

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 266**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2014 PCT/US2014/041618**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.12.2014 WO14200953**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2014 E 14735071 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 3008504**

54 Título: **Sistema de acoplamiento para un cable de fibra óptica**

30 Prioridad:

13.06.2013 US 201361834630 P
07.12.2013 US 201314099918

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.12.2017

73 Titular/es:

CORNING OPTICAL COMMUNICATIONS LLC
(100.0%)
800 17th Street NW
Hickory, NC 28601, US

72 Inventor/es:

GIMBLET, MICHAEL JOHN;
LAIL, JASON CLAY;
MCALPINE, WARREN WELBORN;
SEDDON, DAVID ALAN y
TEDDER, CATHARINA LEMCKERT

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 646 266 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

Sistema de acoplamiento para un cable de fibra óptica

Aplicaciones relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad bajo 35 U.S.C. § 120 de la solicitud de Estados Unidos N.º de serie 14/099.918, presentada el 7 de diciembre de 2013, que reivindica el beneficio de prioridad bajo 35 U.S.C. § 119 de la solicitud provisional de Estados Unidos N.º de Serie 61/834.630, presentada el 13 de junio de 2013.

Antecedentes

Los aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a cables de fibra óptica, y más específicamente al acoplamiento por fricción de elementos en la estructura contigua dentro de los cables.

- 10 El acoplamiento de elementos, tales como pilas de cintas de fibras ópticas, fibras ópticas reforzadas, o tubos sueltos que contienen fibras ópticas, etc., dentro de un cable de fibra óptica a una estructura circundante o adyacente del cable puede reducir el desplazamiento axial de los elementos y la deformación correspondiente de las fibras ópticas asociadas con los elementos que de otro modo podrían conducir a una mayor atenuación de señal de las fibras ópticas. Por ejemplo, si los elementos están insuficientemente acoplados, los elementos pueden llegar a
- 15 redistribuirse en un cable cuando el cable se estira o se dobla y, como resultado, los elementos pueden llegar a empaquetarse desigualmente en una sección del cable. Cuando posteriormente el cable se endereza o se contrae a temperaturas más frías o se libera tensión, los elementos en la sección empaquetada pueden entonces deformarse o doblarse, llevando a una atenuación y/o a un daño de las fibras ópticas.

- 20 Una cinta de espuma, un hilo aglutinante, grasa, y adhesivos pueden usarse en un cable de fibra óptica para facilitar el acoplamiento entre los elementos y la estructura circundante dentro del cable. Sin embargo, la espuma puede ser voluminosa y puede aumentar correspondientemente el diámetro del cable y los costes de material asociados. Los hilos aglutinantes pueden ser engorrosos de eliminar y pueden limitar la velocidad de una línea de fabricación, tal como cuando se aplican en un patrón helicoidal alrededor de elementos unidos. La grasa y los adhesivos pueden ser complicados para trabajar y aplicar. El documento US2010/0027949 también desvela el uso de un polvo
- 25 hinchable en agua unido mecánicamente a la superficie interna de un tubo de cable con el fin de evitar que las fibras ópticas en el mismo se peguen al tubo. Existe una necesidad de una solución eficaz para acoplar elementos dentro de un cable de fibra óptica a la estructura circundante y/o adyacente de los cables, tal como sin aumentar sustancialmente el diámetro del cable y/o los costes de material asociados.

Sumario

- 30 Una realización se refiere a un cable de fibra óptica, que incluye un forro, un elemento del interior del cable al forro, y unos polvos primero y segundo. El elemento incluye una primera superficie y una segunda superficie. El cable incluye además una tercera superficie interior al forro y frente a la primera superficie en una primera interfaz y una cuarta superficie interior al forro y frente a la segunda superficie en una segunda interfaz. Al menos una de las superficies tercera y cuarta está separada del forro. El primer polvo está integrado con al menos una de las
- 35 superficies primera y tercera en la primera interfaz y el segundo polvo está integrado con al menos una de las superficies segunda y cuarta en la segunda interfaz. La primera interfaz tiene un acoplamiento mayor que la segunda interfaz, al menos en parte debido a las diferencias en los polvos primero y segundo.

- 40 Las características y ventajas adicionales se exponen en la siguiente descripción detallada, y en parte serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la descripción o reconocidas por la práctica de las realizaciones como se describe en la descripción escrita y en las reivindicaciones de la misma, así como en los dibujos adjuntos. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son simplemente ilustrativas y están destinadas a proporcionar una visión general o un marco para comprender la naturaleza y el carácter de las reivindicaciones.

Breve descripción de las figuras

- 45 Las figuras adjuntas se incluyen para proporcionar una comprensión adicional, y se incorporan en y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos ilustran una o más realizaciones, y junto con la descripción detallada sirven para explicar los principios y operaciones de las diversas realizaciones. Como tal, la divulgación se comprenderá más completamente a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con las figuras adjuntas, en las que:

- 50 La figura 1 es una vista en perspectiva de un cable de fibra óptica de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

La figura 2 es un dibujo conceptual del cable de la figura 1 desde un punto de vista en sección transversal parcial tomada a lo largo de la sección 2-2 mostrada en la figura 1, enfatizando los componentes específicos del cable, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

5 La figura 3 es una imagen digital desde un punto de vista en perspectiva de la configuración de prueba para probar las propiedades de un cable de fibra óptica, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

La figura 4 es una vista en perspectiva del cable de fibra óptica de la figura 1 con el forro retraído o retirado exponiendo los elementos dentro del forro, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

10 La figura 5 es un dibujo conceptual de un cable similar al cable de la figura 1 desde un punto de vista en sección transversal parcial tomada a lo largo de la sección 2-2 mostrada en la figura 1, enfatizando los componentes específicos del cable, de acuerdo con otra realización a modo de ejemplo.

La figura 6 es un dibujo conceptual de un cable similar al cable de la figura 1 desde un punto de vista en sección transversal parcial tomada a lo largo de la sección 2-2 mostrada en la figura 1, enfatizando los componentes específicos del cable, de acuerdo con todavía otra realización a modo de ejemplo.

15 La figura 7 es una vista en perspectiva de un cable similar al cable de fibra óptica de la figura 1 con el forro y algunos de los elementos interiores del cable retraídos o retirados exponiendo otros elementos, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

Las figuras 8-9 son imágenes digitales de micrografía de un microscopio electrónico de barrido de partículas de un primer polvo integrado con una superficie de un cable de fibra óptica.

20 Las figuras 10-11 son imágenes digitales de micrografía de un microscopio electrónico de barrido de partículas de un segundo polvo integrado con una superficie de un cable de fibra óptica.

Las figuras 12-14 son vistas en sección transversal de cables de fibra óptica de acuerdo con otras realizaciones a modo de ejemplo.

Descripción detallada

25 Antes de regresar a las figuras, que ilustran las realizaciones a modo de ejemplo ahora descritas en detalle, debería entenderse que la presente tecnología de la invención no se limita a los detalles o a la metodología establecidos en la descripción detallada o ilustrados en las figuras. Por ejemplo, como comprenderán los expertos en la materia, las características y los atributos asociados con las realizaciones mostradas en una de las figuras pueden aplicarse a las realizaciones mostradas en otras de las figuras.

30 Haciendo referencia a las figuras 1-2, un cable de fibra óptica, en la forma de un cable de fibra óptica tipo tubo suelto de seis posiciones 110, incluye un forro 112 y uno o más elementos dentro del mismo. Como se muestra en la figura 1, los elementos pueden incluir tubos 114, tales como tubos de protección, fundas de micromódulos, refuerzos, películas de unión, etc., soportando (por ejemplo, rodeando, conteniendo, reforzando, blindando) una o más fibras ópticas 118 directamente en los mismos; o indirectamente en los mismos, separados por uno o más tubos más estrechos intermedios que soportan la una o más fibras ópticas. Un cable 110 de este tipo puede estar destinado a
35 usarse en ambientes exteriores y puede estar diseñado para evitar que el agua fluya a través de los espacios abiertos en los mismos (como se explica más completamente a continuación) y puede incluir aditivos de bloqueo de luz ultravioleta en el forro 112, tal como el negro carbón.

40 En algunas realizaciones, los tubos 114 están enroscados alrededor de un miembro de refuerzo central 116, tal como una varilla de plástico reforzada con vidrio, o una varilla de otro material dieléctrico, u otro material. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el miembro de refuerzo central 116 puede estar revestido o sobremoldeado concéntricamente con un polímero, tal como cloruro de polivinilo, polietileno u otro material, para aumentar el diámetro del miembro de refuerzo central 116 para facilitar un patrón o perfil trenzado específico de los tubos 114 envueltos alrededor del miembro de refuerzo central 116. Por ejemplo, los tubos 114 pueden estar trenzados alrededor del miembro de refuerzo central 116 en un patrón de oscilación inversa, en el que las
45 reversiones pueden servir para proporcionar localizaciones convenientes para acceder a los tubos 114 en un estado de bajo estrés y con una longitud extra para el manejo.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, los tubos 114 son tubos de protección que tienen un diámetro exterior OD de aproximadamente entre 1,5 a 2,5 mm. Los tubos 114 pueden ser poliméricos, tal como estar formados a partir de un polímero extruido y pueden incluir policarbonato, polipropileno, polietileno, tereftalato de polibutileno y/u otros materiales. Cada uno de los tubos 114 puede soportar más de una fibra óptica 118, tal como al
50 menos cuatro, al menos seis, al menos doce fibras ópticas 118. En algunas realizaciones, las varillas ficticias o de

relleno (véase, por ejemplo, la varilla de relleno 716 como se muestra en la figura 12) están trenzadas alrededor del miembro de refuerzo central 116 en lugar de a uno o más de los tubos 114.

En las realizaciones contempladas, el cable de fibra óptica de tipo tubo suelto 110 puede incluir además unos componentes adicionales, tales como capas de hilo o cinta de bloqueo del agua. El hilo puede ser hilo de bloqueo de agua y/o hilo de resistencia a la tracción, tal como el hilo de aramida o de fibra de vidrio. El cable 110 puede incluir además uno o más cordones de abertura u otras características de acceso. En algunas realizaciones, el cable 110 puede incluir una capa de blindaje (véase, por ejemplo, el blindaje 722, como se muestra en la figura 12), tal como un blindaje de acero corrugado o un blindaje dieléctrico polimérico resistente (por ejemplo, material de cloruro de polivinilo rígido de dureza Shore D mayor de 65). El cable 110 puede incluir alternativa o adicionalmente uno o más miembros de refuerzo, tales como unas varillas de miembro de refuerzo, que están incrustadas en el forro 112.

En las realizaciones contempladas, la una o más fibras ópticas 118 de las realizaciones descritas en el presente documento pueden ser fibras ópticas monomodo, fibras ópticas multimodo, fibras ópticas de multinúcleo, y/o fibras ópticas insensibles a la flexión como ClearCurve® fabricado por Corning Inc. de Corning, NY. La una o más fibras ópticas 118 de las realizaciones desveladas en el presente documento pueden ser fibras ópticas reforzadas que tienen una capa de cloruro de polivinilo que contacta directamente con una capa más externa de la fibra óptica (por ejemplo, un recubrimiento duro) y un diámetro de menos de 1 mm (véase, por ejemplo, las fibras ópticas reforzadas 816 como se muestran en la figura 13). La una o más fibras ópticas 118 de las realizaciones desveladas en el presente documento pueden formar parte de una o más cintas de fibras ópticas, que pueden incluir disposiciones de lado a lado de las fibras ópticas 118 unidas entre sí en una matriz común, tal como una resina de acrilato curada con luz ultravioleta u otra matriz (véase, por ejemplo, las cintas de fibra óptica 920 como se muestran en la figura 14).

Como se indica en la sección de Antecedentes anterior, el mantenimiento de un determinado grado de acoplamiento en zonas específicas dentro del cable 110, mientras que se facilita el deslizamiento en otras zonas en el mismo puede mejorar el rendimiento del cable 110, tal como reduciendo una probabilidad para la atenuación de las fibras ópticas 118 asociadas con la deformación de los tubos 114 y/o las fibras 118 durante los cambios de temperatura a medida que los elementos en el cable 110 se expanden y contraen a velocidades diferentes debido a las diferencias en la composición del material y a las propiedades de expansión térmica asociadas y/o cuando el cable se cuelga y se coloca en tensión y se carga con hielo o viento. En algunas realizaciones, un alto grado de acoplamiento entre los tubos 114 y el miembro de refuerzo central 116 puede mitigar los efectos de las temperaturas que cambian en el cable tipo tubo suelto 110 y/o mejorar la capacidad de fabricación de los mismos oponiendo unas fuerzas de tracción del cono de extrusión del forro 112 sobre los tubos 114 cuando se extruye el forro 112. Un menor grado de acoplamiento entre los tubos 114 y el forro 112 puede mejorar adicionalmente el rendimiento del cable 110 permitiendo que el forro 112 se expanda/contraiga y se flexione con menos desplazamiento de los tubos 114 y/u otros elementos interiores del mismo.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, en algunas realizaciones, el cable de fibra óptica 110 incluye unos polvos primero y segundo 120, 122 que están localizados en el interior del forro 112 y adyacentes a un elemento interior del forro 112, donde el elemento en la figura 2 es un tubo protector. El tubo protector 114 incluye unas superficies primera y segunda 124, 126, y el cable incluye una tercera superficie 128 frente a (por ejemplo, adyacente, opuesta, interconectando con) la primera superficie 124 en una primera interfaz 132, y una cuarta superficie 130 frente a la segunda superficie 126 en una segunda interfaz 134. En algunas realizaciones, al menos una de las superficies tercera y cuarta 128, 130 es interna al cable 110 y separada del forro 112, de tal manera que la superficie separada no es parte de, adyacente, o está en contacto directo con el forro 112.

El primer polvo 120 en la figura 2 está representado simbólicamente por espigas que se extienden desde las superficies primera y tercera 124, 128 y el segundo polvo 122 está representado simbólicamente por montículos que se extienden desde las superficies segunda y cuarta 126, 130. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el primer polvo 120 está integrado con una o ambas de las superficies primera y tercera 124, 128 en la primera interfaz 132, y el segundo polvo 122 está integrado con una o ambas de las superficies segunda y cuarta 126, 130 en la segunda interfaz 134. En algunas de tales realizaciones, el primer polvo 120 (espigas) difiere del segundo polvo 122 (montículos) y contribuye a que la primera interfaz 132 tenga mayor fuerza de acoplamiento (por ejemplo, siendo la fuerza de fricción estática un componente de la misma) que la segunda interfaz 134. Otros factores que contribuyen pueden incluir la geometría de las interfaces primera y segunda 132, 134, los materiales de las superficies tercera y cuarta 128, 130, las cargas normales en las interfaces primera y segunda 132, 134, y otros factores más.

El uso de diferentes polvos 120, 122 entre las superficies 124, 126, 128, 130 en las diferentes interfaces 132, 134 facilita los efectos de acoplamiento deseados entre los componentes del cable 110. En algunas realizaciones, la fuerza de acoplamiento en la primera interfaz 132 es mayor que la fuerza de acoplamiento en la segunda interfaz 134, al menos en parte debido a la selección y la disposición de los polvos primero y segundo 120, 122. Por ejemplo, si las superficies tercera y cuarta 128, 130 se estiran en direcciones opuestas longitudinalmente a lo largo de un segmento del cable una distancia que permite el libre deslizamiento de la tercera superficie 128 en relación con la cuarta superficie 130, hay más desplazamiento de deslizamiento entre las superficies segunda y cuarta 126, 130 que

entre las superficies primera y segunda 124, 128, al menos en parte debido a las diferencias entre los polvos primero y segundo 120, 122 en las interfaces primera y segunda 132, 134.

En algunas realizaciones, los polvos primero y segundo 120, 122 son ambos polvos secos, tal como donde los polvos 120, 122 están sustancialmente libres de agua, tal como que tienen menos del 2 % de agua en volumen. El uso de polvos secos para los polvos primero y segundo 120, 122 puede ser beneficioso para la extrusión de los componentes adyacentes del cable 110 debido a que las temperaturas durante la extrusión pueden ser bastante altas y los polvos secos liberan poco o ningún vapor cuando se exponen a temperaturas por encima del umbral de temperatura de transición de gas para el agua (por ejemplo, la ebullición). El vapor puede interferir de otro modo con la extrusión y la formación de los componentes del cable.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, los polvos primero y segundo 120, 122 de las realizaciones desveladas en el presente documento pueden incluir partículas de polímero superabsorbente y/o cualquiera o ambos pueden consistir en las mismas. Como tal, los polvos 120, 122 pueden funcionar sinérgicamente para proporcionar el bloqueo de agua en el cable o en sus componentes, así como para controlar o facilitar un sistema de acoplamiento, como se desvela en el presente documento. Sin embargo, las partículas pueden ser todavía muy diferentes. Por ejemplo, haciendo referencia momentáneamente a las figuras 8-11, las micrografías 310, 410 muestran dos tipos diferentes de partículas de polímero superabsorbentes 312, 412 que están ambas integradas con las superficies 314, 414 dentro de los cables de fibra óptica.

En algunas realizaciones, las partículas de los polvos primero y segundo 120, 122 consisten en más de un 50 % de polímero superabsorbente en volumen, tal como más del 70 %. En algunas realizaciones, los polvos 120, 122 pueden incluir adicionalmente o de otro modo polvos retardadores de llama, tales como el trihidrato de aluminio y el hidróxido de magnesio, y/o polvos lubricantes sólidos, tales como una mezcla de polímero superabsorbente y polvo de talco u otros polvos. Como tal, los polvos pueden realizar una variedad de funciones, tales como facilitar un acoplamiento deseado, bloquear el agua, retardar la llama, y/u otras funciones, que pueden reducir o eliminar la necesidad de otros componentes en el cable, tales como cintas e hilos bloqueadores de agua, cintas de mica, rellenos retardadores de llama y otros materiales similares.

En algunas realizaciones, las partículas del primer polvo 120 son, en promedio en volumen, significativamente más grandes que las partículas del segundo polvo 122, tal como al menos un 20 % más grandes, al menos un 50 % más grandes, al menos dos veces más grandes. Puede usarse una diferencia en el tamaño de las partículas para influir en el acoplamiento asociado con las partículas. En una de tales realizaciones contempladas, los tubos de protección 114 se rayan o de otro modo se forman con una ranura radial que tiene una anchura entre los tamaños promedios, por ejemplo, de las partículas primera y segunda y solo uno de los polvos se sujeta a las ranuras. En otras realizaciones, pueden usarse partículas de polvo más pequeñas, tales como las que tienen un tamaño de partícula promedio de menos de 180 micrómetros, menos de aproximadamente 100 micrómetros, en localizaciones próximas a las fibras ópticas 118 en el cable 110, tal como dentro de los tubos de protección 114 o micromódulos o integrarse con una matriz de cintas de fibra óptica (véase, por ejemplo, el polvo 928, 930 y las cintas de fibra óptica 920 como se muestran en la figura 14).

En algunas realizaciones, las partículas del primer polvo 120 tienen un mayor módulo elástico que las partículas del segundo polvo 122, que puede usarse para facilitar diferentes efectos de acoplamiento en las diferentes interfaces 132, 134 dentro del cable 110, tal como un módulo elástico que es mayor en al menos un 10 % que el módulo menor, al menos un 20 %, al menos un 50 %. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las partículas de polímero superabsorbente del primer polvo 120 tienen un módulo elástico más alto que las partículas de polímero superabsorbente del segundo polvo 122, lo que puede deberse al aumento de la reticulación superficial de las partículas del polímero superabsorbente del primer polvo 120. En otras realizaciones, al menos uno de los polvos primero y segundo 120, 122 incluye además una mezcla de partículas, donde las partículas del material auxiliar disminuyen el módulo elástico promedio de la mezcla, tal como con el uso de un lubricante seco además de las partículas de polímero superabsorbente.

En algunas realizaciones, las partículas del segundo polvo son, en promedio, más redondas que las partículas del primer polvo, que tiene una diferencia de al menos 0,15 veces en la ovalidad esférica promedio, tal como al menos 0,20 veces, al menos 0,25 veces, y/o menos de una diferencia de 0,8 veces. Por ejemplo, las partículas de módulo más alto más irregulares del primer polvo 120 pueden facilitar un mayor acoplamiento entre las superficies adyacentes 124, 128 debido a que las partículas pueden inducir abrasión superficial y deformación plástica, mientras que las partículas de módulo más bajo redondas del segundo polvo 122 pueden facilitar el deslizamiento entre las superficies 126, 130. La ovalidad esférica de un polvo en el cable puede evaluarse mediante un microscopio electrónico de barrido midiendo una muestra de al menos 100 partículas seleccionadas aleatoriamente a partir de una interfaz específica, tal como al menos 1000 partículas, junto con la medición del peso y la composición de las partículas mediante espectroscopia y la identificación de la relación del área de sección transversal mayor con el volumen de la partícula.

En algunas realizaciones, la concentración de partículas de polvo, en términos de porcentaje de área de superficie cubierta del elemento asociado (por ejemplo, en el miembro de refuerzo central exterior, en la pared interior del forro, en el exterior de un tubo de protección, en el interior/exterior de un tubo), del segundo polvo 122 en la segunda interfaz 134 es al menos un 20 % diferente de la concentración del primer polvo 120 en la primera interfaz 132, tal como al menos un 30 % diferente y/o menos del 90 % diferente. Una mayor concentración de las partículas entre dos superficies de interconexión puede aumentar el impacto de las partículas sobre el acoplamiento resultante en la interfaz. Por ejemplo, cubrir completamente una o ambas de las superficies con partículas redondas, puede facilitar en gran medida el deslizamiento entre las superficies, mientras que cubrir menos del 10 % del área de una de las superficies con partículas grandes, dentadas y de módulo alto puede limitar el deslizamiento en la interfaz.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, las partículas del primer polvo 120 están incrustadas parcialmente en al menos una de las superficies primera y tercera 124, 128, pero incluyen partes de las mismas que no están completamente incrustadas y sobresalen más allá de las superficies primera y tercera 124, 128. En algunas de tales realizaciones, las partículas del segundo polvo 122 también están incrustadas parcialmente en al menos una de las superficies segunda y cuarta 126, 130, pero incluyen partes de las mismas que no están completamente incrustadas y sobresalen más allá de las superficies segunda y cuarta 126, 130. La incrustación parcial de las partículas en una o ambas superficies de una interfaz influye en el acoplamiento entre las superficies mediante el anclaje de las partículas en relación con una o ambas superficies.

Un sistema para incrustar parcialmente el polvo en los componentes de un cable de fibra óptica, tal como los tubos de protección, se desvela en la publicación de Estados Unidos N.º 2011/0.135.816. Para un polvo específico, el porcentaje de partículas al menos parcialmente incrustadas en las superficies puede ajustarse para facilitar un grado de acoplamiento deseado cambiando la velocidad del gas motriz que sale de la boquilla de lanzamiento en un extrusor asociado y/o cambiando la distancia de la boquilla de lanzamiento a la superficie extruida. En algunas realizaciones, al menos una cuarta parte de las partículas de uno o ambos polvos 120, 122 están parcialmente incrustadas en una o más de las superficies asociadas 124, 126, 128, 130, pero no están totalmente incrustadas, tal como al menos la mitad de las partículas están parcialmente incrustadas. En las realizaciones contempladas, pueden usarse fuerzas electrostáticas u otros métodos, en lugar del transporte neumático, para propulsar e incrustar o de otro modo acoplar el polvo 120, 122 a las superficies 124, 126, 128, 130 en el cable 110, tal como cargando eléctricamente el polvo 120, 122 y el extruido fundido para atraerse entre sí.

El acoplamiento entre los componentes del cable 110, que está influenciado por las diferencias en los polvos primero y segundo 120, 122, puede compararse, por ejemplo, tomando un pequeño segmento del cable 110 (por ejemplo, 5 o 10 cm de longitud) y midiendo la fuerza necesaria para mover la primera superficie 124 en relación con la tercera superficie 128 y comparándola con la fuerza necesaria para mover la segunda superficie 126 en relación con la cuarta superficie 130. Haciendo referencia en general a la figura 3, una configuración de ensayo 210 con una máquina de ensayo de tracción convencional estándar 212 (por ejemplo, una máquina de ensayo de tracción hidráulica) puede usarse para medir y comparar las fuerzas de acoplamiento relativas, incluyendo las fuerzas de fricción estáticas y/o cinéticas, de las diferentes interfaces dentro de un cable de fibra óptica 214, tal como mediante un ensayo de estiramiento. Normalmente, las máquinas de ensayo en tal configuración pueden usarse para medir la fuerza de tracción necesaria para separar partes del cable como una función de desplazamiento, tiempo u otros parámetros.

En una configuración 210 de este tipo como se muestra en la figura 3, una parte del cable 214 puede estar fija, tal como mediante una abrazadera 218. Por ejemplo, todo menos el miembro de refuerzo central 216 puede retirarse de una sección del cable 214, y el miembro de refuerzo central 216 puede entonces fijarse en la abrazadera 218. Otra parte del cable 214, tal como el forro 226 y/o los tubos de protección trenzados alrededor del miembro de refuerzo central 216, puede estar localizada en un lado opuesto de una placa 220, la cual está soportada sobre un transportador 222 de la máquina de ensayo 212 y que tiene un orificio o ranura en la misma que está dimensionada para permitir solamente que una sección específica del cable 214 pase a través de la ranura de la placa 220. A medida que el transportador 222 se eleva por la máquina de ensayo de tracción 212, al menos el forro 226 del cable 214 se arrastra fuera de la abrazadera 218 por la máquina de ensayo 212, donde el miembro de refuerzo central 216 del cable 214 está todavía fijado en la abrazadera 218. Como se muestra en la figura 3, un collar 224 o cualquier otro refuerzo circunferencial puede aplicarse alrededor del forro 226 u otro componente más exterior del cable 214 para evitar la deformación de dicho componente durante el ensayo de estiramiento.

En otras pruebas con una configuración 210 de este tipo, las abrazaderas opuestas 218, una en lugar de la placa 220, pueden usarse para sujetar diferentes componentes del cable 214 en extremos opuestos de un segmento del cable. La máquina de ensayo 212 puede usarse a continuación para tirar de los componentes longitudinalmente separándolos entre sí, donde la fuerza se mide, por ejemplo, en función del desplazamiento. Posteriormente, el desplazamiento de deslizamiento puede medirse y/u observarse entre diferentes superficies dentro del cable 214, tal como entre el miembro de refuerzo central y los tubos de protección circundantes. Por ejemplo, la fuerza para tirar del miembro de refuerzo central 216 a través de los tubos de protección circundantes puede ensayarse y a continuación compararse con la fuerza para tirar de los tubos de protección y del miembro de refuerzo central juntos a través del forro 226 o una capa de blindaje u otra estructura circundante en el cable 214, que pueden ensayarse

por separado.

Haciendo referencia una vez más a las figuras 2 y 4, la primera interfaz 132 del cable 110 tiene un mayor acoplamiento que la segunda interfaz 134, al menos en parte debido a las diferencias entre los polvos primero y segundo 120, 122. Además, el mayor acoplamiento es tal que cuando las superficies tercera y cuarta 128, 130 se estiran en direcciones opuestas a una distancia combinada de 2 cm longitudinalmente a lo largo de un segmento de 10 cm del cable, se produce un desplazamiento de deslizamiento mayor entre las superficies segunda y cuarta 126, 130 que el que se produce entre las superficies primera y tercera 124, 128. El acoplamiento aumentado puede deberse a uno o más de una combinación de factores relacionados con los polvos, tal como fuerzas de fricción, componentes de superficie de bloqueo u oposición, adherencia, abrasión u otros factores. En algunas realizaciones, la primera interfaz 132 tiene una mayor fuerza de fricción estática que la segunda interfaz 134 al menos en parte debido a las diferencias en los polvos primero y segundo 120, 122, facilitando de este modo el acoplamiento aumentado entre las superficies primera y la tercera 124, 128. En algunas realizaciones, el coeficiente estático de fricción entre superficies en la primera interfaz 132 es al menos 0,2 veces mayor que el coeficiente estático de fricción en la segunda interfaz 134, tal como al menos 0,4 veces mayor.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, un cable de fibra óptica 510, similar al cable 110 de la figura 1, incluye un forro 112 y un elemento del interior del cable al forro 112 en la forma de un tubo de protección 514. El tubo de protección 514 tiene una primera superficie 524 y una segunda superficie 526. Un miembro de refuerzo central 116 del cable 510 incluye una tercera superficie 128 que es interior al forro 112 y frente a la primera superficie 524 del tubo de protección 514 en una primera interfaz 532. Como tal, la tercera superficie 128 está separada del forro 112. Una cuarta superficie 130 interior al forro 112, definida por la superficie interior del forro 112, está frente a la segunda superficie 526 del tubo de protección 512 en una segunda interfaz 534. El cable 510 incluye además un primer polvo 120 integrado con la tercera superficie 128 en la primera interfaz 532 y un segundo polvo 122 integrado con la cuarta superficie 130 en la segunda interfaz 534. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, la primera interfaz 532 tiene un acoplamiento mayor que la segunda interfaz 534, al menos en parte debido a las diferencias entre los polvos primero y segundo 120, 122.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el tubo de protección 514 (u otro tubo o elemento del cable) tiene un exterior que es uniforme en textura, pero puede ser rugoso, rayado, o de otro modo formado para aumentar la interacción con las superficies contiguas, que está simbólicamente representado en la figura 5 por pequeños puntos que se extienden por la superficie. La textura superficial exterior del tubo de protección 514 puede aumentar o de otra manera influir en el acoplamiento del tubo de protección 514 con las superficies tercera y cuarta 128, 130 dentro del cable 510. En otras realizaciones, el tubo de protección 514 no está texturado, pero puede estar formado a partir de un material conforme que aumenta la interacción con las superficies adyacentes mediante la deflexión alrededor de las partículas de polvo. En otras realizaciones más, pueden usarse los tubos de protección que tienen una superficie exterior lisa y uniforme, donde el acoplamiento de la superficie de tubo de protección a las estructuras contiguas está influenciado por diferentes polvos integrados con las estructuras circundantes y/o contiguas del cable, tales como el miembro de refuerzo central 116 y el interior del forro 112, independientemente de la textura del tubo de protección 514.

Haciendo referencia ahora a la figura 6, en algunas realizaciones contempladas los polvos primero y segundo 120, 122 pueden estar dispuestos de manera opuesta en un cable 610 en relación con la configuración mostrada en la figura 1, con el segundo polvo (por ejemplo, el polvo de menor fricción) adyacente al miembro de refuerzo central y con el primer polvo (por ejemplo, el polvo de mayor fricción) adyacente al interior del forro. La figura 7 muestra un ejemplo donde la separación del miembro de refuerzo central 116 y el forro 112 solo ha estirado el miembro de refuerzo central 116 de la estructura circundante. Los tubos de protección 114 en esta realización permanecen acoplados al forro 112.

Como alternativa, los polvos 120, 122 pueden estar dispuestos entre los elementos trenzados adyacentes de un cable, tales como los tubos de protección 114, las varillas de relleno, los cables conductores, y otros elementos trenzados en el cable, con el fin de facilitar la separación fácil de algunos elementos trenzados, pero de alto acoplamiento entre otros elementos. En otras realizaciones contempladas más, los polvos primero y segundo 120, 122 pueden estar dispuestos en lados opuestos de la pared de un tubo de protección 114 u otro tubo en el cable, tal como con un polvo de menor fricción dentro de los tubos de protección 114 y un polvo de mayor fricción en o uniéndose de otro modo al exterior de los tubos de protección 114, permitiendo que las fibras ópticas 118 se deslicen relativamente libres dentro de los tubos de protección 114, mientras que los tubos de protección 114 permanecen acoplados a los elementos adyacentes, tales como el miembro de refuerzo central 116, los tubos de protección adyacentes 114, y/o el forro 112 u otras estructuras.

Haciendo referencia ahora a la figura 12, un cable de fibra óptica 710 incluye una pluralidad de tubos de protección 712 que contienen fibras ópticas 714 y una varilla de relleno 716 trenzada alrededor de un elemento de refuerzo central 718. Un tubo en forma de una película de aglutinante 720 rodea los tubos de protección trenzados 712 y normalmente carga los tubos de protección 712 contra el miembro de refuerzo central 718 facilitando el acoplamiento entre los mismos. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el cable 710 incluye además

una capa de blindaje 722 que rodea la película de aglutinante 720 y un forro 724 exterior al blindaje 722. En algunas realizaciones, el blindaje 722 es metálico, tal como que incluye acero o cobre corrugado, y el forro 724 es polimérico, tal como que incluye polietileno.

Un primer polvo 726 (por ejemplo, un polvo de mayor fricción), como se desvela en el presente documento con respecto a las otras realizaciones, se coloca en una superficie interior de la película de aglutinante 720 y un segundo polvo 728 (por ejemplo, un polvo de menor fricción), como se desvela en el presente documento con respecto a las otras realizaciones, se coloca en una superficie exterior de la película delgada. En algunas realizaciones, los polvos pueden incrustarse parcialmente en lados opuestos de la película de aglutinante 720. La solicitud de Estados Unidos N.º 13/790.329 presentada el 08 de marzo 2013 proporciona una divulgación relacionada con la extrusión de las películas de aglutinante y la integración del polvo con las mismas. La colocación de un polvo de menor fricción en el exterior de la película de aglutinante 720 puede facilitar el movimiento/deslizamiento del conjunto de núcleo (la película de aglutinante 720 y el contenido en el mismo) en relación con el blindaje 722 a medida que el cable 710 se estira y se contrae, mejorando potencialmente la atenuación del rendimiento de las fibras ópticas 714 en el mismo, como se analiza en la sección de Antecedentes y en otra parte del presente documento.

En otras realizaciones contempladas, el primer polvo 726 está colocado en un lado de los tubos de protección 712, entre los tubos de protección 712 y la película de aglutinante 720, y el segundo polvo 728 está colocado en otro lado de los tubos de protección 712, entre los tubos de protección 712 y el miembro de refuerzo central 718, por lo que los tubos de protección 712 tienen mayor acoplamiento al miembro de refuerzo central 718 que a la película de aglutinante 720. En otras realizaciones más, el segundo polvo 728 está colocado en el interior de los tubos de protección 712, entre los tubos de protección 712 y las fibras ópticas 714 en los mismos, y el primer polvo 726 está integrado con la superficie interior de la película de aglutinante 720, por lo que los diferentes polvos 726, 728 contribuyen a que las fibras ópticas 714 sean capaces de deslizarse dentro de los tubos de protección 712 mientras que los propios tubos 714 se fijan en relación con la película de aglutinante 720, entre sí, y/o al miembro de refuerzo central 718.

Haciendo referencia ahora a la figura 13, un cable de fibra óptica 810 incluye un tubo 812, tal como un tubo micromódulo o un forro de cable, que rodea una pluralidad de fibras ópticas 816. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, las fibras ópticas 816 están reforzadas, e incluyen un sobrerrecubrimiento polimérico 818 que protege el núcleo de vidrio y el revestimiento de las fibras ópticas 816 y más del doble del diámetro de las fibras ópticas 816 en relación con el diámetro del núcleo de vidrio y el revestimiento, tal como más del triple o incluso más del cuádruple del diámetro. En algunas realizaciones, el cable 810 incluye unos elementos de resistencia a la tracción 814 entre las fibras ópticas 816 y el interior del tubo 812, tal como hebras o hilos de aramida o fibra de vidrio, que refuerzan las fibras ópticas 816.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el cable 810 incluye además un primer polvo 820 integrado con los refuerzos 818 de las fibras ópticas 816, tal como parcialmente incrustado en la superficie exterior del mismo, y un segundo polvo 822 integrado con el interior del tubo 812. En algunas realizaciones, el primer polvo 820 es un polvo de alta fricción que facilita el acoplamiento entre las fibras ópticas 816, y el segundo polvo 822 es un polvo de baja fricción que facilita el deslizamiento de las fibras ópticas 816 en relación con el tubo 812.

En las realizaciones contempladas, las partículas del primer polvo 820 son más redondas que las partículas del segundo polvo 822. En algunas de tales realizaciones, las partículas del primer polvo 820 son más pequeñas que las partículas del segundo polvo 822, o difieren de otro modo de las partículas del segundo polvo, como se desvela con respecto a las otras realizaciones del presente documento. En algunas realizaciones contempladas, las fibras ópticas reforzadas 816 pueden tener el polvo 820 o el polvo 822 integrado en las mismas, como se muestra en la figura 13, y no se usan polvos adicionales o polvos diferentes en otras partes del cable correspondiente.

Haciendo referencia a la figura 14, un cable de fibra óptica 910 incluye un forro 912 que forma una cavidad 914 dentro de la que se coloca una pila 916 de cintas de fibra óptica 920, incluyendo cada cinta 920 una pluralidad de fibras ópticas 922 en un material de matriz 924. Los elementos de refuerzo rígidos 926, tales como unas varillas de plástico reforzadas con vidrio o cables de acero, están incrustados en el forro 912. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, un primer polvo 928 está integrado con la superficie interior de la cavidad 914 y un segundo polvo 930 está integrado con los lados de las cintas de fibra óptica 920. La pila de cintas 916 ondula longitudinalmente en un patrón de onda dentro de la cavidad 914, de tal manera que las cintas tienen exceso de longitud en relación con la longitud del cable 910 (por ejemplo, al menos un 2 % más larga, al menos un 4 % más larga, al menos un 6 % más larga), poniendo en contacto tanto la parte superior como la parte inferior de la cavidad 914 en puntos diferentes a lo largo de la longitud del cable 910.

En algunas realizaciones, el primer polvo 928 puede estar configurado para aumentar el acoplamiento de la pila de cintas 916 a la cavidad 914 mientras que el segundo polvo 930 puede estar configurado para disminuir el acoplamiento entre las cintas 920 de la pila 916. En una realización, el primer polvo 928 incluye un polímero superabsorbente y el segundo polvo 930 es diferente del primer polvo 928 y puede incluir un lubricante sólido, tal como polvo de grafito o talco. En algunas realizaciones, el segundo polvo 930 está incrustado parcialmente en el

material de matriz 924 de las cintas de fibra óptica 920.

En las realizaciones contempladas alternativas, las fibras ópticas del cable 910 pueden ser fibras reforzadas individuales, como se muestra en la figura 13, o configuradas de otro modo. En algunas realizaciones contempladas, el perímetro de la sección transversal exterior del forro 912 del cable 910 es redondo. Las cintas 920 pueden no estar apiladas. Las cintas 920 incluyen cada una al menos dos, tal como al menos cuatro, o al menos ocho fibras ópticas 922. En algunas realizaciones, todas las cintas 920 de la pila 916 tienen el mismo polvo integrado con las mismas, mientras que en otras realizaciones solo las cintas más altas y más bajas de la pila incluyen cualquier polvo integrado con las mismas.

En otras realizaciones más, ninguna de las cintas 920 incluyen un polvo 930 integrado en las mismas, y el polvo de mayor fricción 928 está integrado con la cavidad 914 para proporcionar un acoplamiento de la pila de cintas 920 a la cavidad, sin usar polvos adicionales o diferentes en otras partes del cable correspondiente. El polvo 928 puede incluir adhesivos secos o gomosos integrados con el mismo y/o puede proporcionar los mismos beneficios de acoplamiento proporcionados de otro modo por las cintas compresibles, como se describe en la patente de Estados Unidos N.º 7.277.615 expedida el 2 de octubre de 2007, que se incorpora en el presente documento como referencia en su totalidad. Por ejemplo, la fuerza de extracción normalizada de la pila de cintas 916, en algunas realizaciones, es al menos de aproximadamente 0,5 N/m, tal como al menos 0,7 N/m, o al menos 0,75 N/m. En otras realizaciones la fuerza de extracción es menor.

En las realizaciones contempladas, la tecnología de la invención desvelada en el presente documento puede usarse con cables distintos de los cables de fibra óptica, tales como los cables que transportan componentes eléctricamente conductores. Tales realizaciones contempladas pueden reemplazar los componentes desvelados en el presente documento para los cables de fibra óptica, con los elementos conductores, tales como alambres conductores aislados que sustituyen a los elementos ópticos, tales como los tubos de protección que contienen las fibras ópticas. En algunas realizaciones, unos cables híbridos que incorporan la tecnología de la invención desvelada en el presente documento pueden incluir tanto fibra óptica como elementos conductores. Por ejemplo, los miembros de refuerzo 926 en la figura 14 también pueden ser elementos conductores de cobre para la transferencia de energía eléctrica.

La construcción y disposiciones del cable de fibra óptica, como se muestra en las diversas realizaciones a modo de ejemplo, son solo ilustrativas. Aunque solo unas pocas realizaciones se han descrito en detalle en esta divulgación, son posibles muchas modificaciones (por ejemplo, variaciones en tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos miembros, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones, etc.) sin alejarse materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas del objeto descrito en el presente documento. Algunos elementos mostrados como formados integralmente pueden estar contruidos de múltiples partes o elementos, la posición de los elementos puede revertirse o de otro modo variarse y la naturaleza o el número de elementos o posiciones discretas puede alterarse o modificarse. Por ejemplo, los polvos primero y segundo pueden conmutarse en cualquiera de las realizaciones desveladas en el presente documento para lograr efectos de acoplamiento alternativos. El orden o la secuencia de cualquier proceso, el algoritmo lógico, o las etapas del método pueden variarse o volverse a secuenciar de acuerdo con las realizaciones alternativas. Otras sustituciones, modificaciones, cambios y omisiones pueden realizarse también en el diseño, las condiciones y disposiciones de funcionamiento de las diversas realizaciones a modo de ejemplo sin alejarse del alcance de la presente tecnología de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un cable de fibra óptica (110), que comprende:

un forro (112);

un elemento (114, 116) del cable interior al forro, comprendiendo el elemento:
 - 5 una primera superficie (124), y

una segunda superficie (126);

una tercera superficie (128) interior al forro y frente a la primera superficie en una primera interfaz (132);

una cuarta superficie (130) interior al forro y frente a la segunda superficie en una segunda interfaz (134), en el que al menos una de las superficies tercera y cuarta está separada del forro;
- 10 un primer polvo (120) integrado con al menos una de las superficies primera y tercera en la primera interfaz; y

un segundo polvo (122) integrado con al menos una de las superficies segunda y cuarta en la segunda interfaz,

en el que la primera interfaz tiene mayor acoplamiento que la segunda interfaz al menos en parte debido a las diferencias entre los polvos primero y segundo, en el que el mayor acoplamiento es tal que cuando las superficies tercera y cuarta se estiran en direcciones opuestas una distancia combinada de 2 cm longitudinalmente a lo largo de
15 un segmento de 10 cm del cable, se produce un mayor desplazamiento deslizante entre las superficies segunda y cuarta que entre las superficies primera y tercera.
2. El cable de la reivindicación 1, en el que la primera interfaz tiene una mayor fuerza de fricción estática que la segunda interfaz al menos en parte debido a las diferencias entre los polvos primero y segundo, facilitando de este modo un mayor acoplamiento entre las superficies primera y tercera.
- 20 3. El cable de la reivindicación 2, en el que el coeficiente estático de fricción en la primera interfaz es al menos 0,2 veces mayor que el coeficiente estático de fricción en la segunda interfaz.
4. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las partículas del primer polvo están incrustadas parcialmente en la al menos una de las superficies primera y tercera, pero incluyen partes de las mismas que no están completamente incrustadas y sobresalen más allá de la al menos una de las superficies primera y
25 tercera, y en el que las partículas del segundo polvo están incrustadas parcialmente en la al menos una de las superficies segunda y cuarta, pero incluyen partes de las mismas que no están completamente incrustadas y sobresalen más allá de la al menos una de las superficies segunda y cuarta.
5. El cable de la reivindicación 4, en el que las partículas del segundo polvo están incrustadas parcialmente en la segunda superficie.
- 30 6. El cable de la reivindicación 5, en el que las partículas del primer polvo están incrustadas parcialmente en la primera superficie de tal manera que el elemento incluye los polvos primero y segundo ambos parcialmente incrustados en el mismo.
7. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la segunda superficie está en el exterior del elemento, y en el que la primera superficie está contra la segunda superficie.
- 35 8. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el elemento es polimérico y rodea al menos una fibra óptica de vidrio (118).
9. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el elemento es un tubo (114) que rodea una pluralidad de fibras ópticas de vidrio (118) que incluyen la al menos una fibra óptica de vidrio.
- 40 10. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la primera superficie está frente al centro de una sección transversal del cable y la segunda superficie está frente al interior del forro y contra el centro de la sección transversal del cable.
11. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los polvos primero y segundo son polvos secos.

12. El cable de la reivindicación 11, en el que los polvos primero y segundo comprenden ambos unas partículas de polímero superabsorbente.
- 5 13. El cable de la reivindicación 12, en el que las partículas de polímero superabsorbente del primer polvo son al menos el doble de grandes, en volumen promedio, que las partículas de polímero superabsorbente del segundo polvo.
14. El cable de la reivindicación 12, en el que las partículas de polímero superabsorbente del primer polvo tienen un módulo elástico mayor que las partículas de polímero superabsorbente del segundo polvo al menos en parte debido a la mayor reticulación superficial de las partículas de polímero superabsorbente del primer polvo en relación con el segundo polvo.
- 10 15. El cable de la reivindicación 12, en el que las partículas del segundo polvo son, en promedio, más redondas que las partículas del primer polvo, teniendo una diferencia de al menos 0,15 veces en ovalidad esférica promedio.
16. El cable de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, en el que la concentración, en términos de porcentaje de cobertura de área de superficie, del segundo polvo en las superficies de la segunda interfaz es al menos un 20 % diferente de la concentración del primer polvo en las superficies de la primera interfaz.
- 15 17. Un método de fabricación de un cable de fibra óptica, que comprende las etapas de:
- extruir un elemento del cable de fibra óptica;
- motivar a un primer polvo para impactar en una superficie fundida del elemento de tal manera que las partículas del primer polvo se incrusten parcialmente en la superficie, pero que incluyan partes de las mismas que no estén completamente incrustadas y sobresalgan más allá de la superficie;
- 20 extruir un forro de cable del cable de fibra óptica alrededor del elemento;
- motivar a un segundo polvo para impactar en otra superficie del cable de fibra óptica, mientras que la otra superficie se funde, de tal manera que las partículas del segundo polvo se incrusten parcialmente en la otra superficie, pero que incluya partes del mismo que no estén completamente incrustadas y sobresalgan más allá de la otra superficie;
- 25 en el que los polvos primero y segundo son polvos secos, en el que los polvos primero y segundo comprenden ambos unas partículas de polímero superabsorbente, en el que las partículas de polímero superabsorbente del primer polvo son al menos el doble de grandes, en volumen promedio, que las partículas de polímero superabsorbente del segundo polvo o viceversa.
18. El método de la reivindicación 17, en el que la otra superficie es una segunda superficie del elemento que está contra la superficie del elemento que recibe el primer polvo.
- 30

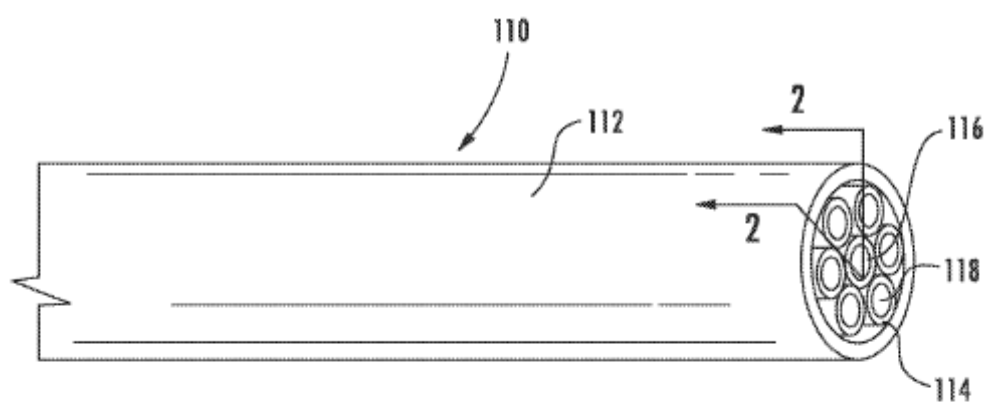


FIG. 1

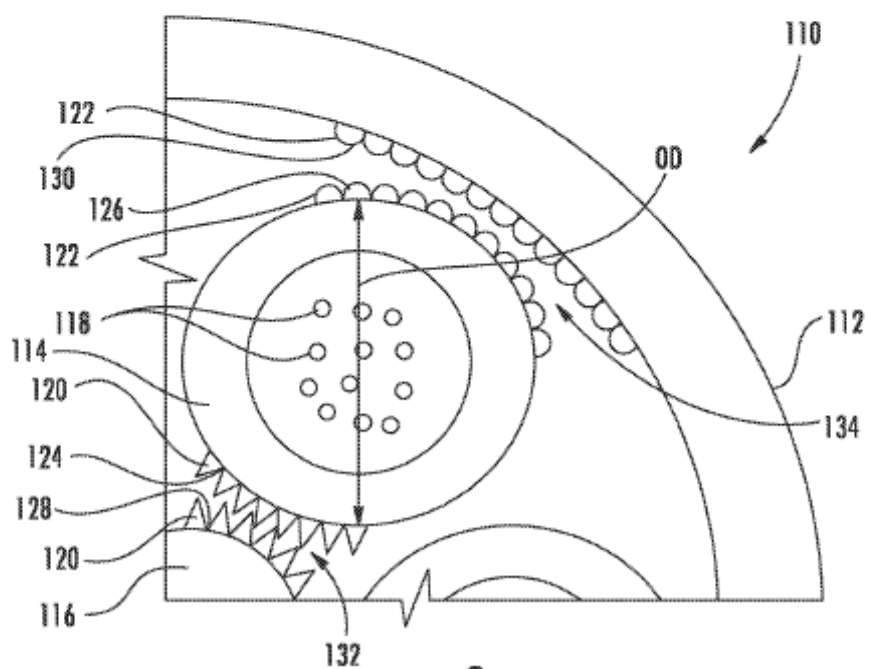


FIG. 2

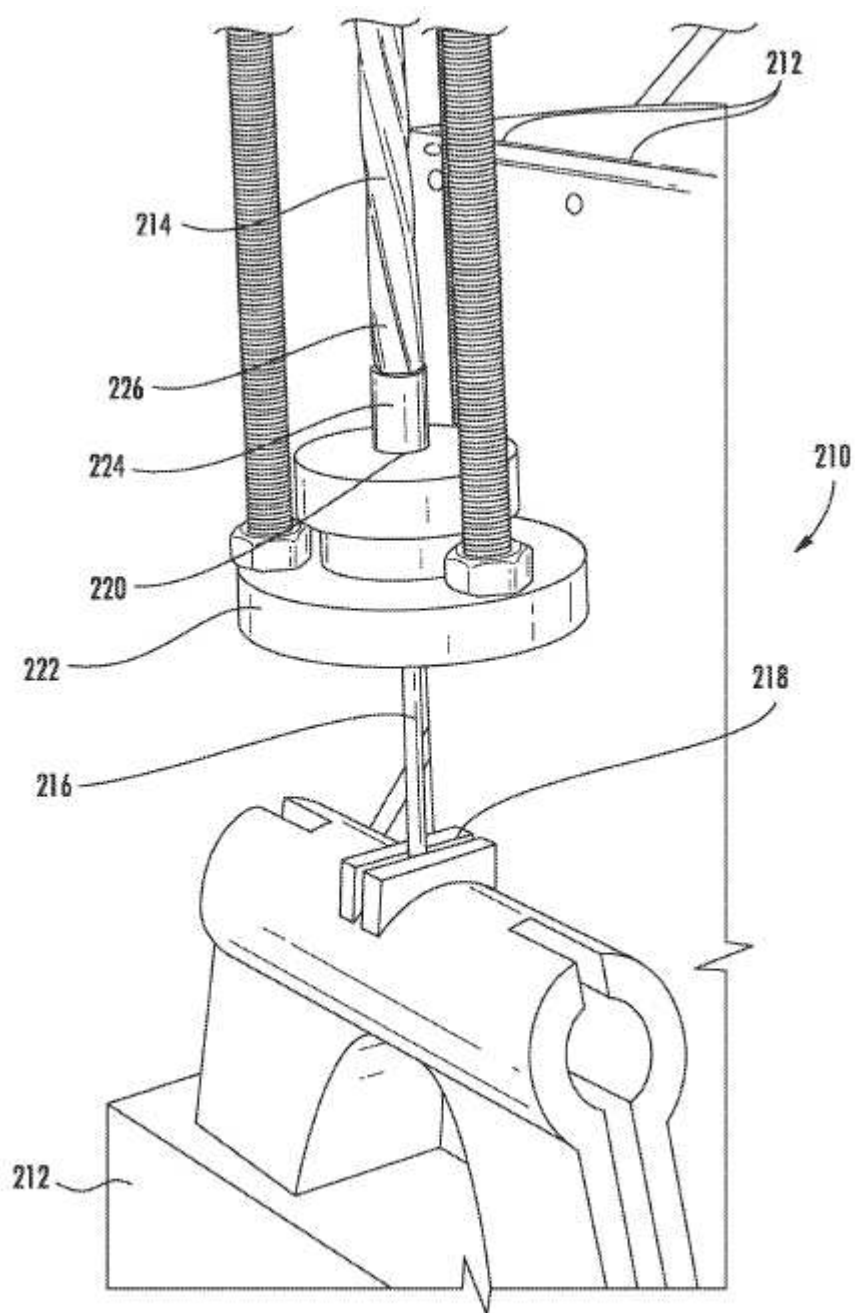
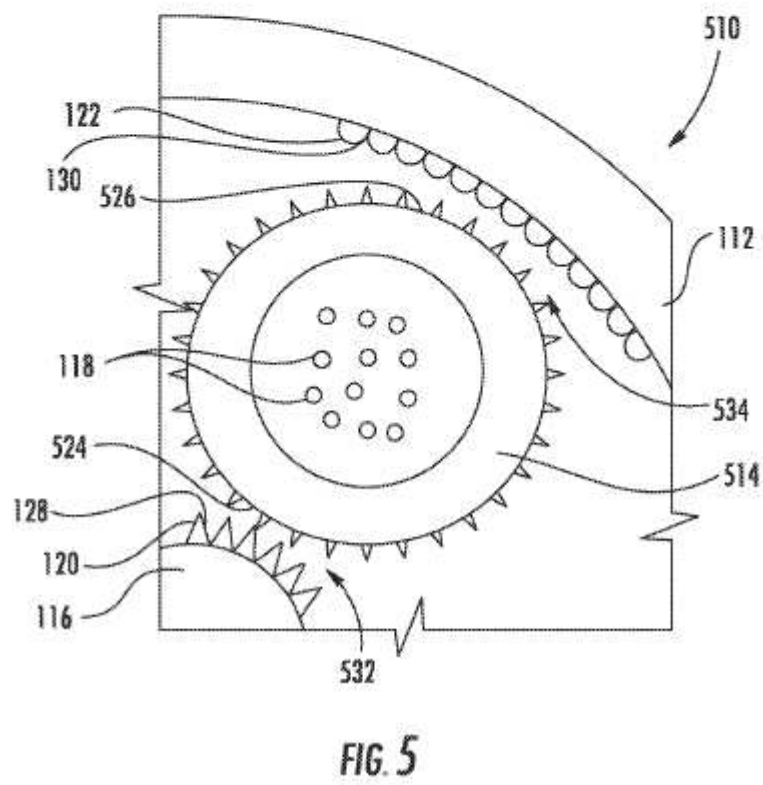
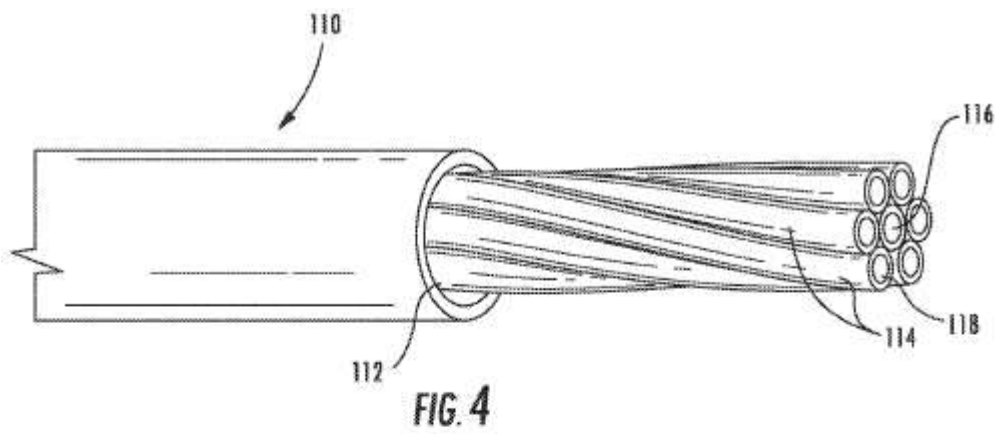
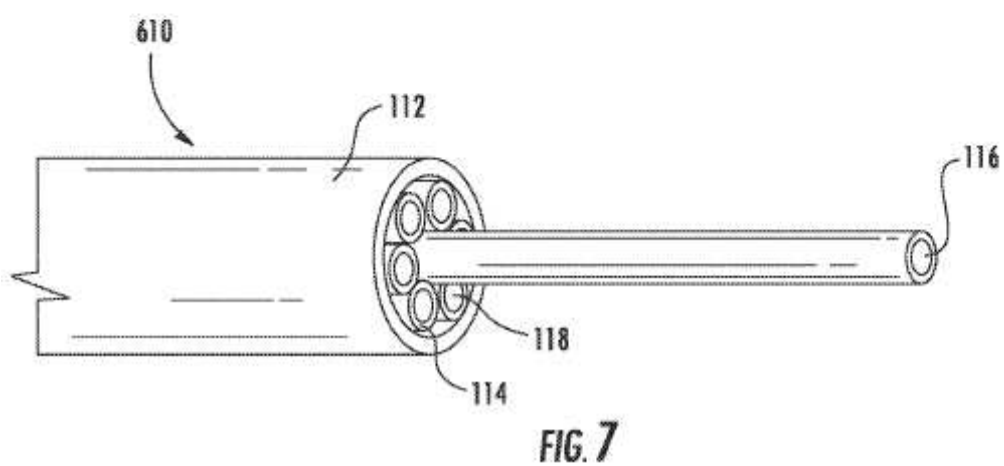
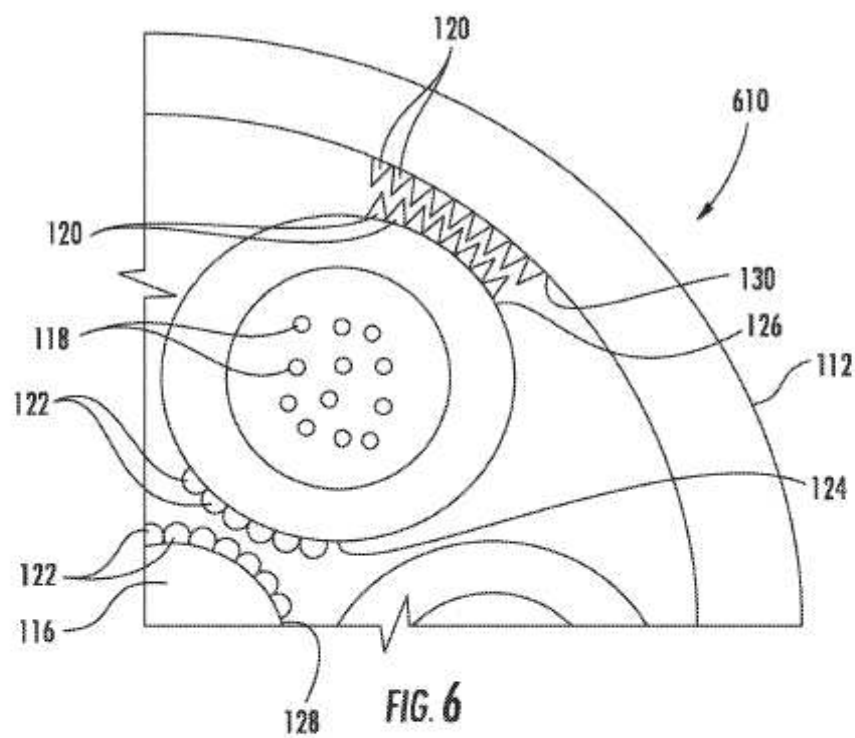


FIG. 3





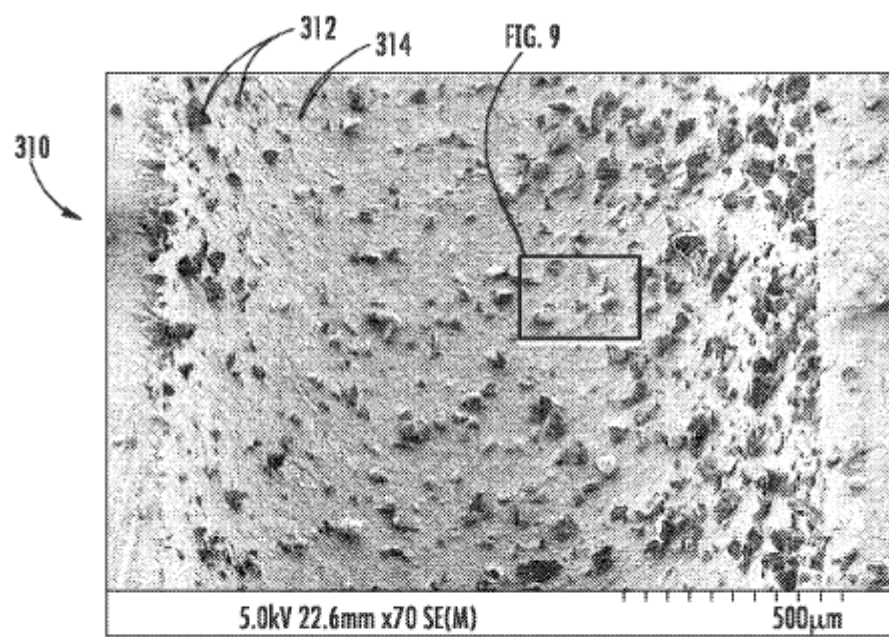


FIG. 8

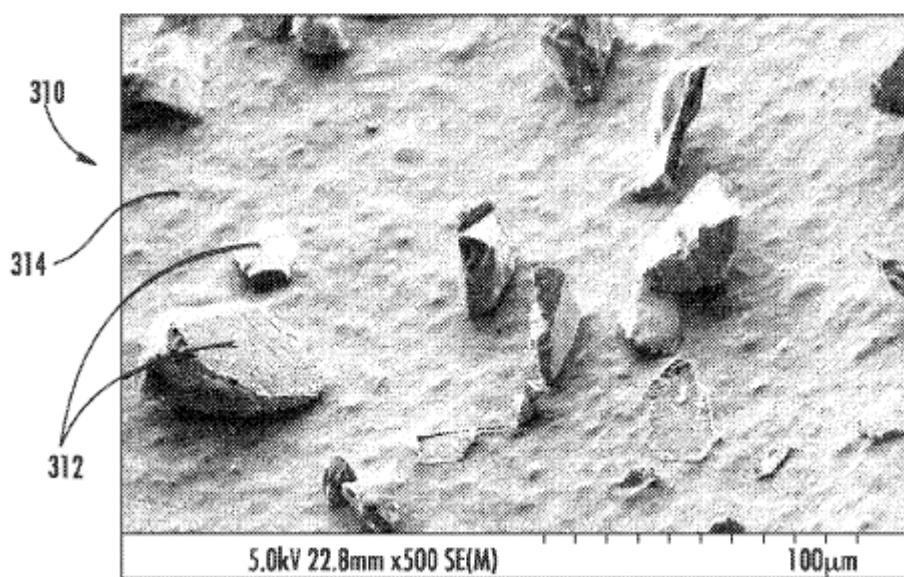


FIG. 9

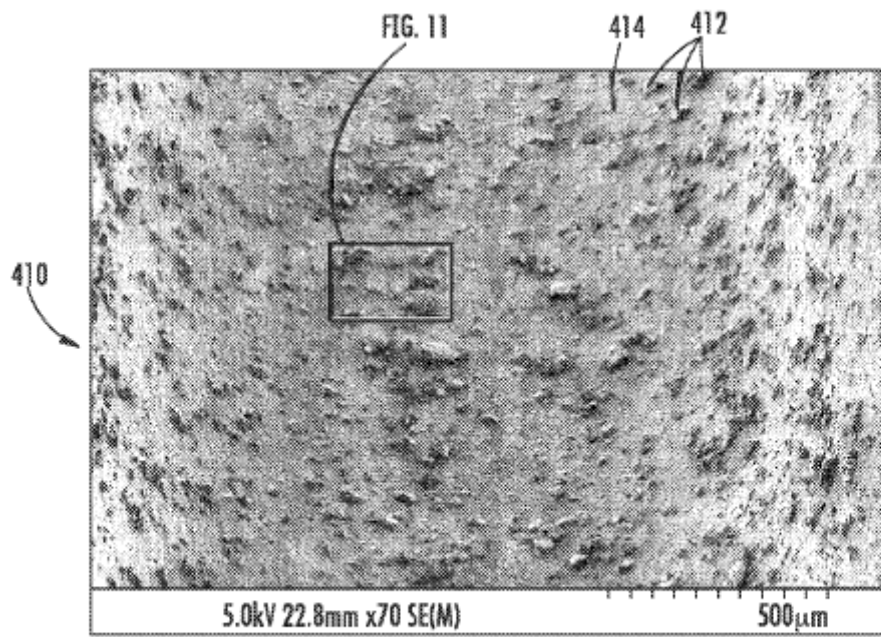


FIG. 10

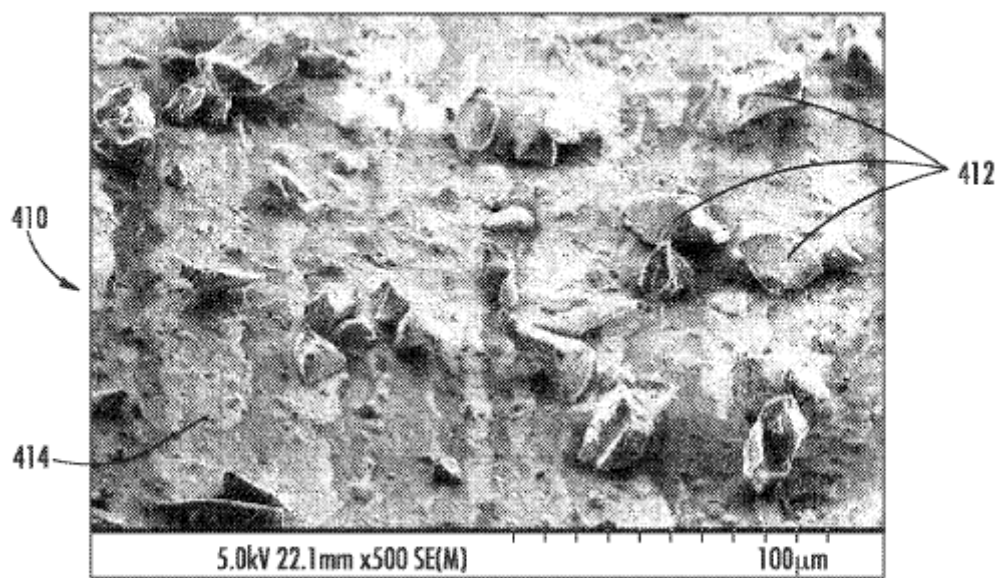


FIG. 11

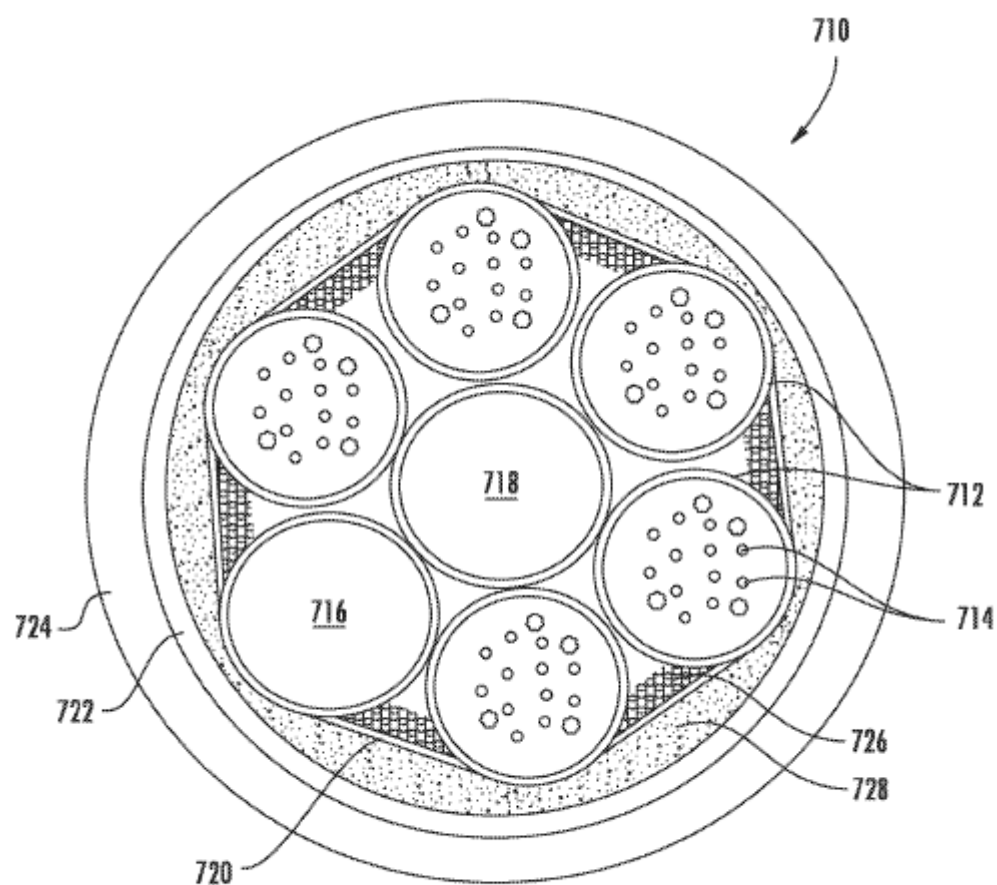


FIG. 12

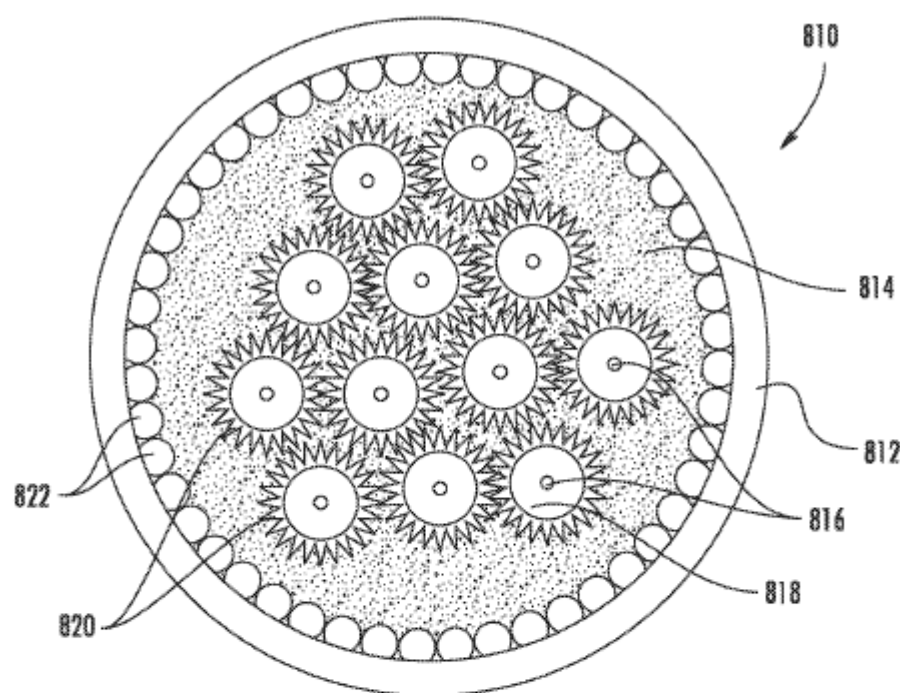


FIG. 13

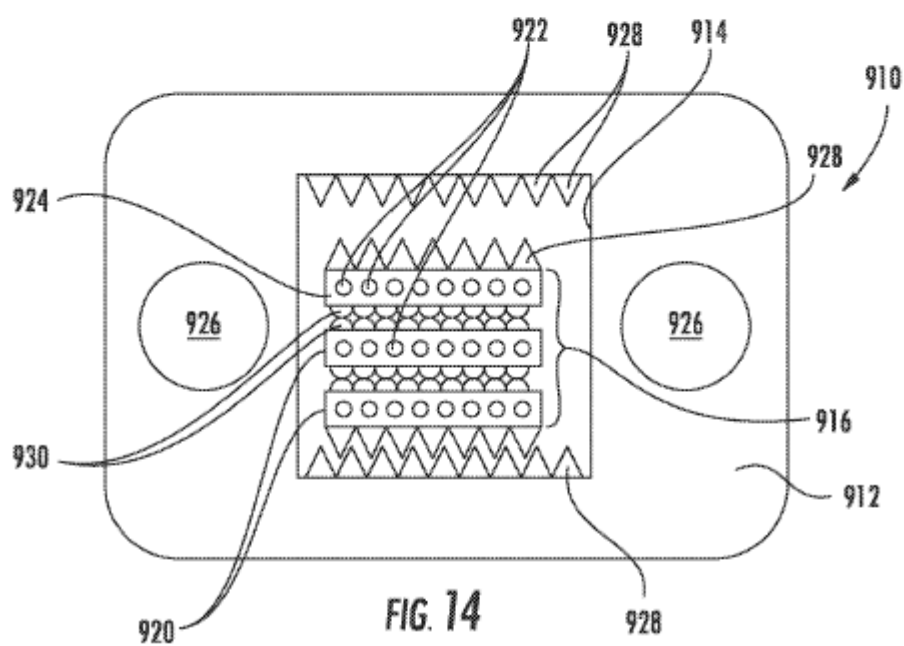


FIG. 14