

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 614 153**

(51) Int. Cl.:

**G02B 6/44**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.11.2009 PCT/US2009/065760**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2010 WO10062906**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.11.2009 E 09760067 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2350723**

---

(54) Título: **Cable de fibra óptica y unión de vaina**

(30) Prioridad:

**26.11.2008 US 118196 P**

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

**29.05.2017**

(73) Titular/es:

**CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC  
(100.0%)  
Intellectual Property Department, SP-TI-3-1  
Corning, NY 14831, US**

(72) Inventor/es:

**BLAZER, BRADLEY J.;  
BRINGUIER, ANNE G.;  
GIMBLET, MICHAEL J.;  
GUENTER, CORY F.;  
HEDRICK, DOUGLAS S.;  
LAIL, JASON C. y  
ROBERTS, REGINALD**

(74) Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 614 153 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

Cable de fibra óptica y unión de vaina

Solicitud prioritaria

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud US No. 61/118,196, presentada el 26 de noviembre de 2008 y titulada "MÉTODOS PARA CONTROLAR LA UNIÓN Y ARTÍCULOS FORMADOS A PARTIR DE LA MISMA".

Solicitudes relacionadas

10 Esta solicitud está relacionada con la Solicitud US No. 12/214,461, presentada el 19 de junio de 2008 y titulada "CABLE DE FIBRA ÓPTICA QUE TIENE UNA ARMADURA CON FUNCIONES DE ACCESO FÁCIL", la Solicitud US No. 12/150,656, presentada el 30 de abril de 2008 y titulada "CABLE DE FIBRA ÓPTICA Y MÉTODO DE FABRICACIÓN DEL MISMO", la Solicitud US No. 61/121,711, presentada el 11 de diciembre de 2008 y titulada "FUNDAS DE CABLE CON UNION PERIMETRAL VARIABLE", y la Solicitud US No. 61/139.187, presentada el 19 de diciembre de 2008 y titulada "MÉTODOS PARA CONTROLAR LA UNIÓN Y BLOQUEO DE AGUA EN CABLES".

Antecedentes

15 Los cables de fibra óptica se utilizan para transmitir datos en ambientes interiores y exteriores. Es común que los cables en exteriores incluyan una armadura para protección contra ataques de roedores, aplastamiento y/o para proporcionar un diseño de cable generalmente robusto. Las armaduras pueden ser metálicas, de plástico, por ejemplo capas, y están normalmente cubiertas por un recubrimiento de funda de cable que se extruye sobre la armadura.

20 Con el fin de acceder a las fibras ópticas dentro de los cables apantallados, la funda se quita primero de la armadura, y después se forma un punto de acceso a la armadura, en general, rompiendo la armadura. Las armaduras metálicas convencionales, normalmente, incluyen un revestimiento de polietileno o algún otro material de revestimiento. Durante la fabricación de un cable, una capa líquida intermedia, tal como un pegamento, es aplicada al revestimiento de la armadura antes de extruir la funda sobre la armadura. El pegamento es aplicado para formar una capa de retirada que evita que se forme una unión termoplástica fuerte entre el revestimiento de la armadura y la funda, lo cual puede provocar que la funda sea difícil o imposible de separar de la armadura.

25 Aunque la capa intermedia de pegamento permite a la funda ser separada de la armadura, la unión entre la funda y la armadura puede ser relativamente fuerte, provocando una dificultad en la separación. El pegamento es también relativamente irregular, caro, y difícil de emplear en un ambiente de fabricación. Por ejemplo, el pegamento debe ser calentado al menos a su temperatura de fusión antes de aplicarse a la superficie de la armadura y debe ser conducido a través de un conducto sellado está lo suficientemente cerca del punto de aplicación como para que el pegamento no se solidifique durante el transporte. Un exceso de pegamento que no se adhiere a la superficie de la armadura también puede ser limpiado de forma regular en la línea de fabricación.

30 El documento US 4 932 746 describe un cable de fibra óptica con un núcleo de plástico que tiene tubos de plástico que se extienden longitudinalmente embebidos en el mismo. Cada tubo de plástico contiene una fibra óptica. Los materiales del núcleo y los tubos son seleccionados de manera que no haya una unión o conexión significativa entre las superficies exteriores de los tubos y del núcleo para permitir una separación fácil de los tubos del núcleo. Puede haber capas de un fluido o un polvo intermedias a las superficies exteriores de los tubos y del núcleo.

35 El documento US 5 649 041 describe un cable que comprende tubos de amortiguación hechos de un material plástico térmico. Un polvo absorbente puede ser adherido a la superficie de los tubos mediante un material adhesivo soluble en agua.

Resumen

De acuerdo con un modo de realización, un método de fabricación de un cable óptico de fibra apantallado comprende las características de la reivindicación 1 adjunta.

40 De acuerdo con un modo de realización, un cable de fibra óptica apantallado comprende las características de la reivindicación 8 adjunta.

45 De acuerdo con un modo de realización, un método para fabricar un cable de fibra óptica apantallado comprende proporcionar un núcleo de cable de fibra elástica, que encierra al menos parcialmente el núcleo de cable de fibra óptica en una armadura, aplicando un material de partículas a una superficie exterior de la armadura, y aplicando después el material de partículas, formando un recubrimiento sobre la armadura.

- De acuerdo con un aspecto, el material de partículas proporciona una unión controlada del recubrimiento de la armadura. En donde en la interfaz del recubrimiento con la armadura que incluye una material de partículas, la retirada del recubrimiento es facilitada por un fallo cohesivo del material de partículas cuando el recubrimiento es retirado de la armadura. El recubrimiento puede también incluir regiones en las cuales está unido, de manera termoplástica, a la armadura. La combinación de regiones que contienen el material de partículas (es decir la unión inferior) y las regiones de unión termoplástica pueden ser realizadas a medida para obtener una fuerza de retirada deseada del recubrimiento.
- De acuerdo con otro aspecto, regiones específicas de la armadura pueden ser seleccionadas para la aplicación del material de partículas, en oposición a toda la superficie de la armadura.
- 5 10 De acuerdo con otro modo de realización, el método para formar un artículo comprende proporcionar una primera capa, aplicar el material de partículas a una primera superficie de la primera capa, y después aplicar el material de partículas formando una segunda capa sobre la primera capa.
- De acuerdo con los modos de realización, el material de partículas proporciona una unión controlada entre las superficies de contacto de la primera y segunda capas.
- 15 20 Los expertos en la materia apreciarán las ventajas mencionadas anteriormente y otras ventajas y beneficios de distintos modos de realización adicionales, leyendo la siguiente descripción detallada de los modos de realización, con referencia a las figuras de dibujos que se enumeran a continuación.
- Breve descripción de los dibujos
- 25 30 De acuerdo con la práctica común, las distintas características de los dibujos descritos a continuación no se dibujan necesariamente a escala. Las dimensiones de las diversas características y elementos en los dibujos pueden expandirse o reducirse para ilustrar de forma más clara los modos de realización de la invención.
- La figura 1 es una vista de un corte en sección parcial de un cable, de acuerdo con un primer modo de realización, con una porción del recubrimiento de cable que se separa de la armadura de cable.
- La figura 2 es una vista en sección del cable apantallado de la figura 1 tomada a lo largo de la línea 2-2 en la figura 1.
- La figura 3 es una vista en sección longitudinal de la interfaz de la armadura y de la cubierta del cable de la figura 1.
- La figura 4 es una vista en sección longitudinal de la armadura.
- La figura 5 es una ilustración esquemática de una línea de fabricación adecuada para fabricar cables con unión controlada entre superficies en los cables.
- 35 40 45 Las figuras 6A-6D ilustran un método para fabricar un artículo con unión controlada entre las superficies del artículo. Las figuras 7A-7D ilustran otro método para fabricar un artículo con unión controlada entre las superficies del artículo, en el que un área específica de la interfaz del artículo tiene una unión controlada.
- Descripción detallada
- A continuación se hará referencia en detalle a los presentes modos de realización cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizarán los mismos números de referencia a través de los dibujos para referirse a las mismas o partes similares.
- La figura 1 es una vista particular de un corte en sección de un cable 100, de acuerdo con un primer modo de realización. La figura 2 es una vista en sección de un cable tomada a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1. El cable 100, en general, comprende un núcleo 110, una armadura 120 que tiene un solapamiento 121 y una superficie 122 exterior de contacto y un recubrimiento 130 que rodea a la armadura 120 y que tiene una superficie 134 interior de contacto, en contacto con la superficie 122 exterior de la armadura 120. Uno o más elementos 140 de refuerzo se extienden a lo largo de la longitud del cable. El núcleo 110 incluye un tubo 160 de amortiguación y un inserto 164 seco dispuesto dentro del interior de la armadura 120 y que se extiende a lo largo de la longitud del cable 100. Un segundo inserto seco (no ilustrado) puede estar situado entre el exterior del tubo 160 de amortiguación y la armadura 120.

En un ejemplo de un modo de realización, el núcleo 110 también incluye una o más fibras ópticas, teniendo cada una de las fibras ópticas la habilidad de transportar comunicaciones de fibra óptica. El núcleo 110 de ejemplo puede, por lo tanto, ser referido como un "núcleo de cable de fibra óptica". En el modo de realización ilustrado, las fibras 112 ópticas están dispuestas en un apilamiento 114 de una pluralidad de bandas 116 de fibra óptica, teniendo cada

banda 116 de fibra óptica una fila de doce fibras 112 ópticas incluidas en una matriz 118 plana. Otras disposiciones de fibras ópticas son posibles. El inserto 164 seco puede ser, por ejemplo, una cinta de espuma que se extiende longitudinalmente. Si se desea, el tubo 160 de amortiguación y el inserto(s) seco pueden ser omitidos para proporcionar una facilidad de acceso al apilamiento 114 plano.

5 La armadura 120 rodea y protege el núcleo 110 y tiene una forma tubular. El interior de la armadura 120 puede hacer contacto con una superficie exterior del núcleo 110, o puede estar presente un inserto seco (no mostrado) intermedio. En esta memoria descriptiva, el término "armadura" no indica de forma necesaria un elemento metálico, y permite el uso de armaduras dieléctricas, por ejemplo. La armadura 120 puede incluir un revestimiento 124 que comprende una capa de polímero formada sobre un material 126 de armadura base, sirviendo el revestimiento 124 como superficie 122 de la contacto de la armadura. De forma alternativa y/o adicional las capas pueden ser incluidas en la armadura 120, de manera que la armadura 120 es de hecho un laminado de armadura. El término "armadura" es utilizado en esta memoria descriptiva por simplicidad en la descripción y se pretende que englobe a las armaduras laminadas que son conocidas, en general, en el estado de la técnica. La estructura de una armadura de ejemplo es descrita en detalle a continuación con referencia a la figura 4.

10 15 El recubrimiento 130 rodea y hace contacto de forma ajustada con la armadura 120 y puede referirse como una "funda" o una "funda de cable". En el modo de realización a modo de ejemplo, el recubrimiento 130 es un material polímero formado sobre la armadura 120 mediante un proceso de extrusión. El polímero utilizado para formar el recubrimiento 130 puede ser de materiales tales como por ejemplo plásticos. En el modo de realización a modo de ejemplo, el recubrimiento 130 de polímero es un polietileno de densidad media resistente a los rayos UV (MDPE). El recubrimiento 130 puede ser descrito en general como que comprende un polímero o como "polimérico" pero se pueden incluir otros materiales no polímeros en el recubrimiento. En esta memoria descriptiva, el término "polimérico" permite la inclusión de aditivos, e indica que el recubrimiento comprende al menos un 70% de material polímero.

20 25 Tal y como se muestra la figura 2, durante la extrusión del recubrimiento 130 sobre la armadura 120, se puede formar un canal o hueco 190 que se extiende longitudinalmente entre el elemento 140 de refuerzo y la armadura 120. Los huecos 190 que se extienden longitudinalmente se describen con mayor detalle a continuación, con referencia a la figura 7. En esta memoria descriptiva, el término "hueco" no significa una ausencia de toda materia, sino que por otro lado indica una región entre el elemento de refuerzo y la armadura donde no se ha infiltrado material de funda polímero durante la extrusión del recubrimiento 130.

30 35 40 45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la unión de la superficie 134 de contacto interior del recubrimiento 130 de la armadura 120 está controlada utilizando una aplicación total o parcial de un material 150 de partículas en la interfaz del recubrimiento 130 y en la armadura 120. El material 150 de partículas y el revestimiento 124 de la armadura pueden ser relativamente pequeños y no son visibles en la figura 2. El material 150 de partículas es mostrado con más detalle en la figura 3, y la armadura 120 es mostrada con más detalle la figura 4. Para los propósitos de esta memoria descriptiva, el revestimiento 124 sobre la armadura 120, si está presente, se considera como que forma parte de la armadura ya que los proveedores a menudo revisten previamente los materiales en bruto utilizados para formar dichas armaduras. El polietileno es un material de revestimiento común. Si un material de funda de cable plástico (por ejemplo MDPE) fuera extruido directamente sobre un revestimiento de armadura de polietileno, se formaría una unión termoplástica fuerte entre el revestimiento de armadura y el recubrimiento plástico resultante. El material 150 de partículas de control de la unión, de acuerdo con los modos de realización de la presente invención, es aplicado en la interfaz de la armadura 120 y en el recubrimiento 130, con el fin de interrumpir y/o debilitar la unión termoplástica, y por lo tanto facilitar la separación de todo o una parte del recubrimiento 130 de la armadura 120 (mostrada en la figura 1).

50 Una capa 154 de material adherente puede estar situada en la interfaz del recubrimiento 130 y la armadura 120. El adherente 154 puede ser, por ejemplo, una capa formada de un líquido viscoso aplicado a la armadura 120 durante la fabricación del cable 110. El adherente 154 ayuda al material 150 de partículas a adherirse a la superficie exterior de la armadura 120 antes de que el recubrimiento 130 sea formado sobre la armadura. El material 154 adherente puede ser un líquido, tal como un líquido de viscosidad media. En el modo de realización a modo de ejemplo, el material 154 adherente es un aceite. A pesar de que el material 154 adherente es ilustrado sobre la superficie de la armadura 120 en la figura 1, materiales tales como aceites se incorporarán de forma previsible total o sustancialmente en el recubrimiento 130 durante la extrusión.

55 60 El material 150 de partículas puede estar compuesto de una pluralidad de partículas inorgánicas u orgánicas distribuidas sobre toda o una parte de la superficie 122 de la armadura 120. La densidad y disposición del material 150 de partículas pueden ser seleccionadas para proporcionar un grado deseado de unión entre el recubrimiento 130 y la armadura 120. Partículas inorgánicas adecuadas incluyen partículas minerales tal como Talco-Silicato de Magnesio Hidratado (Talco) arcilla (por ejemplo, silicato de aluminio hidratado) y polímeros superabsorbentes (SAP) tales como los que se utilizan en aplicaciones de bloqueo de agua en cables de fibra óptica. Un ejemplo de una partícula mineral adecuada es VANTALC 2500® disponible en R.T. Vanderbilt Company, Inc. Otro material de partículas adecuado es un policarbonato de sodio reticulado vendido bajo el nombre comercial CABLOC GR-211, disponible en Evonik, Inc de Greensboro NC. Tanto talco como arcilla pueden ser mezclados con un pequeño

porcentaje de un material de partículas SAP altamente hidrofílico para proporcionar propiedades de bloqueo de agua. Se pueden utilizar polvos absorbentes resistentes a la corrosión como una porción que puede comprender todo el material de partículas de control de la unión. En un modo de realización, se utiliza un "SAP de agua salada"

5 cuando los elementos de refuerzo están formados de metales tales como el acero. El SAP de agua salada es menos afectado por los iones liberados de los materiales oxidados lo cual puede reducir la eficacia de los polímeros superabsorbentes estándar. Otro modo de evitar la corrosión es añadir aditivo(s) anticorrosión al SAP o en el fluido adherente (por ejemplo aceite) aplicado durante la fabricación.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, la interfaz del recubrimiento 130 y de la armadura 120 puede estar libre de materiales tales como pegamentos u otros materiales utilizados de forma común como capas de retirada, y 10 la superficie 134 de contacto del recubrimiento 130 hace contacto, directamente, con la superficie 122 de la armadura 120 excepto en donde el material 150 de partículas (y la fina capa de material 154 adherente, si está presente) se interpone entre la armadura 120 y el recubrimiento 130. El término "en contacto" tal y como se utiliza en 15 el presente documento, por consiguiente, indica superficies adyacentes de la armadura y de la capa de recubrimiento, que permiten la presencia intermedia de un material de partículas y un material adherente, y en donde el revestimiento 124 es considerado como que forma parte de la armadura 120. En el modo de realización ilustrado, el material 150 de partículas es dispersado sobre el área de superficie completa de la armadura 120. En esta memoria descriptiva, cuando un porcentaje de una superficie o elemento es descrito como un área de aplicación o específica de una superficie para la aplicación del material de partículas, el porcentaje se refiere a una 20 región de la superficie de armadura sobre la cual se aplica el material de partículas a la superficie, y no al área de superficie total del área de superficie realmente ocupada por el material de partículas.

La figura 3 representa, de forma esquemática, el mecanismo de unión controlada proporcionado por la introducción 25 del material 150 de partículas. La sección en la figura 3 puede ser descrita como una representación esquemática de una sección longitudinal, altamente aumentada, de una pequeña porción de la interfaz del recubrimiento 130 y de la armadura 120, en particular, en el revestimiento 124 de la armadura. En aplicaciones de recubrimiento de funda convencionales, se aplica una capa intermedia de pegamento u otro adhesivo al exterior de la armadura antes de extruir una funda de polímero sobre la armadura. Con el fin de acceder al interior del cable, la funda es separada de la armadura en la interfaz armadura-adhesivo-funda, la cual tiene normalmente una alta fuerza de unión. De acuerdo 30 con un aspecto del presente modo de realización, tal y como se representa de forma esquemática en la figura 3, las partículas 156 individuales del material 150 de partículas interrumpen la unión en la interfaz del recubrimiento 130 con la armadura 120. En la figura 3, se muestra una sección de la interfaz a medida que se produce la unión del revestimiento 124 de la armadura 120 con el recubrimiento 130. El recubrimiento 130, el cual es calentado a un estado total o parcialmente fundido durante la aplicación sobre la armadura 120, puede formar una unión termoplástica fuerte con el material del revestimiento 124 de la armadura, el cual puede ser un polímero tal como polietileno. El material 150 de partículas interrumpe la unión entre capas entre el revestimiento 124 y el recubrimiento 130, en una pluralidad de posiciones. Cada partícula 156 (que puede estar formada de una 35 aglomeración de partículas) por lo tanto proporciona un área en la que la unión armadura/recubrimiento puede fallar de forma relativamente fácil durante la separación del recubrimiento 130 de la armadura 120. El fallo en las posiciones de la interfaz armadura/partículas/recubrimiento puede referirse, de forma general, como un "fallo cohesivo" ya que las partículas 156 individuales o una aglomeración de partículas 156 puede fallar internamente (es decir la partícula o la aglomeración de partículas se rompe en piezas separadas) para facilitar la separación. Las 40 partículas 156 individuales se rompen o se someten a un fallo cohesivo a medida que el recubrimiento 130 es separado de la armadura 120. El fallo en el material 150 de partículas también puede ser "adhesivo" ya que la unión del material 150 de partículas con el recubrimiento 130 y/o con la armadura 120 puede ser relativamente baja. En la 45 figura 3, las partículas 156 son ilustradas como esféricas para simplicidad en la ilustración. En la práctica, el material de partículas puede tener cualquier forma. Tal y como se muestra la figura 3, las partículas 156 individuales pueden llegar a estar, al menos parcialmente, embebidas en el recubrimiento 130 durante las fusión. Las partículas 156 pueden también llegar a estar, al menos parcialmente, embebidas en el revestimiento 124 de la armadura.

La figura 4 es una vista en sección longitudinal parcialmente esquemática de una porción de la armadura 120 utilizada en el cable de la figura 1. La armadura 120 puede incluir una capa 126 de material de armadura base con el 50 revestimiento 124 adherido a la armadura 126 base mediante una capa 128 adhesiva. La capa 128 adhesiva puede ser, por ejemplo, una película de un adhesivo tal como un acetato de etileno acrílico (EAA). El revestimiento 124 puede incluir capas adicionales, y puede, por ejemplo, ser un laminado de múltiples películas. La capa 126 de material de armadura base puede incluir materiales tales como metales, y dieléctricos, etc. en los modos de realización ilustrados, la armadura 126 base es metálica y el revestimiento es una poliolefina.

55 La figura 5 ilustra una línea 500 de fabricación para conformar el cable 100 que tenga una unión controlada del recubrimiento 130 a la armadura. Con referencia a la figura 5, una lámina 502 plana de material de armadura, un núcleo 504, y uno o más elementos 506 de refuerzo se suministran de forma continua, en general, a lo largo de la dirección 508 de proceso. La lámina 502 plana puede ser un metal revestido, por ejemplo, y puede formar en última instancia la armadura 120 del cable. La lámina 502 puede incluir un material de armadura base cubierto en un lado 60 con un revestimiento de polímero adherido mediante adhesivo (no ilustrado en la figura 4) que forma el revestimiento 124 de la armadura. La lámina 502 plana puede obtenerse a partir de un rollo, por ejemplo. El núcleo 504 puede ser cualquier elemento que se extiende longitudinalmente y que este encerrado dentro de una armadura y un

recubrimiento. En el modo de realización ilustrado, el núcleo 504 es un núcleo 110 de cable de fibra óptica (figura 2) que incluye una o más fibras ópticas y que se obtiene de un carrete. En el modo de realización a modo de ejemplo, los elementos 506 de refuerzo son elementos metálicos de cable alargados de sección transversal circular obtenidos de un carrete.

- 5 En referencia aún a la figura 5, la lámina 502 de armadura plana se hace avanzar a través de un aplicador 510 en el que un material adherente de revestimiento es aplicado a la superficie de la lámina 502 plana que se convierte en la superficie 122 de contacto (figura 1). El adherente puede ser un líquido tal como un aceite, y puede ser aplicado a la superficie de la lámina 502 mediante un rodillo rotatorio que está saturado en el adherente.
  - 10 La lámina 512 revestida entonces avanza en un corrugador 520 que corruga la lámina 512. El corrugador 520 puedes ser un dispositivo convencional para deformar de forma mecánica la lámina 512, tal como un dispositivo que tenga rodillos de corrugado que giran en sentido contrario entre los cuales pasa la lámina 512.
  - 15 La lámina 522 corrugada se hace avanzar en un conformador 530 de armadura que forma la lámina 512 de armadura en una configuración general en forma de tubo alrededor del núcleo 504 de manera que tiene la configuración mostrada en la figura 1. El conformador 530 de armadura puede tener una configuración convencional, y puede incluir una matriz de disminución del diámetro que comprende y envuelve concéntricamente, de forma continua, la lámina de armadura en una forma tubular con respecto al núcleo 504 del cable. El núcleo 504 está dispuesto en el interior del tubo de armadura, con la superficie adherente-revestida de la armadura orientada hacia fuera.
  - 20 Si se desea, el conjunto 532 armadura/núcleo combinado puede hacerse avanzar a través de un homogeneizador adherente (no ilustrado, el cual homogeneiza el adherente en la superficie periférica exterior de la armadura corrugada del conjunto 532. Uno o más chorros de gas a alta velocidad, por ejemplo, pueden ser utilizados para pulverizar aire sobre el adherente para distribuir el adherente sobre la superficie de la lámina 522. Se pueden utilizar cepillos, de forma alternativa o de forma adicional a los chorros de gas.
  - 25 El conjunto 532 armadura/núcleo combinado entonces se hace avanzar a través de un aplicador 550 de partículas. El aplicador 550 de partículas deposita el material de partículas sobre la superficie del tubo de armadura del conjunto 532 armadura/núcleo. El recubrimiento adherente sobre la armadura del conjunto 532 armadura/núcleo ayuda a que la materia en partículas se adhiera a la superficie del conjunto armadura/núcleo. El aplicador 550 de partículas puede ser una cámara longitudinal generalmente cerrada u otra estructura a través de la cual se desplaza el conjunto 532 armadura/núcleo. El material de partículas puede ser introducido en el interior de la aplicador 550 de partículas por gravedad, por aire comprimido, etc. para una aplicación general de partículas sobre toda la superficie de la armadura, una o más boquillas de aire pueden estar en comunicación con el interior del aplicador para crear un remolino u otros patrones de flujo, para distribuir el material de partículas sobre el conjunto 532 armadura/núcleo. De forma alternativa, se pueden utilizar boquillas relativamente pequeñas para dirigir corrientes de material de partículas dirigidas a la aplicación específica o en áreas particulares de la superficie del conjunto 532 armadura/núcleo. El material de partículas también puede ser aplicado a la superficie de la armadura pasando la armadura a través de una cámara que está en comunicación con un tambor cilíndrico hueco (no ilustrado). Un gas a presión, tal como aire atmosférico, es introducido en el tambor de manera que crea un flujo de vórtice dentro del tambor. Se forma una abertura en el exterior del tambor que está en comunicación con un suministro de material de partículas. El flujo de vórtice crea un vacío parcial que atrae al material de partículas, con el material de partículas mezclándose en el flujo de vórtice. La aceleración centrípeta provocará que el material partículas circule en o cerca de la periferia exterior del tambor hueco, de manera que la cámara a través de la cual pasa la armadura puede estar en el perímetro exterior del tambor, de manera que el material de partículas tenga una alta probabilidad de disponerse sobre la armadura y adherirse a la misma. Con el fin de distribuir de una forma más efectiva el material de partículas sobre la armadura, los tambores pueden estar dispuestos de forma secuencial a lo largo de la línea de fabricación de manera que cada tambor puede dirigir el material de partículas hacia una sección particular (o un arco de sección) del perímetro de la armadura. Por ejemplo, se pueden disponer cuatro tambores, de forma secuencial, en la línea de fabricación, estando dispuestos los tambores a 0, 90, 180 y 270 grados con respecto a la armadura para alcanzar los cuadrantes separados del exterior de la armadura.
  - 30
  - 35
  - 40
  - 45
  - 50
  - 55
- El conjunto 552 armadura/núcleo con el material de partículas aplicado se hace avanzar entonces a un dispositivo 560 de extrusión. El dispositivo 560 de extrusión trabaja de acuerdo con los principios convencionales, en el cual el conjunto 552 armadura/núcleo se hace avanzar a través de una matriz de extrusión donde se introduce el material extruido alrededor del conjunto 552. El material extruido fundido forma un cono de extrusión alrededor del conjunto 552, el cual, de forma opcional, se contrae radialmente o se encoge y se conforma de forma ajustada sobre la superficie exterior de la armadura del conjunto 552. El material extruido forma un recubrimiento 130 tubular ilustrado en la figura 1. El polímero fundido del proceso de extrusión proporciona la energía de calentamiento para la unión termoplástica entre el revestimiento de armadura y el recubrimiento 130. El conjunto puede hacerse avanzar a través de un dispositivo de enfriamiento a través del cual, el conjunto enfriado constituye finalmente el cable 100 (figura 1). El cable 100 puede entonces ser recogido en un dispositivo de recogida tal como, por ejemplo, un carrete de recogida o un disco de recogida.

Tal y como se muestra la figura 5, los elementos 506 de refuerzo pueden ser introducidos en la matriz de extrusión del dispositivo 560 de extrusión. Los elementos 506 de refuerzo pueden estar totalmente o parcialmente embebidos en el recubrimiento 130, tal y como se muestra en la figura 1. Los elementos 506 de refuerzo pueden estar alineados de manera que están adyacentes, de forma próxima, a o en contacto con la superficie exterior del conjunto armadura/núcleo, en una o más posiciones. Tal y como se describe con más detalle a continuación, el proceso de extrusión puede ser tal que huecos o canales puede ser dejados entre los elementos de refuerzo y la armadura. Los elementos 506 de refuerzo pueden mantenerse relativamente próximos a la armadura durante la extrusión de manera que el material extruido, que forma el recubrimiento 130, no se infiltre en los espacios entre los elementos de refuerzo y la armadura, lo cual puede hacer que sea difícil la retirada del recubrimiento 130. Aguas arriba a la herramienta de extrusión, los elementos de refuerzo pueden estar separados de la armadura. Sin estar limitados por la teoría, los solicitantes creen que los impactos excesivos de los elementos de refuerzo con la armadura durante el proceso pueden provocar que el punto 121 de solapamiento gire (por ejemplo gire de manera que se desvíe desde una posición de reloj nominal en la figura 2) excesivamente durante la fabricación.

Con referencia de nuevo a la figura 2, el material 150 de partículas en la superficie 122 de la armadura 120 cercano a los elementos 140 de refuerzo puede servir para inhibir y/o evitar el movimiento de agua a lo largo de los huecos 190. Si, por ejemplo, el material 150 de partículas incluye un polímero superabsorbente, una mezcla de dichos polímeros, o una mezcla que contiene dichos polímeros, el material de partículas absorbente absorberá el agua que se mueve a lo largo del hueco y bloqueará el movimiento. Un ejemplo de una mezcla de partículas adecuada para bloquear el movimiento del agua es el talco o la arcilla mezclados con partículas SAP. El SAP sólo utilizado como material 150 de partículas también bloqueará el movimiento de agua a lo largo de los huecos 190.

La tasa de flujo de material de partículas hacia el aplicador 550 de partículas, y por consiguiente la cantidad total de material de partículas incorporado dentro del cable, se puede variar con el fin de obtener una resistencia de unión deseada en la interfaz del recubrimiento 130 y la armadura 120. En general la cantidad total de material de partículas incorporada en un cable será de al menos 25 miligramos por metro, en cables que tienen diámetros en el rango de 5 mm a 35 mm. Cantidad mayores, tales como al menos 500 mg/m, o incluso por encima de 2000 mg/m de cable puede ser utilizadas en cables que tengan diámetros en el rango de 5 mm a 35 mm. Para cables que tengan un diámetro de 10 mm o más, se pueden utilizar cantidades por encima de 100 mg/m, o por encima de 1000 mg/m o por encima de 2000 mg/m.

#### **Ejemplo 1**

Un cable 100 de fibra óptica como el ilustrado en la figura 1, tiene un recubrimiento 130 de plástico MPDE extruido sobre una armadura 120 o un material 126 base metálico y que tiene un revestimiento 124 de etileno (por ejemplo polietileno). El material 150 de partículas es un material de partículas mineral y está aplicado, en general, sobre un área específica de aplicación que es, esencialmente, toda la superficie exterior de la armadura. El material de partículas no cubre toda el área de superficie, y ocupa aproximadamente la mitad del área del interfaz del revestimiento 124 de la armadura de polietileno y el recubrimiento 130 de MPDE. Para un área de 100 mm<sup>2</sup> de interfaz entre el revestimiento 124 de la armadura y el recubrimiento 130, 50 mm<sup>2</sup> del área de interfaz tienen un mecanismo de fallo entre capas (es decir, una unión termoplástica del recubrimiento 130 en el revestimiento 124 de la armadura) con una fuerza de unión relativamente alta de 2.0 N/mm<sup>2</sup>. Para los otros 50 mm<sup>2</sup> del área de interfaz, la presencia del material 150 de partículas en la interfaz crea regiones de unión cohesiva dentro de las partículas compactadas que tienen una fuerza de unión relativamente baja de 1.0 N/mm<sup>2</sup>. Para este ejemplo estimado, la fuerza de unión media para el área de 100 mm<sup>2</sup> de la interfaz es de 1.5 N/mm<sup>2</sup>. Los elementos 140 de refuerzo están formados de un alambre metálico de acero enrollado en un carrete. Los elementos 140 de refuerzo se extienden a lo largo de la longitud del cable 100 y al menos, de forma intermitente, hacen contacto con la superficie de la armadura 120 corrugada.

#### **Ejemplo 2**

Un cable 100 de fibra óptica, tal como el ilustrado en la figura 1, tiene un recubrimiento 130 de MPDE extruido sobre una armadura 120 metálica que tiene un revestimiento 124 de etileno (por ejemplo, polietileno). El área específica de aplicación del material 150 de partículas es esencialmente toda la superficie exterior de la armadura. El material 150 de partículas es un mineral y está aplicado de manera que ocupa sustancialmente toda el área de la interfaz entre el revestimiento 124 de la armadura de etileno y el recubrimiento 130 de MPDE. En el área de interfaz, la presencia del material 150 de partículas crea un área de unión cohesiva dentro de las partículas compactadas que tiene una fuerza de unión relativamente baja de 1.0 N/mm<sup>2</sup>. Los elementos 140 de refuerzo están formados de un alambre metálico de acero enrollado en un carrete. Los elementos 140 de refuerzo se extienden a lo largo de la longitud del cable 100 y al menos, de forma intermitente, hacen contacto con la superficie de la armadura 120 corrugada.

#### **Ejemplo 3**

Un cable 100 de fibra óptica, tal como el ilustrado en la figura 1, tiene un recubrimiento 130 de plástico MDPE extruido sobre una armadura 120 de un material 126 base de acero y que tiene un revestimiento 124 de película de poliolefina. El material 150 de partículas es VANTALC 2500 disponible en R.T. Vanderbilt Company, Inc. El diámetro

exterior del cable 100 es de aproximadamente 15 mm y el espesor del revestimiento 124 está en el rango de 0.045-0.070 milímetros. La armadura 120 es una simple cinta de acero revestido laminado. El espesor del material 126 base de acero está en el rango de aproximadamente de 0.14-0.17 mm. Durante el procesamiento, el material de la armadura es revestido con aceite, la cual es homogeneizado antes del conformado. El material de partículas es aplicado mediante cuatro tambores de flujo de vórtice dispuestos de forma secuencial, dispuestos en 0, 90, 180 y 270 grados con respecto al cable durante el procesamiento. Los elementos 140 de refuerzo están formados de un alambre metálico de acero de 1.5 mm de diámetro enrollado en un carrete. Los elementos 140 de refuerzo se extienden a lo largo de la longitud del cable 100 y al menos, de forma intermitente, hacen contacto con la superficie de la armadura 120 corrugada. El núcleo 110 incluye un inserto 164 seco, un tubo 160 de amortiguación, y un apilamiento 114 plano de una pluralidad de bandas de doce fibras.

De acuerdo los presentes modos de realización, la unión entre las capas o elementos de contacto se puede controlar mediante una aplicación relativamente simple de un material de partículas entre las capas. Se puede evitar el uso de pegamentos y otros adhesivos haciendo que el proceso de fabricación del cable sea más barato y menos difícil de llevarse a la práctica. El material de partículas puede ser suministrado por un sistema de suministro neumático, el cual es más barato que un sistema de transporte por bomba calentada requerido para pegamentos u otros adhesivos. Además, la fuerza de unión puede ser controlada de forma relativamente fácil variando la cantidad de material de partículas introducida en el aplicador 550 de material de partículas, los volúmenes de flujo de aire, los patrones y velocidades utilizadas para mezclar el material de partículas, el tamaño y composición de la partícula, y otras variables controladas fácilmente. También, hay una gran selección de material de partículas disponible a precios relativamente bajos. El material de partículas también puede ser seleccionado para que tenga propiedades de hinchamiento en agua y anticorrosivas.

Los materiales de partículas pueden también ser aplicados a la armadura utilizando un aplicador electrostático. Por ejemplo, la armadura puede ser mantenida con una carga positiva, y el material de partículas puede, por el contrario ser cargado y aplicado a la superficie de la armadura. Este método evita la necesidad de un adherente.

25 El material de partículas también puede ser aplicado a la superficie de la armadura pasando la armadura a través de un lecho fluidizado de materia de partículas.

En esta memoria descriptiva, el término "material de partículas" se entiende que incluye mezclas de partículas sólidas de diferentes tipos y/o diferentes tamaños de partícula así como materiales de partículas de composición y tamaño simples. Una "partículas" individual puede estar formada por un grupo de dos o más partículas aglomeradas.

30 Las fibras ópticas empleadas en los presentes modos de realización pueden ser de cualquier tipo adecuado de guía de onda óptica. Además, las fibras ópticas pueden estar en una porción de una banda de fibra óptica, un haz de fibras ópticas, o similares. Se pueden utilizar fibras tales como las disponibles bajo el nombre comercial ClearCurve® de Corning Incorporated en los presentes modos de realización.

35 Tipos alternativos de materiales de partículas adecuados incluyen poliacrilato de sodio reticulado disponible en Absorbent Technologies, Inc bajo el nombre comercial AQUAKEEP J550P, copolímeros de acrilato y poliacrilamida, grafito, boro, carbonato de calcio en polvo y polvos retardadores de llama tales como trihidróxido de aluminio (ATH) , y/o similares.

40 El recubrimiento 130 puede estar hecho de materiales polímeros extruibles tal como, por ejemplo, MDPE, polietilenos estabilizados a rayos UV, etc.

45 Los elementos 140 de refuerzo en los modos de realización ilustrados son metálicos. Se pueden utilizar otros materiales, incluyendo dieléctricos tales como plásticos de vidrio reforzado (GRP) para formar elementos de refuerzo, de acuerdo con los presentes modos de realización.

50 El núcleo 110 puede ser tipos de núcleos de fibra óptica tales como cables de tubo trenzado, cables monotubo, cables de micromódulo, cables de núcleo ranurado, fibras sueltas, conjuntos de tubos, tubos sueltos y trenzados, fibra altamente amortiguada, cables de caída de tubo simples y similares. De forma adicional, los núcleos de cable pueden incluir cualquier componente adecuado tal como componentes de bloqueo o de hinchamiento en agua, componentes retardadores de la llama tales como cintas, revestimientos, u otros componentes adecuados. Los núcleos de cable de fibra óptica pueden tener un número de fibras adecuado tal como un cable MIC de 6 fibras un cable MIC de 24 fibras disponible en Corning Cable Systems de Hickory, Carolina del Norte. Los tipos de cables de núcleo de fibra óptica específicos adecuados incluyen cables vendidos bajo la marca registrada ALTOS®, SST-RIBBON™, y cables SST-UltraRibbon™ disponibles en Corning Cable Systems.

55 Las figuras 6A a 6D ilustran un método para fabricar un artículo con unión controlada entre las capas del artículo, de acuerdo con los presentes modos de realización.

Con referencia la figura 6A, está prevista una primera capa 610. Con referencia la figura 6B, se aplica un material 620 de partículas sobre un área específica de aplicación que comprende toda la superficie de la primera capa 610.

- Un revestimiento 624 de adherentes se puede aplicar a la primera capa 610 antes de aplicar el material 620 de partículas, para asegurar que el material de partículas permanece en su sitio sobre la primera capa. Con referencia la figura 6C, se forma una segunda capa 630 sobre la primera capa 610 con el material 620 de partículas estando dispuesto en la interfaz de la primera y segunda capas 610, 630. Las capas del artículo 650 resultantes son mostradas en la figura 6D, la cual es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 6D-6D en la figura 6C. Tal y como se muestra la figura 6D, las partículas 626 individuales de material 620 de partículas interrumpen las porciones de la interfaz de la primera capa 610 con la segunda capa 630. La primera y segunda capas 610, 630 pueden ser materiales sujetos a unión entre capas ajustada cuando se calientan por ejemplo. En dichos casos, las fuerzas de unión cohesivas internas dentro de las partículas 624 individuales pueden ser inferiores, por unidad de área de interfaz, que la unión entre capas entre la primera y segunda capas 610, 630 en la interfaz. Las partículas 624, por tanto, proporcionan regiones de fallo cohesivo potencial entre las capas 610, 630 para facilitar la separación de las capas. En el método a modo de ejemplo de las figuras 6A-6D, la primera capa 610 y la segunda capa 630 son poliméricas, y el material de partículas comprende un compuesto mineral. La segunda capa 630 es aplicada a la primera capa 610 mientras que está en un estado parcialmente fundido o líquido.
- En esta memoria descriptiva, cuando un porcentaje de una aplicación o área específica de la superficie (tal como una superficie plana o al exterior de la armadura tubular) es descrita como que está cubierta por un material de partículas, el porcentaje se refiere al área de aplicación (es decir, una región la superficie de la armadura) sobre la cual se aplica el material de partículas a la superficie, y no al área de superficie total del área de superficie realmente ocupada por las partículas. Por ejemplo, en la figura 6B, el área específica o de aplicación para el material de partículas es la superficie completa de la primera capa, mientras que el material de partículas no cubre realmente el 100% de la primera capa. Las figuras 7A-7D ilustran otro método para controlar la unión entre las capa de acuerdo con la presente invención en el cual el área de aplicación específica es menor que el área de interfaz completa entre las capas del artículo.
- Con referencia la figura 7A, está prevista una primera capa 710. Con referencia la figura 7B, se aplica un material 720 de partículas sobre un área 712 de aplicación específica (en forma de una banda en la figura 7B) de la superficie de la primera capa 710. El área de aplicación específica puede ocupar, por ejemplo, menos de tres cuartos del área de superficie de la primera capa 710, o, en un modo de realización alternativo, menos de la mitad del área de superficie de la primera capa 710. En el modo de realización ilustrado, el material 720 de partículas es aplicado sobre el área 712 específica ocupando menos del 25% del área de superficie total de la primera capa 710. Un revestimiento 724 de adherente se pueda aplicar a la primera capa 710 antes de aplicar el material 720 de partículas, para asegurar que el material de partículas permanece en su sitio sobre la primera capa 710.
- Con referencia la figura 7C, se forma una segunda capa 730 sobre la primera capa 710 con el material 720 de partículas estando dispuesto en una porción de la interfaz de la primera y segunda capas 710, 730. Las capas del artículo 750 resultante son mostradas en la figura 7D, la cual es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 7D-7D de la figura 7C. Tal y como se muestra la figura 7D, las partículas 726 del material 720 de partículas interrumpen la interfaz de la primera capa 710 con la segunda capa 730, en el área 754 del artículo 750. La primera y segunda capas 710, 730 pueden ser de materiales sujetos a una unión entre capas ajustada cuando se calientan. En dichos casos, las fuerzas de unión cohesivas internas dentro de las partículas 726 individuales pueden ser menores, por unidad de área de interfaz, que la unión entre capas entre la primera y segunda capas 710, 730 en la interfaz. Las partículas 726 por lo tanto facilitan la separación de las capas 710, 730 en la posición 754. El área restante de interfaz entre las capas 710, 730 puede ser unida mediante una unión inter capa, tal como una mediante una unión termoplástica. En el método de ejemplo de las figuras 7A-7D, la primera capa 710 y la segunda capa 730 son poliméricas, y el material de partículas comprende un compuesto mineral. La segunda capa 730 es aplicada a la primera capa 710 mientras está en un estado parcialmente fundido o líquido.
- Muchas modificaciones y otros modos de realización de la presente invención, dentro del alcance de las reivindicaciones, serán evidentes para los expertos en la materia. Por ejemplo, los conceptos de la presente invención pueden ser utilizados con cualquier diseño y/o método de fabricación de cable de fibra óptica adecuado. Por ejemplo, los modos de realización mostrados pueden incluir otros componentes de cable adecuados tal como una capa de armadura, medios de acoplamiento, diferentes formas de las secciones transversales, o similares. Por tanto, se pretende que ésta invención cubra estas modificaciones y modos de realización así como aquellos también evidentes para los expertos en la materia.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un cable de fibra óptica apantallado, que comprende:

proporcionar un núcleo (110) de cable de fibra óptica, el núcleo de cable de fibra óptica que incluye al menos una fibra (112) óptica capaz de transportar señales ópticas; encerrando al menos parcialmente al núcleo de cable de fibra óptica en una armadura metálica, deformando una lámina de armadura alrededor del núcleo de cable de fibra óptica;

5 aplicar un material (150) de partículas a una superficie exterior de la armadura (120) insuflando el material de partículas sobre una superficie exterior de la armadura; y después aplicando el material de partículas, extruyendo un recubrimiento (130) de polímero sobre la armadura, en donde el material de partículas llega a ser, al menos parcialmente, embebido en el recubrimiento durante la formación del recubrimiento sobre la armadura.

10 2. El método de la reivindicación 1, en el que la armadura comprende un primer material (126) de armadura y un revestimiento (124) sobre el primer material de armadura.

15 3. El método de la reivindicación 2, en el que el material de partículas queda, al menos parcialmente, embebido en el revestimiento de la armadura durante la formación del recubrimiento sobre la armadura.

20 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende además aplicar un adherente (154) sobre la armadura, antes de aplicar el material de partículas, de modo que el material de partículas se adhiera al adherente.

25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el recubrimiento es generalmente tubular y en la que la armadura es generalmente tubular.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que menos de tres cuartos de una superficie exterior de la armadura está cubierta por material de partículas.

30 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que porciones de la armadura se unen termoplásticamente al recubrimiento durante la formación del recubrimiento sobre la armadura y en el que proporcionar un núcleo de cable de fibra óptica comprende proporcionar, de forma continua, un núcleo de cable de fibra óptica alargado el cual se mueve a lo largo de una dirección (508) de proceso.

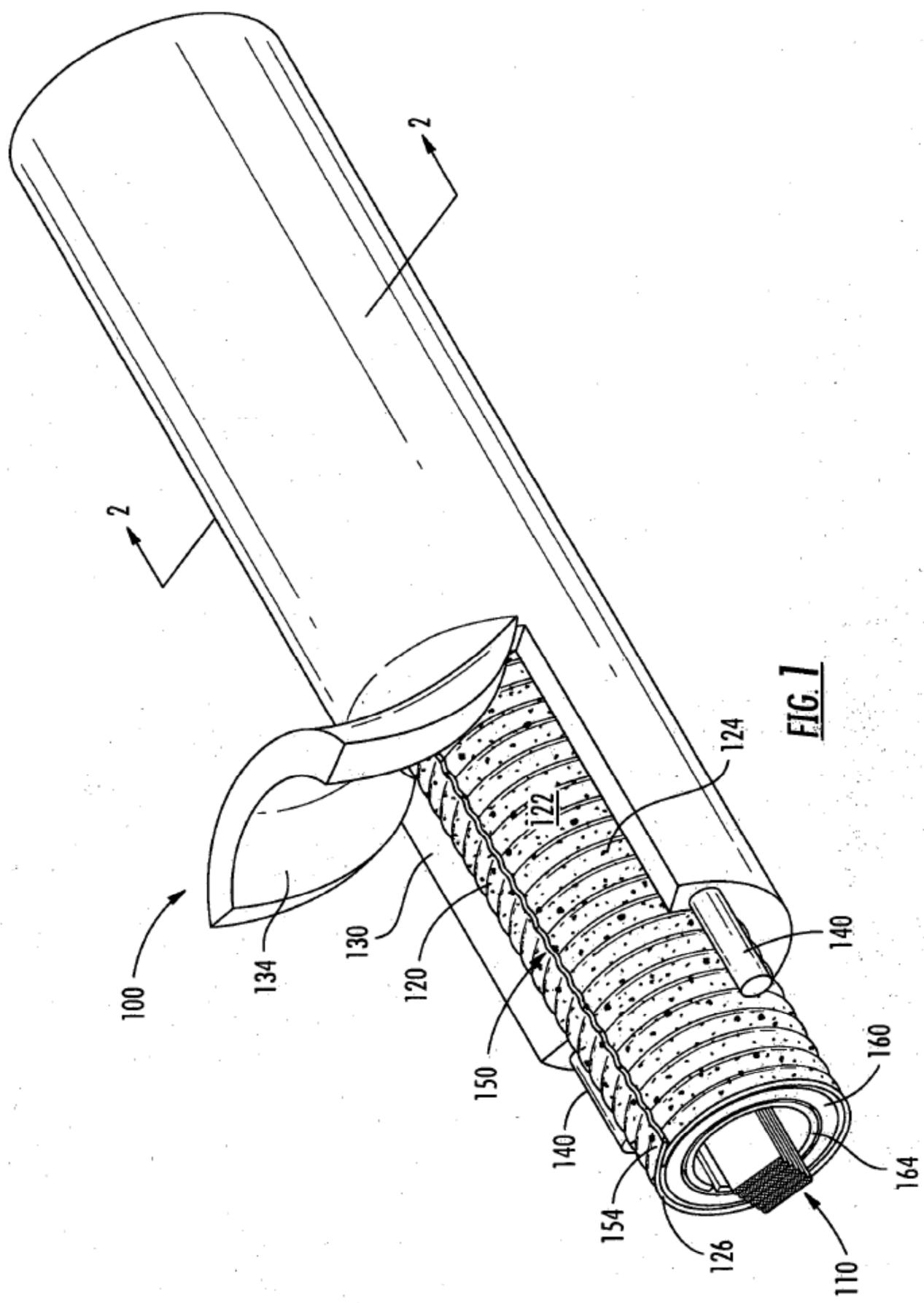
8. Un cable de fibra óptica apantallado que comprende:

35 un núcleo (110), el núcleo de cable de fibra óptica que comprende al menos una fibra (112) óptica capaz de transportar señales ópticas;

una armadura (120) metálica generalmente tubular que rodea el núcleo de cable de fibra óptica;

un recubrimiento generalmente tubular (130) que rodea hace contacto con la armadura; y

40 un material (150) de partículas dispuesto en una interfaz del recubrimiento y la armadura, donde el recubrimiento comprende un polímero, en el que el material de partículas está al menos parcialmente embebido en el recubrimiento.



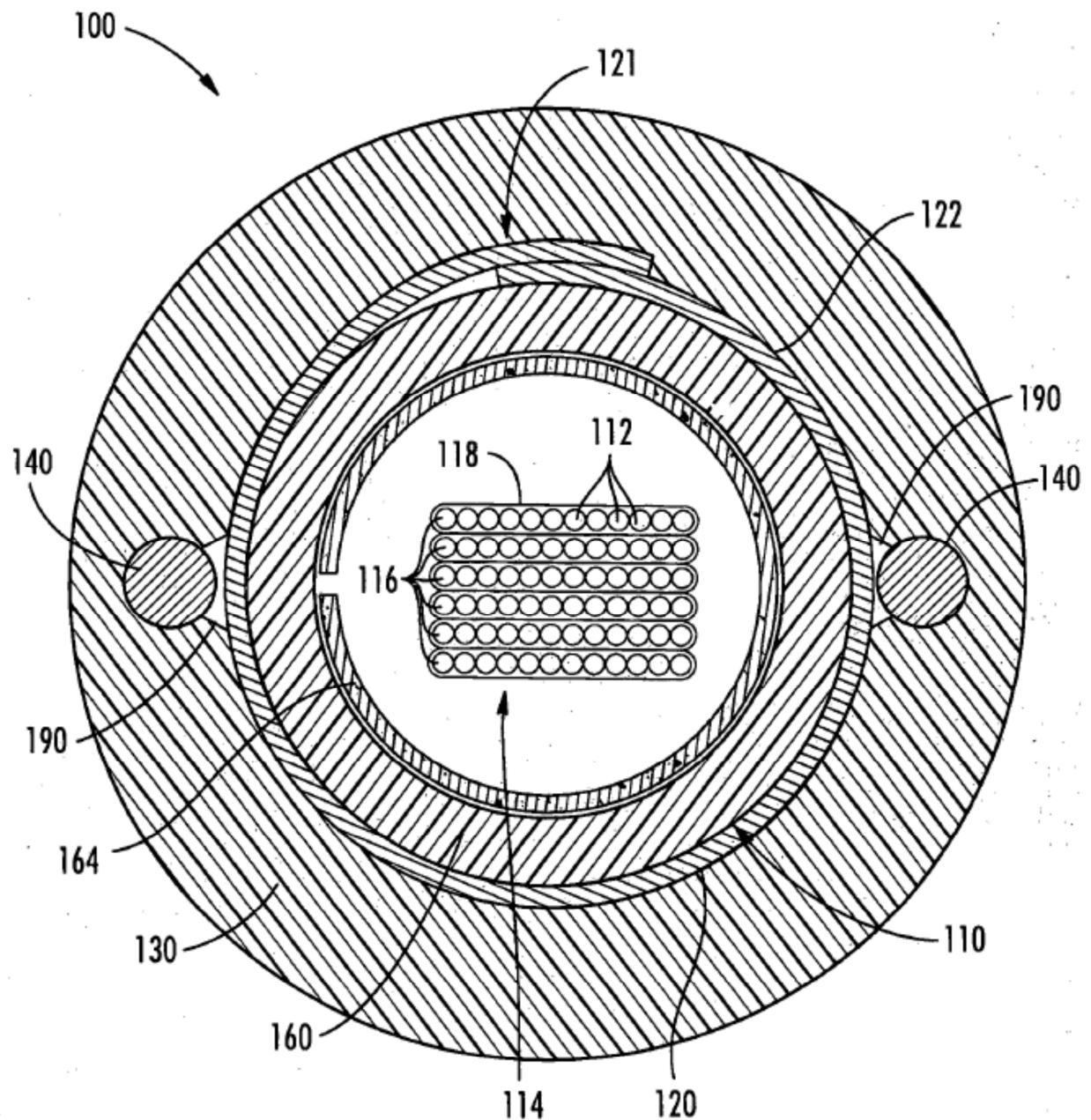
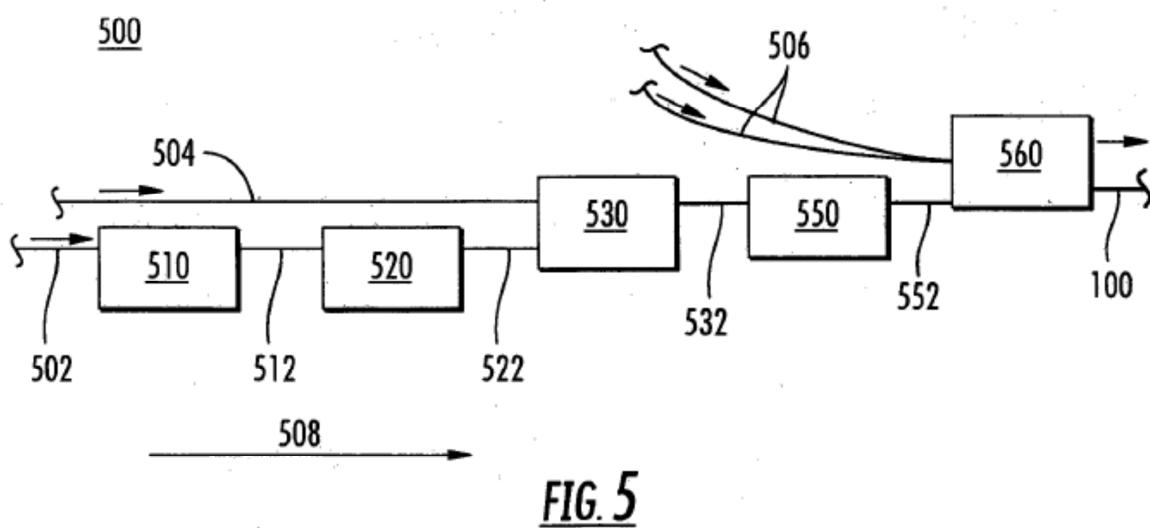
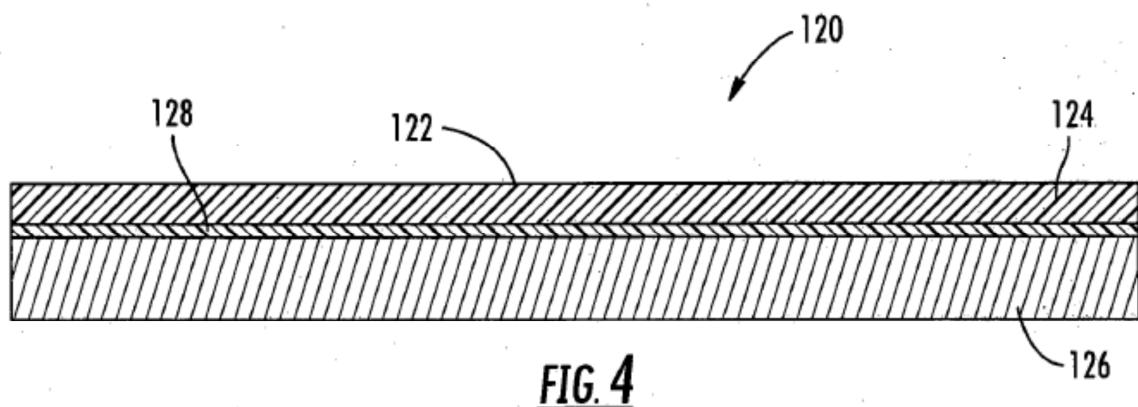
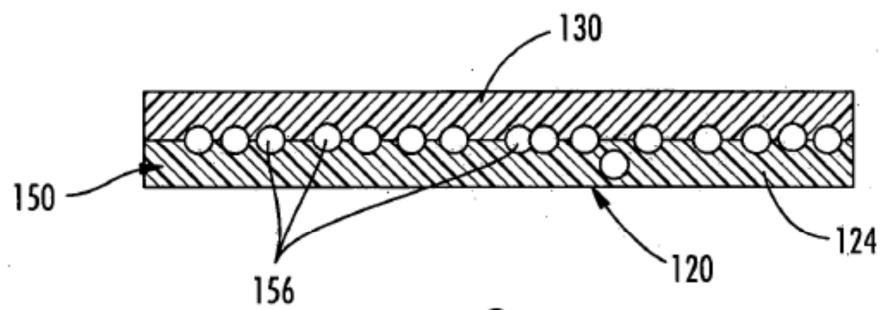


FIG. 2



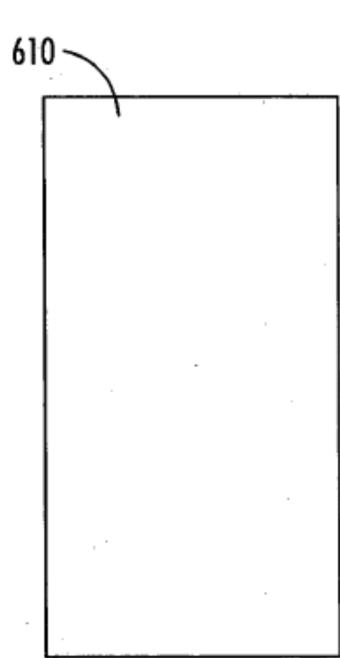


FIG. 6A

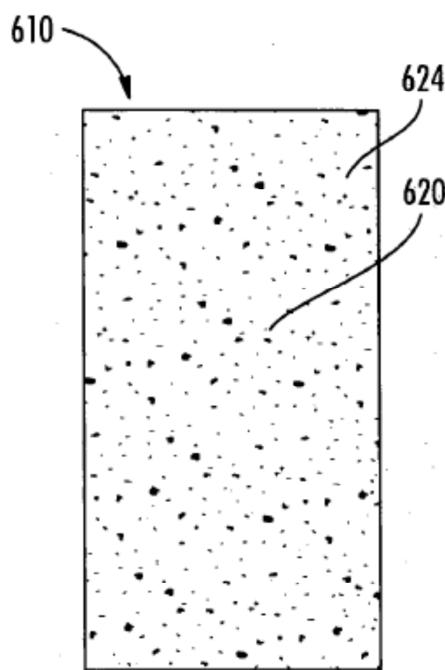


FIG. 6B

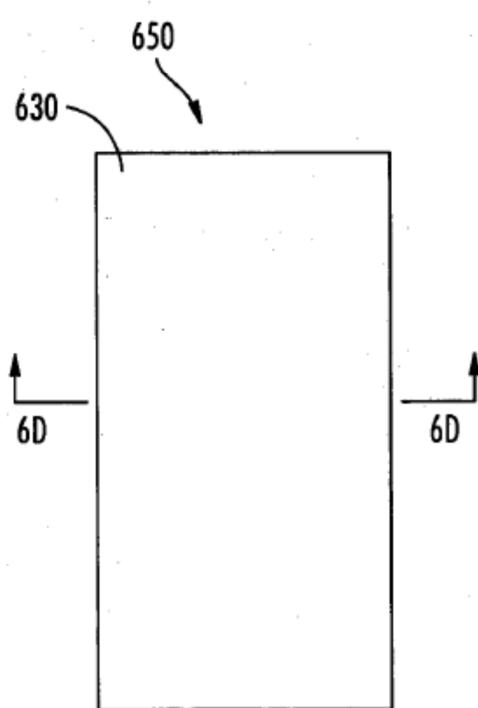


FIG. 6C

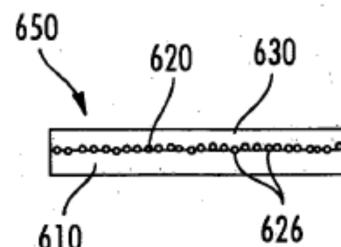


FIG. 6D

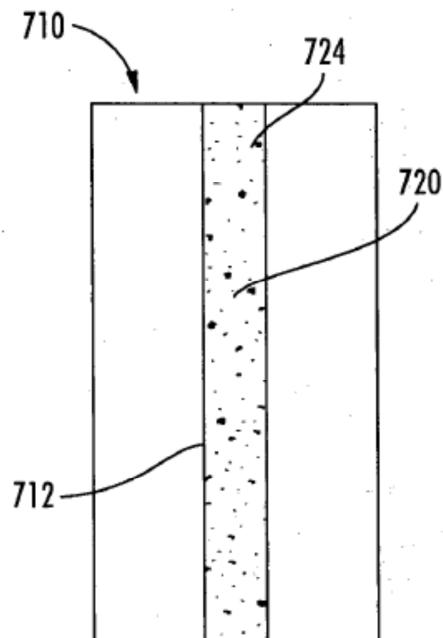
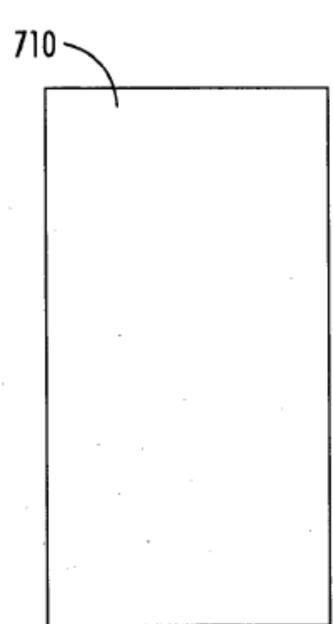


FIG. 7A

FIG. 7B

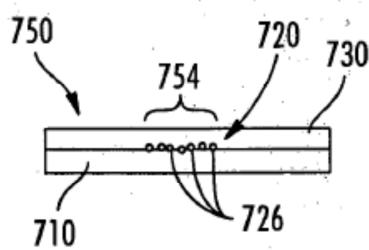
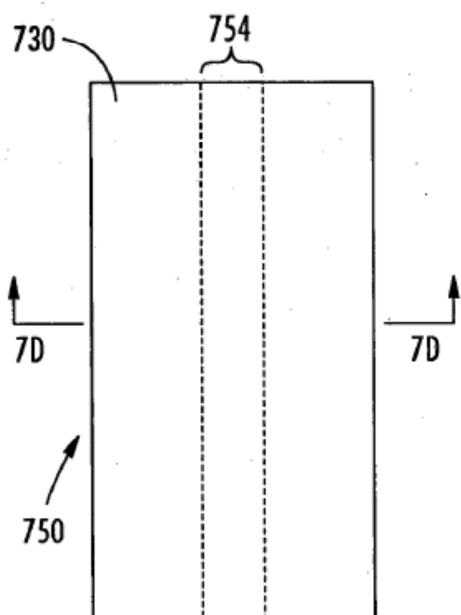


FIG. 7D

FIG. 7C