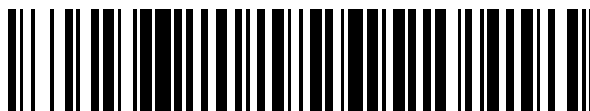


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 822 160**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2011 PCT/US2011/057574**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.05.2012 WO12058181**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2011 E 11782282 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 2633355**

54 Título: **Cables de fibra óptica con características de acceso extrudido y métodos para fabricar cables de fibra óptica**

30 Prioridad:

28.10.2010 US 407744 P

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

29.04.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ABERNATHY, GEORGE C.;
CHIASSON, DAVID W. y
TUTTLE, RANDALL D.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 822 160 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

Cables de fibra óptica con características de acceso extrudido y métodos para fabricar cables de fibra óptica

Antecedentes

- 5 Para terminar las fibras dentro de un cable, se debe acceder a las fibras dentro de la estructura protectora que comprende la cubierta del cable. El acceso al interior del cable puede resultar difícil si el cable está diseñado para maximizar la protección de las fibras internas. En la mayoría de los casos, el acceso a los cables se logra mediante el uso extensivo de herramientas cortantes afiladas que pueden ser peligrosas si se manejan de manera incorrecta. Además de la preocupación por la seguridad con respecto al acceso por cable, el tiempo adicional durante el acceso y la terminación de la fibra aumenta el coste de instalación del cable.
- 10 La divulgación del documento US 2006/045443 A1 se refiere a una cinta de fibra óptica que comprende una pluralidad de fibras ópticas dispuestas en una configuración generalmente plana, y una matriz dispuesta generalmente alrededor de la pluralidad de fibras ópticas. La matriz tiene una superficie exterior sustancialmente continua y define una discontinuidad interna separada de la superficie exterior. La discontinuidad debilita la matriz en la discontinuidad, formando así un área de rasgado preferencial.
- 15 El documento DE 44 21 456 A1 divulga fibras ópticas incrustadas y cables de alta densidad de empaquetamiento y amplia aplicabilidad. Las fibras ópticas y los elementos de alivio de tensión o de tracción se guían y restringen durante la extrusión en agujas o cánulas huecas y se recubren con un lubricante. Las cánulas se someten a una sobrepresión, mientras se envuelven los elementos de transmisión y tracción en plástico, que se aplica a aproximadamente 150-180°C, y una presión en la cpd. masa, de 10-110 bar.
- 20 El documento US 4 729 628 A divulga un alambre de caída de fibra óptica que tiene un miembro de transmisión de fibra óptica entre dos miembros de resistencia. La fibra óptica tiene un recubrimiento exterior que tiene un punto de fusión más alto que el recubrimiento exterior del alambre de caída.

Resumen

- 25 De acuerdo con una realización, un cable comprende un núcleo y una cubierta que rodea el núcleo. La cubierta se puede formar principalmente a partir de materiales poliméricos. La cubierta comprende una porción primaria de un primer material y al menos una discontinuidad de un segundo material. La discontinuidad se extiende a lo largo de una longitud del cable y permite que la cubierta se separe para proporcionar acceso al núcleo. La discontinuidad está incrustada dentro del primario de la cubierta. La discontinuidad puede extenderse a lo largo de toda la longitud del cable, o por secciones más cortas del cable que permiten el acceso a secciones particulares del cable. El primer y segundo materiales son extrudibles, el primer material es diferente del segundo material, en donde el segundo material incluye una cantidad seleccionada del primer material para mejorar la unión entre la porción primaria y la al menos una discontinuidad. La altura de la discontinuidad es al menos cuatro veces mayor que la anchura máxima de la discontinuidad, en donde la discontinuidad y la porción primaria permiten que la cubierta se separe en la discontinuidad para proporcionar acceso al núcleo.
- 30
- 35 De acuerdo con un aspecto, el segundo material de la discontinuidad puede ser un material polimérico que se extruye en el mismo proceso que el primer material de la cubierta, que puede formarse a partir de un material polimérico diferente al del segundo material.
- De acuerdo con otro aspecto, el segundo material puede ser diferente del primer material debido a que está sometido a diferentes condiciones de curado.
- 40 De acuerdo con otro aspecto, el grado de adhesión entre el primer material de la cubierta y el segundo material que forma la discontinuidad se puede seleccionar para proporcionar las propiedades de separación deseadas así como las propiedades de la cubierta del cable. Las resistencias de cohesión del primer material y del segundo material también pueden seleccionarse para proporcionar propiedades deseables de separación y cubierta.
- 45 De acuerdo con otro aspecto, el segundo material puede incluir cantidades seleccionadas del primer material para mejorar la unión entre la porción principal de la cubierta del cable y las discontinuidades.
- Los expertos en la técnica apreciarán las ventajas indicadas anteriormente y otras ventajas y beneficios de diversas realizaciones adicionales leyendo la siguiente descripción detallada con referencia a las figuras de los dibujos que se enumeran a continuación.

Breve descripción de los dibujos

- 50 De acuerdo con la práctica común, las diversas características de los dibujos discutidos a continuación no están necesariamente dibujadas a escala. Las dimensiones de diversas características y elementos de los dibujos pueden ampliarse o reducirse para ilustrar más claramente las realizaciones de la invención.

La figura 1 es una sección transversal de un cable de fibra óptica de acuerdo con una primera realización.

La figura 2A es una sección transversal de la cubierta del cable ilustrada en la figura 1.

La figura 2B es una vista aislada de una porción de la cubierta del cable tomada en la línea 2B de sección en la figura 2A.

5 La figura 2C es una vista en perspectiva de una sección de la cubierta del cable ilustrada en la figura 2A.

La figura 3 ilustra diversas relaciones de adhesión.

La figura 4A es una sección transversal de una cubierta de cable de acuerdo con una segunda realización.

La figura 4B es una vista aislada de una porción de la cubierta del cable tomada por la línea 4B de sección en la figura 4A.

10 La figura 4C es una vista en perspectiva de una sección de la cubierta del cable ilustrada en la figura 4A.

Descripción detallada

La figura 1 es una vista en sección transversal de un cable 110 de fibra óptica de acuerdo con una primera realización. El cable 110 tiene un núcleo 120 ópticamente conductor, un primer y un segundo componente 130 de resistencia y una cubierta 140 de cable. El primer y segundo componentes 130 de resistencia están dispuestos en 15 lados opuestos de la fibra 120 óptica y tienen líneas 134 centrales axiales. El núcleo 120 puede comprender, por ejemplo, una o más fibras ópticas. En la realización ilustrada, el núcleo 120 es una única fibra óptica. El núcleo 120 también tiene una línea central axial (no ilustrada) ubicada en el centro de su sección transversal que puede estar generalmente alineada con las líneas 134 centrales axiales de los componentes 130 de resistencia a lo largo de un plano común A-A. La orientación de los componentes 130 de resistencia en el plano común A-A proporciona en parte características de flexión preferenciales al cable 110 de fibra óptica. Las líneas centrales axiales del núcleo 20 120 o las fibras en el cable 110 no necesitan estar exactamente alineadas con el plano que pasa a través de las líneas centrales axiales de los componentes 130 de resistencia, y pueden moverse fuera del plano, por ejemplo, "arriba" y "abajo", con respecto a los componentes 130 de resistencia a lo largo de la longitud del cable 110. Para los propósitos de esta especificación, cuando se dice que la fibra o fibras de un cable están "generalmente alineadas con" o "alineadas con un plano que pasa a través de dos componentes de resistencia, se entiende que la fibra puede estar ligeramente desplazada de ese plano, por ejemplo, en 0.5 milímetros en cualquier dirección. La cubierta 25 140 se puede formar principalmente a partir de materiales de polímeros y, en general, se puede denominar "polimérica". En esta especificación, la expresión "polímero" y "polimérico" incluye materiales tales como, por ejemplo, copolímeros y materiales de polímeros que incluyen aditivos tales como rellenos.

30 En la realización de ejemplo mostrada en la figura 2, la cubierta 140 de cable envuelve y puede entrar en contacto con la fibra 120 óptica y también envuelve y puede entrar en contacto con ambos componentes 130 de resistencia. La cubierta 140 de cable tiene una altura medial MH que se mide como la altura o el grosor de la cubierta en una región 146 medial o central de la sección transversal del cable, siendo la región 146 medial la porción de la cubierta 35 140 ubicada entre los miembros 130 de resistencia. La altura medial MH también puede definirse como la altura del cable en la línea central de la fibra óptica o grupo de fibras, o la altura en un plano de bisección longitudinal del cable 110. La altura medial MH puede medirse entre superficies 148 mediales opuestas planas o relativamente planas de la región 146 medial, que se extienden por encima y por debajo del núcleo 120. La altura final o total EH de la cubierta 140 de cable se mide como el grosor de la cubierta 140 en las porciones 150 extremas de la sección transversal del cable, que se extiende por encima y por debajo de la línea central de cada componente 130 de resistencia. En las realizaciones de ejemplo, la altura del extremo EH corresponde a la altura total del cable. En la realización de ejemplo, las porciones 150 extremas se extienden hacia fuera desde la región 146 medial en secciones transversales generalmente circulares. Pueden incluirse cantidades de promotor 154 de adhesión en los componentes 130 de resistencia para promover la unión con la cubierta 140 de cable. Como se ilustra, los promotores de adhesión divulgados en esta especificación y en las figuras parecen separar las cubiertas de cable de 40 los componentes de resistencia. Para los propósitos de esta especificación, se considera que un componente de resistencia está "en contacto" con una cubierta de cable si se interpone un promotor de adhesión entre el componente de resistencia y la cubierta de cable para promover la unión entre ellos.

La huella 160 de la sección transversal, o el área de la sección transversal, del cable 110 de fibra óptica puede ser sustancialmente más pequeña que las huellas de la sección transversal de los cables de fibra óptica convencionales 50 del mismo tipo. El área de la huella 160 de la sección transversal puede ser menor que aproximadamente 25 milímetros cuadrados, por ejemplo. De acuerdo con una realización, el área de la huella 160 de la sección transversal está en el rango de 8 milímetros cuadrados a 22 milímetros cuadrados. De acuerdo con otra realización, el área de la huella 160 de la sección transversal está en el rango de 10 milímetros cuadrados a 18 milímetros cuadrados. El área AJ del material polimérico que forma la cubierta 140 puede ser menor que 13 milímetros cuadrados. En la realización ilustrada, la altura medial MH es menor que la altura del extremo EH en los componentes 130 de resistencia. Las porciones 158 en relieve o rebaje en la cubierta 140 del cable se incluyen para reducir las tensiones sobre la fibra en el núcleo 120 con el fin de preservar el rendimiento óptico, como se describe 55

con más detalle a continuación. La relación de altura para el cable 110 se define como la relación entre la altura medial MH y la altura del extremo EH, o MH/EH. De acuerdo con una forma de realización de la invención, la relación de altura es menor que .95, en el rango de .5 a .95. El cable 110 de ejemplo tiene una anchura W total en el rango de aproximadamente 3-6 milímetros. Los radios R1 de las porciones 150 extremas pueden estar en el rango de aproximadamente 1-2 milímetros. Los radios R2 de los componentes 130 de resistencia pueden estar en el rango de aproximadamente .35 a .9 milímetros. La distancia de separación S1 de los ejes 134 del miembro de resistencia puede estar en el rango de aproximadamente 1.9-2.6 milímetros.

De acuerdo con un aspecto de la presente realización, la cubierta 140 incluye una característica de separación que facilita el acceso al núcleo 120. En la realización de ejemplo, la característica de separación es un par de discontinuidades 180 que se extienden a lo largo de la longitud del cable 110, con una discontinuidad ubicada sobre el núcleo 120 y una ubicada debajo del núcleo 120. Las discontinuidades 180 permiten una separación más fácil de la cubierta 140 en las proximidades del núcleo 120, de modo que la cubierta 140 se puede separar a lo largo de la línea central del cable 110. Por lo tanto, se puede acceder fácilmente al núcleo 120 y a las fibras ubicadas en él bisecionando el cable a lo largo de las líneas de fractura formadas en las discontinuidades 180. En esta especificación, la expresión "discontinuidad" indica una porción de la cubierta 140 de una segunda composición de material diferente a una porción 184 primaria o primer material de la cubierta 140. La porción 184 primaria de la cubierta 140 puede ser esencialmente un recubrimiento de polímero extrudido unitario que rodea, incrusta y contacta el núcleo 120, los componentes 130 de resistencia y las discontinuidades 180. La porción 184 primaria también se extiende entre los componentes 130 de resistencia y el núcleo 120. Las discontinuidades 180 se extienden longitudinalmente a través de la porción 184 primaria a lo largo de una longitud seleccionada del cable 110. Las discontinuidades que se extienden a lo largo de toda la longitud del cable 110 son efectivas para proporcionar acceso al núcleo 120. Sin embargo, también pueden ser efectivas longitudes de discontinuidad más cortas. Por ejemplo, pueden ser suficientes las discontinuidades que tengan una longitud de al menos 10 centímetros a lo largo de la longitud del cable.

En la realización de ejemplo, las discontinuidades 180 se unen a la porción 184 primaria de la cubierta 140 cuando la cubierta se extruye. La porción 184 primaria y las discontinuidades 180 se pueden formar a partir de polímeros extrudibles, de modo que cuando los extrudidos usados para formar la porción 184 primaria y las discontinuidades 180 se enfrían y solidifican, los extrudidos se unen en un grado deseado. Cuando se forman las discontinuidades 180 mientras se extruye la porción 184 primaria de la cubierta, la unión entre la discontinuidad 180 y el resto de la cubierta 140 puede describirse generalmente como habilitada por el entrelazamiento de la cadena de polímero a medida que la cubierta 140 se solidifica. El grado de unión entre la porción de la cubierta primaria y el material dentro de la discontinuidad 180, la cohesión de los materiales primario y secundario y la forma de la discontinuidad 180 se pueden seleccionar para proporcionar propiedades de separación deseables en las discontinuidades 180. Por consiguiente, la cubierta 140 puede comprender una estructura polimérica compuesta, unitaria, cohesiva. Las interfaces entre la porción 184 primaria y las discontinuidades 180 pueden incluir regiones de transición entre los materiales de la porción 184 primaria y las discontinuidades 180. Una discontinuidad puede extrudirse en la porción 184 primaria de la cubierta 140 en cualquier lugar en el que pueda formarse un punto de acceso. En la realización ilustrada, las discontinuidades 180 están estrechamente espaciadas del núcleo 120, y ambas discontinuidades 180 están totalmente incrustadas o rodeadas por la porción 184 primaria de la cubierta 140. En realizaciones alternativas, las discontinuidades pueden extenderse al perímetro exterior de una cubierta de cable o al perímetro exterior del núcleo.

Como se muestra en la figura 1, las discontinuidades 180 pueden ser tiras relativamente estrechas en la cubierta 140 y pueden ocupar porciones relativamente pequeñas del área AJ de la sección transversal de la cubierta. Por ejemplo, las discontinuidades 180 pueden tener áreas de sección transversal A_D que son menos del 10% de AJ y tan bajas como menos del 5% de AJ. En la realización ilustrada, cada una de las discontinuidades 180 tiene áreas de sección transversal A_D que son menos del 2% de AJ. En la figura 1, se forman dos discontinuidades 180 en la cubierta 140 para facilitar la apertura de la cubierta 140. Dependiendo de la forma que adopte el núcleo 120, se puede variar el número, espaciado, forma, composición y otros aspectos de las discontinuidades 180. Por ejemplo, una sola discontinuidad en la cubierta 140 puede ser suficiente para permitir que la cubierta 140 de cable se abra alejándose del núcleo 120.

Las figuras 2A-2C ilustran las discontinuidades 180 con mayor detalle. La figura 2B es una vista aislada de una de las discontinuidades 180 en la cubierta 140. Haciendo referencia a la figura 2B, una discontinuidad 180 puede tener un ancho A máximo, una altura B y un espacio entre centros desde el núcleo 120 de D. La distancia desde la superficie superior del cable al núcleo 120 es C. De acuerdo con un aspecto, la relación A:B de aspecto está en el rango de 1:4 a 1:100. En general, las relaciones A:B de aspecto más bajas, que indican discontinuidades más estrechas, son favorables en las secciones transversales del cable como se muestra en las figuras 2A-2C. Son estas discontinuidades las que permiten que se desarrolle una concentración de tensión en la raíz de una discontinuidad y, por lo tanto, inician la falla del material de la cubierta primaria. La relación B:C ilustrada es aproximadamente 1:2, lo que indica que la altura de una discontinuidad es aproximadamente la mitad del grosor de la cubierta entre el núcleo y la porción superior central de la cubierta. La relación B:C se selecciona para facilitar el acceso al núcleo y mantener la suficiente robustez del cable 110, y variará con factores tales como la tenacidad a la fractura del material de la porción 184 primaria, la unión entre las discontinuidades 180 y la porción 184 principal, y otros

factores. De acuerdo con una realización, la relación B:C es al menos 1:4 o, dicho alternativamente, B es al menos $\frac{1}{4}$ del grosor de la cubierta C en la línea central del cable.

La relación de la fuerza de adhesión entre el primer material de la porción 184 primaria y el segundo material de las discontinuidades 180 también es un factor para determinar las discontinuidades de forma y composición. La relación entre la resistencia de cohesión del segundo material y la resistencia de adhesión entre el primer y el segundo material (relación A) puede estar en el rango de, por ejemplo, 1:20 a 20:1. La figura 3 ilustra diversas relaciones de adhesión. Con una discontinuidad 180 cohesiva secundaria de resistencia de a una resistencia de adhesión de 1:20, hay muy poca resistencia de cohesión dentro del segundo material en comparación con la adhesión entre los dos materiales y, por lo tanto, se producirán fallas dentro del segundo material. Una relación de 20:1 indica un segundo material cohesivo relativamente fuerte en comparación con la unión adhesiva entre los materiales y, por lo tanto, se producirá un fallo en la interfaz entre la porción 184 primaria y la discontinuidad 180. En la realización ilustrada, la relación de adhesión es de al menos 4:1. Es la falla del material o unión lo que permite que se desarrolle una concentración de tensión suficiente en la punta de la discontinuidad 180 y, por lo tanto, inicie la falla del primer material. La relación de la resistencia del primer material a la adhesión entre el primer y el segundo material (relación B) puede estar, por ejemplo, en el rango de 20:1 y 400:1. La relación B en el rango de 1:1 y 20:1 seguirá una relación lineal con la relación A en el rango de la relación A indicado anteriormente.

Los materiales y procesos usados para formar la porción 184 primaria y las discontinuidades 180 pueden seleccionarse para un acceso relativamente fácil al núcleo 120 rasgando la cubierta 140. El cable 110 puede construirse para cumplir con otros requisitos de robustez, tales como requisitos para que la cubierta 140 permanece intacta bajo cargas de tracción, torsión, variaciones de temperatura y cuando se somete a otros criterios de prueba de cable conocidos, tales como, por ejemplo, ICEA 460 y GR20. En la realización ilustrada, la porción 184 primaria de la cubierta 140 ilustrada se extruye a partir de polietileno de densidad media (MDPE), y las discontinuidades 180 se extruyen a partir de un segundo material principalmente de polipropileno (PP). La cubierta 140 se forma en un proceso de coextrusión de modo que la porción 184 primaria y las discontinuidades 180 se unan durante el enfriamiento para formar enlaces relativamente fuertes. La cubierta 140 de cable puede ser robusta pero las fuerzas de tracción relativamente bajas son suficientes para cortar o rasgar la cubierta 140 a lo largo de las discontinuidades 180. Sin estar ligados a la teoría, los solicitantes creen que se puede crear la unión entre el polipropileno de la discontinuidad y el polietileno de la porción principal. mediante la adición de cantidades seleccionadas de etileno compuesto en la discontinuidad de polipropileno. Se cree que las cantidades de polietileno en la discontinuidad 180 se unen con el polietileno de la porción 184 primaria, además de dar como resultado un entrelazamiento molecular entre el polietileno y el polipropileno. De acuerdo con este entendimiento, la cantidad de etileno en el extrudido de polipropileno usado para formar las discontinuidades 180 puede aumentarse para aumentar la unión entre las discontinuidades y el resto de la cubierta 140.

En general, si la porción 184 primaria se forma a partir de un primer material polimérico extrudido, y las discontinuidades 180 se forman a partir de un segundo material polimérico extrudido, las discontinuidades pueden incluir de 0.5% a 20% en peso del primer material polimérico. Una realización de una discontinuidad de película delgada contiene PP con aproximadamente un 9% de PE. También son posibles mayores contenidos de PE, tal como hasta un 20% de PE. Los contenidos de PE menores que 0.2% en PP pueden provocar una unión insuficiente entre la porción principal y una discontinuidad. En una realización, el primer material polimérico está compuesto por al menos un ochenta por ciento en peso de un primer polímero, y el segundo material polimérico extrudido está compuesto por al menos un setenta por ciento en peso de un segundo polímero y al menos un 0.5 por ciento por peso del primer polímero. En esta realización, el primer polímero puede ser PE y el segundo polímero puede ser PP.

La coextrusión de las discontinuidades 180 y la porción 184 principal se puede lograr adaptando un cabezal de extrusión convencional tal como el que se usa a partir de los cables divulgados en la solicitud PCT. No. PCT/US2009/058017. El cabezal de extrusión se adapta añadiendo una o más aberturas a través del cabezal de extrusión que permiten la introducción de un segundo material extrudido fundido en el primer extrudido fundido utilizado para formar la primera porción 184 de la cubierta 140. Se permite que el primer y el segundo materiales extrudidos se enfríen y solidifiquen juntos y logren un grado deseado de unión entre la primera porción y las discontinuidades. De acuerdo con la presente realización, los materiales extrudidos primero y segundo pueden introducirse y extrudirse a través de un cabezal de extrusión común de modo que las discontinuidades y la primera porción de la cubierta se coextruyan en el mismo lugar.

Las figuras 4A-4C ilustran una cubierta 440 anular alternativa de acuerdo con una segunda realización. La cubierta 440 es adecuada para su uso en cables de sección transversal redonda similares a los divulgados en la solicitud Prov. U.S. No. 61/330,038. La cubierta 440 incluye dos discontinuidades 480 que se pueden usar como ubicaciones de FISURA donde la cubierta 440 se puede separar de un núcleo de cable como se muestra en la solicitud Prov. U.S. No. 61/330,038, de un blindaje o de otro componente de un cable. La porción 484 primaria de la cubierta 440 puede ser esencialmente un recubrimiento de polímero extrudido unitario en el que las discontinuidades 480 están totalmente incrustadas.

En la realización de ejemplo, las discontinuidades 480 se unen a la porción 484 primaria de la cubierta 440 cuando se extruye la cubierta. La porción 484 primaria y las discontinuidades 480 pueden formarse a partir de polímeros extrudibles, de modo que cuando los dos materiales extrudidos usados para formar la porción 484 primaria y las

5 discontinuidades 480 se enfrían y solidifican, los extrudidos se unen al grado deseado. Cuando se forman las discontinuidades 480 mientras se extruye la porción 484 primaria de la cubierta, la unión entre la discontinuidad 480 y el resto de la cubierta 440 puede describirse generalmente como habilitada por el entrelazamiento de la cadena de polímero a medida que la cubierta 440 se solidifica. El grado de unión puede seleccionarse para proporcionar propiedades de separación deseables en las discontinuidades 480. Por consiguiente, la cubierta 440 puede comprender una estructura polimérica compuesta, unitaria, cohesiva. Puede extruirse una discontinuidad en la porción 484 primaria de la cubierta 440 en cualquier lugar donde pueda formarse un punto de acceso. En la realización ilustrada, las discontinuidades 480 están situadas en lados opuestos de la cubierta 440 anular para que la cubierta pueda rasgarse por la mitad y tirarse. Ambas discontinuidades 480 están totalmente incrustadas o rodeadas por la porción 484 primaria de la cubierta 440.

10 Como se muestra en la figura 4A, las discontinuidades 480 pueden ser tiras relativamente estrechas en la cubierta 440, y pueden ocupar porciones relativamente pequeñas del área AJ de la sección transversal de la cubierta. Por ejemplo, las discontinuidades 480 pueden tener áreas AD de sección transversal que son menos del 10% de AJ y tan bajas como menos del 5% de AJ. En la realización ilustrada, cada una de las discontinuidades 480 tiene áreas AD de sección transversal que son menos del 2% de AJ.

15 Haciendo referencia a la figura 4B, una discontinuidad 480 puede tener un ancho A máximo, una altura B y un espacio entre centros desde un borde interior de la cubierta 440 de D. El grosor de la cubierta 440 es C. De acuerdo con un aspecto, la relación de aspecto A:B está en el rango de 1:4 a 1:100. En general, son favorables las relaciones de aspecto A:B más bajas, que indican discontinuidades más estrechas. La relación B:C ilustrada es aproximadamente 2:3, lo que indica que la altura de una discontinuidad es aproximadamente 2/3 del grosor de la cubierta. La relación B:C se selecciona para proporcionar facilidad de acceso al núcleo y para mantener suficiente robustez del cable 410, y variará con factores tales como la tenacidad a la fractura del material de la porción 484 primaria, la unión entre las discontinuidades 480 y otros factores. De acuerdo con una forma de realización, la relación B:C es al menos 1:3 o, dicho alternativamente, B es al menos 1/3 del grosor de la cubierta C.

20 En la realización ilustrada, la porción 484 primaria de la cubierta 440 ilustrada se extruye a partir de polietileno de densidad media (MDPE), y las discontinuidades 480 se extruyen a partir de un material compuesto principalmente de polipropileno (PP) con pequeñas cantidades de MDPE compuesto en el mismo. La cubierta 440 se formó en un proceso de coextrusión de modo que la porción 484 primaria y las discontinuidades 480 se unieron durante el enfriamiento para formar enlaces relativamente fuertes. La cubierta 440 del cable es robusta, pero las fuerzas de tracción relativamente bajas son suficientes para cortar la cubierta 440 a lo largo de las discontinuidades 480.

25 La coextrusión de las discontinuidades 480 y la porción 484 principal se puede lograr adaptando un cabezal de extrusión convencional. El cabezal de extrusión se adapta añadiendo una o más aberturas a través del cabezal de extrusión que permiten la introducción de un segundo material extrudido fundido en el primer extrudido fundido usado para formar la porción 484 primaria de la cubierta 440. El primer y segundo materiales extrudidos se dejan enfriar y solidificar juntos y lograr un grado deseado de unión entre la porción primaria y la discontinuidad. De acuerdo con la presente realización, el primer y segundo materiales extrudidos pueden introducirse y extrudirse a través de un cabezal de extrusión común.

30 Las porciones primarias de la cubierta del cable y las discontinuidades descritas en esta especificación pueden estar hechas de diversos materiales de polímeros. La porción primaria o la discontinuidad pueden estar hechas de polipropileno (PP), polietileno (PE) o mezclas de materiales tales como una mezcla de PE y etileno acetato de vinilo (EVA), material ignífugo tal como polietileno ignífugo, polipropileno ignífugo, cloruro de polivinilo (PVC) o PVDF fluoruro de polivinilideno, materiales de relleno tales como tereftalato de polibutileno (PBT), un policarbonato y/o un material de polietileno (PE) y/o un acrilato de etileno vinilo (EVA) u otras mezclas de los mismos que tengan rellenos como una tiza, un talco o similares, y otros materiales tales como acrilatos curables por UV.

35 Las expresiones "polímero" y "polimérico" como se usan en esta especificación indican materiales extrudibles que consisten principalmente en polímeros, pero permiten, por ejemplo la inclusión de materiales de relleno.

40 En general, las propiedades de separación deseables divulgadas en esta especificación pueden obtenerse coextruyendo las discontinuidades de un material diferente al material usado para formar la porción primaria de la cubierta. Como método alternativo, que no forma parte de la presente invención, las discontinuidades pueden estar hechas del mismo material que el resto de la cubierta, pero sometidas, por ejemplo a diferentes condiciones de curado.

REIVINDICACIONES

1. Un cable (110), que comprende:
un núcleo (120) que comprende al menos una fibra óptica; y
una cubierta (140, 440) que rodea el núcleo (120), comprendiendo la cubierta (140, 440):
- 5 una porción (184, 484) primaria de un primer material; y
al menos una discontinuidad (180, 480) de un segundo material totalmente incrustado en la porción (184, 484) primaria, la discontinuidad (180, 480) se extiende a lo largo de una longitud del cable (110), en donde el primer y segundo materiales son extrudible, siendo el primer material diferente del segundo material, en donde el segundo material incluye una cantidad seleccionada del primer material para mejorar la unión entre la porción (184, 484) primaria y la al menos una discontinuidad (180, 480), en donde un altura (B) de la discontinuidad (180, 480) es al menos cuatro veces mayor que el ancho (A) máximo de la discontinuidad (180, 480), en donde la discontinuidad (180, 480) y la porción (184, 484) primaria permiten que la cubierta (140, 440) se separe en la discontinuidad (180, 480) para proporcionar acceso al núcleo (120).
- 10
2. El cable (110) de la reivindicación 1, en donde la relación entre la altura (B) de la discontinuidad (180, 480) y el ancho (A) de la discontinuidad (180, 480) está en el rango de 1:4 a 1:100, lo que permite que se desarrolle una concentración de tensión en la raíz de la discontinuidad (180, 480).
- 15
3. El cable (110) de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el primer material es polimérico y en donde el segundo material es polimérico.
4. El cable (110) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el primer material está compuesto por al menos un ochenta por ciento en peso de un primer polímero, y en donde el segundo material está compuesto por al menos un setenta por ciento en peso de un segundo polímero y al menos 0.5 por ciento en peso del primer polímero.
- 20
5. El cable (110) de la reivindicación 4, en donde el primer polímero es polietileno y el segundo polímero es polipropileno.
- 25
6. El cable (110) de cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en donde el segundo material incluye de 0.5% a 20% en peso del primer polímero.
7. El cable (110) de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde la discontinuidad (180, 480) se extiende a lo largo de toda la longitud del cable (110), en donde la al menos una discontinuidad (180, 480) incluye dos discontinuidades (180, 480) que están espaciadas entre sí en la cubierta (140, 440), y en donde un área de sección transversal (AD) de cada discontinuidad (180, 480) es menos del 5% de un área de sección transversal (AJ) de la cubierta (140, 440).
- 30
8. El cable (110) de la reivindicación 1, que además comprende:
un primer miembro (130) de resistencia en un primer lado del núcleo (120);
un segundo miembro (130) de resistencia en un segundo lado del núcleo (120); y
- 35 en donde la cubierta (140, 440) rodea el núcleo (120) y los miembros (130) de resistencia.
9. El cable (110) de la reivindicación 8, en donde la altura (B) de la discontinuidad (180, 480) es al menos un tercio de la distancia entre el núcleo (120) y el borde exterior más cercano de la cubierta (140, 440).
10. El cable (110) de la reivindicación 8, en donde la cubierta (140, 440) del cable tiene una altura media (MH) dispuesta alrededor de la al menos una fibra óptica, y una altura final (EH) dispuesta alrededor del primer componente de resistencia, siendo la altura medial (MH) menor que la altura final (EH), en donde la relación entre la altura medial (MH) y la altura final (EH) es menor que 0.95, en donde un área (160) de sección transversal del cable (110) está en el rango de 8-22 milímetros cuadrados, en donde el cable (110) de fibra óptica tiene un ancho (W) en el rango de 3-6 milímetros.
- 40
11. La reivindicación de la reivindicación 1, en donde la cubierta (140, 440) comprende una estructura polimérica compuesta, unitaria, cohesiva, en donde la cubierta (140, 440) tiene una estructura anular, y en donde las discontinuidades (180, 480) están ubicadas en lados opuestos de la cubierta (140, 440) anular, por lo que la cubierta (140, 440) puede romperse por la mitad y tirarse.
- 45
12. Un método para fabricar un cable (110), que comprende:
hacer avanzar un núcleo (120) en una primera dirección, incluyendo el núcleo (120) al menos una fibra óptica; y

extrudir una cubierta (140, 440) alrededor del núcleo (120), comprendiendo la cubierta (140, 440) una porción (184, 484) primaria y al menos una discontinuidad (180, 480) totalmente incrustada en la porción (184, 484) primaria, en donde la altura (B) de la discontinuidad (180, 480) es al menos cuatro veces mayor que la anchura (A) máxima de la discontinuidad (180, 480), comprendiendo la extrusión:

5 introducir un primer material polimérico extrudido en un aparato de extrusión para formar la porción (184, 484) primaria de la cubierta (140, 440);

10 introducir un segundo material polimérico extrudido en el aparato de extrusión para formar la al menos una discontinuidad (180, 480), en donde el segundo material polimérico extrudido incluye una cantidad seleccionada del primer material extrudido polimérico para mejorar la unión entre la porción (184, 484) primaria y la al menos una discontinuidad (180, 480); y

permitiendo que el primer y el segundo materiales extrudidos se arrastren y se enfríen alrededor del núcleo (120), en donde el primer y el segundo materiales forman la cubierta (140, 440).

13. El método de la reivindicación 12, en donde el segundo material extrudido fluye como un líquido en un flujo del primer material extrudido cuando se extruye la cubierta (140, 440), y en donde el segundo material extrudido se une al primer material extrudido cuando los materiales se enfrían.

14. El método de cualquier reivindicación 12 o 13, en donde el primer y el segundo materiales extrudidos se extruyen a través de un cabezal de extrusión común.

15. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en donde el primer material extrudido polimérico está compuesto por al menos un ochenta por ciento en peso de un primer polímero, y en donde el segundo material extrudido polimérico está compuesto por al menos un setenta por ciento en peso de un segundo polímero y al menos 0.5 por ciento en peso del primer polímero y en donde el primer polímero comprende polietileno.

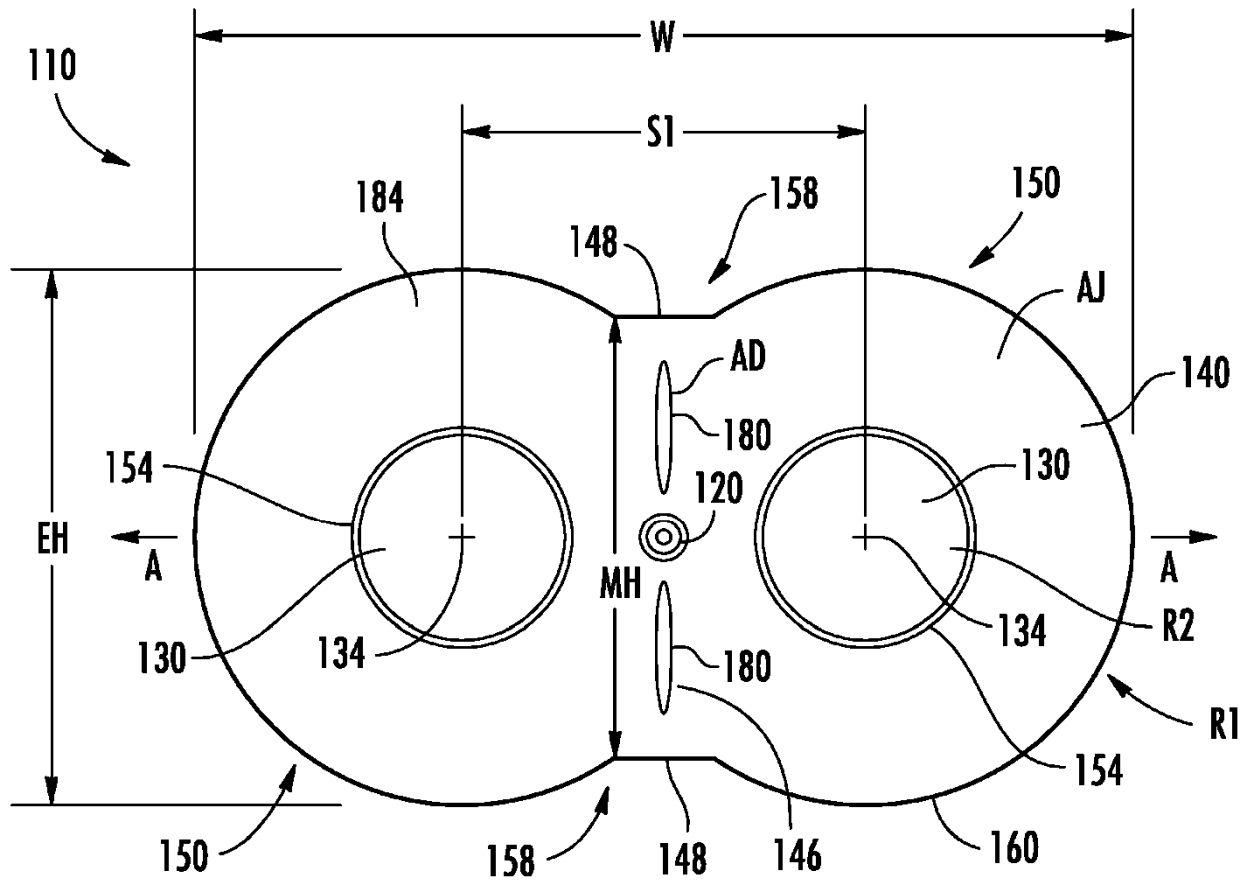


FIG. 1

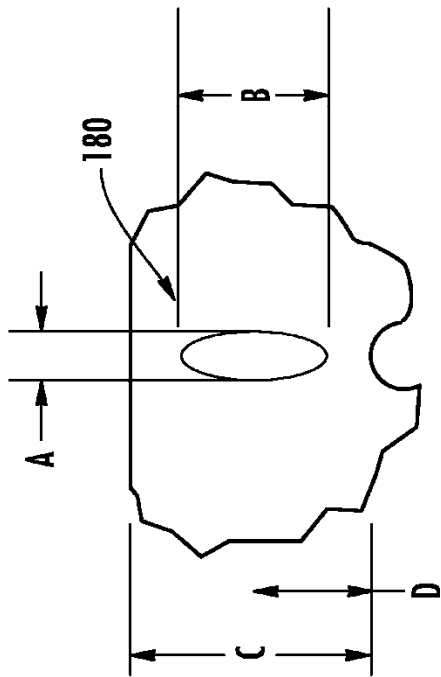


FIG. 2B

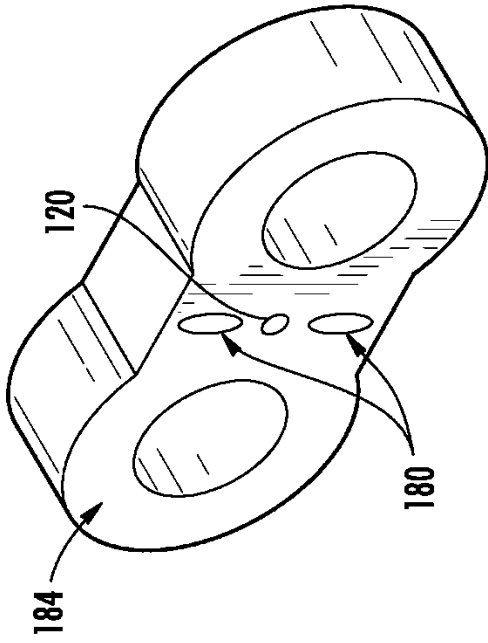


FIG. 2C

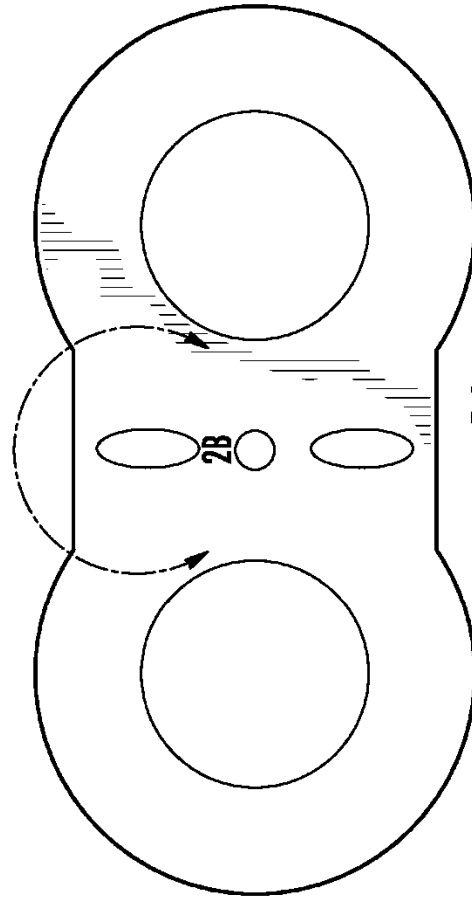


FIG. 2A

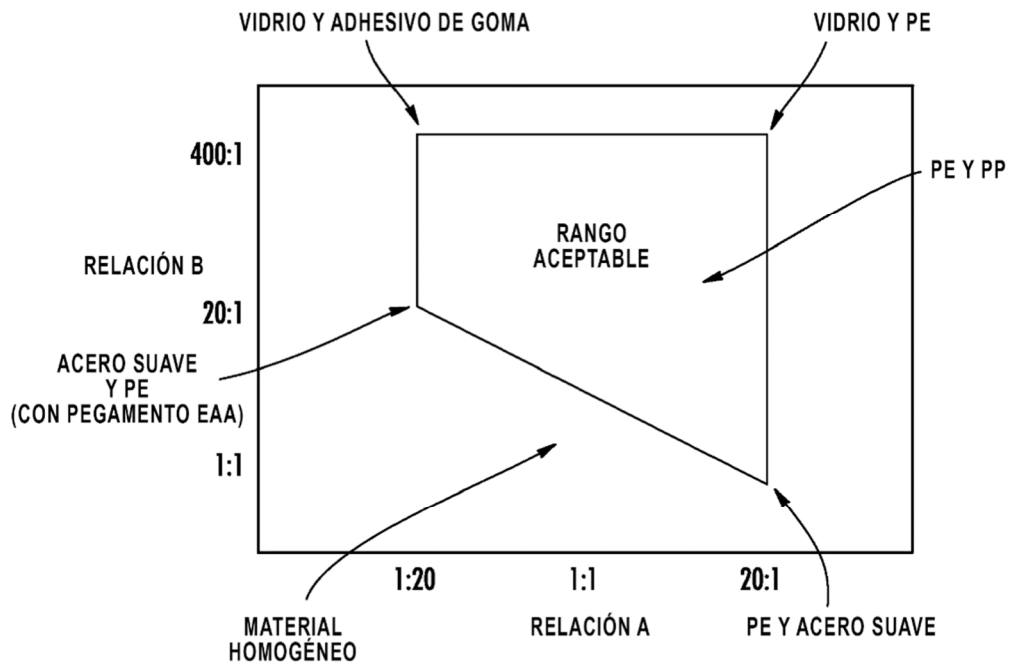


FIG. 3

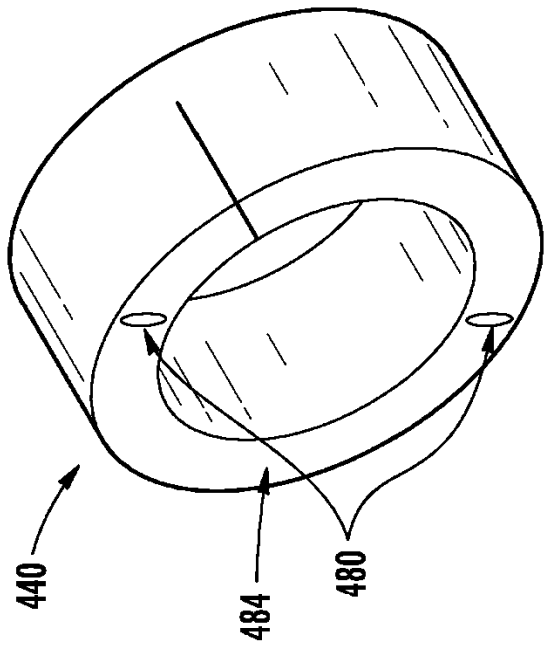


FIG. 4C

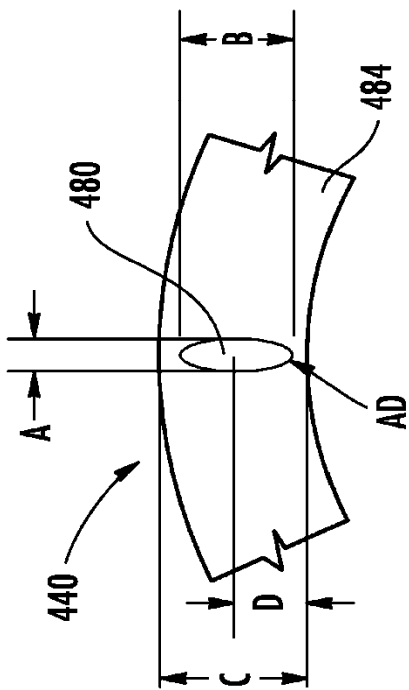


FIG. 4B

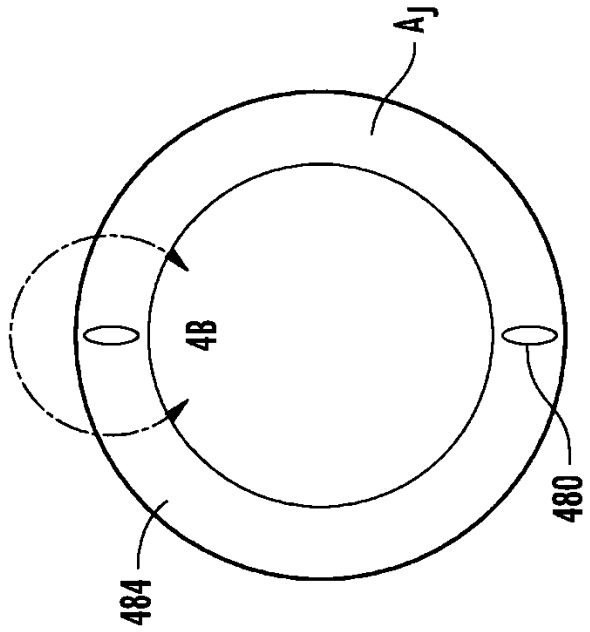


FIG. 4A