

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 016**

51 Int. Cl.:

H01B 7/00	(2006.01) B29C 71/00	(2006.01)
H01B 13/14	(2006.01)	
B29C 70/88	(2006.01)	
B29C 71/02	(2006.01)	
B29C 35/04	(2006.01)	
B29C 35/06	(2006.01)	
B29C 47/00	(2006.01)	
B29C 47/88	(2006.01)	
H01B 7/04	(2006.01)	
B29C 47/02	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2012 PCT/US2012/031995**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2012 WO12173685**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2012 E 12772827 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2697802**

54 Título: **Procedimientos de fabricación de un hilo, productos previos de hilos con múltiples capas e hilos**

30 Prioridad:

12.04.2011 US 201113085253

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2018

73 Titular/es:

**GENERAL CABLE INDUSTRIES, INC. (100.0%)
4 Tesseneer Drive
Highland Heights KY 41076, US**

72 Inventor/es:

KELLEY, FREDERICK J.

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 655 016 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

Procedimientos de fabricación de un hilo, productos previos de hilos con múltiples capas e hilos

5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA**

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de Patente U.S.A No. 13/085.253.

10 **SECTOR TÉCNICO**

La presente divulgación se refiere a procedimientos de ejemplo para la fabricación de hilos, así como a productos previos de hilos con múltiples capas de ejemplo y a hilos de ejemplo.

15 **ANTECEDENTES**

El término "hilo", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere a un núcleo conductor, en el que el núcleo conductor está envuelto, como mínimo, por una capa aislante. El término "hilo", tal como se utiliza en el presente documento, también abarca cables o grupos de dos o más núcleos conductores aislados.

20 Los hilos han estado omnipresentes, como mínimo, desde la era industrial para todo tipo de aplicaciones eléctricas. Entre estas aplicaciones se incluyen, sin limitación, la fuente de alimentación comercial y residencial, electrodomésticos, ordenadores y dispositivos electrónicos personales de todas las formas y tamaños, vehículos de todo tipo, incluidos los automóviles propulsados por combustibles fósiles y accionados eléctricamente y vehículos recreativos.

25 Históricamente, los hilos se fabricaron mediante un simple procedimiento de curado por calor. El procedimiento histórico de curado por calor implicaba la alimentación de un núcleo conductor en un extrusor, en el que, como mínimo, se extruye una capa aislante sobre el núcleo conductor. Para formar capas aislantes utilizando dichos procedimientos, todos los materiales de partida, incluyendo polímeros reticulables y sus agentes de curado asociados, se combinaron en un extrusor antes de la extrusión. A continuación, los materiales de partida se extruyeron sobre el núcleo conductor a temperaturas que variaban de aproximadamente 80°C a aproximadamente 110°C, dependiendo de los materiales particulares. A continuación, el producto previo de hilo extruido se curó por calor a temperaturas que variaban de aproximadamente 135°C a aproximadamente 155°C durante un período de tiempo para provocar una reticulación suficiente capaz de conferir sobre la capa o capas aislantes las propiedades deseadas, incluyendo propiedades físicas, mecánicas y/o eléctricas.

35 Dichos procedimientos históricos de curado por calor eran eficaces y relativamente económicos. Por ejemplo, mediante la adición de todos los materiales de partida al extrusor aproximadamente al mismo tiempo, los fabricantes pueden haber ganado en eficacia de fabricación. Es decir, los fabricantes podían evitar la ralentización de las velocidades de las líneas de fabricación y podían evitar la compra de equipo adicional para gestionar la adición de materiales separados en tiempos separados.

40 Sin embargo, los procedimientos históricos de curado por calor se enfrentan a numerosos problemas. Por ejemplo, los fabricantes intentaron evitar la reticulación prematura durante la extrusión, también conocida como abrasamiento. Un abrasamiento significativo podría dañar el equipo de extrusión y generar un hilo que no cumpliría las especificaciones técnicas, incluyendo las especificaciones físicas, mecánicas y/o eléctricas. Por consiguiente, se dejó a los fabricantes que experimentaran con combinaciones de polímeros y agentes de curado para minimizar el abrasamiento.

45 Finalmente, las exigencias técnicas sobre los hilos se volvieron más sofisticadas y el hilo producido mediante procedimientos históricos de curado por calor no consiguió satisfacer una serie de especificaciones técnicas. Esto tuvo lugar en muchas industrias. A modo de ejemplo no limitativo, en la industria del automóvil, ciertos fabricantes de equipos originales (OEM, por sus siglas en inglés) requieren hilos que soporten la abrasión por rozadura, de manera que cuando un núcleo conductor de un hilo tiene un área de sección transversal de 1,5 mm² o superior, el aislamiento en el hilo permanece intacto después de 1.500 ciclos de rozaduras con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de 0,45 ± 0,01 mm. El hilo fabricado mediante procedimientos históricos de curado por calor no satisface esta norma.

50 Para satisfacer las crecientes demandas técnicas sobre los hilos, los fabricantes se apartaron cada vez más de los procedimientos históricos de curado por calor hacia procedimientos de fabricación con radiación o haces de electrones (e-beam, en inglés). De hecho, los procedimientos de fabricación con haces de electrones aún se utilizan hoy en día.

55 Los procedimientos de fabricación con haces de electrones implican habitualmente introducir un núcleo conductor en un extrusor, en el que se extruye, como mínimo, una capa aislante sobre el núcleo conductor. Para formar una capa aislante, se añaden al extrusor todos los materiales de partida para la capa. A continuación, los materiales de partida

se extruyen sobre el núcleo conductor. A continuación, el producto previo de hilo extruido es recogido en un carrete antes de ser expuesto a la radiación. La radiación inicia el curado, por lo que no se utilizan normalmente agentes de curado en los procedimientos de fabricación con haces de electrones.

Los procedimientos de fabricación con haces de electrones presentan ventajas sobre los procedimientos históricos de curado por calor. Como ejemplos no limitantes, la reacción de reticulación en los procedimientos de fabricación con haces de electrones es más rápida y más uniforme, especialmente para hilos de pared delgada. Los procedimientos de fabricación con haces de electrones producen hilos que satisfacen las especificaciones técnicas más exigentes. Como ejemplo no limitativo, los procedimientos de fabricación con haces de electrones son más eficaces en la preparación de hilos resistentes a la abrasión y de hilos de pared ultradelgada con una calificación de la clase de temperatura de la clase D o superior.

Los procedimientos de fabricación con haces de electrones, sin embargo, también implican numerosos problemas. El equipo es caro y hay procedimientos de seguridad y precauciones presentes cada vez que se utiliza radiación en un procedimiento de fabricación. Estos esfuerzos por la seguridad se pueden añadir a los gastos y ralentizan las velocidades de las líneas de fabricación. Además, los procedimientos de fabricación con haces de electrones pueden ser más difíciles de utilizar con hilos de pared gruesa. Esto puede ser porque, a las velocidades de las líneas de fabricación comercialmente aceptables, es posible que se produzca una penetración incompleta de haces de electrones a través de una capa o capas aislantes poliméricas densas. La penetración incompleta puede conducir a un curado incompleto, que, a su vez, puede provocar que el hilo no cumpla con las especificaciones técnicas. Por ejemplo, el aislamiento de los hilos puede hincharse o agrietarse.

Además, la utilización de procedimientos de fabricación con haces de electrones para formar hilos muy flexibles presenta problemas. Esto puede ser porque para enrollar hilo extruido que aún no se ha curado (es decir, un producto previo de hilo extruido), la capa o capas aislantes deben ser suficientemente duras para evitar que se deformen. En general, esto requiere que el producto previo de hilo extruido tenga una dureza de aproximadamente 80 Shore A o superior. Después del curado, el polímero reticulado en el hilo hace que el hilo sea sustancialmente más duro que el producto previo de hilo extruido. Como resultado, el hilo fabricado mediante procedimientos de fabricación con haces de electrones puede no lograr las propiedades mecánicas relacionadas con la flexibilidad deseadas para ciertas aplicaciones industriales. A modo de ejemplo no limitativo, puede ser útil producir un hilo flexible que tenga una tensión de tracción en el límite elástico de menos de 9 MPa y un módulo de tracción a 200 MPa. No se esperaría que los hilos producidos mediante procedimientos de fabricación con haces de electrones presenten dichas propiedades mecánicas.

Por consiguiente, existe la necesidad de procedimientos de fabricación e hilos mejorados. Se desean procedimientos eficaces y rentables que puedan producir hilos que puedan satisfacer las especificaciones técnicas cada vez más exigentes.

El documento US 4.457.975 da a conocer un procedimiento y un aparato para fabricar cables aislados, en particular, cables de alimentación eléctrica aislados poliméricos, resistentes a la formación y el crecimiento de árboles electroquímicos.

El documento US 3.802.913 da a conocer una composición curable que comprende un polímero que contiene etileno, un agente de curado y un material de carga mineral tratada con un organo-silano.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas, a las que a continuación se hará referencia.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

Aunque las reivindicaciones no se limitan a los ejemplos ilustrados, el entendimiento de los diversos aspectos se conseguirá mejor a través de la discusión de varios ejemplos de los mismos. Con referencia a continuación a los dibujos, se muestran en detalle ejemplos ilustrativos. Aunque los dibujos representan ilustraciones de ejemplo, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden estar exageradas para ilustrar y explicar mejor un aspecto innovador de una realización. Además, los ejemplos específicos descritos en el presente documento no pretenden ser exhaustivos o, en cualquier caso, limitantes o restrictivos a la forma y configuración exactas que se muestran en los dibujos y se describen en la siguiente descripción detallada. Las ilustraciones de ejemplo se describen en detalle mediante referencia a los dibujos, tal como se indica a continuación:

La figura 1 muestra un procedimiento de ejemplo de fabricación de un hilo.

La figura 2 muestra un procedimiento de ejemplo de fabricación de un hilo.

La figura 3 muestra una sección transversal de un producto previo de un hilo con múltiples capas de ejemplo.

La figura 4 muestra una sección transversal de un producto previo de un hilo con múltiples capas de ejemplo.

La figura 5 representa gráficamente los resultados de pruebas con curado completo de un hilo de ejemplo.

La figura 6 representa gráficamente los resultados de pruebas de abrasión por rozadura de un hilo de ejemplo.

La figura 7 representa gráficamente los resultados de pruebas de abrasión por rozadura de un hilo de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La referencia en la memoria a "una ilustración de ejemplo", un "ejemplo" o expresiones similares significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con el enfoque de ejemplo se incluye, como mínimo, en una ilustración. Las apariciones de la frase "en una ilustración" o una expresión similar en varios puntos de la memoria necesariamente no se refieren todas a la misma ilustración o ejemplo.

En referencia a las figuras 1 y 3, se representa un procedimiento de ejemplo para la fabricación de hilos, al igual que un producto previo de hilo con múltiples capas de ejemplo -25-. En general, se introduce un núcleo conductor -15- en un extrusor -20-. Se añaden monómeros, oligómeros o polímeros para formar un polímero receptor reticulado -22- a una tolva del extrusor -20-. No se añade agente de curado. Por separado, se añaden monómeros, oligómeros o polímeros para formar un polímero donante -23- a una tolva diferente del extrusor -20-. El agente de curado que se asocia con el polímero donante -23- está incluido en la tolva con el polímero donante -23- y cualquier otro material de partida. El polímero receptor -22- se coextruye, a continuación, con el polímero donante -23-, estando el polímero donante -23- asociado con un agente de curado. A partir del procedimiento de coextrusión se genera un producto previo de hilo con múltiples capas -25-. El producto previo de hilo con múltiples capas -25- incluye el polímero donante -23- dispuesto alrededor del polímero receptor -22-, que, a su vez, está dispuesto alrededor del núcleo conductor -15-. El término "alrededor", tal como se utiliza en el presente documento, significa que envuelve circunferencialmente, pero no necesariamente en contacto directo. El producto previo de hilo con múltiples capas -25- se cura por calor en la estación de curado por calor -35- para generar un hilo resultante -40-. Inesperadamente, el hilo resultante -40- tiene propiedades que se consideran alcanzable sólo a través de los procedimientos de fabricación con haces de electrones.

El procedimiento de ejemplo representado en la figura 1 no está limitado, en general, por los materiales seleccionados para utilizar como núcleos conductores -15-. También, a excepción de las temperaturas de fusión, el procedimiento de ejemplo está igualmente no limitado por el polímero de reticulación particular seleccionado para utilizar como polímero receptor -22- o por el polímero seleccionado para utilizar como polímero donante -23-.

Núcleos conductores

"Núcleo conductor", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere, como mínimo, a un material, tal como un metal o un metaloide que tiene propiedades conductoras o semiconductoras para utilizar en un hilo. Una amplia gama de núcleos conductores -15- pueden ser adecuados para utilizar con los procedimientos y los hilos dados a conocer en el presente documento. Es decir, el núcleo conductor -15- puede tener una variedad de composiciones químicas, siempre que el núcleo conductor -15- conduzca electricidad suficiente para la aplicación. Los núcleos conductores -15- adecuados, por ejemplo, pueden incluir un metal que comprende, como mínimo, uno de cobre, plata niquelada, berilio, bronce fosforoso, níquel, aluminio o acero. Además, los metales pueden estar chapados con otro material que contiene metal. Por ejemplo, el chapado en estaño, el chapado en plata, el chapado en plata, el chapado en oro o el chapado en níquel pueden ser adecuados para utilizar con los procedimientos y los hilos dados a conocer en este documento. Los materiales conductores de ejemplo pueden incluir también aluminio recubierto de cobre y acero recubierto de cobre.

En aplicaciones en las que el núcleo conductor -15- es un semiconductor, el núcleo conductor -15- puede incluir una gama de materiales semiconductores adecuados. Entre dichos materiales se pueden incluir, sin limitación, silicio, grafito, fosforo arseniuro de germanio, antimonio y galio.

Los núcleos conductores -15- pueden estar configurados en cualquiera de un amplio conjunto de disposiciones. Por ejemplo, el núcleo conductor -15- puede ser sólido (es decir, comprende una sola hebra de metal), o el núcleo conductor -15- puede estar trenzado. Cuando el núcleo conductor -15- está trenzado, se puede utilizar cualquier número de hebras. Por ejemplo, el número de hebras puede ser igual o superior a 6, 19, 37, 50, 154, 494, 741 o 1.140 hebras. Las hebras pueden ser todas de la misma composición química o diferentes hebras pueden tener diferentes composiciones químicas. Un amplio conjunto de configuraciones de las hebras puede ser adecuado para utilizar con los procedimientos y los hilos dados a conocer en el presente documento. Por ejemplo, las hebras pueden ser tejidas o no tejidas. Además, el núcleo conductor -15- puede comprender capas de hilos una sobre otra. La configuración de las capas adyacentes de las hebras puede ser la misma o diferente entre sí, ya sean tejidas o no tejidas.

El núcleo conductor -15- puede tener un área en sección transversal de un amplio intervalo de tamaños. Por ejemplo, las áreas de sección transversal del núcleo conductor -15- pueden ser tan pequeñas como aproximadamente 0,13, 0,22, o 0,35 mm². Además, las áreas de sección transversal del núcleo conductor -15- pueden ser tan grandes o mayores que aproximadamente 1, 2, 3, 4, 5 ó 6 mm².

El núcleo conductor -15- puede tener cualquier conjunto de propiedades deseadas para una aplicación particular. Por ejemplo, con respecto a las propiedades eléctricas, la resistencia conductora de un núcleo conductor -15- puede ser, como mínimo, de aproximadamente 0,1 mOhm/m a 20°C o, como máximo, de aproximadamente 130

mOhm/m a 20°C. En otras palabras, las propiedades, tales como las propiedades eléctricas, de los núcleos conductores -15- no limitan los procedimientos y los hilos dados a conocer en el presente documento.

Polímeros receptores reticulables

Los "polímeros receptores reticulables", tal como se utilizan en el presente documento, se refieren a polímeros que tienen una estructura química, de manera que los polímeros son capaces de reticular después del curado, estando los polímeros receptores sustancialmente libres de agente de curado. "Sustancialmente libre", tal como se utiliza en el presente documento, abarca la ausencia completa de agentes de curado, pero también permite cantidades mínimas y/o trazas de agentes de curado detectables en el polímero receptor -22- utilizando procedimientos analíticos químicos estándar. Dichas cantidades mínimas y/o trazas de agentes de curado no deben comprender más de aproximadamente el 0,2% o más de aproximadamente el 1% en peso del polímero receptor.

Una amplia gama de polímeros reticulables o combinaciones de polímeros reticulables pueden ser adecuados para utilizar como polímero receptor -22-, siempre que el polímero receptor -22- tenga una temperatura de fusión más elevada que la temperatura de extrusión y más elevada que la temperatura de fusión para un polímero donante -23-. "Temperatura de fusión", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere al intervalo de temperaturas en el que un polímero pasa de una fase cristalina o semicristalina a una fase amorfa viscosa. "Temperatura de extrusión", tal como se utiliza en el presente documento, se refiere a la temperatura a la que las resinas en el extrusor -20- salen del extrusor -20- a través de una boquilla.

La diferencia en la temperatura de fusión entre el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- debe ser lo suficientemente grande como para evitar el abrasamiento y lo suficientemente pequeña para generar un estado suficiente de curado para conferir propiedades deseadas sobre el aislamiento del hilo -40-. La diferencia en la temperatura de fusión entre el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- puede ser, como mínimo, de aproximadamente 5°C, como mínimo, de aproximadamente 10°C, como mínimo, de aproximadamente 20°C o, como mínimo, de aproximadamente 40°C. La diferencia en la temperatura de fusión entre el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- puede ser mayor o menor dependiendo de los materiales utilizados para el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- y la utilización prevista del hilo -40-.

Para evitar el abrasamiento, las temperaturas de fusión para polímeros receptores -22- adecuados deberían ser más elevadas que la temperatura de extrusión. Las temperaturas de fusión de ejemplo para los polímeros receptores -22- adecuados pueden ser, en el extremo inferior, como mínimo, de aproximadamente 125°C, aproximadamente 135°C o aproximadamente 150°C, o inferiores. Las temperaturas de fusión de ejemplo para los polímeros receptores -22- adecuados, en el extremo superior, puede ser, como máximo, de aproximadamente 200°C, aproximadamente 250°C o aproximadamente 300°C, o superiores. El intervalo de temperaturas de fusión adecuadas para los polímeros receptores -22- puede variar dependiendo de los materiales utilizados para el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- y la utilización prevista del hilo -40-.

Entre los polímeros receptores reticulables -22- adecuados se pueden incluir una o más de poliolefinas reticulables sustituidas o no sustituidas, tales como polietileno (incluyendo, a modo de ejemplo no limitativo, uno o más de polietileno de peso molecular ultraelevado (UHMWPE) o polietileno de alta densidad (HDPE)). Entre los polímeros receptores -22- adecuados adicionales se pueden incluir cloruro de polivinilo (PVC), acetato de etilvinilo (EVA) y fluoropolímeros de reticulación. Entre los polímeros receptores -22- adecuados disponibles en el mercado se pueden incluir HDPE PETROTHENE® de Lyondell, HDPE MARLEX® de Chevron Phillips Chemical Co., fluoropolímeros TEFLON® y TEFZEL® de Dupont o fluoropolímeros KYNAR® y KYNAR FLEX® de Arkema.

Polímeros donantes

"Polímeros donantes", tal como se utilizan en el presente documento, se refiere a polímeros que tienen un agente de curado asociado con los mismos para migrar con el tiempo desde el polímero donante -23- al polímero receptor -22-. Una amplia gama de polímeros o combinaciones de polímeros pueden ser adecuados para utilizar como polímero donante -23-, siempre que el polímero donante -23- tenga una temperatura de fusión inferior a la del polímero receptor -22-, tal como se ha descrito anteriormente. Además, el polímero donante -23- puede tener una temperatura de fusión a la temperatura de extrusión o por debajo de la misma. Para evitar la migración prematura del agente de curado y el abrasamiento, las temperaturas de fusión para los polímeros donantes -22- adecuados no deben estar muy por debajo de la temperatura de extrusión. Las temperaturas de fusión de ejemplo para polímeros donantes -23- adecuados pueden ser, en el extremo inferior, como mínimo, de aproximadamente 55°C, aproximadamente 70°C o aproximadamente 80°C, o inferiores. Las temperaturas de fusión de ejemplo para polímeros donantes -23- adecuados, en el extremo superior, pueden ser, como máximo, de aproximadamente 100°C, aproximadamente 115°C o aproximadamente 125°C, o superiores. El intervalo de temperaturas de fusión adecuadas puede variar dependiendo de los materiales utilizados para el polímero receptor -22- y el polímero donante -23- y la utilización prevista del hilo -40-.

Los polímeros donantes -23- pueden ser reticulables, pero no necesitan ser reticulables. Entre los polímeros donantes -23- adecuados se pueden incluir una o más de poliolefinas reticulables sustituidas o no sustituidas, tales

como polietileno (incluyendo a modo de ejemplo no limitativo, uno o más de polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) o polietileno de baja densidad (LDPE)). Entre los polímeros donantes adecuados también se pueden incluir copolímeros de etileno-propileno (EPM), elastómeros de etileno-propileno-dieno (EPDM), acetato de etilvinilo (EVA) o copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVM). Entre los polímeros donantes -23- adecuados disponibles en el mercado se pueden incluir EVA ELVAX® de Dupont, EVM LEVAPRENE® de LANXESS, LDPE PETROTHENE® de Lyondell, LDPE BOREALIS® de Borealis AG, EPDM ROYALENE® de Lion Copolymer, caucho sintético NEOPRENE® de Dupont, caucho de hidrocarburo NORDEL IP® de The Dow Chemical Co., poliolefina ENGAGE® de The Dow Chemical Co., copolímero de alfa-olefina TAFMER® de Mitsui Chemical y resina de polietileno clorado TYRIN® de The Dow Chemical Co.

Los polímeros donantes -23- deben estar asociados, como mínimo, con un agente de curado. Se pueden utilizar una amplia gama de agentes de curado. Por ejemplo, entre los agentes de curado se pueden incluir uno o más peróxidos. Entre los peróxidos de ejemplo se pueden incluir peróxido de diacilo, peróxido de dialquilo, hidroperóxidos, peróxido de cetona, peróxido orgánico, peroxi(di)carbonato, peroxiéster y peroxicetal. Entre los agentes de curado también se pueden incluir azufre, aminas y diaminas, o cualquier combinación de los mismos. Entre los agentes de curado adecuados disponibles en el mercado se pueden incluir peróxidos DI-CUP®, LUPEROX LP®, LUPEROX 101®, LUPEROX 224®, VUL-CUP R® y VUL-CUP 40KE® de Arkema, peróxidos VAROX DCP®, VAROX VC-R®, VAROX DBPH® de Vanderbilt Co. Inc.

Opcionalmente, se pueden incluir coagentes con uno o más agentes de curado. Se pueden utilizar un conjunto de coagentes. Entre los coagentes se pueden incluir, por ejemplo, uno o más de acrilato o metacrilato difuncionales o trifuncionales, vinil butadieno, copolímeros de vinil butadieno-estireno. Opcionalmente, los coagentes pueden estar opcionalmente incluidos con los materiales de partida para el polímero receptor -22- o el polímero donante -23- o ambos.

La cantidad de agente de curado asociado con el polímero donante -23- debe ser suficiente para que suficiente agente de curado migre desde el polímero donante -23- al polímero receptor -22- durante el curado por calor para causar una reticulación suficiente para conferir las propiedades deseadas sobre el hilo -40-. Una cantidad demasiado baja de agente de curado puede conducir a una reticulación insuficiente, generando, de este modo, hilos que no logran satisfacer las especificaciones técnicas. Entre los problemas de ejemplo asociados con un curado o reticulación insuficientes se pueden incluir hinchamiento o formación de grietas del aislamiento del hilo durante la fabricación o utilización.

A modo de ejemplo no limitativo, para hilos para utilizar en la industria del automóvil, una cantidad demasiado baja de agente de curado puede provocar que un hilo -40- no pase uno o más de los ensayos establecidos en Organización Internacional de Normalización (ISO) 6722 para cables unipolares de 60V y 600 V para vehículos de carretera, que se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad. Entre otros ensayos, las normas ISO definen un ensayo de presión a alta temperatura, ensayos de abrasión, ensayos de envejecimiento térmico y ensayos de resistencia a productos químicos.

Para el ensayo de presión descrito en la Sección 7.1 de la norma ISO 6722, se someten muestras de hilo a una carga que se calcula en función del área de la sección transversal del núcleo conductor del hilo (el diámetro exterior del hilo menos el grosor nominal del aislamiento en el hilo) y se calienta durante 4 horas en un horno. La temperatura del horno depende de la clase de hilo que se ensaya. Por ejemplo, el hilo clasificado en la clase A se calentaría hasta $85 \pm 25^\circ\text{C}$, mientras que el hilo clasificado en la clase B se calentaría hasta $100 \pm 25^\circ\text{C}$. A continuación, las muestras de hilo se sumergen en un baño de agua salada durante 10 segundos, a continuación se someten a 1 kV durante 1 minuto. Si no se produce la descomposición de las muestras de hilo, entonces las muestras de hilo han pasado el ensayo.

Existen dos ensayos de ejemplo de resistencia a la abrasión definidos en la norma ISO 6722, un ensayo con aguja (Sección 9.3) y un ensayo con papel de lija (Sección 9.2). Para el ensayo con aguja, se puede seleccionar una aguja que tiene un diámetro de aproximadamente $0,45 \pm 0,01$ mm para producir abrasiones de aproximadamente $15,5 \pm 0,1$ mm de longitud a una frecuencia de aproximadamente 55 ± 5 ciclos por minuto. Se ejerce una fuerza aplicada de $7 \text{ N} \pm 0,1 \text{ mm}^2$ sobre los hilos de muestra. Los proveedores y fabricantes de equipos originales complementan la norma ISO acordando cuántos ciclos de rozadura con abrasión debe soportar un hilo que tiene un núcleo conductor de un área de sección transversal particular mientras el aislamiento del hilo se mantiene intacto. Por ejemplo, los fabricantes de equipos originales pueden requerir a un proveedor la fabricación de un hilo que tenga un núcleo conductor con un área de sección transversal de $1,5 \text{ mm}^2$ o mayor, y pueden requerir que el aislamiento de dicho hilo permanezca intacto después, como mínimo, de 1.500 ciclos de abrasión. Del mismo modo, los fabricantes de equipos originales pueden requerir a un proveedor la fabricación de un hilo que tiene un núcleo conductor con un área de sección transversal de aproximadamente $0,22 \text{ mm}^2$ o menos, y pueden requerir que el aislamiento de dicho hilo permanezca intacto después, como mínimo, de 150 ciclos de rozaduras con abrasión. Se contemplan otras especificaciones, tales como hilos que tienen un núcleo conductor con un área de sección transversal de aproximadamente $0,35 \text{ mm}^2$ o aproximadamente $0,5 \text{ mm}^2$, que son tamaños habituales de hilo. Para dichos hilos, las especificaciones técnicas pueden requerir que el aislamiento soporte, como mínimo, 200 ó 300 ciclos de rozaduras con abrasión, respectivamente.

Para el ensayo con papel de lija según la norma ISO 6722, se aplica el papel de lija granate 150J a hilos de muestra a una velocidad de 100 ± 75 mm/min con una fuerza aplicada, como mínimo, de 0,63 N. Dependiendo del área de sección transversal del núcleo conductor, se añade una masa adicional de una magnitud preseleccionada al aparato para aplicar una fuerza adicional sobre los hilos de muestra. El papel de lija se desplaza a lo largo del hilo hasta que, como mínimo, algunos de los núcleos conductores quedan expuestos. La longitud del papel de lija requerida para exponer el núcleo conductor se registra como la medida de la resistencia a la abrasión con papel de lija. La norma ISO 6722 aumenta la longitud del papel de lija necesaria para superar el ensayo con el área de sección transversal del núcleo conductor de los hilos de muestra. Por ejemplo, un hilo con una pared delgada de 60V para hilos de menor calibre requeriría ensayos con una masa adicional de 100 g y la longitud del papel de lija que produce la abrasión sobre el hilo de la muestra sin exponer el núcleo conductor sería de 200 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $0,13 \text{ mm}^2$, 224 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $0,22 \text{ mm}^2$ y 250 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $0,35 \text{ mm}^2$. En comparación, un hilo con una pared delgada de 60V para hilos de mayor calibre requeriría ensayos con una masa adicional de 200 g, y la longitud del papel de lija que produce la abrasión sobre el hilo de la muestra sin exponer el núcleo conductor sería de 300 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $0,5 \text{ mm}^2$, 450 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $1,5 \text{ mm}^2$ y 500 mm de longitud para un núcleo conductor que tiene un área de sección transversal de $2,0 \text{ mm}^2$.

Los ensayos de envejecimiento térmico se describen en la Sección 10 de la norma ISO 6722. Por ejemplo, para el envejecimiento a largo plazo, los hilos de muestra se colocan en un horno durante 3.000 horas. La temperatura depende de la clasificación de clase de los hilos de muestra. Por ejemplo, un hilo de clase C se calienta a $125 \pm 2^\circ\text{C}$ y un hilo de clase D se calienta a $150 \pm 2^\circ\text{C}$. Esto simula el envejecimiento. Después del envejecimiento simulado, los hilos de muestra se enfrían a temperatura ambiente, como mínimo, durante aproximadamente 16 horas, a continuación, los hilos se enrollan en un devanado. Si alguno de los núcleos conductores está expuesto en el devanado (es decir, si el aislamiento se agrieta), entonces el hilo de muestra no supera el ensayo. Si no, el hilo de muestra se sumerge en un baño de agua salada durante 10 minutos, a continuación se somete a 1 kV durante 1 minuto. Si no se produce descomposición del hilo de muestra, entonces los hilos de muestra superan el ensayo.

Los ensayos de resistencia a agentes químicos se describen en la Sección 11 de la norma ISO 6722. Por ejemplo, para la resistencia al agua caliente, se sumergen hilos de muestra enrollados estrechamente de una longitud específica en un baño de agua salada a $185 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 7 días, lo que completa un ciclo. Después de cinco ciclos, los hilos de muestra se enfrían, se inspeccionan visualmente, a continuación, se someten a 1 kV durante 1 minuto. Si no hay ninguna formación de grietas en el aislamiento, los hilos de muestra superan la inspección visual. Si no se produce descomposición de los hilos de muestra, entonces los hilos de muestra superan la prueba.

De forma inesperada, los hilos -40- fabricados mediante los procedimientos dados a conocer en el presente documento superaron la batería de ensayos descritos en la norma ISO 6722 con aislamiento reticulado de los hilos -40- que tienen un estado de curado, como mínimo, del 50%. En general, para superar una batería de ensayos, tales como los descritos anteriormente y detallados en la norma ISO 6722, debe asociarse un agente de curado suficiente con el polímero donante -23- para asegurar un estado de curado, como mínimo, de aproximadamente el 50% del polímero receptor -22- colectivamente con cualquiera y todos los otros polímeros reticulables aislantes en el hilo -40-. Puede haber casos en los que las especificaciones técnicas se pueden satisfacer con un estado de curado incluso inferior. Además, puede haber casos en los que se desea un estado de curado, como mínimo, de aproximadamente el 75% para satisfacer las especificaciones técnicas particulares. En el extremo inferior, los agentes de curado pueden comprender aproximadamente el 0,25% en peso del polímero o polímeros que comprenden el polímero receptor -22- junto con cualquier otro polímero reticulable en el hilo -40-, pero los porcentajes en peso pueden ser de aproximadamente el 0,5%, aproximadamente el 1,0%, 2,0% o aproximadamente el 3,5% de los materiales de partida reticulables totales. Dependiendo de la aplicación particular para el hilo -40- y las especificaciones técnicas dispuestas sobre el hilo -40- a fabricar, se puede añadir menos o más agente de curado que los intervalos específicos ejemplificados en este documento.

Materiales opcionales

A excepción de los problemas específicos para los agentes de curado descritos en el presente documento, se puede colocar un amplio conjunto de ingredientes adicionales en el extrusor -20- a extruir con el polímero receptor -22- o el polímero donante -23-. Entre dichos ingredientes se pueden incluir, a modo de ejemplo no limitante, monómeros, oligómeros o polímeros para formar una o más capas aislantes de polímero termoplástico, retardantes del fuego, adyuvantes de procesamiento, antioxidantes, estabilizadores térmicos, elastómeros, cargas de refuerzo, antiozonantes, aceleradores, agentes de vulcanización, inhibidores de la formación de grietas, óxidos metálicos y pigmentos.

Producto previo de hilo con múltiples capas

En un producto previo de hilo con múltiples capas -25-, los polímeros receptores -22- y los polímeros donantes -23-

pueden estar dispuestos en cualquier configuración de capa, siempre que el polímero receptor -22- esté entre el núcleo conductor -15- y el polímero donante -23-. El polímero receptor -22- y el polímero donante -23- no necesitan estar en contacto directo entre sí o con el núcleo conductor -15-.

En referencia a las figuras 3 y 4, se representan configuraciones de ejemplo de capas aislantes que comprenden polímeros receptores -22- y polímeros donantes -23-. En la figura 3, se muestra un producto previo con múltiples capas de ejemplo -25-. El polímero receptor -22- está en contacto directo con el núcleo conductor -15- y el polímero donante -23- está en contacto directo con el polímero receptor -22-. En la figura 4, se muestra un producto previo con múltiples capas de ejemplo -25'-. La capa aislante -26- está dispuesta entre el núcleo conductor -15- y el polímero receptor -23-, y la capa aislante -27- está dispuesta entre el polímero receptor -22- y el polímero donante -23-. Las capas aislantes -26- y -27- pueden ser las mismas o diferentes, y pueden comprender cualquiera de un amplio conjunto de polímero o polímeros, sean o no de reticulación. Las capas de polímero adicionales pueden estar dispuestas también opcionalmente, como mínimo, sobre una parte del polímero donante -22-.

Las capas aislantes, incluyendo el polímero donante -23- y el polímero receptor -22-, pueden tener cualquiera de un amplio conjunto de dimensiones, de forma individual o colectiva. Por ejemplo, con respecto al grosor colectivo de las capas aislantes, como mínimo, los hilos -40- de pared gruesa, de pared delgada, de pared ultradelgada y de pared ultra ultradelgada se pueden fabricar, según los procedimientos dados a conocer en el presente documento. El grosor de ejemplo de capas aislantes colectivas puede variar de aproximadamente 0,16 mm a aproximadamente 1,28 mm. La proporción del grosor del polímero donante -23- con respecto al polímero receptor -22- puede variar. Si el polímero receptor -22- es más caro, puede ser ventajoso utilizar sólo el suficiente polímero receptor -22- para satisfacer las especificaciones técnicas para el hilo particular -40- que se está fabricando. Las proporciones de grosor de ejemplo (en volumen) de polímero receptor -22- con respecto a polímero donante -23- pueden ser de aproximadamente 1:1, aproximadamente 1:1,5, aproximadamente 1:2 o aproximadamente 1:5. El extremo inferior de este intervalo puede tener más aplicación directa para hilos de calibre más pequeño, tales como hilos para encendido del automóvil, y el extremo superior de este intervalo puede tener más aplicación directa para hilos de calibre más grande, por ejemplo, hilos para baterías. Dependiendo de las especificaciones técnicas del hilo resultante -40-, las proporciones de grosor pueden ser inferiores o superiores a los intervalos específicos ejemplificados en el presente documento.

Las capas aislantes, incluyendo las capas que comprenden polímero donante -23- y el polímero receptor -22-, pueden tener una amplia gama de propiedades, incluyendo las propiedades eléctricas, de forma individual o colectiva. Por ejemplo, la constante dieléctrica promedio para las capas aislantes colectivas fabricadas utilizando los procedimientos dados a conocer en el presente documento puede ser, como mínimo, de aproximadamente 1,2, o inferior, y la constante dieléctrica puede ser, como máximo, de aproximadamente 7, o superior.

Las capas aislantes distintas de las capas que comprenden el polímero donante -23- y el polímero receptor -22- pueden comprender una amplia gama de materiales. Por ejemplo, se contempla que se pueden incluir como capas aislantes cintas, separadores, láminas, escudos y trenzas fabricadas de una sección transversal amplia de materiales. Dichas capas aislantes pueden estar situadas entre el núcleo conductor -15- y la capa que comprende el polímero receptor -22-, entre el polímero receptor -22- y el polímero donante -23-, y/o fuera del polímero donante -23-.

Procedimientos de fabricación

Se puede utilizar un amplio conjunto de procedimientos de fabricación para crear un producto previo de hilo con múltiples capas -25- y finalmente el hilo -40- resultante. En referencia a la figura 1, se muestra la coextrusión como un procedimiento de fabricación de ejemplo para crear un producto previo de hilo con múltiples capas -25- que comprende una capa aislante que incluye un polímero receptor -22- y que comprende una capa aislante que incluye un polímero donante -23-. Se introduce un núcleo conductor -15- en un extrusor -20-. A una tolva del extrusor -20- se añaden monómeros, oligómeros o polímeros para formar un polímero receptor reticulable -22-. No se añade agente de curado. Por separado, se añaden monómeros, oligómeros o polímeros para formar un polímero donante -23- a una tolva diferente del extrusor -20-. En este ejemplo, el agente de curado que se asocia con el polímero donante -23- está incluido en la tolva con los materiales de partida para formar el polímero donante -23- y cualquier otro material de partida. Un polímero receptor -22- es coextruido con un polímero donante -23-, estando el polímero donante -23- asociado con un agente de curado al ser extruido con el agente de curado. Se genera un producto previo de hilo con múltiples capas -25- a partir del proceso de coextrusión, en el que un polímero donante -23- está dispuesto alrededor del polímero receptor -22-, que, a su vez, está dispuesto alrededor del núcleo conductor -15-.

En referencia a la figura 2, se muestra la extrusión en serie, también denominada extrusión en tándem, como un procedimiento de fabricación de ejemplo para crear un producto previo de hilo con múltiples capas -25-. Se utilizan dos extrusores, un extrusor -20- y un extrusor -21-. El extrusor -20- acepta la introducción de un núcleo conductor -15- y acepta materiales de partida en una tolva para extruir, como mínimo, un polímero receptor -22- alrededor del núcleo conductor -15-. No se añade agente de curado. El producto del extrusor -20- se introduce en el extrusor -21-. En el ejemplo de la figura 2, se añaden los materiales de partida para formar un polímero donante -23- a la tolva con un agente de curado que se asocia con el polímero donante -23- al ser procesado en el extrusor -20- junto con

polímero donante -23-. Se genera un producto previo de hilo con múltiples capas -25- a partir de la extrusión en serie, en el que un polímero donante -23- está dispuesto alrededor del polímero receptor -22-, que, a su vez, está dispuesto alrededor del núcleo conductor -15-.

5 Se contemplan procedimientos de fabricación adicionales para generar el producto previo de hilo con múltiples capas -25-. Por ejemplo, se puede extruir un polímero receptor -22- alrededor de un núcleo conductor -15- en un proceso completamente separado de la extrusión de un polímero donante -23-, y las capas se juntan manualmente o mediante otros procedimientos, incluyendo trabajo manual, antes del curado por calor.

10 Si un polímero receptor -22- se extruye en un proceso separado de la extrusión del polímero donante -23-, entonces la temperatura de extrusión para el polímero receptor -22-, sustancialmente libre de agente de curado, no se limita a las temperaturas por debajo de una temperatura de curado para una combinación particular de polímero reticulable y agente de curado. Las temperaturas de extrusión por debajo de las temperaturas de curado aún se pueden utilizar, pero temperaturas de extrusión más elevadas pueden ser útiles, por ejemplo, para aumentar las velocidades de las líneas de fabricación. A modo de ejemplo no limitativo, las temperaturas de extrusión para un polímero receptor -22- pueden ser, como máximo, de aproximadamente 125°C, aproximadamente 200°C o aproximadamente 300°C, o superiores.

20 Si se coextruyen el polímero receptor -22- y el polímero donante -23-, deben fijarse los tiempos y temperaturas para la extrusión para minimizar la migración de agentes de curado desde el polímero donante -23- hacia el polímero receptor -22- durante la extrusión para evitar el abrasamiento. La temperatura puede depender de los materiales seleccionados para el polímero donante -23- y el polímero receptor -22-. Las temperaturas típicas de extrusión son menos de aproximadamente 125°C, menos de aproximadamente 100°C o menos de aproximadamente 80°C. El tiempo de extrusión debe maximizar la velocidad de línea sin sacrificar las propiedades deseadas en el hilo -40- resultante por debajo de las especificaciones técnicas.

25 Dependiendo del procedimiento particular de fabricación del producto previo de hilo con múltiples capas -25- seleccionado, se pueden seleccionar diferentes extrusores -20-. Se pueden utilizar extrusores de una tolva y de doble tolva. Extrusores -20- nuevos y utilizados de ejemplo están disponibles en el mercado de muchas fuentes, incluyendo, pero sin limitarse a Davis Standard o Progressive Machinery, Inc.

30 En referencia a las figuras 1 y 2, después de que se haya formado el producto previo de hilo con múltiples capas -25-, se cura por calor en una estación de curado -35-, que puede comprender una estación de curado con vapor. A medida que se pasa el producto previo con múltiples capas -25- a través de la estación de curado por calor -35-, el polímero donante -23- comienza a fundirse. A continuación, el agente de curado en el polímero donante -23- migra desde el polímero donante -23-, a través de cualquier capa intermitente, y hacia el polímero receptor -22-. La reacción de reticulación comienza, como mínimo, en el polímero receptor -22-. La reticulación de cualquier otro polímero reticulable también tiene lugar durante el curado. Colectivamente, las capas aislantes alrededor del núcleo conductor -15- son el aislamiento del hilo -40- resultante. El estado de curado del aislamiento del hilo -40- resultante dependerá, en parte, del tiempo y de la temperatura de curado.

40 De nuevo, las velocidades de línea más rápidas, en general, son más deseables comercialmente que las velocidades de línea más lentas, de manera que se pueden utilizar temperaturas de curado elevadas y tiempos de curado cortos, siempre que el tiempo y la temperatura para el curado permitan una reticulación suficiente, de manera que el aislamiento del hilo -40- resultante puede satisfacer las especificaciones técnicas. Los tiempos habituales de curado pueden variar en cualquier punto desde aproximadamente 20 segundos o 30 segundos a aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 5 minutos a aproximadamente 10 minutos. Las temperaturas habituales de curado pueden ser, como mínimo, de aproximadamente 130°C o aproximadamente 140°C, y pueden ser, como máximo, de aproximadamente 170°C, aproximadamente 180°C o aproximadamente 200°C. Las especificaciones técnicas para el hilo -40- resultante dirigen los tiempos de curado y las temperaturas de curado. De este modo, se contempla que tanto los tiempos de curado como las temperaturas de curado pueden ser mayores o menores que los intervalos de ejemplo descritos en el presente documento.

50 Se puede utilizar un amplio conjunto de equipos y procedimientos de curado por calor. Dicho equipo puede incluir el equipo de curado en tubo de vapor Davis Standard. Se contempla que en el curado por calor no es necesario aplicar calor desde una fuente externa. Es decir, el calor que inicia el curado se puede generar a partir de una reacción exotérmica en los materiales. Se puede seleccionar cualquier velocidad de las líneas de fabricación comercialmente razonable para utilizar en el presente documento. Las velocidades habituales de las líneas de fabricación pueden ser de aproximadamente 300 m/min a aproximadamente 1.250 m/min. De manera inesperada, cuando las velocidades de las líneas de fabricación eran, como máximo, de aproximadamente 900 m/min o superiores, y el grado de reticulación en la capa aislante que incluye el polímero receptor -22- era inferior al 75%, los hilos -40- resultantes fabricados mediante los procedimientos descritos en el presente documento eran excepcionalmente resistentes a la abrasión por rozamiento y superaron los ensayos establecidos en la norma ISO 6722 establecida anteriormente.

Ejemplo 1

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard y se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva. La alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $0,5 \text{ mm}^2$. El HDPE se extruyó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 120 minutos y se recogió para utilizar como polímero receptor para preparar las muestras de hilo. Se extruyó una primera muestra de LDPE PETROTHENE® que comprendía el 0,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de baja concentración. Se extruyó una segunda muestra de LDPE PETROTHENE® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de alta concentración. El polímero receptor se insertó en el polímero donante de baja concentración y se curó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante aproximadamente 1,5 minutos. Se recogieron tres muestras curadas y se ensayaron para el estado de curado mediante la extracción con disolvente según la norma ASTM D2765. En cada caso, se logró un estado de curado superior al 50%. Se insertaron muestras adicionales de polímero receptor en polímero donante de alta concentración curado a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante aproximadamente 1,5 min. Se recogieron tres muestras de hilos y se ensayaron para el estado de curado mediante la extracción con disolvente según la norma ASTM D2765. En cada caso, se logró un estado de curado de aproximadamente el 70%. Los resultados se representan gráficamente en la figura 5.

Ejemplo 2

Se ensayó un hilo curado con un polímero donante de baja concentración producido en el ejemplo 1 para determinar la abrasión por rozamiento. De forma similar, se ensayó un hilo curado con un polímero donante de alta concentración producido en el ejemplo 1 para determinar la abrasión por rozamiento. Las capas aislantes colectivas del hilo de curado fabricado con el polímero donante de baja concentración permanecieron intactas después de más de 700 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$. Las capas aislantes colectivas del hilo de curado fabricado con el polímero donante de baja concentración permanecieron intactas después de más de 600 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$. De forma inesperada, ambas muestras curadas por calor superaron el requisito técnico de que la capa o capas aislantes alrededor de un núcleo conductor permanecían intactas después de más de 600 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$. Los resultados se representan gráficamente en la figura 6.

Ejemplo 3

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard y se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva. La alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $0,35 \text{ mm}^2$. El HDPE se extruyó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 60 minutos y se recogió para utilizar como polímero receptor para preparar las muestras de hilo. Se extruyó polietileno LDPE BOREALIS® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de baja concentración a 100°C durante 20 minutos. El HDPE extruido se insertó en el LDPE extruido antes del curado con vapor. Las temperaturas de curado se fijaron a $200 \pm 5^\circ\text{C}$. En una prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 98 m/min. En una segunda prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 457 m/min. En la primera prueba, se determinó que el estado de curado era mayor que el 73% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 250 rozamientos por aguja. En la segunda prueba, se determinó que el estado de curado era superior al 60% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 250 rozamientos por aguja. De forma inesperada, en todos los intervalos de las velocidades de línea, el hilo curado superó los requisitos técnicos de la capacidad de soportar 200 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.

Ejemplo 4

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard y se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva. La alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $0,5 \text{ mm}^2$. El HDPE se extruyó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 60 minutos y se recogió para utilizar como polímero receptor para preparar las muestras de hilo. Se extruyó polietileno LDPE BOREALIS® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de baja concentración a $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ durante 20 minutos. El HDPE extruido se insertó en el LDPE extruido antes del curado con vapor. Las temperaturas de curado se fijaron a $200 \pm 5^\circ\text{C}$. En una prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 98 m/min. En una segunda prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 457 m/min. En la primera prueba, se determinó que el estado de curado era mayor que el 65% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 700 rozamientos por aguja. En la segunda prueba, se determinó que el estado de curado era superior al 53% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 700 rozamientos por aguja. De forma inesperada, en todos los intervalos de las velocidades de línea, el hilo curado superó los requisitos técnicos de la capacidad de soportar 300 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.

Ejemplo 5

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard y se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva. La

alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $1,0 \text{ mm}^2$. El HDPE se extruyó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 60 minutos y se recogió para utilizar como polímero receptor para preparar las muestras de hilo. Se extruyó polietileno LDPE BOREALIS® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de baja concentración a $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ durante 20 minutos. El HDPE extruido se insertó en el LDPE extruido antes del curado con vapor. Las temperaturas de curado se fijaron a $200 \pm 5^\circ\text{C}$. En una prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 98 m/min. En una segunda prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 457 m/min. En la primera prueba, se determinó que el estado de curado era mayor que el 64% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 800 rozamientos por aguja. En la segunda prueba, se determinó que el estado de curado era superior al 62% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 800 rozamientos por aguja. De forma inesperada, en todos los intervalos de las velocidades de línea, el hilo curado superó los requisitos técnicos de la capacidad de soportar 500 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.

Ejemplo 6

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard y se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva. La alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $1,5 \text{ mm}^2$. El HDPE se extruyó a $200 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 60 minutos y se recogió para utilizar como polímero receptor para preparar las muestras de hilo. Se extruyó polietileno LDPE BOREALIS® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® para utilizar como un polímero donante de baja concentración a $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ durante 20 minutos. El HDPE extruido se insertó en el LDPE extruido antes del curado con vapor. Las temperaturas de curado se fijaron a $200 \pm 5^\circ\text{C}$. En una prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 98 m/min. En una segunda prueba, las velocidades de línea se fijaron a aproximadamente 457 m/min. En la primera prueba, se determinó que el estado de curado era mayor que el 66% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 3.000 rozamientos por aguja. En la segunda prueba, se determinó que el estado de curado era superior al 60% y se determinó que la resistencia a la abrasión por rozamiento era superior a 3.000 rozamientos por aguja. De forma inesperada, en todos los intervalos de las velocidades de línea, el hilo curado superó los requisitos técnicos de la capacidad de soportar 1.500 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.

Ejemplo 7

Se introdujo un hilo de cobre en un extrusor Davis Standard. La alimentación de hilo tenía un área de sección transversal de aproximadamente $1,5 \text{ mm}^2$. Se añadió HDPE PETROTHENE® a la tolva y se extruyó a 200°C durante 60 minutos, a continuación, se recogió para utilizar como polímero receptor. Se extruyó polietileno LDPE BOREALIS® que comprendía el 1,5% en peso de agente de curado VULCUP R® a $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ durante 20 minutos y se recogió para utilizar como polímero donante de baja concentración. El HDPE extruido se insertó en el LDPE extruido antes del curado con vapor. Las temperaturas de curado se fijaron a $200 \pm 5^\circ\text{C}$. Cada una de las muestras se ensayó para determinar la abrasión por rozamiento con una aguja que tenía un diámetro de $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$. Los ensayos se realizaron a 38°C , 43°C , 49°C y 54°C . De forma inesperada, las capas aislantes colectivas que comprendían tanto el polímero donante como el polímero receptor permanecieron intactas después de más de 3.400 rozamientos. También de forma inesperada, el rendimiento se mantuvo sustancialmente constante en el intervalo de temperaturas probado. Los resultados se representan gráficamente en la figura 7.

Con respecto a los procesos, sistemas, procedimientos, heurística, etc. descritos en el presente documento, se debe entender que, aunque las etapas de dichos procesos, etc., se han descrito que tienen lugar según una cierta secuencia ordenada, dichos procesos podrían realizarse con las etapas descritas realizadas en un orden distinto del orden descrito en el presente documento. Debe entenderse, además, que ciertas etapas podrían realizarse simultáneamente, que podrían añadirse otras etapas o que podrían omitirse ciertas etapas descritas en el presente documento. En otras palabras, las descripciones de procesos en el presente documento se proporcionan con el objetivo de ilustrar ciertas realizaciones y no deben, de ninguna manera, interpretarse como limitantes de la invención reivindicada.

Por consiguiente, debe entenderse que la descripción anterior pretende ser ilustrativa y no restrictiva. Muchas realizaciones y aplicaciones distintas de los ejemplos proporcionados estarían tras la lectura de la descripción anterior. El alcance de la invención debe determinarse, no con referencia a la descripción anterior, sino, en cambio, debe determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un hilo, que comprende:
5 extruir un polímero receptor reticulable, sustancialmente libre de agente de curado, alrededor de un núcleo conductor;
extruir un polímero donante;
asociar un agente de curado con el polímero donante;
10 disponer el polímero donante extruido y el agente de curado asociado alrededor del polímero receptor, formando, de este modo, un producto previo de hilo con múltiples capas; y
curar por calor el producto previo de hilo con múltiples capas.
2. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que la extrusión del polímero receptor comprende disponer el polímero receptor en contacto directo con el núcleo conductor.
- 15 3. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el núcleo conductor comprende un material semiconductor.
4. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el núcleo conductor comprende, como mínimo, uno de cobre sólido o trenzado, plata niquelada, berilio, bronce fosforoso, níquel, aluminio chapado con cobre, acero chapado con cobre, aluminio y acero.
- 20 5. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el polímero donante tiene una temperatura de fusión inferior a la temperatura de fusión del polímero receptor.
6. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que disponer el polímero donante alrededor del polímero receptor comprende coextruir el polímero receptor y el polímero donante.
- 25 7. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que disponer el polímero donante alrededor del polímero receptor comprende extruir en serie el polímero receptor y el polímero donante.
8. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que disponer el polímero donante alrededor del polímero receptor comprende colocar el polímero donante en contacto directo con el polímero receptor.
- 30 9. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que asociar el agente de curado con el polímero donante comprende extruir el polímero donante con el agente de curado.
- 35 10. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el núcleo conductor tiene un área de sección transversal, como mínimo, de aproximadamente $1,5 \text{ mm}^2$ y en el que el curado por calor comprende someter el producto previo de hilo con múltiples capas a una temperatura elevada durante un tiempo suficiente para formar un hilo que incluye un aislamiento capaz de permanecer intacto después, como mínimo, de 1.500 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tiene un diámetro de aproximadamente $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.
- 40 11. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el núcleo conductor tiene un área de sección transversal no superior a $0,22 \text{ mm}^2$ y en el que el curado por calor comprende someter el producto previo de hilo con múltiples capas a una temperatura elevada durante un tiempo suficiente para formar un hilo que incluye un aislamiento capaz de permanecer intacto después, como mínimo, de 150 ciclos de rozamientos con abrasión con una aguja que tiene un diámetro de aproximadamente $0,45 \pm 0,01 \text{ mm}$.
- 45 12. Procedimiento, según la reivindicación 1, en el que el núcleo conductor tiene un área de sección transversal de no más de aproximadamente $0,13 \text{ mm}^2$ y en el que el curado por calor comprende someter el producto previo de hilo con múltiples capas a una temperatura elevada durante un tiempo suficiente para formar un hilo que incluye un aislamiento capaz de permanecer intacto después del rozamiento con abrasión con un papel de lija granate 150J que tiene una longitud de aproximadamente 200 mm que se ejerce con una fuerza aplicada, como mínimo, de aproximadamente 0,63 N.
- 50 13. Hilo fabricado mediante el procedimiento, según la reivindicación 1.
14. Artículo de fabricación, que comprende:
un núcleo conductor;
un polímero receptor reticulable extruido sustancialmente libre de agente de curado, estando el polímero receptor
60 dispuesto alrededor del núcleo conductor; y
un polímero donante extruido que comprende un agente de curado, estando el polímero donante dispuesto alrededor del polímero receptor, en el que el polímero donante tiene una temperatura de fusión inferior a la temperatura de fusión para el polímero receptor.
- 65 15. Artículo, según la reivindicación 14, que comprende, además, como mínimo, una capa aislante entre el polímero receptor y el polímero donante.

16. Artículo, según la reivindicación 14, que comprende, además, como mínimo, una capa aislante entre el polímero receptor y el núcleo conductor.

5 17. Artículo, según la reivindicación 14, en el que el agente de curado es un peróxido.

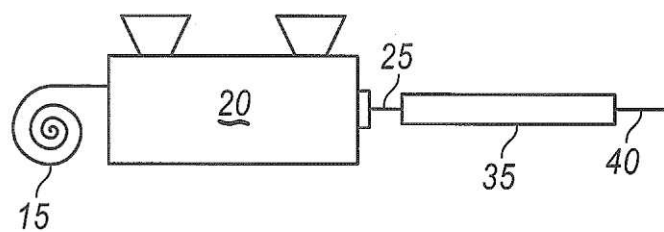


FIG. 1

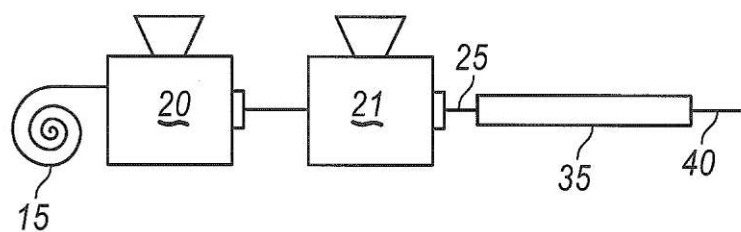


FIG. 2

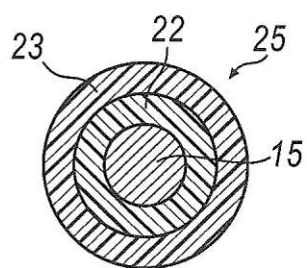


FIG. 3

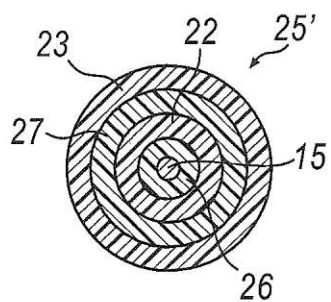


FIG. 4

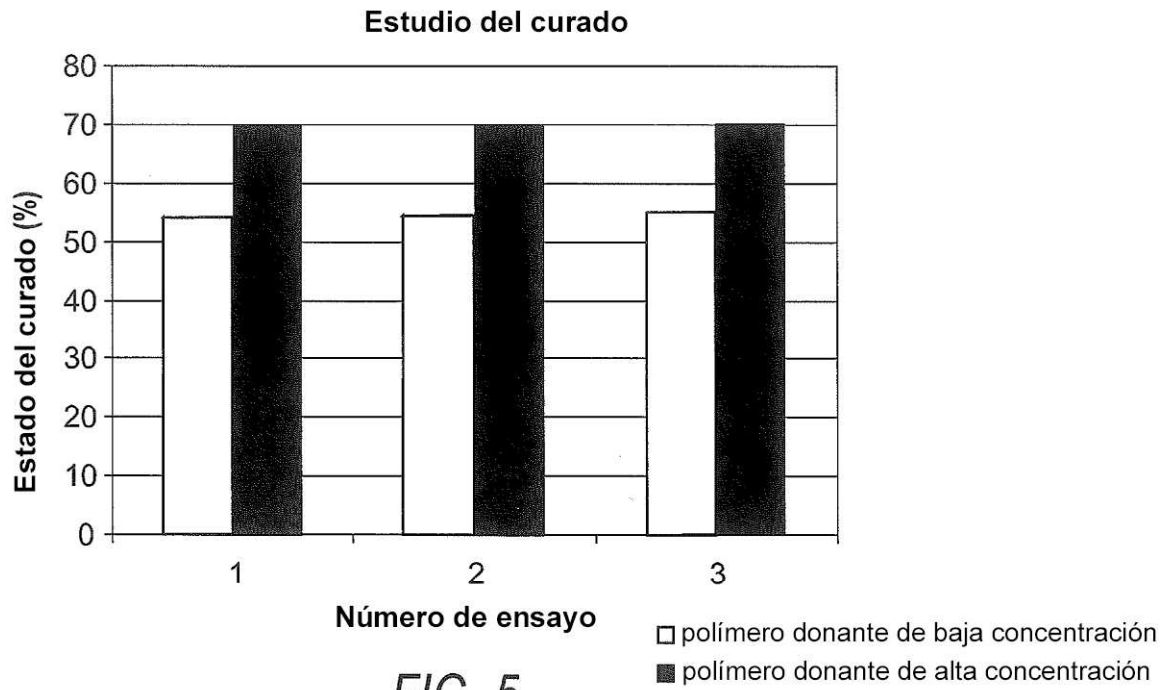


FIG. 5

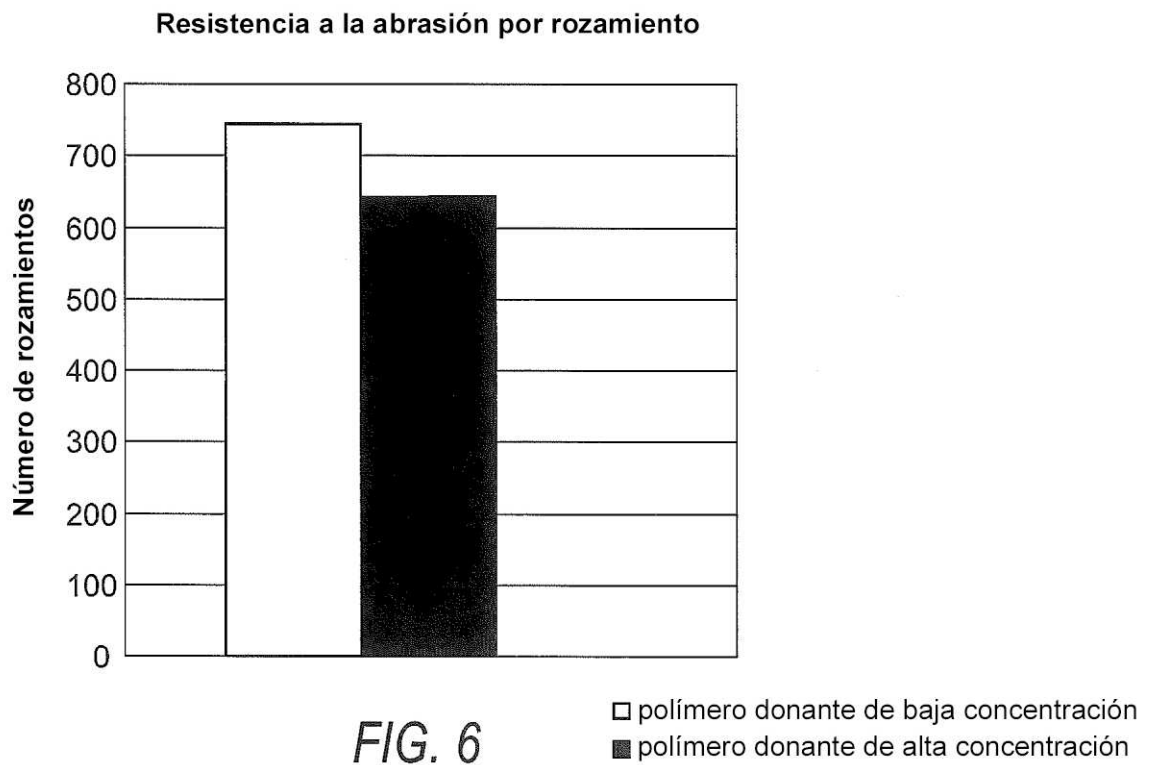


FIG. 6

