

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 981 389**

51 Int. Cl.:

C08J 9/00 (2006.01)
C08K 5/092 (2006.01)
C08K 5/098 (2006.01)
C08K 5/11 (2006.01)
C08K 7/22 (2006.01)
H01B 3/44 (2006.01)
H01B 13/14 (2006.01)
C08J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2019** **E 19160963 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 3705513**

54 Título: **Composición de poliolefina espumable que presenta una flexibilidad aumentada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2024

73 Titular/es:

BOREALIS AG (100.0%)
Trabrennstrasse 6-8
1020 Vienna, AT

72 Inventor/es:

HJÄRTFORS, ANNA;
WANNERSKOG, ÅSA;
ANKER, MARTIN;
EFRAIMSSON, LARS y
NILSSON, ANETTE

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 981 389 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Composición de poliolefina espumable que presenta una flexibilidad aumentada

5 Sector técnico

La presente invención se refiere a un cable que comprende al menos una capa que comprende una composición espumada que se puede obtener espumando una composición polimérica espumable que comprende un polímero de poliolefina y un agente de soplado. Además, la presente invención se refiere al uso de la composición espumable para la preparación de una capa de cable.

Estado de la técnica anterior

En aplicaciones de alambres y cables (W&C, por sus siglas en inglés), un cable típico comprende un conductor rodeado por una o más capas de materiales poliméricos. Los cables se producen comúnmente por extrusión de las capas sobre un conductor.

Los cables de alimentación se definen como cables que transfieren energía y funcionan a cualquier nivel de voltaje. El voltaje aplicado a un cable de alimentación puede ser alterno (AC), directo (DC) o transitorio (impulso). Además, los cables de alimentación suelen estar indicados según su nivel de tensión de funcionamiento, por ejemplo, un cable de alimentación de baja tensión (BT), de media tensión (MT), de alta tensión (AT) o de extra alta tensión (EAT), cuyos términos son bien conocidos. El cable de alimentación se define como un cable que transfiere energía que funciona a cualquier nivel de voltaje, normalmente operando a un voltaje superior a 100 V. Los cables de alimentación de BT generalmente funcionan a voltajes inferiores a 3 kV. Los cables de alimentación de MT y AT funcionan a niveles de tensión más altos. Un cable de alimentación típico de MT suele funcionar con tensiones de 3 a 36 kV y un cable de alimentación típico de AT con tensiones superiores a 36 kV. Los cables de alimentación de BT suelen comprender un conductor eléctrico, una capa aislante y un revestimiento exterior. Normalmente, los cables de alimentación de MT comprenden un conductor rodeado por una capa semiconductora interior, una capa aislante, una capa semiconductora exterior y un revestimiento exterior, y en ese orden.

Además, entre el revestimiento del cable y la capa semiconductora exterior en los cables de alimentación de MT (por encima de 6 kV) y entre el revestimiento del cable y el aislamiento en los cables de alimentación de BT (de 1 a 3 kV), suele haber siempre una pantalla metálica. Esta pantalla metálica está conectada a tierra. La pantalla metálica mantiene el campo electromagnético dentro del cable de alimentación y protege el aislamiento del cable de alimentación manteniendo constante el potencial eléctrico en la capa semiconductora exterior o en el aislamiento. En la mayoría de los cables esta pantalla metálica consiste en hilos de cobre, pero también puede ser de aluminio o cinta de cobre. El grosor dimensional de los hilos de cobre está especificado y diseñado para el peor de los casos, por ejemplo, cuando impacta un rayo o se producen averías eléctricas en el cable cuando se pueden desarrollar altas corrientes eléctricas en la pantalla metálica. El grosor de los hilos de cobre está especificado, de manera que la temperatura de la pantalla metálica no debe exceder, con un buen margen, el punto de fusión del revestimiento.

Un cable eléctrico típico generalmente comprende un conductor que está rodeado por una o más capas dependiendo del área de aplicación. Por ejemplo, el cable de alimentación tiene varias capas de materiales poliméricos, incluida una capa semiconductora interna, seguida de una capa aislante y, a continuación, una capa semiconductora externa. A estas capas, se pueden añadir una o más capas auxiliares adicionales. La capa polimérica protectora exterior se conoce, entre otras, como capa de revestimiento.

La seguridad, la fiabilidad y la larga vida útil son factores clave importantes necesarios para las aplicaciones de los cables. Dado que la capa de revestimiento exterior proporciona la protección exterior del cable, desempeña un papel importante para proporcionar funcionalidad al sistema.

Además, la industria del cable desea cables flexibles que sean fáciles de instalar. Además, también existe una demanda muy alta de flexibilidad de los cables eléctricos cuando los cables deben instalarse en centrales eléctricas.

El polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés), que, por ejemplo, es producido en un proceso de alta presión, se ha utilizado convencionalmente en todo tipo de capas de cables, incluidas las capas de revestimiento. El inconveniente del mismo son sus propiedades mecánicas insatisfactorias requeridas para una capa de revestimiento protectora.

El polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por sus siglas en inglés) se conoce como material de capa de revestimiento, entre otros. Sin embargo, y normalmente, el LLDPE tampoco es totalmente satisfactorio en cuanto a las propiedades mecánicas requeridas para un polímero en una capa de cable, tal como una capa de revestimiento.

Las propiedades mecánicas de la capa se pueden mejorar aumentando la densidad del polietileno. De hecho, los polímeros de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) proporcionan, entre otras características, resistencia mecánica mejorada a una capa de cable, tal como resistencia a la abrasión. Sin embargo, el HDPE tiene la desventaja de tener una resistencia al agrietamiento por estrés limitada, expresada, por ejemplo, como ESCR ("Environmental Stress Crack Resistance", Resistencia al Agrietamiento por Estrés Ambiental, por sus siglas en inglés) y una menor flexibilidad requerida para una capa de revestimiento, entre otras. El revestimiento no ignífugo es una parte integrada de todas las áreas de aplicación y los materiales del revestimiento suelen estar basados en PVC o PE. Debido a su buen rendimiento de barrera y mecánico, las resinas de PE se han utilizado durante mucho tiempo en diferentes aplicaciones de revestimiento de cables. En los cables de alimentación, el HDPE o el MDPE son los materiales predominantes utilizados debido a que cumplen los requisitos de resistencia a altas temperaturas, alta resistencia a la abrasión y resistencia mecánica. Especialmente los materiales de HDPE bimodales proporcionan una buena combinación de propiedades. En los cables de telecomunicaciones coaxiales y multipares externos tradicionales, el LDPE ha sido reemplazado en gran medida por LLDPE, que es un material más resistente y de baja contracción, aunque también se emplean HDPE y MDPE. En los cables de fibra óptica, el LLDPE o el MDPE se suelen utilizar para las redes largas de logística y para las redes de acceso a menudo se especifica el HDPE como material de revestimiento. En construcciones de cables pequeños, se utilizan grados flexibles de LLDPE, LDPE o copolímero. En general, es preferente el PE multimodal al PE unimodal desde el punto de vista de la procesabilidad y el rendimiento mecánico.

Para poder instalarlo correctamente con operaciones simples y rápidas, un cable debe ser particularmente flexible para poder insertarse en los pasajes y/o conductos de la pared y seguir las curvas del recorrido de instalación sin sufrir daños. También es deseable tener un cable con mayor flexibilidad y al mismo tiempo tener la dureza y resistencia a la abrasión requeridas para condiciones de instalación exigentes. Durante la instalación, es posible que se introduzcan en una zanja que requiera una dureza particular del material del revestimiento para no dañarse durante la instalación. Disminuir el peso y aumentar la flexibilidad de un cable eléctrico puede reducir los daños al cable durante la instalación del cliente causados por acciones de desgarrar o raspado, pero aun así se requiere dureza. Además, la flexibilidad del cable se puede aumentar fabricando un cable que contenga un revestimiento expandido en lugar de un sólido con resultados favorables en el proceso de instalación del cable.

Por tanto, se conoce que mediante el espumado de una capa se aumenta la flexibilidad del material. Sin embargo, también se conoce que la expansión disminuye la tenacidad y, por tanto, deteriora las propiedades de tracción, como la tensión de rotura.

El espumado de una composición de poliolefina se puede llevar a cabo utilizando agentes de soplado químicos, agentes de soplado físicos o microesferas poliméricas expandibles o una combinación de los mismos. Los agentes de soplado químicos son sustancias que liberan gas de soplado mediante reacciones de descomposición térmica y el agente de soplado químico se consume en la reacción de formación de espuma. Ejemplos de dichas sustancias son hidrazina, hidrazida o azodicarbonamida, o aquellas basadas en combinaciones de ácidos orgánicos sólidos (o una sal metálica de los mismos) y carbonato(s) o bicarbonato(s) de metal alcalino, tales como combinación de ácido cítrico/derivado del ácido cítrico y bicarbonato de sodio.

Los agentes de expansión físicos son gases que se inyectan directamente en la masa fundida de polímero. En dichos procesos es común utilizar agentes de soplado químicos como nucleadores de celdas, ya que el gas formado por la reacción del agente de soplado sirve como puntos de nucleación con menor energía para la formación de burbujas. El gas utilizado como agente de soplado físico puede ser, por ejemplo, N₂ o CO₂. Para la extrusión de aislamiento espumado para cables de comunicación se utilizan procesos de extrusión de espuma tanto químicos como físicos. En el espumado químico, todo el gas de soplado proviene de la descomposición de un agente de soplado químico.

Las microesferas expandibles se caracterizan por tener una pared polimérica que rodea una o más bolsas o partículas de agente de soplado o propulsor dentro de la microesfera. La pared polimérica puede tener grupos funcionales reactivos en su superficie para obtener una microesfera fusionable. Cuando las microesferas se calientan, se expanden para formar microglobos que comprenden revestimientos poliméricos.

Las composiciones de poliolefina espumables se describen, por ejemplo, en los documentos WO2018/049555 A1, EP1243957 A2, WO 2017/102341, EP 3 182 418 A1, JP H11 321930 A, en la publicación de ELLEN CHAN ET AL: "Novel Thermally 2,3,6-13 Conductive Thermoplastic/Ceramic Composite Foams", MACROMOLECULAR MATERIALS AND ENGINEERING, vol. 297, núm. 10, 1 Octubre de 2012 (2012-10-01), páginas 1014-1020, o en el documento WO 2019/160295 A.

Generalmente es deseable obtener el mayor grado de expansión posible y al mismo tiempo lograr las

propiedades mecánicas deseadas; en particular, un mayor grado de expansión dará como resultado menores costes de material al aumentar el espacio ocupado por las burbujas. Además al tener más espacio ocupado por las burbujas, la funda es más capaz de absorber las fuerzas aplicadas externamente al cable. Como se ha descrito, el aumento de la flexibilidad facilita la instalación de los cables, sin embargo, las propiedades de tracción también son importantes. Más específicamente, se desea que la tensión de rotura cumpla preferentemente con los límites establecidos por la Norma Internacional IEC60501-1 e IEC60502-2 para cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones nominales desde 1 kV hasta 30 kV y cables para tensiones nominales desde 6 kV hasta 30 kV.

Por lo tanto, es importante encontrar un equilibrio entre la flexibilidad, que mejora mediante el espumado de un material de capa, así como las propiedades de tracción aceptables, que empeoran con el espumado.

Otro aspecto es que los materiales de revestimiento tradicionales son polímeros lineales con baja resistencia al fundido. Se necesita resistencia al fundido para que la celda pueda crecer sin estallar durante el espumado.

Objetos

Un objeto de la presente invención es dar a conocer un cable que comprende al menos una capa que comprende una composición espumada que se puede obtener mediante el espumado de una composición polimérica espumable, que supera los problemas mencionados anteriormente. Por lo tanto, un objeto de la presente invención es dar a conocer un cable que comprende al menos una capa que comprende una composición espumada que se puede obtener mediante el espumado de una composición polimérica espumable que tiene un equilibrio de las propiedades de flexibilidad y tracción. La composición espumable se puede utilizar para la producción de una capa de cable, preferentemente para una capa de revestimiento.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se basa en el sorprendente hallazgo de que todos los objetos mencionados anteriormente pueden resolverse utilizando un agente de soplado que comprende microesferas poliméricas expandibles en una composición polimérica espumable.

Por lo tanto, la presente invención da a conocer un cable, según la reivindicación 1, que comprende al menos una capa que comprende una composición espumada que se puede obtener mediante el espumado de una composición polimérica espumable que comprende

(A) un polímero de poliolefina, y

(B) un agente de soplado en una cantidad del 0,01 al 3 % en peso basado en la composición polimérica espumable total, en el que el agente de soplado consiste en microesferas poliméricas expandibles,

y la composición no comprende fluororresina, en la que preferentemente la capa es una capa de revestimiento.

Otras realizaciones preferentes se describen en las reivindicaciones dependientes.

La invención se refiere además al uso de una composición polimérica espumable según la reivindicación 10, que comprende

(A) un polímero de poliolefina, y

(B) un agente de soplado en una cantidad del 0,01 al 3 % en peso basado en la composición polimérica espumable total, en el que el agente de soplado consiste en microesferas poliméricas expandibles,

y la composición no comprende fluorresina,

para la producción de una capa de un cable, preferentemente para una capa de revestimiento.

La composición espumable o espumada de la presente invención permite la preparación de una capa para un cable que tiene un equilibrio entre las propiedades de flexibilidad y tracción. Por tanto, la composición espumable o espumada tal como se describe en el presente documento permite obtener cables flexibles que son fáciles de instalar. Además, la composición espumable o espumada proporciona también una mayor resistencia a la rotura, por ejemplo, durante el tendido de los cables durante la instalación, ya que los cables de la presente invención, debido a su mayor flexibilidad y aún buena resistencia a la rotura, son menos propensos a destruirse, por ejemplo, por rocas duras y/o afiladas. Además, la composición del revestimiento del cable de la presente invención permite obtener cables que son menos costosos y más sostenibles, ya que

se requiere menos material en las capas del cable.

La presente invención utiliza microesferas poliméricas expandibles como agente de soplado. Generalmente, un agente de soplado es una sustancia que es capaz de producir una estructura de celda mediante un proceso de espumado en la composición polimérica espumable. Normalmente se aplica un agente espumante cuando se funde el polímero. La estructura de celdas en la matriz polimérica reduce la densidad de la composición polimérica espumable. La flexibilidad se ve afectada principalmente por la densidad.

El ácido cítrico es un agente de soplado endotérmico que se describe pero no está dentro del alcance de las reivindicaciones. Por "agente espumante exotérmico" se entiende en el presente documento un compuesto o una mezcla de compuestos que es térmicamente inestable y que se descompone para producir gas y calor dentro de un cierto intervalo de temperatura. Además, por "agente espumante endotérmico" se entiende en el presente documento un compuesto o una mezcla de compuestos que es térmicamente inestable y hace que se absorba calor mientras se genera gas dentro de un cierto intervalo de temperatura.

Dichos agentes de soplado endotérmicos son fáciles de controlar ya que se necesita un suministro constante de calor para que continúe la reacción. Esto también permite un mejor control de la liberación de gas del agente de soplado, especialmente durante procesos continuos como la extrusión.

Otra ventaja del ácido cítrico o de un derivado del ácido cítrico es que durante la descomposición libera CO₂ como principal gas de soplado. El CO₂ tiene mejor solubilidad en la composición de polímero espumable, en comparación con el N₂ que se libera de la hidrazina, la hidrazida o la azodicarbonamida (ADCA, por sus siglas en inglés).

El ácido cítrico y los derivados del ácido cítrico se descomponen en agua, dióxido de carbono y productos de descomposición sólidos. Las reacciones de descomposición son endotérmicas, lo que significa que se requiere un suministro continuo de energía térmica para que ocurran. La temperatura a la que se producen las reacciones de descomposición a un ritmo rápido depende de la sustancia química (ácido cítrico o un derivado del ácido cítrico), pero normalmente está alrededor de los 200 °C. Las temperaturas de descomposición del ácido cítrico y los derivados del ácido cítrico están muy por encima de los puntos de fusión de los polímeros de poliolefina y, por lo tanto, pueden combinarse en el polímero de poliolefina antes de la extrusión del cable sin descomposición previa en la etapa de mezclado.

El agente de soplado (B) consiste en microesferas poliméricas expandibles. Las microesferas poliméricas expandibles pueden actuar como agente de soplado cuando se mezclan en un producto y se calientan para provocar la expansión dentro de la matriz. De manera similar, también para las microesferas poliméricas expandibles la expansión es fácil de controlar mediante el suministro constante de calor para la reacción.

Las microesferas poliméricas expandibles están adaptadas para expandirse cuando se exponen al calor tal como se describe en el documento de Patente US 3,615,972. Estas microesferas son partículas monocelulares que comprenden un cuerpo de material resinoso que encapsula un fluido volátil. Cuando se calienta, el material resinoso de las microesferas termoplásticas se ablanda y el material volátil se expande provocando que toda la microesfera aumente sustancialmente de tamaño. Al enfriarse, el material resinoso en el revestimiento de las microesferas deja de fluir y tiende a retener su dimensión ampliada y el fluido volátil dentro de la microesfera tiende a condensarse, provocando una presión reducida en la microesfera. Otra ventaja de estas microesferas poliméricas expandibles es que no liberan ningún gas.

Normalmente, las microesferas poliméricas expandibles están hechas de un revestimiento de polímero termoplástico, por ejemplo, metacrilato de metilo y acrilonitrilo, metacrilato de metilo, acrilonitrilo y cloruro de vinilideno, o-cloroestireno, p-terc-butilestireno, acetato de vinilo y sus copolímeros, es decir, estireno-ácido metacrílico, estirenoacrilonitrilo, estireno-metacrilato de metilo. El gas dentro del revestimiento puede ser un gas de hidrocarburo alifático, por ejemplo, isobuteno, pentano o isooctano. Estas microesferas se pueden obtener en una variedad de tamaños y formas, con temperaturas de expansión que oscilan generalmente entre 80 y 130 °C. Las microesferas poliméricas expandibles están disponibles comercialmente, por ejemplo, de Akzo Nobel con la marca comercial EXPANCELTM, y de Henkel con la marca comercial DUALITETM. El término "microesfera expandible", tal como se utiliza en el presente documento, pretende abarcar cualquier recipiente elástico hueco lleno de fluido volátil que esté adaptado para expandirse. Las microesferas son típicamente partículas con forma de bola, pero también pueden tener otras formas, por ejemplo, tubos, elipsoides, cubos, partículas y similares, todas adaptadas para expandirse cuando se exponen a una fuente de energía.

Además, la composición no comprende una fluororesina. Las fluororesinas son resinas que comprenden enlaces fluorocarbonados, por ejemplo politetrafluoretileno (PTFE, por sus siglas en inglés). Además, la ventaja de utilizar sólo "un" agente de soplado (B) es controlar aún mejor el proceso de espumado, ya que sólo debe tenerse en cuenta un intervalo de temperatura durante el procesamiento, lo que reduce la complejidad del proceso.

La cantidad de agente de soplado es preferentemente del 0,02 al 2 % en peso, más preferentemente del 0,05 al 1 % en peso, más preferentemente del 0,1 al 0,5 % en peso basado en el peso total de la composición polimérica espumable.

- 5 Las microesferas poliméricas expandibles se combinan preferentemente con la composición polimérica espumable o se mezclan en estado fundido con ella. Preferentemente, se usa una mezcla madre de agente de soplado (MMAS) que comprende las microesferas poliméricas expandibles y una resina portadora tal como un copolímero de etileno-acetato de vinilo. Preferentemente, la mezcla madre de agente de soplado comprende del 80 al 20 % en peso de microesferas poliméricas expandibles, más preferentemente del 70 al 10 60 % en peso de microesferas poliméricas expandibles. Más preferentemente, la mezcla madre de agente de soplado consiste en dicho agente de soplado (B) y la resina portadora polimérica.

- La mezcla madre de agente de soplado se añade a la composición polimérica espumable, preferentemente se combina con ella o se mezcla en fusión con ella. La distribución en la composición polimérica se mejora preferentemente mezclando la mezcla madre de agente de soplado en estado fundido en la composición polimérica espumable mediante combinación antes de la extrusión de la composición polimérica espumable en una extrusora. Para los cables de comunicación, es fundamental tener una buena estructura de celdas dentro del aislamiento espumado para tener propiedades eléctricas isotrópicas. Se desea tener una estructura de celdas con muchas celdas pequeñas distribuidas uniformemente dentro del aislamiento. La 15 estructura de celdas también es importante para las propiedades mecánicas. Tener muchas celdas pequeñas que estén bien distribuidas brindará una mejor resistencia al aplastamiento en comparación con una estructura con celdas más grandes que no estén distribuidas de manera homogénea, ya que esto dará lugar a partes débiles en el aislamiento.

- 25 El polímero de poliolefina (A) preferentemente no tiene restos de silano y comprende al menos del 20 al 99,99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad basado en el peso total de la composición espumable. Por lo tanto, preferentemente la presente invención utiliza un polímero de poliolefina que no estará reticulado y, por lo tanto, no tiene restos de silano. Por tanto, no hay necesidad de introducir restos de silano en el polímero de poliolefina. La reticulación podría utilizarse para aumentar la ramificación y, por tanto, la 30 resistencia en estado fundido.

- Generalmente se necesita resistencia en estado fundido para el espumado químico y físico. Por ejemplo, si se usara ácido cítrico y/o sus derivados como agente de soplado, para formar espuma en una composición de polímero de poliolefina sería necesario que la composición de polímero de poliolefina tenga una buena 35 resistencia en estado fundido sin reticulación, ya que una resistencia en estado fundido demasiado inadecuada da como resultado una estructura de celdas colapsada, que no es buena para las propiedades mecánicas o eléctricas de la capa de cable. Sin embargo, para las microesferas expandibles, el revestimiento de polímero de las microesferas impide que la burbuja se rompa y, por lo tanto, no es necesaria la resistencia en estado fundido.

- 40 Sin embargo, el polímero de poliolefina (A) tiene preferentemente un MFR₂ de 0,1 a 10 g/10 min, más preferentemente de 0,2 a 5 g/10 min medido según la norma ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg. Este rango de MFR también es preferente desde una perspectiva de procesamiento, ya que los polímeros con MFR más bajos serían muy viscosos y difíciles de formar espuma. No son preferentes materiales con un MFR demasiado alto ya que la resistencia en estado fundido del polímero disminuye al aumentar el MFR y una buena resistencia en estado fundido es importante para el proceso de espumado.

- La densidad del polietileno se utiliza normalmente para clasificar diferentes tipos de polietileno: HDPE, MDPE, LLDPE, LDPE, VLDPE y ULDPE. La densidad del polietileno está directamente relacionada con la 50 cristalinidad del material y, por lo tanto, el punto de fusión está determinado esencialmente por el grosor laminar de la fracción cristalina. El PE lineal puro con alta cristalinidad tiene una densidad típica de 960 a 970 kg/m³, es decir, aproximadamente 965 kg/m³ y un punto de fusión típico de 125 a 135 °C, es decir, alrededor de 130 °C. Al disminuir la densidad del polietileno, disminuye el punto de fusión.

- 55 El polímero de poliolefina (A) tiene preferentemente una densidad de 880 a 950 kg/m³, más preferentemente de 890 a 940 kg/m³, lo más preferentemente de 900 a 930 kg/m³ medida según la norma ISO 1183-1 en muestras preparadas según la norma ISO 1872- 2.

- El polímero de poliolefina (A) de la composición polimérica espumable comprende preferentemente del 50 al 60 99 % en peso, más preferentemente del 70 al 95 % en peso y lo más preferentemente del 80 al 90 % en peso de polietileno lineal de baja densidad basado en el peso total de la composición espumable.

- El polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un homopolímero o copolímero. Homopolímero significa que el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), respectivamente, comprende al menos un 90 % en peso de monómero de etileno, preferentemente al menos un 95 % en peso de monómero de etileno y lo más 65 preferentemente al menos un 99 % en peso de monómero de etileno. En el caso de que el polietileno lineal

de baja densidad (LLDPE) sea un copolímero, el copolímero comprende monómero de etileno y uno o más comonómeros. El comonómero puede ser alfa-olefinas que tienen de 3 a 12 átomos de carbono, por ejemplo, propeno, buteno, hexeno, octeno, deceno. Preferentemente, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un copolímero. Más preferentemente, el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) es un copolímero de etileno y buteno.

Preferentemente, el LLDPE tiene un MFR₂ de 0,1 a 10 g/10 min, más preferentemente de 0,2 a 5,0 g/10 min, lo más preferentemente de 0,5 a 2,0 g/10 min.

Preferentemente, el LLDPE tiene una densidad de 880 a 930 kg/m³, más preferentemente de 910 a 925 kg/m³, más preferentemente de 917 a 923 kg/m³, medida según la norma ISO 1183-1 en muestras preparadas según la norma ISO 1872-2.

El polímero de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) se polimeriza en un proceso a baja presión y, por ejemplo, es un homopolímero de LLDPE o un copolímero de etileno de LLDPE con uno o más comonómeros tal como se describió anteriormente. Además, el LLDPE se polimeriza en un proceso de polimerización a baja presión en presencia de un catalizador. El catalizador puede ser, por ejemplo, un catalizador Phillips, un catalizador de metaloceno o un catalizador Ziegler-Natta. Es preferente un catalizador Phillips. La polimerización, por ejemplo, puede ser polimerización en fase gaseosa, polimerización en suspensión o una combinación de polimerización en suspensión/polimerización en fase gaseosa o polimerización en fase gaseosa/polimerización en fase gaseosa. La polimerización también puede ser una polimerización en solución.

La polimerización se puede llevar a cabo en un reactor o en varios reactores en serie, dando como resultado polietileno uni, bi- o multimodal. Por "modalidad" de un polímero se entiende la estructura de la distribución del peso molecular del polímero, es decir, la apariencia de la curva que indica el número de moléculas en función del peso molecular. Si la curva presenta un máximo, el polímero se denomina "unimodal", mientras que si la curva presenta un máximo muy amplio o dos o más máximos y el polímero consiste en dos o más fracciones, el polímero se denomina "bimodal", "multimodal", etc. Por ejemplo, si se produce un polímero en un proceso secuencial de múltiples etapas, utilizando reactores acoplados en serie y usando diferentes condiciones en cada reactor, las fracciones de polímero producidas en los diferentes reactores tendrán cada una su propia distribución de peso molecular y peso molecular promedio en peso. Cuando se registra la curva de distribución de peso molecular de dicho polímero, las curvas individuales de estas fracciones se superponen en la curva de distribución de peso molecular para el producto polimérico resultante total, produciendo normalmente una curva con dos o más máximos distintos.

En la producción de polietileno unimodal, se produce un polímero de etileno en un reactor bajo ciertas condiciones con respecto a la composición del monómero, la presión del gas hidrógeno, la temperatura, la presión, etc. Como comonómero, se utilizan comúnmente otras olefinas que tienen hasta 12 átomos de carbono, tales como α -olefinas que tienen 3-12 átomos de carbono, por ejemplo, propeno, buteno, 4-metil-1-penteno, hexeno, octeno, deceno, etc., en la copolimerización de etileno.

En la producción, por ejemplo, de un polietileno bimodal, se produce un primer polímero de etileno en un primer reactor bajo ciertas condiciones con respecto a la composición del monómero, la presión del gas hidrógeno, la temperatura, la presión, etc. Después de la polimerización en el primer reactor, la mezcla de reacción que incluye el polímero producido se alimenta a un segundo reactor, donde tiene lugar la polimerización adicional en otras condiciones. Normalmente, en el primer reactor se produce un primer polímero de alto índice de flujo de fusión (bajo peso molecular) y con una adición moderada o pequeña de comonómero, o ninguna adición de este tipo, mientras que un segundo polímero de bajo índice de flujo de fusión (alto peso molecular) y con una mayor adición de comonómero se produce en el segundo reactor. Como comonómero, se utilizan comúnmente otras olefinas que tienen hasta 12 átomos de carbono, tales como α -olefinas que tienen 3-12 átomos de carbono, por ejemplo, propeno, buteno, 4-metil-1-penteno, hexeno, octeno, deceno, etc., en la copolimerización de etileno. El producto final resultante consiste en una mezcla homogénea de los polímeros de los dos reactores, formando las diferentes curvas de distribución de peso molecular de estos polímeros juntas una curva de distribución de peso molecular que tiene un máximo amplio o dos máximos, es decir, el producto final es una mezcla de polímeros bimodal. El polietileno lineal de baja densidad es preferentemente unimodal.

Como se ha descrito, para la formación de espuma, preferentemente la composición de polímero de poliolefina tiene buena resistencia al fundido. La resistencia a la fusión aumenta al aumentar la cantidad de ramificaciones de cadena larga en el polímero. Por lo tanto, los polímeros lineales como LLDPE y HDPE generalmente tienen una resistencia en estado fundido deficiente. La resistencia de la masa fundida se mejora preferentemente mezclando un LDPE en la composición de polímero de poliolefina espumable y asegurando una capa espumada con una estructura celular cerrada y una distribución celular homogénea.

Preferentemente, el polímero de poliolefina (A) comprende además de 0,1 a 80 % en peso, más

preferentemente de 1 a 60 % en peso, más preferentemente de 5 a 40 % en peso de polietileno de baja densidad y lo más preferentemente de 10 a 20 % en peso a base de polietileno de baja densidad sobre el peso total de la composición polimérica espumable.

5 El polietileno de baja densidad (LDPE) es un homopolímero o copolímero. Más preferentemente, el polietileno de baja densidad (LDPE) es un homopolímero. Es preferente un homopolímero ya que la razón principal para agregar LDPE a la mezcla es mejorar la resistencia de la masa fundida y esta propiedad se debe a la estructura ramificada de cadena larga del LDPE y es independiente de los comonómeros.

10 Preferentemente, el LDPE tiene un MFR₂ de 0,1 a 10 g/10 min, más preferentemente de 0,2 a 5,0 g/10 min, lo más preferentemente de 1,0 a 3,0 g/10 min.

Preferentemente, el LDPE tiene una densidad de 880 a 930 kg/m³, más preferentemente de 910 a 927 kg/m³, más preferentemente de 920 a 925 kg/m³, medida según la norma ISO 1183-1 en muestras preparadas según la norma ISO 1872-2.

15 El polímero de polietileno de baja densidad (LDPE) se polimeriza en un proceso de polimerización de radicales a alta presión potencialmente en presencia de uno o más comonómeros. Además, el LDPE se polimeriza en un proceso de polimerización a alta presión en presencia de uno o varios iniciadores y, opcionalmente, agentes de transferencia de cadena para controlar el MFR.

El LDPE se puede producir, por ejemplo, en un reactor de polimerización tubular, o en un reactor de polimerización en autoclave, en particular un reactor de polimerización tubular.

25 Preferentemente, el polímero de poliolefina (A) que no tiene restos de silano comprende del 20 al 99,99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 0,1 al 80 % en peso de polietileno de baja densidad, más preferentemente del 50 al 99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 1 al 60 % en peso de polietileno de baja densidad, más preferentemente del 70 al 95 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 5 al 40 % en peso de polietileno de baja densidad, lo más preferentemente del 80 al 90 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 10 al 20 % en peso polietileno de baja densidad, basado en el peso total de la composición polimérica espumable.

35 Preferentemente, la composición comprende polímero de poliolefina (A) que no tiene restos de silano comprende del 20 al 99,99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 0,1 al 80 % en peso de polietileno de baja densidad y un agente de soplado (B) en una cantidad del 0,01 al 3,0 % en peso, en la que el agente de soplado consiste en ácido cítrico y/o derivado de ácido cítrico o mezclas o consiste en microesferas poliméricas expandibles, más preferentemente del 50 al 99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 1 al 60 % en peso de polietileno de baja densidad y dicho agente de soplado (B) en una cantidad del 0,02 al 2,0 % en peso, más preferentemente del 70 al 95 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 5 al 40 % en peso de polietileno de baja densidad y dicho agente de soplado (B) en una cantidad del 0,05 al 1,0 % en peso, más preferentemente del 80 al 90 % en peso de polietileno lineal de baja densidad y del 10 al 20 % en peso de polietileno de baja densidad y dicho agente de soplado (B) en una cantidad del 0,1 al 0,5 % en peso, todos basado en el peso total de la composición polimérica espumable.

45 Preferentemente, la composición polimérica espumable comprende al menos 90 % en peso de poliolefinas. Preferentemente, todos los polímeros en la composición polimérica comprenden únicamente polietileno.

Preferentemente, la composición polimérica espumable no comprende un compuesto azoico y/o agentes de soplado físicos.

50 Los compuestos azoicos son azodicarbonamida, azobisisobutironitrilo o diazoaminobenceno.

Los agentes espumantes físicos son gases que se inyectan a alta presión directamente en un cilindro de extrusión. Dichos gases son, por ejemplo, nitrógeno, dióxido de carbono, aire e hidrocarburos de bajo punto de ebullición, como propano y butano.

60 Por lo tanto, la presente invención tiene la ventaja de que la composición polimérica espumable de la presente invención se puede convertir en una composición polimérica espumada sin utilizar agentes de soplado nocivos tales como compuestos azoicos, resinas fluoradas y agentes de soplado físicos.

Más preferentemente, la composición polimérica espumable no comprende ningún agente de soplado adicional.

65 La composición polimérica espumable comprende preferentemente un antioxidante. El antioxidante es preferentemente un antioxidante fenólico, un antioxidante que contiene fósforo o una mezcla de los mismos. El antioxidante fenólico es preferentemente una mezcla de pentaeritritil-tetrakis(3-(3',5'-di-terc-butil-4-

hidroxifenil)-propionato (n.º CAS 6683-19-8; disponible comercialmente de BASF en el comercio nombre Irganox 1010) y fosfito de tris-(2,4-di-terc-butilfenil) (n.º CAS 31570-04-4; disponible comercialmente en BASF con el nombre comercial Irgafos 168). Esta mezcla de antioxidantes está disponible comercialmente como Irganox B561 de BASF.

5

El antioxidante está presente preferentemente en una cantidad del 0,01 % en peso al 2 % en peso, más preferentemente en una cantidad del 0,04 % en peso al 1 % en peso, y lo más preferentemente en una cantidad del 0,06 % en peso al 0,5 % en peso. %, basado en la composición total del polímero espumable.

10

La composición polimérica espumable comprende preferentemente un neutralizador de ácido. El neutralizador de ácido es preferentemente un estearato de calcio, un estearato de sodio, un estearato de zinc o mezclas de los mismos, más preferentemente un estearato de calcio.

15

La cantidad de neutralizador de ácido es preferentemente del 0,01 % en peso al 2,0 % en peso, más preferentemente del 0,02 % en peso al 1,0 % en peso y lo más preferentemente del 0,04 % en peso al 0,5 % en peso, basado en la composición polimérica espumable total.

Se puede obtener una composición polimérica espumada espumando la composición polimérica espumable según la presente invención.

20

La formación de espuma se realiza calentando la composición polimérica espumable a una temperatura preferentemente de 150 °C a 240 °C, más preferentemente de 180 °C a 235 °C, incluso más preferentemente de 210 °C a 230 °C. En estos rangos de temperatura, el agente de soplado (B) presente en la composición polimérica espumable, el material resinoso de las microesferas termoplásticas se ablanda y el material volátil se expande como se describió anteriormente, dando lugar así a una composición polimérica espumada.

25

El proceso de formación de espuma incluye la mezcla y homogeneización de los componentes en la primera parte de una extrusora seguida de la optimización de las propiedades de formación de espuma (por ejemplo, grado de formación de espuma y estructura celular, tamaño y distribución en una capa de un cable) en el extremo de la extrusora, matriz y salida del cabezal extrusor. Además, la etapa del proceso para fabricar la composición espumada y la capa de cable puede comprender cualquier extrusora ordinaria, por ejemplo una extrusora de un solo tornillo.

30

El grado de formación de espuma podría controlarse cambiando los parámetros de extrusión tales como, por ejemplo, ajustando los ajustes de temperatura en el extrusor y/o el cabezal del extrusor, la velocidad de la línea, la velocidad del tornillo, la posición de la matriz del extrusor, la posición del baño de enfriamiento y la temperatura del agua de enfriamiento.

35

La composición de polímero espumado tiene preferentemente un módulo de flexión de 10 a 300 MPa, más preferentemente de 50 a 250 MPa, lo más preferentemente más de 100 y menos de 219 MPa cuando se mide según la norma ISO 178. La composición de polímero espumado tiene preferentemente un módulo de flexión de al menos 10 MPa cuando se mide según la norma ISO 178.

40

La composición de polímero espumado tiene preferentemente un grado de expansión de 2 a 30 %, más preferentemente de 3 a 20 %, más preferentemente de 4 a 17 %, lo más preferido de 5 a 13,7 %.

45

El "grado de expansión" (G), se define como:

$$G = (d_0/d_e - 1) \times 100$$

50

donde d_0 indica la densidad del polímero no expandido y d_e representa la densidad aparente medida, o peso por unidad de volumen en g/cm^3 , del polímero expandido.

La composición de polímero espumado tiene preferentemente una tensión de rotura de 12,5 a 50 MPa, más preferentemente de 13 a 40 MPa, aún más preferentemente de 14 a 30 MPa, lo más preferentemente de al menos 14 a 20 MPa medida según las normas ISO 527-1 e ISO 527-1. 2.

55

La composición de polímero espumado tiene preferentemente una deformación de rotura del 400 al 1500 %, más preferentemente del 500 al 1000 %, lo más preferentemente del 550 al 790 % medida según las normas ISO 527-1 e ISO 527-2.

60

El cable puede ser un cable de alimentación, por ejemplo, un cable LV, MV o HV, por ejemplo un cable LV o MV, por ejemplo, un cable de BT; o puede ser un cable de comunicación.

Preferentemente, el cable comprende un conductor rodeado por una o más capas en el que al menos una capa contiene la composición de polímero de polietileno espumable o espumado. Preferentemente, la capa

65

de revestimiento comprende la composición polimérica espumable o espumada.

En un primer ejemplo de un proceso para fabricar un cable de alimentación o un cable de comunicación, el material de poliolefina y el agente de soplado y potencialmente otros aditivos se combinan entre sí de manera adecuada mediante combinación de una manera convencional, por ejemplo mediante mezclas por extrusión con una extrusora de tornillo o una amasadora. La mezcla fundida obtenida del polímero de poliolefina y el agente de soplado se puede entonces granular adecuadamente. Además, los gránulos obtenidos pueden tener cualquier tamaño y forma.

Esto se puede llevar a cabo en una línea de producción de cables, por ejemplo, en un mezclador que precede a la extrusora de cables o en la extrusora de cables, o en ambos. La mezcla obtenida se utiliza para formar una capa de cable. El proceso para fabricar el cable de alimentación, o un cable de comunicación, comprende la extrusión de la composición espumable proporcionada sobre el núcleo del cable para formar un revestimiento de cable.

Un proceso adecuado de acuerdo con el proceso para fabricar un cable de alimentación, o un cable de comunicación, como se describe en el presente documento, comprende la etapa de aplicar sobre un conductor, por ejemplo, mediante coextrusión, una o más capas, en donde al menos una capa, es decir, una capa protectora exterior (revestimiento) comprende, por ejemplo, consiste en la composición espumable que comprende un material de poliolefina y un agente de soplado, en donde la composición comprende del 0,01 al 3,0 % en peso del agente de soplado, con respecto al peso total de la composición polimérica.

El término "coextrusión" significa en el presente documento que en el caso de dos o más capas, dichas capas se pueden extruir en etapas separadas, o al menos dos o todas dichas capas se pueden coextruir en una misma etapa de extrusión, como se conoce bien en el estado de la técnica. El término "coextrusión" significa aquí también que toda o parte de la(s) capa(s) se forman simultáneamente usando uno o más cabezales de extrusión. Por ejemplo, se puede utilizar una extrusión triple para formar tres capas. En caso de que se forme una capa usando más de un cabezal de extrusión, entonces, por ejemplo, las capas se pueden extruir usando dos cabezales de extrusión, el primero para formar la capa semiconductora interna y la parte interna de la capa aislante, y el segundo cabezal para formando la capa aislante exterior y la capa semiconductora exterior. La coextrusión se puede realizar en cualquier extrusora de cable convencional, por ejemplo, una extrusora de uno o dos tornillos.

Como es bien conocido, se puede aplicar una mezcla fundida de la composición polimérica espumable o componente/s de la misma para formar una capa. Mezclar en fusión significa mezclar por encima del punto de fusión de al menos el componente o componentes poliméricos principales de la mezcla obtenida y se lleva a cabo, por ejemplo, sin limitarse a, a una temperatura de al menos 15 °C por encima del punto de fusión o reblandecimiento del componente o componentes poliméricos. La mezcla en estado fundido se puede realizar en la extrusora de cable o en un mezclador, por ejemplo, amasadora, precediendo a la extrusora, o en ambas.

Además, el proceso para fabricar el cable de alimentación, o un cable de comunicación, comprende espumar el revestimiento del cable, dicha espuma se produce cuando la masa fundida de la mezcla proporcionada sale del extrusor de cable, ya que esto da como resultado una caída de presión ya que la presión atmosférica es menor que la presión dentro del extrusor. Cuando la presión de la masa fundida se reduce a la presión atmosférica, el gas formado en la extrusora por el agente de soplado ácido cítrico o sus derivados ya no se disuelve en la masa fundida. En cambio, el gas formará burbujas, es decir, celdas, en la masa fundida de polímero que crecerán hasta que la masa fundida se enfríe a una temperatura en la que la viscosidad de la masa fundida sea demasiado alta para permitir un mayor crecimiento de las celdas. El revestimiento del cable resultante será espumado, lo que significa que contiene burbujas de gas dispersas, es decir, celdas de gas.

Ejemplos

1. Métodos de medición

Índice de fluidez

El índice de fluidez (MFR, por sus siglas en inglés) se determina según la norma ISO 1133 y se indica en g/10 min. El MFR es una indicación de la viscosidad en estado fundido del polímero. El MFR se determina a 190 °C para PE y a 230 °C para PP. La carga bajo la cual se determina el índice de flujo de fusión generalmente se indica como un subíndice, por ejemplo, MFR₂ se mide con una carga de 2,16 kg (condición D), MFR₅ se mide con una carga de 5 kg (condición T) o MFR₂₁ se mide con una carga de 21,6 kg (condición G).

Densidad

La densidad del polímero de poliolefina se midió según el método A de la norma ISO 1183-1 en muestras

preparadas según la norma ISO 17855.

Módulo de flexión

- 5 El módulo de flexión se determinó según la norma ISO 178:2010. Las muestras fueron cintas extruidas con un grosor de 2 mm. La longitud del tramo entre los apoyos fue de 64 mm, la velocidad de ensayo fue de 2 mm/min y la celda de carga fue de 100 N. El equipo utilizado fue un Alwetron TCT 10. Las muestras se acondicionaron durante un mínimo de 16 horas a 23+/-2 °C y 50 % de humedad relativa antes de la prueba.

10 Ensayo de tracción según la norma EN6081 1-100

Estrés en la rotura y Deformación en la rotura

- 15 La tensión de rotura y la deformación de rotura se midieron de acuerdo con la norma ISO 527-1: 2012 a 23 °C y 50 % de humedad relativa en un probador de tracción Alwetron TCT 10 a una velocidad de 25 mm/min. El extensómetro utilizado fue el MFE-900. Las muestras fueron cintas extruidas con un grosor de 2 mm. Las muestras se acondicionaron durante un mínimo de 16 horas a 23+/-2 °C y 50 % de humedad relativa antes de la prueba. En el presente documento se informa el valor promedio de 6 a 10 muestras.

20 Grado de expansión

La densidad de los gránulos se midió utilizando una balanza con medición de densidad, a continuación se mide la densidad con una cinta utilizando la misma técnica. La expansión es la diferencia de densidad entre gránulos y cintas.

25

$$\text{Expansión} = \frac{d_{pl} - d_{pe}}{d_{pl}} * 100$$

Donde

30 d_{pl} : densidad de las cintas en kg/m³

d_{pe} : densidad del gránulo en kg/m³

2. Materiales:

- 35 LLDPE: Un copolímero de LLDPE catalizado con cromo unimodal con buteno como comonómero con MFR₂ de 0,85 g/10 min y una densidad de 920 kg/m³.

LDPE: Un homopolímero tubular de LDPE con MFR₂ de 2,0 g/10 min y densidad de 923 kg/m³.

- 40 Trace[®] PO 2217: Una mezcla madre de agente espumante endotérmico disponible comercialmente en Tramaco GmbH que contiene un derivado de ácido cítrico y en el que la cantidad del derivado de ácido cítrico es el 100 % en peso de los agentes espumantes añadidos. La mezcla madre comprende además un agente de nucleación mineral y un vehículo polimérico.

- 45 Expancel 980 MB 120: Una mezcla madre de agente de soplado exotérmico disponible comercialmente de Akzo Nobel que contiene un 65 % en peso de microesferas poliméricas expandibles y un 35 % en peso de una resina portadora que es un copolímero de acetato de etileno y vinilo (EVA).

- 50 Irganox 1010: Pentaeritritol-tetrakis(3-(3',5'-di-terc.-butil-4-hidroxifenil)-propionato), antioxidante disponible comercialmente en BASF GmbH (Número CAS: 6683-19-8)

Irgafos 168: Tris(2,4-di-terc-butilfenil)fosfato, estabilizador disponible comercialmente en BASF GmbH (Número CAS: 31570-04-4)

- 55 Estearato de calcio

3. Preparación de ejemplos

- 60 Antes de las pruebas, las composiciones según la tabla 1 eran el agente de soplado utilizado en los ejemplos inventivos que se preparó usando una coamasadora BUSS AG en una extrusora continua BUSS MDK46 (año de construcción 1985). La línea es una amasadora de un solo tornillo con un diámetro de tornillo de 46 mm y 11 L/D. La composición es un tipo de mezcla de polímeros en estado fundido donde uno o más polímeros y/o aditivos se mezclan en estado fundido. A menudo se utiliza para la dispersión y distribución de aditivos y

cargas en una masa fundida de polímero.

Para los ejemplos inventivos (IE, por su siglas en inglés), la mezcla madre de agente espumante Expancell 980 MB 120 o para los ejemplos de referencia (RE, por su siglas en inglés) Tracel PO 2217 se mezcló con poliolefina que comprendía LLDPE y LDPE en el proceso de composición. Las mezclas utilizadas para preparar las muestras de cinta espumada ejemplificadas se obtuvieron tomando la mezcla que contenía el material de poliolefina. A continuación, las composiciones se extruyeron como cintas con un grosor de 2 mm en una extrusora Collin Teach-Line E 20 T con una matriz ranurada de 2 mm y una velocidad de tornillo de 55 rpm. Después de salir de la matriz, las cintas se enfriaron sobre rodillos. Los ajustes de temperatura se muestran a continuación y la cantidad de mezcla madre de agente espumante Expancell 980 MB 120 o mezcla madre de agente espumante Tracel PO 2217 para cada muestra se puede ver en la tabla 1.

T1: 50/170/210/210/210/210

T2: 50/170/220/220/220/220

T3: 50/170/230/230/230/230

El ejemplo comparativo CE1 se produjo de la misma manera, excepto que no se añadió agente de soplado al material de poliolefina.

Tabla 1: Todos los valores se dan en % en peso.

	CE1	IE1 y 2	IE3 y 4	RE1 y 2
LLDPE	84,7	84,2	83,7	83,7
LDPE	15	15	15	15
Tracel PO 2217				1
Expancel 980 MB 120		0,5	1	
Irganox 1010	0,175	0,175	0,175	0,175
Irgafos 168	0,075	0,075	0,075	0,075
Estearato de calcio	0,05	0,05	0,05	0,05

4. Resultados

Tabla 2:

	CE1	IE1	IE2	IE3	IE4	RE1	RE2
MB espumante	n/a	Expancell 980 MB 120	Expancell 980 MB 120	Expancell 980 MB 120	Expancell 980 MB 120	Tracel PO 2217	Tracel PO 2217
Adición de MB (% en peso)	0	0,5	0,5	1	1	1	1
Temperatura de extrusión	T1	T1	T2	T1	T2	T2	T3
Grado de expansión (%)	0	6,6	5,3	17,3	18,4	6,3	6,5
Tensión de rotura (MPa) 25 mm/min	20,5	14,1	15,3	9,6	11,4	17,6	17,2
Deformación en rotura (%) 25 mm/min	799	658	686	544	598	773	767
Módulo de flexión (MPa)	219	198	204	165	188	214	186

Se han probado dos agentes espumantes diferentes, Expancell 980 MB 120 y Tracel PO 2217. Expancell 980 MB 120 se ha utilizado en dos cantidades diferentes. Además, se han probado diferentes ajustes de temperatura de extrusión con temperaturas máximas de 210 °C, 220 °C y 230 °C. Se puede observar que cuanto mayor es el grado de expansión, menor es el módulo de flexión, lo que indica una mayor flexibilidad y menor es la tensión de rotura y la deformación de rotura, lo que indica propiedades de tracción inferiores. Sin embargo, sorprendentemente se ha descubierto que se puede obtener una flexibilidad mejorada indicada por el valor más bajo para el módulo de flexión de los ejemplos inventivos mientras que la tensión de rotura y la deformación de rotura siguen siendo aceptables.

REIVINDICACIONES

1. Cable que comprende al menos una capa que comprende una composición espumada que se puede obtener por espumado de una composición polimérica espumable que comprende
5
(A) un polímero de poliolefina, y
(B) un agente de soplado en una cantidad del 0,01 al 3 % en peso basado en la composición polimérica espumable total, en el que el agente de soplado consiste en microesferas poliméricas expandibles,
10 y la composición no comprende fluororresina, en el que preferentemente la capa es una capa de revestimiento.
2. Cable, según la reivindicación 1, en el que el polímero de poliolefina (A) no tiene restos de silano y comprende al menos del 20 al 99,99 % en peso de polietileno lineal de baja densidad.
15
3. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero de poliolefina (A) tiene un MFR₂ de 0,1 a 10 g/10 min medido según la norma ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg.
20
4. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero de poliolefina (A) tiene una densidad de 880 a 950 kg/m³ medida según la norma ISO 1183-1 en muestras preparadas según la norma ISO 1872-2.
25
5. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el polímero de poliolefina (A) comprende además del 0,1 al 80 % en peso de polietileno de baja densidad basado en el peso total de la composición polimérica espumable.
6. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición polimérica espumable no comprende un compuesto azoico y/o agentes de soplado físicos.
30
7. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición de polímero espumable comprende un antioxidante, preferentemente el antioxidante es un antioxidante fenólico, un antioxidante que contiene fósforo o mezclas de los mismos y/o un neutralizador de ácido, preferentemente el neutralizador de ácido es un estearato de calcio, un estearato de sodio, un estearato de zinc o mezclas de los mismos, más preferentemente un estearato de calcio.
35
8. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espumado se realiza calentando la composición polimérica espumable a una temperatura de 150 °C a 240 °C.
40
9. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición de polímero espumado tiene un módulo de flexión de 10 a 300 MPa cuando se mide según la norma ISO 178, o un grado de expansión de 2 a 30 %, o una tensión de rotura de 12,5 a 50 MPa medida según las normas ISO 527-1 e ISO 527-2, o una deformación a la rotura del 400 % al 1500 % medida según las normas ISO 527-1 e ISO 527-2.
45
10. Uso de una composición polimérica espumable que comprende
(A) un polímero de poliolefina, y
(B) un agente de soplado en una cantidad del 0,01 al 3 % en peso basado en la composición polimérica espumable total, en el que el agente de soplado consiste en microesferas poliméricas expandibles,
50 y la composición no comprende fluororresina,
para la producción de una capa de un cable, preferentemente para una capa de revestimiento.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2018049555 A1 [0016]
- EP 1243957 A2 [0016]
- WO 2017102341 A [0016]
- EP 3182418 A1
- JP H11321930 A
- WO 2019160295 A
- US 3615972 A

Literatura no patente citada en la descripción

- **ELLEN CHAN et al.** Novel Thermally 2,3,6-13 Conductive Thermoplastic/Ceramic Composite Foams. *MACROMOLECULAR MATERIALS AND ENGINEERING.*, 01 October 2012, vol. 297 (10), 1014-1020
- *CHEMICAL ABSTRACTS*, 6683-19-8
- *CHEMICAL ABSTRACTS*, 31570-04-4