

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 945 057**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2016 PCT/US2016/057611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17095542**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2016 E 16790814 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2023 EP 3384335**

54 Título: **Recubrimiento coextruido para cables de fibra óptica retardantes de llama**

30 Prioridad:

30.11.2015 US 201562260843 P

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

28.06.2023

73 Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)
4200 Corning Place
Charlotte, NC 28216, US**

72 Inventor/es:

**BRINGUIER, ANNE GERMAINE;
LIPIEC, ANNA;
MILLER, ALLEN MICHAEL;
OLSZEWSKI, SEBASTIAN y
SYNOWIEC, KATARZYNA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 945 057 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

Recubrimiento coextruido para cables de fibra óptica retardantes de llama

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reclama el beneficio de prioridad según 35 U.S.C. § 119 a la solicitud provisional de Estados Unidos Núm. 62/260,843, presentada el 30 de noviembre de 2015.

10 Antecedentes

Aspectos de la presente divulgación se refieren en general a cables, tal como cables de fibra óptica, que pueden soportar y transportar fibras ópticas así como otros componentes de cable.

15 El cable de fibra óptica, especialmente aquellos en jurisdicciones y aplicaciones con estrictas regulaciones de fuego y humo, están diseñados para minimizar la propagación del fuego, humo, gases venenosos y otros peligros relacionados con el fuego. A menudo se usan recubrimientos gruesos de materiales retardantes de llama (FR) y de baja emisión de humos y libre de halógenos (LSZH) para satisfacer la demanda de este tipo de cables de fibra óptica. Sin embargo, estos tipos de cables a menudo están destinados a la instalación en conductos que dependen de un método de instalación por el cual el cable se sopla o se inyecta en el conducto. Por lo tanto, se necesita un recubrimiento de cable que proporcione los beneficios de los materiales FR y LSZH para pasar las pruebas de resistencia al fuego internacionales, tal como IEC 60332-1-2 (prueba de resistencia al fuego de cable individual), IEC 61034 (densidad de humo) e IEC 60332-3-24 (prueba de resistencia al fuego de cable en racimo), y también tienen la resistencia y durabilidad para soportar las tensiones de instalación, tal como las fuerzas de compresión, las tensiones de impacto y flexión, en tanto que proporcionan un bajo coeficiente de fricción para proporcionar el rendimiento de soplado necesario durante la instalación.

Los materiales LSZH utilizan un alto porcentaje de partículas de relleno, tal como hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y otros materiales adecuados, que dan como resultado un alargamiento final muy bajo del material, especialmente a temperaturas elevadas. Este bajo alargamiento final de los materiales LSZH puede conducir a agrietamiento de recubrimiento cuando los productos de cable se someten a cargas típicas de manejo e instalación.

WO 2015/142604 se refiere a un cable de fibra óptica con un núcleo y un recubrimiento que rodea el núcleo. El recubrimiento incluye una capa base, una capa superficial que define una superficie exterior del cable de fibra óptica, y una interfaz entre la superficie y las capas base. La capa base se forma a partir de una primera composición que incluye polietileno. La capa superficial tiene un espesor de al menos 300 micrómetros y se forma a partir de una segunda composición que difiere de la primera composición.

WO 2014/175229 se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un alambre de núcleo de fibra óptica y un revestimiento que cubre el alambre de núcleo de fibra óptica. El revestimiento se configura de tal manera que la superficie del mismo se proporciona con una pluralidad de partes proyectadas que se forman de un material inorgánico.

Breve descripción

45 La invención se refiere a un cable de fibra óptica con las características de la reivindicación 1. La invención se refiere además a un método de fabricación de un cable de fibra óptica con las características de la reivindicación 10. Se divulgan aspectos de materiales de recubrimiento compuestos que proporcionan las características de instalación y FR/LSZH necesarias a través de la sinergia de una composición multicapa. La retardancia de llama se proporciona mediante el uso de un FR, o en particular un material LSZH, en tanto que la resistencia, el alargamiento final incrementado y el bajo coeficiente de fricción se proporcionan mediante un compuesto menos retardante de llama o no-FR tal como polietileno (PE). Se puede lograr una mayor adhesión entre estos dos tipos diferentes de materiales mediante la coextrusión de un recubrimiento de doble capa durante la producción del cable. La coextrusión proporciona una excelente fuerza de unión entre las capas de diferentes compuestos, reduciendo o eliminando el arrugamiento y/o la separación de la capa externa durante el proceso de instalación.

55 De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un cable de fibra óptica comprende un subconjunto de núcleo que comprende al menos una fibra óptica y un tubo que rodea la fibra óptica. Un recubrimiento multicapa rodea el subconjunto de núcleo, donde el recubrimiento comprende una capa interna que comprende un material retardante de llama (FR) y una capa externa que comprende un material no retardante de llama que tiene un coeficiente de fricción más bajo que el material retardante de llama.

60 De acuerdo con otros aspectos de la presente divulgación, un recubrimiento de cable multicapa comprende una capa interna que comprende un material retardante de llama (FR) y una capa externa que comprende un material no retardante de llama que tiene un coeficiente de fricción menor que el material retardante de llama.

65 De acuerdo con aún otros aspectos de la presente divulgación, un método de fabricación de un cable de fibra óptica incluye proporcionar un submontaje de núcleo y coextruir un recubrimiento multicapa alrededor del submontaje de núcleo,

donde el recubrimiento multicapa incluye una capa interna que comprende un material retardante de llama (FR) y una capa externa que comprende un material no retardante de llama que tiene un coeficiente de fricción menor que el material retardante de llama.

5 Las características y ventajas adicionales se exponen en la Descripción detallada que sigue, y en parte serán fácilmente evidentes para aquellos expertos en la técnica a partir de la descripción o se reconocerán mediante la práctica de las realizaciones como se describe en la descripción escrita y las reivindicaciones de la misma, así como los dibujos anexos. Se debe entender que tanto la descripción general anterior como la siguiente Descripción detallada son meramente de ejemplo y se pretende que proporcionen una visión general o marco para comprender la naturaleza y el carácter de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

15 Las figuras anexas se incluyen para proporcionar una mayor comprensión y se incorporan en y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos ilustran una o más realizaciones y, junto con la Descripción detallada, sirven para explicar los principios y operaciones de las diversas realizaciones. Como tal, la divulgación se entenderá más completamente a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con las figuras anexas, en las cuales:

20 La figura 1 es una vista en sección transversal de un cable de fibra óptica de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un cable de fibra óptica de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La figura 3 es una vista en sección transversal lateral de una estructura de extrusión multicapa de acuerdo con la presente divulgación.

25 La figura 4 es una ilustración de un modelo de elementos finitos con una relación de llenado de partículas de 50% basada en el volumen, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La figura 5 es una ilustración de una gráfica de deformación de contorno de elementos finitos que muestra efectos de concentración de deformación a partir de partículas de relleno con deformación de 0,05 aplicada en una dirección x, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

30 Descripción detallada

35 Antes de pasar a la siguiente Descripción detallada y figuras, que ilustran realizaciones de ejemplo en detalle, se debe entender que la presente tecnología inventiva no se limita a los detalles o metodología establecidos en la Descripción detallada o ilustrados en las figuras. Por ejemplo, como se entenderá por los expertos en la técnica, las características y atributos asociados con las realizaciones mostradas en una de las figuras o descritas en el texto relacionado con una de las realizaciones bien se pueden aplicar a otras realizaciones mostradas en otra de las figuras y/o descritas en otra parte del texto.

40 Con referencia a la figura 1, un cable en forma de un cable de fibra óptica 110 puede ser un cable de tubo holgado de planta exterior, un cable interior con propiedades retardantes de llama/resistentes al fuego, un cable interior/exterior, u otro tipo de cable, tal como un cable de interconexión de centro de datos con micromódulos o un cable de fibra óptica híbrido que incluye elementos conductores. De acuerdo con una realización de ejemplo, el cable 110 incluye un núcleo 112 (por ejemplo, submontaje, micromódulo), que se puede ubicar en el centro del cable 110 o en otro lugar y puede ser el único núcleo del cable 110 o uno de varios núcleos. De acuerdo con una realización de ejemplo, el núcleo 112 del cable 45 110 incluye elementos de núcleo 114.

50 En algunas realizaciones, los elementos de núcleo 114 incluyen un tubo 116, tal como un tubo amortiguador que rodea al menos una fibra óptica 118, un refuerzo que rodea una fibra óptica u otro tubo. De acuerdo con una realización de ejemplo, el tubo 116 puede contener dos, cuatro, seis, doce, veinticuatro u otros números de fibras ópticas 118. En realizaciones contempladas, los elementos de núcleo 114 adicional o alternativamente incluyen un tubo 116 en forma de un aislante dieléctrico que rodea un alambre o alambres conductores, tal como para un cable híbrido.

55 En algunas realizaciones, el tubo 116 incluye además un elemento de bloqueo de agua, tal como gel (por ejemplo, grasa, gel a base de petróleo) o un polímero absorbente (por ejemplo, partículas o polvo de polímero superabsorbente). En algunas de estas realizaciones, el tubo 116 incluye hilo 120 que lleva (por ejemplo, impregnado con) polímero superabsorbente, tal como al menos un hilo de bloqueo de agua 120, al menos dos de estos hilos o al menos cuatro de estos hilos por tubo 116. En otras realizaciones contempladas, el tubo 116 incluye un polímero superabsorbente sin un portador separado, tal como donde el polímero superabsorbente está suelto o unido a las paredes interiores del tubo. En algunas de estas realizaciones, las partículas de polímero superabsorbente se incrustan parcialmente en las paredes del tubo 116 (paredes interiores y/o exteriores del tubo) o se unen a estas con un adhesivo. Por ejemplo, las partículas de polímero superabsorbente se pueden pulverizar neumáticamente sobre las paredes del tubo 116 durante la extrusión del tubo 116 e incrustarse en el tubo 116 en tanto que el tubo 116 es pegajoso, tal como a partir de procesos de extrusión.

65 De acuerdo con una realización de ejemplo, la fibra óptica 118 del tubo 116 es una fibra óptica de vidrio, que tiene un núcleo de fibra óptica rodeado por un revestimiento (que se muestra como un círculo que rodea un punto en la figura 1). Algunas de estas fibras ópticas de vidrio también pueden incluir uno o más revestimientos poliméricos. La fibra óptica 118

5 del tubo 116 es una fibra óptica monomodo en algunas realizaciones, una fibra óptica multimodo en otras realizaciones, una fibra óptica multinúcleo en aún otras realizaciones. La fibra óptica 118 puede ser resistente a la flexión (por ejemplo, fibra óptica insensible a la flexión, tal como fibra óptica CLEARCURVE^{MR} fabricada por Corning Incorporated de Corning, Nueva York) y/o puede tener diversas características dimensionales, tal como fibras con diámetros exteriores de revestimiento de 200 µm, a manera de ejemplo. La fibra óptica 118 puede estar revestida de color y/o reforzada. La fibra óptica 118 puede ser una de varias fibras ópticas alineadas y unidas entre sí en forma de cinta de fibra.

10 De acuerdo con una realización de ejemplo, el núcleo 112 del cable 110 incluye una pluralidad de elementos de núcleo adicionales (por ejemplo, elementos alargados que se extienden a lo largo del cable 110), además del tubo 116, tal como al menos tres elementos de núcleo adicionales, al menos cinco elementos de núcleo adicionales. De acuerdo con una realización de ejemplo, la pluralidad de elementos de núcleo adicionales incluye al menos uno de una varilla de relleno 122 y/o un tubo adicional 116'. En otras realizaciones contempladas, los elementos de núcleo 114 también o

15 alternativamente pueden incluir alambres conductores rectos o trenzados (por ejemplo, alambres de cobre o aluminio) u otros elementos. En algunas realizaciones, todos los elementos de núcleo tienen aproximadamente el mismo tamaño y forma de sección transversal (ver la figura 1), tal como que todos sean redondos y tengan diámetros de dentro del 10% del diámetro del mayor de los elementos de núcleo 114. En otras realizaciones, los elementos de núcleo 114 pueden variar en tamaño y/o forma.

20 Ahora, con referencia a las figuras 1-2, el cable 110 puede incluir una película (por ejemplo, membrana, manguito), que se muestra como una película 126 de una sola capa en la figura 1 o un aglutinante 127 (por ejemplo, hilos aglutinantes, etc.) en la figura 2, exterior a algunos o todos los elementos de núcleo 114.

25 En algunas realizaciones, la película puede servir como aglutinante, donde el tubo 116 y la pluralidad de elementos de núcleo adicionales 116', 122 se limitan al menos parcialmente (es decir, se mantienen en su lugar) y se unen directa o indirectamente entre sí mediante la película 126 o aglutinante 127. En algunas realizaciones, la película 126 o aglutinante 127 puede estar en contacto directamente con los elementos de núcleo 114 para mantener los elementos de núcleo 114 contra un miembro de refuerzo central 124 y/o entre sí.

30 En algunas realizaciones, la película de una sola capa 126 o aglutinante 127 se puede formar a partir de una base o sustrato polimérico, tal como polietileno, polipropileno, etc., y material de relleno retardante de llama mezclado en el mismo (por ejemplo, material retardante de llama, resistente al fuego, ignífugo, resistente a la llama, etc.). Ejemplos de este material de relleno incluyen hidróxido de aluminio (ATH), hidróxido de magnesio (MDH), huntita e hidromagnesita, hidratos, fósforo rojo, compuestos de boro tal como boratos, compuestos organohalógenos y compuestos organofosforados.

35 Posteriormente a la aplicación de la película 126 o aglutinante 127, por ejemplo, el proceso de fabricación incluye además la aplicación de un recubrimiento 134 para rodear el núcleo 112, mejorando así la robustez y/o la resistencia a la intemperie del cable 110 (véase en general la figura 1).

40 Como se muestra en las figuras 1 y 2, el cable 110 puede incluir además el miembro de refuerzo central 124, que puede ser un miembro de refuerzo dieléctrico, tal como una varilla compuesta reforzada con vidrio con recubrimiento superior. En otras realizaciones, el miembro de refuerzo central 124 puede ser o incluir una varilla de acero, acero trenzado, hilo o fibras de tracción (por ejemplo, aramida agrupada) u otros materiales de refuerzo. Como se muestra en las figuras 1 y 2, el miembro de refuerzo central 124 puede incluir una varilla central 128 y está recubierto con un material polimérico 130 (por ejemplo, polietileno con aditivo retardante de llama, cloruro de polivinilo con aditivo retardante de llama, polímero de

45 baja emisión de humos y libre de halógenos).

De acuerdo con una realización de ejemplo, las partículas de polvo 132, tal como (1) polímero superabsorbente y/u otro polvo (por ejemplo, talco) u otro componente absorbente de agua (por ejemplo, cinta de bloqueo de agua, hilos de bloqueo de agua), (2) partículas de material retardante de llama, tal como los materiales retardantes de llama divulgados en la presente, (3) polvos lubricantes sólidos, tal como polvo de talco, grafito, etc., y/o (4) partículas de material intumesciente, tal como materiales que contienen al menos 10% en peso de hidratos, al menos 30% en peso de hidratos, al menos 50% en peso de hidratos, silicatos de sodio y/o grafito, se pueden unir a la superficie exterior del miembro de refuerzo central 124. Las combinaciones de estas partículas de polvo se pueden usar conjuntamente, tal como polvo intumesciente y retardante de llama. Además, algunas de estas partículas de polvo pueden servir para múltiples propósitos sinérgicos, tal como que el grafito sirva para formar una capa de carbón duro tras la exposición al fuego y también sirva para controlar el acoplamiento (por ejemplo, menor fricción) entre superficies contiguas.

50

55

De acuerdo con una realización de ejemplo, las partículas intumescentes se pueden formar a partir de uno o más materiales intumescentes que se expanden y forman carbón al exponerse al calor. La expansión del material intumesciente proporciona resistencia al fuego al bloquear el flujo de aire a través del recubrimiento de cable, tal como a través de intersticios formados entre componentes en el núcleo. En diversas realizaciones, las partículas intumescentes se configuran para expandirse en volumen más de 500 veces su volumen no expandido en presencia de fuego, y en otras realizaciones se configuran para expandirse en volumen más de 1000 veces su volumen no expandido en presencia de fuego. Además, la formación de carbón proporciona un material de capa con características de baja transferencia de calor.

60

65 En diversas realizaciones, las partículas intumescentes pueden incluir materiales intumescentes que forman carbón ligero y/o incluyen materiales intumescentes que forman carbón duro. En diversas realizaciones, el material intumesciente de

partículas incluye uno o más de los materiales Exolit disponibles comercialmente de Clariant, tal como material Exolit AP 765 (TP), polvos intumescentes fabricados por CeaseFire, polvos intumescentes fabricados por Zhejiang Longyou Sihai Chemical Industry Co., Ltd., Qingdao Sungraf Chemical Industry Co., Ltd., Dalian CR Science Development Co., Ltd., Weifang Menjie Chemicals Co., Ltd., u otros fabricantes. Al menos algunas de las partículas de polvo 132 se pueden 5 incrustar parcialmente en el recubrimiento superior 130, y unirse a la misma pulverizando neumáticamente las partículas 132 contra el recubrimiento superior 130 en tanto que el recubrimiento superior 130 está en un estado pegajoso y/o reblandecido. Las partículas de polvo 132 pueden incrementar o afectar de otro modo al acoplamiento entre el miembro de refuerzo central 124 y los elementos de núcleo 114 alrededor del miembro de refuerzo central 124.

10 De acuerdo con una realización de ejemplo, las partículas de polvo 132, 136 incluyen partículas de polímero superabsorbente (por ejemplo, poliacrilato de sodio, copolímero de anhídrido maleico de etileno, copolímero de poliacrilamida, copolímeros de alcohol polivinílico, óxido de polietileno reticulado, carboximetilcelulosa reticulada y copolímero de poliacrilonitrilo injertado con almidón) y la cantidad de partículas de polímero superabsorbente es menor que 100 gramos por metro cuadrado de área superficial (g/m^2) del componente respectivo al que se acoplan las partículas 15 de polvo (miembro de refuerzo central 124 o película 126). En algunas de estas realizaciones, la cantidad de partículas de polímero superabsorbente está entre 20 y 60 g/m^2 , tal como entre 25 y 40 g/m^2 . De acuerdo con una realización de ejemplo, la cantidad de polímero superabsorbente u otros elementos de bloqueo de agua utilizados en el cable es al menos suficiente para bloquear una carga de presión de un metro de agua de grifo en una longitud de un metro del cable 110, de acuerdo con las pruebas de penetración de agua estándar de la industria, que pueden corresponder a las 20 cantidades anteriores, dependiendo de otras características del cable respectivo 110, tal como la separación intersticial entre los elementos de núcleo 114.

Como alternativa o además de esto, las partículas 132 se pueden unir al recubrimiento superior 130 con un adhesivo. En algunas realizaciones, el miembro de refuerzo central 124 incluye la varilla 128 sin un recubrimiento superior, y las 25 partículas 132 se pueden unir a la varilla 128. En realizaciones contempladas, un miembro de refuerzo, tal como una varilla reforzada con vidrio o varilla de acero con recubrimiento superior, incluye partículas 132 unidas a la superficie externa de esta, como se divulgó anteriormente, sin que el miembro de refuerzo sea un miembro de refuerzo central.

En algunas realizaciones, los elementos de núcleo 114 están trenzados (es decir, enrollados) alrededor del miembro de 30 refuerzo central 124. Los elementos de núcleo 114 pueden estar trenzados en un patrón oscilatorio inverso repetitivo, tal como el denominado trenzado S-Z u otros patrones de trenzado (por ejemplo, helicoidal). En otras realizaciones contempladas, los elementos de núcleo 114 pueden ser no trenzados. En algunas de estas realizaciones, los elementos de núcleo 114 incluyen micromódulos o fibras ópticas reforzadas que generalmente están orientadas en paralelo entre sí dentro del núcleo 112. Por ejemplo, los cables de arnés y/o los cables de interconexión pueden incluir una pluralidad de 35 micromódulos, cada uno que incluye fibras ópticas e hilo de tracción (por ejemplo, aramida), donde los micromódulos están unidos entre sí por la película 126 o aglutinante 127. La aramida puede estar entre la película 126 o aglutinante 127 y el recubrimiento 134, y/o la aramida puede estar dentro de la película 126 o aglutinante 127, tal como rodeando las subunidades trenzadas (por ejemplo, tubos amortiguadores, fibras reforzadas, micromódulos). Algunos de estos cables pueden no incluir un miembro de refuerzo central. Algunas realizaciones incluyen múltiples núcleos o submontajes, cada uno unido por una película 126 o aglutinante 127, y recubierto en el mismo cable portador/de distribución. Los múltiples 40 núcleos o submontajes se pueden unir con otra película más. Para algunas de estas realizaciones, las técnicas divulgadas en la presente para enfriar/solidificar rápidamente durante la extrusión e inducir tensión radial en la película 126 para acoplarse a un miembro de refuerzo central 124 pueden ser innecesarias para la fabricación. Las características del cable 110 se pueden mezclar y combinar en diferentes combinaciones para formar otros cables de acuerdo con la divulgación 45 en la presente.

De nuevo con referencia a la figura 1, en algunas realizaciones, la película 126 del cable 110 incluye partículas de polvo 136, que se pueden usar para proporcionar bloqueo de agua, retardar el fuego, asfixiar los intersticios (es decir, reducir el 50 llamado "efecto chimenea") y/o para controlar el acoplamiento (por ejemplo, desacoplamiento) de superficies contiguas en el cable 110. En algunas realizaciones, las partículas de polvo 132, 136 pueden tener una dimensión de sección transversal máxima promedio de 500 micrómetros (μm) o menos, tal como 250 μm o menos, 100 μm o menos. Las partículas 132, 136 se pueden incrustar en la película 126 o entre la película 126 y los elementos de núcleo 114 o en cualquiera de los espacios intersticiales en el núcleo, por ejemplo. Además de bloquear el agua, retardar el fuego, bloquear los intersticios, etc., esta colocación puede mitigar la adhesión entre ciertos elementos de núcleo 114 durante la fabricación 55 del cable 110.

De acuerdo con una realización de ejemplo, las discontinuidades de material incrustado en el recubrimiento (ver generalmente las características 142 de la figura 1 para la colocación de estas características), tal como tiras estrechas de polipropileno coextruido incrustadas en una camisa de polietileno 134, pueden proporcionar rutas de rasgado para 60 facilitar la apertura del recubrimiento 134. Alternativamente, cuerdas de desgarre 142 (figura 1) en o adyacente al recubrimiento 134 pueden facilitar la apertura del recubrimiento 134. Las partículas de polvo 136 pueden facilitar además la separación del recubrimiento 134 del núcleo 112 mediante el desacoplamiento de las superficies adyacentes a las partículas de polvo 136. Como tal, dependiendo de la colocación de las partículas de polvo 136, las partículas 136 pueden facilitar el desacoplamiento del recubrimiento 134 de la película 126 o aglutinantes 127, tal como para el cable 110 65 mostrado en la figura 1 donde el recubrimiento 134 y la película 126 son contiguas (es decir, partículas 136 colocadas entre el recubrimiento 134 y la película 126), y/o pueden facilitar el desacoplamiento de la película 126 o aglutinante 127

de los elementos de núcleo 114 (es decir, partículas 136 colocadas entre la película 126 y los elementos de núcleo 114).

Como se muestra en las figuras 1 y 2, la camisa 134 puede ser un recubrimiento multicapa que consiste en una o más capas internas de LSZH o FR altamente rellenas 140 y una capa externa no rellena o ligeramente rellena 142, tal como polietileno (PE). Un compuesto de lecho, que consiste en una mezcla polimérica muy altamente cargada para una máxima retardancia de llama, puede ser la capa interna 140 del recubrimiento multicapa. Debido al rendimiento de combustión requerido del cable 110, la capa externa 142 se desarrolla como una capa más delgada para minimizar el impacto de la capa externa 142 en los resultados de la prueba de fuego. Sin embargo, debido a las concentraciones de deformación en el material de matriz de la capa interna altamente rellena 140, la capa externa 142 debe ser suficientemente gruesa para evitar el agrietamiento en la capa externa de las cargas típicas de manejo e instalación colocadas en el cable 110. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el espesor de la capa externa 142 puede ser de 100µm o menos, lo que es suficiente para evitar el agrietamiento de la capa externa 142 en tanto que proporciona una baja fricción superficial para el rendimiento de soplado. Una capa de revestimiento exterior 142 suficientemente delgada (tan delgada como 100µm o menos) hecha con PE sin relleno o ligeramente relleno, u otro material adecuado de este tipo, tiene un efecto mínimo en el rendimiento de quemado general del cable en tanto que proporciona una baja fricción para un rendimiento de soplado mejorado durante la instalación y un alto alargamiento final para la resistencia a las grietas.

Se puede usar un método de coextrusión para fabricar el recubrimiento multicapa 134 en la que la capa externa 142 puede ser una capa más delgada. Se sabe que los materiales de FR y LSZH proporcionan propiedades contra el fuego superiores; sin embargo, estos materiales no proporcionan necesariamente baja fricción para el soplado durante la instalación o suficiente alargamiento final para evitar el agrietamiento de las cargas de manejo e instalación. La capa externa propuesta 142, que se hace que tenga un bajo coeficiente de fricción, mejora el rendimiento de soplado y la resistencia a las grietas del cable. La coextrusión de la capa interna 140 y la capa externa 142 proporciona una adhesión muy buena entre las capas de recubrimiento de modo que las capas no se separarán durante la instalación. La coextrusión también permite la producción del recubrimiento 134 en un paso en lugar de una opción más costosa de producir el cable usando dos pasos separados.

Con referencia a la figura 3, una extrusora 210 (por ejemplo, cabezal transversal) incluye una ruta de flujo 212 para un primer polímero extruible 214 de la capa externa 242 y una ruta de flujo 216 para un segundo polímero extruible 218 que constituye la capa interna 240. Extrusoras similares pueden tener rutas de flujo adicionales para terceros, cuartos, quintos, etc., polímeros extruibles. En la figura 3, el primer y segundo polímeros extruibles 214, 218 pueden ser coextruibles entre sí, lo que significa que el primer y segundo polímeros extruibles 214, 218 tienen un punto de fusión suficientemente cercano (por ejemplo, dentro de 80°C, dentro de 50°C) y la viscosidad correspondiente, entre otros parámetros, que el primer y segundo polímeros extruibles 214, 218 son compatibles para la coextrusión. En algunas realizaciones, las rutas de extrusión 212, 216 convergen de modo que el primer y segundo polímeros extruibles 214, 218 se coextruyen en la extrusora 210.

En otras realizaciones, el primer y segundo polímeros extruibles 214, 216 se pueden extruir discretamente, tal como en tándem mediante extrusoras separadas en una línea de fabricación o mediante múltiples pasadas a través de la misma extrusora. De acuerdo con una realización de ejemplo, el primer y segundo polímeros extruibles 214, 218 se extruyen alrededor de los elementos de núcleo 220 del cable que pasan a través de la extrusora 210 y al cono de extrusión 222 del primer y segundo polímeros extruibles 214, 218. Los elementos de núcleo 220 pueden incluir fibras ópticas y/o un tubo o tubos que rodean fibras ópticas, entre otros elementos. En algunas realizaciones, el recubrimiento multicapa 134 entonces se puede enfriar rápidamente, tal como en un canal de agua.

Existen concentraciones de deformación tan grandes como 28 ($1,399/0,05=28$) en un material de matriz adyacente a las partículas de relleno para la partícula de relleno mostrada en las figuras 4 y 5. El uso de un material de alargamiento final elevado sin relleno o ligeramente relleno para la capa externa 142 reduce significativamente las concentraciones de deformación en la capa externa 142, haciendo de ese modo que el cable 110 con un recubrimiento de doble capa 134 sea menos sensible al agrietamiento de superficie. El desacoplamiento completo (separación) de la capa interna 140 y la capa externa 142 desacopla completamente las concentraciones de deformación en la capa interna 140 de la capa externa 142, lo que proporciona resistencia adicional al agrietamiento superficial en la capa externa 142. Además, la unión entre la capa interna 140 y la capa externa 142 reduce el arrugamiento de la capa externa delgada 142 durante la instalación. Es necesario un espesor óptimo de la capa externa 142 y la unión entre la capa externa 142 y la capa interna 140 para proporcionar suficiente resistencia a las grietas en tanto que mantiene la resistencia a las arrugas.

De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el cable 110 mostrado en las figuras 1-2, tiene una excelente adhesión en una interfaz 144 entre la capa interna 140 y la capa externa 142, como se demuestra por la resistencia a la abrasión de la prueba de cubiertas de cable de fibra óptica, Método E2A, según IEC 60794-1-2. La adhesión permite que dos capas actúen como un recubrimiento, en tanto que cada capa proporciona propiedades complementarias. La capa interior 140 debe ser resistente al fuego con un espesor nominal de 1,05mm. La capa externa 142, que también se puede definir como una capa de revestimiento, por ejemplo, que tiene un espesor nominal de 100µm o menos, debe ser lo suficientemente fuerte como para soportar el proceso de instalación de soplado en tanto que tiene un coeficiente de fricción que es lo más bajo posible para mejorar el mismo proceso de soplado.

De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, el recubrimiento de cable 134 puede tener una capa interna 140 que

incluye un material no corrosivo retardante de llama (FRNC) y una capa externa 142 que usa un material no FRNC. Se puede usar un material de alta densidad para la capa externa 142 de modo que las propiedades mecánicas del material sean superiores a otros materiales FRNC y no FRNC convencionales.

5 La coextrusión del recubrimiento de doble capa 134 proporciona una fuerte adhesión entre las capas 140 y 142. Además, la delgadez de la capa externa 142 y la elección de un material natural para la capa externa 142 puede hacer que la capa
10 externa 142 sea virtualmente invisible para el personal de campo en tanto que proporciona un mayor rendimiento de soplado. Al tener una capa externa 142 con un espesor nominal de 100 µm o menos, incluso si está comprendida de un material que no es de FRNC, se puede reducir el impacto de la capa externa 142 en el rendimiento de fuego del cable 110. Por ejemplo, con base en la prueba de resistencia al fuego de cable único según IEC 60332-1-2, se observó que el uso de material no de FRNC muy delgado como capa externa 142 tiene un impacto insignificante en los resultados de prueba de rendimiento al fuego.

15 Materiales de ejemplo para su uso en la capa interna 140 incluyen compuestos de revestimiento FR libres de halógenos y de baja emisión humo, tal como ECCOH^{MR} 5549/1. Estos materiales proporcionan a los cables de acuerdo con aspectos de la presente divulgación un rendimiento de prueba de resistencia al fuego muy alto y combinan excelentes propiedades retardantes de llama debido a la alta formación de carbón con un buen procesamiento y características mecánicas y
20 térmicas mejoradas. MEGOLON® S540 es un compuesto termoplástico de cubierta de cable libre de halógenos que exhibe un excelente nivel de retardancia al fuego. Este producto está dirigido específicamente a diseños de cables que requieren un buen grado de flexibilidad y la capacidad de cumplir con las especificaciones de prueba de resistencia al fuego más estrictas. CONGuard S 6650 S LDD UV es un compuesto de cable termoplástico, libre de halógenos, retardante de llama, de baja emisión de humos, diseñado para cumplir con los requisitos de primera calidad de retardancia al fuego que permiten que los cables de acuerdo con aspectos de la presente divulgación cumplan con las especificaciones de fuego más estrictas, así como mantener un alto grado de flexibilidad. El producto contiene un agente químico de protección
25 UV, así como nuestro paquete de Poca Baba de Troquel (*die drool*) (LDD) para una extrusión más rápida y poca baba de troquel.

Materiales de ejemplo para su uso en la capa externa 142 incluyen un compuesto de recubrimiento de alta densidad (HD) bimodal, de colores, estabilizado por UV, natural, tal como HE6068, que se produce con una tecnología de proceso
30 bimodal. La tecnología en este tipo de material permite la fabricación de polímeros fuera de la MFR e intervalo de densidad tradicionales, lo que permite optimizar la procesabilidad, reducir la contracción y en tanto que proporciona durabilidad y resistencia a la grietas por estrés ambiental (ESCR). El HE6068 contiene un estabilizador UV bien disperso en cantidad suficiente para proporcionar una medición de la resistencia a la intemperie. HE6068 ofrece una contracción sustancialmente reducida de la capa externa 142 que ayuda a mantener una baja atenuación de señal para cables de comunicación de fibra óptica y una baja retracción de recubrimiento en tanto que proporciona las propiedades mecánicas
35 y de barrera deseadas.

La construcción y las disposiciones de los cables, como se muestra en las diversas realizaciones de ejemplo, son solo ilustrativas. Aunque se describieron en detalle solo unas pocas realizaciones en esta divulgación, son posibles muchas
40 modificaciones (por ejemplo, variaciones en tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones) sin apartarse materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas de la materia objeto descrita en la presente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los cables incluyen múltiples capas o niveles de elementos de núcleo trenzados alrededor de un miembro de refuerzo central 124, donde cada capa incluye una película 126 que restringe la capa respectiva y donde la película
45 126 de la(s) capa(s) externa (s) rodea(n) indirectamente la película 126 de la (s) capa(s) interna(s). En realizaciones contempladas, la película 126 no se extruye, sino que se forma a partir de cinta soldada con láser y/o un material termorretráctil, a manera de ejemplo. Algunos elementos mostrados como formados integralmente se pueden construir de múltiples partes o elementos, la posición de los elementos se puede invertir o variar de otra manera, y la naturaleza o cantidad de elementos o posiciones discretos se puede alterar o variar. En algunas realizaciones contempladas, la película
50 126 con polvo de bloqueo de agua, como se divulga en la presente, puede funcionar como un elemento de bloqueo de agua extruido, lo que permite la fabricación continua de cables sin reemplazar los carretes de la cinta de bloqueo de agua; que, por ejemplo, puede bloquear el agua entre la armadura (u otras capas externas en un cable) y un núcleo 112, tal como un núcleo de cintas de fibra óptica apiladas o un núcleo de monotubo, o entre otros componentes en un cable. El orden o secuencia de cualquier proceso, algoritmo lógico o paso de método se puede variar o re-secuenciar de acuerdo
55 con realizaciones alternativas.

REIVINDICACIONES

1. Un cable de fibra óptica, que comprende:
- 5 (A) un submontaje de núcleo (112) que comprende al menos los siguientes elementos de núcleo (114):
- (i) al menos una fibra óptica (118); y
- (ii) un tubo (116) que rodea la fibra óptica (118); y
- 10 (B) un recubrimiento (134) que rodea el submontaje de núcleo (112), donde el recubrimiento (134) comprende:
- (i) una capa interna (140) que comprende un material retardante de llama (FR); y
- (ii) una capa externa (142) que comprende un material no retardante de llama que tiene un coeficiente de fricción menor que el material retardante de la llama, caracterizado porque un espesor promedio de la capa externa (142) es igual o menor que 100 micrómetros.
- 15
2. Cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1, donde el submontaje de núcleo (112) comprende además (iii) uno o más elementos de núcleo adicionales (114) que comprenden al menos un tubo adicional (116) que rodea otra fibra óptica (118), el cable de fibra óptica (110) que comprende además un elemento de refuerzo central (124), donde los
- 20 elementos de núcleo (114) están trenzados alrededor del elemento de refuerzo central (124) en un patrón de trenzado que incluye inversiones en la dirección de colocación de los elementos de núcleo (114).
3. El cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el material retardante de llama de la capa interna (140) es un material de bajo contenido de halógeno (LSZH) que comprende un material de relleno.
- 25
4. El cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 3, donde el material de relleno comprende hidróxido de magnesio o hidróxido de aluminio.
5. El cable de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el recubrimiento multicapa (134) es un recubrimiento multicapa coextruido (134), la capa interna (140) y la capa externa delgada (142) que tienen suficiente
- 30 fuerza de unión para evitar el arrugamiento de la capa externa (142) durante la instalación.
6. El cable de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el material no retardante de llama de la capa externa delgada (142) comprende un material de polietileno.
- 35
7. El cable de fibra óptica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una estructura de película delgada que rodea el submontaje de núcleo (112).
8. El cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 7, donde la estructura de película delgada es una estructura de película retardante de llama multicapa.
- 40
9. El cable de fibra óptica de acuerdo con la reivindicación 7, donde la estructura de película delgada entra en contacto directamente con el recubrimiento (134).
- 45
10. Un método para fabricar un cable de fibra óptica que comprende:
- proporcionar un submontaje de núcleo (112); y
- coextruir un recubrimiento multicapa (134) alrededor del submontaje de núcleo (112), donde el recubrimiento multicapa (134) incluye una capa interna (140) que comprende un material retardante de llama (FR) y
- 50 una capa externa (142) que comprende un material no retardante de la llama que tiene un coeficiente de fricción menor que el material retardante de la llama, caracterizado porque un espesor de la capa externa delgada (142) es igual o menor que 100 micrómetros.
11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, donde el submontaje de núcleo (112) comprende al menos una fibra
- 55 óptica (118) y un tubo (116) que rodea la fibra óptica (118).
12. El método de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, donde el paso de coextruir la capa interna (140) y la capa externa (142) forma una unión de suficiente fuerza entre la capa interna (140) y la capa externa (142) para evitar el arrugamiento de la capa externa (142) durante la instalación.

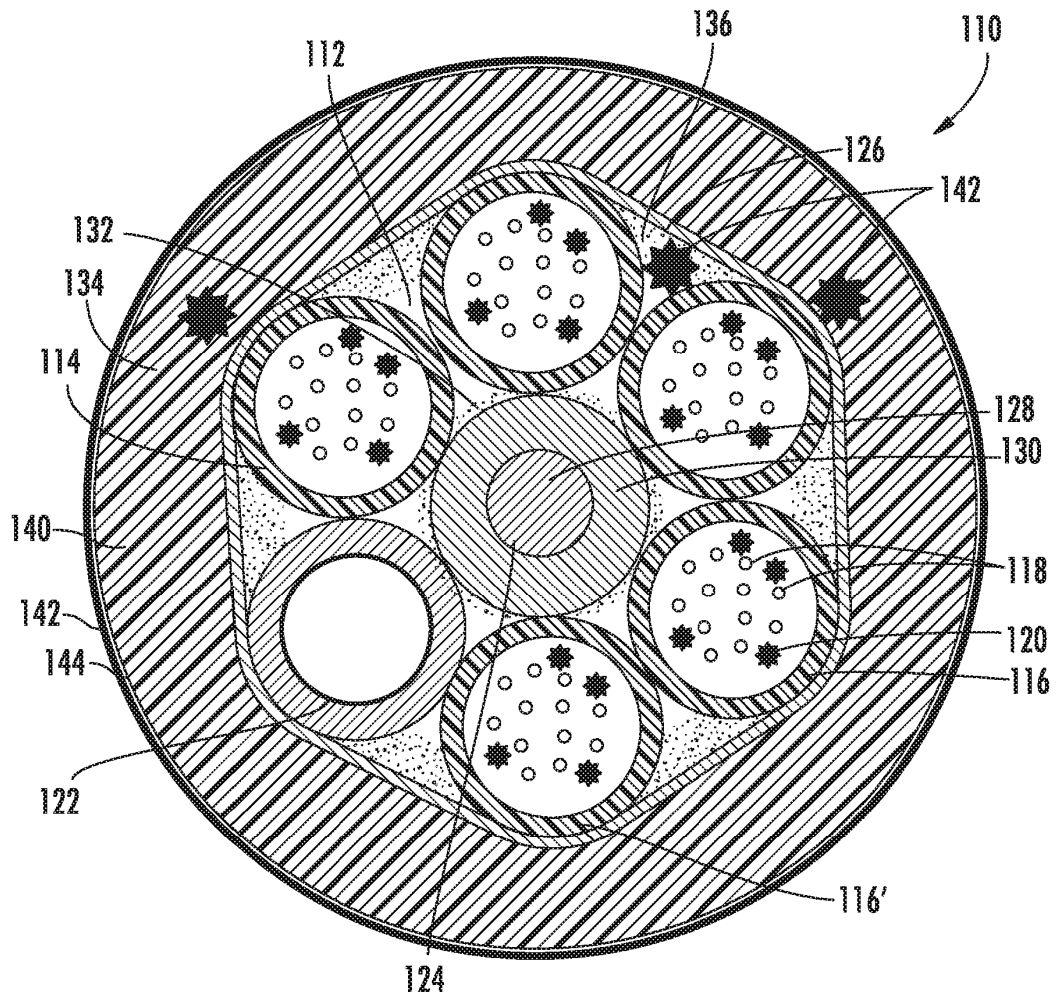


FIGURA 1

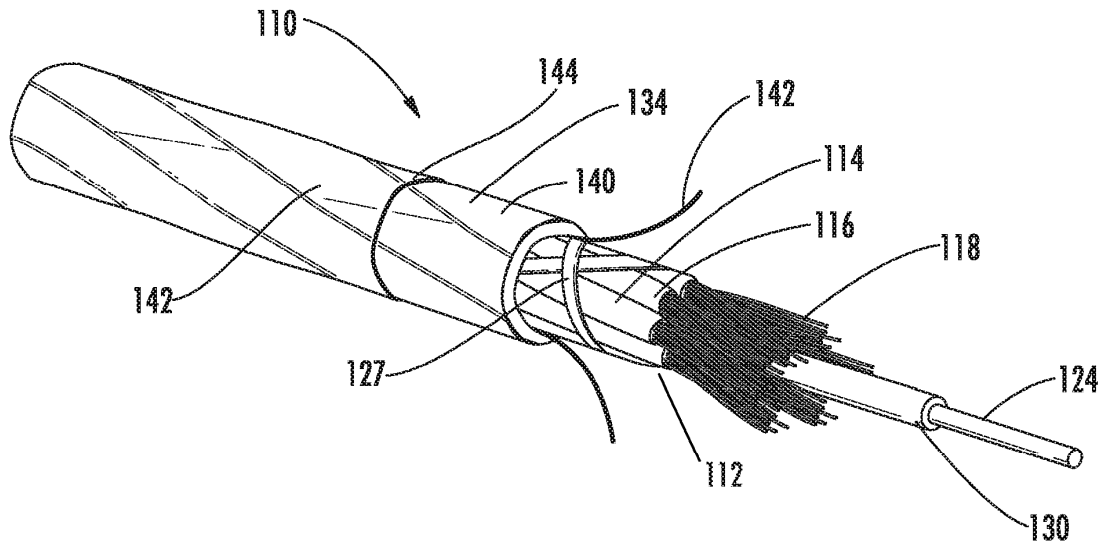


FIGURA 2

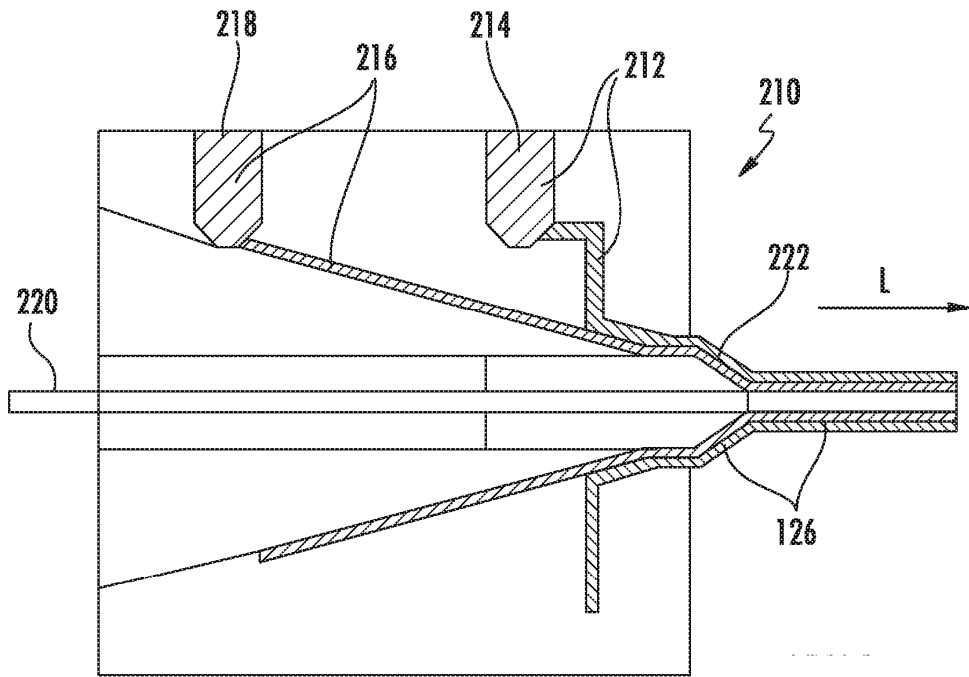


FIGURA 3

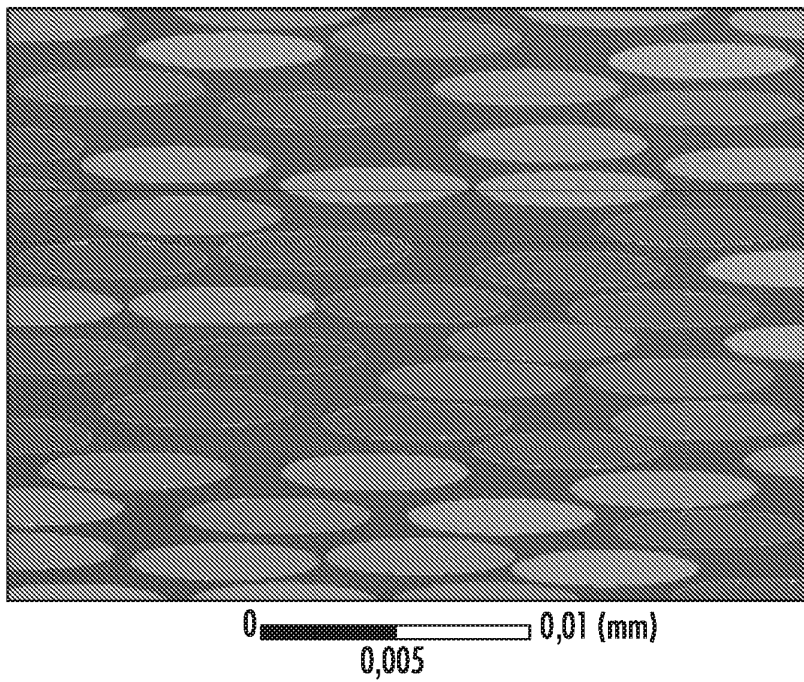


FIGURA 4

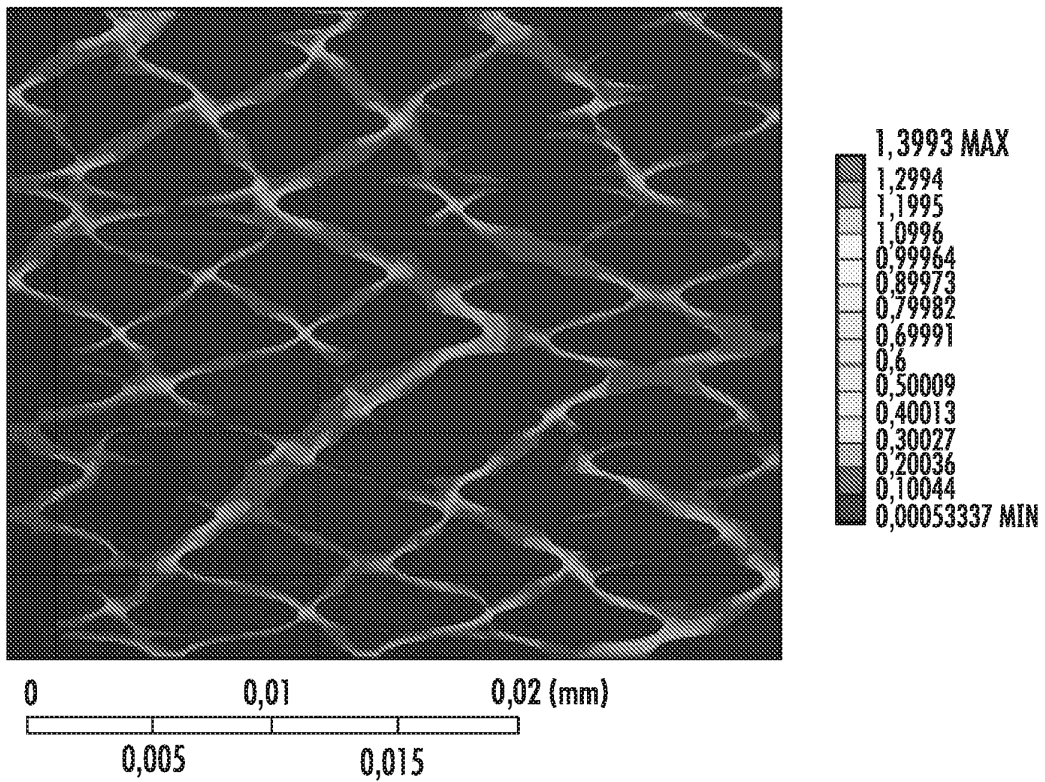


FIGURA 5