y, con la mayor preferencia, entre un 1,0 y un 6,5% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).
- 10 **[0021]** Según una realización preferida de la presente invención, la composición polimérica (PC) tiene una temperatura de fusión T_m , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 150 y 175 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 155 y 170 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 158 y 168 °C.
- 15 **[0022]** Según otra realización preferida de la presente invención, la composición polimérica (PC) tiene una temperatura de cristalización T_c , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 110 y 140 °C, preferentemente en el intervalo de entre 115 y 135 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 118 y 131°C, con la mayor preferencia en el intervalo de entre 120 y 129 °C.
- 20 **[0023]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino es un copolímero de polipropileno (C-PP). Preferentemente, la composición polimérica (PC) tiene (a) un índice de fluidez, de acuerdo con la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min, preferentemente en el intervalo de entre 1,2 y 6,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 g/10 min y 5,5 g/10 min y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 2,0 y 5,0 g/10 min, y/o (b) una temperatura de fusión T_m , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 150 y 175 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 155 y 170 °C, y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 158 y 168 °C, y/o (c) una dureza Shore D de 65 a 80, preferentemente de 67 a 78 y, con la mayor preferencia, de 68 a 75.
- 25 **[0024]** Según una realización preferida de la presente invención, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino es un copolímero de propileno (C-PP), preferentemente un copolímero de propileno aleatorio (R-PP). Preferentemente, la composición polimérica (PC) tiene (a) un índice de fluidez, de acuerdo con la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min, preferentemente en el intervalo de entre 1,2 y 6,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 y 5,5 g/10 min, y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 2,0 y 5,0 g/10 min, y/o (b) un contenido de comonómeros en el intervalo de entre un 0,1 y un 4,0% en peso, preferentemente en el intervalo de entre un 0,3 y un 2,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre 0,4 y un 1,5% en peso y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre un 0,4 y un 1,0% en peso, por ejemplo en el intervalo de entre un 0,5 y un 0,8% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), siendo los comonómeros etileno y/o una α -olefina C_4 a C_{10} , y/o (c) una temperatura de fusión T_m , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 145 y 168 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 150 y 165 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 155 y 165 °C y/o (d) una dureza Shore D de 63 a 77, preferentemente de 64 a 75, más preferentemente de 65 a 75 y, con la mayor preferencia, de 65 a 72.
- 30 **[0025]** Según otra realización preferida de la presente invención, el agente α -nucleante polimérico (pNA) (a) es un compuesto vinílico polimerizado, seleccionándose dicho compuesto vinílico del grupo compuesto por cicloalcanos de vinilo, ciclohexano de vinilo (VCH), ciclopentano de vinilo, ciclohexano de vinil-2-metilo y norbornano de vinilo, 3-metil-1-buteno, 3-etil 1-hexeno o mezclas de los mismos, y/o (b) está presente en la composición polimérica (PC) en una cantidad entre un 0,0001 y un 1,0% en peso, preferentemente entre un 0,0001 y un 0,1% en peso, más preferentemente entre un 0,0005 y un 0,01% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).
- 35 **[0026]** Según todavía otra realización preferida de la presente invención, el promotor de adherencia (AP) es un homo- o copolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homo- o copolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico, preferentemente un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homopolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico y, más preferentemente, un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico.
- 40 **[0027]** En lo sucesivo se describe la invención de forma detallada.
- 45 **[0028]** Un cable que tiene por lo menos una capa aislante según la presente invención comprende una composición polimérica (PC) que comprende, preferentemente está compuesta por,
- 50 (a) por lo menos un 94,0% en peso, preferentemente por lo menos un 96,0% en peso, más preferentemente por lo menos un 98,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que tiene un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 g/10 min y 10,0 g/10 min, y un contenido de comonómeros por debajo del 5,0% en peso, siendo los comonómeros etileno y/o una α -olefina C_4 a C_{10} ,
- 60

(b) entre un 0,5% en peso y un 5,0% en peso, preferentemente entre un 0,8 y un 2,5% en peso, más preferentemente entre un 1,0 y un 2,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un promotor de adherencia (AP) que es un homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP),
 (c) entre un 0,0001 y un 1,0% en peso, preferentemente entre un 0,0001 y un 0,1% en peso, más preferentemente entre un 0,0005 y un 0,01% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante polimérico (pNA), y
 (d) opcionalmente entre un 0,02 y un 1,0% en peso, preferentemente entre un 0,05 y un 0,8% en peso, preferentemente entre un 0,1 y un 0,8% en peso, con la mayor preferencia entre un 0,2 y un 0,6% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante soluble (sNA).

[0029] En una realización preferida, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, el homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP) y el agente α -nucleante polimérico (pNA) son los únicos componentes poliméricos de la composición polimérica (PC). En una realización específica, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, el homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP), el agente α -nucleante polimérico (pNA) y el agente α -nucleante soluble (sNA) opcional son los únicos componentes de la composición polimérica (PC), aparte de los aditivos típicos que se mencionan posteriormente.

[0030] En una realización preferida, la relación en peso de agente α -nucleante polimérico (pNA) con respecto a homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino [pNA/PP] en la composición polimérica (PC), está entre 0,000001/1 y 0,02/1, más preferentemente entre 0,000001/1 y 0,01/1, aún más preferentemente entre 0,00001/1 y 0,01/1.

[0031] Adicionalmente, si hay presente un agente α -nucleante soluble (sNA), la relación en peso de agente α -nucleante soluble (sNA) con respecto a homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino [sNA/PP] en la composición polimérica (PC) está entre 0,02/99,98 y 10,0/90,0, más preferentemente entre 0,1/99,9 y 8,0/92,0, aún más preferentemente entre 0,2/99,9 y 5,0/95,0.

[0032] Adicionalmente, si hay presente un agente α -nucleante soluble (sNA), la relación en peso de agente α -nucleante soluble (sNA) con respecto a promotor de la adherencia (AP) [sNA/AP] en la composición polimérica (PC) está entre 1/250 y 1,0/2,0, más preferentemente entre 1,0/20,0 y 1,0/2,0 y, con la mayor preferencia entre 1,0/15,0 y 1,0/1,0.

[0033] Además, se valora que la relación en peso de homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino con respecto al promotor de adherencia (AP) [PP/AP] en la composición polimérica (PC) esté entre 99,5/0,5 y 94,0/5,0. Por ejemplo, la relación en peso de homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino con respecto a promotor de la adherencia (AP) [PP/AP] en la composición polimérica (PC), está entre 99,5/0,5 y 97,0/3,0 y, con la mayor preferencia, entre 99,5/0,5 y 97,5/2,5. Alternativamente, la relación en peso de homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino con respecto a promotor de la adherencia (AP) [PP/AP] en la composición polimérica (PC), está entre 97,0/3,0 y 95,0/5,0 y, con la mayor preferencia, entre 96,5/3,5 y 95,0/5,0.

[0034] Por consiguiente, la composición polimérica (PC), según se define en la presente invención, puede contener por lo menos un 94,0% en peso del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC). Por ejemplo, la composición polimérica (PC) comprende el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino en una cantidad de por lo menos el 95,0% en peso, preferentemente por lo menos el 96,0% en peso, más preferentemente por lo menos el 97,0% en peso, aún más preferentemente por lo menos el 98,0% en peso y, con la mayor preferencia, por lo menos el 99,0% en peso, por ejemplo, igual al 99,5% en peso. Preferentemente, la composición polimérica (PC) comprende el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino en cantidades de entre el 94,0% en peso y el 99,5% en peso, preferentemente entre el 95,0% en peso y el 99,5% en peso, y, con la mayor preferencia, entre el 98,0% en peso y el 99,4% en peso.

[0035] Preferentemente, la composición polimérica (PC) tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 1,2 y 6,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 y 5,5 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 2,0 y 5,0 g/10 min.

[0036] En una realización preferida, la composición polimérica (PC) tiene un índice de fluidez igual al índice de fluidez del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino.

[0037] Así, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino y la composición polimérica (PC) cumplen la relación (1), preferentemente la relación (1a)

$$0,8 \times \text{MFR (PP)} \leq \text{MFR (PC)} \leq 1,2 \times \text{MFR (PP)} \quad (1)$$

$$0,9 \times \text{MFR (PP)} \leq \text{MFR (PC)} \leq 1,1 \times \text{MFR (PP)} \quad (1a)$$

en donde MFR (PP) es el índice de fluidez MFR₂ (230 °C) [g/10 min], medido de acuerdo con la ISO 1133, del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, y MFR (PC) es el índice de fluidez MFR₂ (230 °C) [g/10 min], medido de acuerdo con la ISO 1133, de la composición polimérica (PC).

5 **[0038]** Preferentemente, la composición polimérica (PC) tiene una dureza Shore D de 63 a 77. Por ejemplo, la composición polimérica (PC) que forma parte de la capa aislante tiene preferentemente una dureza Shore D de 64 a 75 y, con la mayor preferencia, de 65 a 72.

10 **[0039]** Preferentemente, la composición polimérica (PC) que forma parte de la capa aislante tiene una temperatura de fusión T_m, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 150 y 175 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 155 y 170 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 158 y 168 °C.

15 **[0040]** En una realización preferida, la composición polimérica (PC) tiene una temperatura de fusión T_m, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), igual a la temperatura de fusión del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino. Por ejemplo, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino y la composición polimérica (PC) cumplen la relación (2), preferentemente la relación (2a)

$$0,8 \times T_m (\text{PP}) \leq T_m (\text{PC}) \leq 1,2 \times T_m (\text{PP}) \quad (2)$$

$$20 \quad 0,9 \times T_m (\text{PP}) \leq T_m (\text{PC}) \leq 1,1 \times T_m (\text{PP}) \quad (2a)$$

25 en donde T_m (PP) es la temperatura de fusión T_m, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, y T_m (PC) es la temperatura de fusión T_m, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), de la composición polimérica (PC).

30 **[0041]** De manera adicional o alternativa, la composición polimérica (PC) que forma parte de la capa aislante tiene una temperatura de cristalización T_c, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 110 y 140 °C, preferentemente en el intervalo de entre 115 y 135 °C, aún más preferentemente en el intervalo de entre 120 y 135 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 122 y 135 °C.

35 **[0042]** Además, se valora que el contenido de solubles en xileno de la composición polimérica (PC) sea bastante bajo. Por consiguiente, la composición polimérica (PC) preferentemente tiene un contenido de una fracción soluble en xileno, a 25 °C, de entre el 0,5 y el 8,5% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC). Así, un intervalo preferido es entre el 1,0 y el 7,0% en peso y, con la mayor preferencia, entre un 1,0 y un 6,5% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).

[0043] En lo sucesivo se describen más detalladamente los componentes de la composición polimérica (PC).

40 **[0044]** El primer componente esencial de la composición polimérica (PC) es el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino. Tal como se ha mencionado anteriormente, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino constituye la mayor parte de la composición polimérica (PC). Por consiguiente, en varias características de la composición polimérica (PC) influye el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino y por lo tanto las mismas son bastante similares. Esto se aplica especialmente para el índice en fluidez, la temperatura de fusión, y el contenido de solubles en xileno.

50 **[0045]** Por lo tanto, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene un índice de fluidez MFR₂ (230 °C), medido de acuerdo con la ISO 1133, en el intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 min, preferentemente en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min, más preferentemente en el intervalo de entre 1,2 y 6,0 g/10 min, todavía más preferentemente en el intervalo de entre 1,5 y 5,5 g/10 min, aún más preferentemente en el intervalo de entre 2,0 y 5,0 g/10 min.

55 **[0046]** Además, se prefiere que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tenga una temperatura de fusión T_m, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 150 y 175 °C, más preferentemente en el intervalo de entre 155 y 170 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 158 y 168 °C.

60 **[0047]** De manera adicional o alternativa, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene una temperatura de cristalización T_c, según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 110 y 138 °C, preferentemente en el intervalo de entre 113 y 133 °C, aún más preferentemente en el intervalo de entre 118 y 131 °C y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre 120 y 129 °C.

[0048] Además, el contenido de solubles en xileno a 25 °C, del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino está entre el 0,5 y el 8,5% en peso, sobre la base del peso total del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino. Así, un intervalo preferido es entre el 1,0 y el 7,0% en peso y, con la mayor preferencia, entre el 1,0 y el 6,5% en peso, sobre la base del peso total del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino.

- 5 **[0049]** La cantidad de solubles en xileno en frío (XCS) indica adicionalmente que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino está preferentemente libre de cualquier componente de polímero elastomérico, como un caucho de etileno-propileno. En otras palabras, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino no será un polipropileno heterofásico, es decir, un sistema compuesto por una matriz de polipropileno en la que está dispersa una fase elastomérica. Dichos sistemas se caracterizan por un contenido de solubles en xileno en frío bastante alto.
- 10 **[0050]** Por consiguiente, se prefiere que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino según la presente invención no tenga una temperatura de transición vítrea por debajo de -30, preferentemente por debajo - 25°C, más preferentemente por debajo de -20 °C.
- 15 **[0051]** Para obtener la combinación deseada de procesabilidad y propiedades mecánicas y eléctricas, se prefiere además que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tenga una distribución amplia de pesos moleculares de estrecha a media. Más específicamente, se desea que la relación del peso molecular promedio en peso y en número M_w/M_n , según se calcula a partir de la distribución de pesos moleculares determinada por cromatografía de exclusión por tamaño, de acuerdo con la ISO 16014, varíe de 2,2 a 6,0, preferentemente de 2,5 a 5,0.
- 20 **[0052]** En una realización, se prefiere que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tenga un peso molecular promedio en peso (M_w) en el intervalo de entre 100 y 900 kg/mol, más preferentemente en el intervalo de entre 150 y 750 kg/mol.
- 25 **[0053]** Las propiedades mencionadas para el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino de la presente invención son especialmente aplicables para el homopolímero de polipropileno (H-PP) y el copolímero de propileno (C-PP), respectivamente, según se define más adelante. Las propiedades mencionadas para el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino en la presente invención son en particular aplicables para el copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), que se define de forma más detallada posteriormente.
- 30 **[0054]** El homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino de la composición polimérica (PC) puede ser un homopolímero de propileno (H-PP) o un copolímero de propileno (C-PP), prefiriéndose este último.
- 35 **[0055]** La expresión homopolímero de propileno (H-PP) usada en la presente invención se refiere a un polipropileno que está compuesto sustancialmente, es decir, en más del 99,9% en peso, de unidades de propileno. En una realización preferida, son detectables únicamente unidades de propileno en el homopolímero de propileno (H-PP).
- 40 **[0056]** Si el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino es un copolímero de propileno (C-PP), el mismo es preferentemente un copolímero de propileno aleatorio (R-PP).
- 45 **[0057]** El término aleatorio se entiende de acuerdo con la IUPAC (Glosario de términos básicos en la ciencia de los polímeros; recomendaciones IUPAC 1996). Por consiguiente, se prefiere que el copolímero de polipropileno aleatorio (R-PP) tenga una aleatoriedad de por lo menos el 40%, más preferentemente de por lo menos el 50%, aún más preferentemente por lo menos el 55%, todavía más preferentemente de por lo menos el 60%, y aún todavía más preferentemente de por lo menos el 65%.
- 50 **[0058]** En caso de que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino sea un copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo, un copolímero de propileno aleatorio (R-PP), el mismo comprende monómeros copolimerizables con propileno, por ejemplo comonómeros tales como etileno y/o α -olefinas C_4 a C_{10} , en particular etileno y/o α -olefinas C_4 a C_8 , por ejemplo, 1-buteno y/o 1-hexeno. Preferentemente, el copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), comprende, especialmente está compuesto por, monómeros copolimerizables con propileno del grupo compuesto por etileno, 1-buteno y 1-hexeno. Más específicamente, el copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), comprende – además de propileno – unidades obtenibles a partir de etileno y/o 1-buteno. En una realización preferida de la presente invención, el copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), comprende unidades obtenibles a partir de etileno y propileno solamente.
- 55 **[0059]** El contenido de comonómeros en el copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo en el copolímero de propileno aleatorio (R-PP), es de manera preferente relativamente bajo, es decir, por debajo del 4,0% en peso. En una realización preferida, el contenido de comonómeros está preferentemente en el intervalo de entre el 0,1 y el 4,0% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 0,3 y el 2,0% en peso, aún más preferentemente en el intervalo de entre el 0,4 y el 1,5% en peso y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre el 0,4 y el 1,0% en peso, sobre la base del peso total del copolímero de propileno (C-PP), por ejemplo del copolímero de propileno aleatorio (R-PP).
- 60 **[0060]** Preferentemente, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino es isotáctico. Por consiguiente, se valora que el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tenga una concentración bastante alta de triadas isotácticas,

es decir, mayor del 90 %, más preferentemente mayor del 92 %, todavía más preferentemente mayor del 93 % y aún más preferentemente mayor del 95 %, por ejemplo mayor del 97 %.

5 [0061] El homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino según esta invención se puede producir de acuerdo con una manera conocida, por ejemplo en presencia de un catalizador Ziegler-Natta. Además, el sistema de polimerización puede comprender uno o más reactores de suspensión (slurry) agitados convencionales y/o uno o más reactores de fase gaseosa. Preferentemente, los reactores usados se seleccionan del grupo de reactores de bucle y de fase gaseosa y, en particular, el proceso utiliza por lo menos un reactor de bucle y por lo menos un reactor de fase gaseosa. También es posible usar varios reactores de cada tipo, por ejemplo, uno de bucle y dos o tres reactores de fase gaseosa, o dos de bucle y uno o dos reactores de fase gaseosa, en serie.

10 [0062] Preferentemente, el proceso comprende también una prepolimerización con el sistema de catalizador seleccionado, según se describe posteriormente de forma detallada, que comprende el procatalizador Ziegler-Natta, el dador externo y el cocatalizador.

15 [0063] En una realización preferida, la prepolimerización se lleva a cabo como polimerización de suspensión en masa en propileno líquido, es decir, la fase líquida comprende principalmente propileno, con una cantidad menor de otros reactivos y opcionalmente componentes inertes disueltos en ella.

20 [0064] La reacción de prepolimerización se efectúa típicamente a una temperatura de entre 0 y 50 °C, preferentemente entre 10 y 45 °C, y más preferentemente entre 15 y 40 °C.

25 [0065] La presión en el reactor de prepolimerización no es crítica aunque debe ser suficientemente alta para mantener la mezcla de reacción en fase líquida. Por lo tanto, la presión puede estar entre 20 y 100 bares, por ejemplo entre 30 y 70 bares.

30 [0066] Los componentes del catalizador preferentemente se introducen todos ellos en la etapa de prepolimerización. No obstante, cuando el componente de catalizador sólido (i) y el cocatalizador (ii) se puedan aportar por separado, es posible que solamente una parte del cocatalizador se introduzca en la fase de prepolimerización y la parte restante en fases de polimerización posteriores. Además, en tales casos, es necesario introducir una cantidad de cocatalizador en la fase de prepolimerización tal que se obtenga en ella una reacción de polimerización suficiente.

35 [0067] También es posible adicionar otros componentes en la fase de prepolimerización. Así, se puede adicionar hidrógeno en la fase de prepolimerización para controlar el peso molecular del prepolímero tal como es sabido en la técnica. Además, se puede usar un aditivo antiestático para evitar que las partículas se peguen entre sí o a las paredes del reactor.

40 [0068] El control preciso de las condiciones de prepolimerización y los parámetros de la reacción se sitúan dentro de los conocimientos de la técnica.

45 [0069] Un reactor de suspensión (slurry) designa cualquier reactor, tal como un reactor de bucle o reactor de tanque agitado, discontinuo sencillo o continuo, que trabaje en masa o en suspensión y en el cual el polímero se constituya en forma de partículas. "En masa" significa una polimerización en un medio de reacción que comprende por lo menos un 60 % en peso de monómero. De acuerdo con una realización preferida, el reactor de suspensión comprende un reactor de bucle en masa.

50 [0070] "Reactor de fase gaseosa" significa cualquier reactor de lecho fluido o mezclado mecánicamente. Preferentemente, el reactor de fase gaseosa comprende un reactor de lecho fluido agitado mecánicamente con velocidades de gas de por lo menos 0,2 m/s.

55 [0071] La realización particularmente preferida para la preparación del homo- o co-polímero de polipropileno (PP) cristalino de la invención se basa en una polimerización llevada a cabo en un proceso que comprende o bien una combinación de un bucle y uno o dos reactores de fase gaseosa o bien una combinación de dos bucles y uno o dos reactores de fase gaseosa.

60 [0072] Uno de los procesos preferidos de múltiples fases es un proceso de suspensión-fase gaseosa, tal como el que ha desarrollado Borealis, y conocido como tecnología Borstar[®]. A este respecto, se remite a los documentos EP 0 887 379 A1, WO 92/12182, WO 2004/000899, WO 2004/111095, WO 99/24478, WO 99/24479 y WO 00/68315. Los mismos se incorporan a la presente a título de referencia.

[0073] Otro proceso adecuado de suspensión-fase gaseosa es el proceso Spheripol[®] de Basell.

[0074] Preferentemente, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino de acuerdo con esta invención se produce usando un procatalizador Ziegler-Natta especial en combinación con un dador externo especial, según se describe detalladamente más adelante, preferentemente en el proceso de PP Borstar® o Spheripol®.

5 [0075] Con respecto al proceso preferido de suspensión-fase gaseosa y que se mencionado anteriormente, se puede aportar la siguiente información general en relación con las condiciones del proceso.

10 [0076] La temperatura está preferentemente entre 40 y 110 °C, preferentemente entre 50 y 100 °C, en particular entre 60 y 90 °C, con una presión en el intervalo de entre 20 y 80 bares, preferentemente entre 30 y 60 bares, con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular según una manera conocida de por sí.

15 [0077] El producto de reacción de la polimerización de suspensión, la cual preferentemente se lleva a cabo en un reactor de bucle, se transfiere a continuación al(a los) reactor(es) posterior(es) de fase gaseosa, en los que la temperatura preferentemente está en el intervalo que va de 50 a 130 °C, más preferentemente de 60 a 100 °C, a una presión en el intervalo que va de 5 a 50 bares, preferentemente de 8 a 35 bares, nuevamente con la opción de adicionar hidrógeno con el fin de controlar el peso molecular según una manera conocida de por sí.

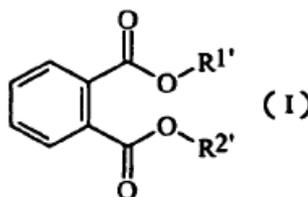
20 [0078] El tiempo de residencia promedio puede variar en las zonas de reactores identificadas anteriormente. En una realización, el tiempo de residencia promedio en el reactor de suspensión, por ejemplo un reactor de bucle, está en el intervalo de entre 0,5 y 5 horas, por ejemplo entre 0,5 y 2 horas, mientras que el tiempo de residencia promedio en el reactor de fase gaseosa estará generalmente entre 1 y 8 horas.

25 [0079] Si se desea, la polimerización se puede efectuar según una manera conocida bajo condiciones supercríticas en el reactor de suspensión, preferentemente de bucle, y/o en un modo condensado en el reactor de fase gaseosa.

30 [0080] Según la invención, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino se obtiene preferentemente por un proceso de polimerización de múltiples fases, tal como se ha descrito anteriormente, en presencia de un sistema catalizador que comprende, como componente (i), un procatalizador Ziegler-Natta el cual contiene un producto de transesterificación de un alcohol inferior y un éster ftálico.

[0081] El procatalizador usado de acuerdo con la invención se prepara mediante

- 35 a) la reacción de un aducto, cristalizado por pulverización o solidificado en emulsión, de $MgCl_2$ y un alcohol C_1-C_2 con $TiCl_4$
 b) la reacción del producto de la fase a) con un dialquiltalato de fórmula (I)



40 en donde R^1 y R^2 son independientemente por lo menos un alquilo C_5 en condiciones en las que tiene lugar una transesterificación entre dicho alcohol C_1 a C_2 y dicho dialquiltalato de fórmula (I) para formar el dador interno

- c) el lavado del producto de la fase b) o
 d) la reacción opcional del producto de la etapa c) con $TiCl_4$ adicional.

45 [0082] El procatalizador se produce según se define, por ejemplo, en las solicitudes de patente WO 87/07620, WO 92/19653, WO 92/19658 y EP 0 491 566. El contenido de estos documentos se incluye en la presente a título de referencia.

[0083] En primer lugar, se forma un aducto de $MgCl_2$ y un alcohol C_1-C_2 de la fórmula $MgCl_2 \cdot nROH$, en donde R es metilo o etilo y n es de 1 a 6. En calidad de alcohol se utiliza preferentemente etanol.

50 [0084] El aducto, el cual en primer lugar se funde y a continuación se cristaliza por pulverización o se solidifica en emulsión, se usa como portador del catalizador.

55 [0085] En la siguiente etapa, el aducto cristalizado por pulverización o solidificado en emulsión, de la fórmula $MgCl_2 \cdot nROH$, en donde R es metilo o etilo, preferentemente etilo, y n es de 1 a 6, se hace entrar en contacto con $TiCl_4$ para formar un portador titanizado, seguido por las etapas de

- adicionar a dicho portador titanizado

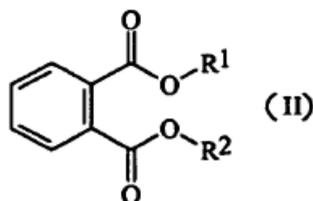
(i) un dialquifalato de fórmula (I), siendo R^1 y R^2 independientemente por lo menos un C_5 -alquilo, por ejemplo por lo menos un C_8 -alquilo, o preferentemente

(ii) un dialquifalato de fórmula (I), siendo R^1 y R^2 iguales y siendo por lo menos un C_5 -alquilo, por ejemplo, por lo menos un C_8 -alquilo, o más preferentemente

(iii) un dialquifalato de fórmula (I) seleccionado del grupo compuesto por propilhexilfialato (PrHP), dioctilfialato (DOP), di-iso-decilfialato (DIDP), y ditridecilfialato (DTDP), aún más preferentemente el dialquifalato de fórmula (I) es un dioctilfialato (DOP), por ejemplo di-iso-octilfialato o dietilhexilfialato, en particular dietilhexilfialato,

para formar un primer producto,

- someter dicho primer producto a condiciones de transesterificación adecuadas, es decir, a una temperatura por encima de 100 °C, preferentemente entre 100 y 150 °C, más preferentemente entre 130 y 150 °C, de tal manera que dicho metanol o etanol se transesterifique con dichos grupos éster de dicho dialquifalato de fórmula (I) para formar preferentemente por lo menos un 80 % molar, más preferentemente un 90 % molar, con la mayor preferencia un 95 % molar, de un dialquifalato de fórmula (II)



de manera que R^1 y R^2 son metilo o etilo, preferentemente etilo, de manera que el dialquifalato de fórmula (II) es el dador interno y

- recuperar dicho producto de transesterificación como la composición de procatalizador (componente (i)).

[0086] En una realización preferida, el aducto de la fórmula $MgCl_2 \cdot nROH$, en la que R es metilo o etilo y n es de 1 a 6, se funde y a continuación la masa fundida se inyecta preferentemente por medio de un gas en un disolvente enfriado o un gas enfriado, con lo cual el aducto se cristaliza en una forma morfológicamente ventajosa, según se describe por ejemplo en el documento WO 87/07620.

[0087] Este aducto cristalizado se usa preferentemente como portador del catalizador y se hace reaccionar en el procatalizador útil en la presente invención según se describe en los documentos WO 92/19658 y WO 92/19653.

[0088] Cuando el residuo de catalizador se elimina mediante extracción, se obtiene un aducto del portador titanizado y el dador interno, en el cual ha cambiado el grupo que deriva del alcohol de éster.

[0089] En caso de que en el portador quede suficiente titanio, el mismo actuará como elemento activo del procatalizador.

[0090] Si no, la titanización se repite después del tratamiento anterior con el fin de garantizar una suficiente concentración, y por lo tanto actividad, de titanio.

[0091] Preferentemente, el procatalizador usado según la invención contiene un 2,5 % en peso de titanio como mucho, preferentemente un 2,2 % en peso como mucho y más preferentemente un 2,0 % en peso como mucho. El contenido de su dador está preferentemente entre un 4 y un 12 % en peso, y más preferentemente entre un 6 y un 10 % en peso.

[0092] Más preferentemente, el procatalizador usado según la invención se ha producido usando etanol como alcohol, y dioctilfialato (DOP) como dialquifalato de fórmula (I), produciendo fialato de dietilo (DEP) como compuesto dador interno.

[0093] En otra realización, el procatalizador Ziegler-Natta se modifica polimerizando un compuesto vinílico de fórmula (I) según se define de forma detallada posteriormente, en presencia del sistema catalizador, que comprende el procatalizador Ziegler-Natta especial, un dador externo y un cocatalizador. Este catalizador así modificado se usa para la preparación del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino de acuerdo con esta invención. El compuesto vinílico polimerizado actúa como agente α -nucleante.

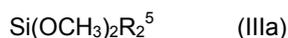
[0094] En relación con la modificación del catalizador, se remite a las solicitudes internacionales WO 99/24478, WO 99/24479 y particularmente WO 00/68315, incorporadas a la presente a título de referencia, con respecto a las

condiciones de reacción referentes a la modificación del catalizador así como con respecto a la reacción de polimerización.

[0095] Para la producción del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino según la invención, el sistema catalizador usado comprende preferentemente, además del procatalizador Ziegler-Natta especial, un cocatalizador organometálico en calidad de componente (ii).

[0096] Por consiguiente, se prefiere seleccionar el cocatalizador del grupo compuesto por trialquilaluminio, por ejemplo trietilaluminio (TEA), cloruro de dialquil aluminio y sesquicloruro de alquil aluminio.

[0097] El componente (iii) del sistema catalizador usado es un dador externo representado por la fórmula (IIIa) o (IIIb). La fórmula (IIIa) se define con



en donde R^5 representa un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 12 átomos de carbono, preferentemente un grupo alquilo ramificado que tiene entre 3 y 6 átomos de carbono, o un ciclo-alquilo que tiene entre 4 y 12 átomos de carbono, preferentemente un ciclo-alquilo que tiene entre 5 y 8 átomos de carbono.

[0098] En particular se prefiere que R^5 se seleccione del grupo compuesto por iso-propilo, isobutilo, iso-pentilo, tert.-butilo, tert.-amilo, neopentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

[0099] La fórmula (IIIb) se define con



en donde R^x y R^y pueden ser iguales o diferentes y representan un grupo hidrocarburo que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono.

[0100] R^x y R^y se seleccionan independientemente del grupo compuesto por grupo hidrocarburo alifático lineal que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono, grupo hidrocarburo alifático ramificado que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono y grupo hidrocarburo alifático cíclico que tiene entre 1 y 12 átomos de carbono. Se prefiere en particular que R^x y R^y se seleccionen independientemente del grupo compuesto por metilo, etilo, n-propilo, n-butilo, octilo, decanilo, iso-propilo, iso-butilo, iso-pentilo, tert.-butilo, tert.-amilo, neo-pentilo, ciclopentilo, ciclohexilo, metilciclopentilo y cicloheptilo.

[0101] Más preferentemente, R^x y R^y son iguales, aún más preferentemente tanto R^x como R^y son un grupo etilo.

[0102] Más preferentemente, el dador externo de fórmula (IIIb) es dietilaminotrietoxisilano.

[0103] Con la mayor preferencia, el dador externo es de fórmula (IIIa), como diciclopentil dimetoxi silano $[\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{ciclo-pentil})_2]$ o diisopropil dimetoxi silano $[\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{CH}(\text{CH}_3)_2)_2]$.

[0104] Otro dador externo adecuado es ciclohexil trimetoxi silano.

[0105] De acuerdo con la presente invención, la composición polimérica (PC) comprende además un promotor de adherencia (AP). El promotor de adherencia (AP) se especifica como un homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP).

[0106] El homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP) comprende un compuesto de bajo peso molecular que tiene grupos polares reactivos. Los más preferidos son los homopolímeros y copolímeros de polipropileno modificado, por ejemplo copolímeros de propileno y etileno o con otras α -olefinas, por ejemplo, α -olefinas C_4 a C_{10} , ya que son altamente compatibles con los homo- o copolímeros de polipropileno (PP) cristalino de la composición polimérica de la invención (PC).

[0107] En términos de estructura, el homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP) se selecciona preferentemente de entre homo- o copolímeros injertados.

[0108] En este contexto, se da preferencia a homo- o copolímeros de polipropileno modificado polar (PM-PP) que contienen grupos obtenidos a partir de compuestos polares, en particular seleccionados del grupo compuesto por anhídridos de ácido, ácidos carboxílicos, derivados de ácido carboxílico, aminas primarias y secundarias, compuestos hidroxilo, oxazolina y epóxidos, y también compuestos iónicos.

[0109] Son ejemplos específicos de dichos compuestos polares los anhídridos cíclicos insaturados y sus diésteres alifáticos, y los derivados diácido. En particular, se pueden usar anhídrido maleico y compuestos seleccionados de entre

maleatos de dialquilo ramificados y lineales C₁ a C₁₀, fumaratos de dialquilo ramificados y lineales C₁ a C₁₀, anhídrido itacónico, ésteres dialquílicos de ácido itacónico ramificados y lineales C₁ a C₁₀, ácido acrílico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido itacónico y mezclas de los mismos.

5 **[0110]** Se da preferencia particular al uso de un homo- o copolímero de polipropileno, injertado con anhídrido maleico o ácido acrílico, en calidad del homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP), es decir, el promotor de adherencia (AP).

10 **[0111]** El polímero modificado, es decir, el promotor de adherencia, se puede producir de una manera sencilla mediante extrusión reactiva del polímero, por ejemplo con anhídrido maleico o ácido acrílico en presencia de generadores de radicales libres (como peróxidos orgánicos), según se da a conocer, por ejemplo, en los documentos US 4.506.056, US 4.753.997 ó EP 1 805 238.

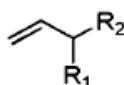
15 **[0112]** Las cantidades preferidas de grupos obtenidos a partir de compuestos polares en el homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP), es decir, el promotor de adherencia (AP), están entre el 0,5 y el 10% en peso. Por ejemplo, en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 8% en peso, preferentemente en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 6% en peso, más preferentemente en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 4% en peso y, con la mayor preferencia, en el intervalo de entre el 0,5% en peso y el 3,5% en peso.

20 **[0113]** Los valores preferidos del índice de fluidez MFR₂ (230 °C) para el homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP), es decir para el promotor de adherencia (AP), está entre 2 y 500 g/10 min.

25 **[0114]** En una realización preferida de la presente invención, el promotor de adherencia (AP) es un homo- o copolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homo- o copolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico. Preferentemente, el promotor de adherencia (AP) es un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homopolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico, y preferentemente un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico. Por ejemplo, los homo- o copolímeros de polipropileno modificados polares (PM-PP) adecuados incluyen, por ejemplo, un homopolímero de polipropileno injertado con anhídrido maleico (PP-g-MAH) y un homopolímero de polipropileno injertado con ácido acrílico (PP-g-AA).

30 **[0115]** La composición polimérica (PC) según se define en la presente invención contiene entre un 0,5 y un 5,0% en peso, preferentemente entre un 0,5 y un 3,5% en peso, más preferentemente entre un 0,8 y un 2,5% en peso, y todavía más preferentemente entre un 1,0 y un 2,0% en peso, de homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP).

35 **[0116]** Otro componente esencial de la presente invención es el agente α -nucleante polimérico (pNA) para aumentar la temperatura de cristalización de la composición polimérica (PC) en un cable. Preferentemente, el agente α -nucleante polimérico (pNA) es un compuesto vinílico polimerizado de fórmula (IV)



40 en donde R₁ y R₂ forman conjuntamente un anillo saturado o insaturado o aromático de 5 ó 6 miembros, o representan independientemente un alquilo inferior que comprende entre 1 y 4 átomos de carbono.

45 **[0117]** Preferentemente, el agente α -nucleante polimérico (pNA) es un compuesto vinílico polimerizado, seleccionado del grupo compuesto por cicloalcanos de vinilo, en particular ciclohexano de vinilo (VCH), ciclopentano de vinilo, ciclohexano de vinil-2-metilo y norbornano de vinilo, 3-metil-1-buteno, 3-etil 1-hexeno o mezclas de los mismos. Se prefiere especialmente que el agente α -nucleante polimérico (pNA) sea un cicloalcano de vinilo polimerizado, especialmente ciclohexano de vinilo polimerizado (pVCH).

50 **[0118]** El agente α -nucleante polimérico (pNA), preferentemente el compuesto vinílico polimerizado de fórmula (I) según se ha definido de forma más detallada anteriormente, se introduce especialmente en la composición polimérica (PC), produciendo el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino con un catalizador modificado que se ha prepolimerizado con compuestos vinílicos según se ha definido anteriormente. Esto significa que los compuestos vinílicos se deberían hacer reaccionar completamente en la etapa de polimerización. Con ese fin, la relación en peso del compuesto vinílico (adicionado) con respecto al catalizador debería estar en el intervalo de entre 0,05 y menos de 3, preferentemente entre aproximadamente 0,1 y 2,0, y en particular entre aproximadamente 0,1 y 1,5. Se puede recopilar otra información detallada a partir de los documentos WO 99/24478, WO 00/68315 y EP 1183307 A1. Por consiguiente, el agente α -nucleante polimérico (pNA) según se define en la presente se mezcla íntimamente con el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino.

60

- 5 **[0119]** Además, se prefiere que la composición polimérica (PC) contenga un agente α -nucleante polimérico (pNA), preferentemente un compuesto vinílico polimerizado de fórmula (I), más preferentemente ciclohexano de vinilo polimerizado (pVCH), en una cantidad de entre el 0,0001 y el 1,0% en peso, preferentemente en una cantidad de entre el 0,0001 y el 0,1% en peso, más preferentemente en una cantidad de entre el 0,0005 y el 0,01% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).
- 10 **[0120]** En una realización, la composición polimérica (PC), todavía más preferentemente la capa aislante del cable que comprende la composición polimérica (PC), contiene el agente α -nucleante polimérico (pNA) como único agente α -nucleante. En otra realización, la composición polimérica (PC), todavía más preferentemente la capa aislante del cable que comprende la composición polimérica (PC), contiene el agente α -nucleante polimérico (pNA) y un agente α -nucleante soluble (sNA) como únicos agentes α -nucleantes.
- 15 **[0121]** Se prefiere especialmente que la composición polimérica (PC), todavía más preferentemente la capa aislante del cable que comprende la composición polimérica (PC), contenga el agente α -nucleante polimérico (pNA) como único agente α -nucleante.
- 20 **[0122]** En caso de que haya presente un agente α -nucleante soluble (sNA), se aporta la siguiente información con respecto a este agente α -nucleante.
- 25 **[0123]** El término "soluble" en relación con el agente α -nucleante (NA) soluble indica que las partículas del agente α -nucleante soluble (sNA) se disuelven en la masa fundida del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino durante el mezclado en fusión y recrystalizarán a partir de dicha masa fundida al producirse la solidificación. En otras palabras, el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino y las partículas de agente α -nucleante soluble (sNA) no forman una mezcla de partículas independientes (mezclas secas) sino una dispersión a microescala de fibrillas recrystalizadas del agente nucleante, presentando dichas fibrillas un diámetro menor de 0,25 μm , preferentemente menor de 0,1 μm , medido de acuerdo con microscopía electrónica de transmisión (TEM) o microscopía de fuerza (atómica) de barrido (AFM). Ejemplos de dichas determinaciones se pueden hallar en la bibliografía, por ejemplo, por parte de Shepard et al, *J. Polym. Sci. B: Polym. Phys.* 35, págs. 2617 a 2628 (1997) por parte del Lipp et al., *Langmuir*, 22, págs. 6398 a 640 (2006).
- 30 **[0124]** Los agentes α -nucleantes solubles (sNA)s preferidos son aquellos que son solubles en el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino. Los agentes α -nucleantes solubles (sNA) se caracterizan por mostrar una secuencia de disolución en el calentamiento y de recrystalización en el enfriamiento, para mejorar el grado de dispersión. Se describen métodos para determinar dicha disolución y recrystalización, por ejemplo, por parte de Kristiansen et al. en *Macromolecules* 38 (2005) páginas 10.461 a 10.465, y por parte de Balzano et al. en *Macromolecules* 41 (2008) páginas 5.350 a 5.355. De forma detallada, la disolución y la recrystalización se pueden monitorizar por medio de reología de fusión en modo dinámico según se define mediante la ISO 6271-10:1999.
- 35 **[0125]** Por consiguiente, se prefiere que el agente α -nucleante soluble (sNA) se seleccione del grupo compuesto por derivados de sorbitol, derivados de nonitol, triamidas de benceno, y sus mezclas.
- 40 **[0126]** Los derivados de sorbitol adecuados son di(alquilbenciliden)sorbitoles como 1,3:2,4-dibencilidensorbitol o bis-(3,4-dimetilbenciliden)sorbitol.
- 45 **[0127]** Los derivados de nonitol adecuados incluyen 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol, mientras que las triamidas de benceno adecuadas incluyen 1,3,5-bencenotriamidas sustituidas, como N,N',N''-tris-tert-butil-1,3,5-bencenotricarboxamida o N,N',N''-tris-ciclohexil-1,3,5-benceno-tricarboxamida.
- 50 **[0128]** Se prefieren especialmente di(alquilbenciliden)sorbitoles, como 1,3:2,4-dibencilidensorbitol o bis-(3,4-dimetilbenciliden)sorbitol o derivados de nonitol, como 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol.
- [0129]** En una realización preferida, el agente α -nucleante soluble (sNA) es un derivado de nonitol.
- 55 **[0130]** En una realización especialmente preferida, el agente α -nucleante soluble (sNA) es 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(4-propilfenil)metilen]-nonitol.
- 60 **[0131]** El agente α -nucleante soluble (sNA), en caso de que esté presente, se combina con el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino y el promotor de adherencia (AP) en una concentración entre 200 y 10.000 ppm en peso, preferentemente entre 1.000 y 8.000 ppm en peso, más preferentemente entre 1.500 y 6.000 ppm en peso y, con la mayor preferencia, entre 2.000 y 5.000 ppm en peso.
- [0132]** De acuerdo con la presente solicitud, la por lo menos una capa aislante comprende, preferentemente comprende por lo menos un 70% en peso, más preferentemente comprende por lo menos un 80% en peso, todavía más preferentemente comprende por lo menos un 90% en peso, aún más preferentemente comprende por lo menos un 95%

en peso, por ejemplo comprende por lo menos un 99% en peso, de la composición polimérica (PC). En una realización específica, la por lo menos una capa aislante está compuesta por la composición polimérica (PC).

5 **[0133]** Según la presente solicitud, la capa aislante que comprende la composición polimérica (PC) antes descrita es parte de un cable.

10 **[0134]** Además de dicha composición polimérica (PC) que comprende el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino específico, el promotor de adherencia (AP) y el agente α -nucleante polimérico (pNA) (opcionalmente el agente α -nucleante soluble (sNA)), a la capa aislante se le pueden adicionar también aditivos utilizados comúnmente, como antioxidantes fenólicos, antioxidantes que contienen fósforo, depuradores de radicales C, captadores de ácido, estabilizadores de UV, agentes antiestáticos, agentes de deslizamiento, y agentes antibloqueo. Estos componentes son bien conocidos para los versados en la materia y se pueden usar en las cantidades habituales y son seleccionados por aquellos versados en la técnica en la medida en la que se requiera y de acuerdo con la finalidad respectiva para la cual se use la composición polimérica (PC). Por consiguiente, se entiende también que la suma de los pesos de la composición polimérica (PC) en la capa aislante habitualmente no llega de manera exacta hasta el 100% en peso, sino algo menos, en función de la cantidad de aditivos, que - en total - habitualmente no supera el 5% en peso.

20 **[0135]** En una realización preferida de la presente invención, el cable es un cable eléctrico, en particular un cable de comunicaciones, que comprende un conductor y por lo menos una capa aislante la cual comprende la composición polimérica (PC) según se ha definido anteriormente. En otra realización preferida, el cable es un cable de comunicaciones, que comprende uno o más hilos metálicos rodeados por al menos una capa aislante, y el hilo metálico o un haz de los dos o más hilos metálicos está rodeado además por al menos una capa de camisa que constituye la capa polimérica más externa para proteger el hilo o hilos metálicos.

25 **[0136]** En relación con esto, un cable de comunicaciones es un cable para transferir señales de información, tal como cables de comunicación o cables coaxiales. Un cable de telecomunicaciones comprende una pluralidad de hilos metálicos monoconductores rodeados, cada uno de ellos, por una capa aislante. El número de hilos metálicos monoconductores puede variar desde unos pocos en un cable de transmisión de datos hasta varios miles en cables telefónicos. Todos los hilos metálicos están rodeados por una capa de camisa protectora común, la cual rodea y protege el haz de hilos metálicos.

30 **[0137]** Dicho cable comprende preferentemente un conductor metálico, aún más preferentemente un conductor de cobre, que tiene un diámetro de entre 0,30 y 0,80 mm, preferentemente de entre 0,35 y 0,75 mm, con la mayor preferencia de entre 0,40 y 0,70 mm. El cable que incluye la capa aislante tendrá preferentemente un diámetro de entre 0,60 y 1,50 mm, más preferentemente de entre 0,65 y 1,30 mm, y, con la mayor preferencia, de entre 0,69 y 1,10 mm.

[0138] La presente invención proporciona también cables que tienen una calidad superficial y una calidad de adherencia excelentes.

40 **[0139]** Preferentemente, el cable de la invención proporciona una fuerza de pelado de 8,0 N o mayor, más preferentemente de 8,5 N o mayor, todavía más preferentemente de 9,0 N o mayor y, con la mayor preferencia, de 9,5 N o mayor. La fuerza de pelado se define como la fuerza necesaria para desprender una capa aislante formada por la composición polimérica (PC) aislante, de acuerdo con la ASTM D 4565, parte 19.

45 **[0140]** El cable se puede preparar mediante métodos conocidos. En general, el proceso para producir un cable que comprende la anterior composición polimérica (PC) como parte de una capa aislante, comprende las etapas de

(a) formar la composición polimérica (PC),

50 (b) aplicar dicha composición polimérica (PC) a una temperatura de fusión de entre 180 °C y 280 °C, sobre un conductor para formar una capa aislante, y

(c) producir el cable a una velocidad de procesamiento de entre 300 m/min y 3.000 m/min.

55 **[0141]** La formación de la composición polimérica (PC) de la etapa (a) se logra preferentemente mezclando el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que contiene el agente α -nucleante polimérico (pNA) con un promotor de adherencia (AP) que es un homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP), y opcionalmente con el agente α -nucleante soluble (sNA) en caso de que estuviera presente.

60 **[0142]** Para el mezclado, se puede usar un aparato de composición o mezclado convencional, por ejemplo, un mezclador Banbury, un molino de caucho de 2 rodillos, una co-amasadora Buss o una extrusora de doble husillo. La extrusora de doble husillo puede ser co-rotativa o contra-rotativa, preferentemente co-rotativa. De acuerdo con la etapa (b) del presente proceso, la composición polimérica (PC) formada se aplica sobre un conductor para formar una capa aislante. Preferentemente, esto se logra extruyendo dicha composición polimérica (PC) sobre el conductor. Las temperaturas y presiones utilizadas en el funcionamiento de la extrusora son conocidas en la técnica. Típicamente, la temperatura se puede seleccionar del intervalo de entre 180 °C y 280 °C, preferentemente del intervalo de entre 200 °C

y 250 °C. La presión usada para la extrusión está preferentemente entre 50 bares y 700 bares y, preferentemente, entre 200 bares y 500 bares. La composición polimérica (PC) se hace pasar a través de la extrusora sobre el conductor, a una velocidad de procesamiento de 300 m/min a 3.000 m/min. Preferentemente, la composición polimérica (PC) se hace pasar a través de la extrusora sobre el conductor a una velocidad de procesamiento de entre 500 m/min y 2.000 m/min y, más preferentemente, a una velocidad de procesamiento de entre 600 m/min y 1.800 m/min.

[0143] En una realización preferida, el conductor se pre-calienta a una temperatura de entre 50 °C y 150 °C.

[0144] Según otro aspecto, la presente invención proporciona el uso del agente α -nucleante polimérico (pNA) (opcionalmente con el agente α -nucleante soluble (sNA)) para aumentar la temperatura de cristalización de una composición polimérica (PC) que forma parte de una capa aislante de un cable según se ha definido anteriormente. Según otro aspecto, la presente invención se refiere al uso del cable anteriormente definido, como cable de comunicaciones y/o cable eléctrico.

[0145] En relación con otras realizaciones preferidas del homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino, el promotor de adherencia (AP), y el agente α -nucleante polimérico (pNA) (opcionalmente junto con el agente α -nucleante soluble (sNA)) que forman parte de la composición polimérica (PC) de la capa aislante, se remite a los comentarios realizados anteriormente.

[0146] A continuación se describirá más detalladamente la presente invención por medio de los ejemplos que se proporcionan seguidamente.

Ejemplos

1. Definiciones/métodos de medición

[0147] Las siguientes definiciones de términos y métodos de determinación se aplican para la anterior descripción general de la invención así como en los ejemplos de más adelante a no ser que se defina lo contrario.

Mediciones de espectroscopia por NMR:

[0148] Se registraron los espectros de ^{13}C -NMR de polipropilenos en un espectrómetro Bruker de 400 MHz a 130 °C, a partir de muestras disueltas en 1,2,4-triclorobenceno/benceno- d_6 (90/10 peso/peso). Para el análisis de las triadas, la asignación se realiza de acuerdo con los métodos descritos en la bibliografía: (T. Hayashi, Y. Inoue, R. Chūjō, y T. Asakura, *Polymer* 29 138-43 (1988), y Chujo R, et al, *Polymer* 35 339 (1994).

[0149] La medición de NMR se usó para determinar la concentración de triadas mm según una manera bien conocida en la técnica.

[0150] **Temperatura de fusión T_m , temperatura de cristalización T_c :** medidas con calorimetría diferencial de barrido (DSC) Mettler TA820 sobre muestras de 5 a 10 mg. La DSC se ejecuta de acuerdo con la ISO 3146 / parte 3 / método C2 en un ciclo de calentamiento / enfriamiento / calentamiento con una velocidad de barrido de 10 °C/min en el intervalo de temperaturas de +23 a +210°C. La temperatura de cristalización y la entalpía se determinan a partir de la etapa de enfriamiento, mientras que la temperatura de fusión y la entalpía de fusión se determinan a partir de la segunda etapa de calentamiento.

Aleatoriedad

[0151] En las mediciones de FTIR, se moldearon por compresión, a 225°C, películas de un grosor de 250 mm y las mismas se analizaron en un instrumento de FTIR Perkin-Elmer System 2000. El área del pico de etileno (760 a 700 cm^{-1}) se usó como medida del contenido de etileno total. La banda de absorción para la estructura -P-E-P- (una unidad de etileno entre unidades de propileno) se produce a 733 cm^{-1} . Esta banda caracteriza el contenido de etileno aleatorio. Para secuencias de etileno más largas (más de dos unidades), se produce una banda de absorción a 720 cm^{-1} . En general, para los copolímeros aleatorios se observa un hombro correspondiente a series de etileno más largas. La calibración para el contenido total de etileno basado en el área y el contenido de etileno aleatorio (PEP) basado en la altura de los picos a 733 cm^{-1} se realizó por ^{13}C -NMR. (*Thermochemica Acta*, 66 (1990) 53-68).

$$\text{Aleatoriedad} = \text{contenido de etileno aleatorio (-P-E-P-) / contenido de etileno total} \times 100\%$$

[0152] El **peso molecular promedio en número (M_n)**, el **peso molecular promedio en peso (M_w)** y la **distribución de pesos moleculares (MWD)** se determinan mediante cromatografía de exclusión por tamaño (SEC) usando un instrumento Waters Alliance GPCV 2000 con viscosímetro en línea. La temperatura del horno es 140°C. Como disolvente se usa triclorobenceno (ISO 16014).

[0153] El MFR₂ (230°C) se mide de acuerdo con la ISO 1133 (230°C, 2,16 kg de carga).

[0154] El MFR₂ (190°C) se mide de acuerdo con la ISO 1133 (190°C, 2,16 kg de carga).

5 [0155] El **contenido de etileno** se mide con espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FTIR) calibrada con ¹³C-NMR. Cuando se midió el contenido de etileno en polipropileno, se preparó por prensado en caliente una película delgada de la muestra (grosor de aproximadamente 250 μm). Se midió el área de los picos de absorción a 720 y 733 cm⁻¹ con un espectrómetro Perkin Elmer FTIR 1600. El método se calibró con datos de contenido de etileno medidos por ¹³C-NMR. El **contenido de una cualquiera de las α-olefinas C4 a C10** se determina con ¹³C-NMR; bibliografía; "IR-Spektroskopie für Anwender"; WILEY-VCH, 1997 y "Validierung in der Analytik", WILEY-VCH, 1997.

[0156] **Solubles en xileno en frío (XCS, % en peso)**: el contenido de solubles en xileno en frío (XCS) se determina a 23 °C según la ISO 6427.

15 [0157] La **dureza Shore D** se mide a los 3 y los 15 segundos de acuerdo con la ASTM D2240-05.

[0158] **Parámetro REact**: los materiales se comprimieron en películas y se troquelaron muestras circulares de las películas con un peso de aproximadamente 2 mg. Se ejecutaron pasadas de DSC con una velocidad de calentamiento de 20 °C/min hasta la temperatura de 210 °C la cual se mantuvo constante durante 10 minutos. A continuación, las muestras se enfriaron con diferentes velocidades de enfriamiento (3, 10, 30, 100 °C/min) y se registró la temperatura de cristalización a cada velocidad de enfriamiento. La resistencia de *quenching* se evaluó con un parámetro adimensional fenomenológico "REact" relacionado normalmente con la energía de activación, E_{act}, para diversos fenómenos. Este planteamiento fue descrito por primera vez por H.E. Kissinger en *Journal of Research of National Bureau of Standards* 1956, volumen 57, edición 4, página 217, ecuación 7, para el análisis térmico diferencial de arcillas de caolinita, y después se usó también para la cristalización del polímero.

$$\text{"REact"} = -R^{-1} E_{act} = d \left[\ln \left(\frac{T'}{T_{cr}'} \right) \right] / d \left(\frac{1}{T_{cr}'} \right)$$

donde T' es la velocidad de enfriamiento de la masa fundida, T_{cr} es la temperatura de cristalización, R es la constante de los gases. Se observó que este parámetro "REact" se correlacionaba bien con la temperatura de cristalización a temperaturas de enfriamiento del orden de 30 °C/s, a partir de representaciones de DSC de la temperatura de cristalización con respecto a la velocidad de enfriamiento, así como con el contenido cristalino de fase α de cables según se midió con la deconvolución de patrones de Difracción de Rayos X de Gran Ángulo.

[0159] **Calidad superficial**: el cable final fue evaluado ópticamente por una persona experimentada y se clasificó en una escala relativa de 1 a 10, en la cual "1" representa una rugosidad enorme hasta el punto de defectos en la capa aislante mientras que "10" representa una superficie perfectamente uniforme y homogénea.

[0160] **Fuerza de pelado**: la ASTM D 4565, parte 19, se usa para medir la adherencia del aislamiento al conductor. Las muestras se preparan de acuerdo con la norma, cortando una sección de longitud de 130 mm del cable aislado y retirando el aislamiento hasta que queda solamente una sección aislada de 25 mm de longitud. La muestra se acondiciona durante 16 h a temperatura ambiente, al 50% de unidad atmosférica relativa. A continuación, el conductor desnudo se hace pasar a través de una matriz en forma de placa u orificio que tiene una apertura que mide entre 0,07 y 0,13 mm más que el conductor hasta que el reborde de aislamiento reposa sobre la matriz en forma de placa. Usando un equipo de pruebas de tracción con una célula de carga, se aplica tensión entre el conductor y la matriz en forma de placa y se registra la fuerza requerida para pelar el aislamiento restante del hilo metálico. Se registra la fuerza máxima.

2. Polímeros

[0161] El XPP1 es un copolímero aleatorio de polipropileno, experimental, que contiene pequeñas cantidades de etileno (0,65% en peso) y 50 ppm de ciclohexano de vinilo polimerizado (pVCH), producido en una unidad piloto de PP Borstar con un reactor de bucle y un reactor de fase gaseosa. Se usó un catalizador prepolimerizado con pVCH según se describe en el ejemplo 1 del documento EP 1183307 A1, en combinación con trietilaluminio como cocatalizador y dicitlopentil dimetoxi silano como dador externo, con una relación de aluminio a dador de 10 mol/mol. Este polímero se mezcló con un 0,1% en peso de Irganox B225 (mezcla 1:1 de Irganox 1010 pentaeritritil-tetraquis(3-(3',5'-di-tert.butil-4-hidroxitoluilo)-propionato y tris(2,4-di-tert-butilfenil) fosfato) fosfito) de BASF AG Alemania) y un 0,05% en peso de estearato de calcio en una extrusora de doble husillo co-rotativa (tipo: Coperion ZSK 57). A partir de la Tabla 1 se puede extraer detalles de la polimerización así como características del polímero.

Tabla 1: Polimerización y características del XPP1

| | | XPP1 |
|-----------------------------|------------|------|
| Bucle | | |
| Temperatura | [°C] | 70 |
| MFR ₂ | [g/10 min] | 3,9 |
| contenido de C2 | [% peso] | 0,65 |
| relación H ₂ /C3 | [mol/kmol] | 2,0 |
| relación C2/C3 | [mol/kmol] | 1,1 |
| cantidad | [% peso] | 55 |
| 1 GPR | | |
| Temperatura | [°C] | 85 |
| MFR ₂ | [g/10 min] | 3,9 |
| contenido de C2 | [% peso] | 0,65 |
| relación H ₂ /C3 | [mol/kmol] | 19,0 |
| relación C2/C3 | [mol/kmol] | 1,2 |
| cantidad | [% peso] | 45 |
| Final | | |
| MFR ₂ | [g/10 min] | 3,9 |
| contenido de C2 | [% peso] | 0,65 |
| Final | | |
| xcs | [% peso] | 2,0 |
| Tm | [°C] | 161 |
| Tc | [°C] | 124 |
| Mw | [kg/mol] | 430 |
| Mw/Mn | [-] | 3,9 |

5 [0162] DM55pharm es un homopolímero de polipropileno que tiene una temperatura de fusión de 164 °C, un contenido de XCS del 2,0% en peso y un MFR₂ (230 °C) de 2,8 g/10 min, disponible comercialmente en Borealis Polyolefine GmbH, Austria. Tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) de 480 kg/mol y una amplitud de la distribución de pesos moleculares, expresada como Mw/Mn, de 4,7.

10 [0163] "PP-R" es un copolímero aleatorio experimental de propileno-etileno el cual se produjo basándose en el catalizador comercial Avant ZN M1 suministrado por LyondellBasell, Estados Unidos, en combinación con trietilaluminio como cocatalizador y ciclohexil trimetoxi silano como dador externo con una relación de aluminio a dador de 5 mol/mol. La polimerización se realizó en una planta de PP Borstar usando un reactor de bucle de fase líquida y dos reactores de fase gaseosa. El copolímero resultante tenía un contenido de etileno del 2,0% en peso, un MFR₂ (230 °C/2,16 kg) de 1,9 g/10 min, una temperatura de fusión de 149 °C y un contenido de solubles en xileno en frío (XCS) del 4,5% en peso. Este polímero se mezcló con un 0,1% en peso de Irganox B225 (mezcla 1:1 de Irganox 1010 (pentaeritritil-tetraquis(3-(3',5'-di-tert.butil-4-hidroxitoluil)-propionato y tris (2,4-di-t-butilfenil) fosfato)fosfito) de BASF AG Alemania) y un 0,04% en peso de hidrotalcita sintética (DHT-4A suministrada por Kisuma Chemicals, Países Bajos) en una extrusora de doble husillo, co-rotativa (tipo: Coperion ZSK 57).

20 [0164] El HE3366 es un polímero de polietileno de alta densidad designado para aislamiento de cables de datos, que tiene un MFR₂ (190 °C) de 0,8 g/10 min, disponible comercialmente en Borealis Polyolefine GmbH, Austria.

25 [0165] El HE4872 es una composición polimérica de polietileno de alta densidad que comprende un promotor de adherencia designado para aislamiento de cable de datos, que tiene un MFR₂ (190 °C) de 0,9 g/10 min, disponible comercialmente en Borealis Polyolefine GmbH, Austria.

3. Agente nucleante (sNA)

30 [0166] Millad NX8000 es el agente nucleante (NA) α -cristalino, soluble, 1,2,3-trideoxi-4,6:5,7-bis-O-[(*n*-propilfenil)metil]-nonitol (n.º CAS 882073-43-0), disponible comercialmente en Miliken Co., Estados Unidos. El Millad NX8000 se usa en una cantidad del 0,25% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).

4. Otros aditivos

35 [0167] Todos los tipos de polipropileno se modificaron específicamente con fines relativos al aislamiento de cables adicionando un 0,1% en peso del desactivador de metales Lowinox MD 24 (N,N'-bis (3(3',5'-di-tert.butil-4'-

hidroxifenil)propionil) hidrazina, n.º CAS 32687-78-8, suministrado por Chemtura Europe GmbH, CH) y un 0,1% en peso del estabilizador de azufre Lowinox DSTDP (Di-estearil-tio-di-propionato, n.º CAS 693-36-7, suministrado por Chemtura Europe GmbH, CH).

5 **5. Promotor de adherencia**

[0168] El promotor de adherencia (AP) es el homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico (PP-g-MAH) Exxelor PO1050 que tiene un MFR2 (230 °C) de 430 g/10 min y un contenido de anhídrido maleico del 0,75% en peso, suministrado por ExxonMobil Chemical, Estados Unidos.

10

6. Composición polimérica (PC)s

15

[0169] Todas las composiciones poliméricas (PC)s según se enumera en la tabla 1 (para composiciones poliméricas de la invención y comparativas (PC)s basadas en copolímeros aleatorios de propileno-etileno y homopolímeros de polipropileno) se prepararon mediante composición en fusión en una extrusora de doble husillo Coperion ZSK 57 (diámetro del husillo 57 mm, relación L/D 40) a temperaturas entre 190 °C y 240 °C.

7. Procesado del cable

20

[0170] Las composiciones poliméricas de la tabla 1 se extruyeron como capa aislante sobre un conductor de hilo metálico de cobre que tenía un diámetro de 0,53 mm con una extrusora de un solo husillo y un cabezal de extrusión estándar de recubrimiento de hilos metálicos con dimensiones de la matriz, presiones de la extrusora y velocidades que se indican en la tabla 2. El conductor se pre-calentó a una temperatura de 100 °C, la temperatura de fusión se fijó a 220 °C y en todos los casos se ajustó un diámetro final del cable del 0,93 mm. El enfriamiento del cable se realizó en primer lugar con agua de 25 °C en un equipo de enfriamiento por pulverización con una longitud de 2 m, y a continuación con agua de 15 °C en un equipo de enfriamiento por inmersión.

25

Tabla 1a – Composiciones poliméricas (n.a. – no aplicable)

| | Polímero | Nucleante | AP | AP | MFR 2,16 kg |
|------------|-----------|---------------|----------|----------|-------------|
| | tipo | | tipo | cantidad | 190*/230°C |
| | | | | [% peso] | [g/10 min] |
| IE1 | XPP1 | pVCH | PP-g-MAH | 1,5 | 4,1 |
| IE2 | XPP1 | pVCH + NX8000 | PP-g-MAH | 1,5 | 4,2 |
| CE1 | XPP1 | pVCH | - | - | 3,9 |
| CE2 | DM55pharm | NX8000 | PP-g-MAH | 1,5 | 2,8 |
| CE3 | DM55pharm | - | - | - | 2,8 |
| CE4 | PP-R | NX8000 | PP-g-MAH | 1,5 | 2,0 |
| CE5 | HE4872 | - | EMAA | 0,85 | 0,9* |
| CE6 | HE3366 | - | - | - | 0,8* |

AP promotor de adherencia

30

Tabla 1b – Composiciones poliméricas (n.a. – no analizado)

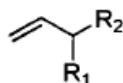
| | DSC 10K/min | | REact | C2 total | Shore D |
|------------|-------------|------|-----------|----------|---------|
| | Tm | Tc | parámetro | | |
| | [°C] | [°C] | --- | [% peso] | - |
| IE1 | 160 | 124 | 6791 | 0,65 | 70 |
| IE2 | 161 | 127 | 6808 | 0,65 | 70 |
| CE1 | 160 | 124 | 6872 | 0,65 | 70 |
| CE2 | 164 | 128 | 6169 | 0 | 71 |
| CE3 | 164 | 120 | 3963 | 0 | 70 |
| CE4 | 153 | 126 | 4806 | 2,0 | 67 |
| CE5 | 127 | 117 | n.a. | n.a. | 58 |
| CE6 | 127 | 116 | n.a. | n.a. | 58 |

Tabla 2 – Procesado y características del cable

| | Tipo de polímero | Geometría de la matriz | Extrusora | Línea | Husillo | Superficie | Pelado |
|------------|------------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|--------|
| | (base) | longitud del cuerpo/diámetro | presión | velocidad | velocidad | calidad | fuerza |
| | | [mm] | [bar] | [m/min] | [rpm] | (1-10) | [N] |
| IE1 | XPP1 | 30/1,00 | 255 | 977 | 57 | 10 | 10,4 |
| IE2 | XPP1 | 30/1,00 | 260 | 995 | 58 | 10 | 8,4 |
| CE1 | XPP1 | 30/1,00 | 270 | 994 | 58 | 9 | 7,0 |
| CE2 | DM55pharm | 30/1,00 | 317 | 1.006 | 71 | 10 | 9,2 |
| CE3 | DM55pharm | 25/0,94 | 360 | 1.100 | 96 | 7 | 6,2 |
| CE4 | PP-R | 25/0,94 | 323 | 1.031 | 61 | 10 | 9,8 |
| CE5 | HE4872 | 25/0,94 | 460 | 1.025 | 54 | 10 | 9,0 |
| CE6 | HE3366 | 25/0,94 | 460 | 1.010 | 49 | 9 | 5,5 |

REIVINDICACIONES

1. Cable que tiene por lo menos una capa aislante que comprende una composición polimérica (PC) que comprende
- 5 (a) por lo menos un 94% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino que tiene un índice de fluidez, según la ISO 1133 (230°C/2,16 kg), en el intervalo de entre 1,0 y 10,0 g/10 min, y un contenido de comonómeros por debajo del 5,0% en peso, siendo los comonómeros etileno y/o una α -olefina C_4 a C_{10} ,
- 10 (b) entre un 0,5 y un 5% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un promotor de adherencia (AP) que es un homo- o copolímero de polipropileno modificado polar (PM-PP),
- (c) entre un 0,0001 y un 1,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante polimérico (pNA), y
- 15 (d) opcionalmente entre un 0,02 y un 1,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC), de un agente α -nucleante soluble (sNA).
2. Cable según la reivindicación 1, en el que la composición polimérica (PC)
- (a) comprende solamente el agente α -nucleante polimérico (pNA) y el agente α -nucleante soluble (sNA) como agentes α -nucleantes;
- 20 o
- (b) preferentemente comprende sólo el agente α -nucleante polimérico (pNA) como agente α -nucleante.
3. Cable según la reivindicación 1 ó 2, en el que la composición polimérica (PC) y/o el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene/tienen una temperatura de fusión T_m , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 155 °C y 170 °C.
- 25 4. Cable según las reivindicaciones 1 a 3, en el que la composición polimérica (PC) y/o el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene una temperatura de cristalización T_c , según se determina mediante calorimetría diferencial de barrido (DSC), en el intervalo de entre 118 °C y 131 °C.
- 30 5. Cable según las reivindicaciones 1 a 4, en el que la composición polimérica (PC) tiene una dureza Shore D de 64 a 75.
6. Cable según las reivindicaciones 1 a 5, en el que la composición polimérica (PC) y/o el homo- o copolímero de polipropileno (PP) cristalino tiene/tienen un contenido de una fracción soluble en xileno, a 25 °C, de entre el 0,5% en peso y el 8,5% en peso, preferentemente entre el 1,0% en peso y el 7,0% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).
- 35 7. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la composición polimérica (PC) tiene un índice de fluidez según la ISO 1133 (230 °C/2,16 kg) en el intervalo de entre 1,0 y 8,0 g/10 min.
- 40 8. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el agente α -nucleante polimérico (pNA) es un compuesto vinílico polimerizado de fórmula (IV)



45

en donde R_1 y R_2 forman conjuntamente un anillo aromático o insaturado o saturado de 5 ó 6 miembros o representan independientemente un alquilo inferior que comprende entre 1 y 4 átomos de carbono.

- 50 9. Cable según la reivindicación 8, en el que el agente α -nucleante polimérico (pNA) es un compuesto vinílico polimerizado, seleccionado del grupo compuesto por cicloalcanos de vinilo, en particular ciclohexano de vinilo (VCH), ciclopentano de vinilo, ciclohexano de vinil-2-metil y norbornano de vinilo, 3-metil-1-buteno, 3-etil 1-hexeno o mezclas de los mismos, preferentemente es un cicloalcano de vinilo polimerizado, más preferentemente es un ciclohexano de vinilo polimerizado (pVCH).
- 55 10. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el agente α -nucleante soluble (sNA)
- (a) se selecciona del grupo compuesto por derivados de sorbitol, derivados de nonitol, triamidas de benceno, y sus mezclas,
- 60 y/o

(b) está presente en la composición polimérica (PC) en una cantidad de entre el 0,1% en peso y el 0,8% en peso, preferentemente entre el 0,2% en peso y el 0,6% en peso, sobre la base del peso total de la composición polimérica (PC).

- 5 11. Cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el promotor de adherencia (AP) es un homo- o copolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homo- o copolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico, preferentemente un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico y/o un homopolímero de polipropileno modificado con ácido acrílico y más preferentemente un homopolímero de polipropileno modificado con anhídrido maleico.
- 10 12. Proceso para producir un cable según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el proceso comprende las etapas de
- 15 (a) formar una composición polimérica (PC) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,
(b) aplicar la composición polimérica (PC) de la etapa a) a una temperatura de fusión de entre 180 °C y 280 °C, sobre un conductor para formar una capa aislante, y
(c) producir el cable a una velocidad de procesado de entre 300 m/min y 3.000 m/min.
- 20 13. Proceso según la reivindicación 12, en el que el conductor se pre-calienta a una temperatura de entre 50 °C y 150 °C.
- 25 14. Uso de un agente α -nucleante polimérico (pNA), opcionalmente junto con un agente α -nucleante soluble (sNA), para aumentar la temperatura de cristalización de una composición polimérica (PC) que forma parte de una capa aislante de un cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el agente α -nucleante polimérico (pNA) se define de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9, y el agente α -nucleante soluble (sNA) se selecciona del grupo compuesto por derivados de sorbitol, derivados de nonitol, triamidas de benceno y mezclas de los mismos.
15. Uso de un cable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, como cable de comunicaciones.