



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 765**

51 Int. Cl.:
C08L 23/10 (2006.01)
C08L 23/08 (2006.01)
H01B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06008010 .8**
96 Fecha de presentación : **18.04.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1847565**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.10.2007**

54 Título: **Una capa para cables que tiene resistencia mejorada a emblanquecimiento por tensión.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.06.2011

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

72 Inventor/es: **Grein, Christelle;**
Palmlöf, Magnus;
Gahleitner, Markus;
Sultan, Bernt-Ake y
Torgersen, Ulf

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 361 765 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

Una capa para cables que tiene resistencia mejorada a emblanquecimiento por tensión

5 La presente invención se refiere a una capa de aislamiento para cables que muestra resistencia mejorada a emblanquecimiento por tensión que mantiene buenas propiedades mecánicas y eléctricas, y que no daña el medio ambiente. Además, la presente invención se refiere a una composición, que se puede usar para la capa de aislamiento, y a un proceso para la producción de tal capa. Además, la invención también se refiere a un cable que comprende la capa inventiva.

10 En la actualidad, los productos poliméricos de etileno se usan como aislante en capas semiconductoras para cables de bajo, medio y alto voltaje, respectivamente, debido a la fácil procesabilidad y propiedades eléctricas beneficiosas así como a su buen comportamiento respecto a la resistencia al emblanquecimiento por tensión.

15 Además, en aplicaciones para cables también se usa habitualmente cloruro de polivinilo (PVC) como material aislante, normalmente en combinación con ablandadores para alcanzar la blandura deseada de los cables y que tiene buena resistencia a emblanquecimiento por tensión.

20 Una desventaja con el cloruro de polivinilo es la temperatura de operación restringida a 70°C por estandarización. Esto se tiene que ver respecto al hecho de que el PVC tiene unas prestaciones mecánicas restringidas a temperaturas elevadas. Además, se tienen que añadir ablandadores al PVC para mantener un alto nivel de flexibilidad. Cantidades insuficientes de ablandadores reducen las propiedades de baja temperatura del PVC de forma significativa. Desde un punto de vista medioambiental, estos ablandadores no se consideran siempre libres de problemas, lo que hace que sea deseable eliminarlos.

25 Los cables que contienen capas de polietileno habitualmente se operan a 70°C. Sin embargo, hay una necesidad de temperaturas de operación mayores, que entonces requiere entrecruzamiento del polietileno, de otra forma el polietileno se ablandaría o incluso fundiría. Por tanto, en el sector de cables, el recubrimiento que rodea el conductor habitualmente consiste en materiales de polietileno entrecruzado para dar unas prestaciones mecánicas satisfactorias, incluso a alta temperatura en uso continuo y en condiciones de sobrecarga de corriente mientras que al mismo tiempo mantienen un alto nivel de flexibilidad.

30 Por otra parte, una desventaja de estos productos es que los productos entrecruzados son difíciles de reciclar. Además, en algunos casos, la lámina protectora externa consiste en cloruro de polivinilo (PVC) que es difícil de separar por métodos convencionales de las poliolefinas entrecruzadas que contienen rellenos inorgánicos. Cuando el cable ha alcanzado el final de su vida operacional, se debe eliminar el cable entero y —en caso de combustión— se generan productos clorados muy tóxicos.

35 En el caso del curado con peróxido de los cables, la fase de entrecruzamiento misma es un factor limitante en términos de velocidad de línea. Además, al procesar tales cables por extrusión, es importante que el entrecruzamiento no se produzca hasta que la mezcla haya dejado el extrusor, ya que el entrecruzamiento prematuro o abrasado hace imposible mantener una capacidad de producción uniforme, y además la calidad del producto resultante será insatisfactoria. El entrecruzamiento o precurado en el extrusor produce la congelación y adhesión del gel polimérico a la superficie del equipo, con el consiguiente riesgo de obturación.

40 Por tanto, hay una necesidad para nuevas composiciones de capas que permitan una temperatura de operación mayor que los materiales de polietileno o PVC, preferiblemente una temperatura de operación de al menos 90°C, reduzcan el fenómeno de abrasamiento permitiendo también un alta velocidad de extrusión y muestren buenas propiedades mecánicas.

45 50 El documento EP 0 893 801 A1 divulga componentes de polímeros de polipropileno adecuados como material para láminas de aislamiento. En particular divulga una composición de homopolímero cristalino de propileno o copolímero mezclado con un copolímero de etileno con una alfa-olefina que tiene una baja densidad y una alta uniformidad estructural, en particular que tiene una distribución muy homogénea de la alfa-olefina entre las moléculas de polímero. Sin embargo, el documento EP 0 893 801 A1 no divulga la posibilidad de tener una capa de polipropileno adecuada para condiciones de operación a alta temperatura, y que tenga de forma simultánea muy buenas propiedades mecánicas.

55 60 El documento EP 1 619 217 proporciona una capa de aislamiento que no daña el medio ambiente lo que permite una temperatura de operación de al menos 90°C y de forma simultánea propiedades mecánicas mejoradas en particular alta resistencia al impacto y buena resistencia a la tracción.

65 Sin embargo, tal capa de polipropileno muestra una propiedad conocida como emblanquecimiento por tensión (SW, por sus siglas en inglés). Por tanto, cuando se doblan o impactan tales polímeros, la zona de doblado o impacto se vuelve de un color lechoso opaco incluso si el polímero está coloreado. Por tanto, principalmente, se añade polietileno a la composición para mejorar la resistencia a emblanquecimiento por tensión. La resistencia al

emblanquecimiento por tensión también se produce incluso en composiciones de polipropileno pigmentadas. Obviamente, el emblanquecimiento por tensión es un efecto no deseado y en una aplicación de cable se produce, por ejemplo, durante el enrollado en la instalación. Cuanto menor sea la temperatura, más pronunciado se vuelve el efecto de emblanquecimiento por tensión. El efecto se ve como una potencial variable matadora a cualquier intento de introducir un concepto de polipropileno para cables de energía eléctrica.

Además, en aplicaciones de cables el agrietamiento de un cable no debe suceder cuando está enrollado o instalado en el sitio. El riesgo de agrietamiento es más pronunciado cuando se enrolla o instala a temperaturas más bajas. Usando composiciones heterofásicas de polipropileno puro se ha observado que el agrietamiento puede ocurrir cuando se enrolla a una temperatura de -20°C o por debajo.

Por tanto, el objeto de la presente invención es proporcionar una capa para cables que comprende una composición de polipropileno en donde la composición de polipropileno muestra buenas propiedades mecánicas y eléctricas, aunque no dañe el medio ambiente y con poco o ningún emblanquecimiento por tensión y formación de grietas a baja temperatura, y por tanto la capa se puede usar como una capa aislante.

La presente invención se basa en el descubrimiento de que el objeto anterior se puede lograr si una composición de polipropileno comprende un polímero polar de etileno en una cantidad suficiente.

Por tanto, la presente invención proporciona una capa aislante para cables hecha de una composición de polipropileno que comprende

- a. una resina base de polipropileno (A), que comprende un copolímero heterofásico de propileno que consiste en
 - i. un homo- y/o copolímero de propileno como fase matriz que tiene un contenido de comonomero del 0,5 al 10% en peso, basado en la cantidad total de fase matriz de propileno, y
 - ii. un copolímero de propileno como fase dispersa que tiene un contenido de comonomero del 20 al 80% en peso basado en la cantidad total de fase dispersa,
- y
- b. un polímero polar de etileno (B), en una cantidad del 10 al 50% en peso, basado en la composición total de polipropileno.

Tal capa aislante no solo no daña el medio ambiente y se puede usar a altas temperaturas, sino que también muestra poco o ningún emblanquecimiento por tensión bajo impacto manteniendo buenas propiedades mecánicas y eléctricas. Además, se puede evitar el agrietamiento de la composición de polipropileno a bajas temperaturas.

En la presente invención la resina base de polipropileno (A) comprende el copolímero heterofásico de propileno en una cantidad del 50 al 90% en peso, más preferiblemente del 55 al 85% en peso, lo más preferiblemente del 60 al 80% en peso.

Esencialmente hay dos tipos de copolímeros heterofásicos de propileno conocidos en la técnica, es decir, copolímeros heterofásicos que comprenden un copolímero de propileno aleatorio como fase matriz (RAHECO) o copolímeros heterofásicos que tienen un homopolímero de propileno como fase matriz (HECO).

El término "homopolímero" usado aquí se refiere a polipropileno isotáctico que sustancialmente, es decir, hasta al menos el 98% en peso, consiste en unidades de propileno. Preferiblemente, el homopolímero consiste en el 99% en peso, más preferiblemente en el 99,5% en peso de unidades de propileno.

Sin embargo, en la presente invención, la fase matriz del copolímero heterofásico de propileno es un copolímero de propileno y más preferido un copolímero aleatorio.

Un copolímero aleatorio es un copolímero donde la parte comonomero se distribuye al azar en las cadenas de polímero.

Por tanto, según esta definición, se prefiere que el copolímero aleatorio de propileno comprenda al menos un comonomero seleccionado del grupo en etileno y alfa-olefinas de $\text{C}_4\text{-C}_8$. Las alfa-olefinas de $\text{C}_4\text{-C}_8$ preferidas son 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno o 1-octeno, más preferido 1-buteno. El copolímero aleatorio de propileno más preferido consiste en propileno y etileno.

Además, el contenido de comonomero de la matriz de polipropileno es del 0,5 al 10% en peso, más preferiblemente del 1 al 8% en peso y lo más preferiblemente del 2 al 7% en peso.

- 5 Para combinar procesabilidad óptima con el requerimiento de propiedades mecánicas, la incorporación del comonomero se puede controlar de tal manera que una parte del polipropileno contenga más comonomero que la otra. Para asegurar adecuado para el fin de esta patente, esta diferencia interpolimérica en el contenido de comonomero debe superar un nivel que permita miscibilidad total de todas las partes del polímero. Los polipropilenos adecuados se describen por ejemplo, en el documento WO 03/002652.
- Se prefiere que una matriz de polipropileno tenga una temperatura de fusión pico de al menos 135°C, más preferiblemente de al menos 140°C.
- 10 También se prefiere que el copolímero heterofásico de propileno comprenda del 50 al 90% en peso de la matriz de polipropileno, más preferido del 55 al 85% en peso y lo más preferido del 60 al 80% en peso, para alcanzar un buen equilibrio de las propiedades en la capa aislante.
- 15 Además, la composición heterofásica de propileno según esta invención consiste adicionalmente en un copolímero de propileno que se dispersa en la matriz de polipropileno con un tamaño de partícula de media menor de 1 micrómetro. Este tamaño de partícula permite una buena distribución practicable en la matriz e influye en la resistencia a impacto de la capa aislante de forma positiva. El tamaño de partícula del copolímero de propileno se puede determinar como se describe en el documento EP 1 619 217.
- 20 Se prefiere que el copolímero de propileno se disperse en la matriz de polipropileno en una cantidad del 10 al 50% en peso, más preferido del 15 al 45% en peso y lo más preferido del 20 al 40% en peso.
- Opcionalmente, el copolímero de propileno puede incluir también polietileno cristalino, pero no más del 10% en peso, más preferiblemente el 5% en peso y lo más preferiblemente el 2% en peso del copolímero de propileno total.
- 25 Preferiblemente, el copolímero de propileno comprende al menos un comonomero seleccionado del grupo en etileno y alfa-olefinas de C₄-C₈. Las alfa-olefinas de C₄-C₈ preferidas son 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno o 1-octeno, más preferido es 1-buteno. El copolímero de propileno sustancialmente amorfo más preferido es un denominado "caucho de etileno-propileno" (EPR), que comprende del 30-70% en peso de unidades de etileno y del 70-30% en peso de unidades de propileno. Opcionalmente, este copolímero también puede contener unidades de dieno y entonces se denomina técnicamente como "caucho de etileno-propileno-dieno" (EPDM). Mientras que el EPR se puede producir tanto directamente en un paso de la polimerización del polipropileno como añadir como un componente separado en un paso posterior de mezcla por fusión o mezclado, el EPDM también se puede añadir en un paso posterior de mezcla por fusión o mezclado.
- 30 El contenido en comonomero del copolímero de propileno es del 20-80% en peso, más preferiblemente del 30-70% en peso y lo más preferiblemente del 60-65% en peso.
- 35 Además, el copolímero heterofásico de propileno tiene preferiblemente un índice de fluidez (medido según ISO 1133) de 0,5 a 50 g/10 min, más preferiblemente de 0,55 a 20 g/10 min, lo más preferiblemente de 0,5 a 8 g/10 min.
- 40 Para mejorar la resistencia al emblanquecimiento por tensión manteniendo las buenas propiedades mecánicas y eléctricas, la composición de polipropileno comprende del 10 al 50% en peso de un polímero polar de etileno (B). Preferiblemente, el polímero polar de etileno (B) se usa en una cantidad del 15 al 40% en peso, más preferiblemente del 20 al 40% en peso, basado en la composición de polipropileno total.
- 45 El polímero polar de etileno (B) preferiblemente se produce por copolimerización de etileno con comonomeros polares. Sin embargo, también se puede producir por injerto en el polímero de etileno, por ejemplo, injertando ácido acrílico, ácido metacrílico o anhídrido maleico en el polímero.
- 50 Se prefiere que los grupos polares se introduzcan en el polímero de etileno por copolimerización de etileno con comonomeros apropiados que tienen grupos polares.
- 55 Se prefiere además que los comonomeros se seleccionen de acrilatos de alquilo de C₁ a C₆, metacrilatos de alquilo de C₁ a C₆, ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos y acetato de vinilo, más preferido de acrilato de alquilo de C₁ a C₄ o acetato de vinilo. El copolímero también puede contener estructuras ionométricas (como en por ejemplo, los tipos Surlyn de DuPont).
- 60 Además, la cantidad de comonomero en el polímero polar de etileno (B) preferiblemente es entre 2 al 40% en peso, más preferiblemente del 2 al 30% en peso, lo más preferiblemente del 2 al 25% en peso.
- 65 Como se demuestra posteriormente, la composición de polipropileno de la presente invención preferiblemente no muestra formación de grietas a una temperatura de -20°C o por debajo, más preferiblemente a una temperatura de -40°C, en una prueba de doblado en frío.

Además, la intensidad del emblanquecimiento por tensión de la composición de polipropileno preferiblemente es igual a o menor de 3, más preferiblemente igual a o menor de 2 a una temperatura de -40°C en una prueba de doblado en frío.

5 Además, a temperatura ambiente, la composición de polipropileno de la presente invención tiene una intensidad de emblanquecimiento por tensión de igual a o menor de 3, más preferiblemente de igual a o menor que 2 en una prueba de doblado de tres puntos, manteniendo todas las otras buenas propiedades de la capa aislante de polipropileno, como el módulo de flexión y elástico así como elongación.

10 Además, se prefiere que la capa aislante de la presente invención tenga preferiblemente un módulo elástico de 100 a 1000 MPa, más preferiblemente de 150 a 800 MPa, lo más preferiblemente de 150 a 500 MPa. El módulo elástico se ha determinado según ISO 527-3.

15 Además se prefiere que la deformación de fluencia esté por encima del 20%, más preferido por encima del 22% medido según ISO 527-3.

La elongación en la rotura de la presente capa aislante preferiblemente es del 450 al 900%, más preferiblemente del 500 al 880%, lo más preferiblemente del 530 al 850% medido por ISO 527-3.

20 La resistencia a impacto de Charpy es una prueba destructiva de resistencia a impacto que consiste en colocar la muestra opcionalmente con una entalla en una posición horizontal entre dos soportes y aplicar un golpe de intensidad conocida, que normalmente romperá la muestra. La captación de energía (amortiguamiento) en este proceso de fractura se registra como una medida de la resistencia a impacto. El impacto de Charpy se ha medido según ISO 179 1 eA (23°C) y según ISO 179 1 eA (-20°C). Se prefiere que el valor medido a 23°C para la prueba del
25 impacto de Charpy sea al menos 50 kJ/m^2 , más preferido al menos 55 kJ/m^2 y lo más preferido 70 kJ/m^2 . Además, preferiblemente el valor medido a -20°C según ISO 179 1 eA es al menos 2 kJ/m^2 , más preferiblemente al menos 5 kJ/m^2 y lo más preferiblemente al menos $5,5\text{ kJ/m}^2$.

30 La velocidad de flujo de fusión (MFR), que es equivalente al término "índice de fluidez" previamente usado, indica la fluidez y por tanto la procesabilidad de un polímero. Cuando mayor sea el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR se mide según ISO 1133. En la presente invención la composición de polipropileno preferiblemente tiene un MFR_2 ($230^{\circ}\text{C}/2,16\text{ kg}$) de 0,01 a $2,5\text{ g}/10\text{ min}$, más preferiblemente de 0,5 a $2\text{ g}/10\text{ min}$.

35 Además, se prefiere que la composición de polipropileno de la capa inventiva tenga un pico máximo de temperatura de fusión (T_f) por encima de 135°C , más preferido por encima de 140°C .

40 La composición de polipropileno de la presente invención y sus componentes se pueden producir por cualquier método conocido en la técnica. Sin embargo, se prefiere que la matriz de polipropileno de la resina base heterofásica de propileno se produzca en una o más reactores de suspensión y opcionalmente uno o más reactores de fase gaseosa, seguido por la producción del copolímero de polipropileno en la fase gas por mezcla o polimerización in situ de etileno en el sistema de reactor. Después de ello se mezcla más del 5% en peso y hasta el 50% en peso del polímero polar de etileno (B), basado en la composición total de polipropileno, por cualquier método posible conocido en la técnica en la composición.

45 La polimerización en fase suspensión se puede llevar a cabo a una temperatura menor de 75°C , preferiblemente de 60 a 65°C y a una presión que varía entre 60 y 90 baros, preferiblemente de 30 a 70 baros. La polimerización preferiblemente se lleva a cabo en tales condiciones que del 20 al 90% en peso, preferiblemente del 40 al 80% en peso de los polímeros se polimerizan en los reactores. El tiempo de residencia puede estar entre 15 a 20 minutos.

50 El paso de polimerización en fase gaseosa se lleva a cabo preferiblemente transfiriendo la mezcla del reactor de la fase en suspensión directamente a la fase gaseosa sin eliminar los monómeros sin reaccionar, más preferiblemente mediante una presión de más de 10 baros. La temperatura de reacción usada en general estará en el intervalo de 60 a 115°C , más preferiblemente de 70 a 110°C . La presión de reacción preferiblemente será mayor de 5 baros y más preferiblemente estará en el intervalo de 10 a 25 baros, y el tiempo de residencia será preferiblemente de 0,1 a 5
55 horas.

60 Preferiblemente se usa un reactor en bucle como dicho reactor en suspensión, también el tipo de reactor tal como un reactor en tanque también se podría emplear. Según otra forma de realización, la fase en suspensión se lleva a cabo en dos reactores de suspensión preferiblemente, pero no necesariamente, en dos reactores en bucle. Haciendo eso, la distribución de comonómeros se puede controlar fácilmente. Cuando se continúa la copolimerización en el reactor o reactores en fase gaseosa, el contenido de comonómeros se puede aumentar más. De esta manera, el polímero matriz se puede adaptar ajustando la relación de comonómeros en diferentes reactores.

65 La polimerización se puede lograr usando cualquier catalizador estándar de polimerización de olefinas y estos los conoce bien el experto en la materia. Preferiblemente un sistema catalizador comprende un catalizador Ziegler-Natta normal específico de esteroil, catalizador metaloceno u otro catalizador organometálico o de coordinación. El sistema

catalizador particularmente preferido es un catalizador Ziegler-Natta de alto rendimiento que tiene un componente catalizador, un componente cocatalizador, opcionalmente un donante externo. De esta manera, el sistema catalizador puede comprender un componente de titanio y un componente electrodonante apoyado en un componente de dicloruro de magnesio activado, componente de trialkilamonio como activador y componente donante de electrones. Un sistema catalizador preferido es un catalizador metaloceno que tiene una estructura puente que da una gran estereoactividad y que es un complejo de actividad impregnado sobre un soporte. Los sistemas catalizadores adecuados se describen, por ejemplo, en los documentos FI 88047, EP 491566, EP 586390 y WO 98/12234 que se incorporan aquí mediante referencia.

Además, la presente invención se refiere a un proceso para producir una capa aislante para un cable en donde una composición de polipropileno descrita anteriormente se forma en una capa de dicho cable.

La presente invención también se refiere a un cable nuevo que comprende la capa definida anteriormente. Para aplicaciones de bajo voltaje, el sistema de cable puede comprender además un conductor y una capa aislante, o de un conductor y una capa aislante y una capa de recubrimiento adicional, o un conductor, una capa semiconductor y una capa aislante. Un sistema de cables de medio y alto voltaje puede comprender además un conductor, una capa interna semiconductor, una capa aislante y una capa externa semiconductor, opcionalmente cubierta por una capa de recubrimiento adicional.

Además, se pueden incorporar rellenos sólidos como negro de carbón, en la capa aislante, pero también cualquier otro aditivo adecuado para tales capas.

Además, no solo la capa aislante sino también otras capas pueden comprender la composición definida anteriormente. Por tanto, también la capa semiconductor y/o capa de recubrimiento pueden comprender la composición inventiva. Se prefiere que la composición en las capas sea termoplástica, más preferido que las capas sean termoplásticas.

El cable final también puede consistir en conductores o núcleos múltiples, normalmente 1, 2, 3 o 4 combinados con capas aislantes y láminas únicas y comunes.

En la presente invención la composición de polipropileno se extruye en el conductor o conductores seguido por solidificación de la composición de polipropileno a velocidades de línea de preferiblemente 3 a 400 m/min, más preferiblemente de 50 a 300 m/min, para formar la capa aislante para el cable. Más preferiblemente, la solidificación tiene lugar en un baño de agua.

Métodos de medida

1. Emblanquecimiento por tensión

Para evaluar el emblanquecimiento por tensión se usan dos métodos diferentes, el denominado método de doblado en frío según EN 60811-1-4 y la prueba de doblado de tres puntos inversa.

1.1 Prueba de doblado en frío

En la prueba de doblado en frío el emblanquecimiento por tensión se mide según EN 60811-1-4. Un cable que consiste en un conductor de Al de 3 mm cubierto por aislamiento de polímero de 0,7 mm se enrolla alrededor de un eje que tiene un diámetro de 15 o 19 mm a -40°C o -20°C. Cable y eje se condicionan a esta baja temperatura antes del enrollamiento. Según el estándar se debe usar un eje de 20 mm para el tamaño del cable. Por tanto la prueba en este caso se realiza en condiciones más duras que las requeridas. La clasificación de la prueba de doblado en frío es de 0 a 5 donde 0 significa sin emblanquecimiento por tensión y 5 significa emblanquecimiento por tensión severo.

1.2 Prueba de doblado de tres puntos.

La prueba de doblado de tres puntos se lleva a cabo en una máquina de prueba universal (Zwick Z010) a 50 mm/min. Las muestras son muestras UL94 moldeadas por inyección de 2 mm de espesor (125x12,5x2 mm).

La organización experimental consiste en la prueba de doblado de tres puntos inversa acoplada con un sistema de detección óptica.

La organización mecánica consiste en:

- una parte fija, con un tramo de 40 mm;
- una parte que se mueve (golpeador de doblado), donde (i) se ha fijado una fuente de luz en la parte inferior y donde (ii) el sensor óptico se fija en un cilindro vertical.

Esta organización garantiza que la distancia fuente de luz-sensor óptico permanece constante durante la prueba, prerequisite para una buena reproducibilidad de las medidas.

Se determinan tres parámetros diferentes:

- a) ángulo de doblado al que se produce el emblanquecimiento por tensión (SW) [°], ángulo SW. Se correlaciona con una caída brusca de la respuesta óptica durante el doblado;
- b) tamaño residual de las zonas enrojecidas inmediatamente después de un doblado de 90° [medido en mm], llamado Res-SW 90°C;
- c) intensidad residual de la zona enrojecida inmediatamente después de un doblado de 90° (apreciación visual de 0 a 5; con 0: sin enrojecimiento restante, 5: emblanquecimiento intenso), llamado intensidad de SW.

El ángulo de doblado del emblanquecimiento por tensión se determina como sigue:

Se registra la desviación de fuerza en la curva de desviación de la señal óptica. Al principio de la prueba, la señal óptica es, lo que sea, la transparencia/opacidad inicial de la muestra, se considera que es el 100%. La aparición de una fracción blanca se correlaciona con una caída brusca en la curva de desviación de la señal óptica. El enrojecimiento se evalúa de esta manera:

- ajustar una tangente en la inflexión de la curva señal óptica-desviación (no mostrado);
- cortar esta tangente con una línea de señal óptica al 100% para proporcionar la desviación a la que se produce el emblanquecimiento por tensión;
- calcular en una forma automatizada, el ángulo de inicio para el enrojecimiento usando correlaciones establecidas entre desviación y ángulo (ángulo: función polinómica de grado 4 de desviación).

El tamaño residual de una zona de enrojecimiento después de descargar se determina como sigue:

Se realizan pruebas a una desviación que corresponde a un ángulo de 90°. Estas desviaciones se pueden calcular para diferentes muestras y geometría de prueba usando fórmulas trigonométricas estándar.

La muestra se descarga después intensamente (velocidad de cabezal transversal: 400 mm/min). El tamaño del área de enrojecimiento se mide inmediatamente después de la prueba usando un calibrador deslizable. El valor obtenido se apunta manualmente en una hoja de resultado; los cálculos de las medias se automatizan.

La intensidad de la zona de enrojecimiento después de la descarga se determina como sigue:

Directamente después de la prueba, se evalúa la intensidad del emblanquecimiento. Se atribuye una puntuación de 0 cuando no hay enrojecimiento residual; una nota de 5 cuando el emblanquecimiento de la zona deformada es extremadamente pronunciado. El valor obtenido se apunta manualmente en una hoja de resultado; los cálculos de las medias se automatizan. La determinación de estos parámetros es de alguna manera subjetiva y depende de un operador. Por tanto, los valores obtenidos no se pueden considerar como valores reproducibles al 100%, incluso dan información crucial sobre el potencial de recuperación elástica del material. Lo que es importante advertir, es:

- a. una intensidad de 0 es extraordinaria
- b. una intensidad de hasta 1 es excelente,
- c. una intensidad entre 1,1 y 1,5 es buena;
- d. una intensidad entre 1,6 y 3 es aceptable;
- e. una intensidad mayor de 3 es insuficiente.

2. Índice de fluidez

El índice de fluidez se determina según ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la fluidez y por tanto la procesabilidad del polímero. Cuanto mayor sea el índice de fluidez, menor es la viscosidad del polímero. El MFR de la composición de polipropileno se mide con una carga de 2,16 kg a 230°C. El MFR del polímero de etileno se mide con una carga de 2,16 kg a 190°C.

3. Prueba de tracción

Las pruebas de tracción se realizaron según ISO 527-3 usando muestras moldeadas por inyección como se describe en EN ISO 1873-2 (forma de hueso de perro, espesor de 3 mm).

5 También se determinó el módulo elástico (módulo E) según ISO 527-3 y se calculó de la parte lineal de los resultados de las pruebas de tracción.

4. Prueba de Charpy con entalla

10 El impacto de Charpy se mide según ISO 179 1 eA (23°C) y según ISO 179 1 eA (-20°C).

5. Temperatura de fusión pico

La temperatura de fusión pico (Tf) se determina por calorimetría diferencial de barrido (DSC) según ISO 3146.

15 6. Densidad

La densidad se mide según ISO 1183.

20 Ejemplos

Las diferentes composiciones de polipropileno se extruyeron en un conductor de aluminio circular. El diámetro del conductor era 3 mm y el espesor del aislante 0,7 mm. La línea corría a una velocidad de 75 m/min y los ajustes de temperatura en la línea variaban de 178-241°C lo que produjo una temperatura de fusión de aprox. 240 C. El baño de enfriado tenía una temperatura de 23 C. A la velocidad de la línea de 75 m/min la extrudabilidad de las composiciones de polipropileno según al presente invención era buena y se obtuvieron superficies lisas.

Materiales:

30 a) Resina base de polipropileno (A):

En los ejemplos se usaron dos resinas bases de polipropileno (A) diferentes.

35 La resina base de polipropileno A1 es un copolímero heterofásico de polipropileno de un copolímero aleatorio de polipropileno como fase matriz y un caucho de etileno-propileno como fase dispersa, que tiene un contenido total de C₂ de aprox. el 15% en peso, contenido total de SX (solubles en xileno) de aprox. el 27% en peso y un MFR (230°C/2,16 kg) de 0,8 g/10 min.

40 La resina base de polipropileno A2 es un copolímero heterofásico de polipropileno de un copolímero aleatorio de polipropileno como fase matriz y un caucho de etileno-propileno como fase dispersa, que tiene un contenido total de C₂ de aprox. el 12% en peso, contenido total de SX (solubles en xileno) de aprox. el 32% en peso y un MFR (230°C/2,16 kg) de 1,2 g/10 min.

b) Polímero polar de etileno (B):

45 En los ejemplos se usaron tres polímeros polares de etileno (B) diferentes:

- un copolímero de etileno-acrilato de metilo (EMA) que contenía el 20% en peso de acrilato de metilo, que tiene un MFR (190°C/2,16 kg) de 8 g/10 min y una densidad de 942kg/m³,
- 50 - un copolímero de etileno-acrilato de butilo (EBA) que contenía el 17% en peso de acrilato de butilo, que tiene un MFR (190°C/2,16 kg) de 1,10 g/10 min y una densidad de 924kg/m³, o
- un copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) que contenía el 27% en peso de acetato de vinilo, que tiene un MFR (190°C/2,16 kg) de 3 g/10 min y una densidad de 951kg/m³.

55 Todas las propiedades de las composiciones probadas se muestran en la tabla 1.

TABLA 1

Material	MFR ₂ [g/10 min]	Prueba de doblado en frío (-40°C) Grietas si/no	Prueba de doblado en frío (-40°C) Intensidad de SW	Ángulo SW [°]	Res SW 90° [mm]	Prueba de doblado de tres puntos Intensidad de SW	Charpy con entalla, temp. ambiente [kJ/m ²]	Charpy con entalla, -20°C [kJ/m ²]	T _f [°C]	
									Pico 1	Pico 2
Ejemplo 1 (A1 + EMA al 25% en peso)	1,65	no	0	48,9	0	0	84,4	11,4		
Ejemplo 2 (A1 + EVA al 25% en peso)	1,7	no	3	40,6	0	0	86,9	10,2		
Ejemplo 3 (A2 + EBA al 25% en peso)	1,5	no	0	70,4	0	0	76,8	65,5		
Ejemplo 4 (A1 + EBA al 15% en peso)	0,9	modo trans	4	32,8	0	0,5	87,7	8,3		
Ejemplo 5 (A1 + EBA al 25% en peso)	1,15	no	0	40	0	0,5	86,9	12,4		
Ejemplo 6 (A1 + EBA al 30% en peso)		no	0	53,3	0	0			95,1	142,2
Ejemplo 7 (A1 + EBA al 50% en peso)		no	0	47,5	0	0			95,7	141,8
Ejemplo comparativo 1 (A1)	0,8	si	5	45,5	0	0	91,6	8,4	111,3	142,8
Ejemplo comparativo 2 (A2)	1,2	no	4	38,5	0	0	83,5	5,6		140,5
Ejemplo comparativo 3 (A1 + EBA al 5% en peso)	1,1	no	4-5	33,4	0	0				142,5

Material	Módulo elástico [MPa]	Límite elástico [MPa]	Esfuerzo de fluencia [MPa]	Deformación de fluencia [%]	Esfuerzo de rotura [MPa]	Deformación de rotura [%]
Ejemplo 1 (A1 + EMA al 25% en peso)	352	20	12,1	27,6	18,7	585
Ejemplo 2 (A1 + EVA al 25% en peso)	345	26,1	12,3	22,6	25,6	845
Ejemplo 3 (A2 + EBA al 25% en peso)	176	26,3	10,3	24,6	26,3	633
Ejemplo 4 (A1 + EBA al 15% en peso)	454	21,7	14,1	22,8	21,6	559
Ejemplo 5 (A1 + EBA al 25% en peso)	432	20,7	12,7	30,7	19,4	563
Ejemplo 6 (A1 + EBA al 30% en peso)	292					
Ejemplo 7 (A1 + EBA al 50% en peso)	124					
Ejemplo comparativo 1 (A1)	508		16,8	16,6	25,7	484
Ejemplo comparativo 2 (A2)	289	26,3	13,2	30,1	26,3	552
Ejemplo comparativo 3 (A1 + EBA al 5% en peso)	489					

5 Como se puede ver de la tabla, las composiciones según la presente invención muestran buenas propiedades mecánicas con bajo o ningún emblanquecimiento por tensión bajo impacto y además sin formación de grietas a baja temperatura en comparación con composiciones de polipropileno puras o composiciones de polipropileno, que no comprenden una cantidad suficiente de polímeros polares de etileno.

REIVINDICACIONES

1. Una capa aislante para cables hecha de una composición de polipropileno que comprende
 - 5 a. una resina base de polipropileno (A), que comprende un copolímero heterofásico de propileno que consiste en
 - 10 i. un homo- y/o copolímero de propileno como fase matriz que tiene un contenido de comonómero del 0,5 al 10% en peso, basado en la cantidad total de fase matriz de propileno, y
 - ii. un copolímero de propileno como fase dispersa, que tiene un contenido de comonómero del 20 al 80% en peso, basado en la cantidad total de fase dispersa, y
 - 15 b. un polímero polar de etileno (B), en una cantidad del 10 al 50% en peso, basado en la composición total de polipropileno.
2. Capa aislante para cables según la reivindicación 1, en donde el copolímero de propileno del copolímero heterofásico de propileno está disperso en la fase matriz de polipropileno con un tamaño de partícula de media de menos de 1 micrómetro.
3. Capa aislante para cables según las reivindicaciones 1 o 2 en donde la cantidad de copolímero de propileno de la fase dispersa del copolímero heterofásico de propileno es desde el 10 hasta el 50% en peso.
4. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde el polímero polar de etileno (B) comprende comonómeros polares de acrilatos de alquilo de C₁ a C₆, metacrilatos de alquilo de C₁ a C₆, ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos y acetato de vinilo o una mezcla de los mismos.
5. Capa aislante para cables según la reivindicación 4 en donde el contenido de comonómeros del copolímero polar de etileno (B) es desde el 2 hasta el 40% en peso, basado en copolímero polar de etileno (B) total.
6. Capa aislante para cables según las reivindicaciones 4 o 5 en donde el comonómero del polímero polar de etileno (B) es un acrilato de alquilo C₁ a C₄ o acetato de vinilo.
7. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno tiene una intensidad de emblanquecimiento por tensión de igual a o menos de 3 en una prueba de doblado de tres puntos.
8. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno tiene una intensidad de emblanquecimiento por tensión de igual a o menos de 3 a una temperatura de -40°C en una prueba de doblado en frío (EN 60811-1-4).
9. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno no muestra formación de grietas a una temperatura de -40°C en una prueba de doblado en frío.
10. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno tiene un módulo elástico desde 100 hasta 1000 MPa (ISO 527-3).
11. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno tiene una deformación de fluencia por encima del 20% (ISO 527-3).
12. Capa aislante para cables según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde la composición de polipropileno tiene un pico máximo de temperatura de fusión por encima de 135°C (DSC, ISO 3146).
13. Un proceso para producir una capa aislante para un cable en donde una composición de polipropileno que comprende
 - a. una resina base de polipropileno (A), que comprende un copolímero heterofásico de propileno que consiste en
 - i. un homo- y/o copolímero de propileno como fase matriz que tiene un contenido de comonómero del 0,5 al 10% en peso, basado en la cantidad total de fase matriz de propileno, y
 - ii. un copolímero de propileno como fase dispersa, que tiene un contenido de comonómero del 20 al 80% en peso, basado en la cantidad total de fase dispersa, y

- b. un polímero polar de etileno (B), en una cantidad del 10 al 50% en peso, basado en la composición total de polipropileno

se forma en una capa de dicho cable.

- 5
14. Una composición de polipropileno que comprende
- a. una resina base de polipropileno (A), que comprende un copolímero heterofásico de propileno que consiste en
 - 10 i. un homo- y/o copolímero de propileno como fase matriz que tiene un contenido de comonomero del 0,5 al 10% en peso, basado en la cantidad total de fase matriz de propileno, y
 - 15 ii. un copolímero de propileno como fase dispersa, que tiene un contenido de comonomero del 20 al 80% en peso, basado en la cantidad total de fase dispersa, y
 - b. un polímero polar de etileno (B), en una cantidad del 10 al 50% en peso, basado en la composición total de polipropileno.
- 20 15. Uso de una composición de polipropileno según la reivindicación 14 para la producción de capas para cables.
16. Uso de una capa aislante según las reivindicaciones 1 a 12 para la producción de cables.
17. Un cable que comprende una capa aislante según cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 12.