

Ensamble de cables tipo cinta (*ribbon*) de fibra óptica y un método para producirlo

La presente invención se refiere a un ensamble de cables tipo cinta (*ribbon*) de fibra óptica y a un método para producirlo.

La cantidad de datos que se transmiten a través de cables de fibras ópticas aumenta de manera constante. Dicho aumento se hace específicamente notable en los centros de datos de todo el mundo, por ejemplo, debido a la expansión de la computación en "la nube" —en la que todos los datos deben transmitirse en un espacio limitado—. Lo antedicho causa una demanda en aumento de cables ópticos con alta densidad de fibras y alto recuento de fibras. Más aun, se mantiene siempre una tendencia a reducir el costo de construcción de la red de cables de acceso, lo que otorga importancia a la reducción del diámetro y el peso del cable óptico. Al disminuir el diámetro y el peso del cable óptico se hará posible la utilización de las instalaciones existentes, tales como los conductos subterráneos, lo cual reducirá el costo de instalación. Un requisito adicional consiste en que, a fin de abreviar el tiempo de funcionamiento de la conexión de cable, las fibras ópticas deberán encontrarse con empalmes de fusión masiva.

Lo anterior significa que existen diversas demandas —

las que, posiblemente, se encuentran en conflicto— que son, por una parte, en términos de disminución en el diámetro del cable óptico y, por otra parte, en términos de aumento en la densidad de las fibras ópticas. Estas demandas plantean un gran desafío para los fabricantes de cables ópticos.

Para lograr la facilidad de operación, se han utilizado cables tipo cinta (*ribbon*) de fibras ópticas que pueden estar empalmadas por fusión masiva para obtener conexiones de fibras ópticas múltiples a la vez, con flexibilidad mejorada.

No obstante, los ensambles de cables tipo cinta de fibras ópticas convencionales, con múltiples cables tipo cinta de fibras ópticas interconectadas, presentan la desventaja de ser difíciles de separar en sub-ensambles, o en cables tipo cinta componentes, que contengan un número reducido de cables tipo cinta.

Un objeto de la presente invención consiste en proveer un cable tipo cinta óptico que se puede obtener en forma eficaz y que tiene propiedades mejoradas en cuanto a su separación en los cables tipo cinta componentes. Otro objeto de la presente invención es brindar un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas del cual se pueden separar los cables tipo cinta componentes sin dañar el resto de los cables tipo cinta de fibras ópticas del ensamble.

Uno o más de estos objetos se logran mediante un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas, que comprende lo

siguiente:

- * una pluralidad de cables tipo cinta de fibras ópticas adyacentes que se extienden en una dirección longitudinal y se disponen en un plano, donde cada uno de los cables tipo cinta de fibras ópticas comprende una pluralidad de fibras ópticas mutuamente unidas por medio de un material matricial, en donde las fibras se extienden en la dirección longitudinal y se disponen en el plano; donde dicha pluralidad de cables tipo cinta adyacentes forman al menos un conjunto de dos cables tipo cinta adyacentes que tienen un intersticio (también denominado "surco") entre dichos dos cables tipo cinta adyacentes y

- * un material adhesivo, que forma uniones intermitentes en el intersticio entre los dos cables tipo cinta adyacentes de un conjunto, por medio de las cuales se unen los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto.

En un aspecto, la invención se refiere a un método para producir un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas, tal como se describió con anterioridad, de acuerdo con la presente invención, donde dicho método comprende lo siguiente:

- * proveer una pluralidad de cables tipo cinta de fibras ópticas para obtener un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas longitudinal; en el cual, la pluralidad de cables tipo cinta de fibras ópticas se extiende en una

dirección longitudinal, en un plano y están adyacentes entre sí, donde cada uno de los cables tipo cinta de fibras ópticas comprende una pluralidad de fibras ópticas mutuamente unidas por medio de un material matricial, donde dicha pluralidad de cables tipo cinta adyacentes forman al menos un conjunto de dos cables tipo cinta adyacentes que tienen un intersticio entre dichos dos cables tipo cinta adyacentes;

* aplicar un material para unir, desde un dispositivo dispensador hacia una superficie de dicho ensamble, de una manera tal que se conforme, después de la curación y/o enfriamiento, un material adhesivo que forme uniones intermitentes entre los dos cables tipo cinta adyacentes de un conjunto, en el intersticio entre los dos cables tipo cinta adyacentes.

También se pueden aplicar las formas de realización correspondientes del ensamble de cables tipo cinta detallado a continuación para el método de acuerdo con la presente invención, y viceversa.

El ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas y el método de acuerdo con la presente invención, por lo tanto, combinan la resistencia y la capacidad del empalme por fusión masiva de los cables tipo cinta con la flexibilidad, a fin de permitir la producción de un cable que tiene una alta densidad de fibras, mientras que hace posible separar con facilidad el ensamble de cables tipo cinta en los cables tipo

cinta componentes sin dañar el resto de los cables tipo cinta de fibras ópticas del ensamble. El ensamble de cables tipo cinta de la invención es muy flexible y, en consecuencia, también resulta eficaz para el embalaje compacto de cables tipo cinta de fibras ópticas dentro de un cable de fibras ópticas para brindar una alta densidad de fibras. El ensamble de cables tipo cinta se puede empalmar, en el momento, con empalme por fusión masiva y los cables tipo cinta de fibras ópticas individuales se pueden separar del ensamble de cables tipo cinta con facilidad.

Dentro del alcance de las presentes instrucciones, una unión hace referencia a una gota de material adhesivo que une dos cables tipo cinta de fibras ópticas adyacentes a lo largo de una longitud de unión (1).

A continuación, la presente invención se describe en el presente documento con referencia a las ilustraciones esquemáticas adjuntas, en las cuales se muestran las formas de realización de la presente invención y en las que los números de referencia análogos indican elementos iguales o similares.

La Figura 1 muestra una forma de realización de un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas de la invención.

La Figura 2 muestra otra forma de realización de un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas de la

invención.

La Figura 3 muestra otra forma más de realización de un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas de la invención.

La Figura 4 muestra la sección IV a IV, de acuerdo con la Figura 3.

Tal como se describió con anterioridad, en un primer aspecto, la invención se refiere a un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas. A continuación se analizan diversas formas de realización de dicho ensamble.

En una forma de realización, el material adhesivo del ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas está presente en el intersticio y, fuera del intersticio, solo se extiende en las respectivas zonas de bordes adyacentes de los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto, en donde una zona de borde se define como la zona que comprende, a lo sumo, 30 por ciento, preferentemente, como máximo, 25 por ciento, por ejemplo, entre 10 y 25 por ciento, del ancho del cable tipo cinta en dirección transversal. Como resultado, se obtiene una alta flexibilidad, con un uso óptimo del material adhesivo.

En una forma de realización, los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto se han unido mediante el material adhesivo sobre solamente en un lado del ensamble. La frase "solamente en un lado" hace referencia a solamente el lado

superior o inferior cuando el ensamble de cables tipo cinta se observa en una vista plana. Esto permite que el material adhesivo forme una unión que se puede doblar y que es flexible, que permite doblar el ensamble de cables tipo cinta, por ejemplo, para que quepa en un cable. Como resultado, se obtiene una alta flexibilidad.

En una forma de realización, el material adhesivo se encuentra en forma de filamento, donde se ha provisto un filamento para cada conjunto de dos cables tipo cinta adyacentes, en donde dicho filamento está dispuesto a lo largo de una longitud de dicho ensamble, se extiende solamente sobre los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto, y de manera tal que el filamento forma cruces múltiples sobre el intersticio entre los dos cables tipo cinta adyacentes, donde el filamento forma, en cada cruce, una unión, de uniones intermitentes, entre los dos cables tipo cinta adyacentes. Esta forma de material adhesivo permite una manera eficiente de fabricar un ensamble de cables tipo cinta.

En una forma de realización, el filamento sigue un recorrido con forma de onda o un recorrido con forma circular sobre los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto. Como resultado, se pueden realizar los cruces que forman las uniones de manera eficiente.

En una forma de realización, en los cruces, el filamento

sigue el intersticio a lo largo de una longitud de unión.

En una forma de realización, el ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas comprende solamente dos cables tipo cinta.

En una forma de realización, dicho material matricial es un acrilato, tal como un material de acrilato de poliuretano o un polimetacrilato. En una forma de realización, el material matricial encapsulante tiene un espesor comprendido entre 5 y 10 micrómetros.

En una forma de realización, el filamento tiene una masa (en gramos) cada 10.000 m comprendido entre 60 y 120 dtex¹, preferentemente, entre 75 y 110 dtex.

En una forma de realización del método, se observan los siguientes pasos:

- * aplicar un material para unir desde un dispositivo dispensador hacia una superficie; que comprende (o consiste en) los siguientes pasos:

- * aplicar un material para unir –desde un dispositivo dispensador hacia la superficie de dicho ensamble– en forma de filamento, en donde el material para unir –para cada conjunto de dos cables tipo cinta adyacentes– se aplica para que se extienda solo sobre el conjunto de dos cables tipo cinta adyacentes, de manera tal que el filamento forme cruces

¹N. del T.: "dtex" es la abreviatura de decitex (masa en gramos por cada 10.000 metros de fibra).

múltiples por sobre el intersticio entre los dos cables tipo cinta adyacentes del conjunto, donde el filamento en cada cruce, después de la curación y/o enfriamiento, forme una unión, de uniones intermitentes, entre los dos cables tipo cinta adyacentes.

En una forma de realización del método, se observan los siguientes pasos:

- * aplicar un material para unir desde un dispositivo dispensador hacia una superficie; que comprende (o consiste en) los siguientes pasos:

- * aplicar un material para unir en forma de una resina curable desde el dispositivo dispensador hacia la superficie de dicho ensamble (3) en el cual, la resina curable se aplica de manera tal que forme las uniones intermitentes después de la curación; y

- * hacer pasar dicho ensamble (3) con el material para unir aplicado sobre él a través de una estación de curado, a fin de curar la resina para formar las citadas uniones de la resina curada.

La resina curable puede tener una viscosidad a 23 °C comprendida entre 200 y 2000 cPS, preferentemente, entre 300 y 1000 cPS y, con más preferencia, entre 400 y 600 cPS.

La estación de curado puede emitir radiación ultravioleta (UV, *Ultra Violet*) o de haz de electrones (EB, *Electron Beam*) para curar dicha resina curable.

En un método alternativo, se observan los siguientes pasos:

- * aplicar un material para unir desde un dispositivo dispensador hacia una superficie, que comprende el siguiente paso:

- * proveer un material para unir, donde el material es termoplástico, desde el dispositivo dispensador, y calentar dicho material termoplástico hasta por encima de su punto de reblandecimiento y aplicar dicho material termoplástico reblandecido a la mencionada superficie de dicho ensamble (3) en el cual, el material termoplástico reblandecido se enfría y forma las uniones intermitentes del citado material termoplástico.

Se puede lograr el enfriamiento del material termoplástico mediante, por ejemplo, el transporte el ensamble de cables tipo cinta de fibras sobre roldanas frías.

En una forma de realización del método de acuerdo con la presente invención, el dispositivo dispensador puede encontrarse rotando en un plano paralelo con respecto al plano del ensamble, o estar oscilando en una dirección transversal con respecto a la dirección longitudinal del ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas.

En el caso de un dispositivo dispensador giratorio, se puede crear un trayecto de forma cicloide. De acuerdo a la velocidad del desplazamiento del ensamble de cables tipo

cinta a través del dispositivo dispensador y según sea la velocidad de rotación del dispositivo dispensador, se puede llevar a cabo un trayecto de forma cicloide acortada, o con una forma cicloide alargada o con una forma cicloide común.

Preferentemente, el punto de reblandecimiento de dicho filamento termoplástico es superior a 120 °C. El punto de reblandecimiento se determina según el método Vicat con una carga de 10N, de conformidad con la directriz ASTM-D1525-09. Después de calentar el filamento termoplástico, se lo enfría, por ejemplo, al transportar el ensamble de cables tipo cinta sobre roldanas frías.

La Figura 1 muestra un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 1 o, al menos, una parte de él. El ensamble 1 comprende dos cables tipo cinta de fibras ópticas adyacentes 2 que se extienden en una dirección longitudinal 4 y se disponen en un plano, al menos, en un estado de plegamiento del ensamble 1. Es decir, están al ras entre sí. De manera alternativa, se pueden utilizar más cables tipo cinta de fibras ópticas adyacentes, tal como tres o cuatro o más, tal como dentro de un rango comprendido entre cinco y diez cables tipo cinta. Esto último se mantiene para los otros ensambles 100, 200 que se analizarán a continuación.

Cada uno de los cables tipo cinta de fibras ópticas 2 comprende cuatro fibras ópticas 6 mutuamente unidas por un material matricial de acrilato 8. El material matricial

encapsulante 8 tiene un espesor comprendido entre 5 y 10 micrómetros. En forma alternativa, se pueden emplear menos o más fibras ópticas por cable tipo cinta, tal como dos o tres o más de cuatro, tal como dentro de un rango comprendido entre cinco y 40 fibras, preferentemente, 12 fibras. Esto último se mantiene para los otros ensambles 100, 200 que se analizarán a continuación.

Las fibras 6 se extienden en la dirección longitudinal 4 y también se disponen en el plano. Los dos cables tipo cinta adyacentes 2 forman un conjunto (de los dos cables tipo cinta adyacentes 2) que tiene un intersticio 10 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2. En el intersticio 10, los cables tipo cinta están en contacto o pueden dejar un hueco muy pequeño entre los cables tipo cinta, con un ancho de distancia en el orden de unos pocos micrómetros.

El ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 1 también comprende un material adhesivo. El material adhesivo se encuentra en forma de un filamento 12. El filamento 12 se extiende sobre los dos cables tipo cinta adyacentes 2 del conjunto siguiendo una trayectoria con forma de onda, y de manera tal que el filamento 12 forme cruces múltiples 14 sobre el intersticio 10 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2. El filamento 12 forma una unión 16 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2 en cada cruce 14. Por lo tanto, la señal de referencia 16 se utiliza para la parte

del filamento 12 en un cruce, que forma una unión. Si se observa en la dirección longitudinal, el material adhesivo en forma de filamento 12, forma así uniones intermitentes 16 en el intersticio 10 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2, por medio de las cuales se unen los dos cables tipo cinta adyacentes. Los dos cables tipo cinta adyacentes 2 del conjunto se han unido mediante el material adhesivo en forma del filamento 12 solo sobre un lado del ensamble 1, lo cual se refiere solo a la parte superior, tal como se puede observar en la Figura 1.

La Figura 3 muestra un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 100 como otra forma de realización de un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas de acuerdo con las presentes indicaciones. El ensamble 100 es idéntico al ensamble de la Figura 1, excepto por el material del filamento —aunque el material puede ser el mismo— y la trayectoria del filamento. Las características que son idénticas se muestran con las mismas señales de referencia, mientras que las características que tienen la misma función presentan una señal de referencia a la que se le ha agregado 100.

El filamento 112 del ensamble 100 también sigue una trayectoria con forma de onda aunque, contrariamente a la forma de realización de la Figura 1, en los cruces 114, el filamento sigue al intersticio 10 a lo largo de una longitud

de unión (1) y, por ello, forma una unión 116 que tiene una longitud de unión 1 que varía entre 2 y 250 milímetros. Las uniones 116 forman uniones intermitentes entre los dos cables tipo cinta 2 del ensamble 100, a una distancia mutua d entre dos uniones adyacentes 116 en el mismo rango comprendido entre de 2 y 250 milímetros. Con preferencia, 1 está en el mismo orden que d, es decir, si 1 está en el orden de decenas de milímetros, entonces d también está en el orden de decenas de milímetros. Los dos cables tipo cinta adyacentes 2, como los cables tipo cinta de la Figura 1, se han unido mediante el filamento 12 solo sobre un lado del ensamble 100. Véase también la Figura 4, en donde se muestra la Figura en la que el material adhesivo en forma del filamento 112 solo está presente en la parte superior, es decir, la parte superior en la vista de la Figura 4, del ensamble 100.

En una forma de realización, el material adhesivo tiene un alargamiento al romperse de al menos 150 %, preferentemente, al menos 175 %, con más preferencia, al menos 200 %, incluso con más preferencia, al menos 220 % y un coeficiente de elasticidad (o módulo de Young) comprendido entre 10 y 16 MPa. En la presente invención, tanto el alargamiento al romperse como el coeficiente de elasticidad se midieron utilizando el siguiente método: directriz ASTM D882 - 12 "*Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*" (método de prueba convencional para

propiedades de tracción de laminado de plástico delgado).

En una forma de realización, el material adhesivo es una resina curada o un material termoplástico.

En una forma de realización, la resina curada es una resina de acrilato. Dicha resina curada se obtiene mediante la curación de una resina curable, preferentemente, una resina curable por UV, que se aplica en forma de filamento.

En una forma de realización, el material termoplástico se selecciona entre el grupo que consiste en nailon, copoliámda, poliéster y copoliéster.

En una forma de realización, el material termoplástico tiene un punto de fusión comprendido entre 55 y 170 °C, tal como entre 60 y 150 °C, por ejemplo, entre 120 y 150 °C.

Como se observa en las Figuras 1 y 3, el material adhesivo está presente en el intersticio 10 y, fuera del intersticio 10, solo se extiende en las respectivas zonas de bordes adyacentes 18, 118 de los dos cables tipo cinta adyacentes 2. Las zonas de borde 18, 118 se definen como las zonas que tienen un ancho e de, a lo sumo, 30 por ciento del ancho w del cable tipo cinta, donde el ancho se encuentra en la dirección transversal, transversal con respecto a la dirección longitudinal 4.

La Figura 2 muestra un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 200 que es otra forma de realización de un ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas de acuerdo

con las presentes indicaciones. El ensamble 200 es idéntico al ensamble de las Figuras 1 y 3, excepto por el material adhesivo. El ensamble 200 no tiene un material adhesivo en forma de filamento. En cambio, presenta sucesivas piezas 212 de material adhesivo solo en el intersticio 10, donde las piezas 212 forman uniones intermitentes sucesivas entre los dos cables tipo cinta 2 del ensamble 200. Cada una de las uniones, formadas por las piezas 212, tiene una longitud de unión 1. Las piezas adyacentes 212 están dispuestas a una distancia d.

Un método para producir el ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 1, tal como se describió con anterioridad, comprende el paso que consiste en proveer los dos cables tipo cinta de fibras ópticas 2; en el cual, los dos cables tipo cinta de fibras ópticas 2 se extienden en la dirección longitudinal 4, en un plano y son adyacentes entre sí. Los dos cables tipo cinta forman un conjunto, que presenta el intersticio 10 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2.

El método comprende, además, el paso que consiste en aplicar un material para unir, en forma de una resina curable, desde un dispositivo dispensador hacia una superficie de dichos cables tipo cinta 2. La resina curable tiene una viscosidad a 23 °C comprendida entre 400 y 600 cPS. El material para unir se aplica de manera continua y en forma tal que sigue una trayectoria con forma de onda, tal como se

ilustra en la Figura 1. Como resultado, esto conforma, después de la curación, el material adhesivo 12 que forma las uniones intermitentes 16 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2 del conjunto, en el intersticio 10 entre los dos cables tipo cinta adyacentes 2.

Seguidamente, el método comprende el paso que consiste en hacer pasar dicho conjunto de cables tipo cinta 2, con el material para unir aplicado sobre él, a través de una estación de curado, a fin de curar la resina para formar las citadas uniones 16 de la resina curada. La estación de curado emite radiación ultravioleta (UV) o de haz de electrones (EB) para curar dicha resina curable.

El método alternativo para producir el ensamble de cables tipo cinta de fibras ópticas 100 también comprende el paso que consiste en proveer los dos cables tipo cinta de fibras ópticas 2, tal como se describió con anterioridad. Luego, el material para unir se aplica en forma continua desde un dispositivo dispensador hacia una superficie, de manera tal que siga la trayectoria con forma de onda en los cables tipo cinta 2. Con este propósito, el material para unir, donde el material es termoplástico, se proporciona desde el dispositivo dispensador y se calienta por encima de su punto de reblandecimiento. Dicho material termoplástico reblandecido se aplica a la mencionada superficie de dicho ensamble, en el cual, el material termoplástico reblandecido

se enfría y forma las uniones intermitentes del citado material termoplástico.

Con el propósito de crear la trayectoria con forma de onda del material adhesivo de los ensambles 1 y 100, para el paso que consiste en aplicar un material para unir, el dispositivo dispensador puede ser giratorio, en dirección transversal sobre el conjunto de los cables tipo cinta 2, mientras que los cables tipo cinta se desplazan en la dirección longitudinal por debajo del dispositivo dispensador. Como resultado, se genera la trayectoria con forma de onda, que tiene una amplitud que depende de la extensión del desplazamiento recíproco transversal y que tiene una frecuencia que depende de la velocidad longitudinal del desplazamiento de los cables tipo cinta. Al utilizar este método, se puede crear, por ejemplo, una trayectoria sinusoidal.

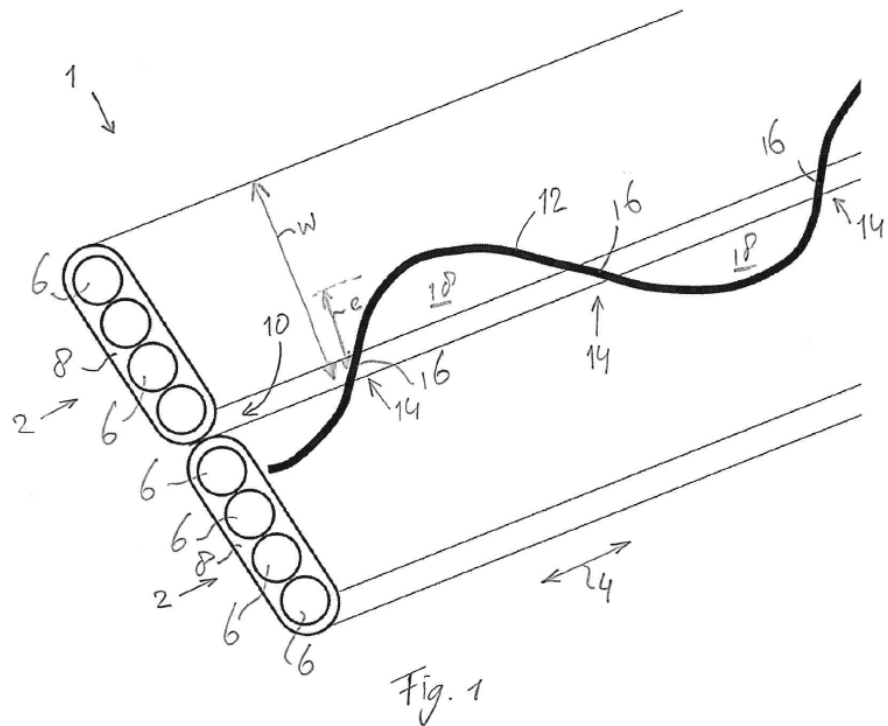
La trayectoria del ensamble de la Figura 3 puede realizarse al interrumpir brevemente, cada vez, por ejemplo, el desplazamiento recíproco del dispositivo dispensador en la posición transversal del intersticio. También puede generarse una trayectoria como la trayectoria que se observa en la Figura 3, como resultado de la geometría de las zonas terminales de los cables tipo cinta y, por lo tanto, del intersticio. Los bordes redondeados de los cables tipo cinta que definen el intersticio pueden tener el efecto de que el

material para unir "penetre" dentro del intersticio en cuanto el dispositivo dispensador se desplace sobre el inicio del borde redondeado —esto significa la transición del lado superior sustancialmente plano del cable tipo cinta al borde redondeado de dicho cable tipo cinta— de uno de los cables tipo cinta. El material para unir solo sale del intersticio cuando el dispositivo dispensador se desplaza sobre el inicio del borde redondeado del otro cable tipo cinta del conjunto. El grado de esta "penetración" dentro del intersticio, o "pegamiento" en el intersticio depende, entre otras cuestiones, de la viscosidad del material para unir y de la fricción entre la superficie externa del cable tipo cinta y el material adhesivo.

En otra forma de realización del método, a los fines del paso que consiste en aplicar un material para unir, el dispositivo dispensador puede encontrarse rotando en posición paralela al plano del conjunto de cables tipo cinta, por encima del conjunto de los cables tipo cinta 2, mientras que los cables tipo cinta se desplazan en la dirección longitudinal por debajo del dispositivo dispensador. Como resultado, se crea una trayectoria del tipo cicloide.

Los expertos en la técnica pueden comprender y realizar otras variaciones con respecto a las formas de realización descritas, al llevar a la práctica la invención reivindicada, a partir del estudio de las ilustraciones, la

descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la frase "que comprende/n, comprende/n" no excluye otros elementos o pasos, y el artículo indefinido "un/una" o "unos/unas" no excluye una pluralidad. El alcance de la presente invención se define a través de las reivindicaciones adjuntas. Uno o más de los objetos de la invención se logran mediante las reivindicaciones adjuntas.



200

212

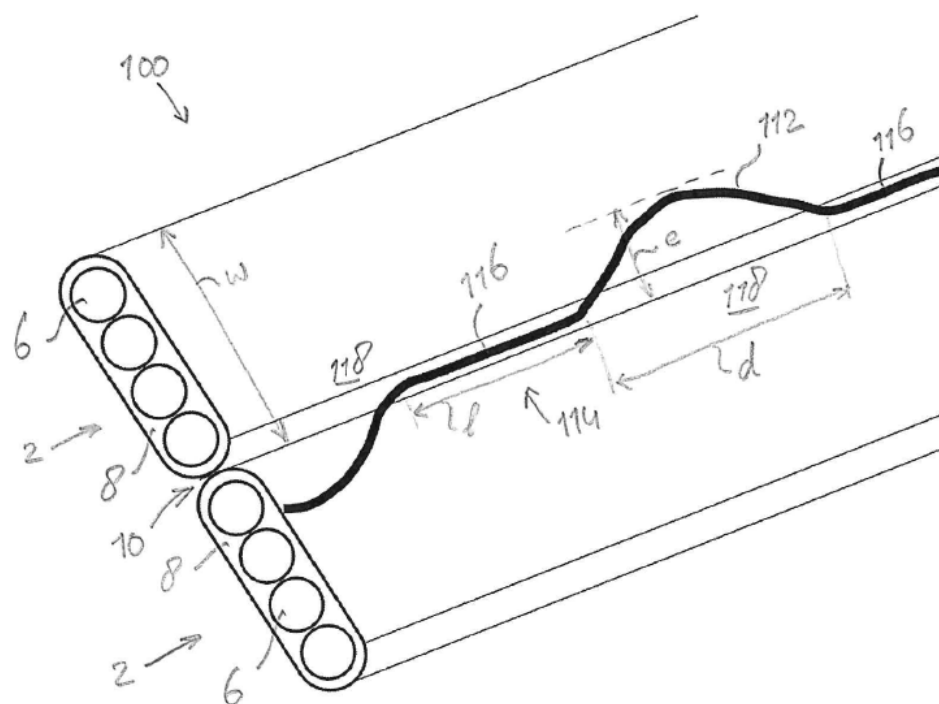


Fig. 3