

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 054**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/40** (2006.01)

**G02B 6/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2014 PCT/US2014/010504**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2014 WO14110037**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2014 E 14737913 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2943829**

54 Título: **Curado selectivo de epoxi adyacente a fibras ópticas por transmisión de energía UV a través del revestimiento de las fibras**

30 Prioridad:

**08.01.2013 US 201361750019 P**

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

**20.02.2019**

73 Titular/es:

**COMMSCOPE, INC. OF NORTH CAROLINA  
(100.0%)  
1100 CommScope Place, SE  
Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:

**ANDERSON, TIMOTHY, W. y  
NIELSON, JEFFREY, D.**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 701 054 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

Curado selectivo de epoxi adyacente a fibras ópticas por transmisión de energía UV a través del revestimiento de las fibras

5

## ANTECEDENTES

## 1. Ámbito de la presente invención

10 La presente invención se refiere a fibra óptica y cableado para conectar un extremo de la fibra óptica. De manera más concreta la presente invención se refiere a un sistema y un método para sincronizar y fijar una o más fibras multinúcleo dentro del casquillo de un conector, empleando una resina epoxi fotoendurecible.

## 2. Descripción del estado técnico correspondiente

15

Los operadores de redes ópticas continúan buscando formas de aumentar la densidad de las redes de fibra óptica. Un método para empaquetar un mayor número de vías transportadoras de luz en un espacio reducido son las fibras multinúcleo ("MCF"). Una MCF consta normalmente de un núcleo central rodeado por varios núcleos satélite, formando un patrón radial alrededor del núcleo central. Cada uno de los núcleos es potencialmente una vía transportadora de transporte de luz y por tanto la MCF proporciona múltiples vías paralelas para la transmisión y/o recepción de señales ópticas en una sola fibra.

20

La MCF es conocida en el estado técnico actual. Véanse, por ejemplo, las patentes de EUA 5,734,773 y 6,154,594 y las solicitudes de patente EUA publicadas con el nº 2011/0229085, 2011/0229086 y 2011/0274398. Según el estado técnico anterior de la solicitud de patente EUA publicada con el nº 2011/0274398, tal como se representa en las figuras 1 y 2, una MCF 180 tiene un núcleo central 181 y varios núcleos satélite 182, p.ej. seis núcleos satélite 182-1, 182-2, 182-3, 182-4, 182-5 y 182-6, envueltos por una capa común de revestimiento 184. Los núcleos satélite 182 están dispuestos simétricamente alrededor del núcleo central 181, en los vértices de un hexágono regular 183.

25

El núcleo central 181 y los núcleos satélite 182 tienen un mismo diámetro. El núcleo central 181 y cada uno de los núcleos satélite 182 tienen un diámetro de 26 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) aproximadamente, representado como la distancia A en la figura 2. El espacio entre los centros de dos núcleos satélite 182 adyacentes es de 39  $\mu\text{m}$  aproximadamente, representado como la distancia B en la figura 2. Otras dimensiones y espacios, además de los mostrados en la solicitud de patente EUA publicada con el nº 2011/0274398, como los de las figuras 1 y 2, son conocidos en el estado técnico anterior. Asimismo, se conoce un número mayor o menor de núcleos satélite 182 en el estado técnico anterior.

30

35

El núcleo central 181 y los núcleos satélite 182 pueden transportar una única señal de luz y cada MCF 180 va fijado en el canal del casquillo de un conector para comunicar las señales únicas de sus núcleos central 181 y satélite y 182 a un dispositivo, a través de un puerto, o a un cableado adicional por medio de un adaptador. La figura 3 muestra un típico conector 201, con un casquillo cilíndrico 203 que presenta un extremo de una sola MCF 180 para acoplarse a otro conector, mediante un adaptador, o para comunicarse con un puerto de un dispositivo. La figura 4 representa un conector 303 de tipo MT que tiene un primer y segundo orificios 305 y 307 para recibir los pasadores de alineación de un conector que encaje. Entre el primer y segundo orificios 305 y 307, el conector 303 de tipo MT presenta una serie de doce extremos de fibra MCF 180-1 a 180-12 para comunicarse con las MCF del conector encajado. Los extremos de la fibra se encuentran entre las ranuras en V del conector 303 y una placa 308 unida al conector 303. Para acceder a las MCF 180-1 hasta 180-12 situadas en las ranuras en V, hay una ventana 309 que se pueden usar para colar la resina epoxi en las ranuras en V, como es habitual en el estado técnico. Aunque, según el estado técnico anterior, la placa 308 es una pieza que se une al conector 303, tal como se muestra en las patentes EUA 6,550,980 y 8,529,138, ambas incorporadas al presente documento como referencia, en la técnica anterior es más corriente que la estructura por encima de las ranuras en V (representada p.ej. por la placa 308 en la figura 4) sea una parte integral del conector 303. Por ejemplo, la solicitud de patente EUA publicación con el nº 2004/0189321, incorporada aquí como referencia, muestra un típico conector MT en el cual la estructura por encima de las fibras es una parte integral del conector y las ranuras en V están sustituidas por canales circulares. En lo sucesivo, el término soportes es lo suficientemente amplio para englobar todas las estructuras que sostienen una fibra, tales como los canales circulares y las ranuras en V, y el conector no está limitado a los formados por dos piezas, sino que también incluyen los de una sola pieza. Por ejemplo, el número 308 puede referirse a una placa que se encuentra por encima de los soportes, p.ej. de las ranuras en V o de los canales del conector, o a una parte del conector 303 situado sobre los soportes.

40

45

50

55

Aunque la figura 3 muestra un conector de tipo LC 201 y la figura 4 muestra un conector 303 de tipo MT, que podrían usarse en un conector de tipo MPO/MTP, en las tecnologías existentes se conocen otras formas de conectores para presentar una única MCF o múltiples MCF en una matriz ordenada, como ST, SC y MT-RJ. Además, la fila de fibras MCF presentada por el conector 303 puede incluir un número mayor o menor de MCF, por ejemplo, ocho o dieciséis MCF en una o en dos o más filas.

60

65

La fibra óptica tradicional tiene un núcleo central único a lo largo de su eje. El acoplamiento de dos conectores requiere la alineación precisa de los núcleos axiales centrales entre los terminales de fibra óptica de los conectores, para que

las características de pérdida de rendimiento sean aceptables. Con la MCF 180, además del núcleo central 181 hay varios núcleos satélite 182-X que también requieren alineación lateral y axial. Cada uno de los núcleos 181 y 182-X de una MCF 180 debe estar alineado con un núcleo correspondiente de otra MCF o con el puerto al que se conecte. Por lo tanto, al efectuar una conexión también hay que tener en cuenta la "sincronización" o ángulo de rotación de la cara terminal de una MCF 180 respecto a otra MCF 180. En concreto sería beneficioso controlar la posición angular de cada MCF de un conector, como los de tipo LC, SC, ST, MTRJ, MTP o MPO, de manera que los núcleos de cada MCF estuvieran alineados y sincronizados adecuadamente respecto a los núcleos de una fibra de un conector/puerto de acoplamiento. De aquí en adelante el término conector también incluirá el puerto de un dispositivo.

Los conectores matriciales de tipo MPO, MTP y MTRJ alinean múltiples extremos de fibras en la cara terminal de un conector con una serie correspondiente de extremos de fibras en la cara terminal de otro conector. En estos conectores de tipo matricial la alineación de las fibras se obtiene encajando un par de clavijas de alineación precisa de un conector de tipo matricial en los correspondientes orificios del otro conector matricial, como los orificios 305 y 307 representados en la figura 4. Al insertar las clavijas en los orificios, el eje central de cada extremo de una fibra individual de un conector se alinea con el eje central de cada extremo de una fibra individual del otro conector. Sin embargo, las clavijas de alineación y los orificios de estos conectores no controlan la posición de rotación axial de cada MCF en la matriz, porque los conectores de tipo matricial fueron diseñados para fibras de un solo núcleo y esta relación angular no es crítica cuando se acoplan fibras de un solo núcleo.

Los conectores LC, SC y ST alinean un solo extremo de fibra fijada dentro de un casquillo cilíndrico 203 de un primer conector con un solo extremo de fibra fijada dentro de un casquillo cilíndrico 203 de un segundo conector. Al igual que en el casquillo cilíndrico 303 de tipo matricial de la figura 4, la fibra única está fijada dentro del casquillo cilíndrico 203 mediante una resina epoxi. El casquillo cilíndrico 203 del primer conector se alinea con el casquillo cilíndrico 203 del segundo conector empleando un manguito que tiene una superficie interior circular para recibir un casquillo cilíndrico 203 en cada extremo. Normalmente el manguito está fijado dentro de la carcasa de un adaptador y sirve para que los extremos del primer y el segundo casquillo 203 se alineen axialmente a tope. Sin embargo, el manguito del adaptador y los casquillos cilíndricos 203 tampoco controlan la rotación axial o la posición de "sincronización" del extremo de la fibra fijada por el casquillo 203, porque los tipos de conectores de fibra única fueron diseñados para las fibras de un solo núcleo y esta relación angular no es crítica cuando se usan fibras de un solo núcleo. En la patente JP 62023009, por ejemplo, se revela un método para fijar fibras en un casquillo con adhesivo.

#### RESUMEN DE LA PRESENTE INVENCION

El solicitante ha considerado que para usar las MCF en el casquillo 203 o en el conector 303 representados en las figuras 3 y 4, respectivamente, deben sincronizarse correctamente las MCF 180 en los casquillos 203 y 303. Un método de instalación de las MCF 180 en el conector 303 de tipo MT implica la inserción de cada MCF 180-1 hasta 180-12 en su soporte apropiado, p.ej. canal o ranura en v, dentro del conector 303. La resina epoxi se utiliza para fijar cada MCF 180-1 hasta 180-12 en su canal. La resina epoxi se puede aplicar a las MCF 180-1 hasta 180-12 antes de su inserción o después de su inserción, por ejemplo, con una jeringa o mediante un proceso de colada y/o por capilaridad, y muchas veces se usa la ventana de acceso 309. La resina epoxi se cura por aplicación de luz y/o calor.

Antes de curar el epoxi, cada una de las MCF 180-1 hasta 180-12 se ajusta a su orientación angular adecuada. Por ejemplo, el conector 303 se sujeta a un banco de inspección y la cara terminal de cada MCF 180-1 hasta 180-12 se inspecciona utilizando un medidor de campo o un fotómetro fijado al banco de inspección. Se evalúan las marcas de referencia en el retículo del campo de inspección o los sensores de intensidad del fotómetro y la MCF 180-1 se gira o ajusta dentro del canal hasta situar el núcleo satélite 182-1 exactamente en la posición de las doce en punto, tal como se ilustra en las figuras 1 y 2, o en alguna otra posición deseada. Una vez sincronizada correctamente la cara terminal de la MCF 180-1, el técnico fija la posición de la MCF 180-1. Las MCF se sincronizan y se sujetan siguiendo el orden 180-1, 180-2, etc., hasta que la MCF 180-12 final se ajusta y se fija en su posición. Luego, el epoxi se cura mediante la aplicación de luz UV y/o calor. El epoxi puede haberse agregado a los soportes antes de la inserción de las MCF 180-1 a 180-12 o después de la inserción de las MCF 180-1 a 180-12. Después de curar el epoxi, los extremos de las MCF 180 se pueden cortar y/o pulir.

El solicitante ha comprobado que se necesitan mejores métodos de acabado para manejar la conexión de las MCF, sobre todo en el caso de los conectores matriciales. Para este tipo de conectores es a menudo difícil ajustar y fijar con precisión varias MCF 180-X en el conector 303. Una vez ajustada correctamente la posición del extremo de la última MCF, puede ser que la posición de una de las fibras MCF previamente ajustadas y fijadas se haya deslizado o movido ligeramente. Como los núcleos satélite 182 tienen un diámetro A muy pequeño, hasta un ligero desplazamiento del ajuste atenuará en gran medida la conexión de los núcleos satélite 182 del primer conector con los núcleos satélite 182 del segundo conector acoplado. Por lo tanto, si una de las MCF 180-X está solo ligeramente desalineada, todo el conector se considera defectuoso y debe reciclarse, con el consiguiente desperdicio de esfuerzos y recursos, así como un aumento de los costos de producción.

Un objeto de la presente invención es abordar uno o más de los inconvenientes del estado técnico anterior, del modo estimado por el solicitante. La presente invención se define mediante la reivindicación 1 de la serie de reivindicaciones.

El solicitante ha comprobado que sería beneficioso colocar y sincronizar las fibras MCF individuales en un conector de una en una y después curar parcial o totalmente solo el epoxi que rodea la fibra sincronizada para mantenerla en la posición angular requerida respecto al casquillo o a la carcasa del conector, antes de fijar la siguiente MCF en el conector.

5 Al intentar seguir este procedimiento se ha visto que resulta difícil dispensar resina epoxi cada vez a una fibra de un conector multifibra. Para fijar las fibras individualmente hay que poner una gota muy pequeña de epoxi sobre una fibra individual, evitando que llegue resina epoxi a alguna de las fibras circundantes en la matriz multifibra. Sería preferible inundar o semi-inundar la zona de unión de la fibra al conector y luego curar selectivamente el epoxi sobre cada fibra individual, después de que todas hayan sido ajustadas o alineadas correctamente.

15 Estos y otros objetivos se logran con un método y un sistema para fijar fibras multinúcleo (MCF) dentro de un conector, que incluye una fuente de luz UV y una guía de luz. Las MCF se colocan en soportes llenos de resina epoxi, p.ej. en los canales o ranuras en v de un conector. Se sincroniza una primera MCF en un primer soporte para orientar sus núcleos hacia una posición deseada. Se activa la fuente de luz, y la luz procedente de la guía se arroja hacia una capa de revestimiento de la primera MCF. La luz permanecerá en la capa de revestimiento hasta alcanzar la parte de la primera MCF en contacto con el epoxi, en el cual se difundirá la luz debido a la similitud del índice de refracción. La luz difundida curará el epoxi, al menos parcialmente, fijando la primera MCF dentro del primer soporte. El proceso se puede repetir luego para las MCF restantes, de manera que cada MCF se pueda sincronizar y fijar selectivamente, en vez de colectivamente.

20 La presente invención tiene un campo de aplicación más amplio, como se deduce de la siguiente descripción detallada. No obstante, debe entenderse que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque se refieren a formas de ejecución preferidas de la presente invención, se ofrecen solo con fines ilustrativos, pues los especialistas en la materia reconocerán la posibilidad de efectuar diversos cambios y modificaciones dentro del alcance de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

#### DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS FIGURAS

30 La presente invención se entenderá más plenamente a partir de la descripción detallada ofrecida a continuación y de las figuras adjuntas que se proporcionan solo a modo de ilustración y que, por tanto, no limitan la presente invención, y donde:

- 35 Figura 1: vista de un extremo de una fibra multinúcleo según el estado técnico precedente.  
Figura 2: vista de un extremo de la fibra multinúcleo de la figura 1, que muestra la dimensión y el espaciado de los núcleos según el estado técnico precedente.  
Figura 3: vista en perspectiva de un conector LC de fibra óptica según el estado técnico precedente.  
Figura 4: vista en perspectiva de un conector MT para usar en un conector MTP/MPO de fibra óptica según el estado técnico precedente.  
40 Figura 5: vista de un bloque que representa una máquina de fijar las MCF dentro de un conector, conforme a la presente invención.  
Figura 6: diagrama de flujo que ilustra un método para fijar las MCF dentro de un conector, conforme a la presente invención.  
45 Figura 7: vista de un corte transversal de un conector fuente unido a la máquina de la figura 5, el cual sirve para arrojar selectivamente luz UV hacia las fibras diana de un conector objetivo.  
Figura 8: vista de un corte transversal del conector objetivo de la figura 5 tras la etapa de alineación angular de una primera fibra diana.  
Figura 9: vista de un corte transversal del conector objetivo de la figura 5 tras una etapa de curado UV de la primera fibra diana.  
50 Figura 10: vista de un corte transversal del conector objetivo de la figura 5 tras una etapa de alineación angular y una etapa de curado UV de una segunda fibra diana.  
Figura 11: vista de un bloque que representa una máquina de fijar las MCF dentro del conector de la figura 5, configurada para fijar las MCF en el conector enviando luz hacia un extremo lejano del cable de fibra óptica.  
Figura 12: vista de un extremo de una MCF según una segunda forma de ejecución de la presente invención; y  
55 Figura 13: vista de un extremo de una MCF según una tercera forma de ejecución de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE FORMAS DE EJECUCIÓN DE LA PRESENTE INVENCION

60 La presente invención se describe a continuación más detalladamente, haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las cuales se muestran formas de ejecución de la presente invención. Sin embargo, la presente invención se puede llevar a cabo de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las formas de ejecución expuestas aquí; las cuales más bien se facilitan para que esta descripción sea exhaustiva y completa, y transmita plenamente el alcance de la presente invención a los especialistas del sector.

Los números similares se refieren a elementos similares en todo el documento. El grosor de algunas líneas, capas, componentes, elementos o características en las figuras puede estar exagerado para mayor claridad. Las líneas discontinuas ilustran funciones u operaciones opcionales, a no ser que se especifique otra cosa.

5 La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir solo formas de ejecución particulares y no pretende limitar la presente invención. A no ser que se definan de otro modo, todos los términos empleados en este documento (incluidos los términos técnicos y científicos) tienen el mismo significado entendido comúnmente por un especialista en el campo al que pertenece la presente invención. Asimismo, se entenderá que términos como los  
10 definidos en los diccionarios comúnmente utilizados deben ser interpretados según un significado que sea coherente con el empleado en el contexto de la descripción y en la técnica aplicable, y no en sentido idealizado o excesivamente formal, a menos que estén aquí expresamente definidos de tal modo. Las funciones o construcciones ya conocidas pueden no estar descritas en detalle por razones de brevedad y/o claridad.

15 Tal como se usan aquí, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" quieren incluir también las formas del plural, a no ser que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá asimismo que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se emplean en esta descripción, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o la adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de ellos. Tal como se usa aquí, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados. Tal  
20 como se usan aquí, las expresiones del tipo "entre X e Y" y "entre aproximadamente X e Y" deben interpretarse como que incluyen X e Y. Tal como se usan aquí, las expresiones del tipo "entre aproximadamente X e Y" significan "entre aproximadamente X y aproximadamente Y". Tal como se usan aquí, las expresiones del tipo "de aproximadamente X hasta Y" significan "de aproximadamente X hasta aproximadamente Y".

25 Se entenderá que cuando se alude a un elemento como estando "sobre", "unido" a, "conectado" a, "acoplado" a, "en contacto" con, etc., otro elemento, aquél puede hallarse directamente sobre, unido a, conectado a, acoplado a o en contacto con el otro elemento o también puede haber elementos intermedios presentes. En cambio, cuando se alude a un elemento como estando, por ejemplo, "directamente sobre", "directamente unido" a, "directamente conectado" a, "directamente acoplado" a o "directamente en contacto" con otro elemento, no hay elementos intermedios presentes.  
30 Los expertos en la materia también apreciarán que las referencias a una estructura o característica "adyacente" a otra característica pueden indicar que haya partes superpuestas o subyacentes a la característica adyacente.

Los términos relativos a espacio, tales como "debajo de", "bajo", "inferior", "por encima", "superior", "lateral", "izquierdo", "derecho" y similares, se pueden usar aquí para facilitar la descripción de un elemento o la relación característica con otro(s) elemento(s) o característica(s) ilustradas en las figuras. Se entiende que los términos relativos al espacio sirven para incluir distintas orientaciones del dispositivo en uso o en funcionamiento, además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo está invertido en las figuras, los elementos descritos como "bajo" o "debajo" de otros elementos o características estarían orientados "por encima" de los otros elementos o características. El dispositivo puede estar orientado de otro modo (girado 90 grados o con otras orientaciones) y los descriptores de las relaciones espaciales recíprocas usadas en este documento se interpretarían en consecuencia.  
40

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa una máquina 11 para fijar las MCF, p.ej. la MCF 180-1, dentro de un conector objetivo 27, según la presente invención. La máquina 11 incluye una fuente de luz 13 para generar una longitud de onda luminosa, como la luz ultravioleta (UV), utilizable para curar el epoxi 15 fotosensible (véase figura 8).  
45 Una guía de luz 17 tiene un primer extremo 19 que recibe la luz de la fuente 13 y un segundo extremo 21 distante del primer extremo 19. El segundo extremo 21 de la guía de luz 17 suministra luz para iluminar una capa exterior, como la capa de revestimiento 184, de una MCF 180-1 objetiva, de manera que la luz se difunda desde la capa exterior de la MCF 180-1 objetiva hacia un epoxi sensible a la luz 15 en contacto con la capa exterior de la MCF 180-1 objetiva, como se explicará con mayor detalle en la siguiente descripción del método. Una estación de trabajo 33 incluye unos accesorios para sostener los conectores, abrazaderas para sujetar las MCF en posiciones sincronizadas y visores de campo y/o fotómetros para ajustar las MCF con precisión.  
50

En una forma de ejecución la guía de luz 17 está formada por un cable de fibra óptica que incluye varias fibras fuente 25-1 hasta 25-8 para transmitir luz desde la fuente 13. Un conector fuente 23 similar al conector 303, excepto por tener pasadores guía en lugar de los orificios de guía 305 y 307, está unido al segundo extremo 21 de la guía de luz 17. El conector fuente 23 presenta los extremos de las múltiples fibras fuente 25-1 hasta 25-8 dirigidos hacia las MCF 180-1 hasta 180-8 fijadas en el conector objetivo 27. Cada una de las fibras fuente 25-1 hasta 25-8 puede arrojar luz hacia la capa de revestimiento 184 de las MCF dianas 180-1 hasta 180-8, respectivamente.  
55

Entre la fuente de luz 13 y el primer extremo 19 de la guía de luz 17 puede colocarse un interruptor de fibra óptica 29 mediante un empalme de transporte de luz 14. El interruptor de fibra óptica 29 conecta selectivamente la luz de la fuente 13 a una fibra fuente seleccionada entre las fibras 25-1, 25-2, 25-3, 25-4, 25-5, 25-6, 25-7 o 25-8, de modo que el extremo respectivo de la fibra fuente seleccionada, presentado por el conector fuente 23, es iluminado para transmitir la luz a una sola MCF diana 180-1, 180-2, 180-3, 180-4, 180-5, 180-6, 180-7 o 180-8, respectivamente, del conector objetivo 27. El interruptor de fibra óptica 29 es opcional, ya que un técnico puede dirigir manualmente la luz de curado emitida por el empalme de transporte de luz 14 al extremo de una fibra fuente deseada 25-1, 25-2, 25-3, 25-4, 25-5,  
60  
65

25-6, 25-7 o 25-8, o directamente al extremo de una MCF diana 180-1, 180-2, 180-3, 180-4, 180-5, 180-6 , 180-7 o 180-8, eliminando por tanto totalmente cualquier necesidad de la guía de luz 17.

Un método según una forma de ejecución de la presente invención consiste en proporcionar un cable de fibra óptica 50 con una primera fibra óptica diana que incluya al menos un núcleo 181 o 182-X portador de luz para transmitir una señal de comunicación y una capa exterior, como la capa de revestimiento 184, que rodee al menos un núcleo portador de luz 181 o 182-X. Como se indica en la etapa S101 de la figura 6, la primera fibra óptica diana, por ejemplo, la MCF 180-1, se coloca en un primer soporte 31-1, tal como un canal o una ranura en v, del conector objetivo 27. Una segunda fibra óptica diana, como por ejemplo la MCF 180-2, se coloca en un segundo soporte 31-2 del conector objetivo 27, y así sucesivamente hasta que todas las fibras diana, p.ej. hasta la MCF 180-8, estén instaladas en los soportes, p.ej. hasta el soporte 31-8 del conector objetivo 27.

A continuación, en la etapa S103, el epoxi fotoendurecible 15 se introduce en los soportes 31-1 hasta 31-8 y reviste al menos una porción de cada fibra óptica diana, p.ej. las MCF 180-1 hasta 180-8. El epoxi 15 puede haberse aplicado por colada a los soportes, a través de la ventana de acceso 309, antes o después de que las fibras diana 180-1 hasta 180-8 hayan sido colocadas en los soportes 31-1 hasta 31-8. En otras palabras, la etapa S103 puede preceder a la etapa S101. La estructura física se representa en la figura 8, que es un corte transversal a lo largo de la línea Y--Y de la figura 5 después de la etapa S103. Aunque en las figuras 8-10 se representan cuatro núcleos satélite 182 por cada fibra MCF 180, puede haber más o menos núcleos satélite 182 incluidos en la fibra MCF 180.

A continuación, en la etapa S105 se gira la primera MCF 180-1 dentro del soporte 31-1 para colocar un núcleo satélite 182-1 en una posición deseada. Después, en la etapa S107, la primera MCF 180-1 se fija en la posición deseada mediante una abrazadera. La figura 8 es un corte transversal del conector objetivo 27 a lo largo de la línea Y--Y de la figura 5, tras haber girado la primera fibra diana 180-1 y haberla fijado en una posición que sitúa el primer núcleo satélite 182-1 en su posición deseada, p.ej. después de la etapa S107.

A continuación, se acopla el conector fuente 23 al conector objetivo 27 y la primera fibra fuente 25-1 es seleccionada por el interruptor de fibra óptica 29 e iluminada por la fuente de luz 13. La figura 7 es un corte transversal a lo largo de la línea X--X de la figura 5. Como se ve en la figura 7, la fibra fuente 25-1 incluye un solo núcleo central 26-1, que tiene un diámetro grande. El núcleo central 26-1 tiene un diámetro suficiente para iluminar la capa externa, p.ej. la capa de revestimiento 184 de la primera MCF 180-1 diana, tal como está definido en la etapa S109 del diagrama de flujo de la figura 6.

La figura 9 es un corte transversal a lo largo de la línea Y--Y de la figura 5 después de la etapa S109. La luz de dentro de la capa exterior de la primera MCF 180-1 diana se difunde fuera hacia el epoxi 15 fotoendurecible y hacia el epoxi 15' curado al menos parcialmente por la luz, en el primer soporte 31-1. El epoxi curado 15' se ha ilustrado mediante un sombreado rayado y agregando un apóstrofo (') al número de referencia 15. La extensión o el alcance del epoxi curado 15' se controla de manera que el epoxi 15 en contacto con la capa exterior de la segunda fibra diana o de la MCF 180-2 adyacente permanezca sin curar. La extensión del curado se puede controlar por la intensidad de la salida de luz de la fuente 13 o por la duración de la transmisión de luz desde la fuente 13, o por ambas. Además, se podría controlar opcionalmente el ángulo de emisión de la luz de curado, desde la primera fibra fuente 25-1 hacia la capa exterior, p.ej. la capa de revestimiento 184, de la primera MCF 180-1 diana, regulando así el ángulo de incidencia de los recorridos de luz dentro la capa exterior para aumentar o disminuir el nivel de luz que escapa de la capa exterior de la primera MCF 180-1 diana, dependiendo respectivamente de un ángulo pronunciado o pequeño.

A continuación, en la etapa S111 se repiten las etapas S105 hasta S109 para las restantes fibras diana, p.ej. las MCF 180-2 a 180-8. En concreto la segunda MCF 180-2 diana se gira y se fija dentro del segundo soporte 31-2 para colocar sus núcleos satélite en una posición deseada. Luego se transmite luz a través de la capa exterior, p.ej. de la capa de revestimiento 184 de la segunda MCF 180-2 diana, de manera que la luz se difunde hacia el exterior y hacia el epoxi 15 fotoendurecible para curar al menos parcialmente el epoxi 15' en el segundo soporte 31-2. La figura 10 es un corte transversal del conector objetivo 27 a lo largo de la línea Y--Y de la figura 5, después de que la segunda fibra diana 180-2 haya sido sincronizada y fijada, y el epoxi adyacente 15' se haya curado parcialmente para sostener el primer núcleo satélite 182-1 de la segunda MCF 180-2 diana en su posición deseada. De nuevo debe observarse que la luz de curado usada en la segunda MCF 180-2 diana no cura el epoxi 15 en contacto con la tercera MCF 180-3 diana adyacente. También está dentro del ámbito de la presente invención la posibilidad de agregar una barrera física a la estructura del conector 303 entre los soportes 31, para bloquear la luz de curado que migra desde un soporte 31-X hacia un soporte adyacente 31-(X+1). El término "epoxi fotoendurecible", tal como se usa aquí, incluye el epoxi que puede curarse con luz y también incluye el epoxi que puede curarse con luz y calor. Por ejemplo, la luz de curado se puede utilizar para curar al menos parcialmente el epoxi, y se puede lograr un curado a fondo mediante una aplicación final de calor.

La figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra cómo la máquina de la figura 5 se puede usar para arrojar luz, con el fin de fijar una fibra diana 180-X en un conector objetivo 27 desde un punto lejano del cable de fibra óptica 50. En la figura 11 la guía de luz 17 se ha acortado y ya no llega a la estación de trabajo 33. Ahora, en cambio, el conector fuente 23 se acopla a un conector 27' montado en un primer extremo del cable de fibra óptica 50. El conector objetivo

27, que tiene MCF para ser sincronizadas, fijadas y curadas, está ubicado en el segundo extremo remoto del cable de fibra óptica 50. El conector objetivo 27 está unido temporalmente a la estación de trabajo 33 mediante un accesorio.

Entonces el técnico puede llevar a cabo las etapas del método de la figura 6 como se ha descrito anteriormente, sin necesidad de unir y separar el conector fuente 23 del conector objetivo 27, ya que cada MCF 180 diana se sincroniza, se fija y se cura. En otras palabras, el conector fuente 23 permanece unido al conector remoto 27' en el primer extremo del cable de fibra óptica 50. Una vez sincronizada y fijada la cara terminal de la primera fibra diana 180-1 en el conector objetivo 27, la fuente de luz 13 se alimenta para enviar luz a través de la primera fibra fuente 25-1 hacia la primera fibra diana 180-1 en el conector remoto 27' ubicado en el primer extremo del cable de fibra óptica 50. La luz de curado recorrerá dentro de la capa de revestimiento 184 la distancia del cable de fibra óptica 50 hasta alcanzar el epoxi 15 en el primer soporte 31-1, dentro del conector objetivo 27. En este momento la luz de curado se difundirá hacia fuera y creará un epoxi curado 15 'adyacente a la primera MCF 180-1 diana.

La luz viajará a lo largo del cable de fibra óptica 50 dentro de la capa de revestimiento 184 de la primera MCF 180-1 diana, porque todas las superficies exteriores de la capa de revestimiento 184 de la primera MCF 180-1 diana, excepto aquellas superficies en contacto con el epoxi fotoendurecible 15, están rodeadas por un elemento que tiene un índice de refracción inferior al de la capa de revestimiento 184. La luz se difundirá desde la capa de revestimiento 184 hacia el epoxi fotoendurecible 15, porque éste tiene un índice de refracción más cercano al de la capa de revestimiento 184 de la primera MCF 180-1 diana que el elemento que rodea la capa de revestimiento 184 en otras ubicaciones. En una forma de ejecución, el elemento que rodea la capa 184 de revestimiento es aire, y el índice de refracción del epoxi 15 fotoendurecible es ligeramente superior al índice de refracción de la capa 184 de revestimiento.

En una segunda forma de ejecución representada en la figura 12, el elemento que rodea la capa exterior, p.ej. la capa de revestimiento 184, es un recubrimiento 52. El recubrimiento 52 se aplica sobre la capa de revestimiento 184 para crear la MCF 180'. Este recubrimiento 52 se selecciona de manera que tenga un índice de refracción mucho más bajo que el índice de refracción de la capa de revestimiento 184, a fin de garantizar que la luz que atraviesa la capa de revestimiento 184 se refleje en la superficie interior del recubrimiento 52, volviendo hacia la capa de revestimiento 184. Antes de insertar la MCF 180' en el soporte 31-1 se puede eliminar química o mecánicamente el recubrimiento 52 para exponer la capa de revestimiento 184 al epoxi 15. Por lo tanto, la luz UV de curado recorrerá fácilmente la distancia del cable de fibra óptica 50 dentro de la capa de revestimiento 184, sin pérdidas significativas, hasta alcanzar la parte de la MCF 180' diana donde falta el recubrimiento 52 y la superficie exterior de la capa de revestimiento 184 está en contacto con el epoxi fotoendurecible 15. En este punto la luz escapará de la capa de revestimiento 184 hacia el epoxi fotoendurecible 15 y hará que la MCF 180' se fije en su posición dentro del soporte 31-1. El recubrimiento 52 puede ser un polímero u otro tipo de recubrimiento de película delgada, que se aplica sobre la capa de revestimiento 184 como protección adicional de la capa de revestimiento 184. El recubrimiento de polímero o la película delgada se elige de manera que tenga un índice de refracción inferior al de la capa de revestimiento 184, para promover la reflexión de la luz UV de curado que se propaga dentro de la capa de revestimiento 184.

La figura 13 es una vista de extremo de una MCF 180" según una tercera forma de ejecución de la presente invención. La MCF 180" muestra que la capa exterior de la misma que lleva la luz de curado no es necesariamente la capa de revestimiento 184. Como se ve en el corte transversal de la figura 13, la capa de revestimiento 184 está rodeada por una capa portadora de luz 54. La capa portadora de luz 54 está optimizada para transportar luz de curado UV. Sobre la capa portadora de luz 54 se aplica un recubrimiento 56. El recubrimiento 56 tiene un índice de refracción que está optimizado para evitar que la luz de curado UV se difunda fuera de la capa portadora de luz 54. Evidentemente dicho recubrimiento 56 también puede hallarse entre la capa de revestimiento 184 y la capa portadora de luz 54 para evitar que la luz de curado UV se difunda desde la capa portadora de luz 54 hacia dentro, en la capa de revestimiento 184.

Antes de insertar la MCF 180" en el soporte 31-1 se puede eliminar química o mecánicamente el recubrimiento 56 para exponer la capa portadora de luz 54 al epoxi 15. Por lo tanto, la luz UV de curado recorrerá fácilmente la distancia del cable de fibra óptica 50 dentro de la capa portadora de luz 54, sin pérdidas significativas, hasta alcanzar la parte de la MCF 180" diana donde falta el recubrimiento 56 y la superficie exterior de la capa portadora de luz 54 está en contacto con el epoxi fotoendurecible 15. En este punto, la luz se difundirá desde la capa portadora de luz 54 hacia el epoxi 15 fotoendurecible y hará que la MCF 180" se fije en su posición dentro del soporte 31-1.

En una forma de ejecución de la presente invención el epoxi fotoendurecible 15 puede tener un índice de refracción ligeramente superior al de la capa de revestimiento 184. Pueden ser adecuados epoxis tales como EPO-TEK OG142-112; OG142-87; y OG198-54. No obstante pueden tenerse en cuenta otros epoxis, incluyendo los de diferente índice de refracción y los curables por otra luz que no sea UV, dentro del ámbito de la presente invención.

En otra forma de ejecución, las fibras fuente 25-X de la figura 7 pueden tener núcleos 26-X de gran diámetro, como por ejemplo 125 µm. Como la luz se propaga en ángulo a medida que sale de un núcleo 26-X de la fibra fuente 25-X, también se puede usar una fibra fuente 25-X que tenga un núcleo 26-X de diámetro ligeramente más pequeño que el diámetro de la capa de revestimiento 184, ya que la luz difundida iluminará por completo la capa de revestimiento 184 de la fibra diana 180.

Aunque la descripción se ha centrado principalmente en las MCF 180 en un conector 303 de tipo matricial, también sería posible usar los principios de la invención para fijar una única MCF en un conector 203 de fibra única, y para fijar una fibra de un solo núcleo en un conector 203 de fibra única o varias fibras de un solo núcleo único en un conector 303 de tipo matricial, si se desea.

5 Tal como se ha descrito la presente invención, es evidente puede variarse de muchas maneras. Estas variaciones no deben considerarse como una desviación del espíritu y alcance de la presente invención, y todas las modificaciones que sean obvias para el especialista en la materia deben incluirse en el ámbito de las siguientes reivindicaciones.

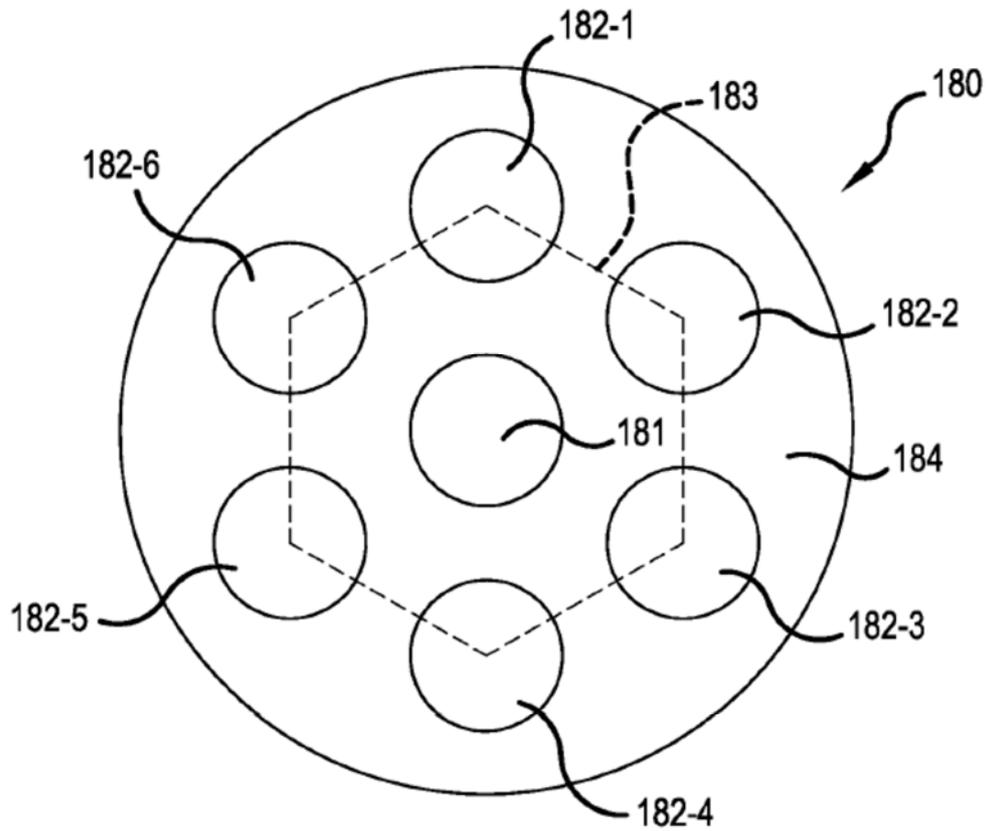
10

## REIVINDICACIONES

1. Un método que consiste en:

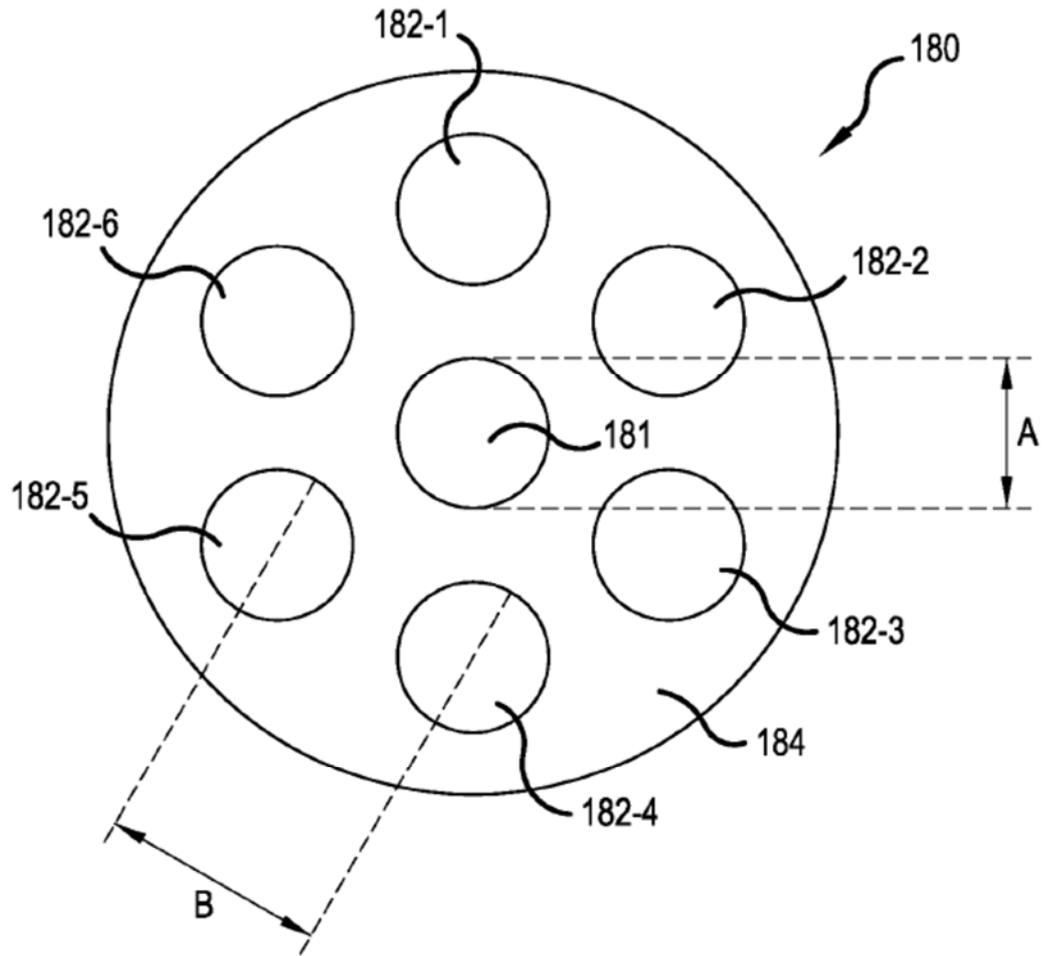
- 5 proporcionar una primera fibra óptica (180-1) que incluye al menos un núcleo transportador de luz (181, 182) para transmitir una señal de comunicación y una capa exterior (184, 54) que rodea al menos un núcleo portador de luz (181, 182);  
colocar (S101) la primera fibra óptica (180-1) en un primer soporte (31-1) existente en una conector objetivo (27);
- 10 proporcionar (S103) un cuerpo de epoxi fotoendurecible (15) en el primer soporte (31-1) alrededor de al menos una parte de la primera fibra óptica (180-1);  
proporcionar una segunda fibra óptica (180-2) que incluye al menos un núcleo transportador de luz (181, 182) para transmitir una señal de comunicación y una capa exterior (184, 54) que rodea al menos un núcleo portador de luz (181, 182);
- 15 colocar (S101) la segunda fibra óptica (180-2) en un segundo soporte (31-2) existente en el conector objetivo (27);  
proporcionar (S103) un cuerpo de epoxi fotoendurecible (15) en el segundo soporte (31-2) alrededor de al menos una parte de la segunda fibra óptica (180-2);  
proporcionar una máquina (11) con una fuente de luz (13), a fin de generar una longitud de onda luminosa útil para curar el epoxi fotoendurecible (15), con un cable de fibra óptica (17) que incluye varias fibras fuente (25) para transmitir la luz, donde dicho cable de fibra óptica (17) tiene un primer extremo (19) unido a la fuente de luz (13), de manera que los primeros extremos de las múltiples fibras fuente (25) puedan recibir luz de la fuente (13), y un segundo extremo (21) alejado del primer extremo (19), donde el segundo extremo (21) del cable de fibra óptica (17) tiene un conector fuente (23) que presenta los segundos extremos de las múltiples fibras fuente (25) para suministrar la luz que ilumina las capas externas (184, 54) de la primera y segunda fibra óptica (180-1, 180-2), de modo que la luz se difunda desde las capas externas (184, 54) de la primera y segunda fibra óptica (180-1, 180-2) hacia el epoxi fotoendurecible (15) en contacto con las capas exteriores (184, 54) de la primera y segunda fibra ópticas (180-1, 180-2), a fin de fijar un tramo de la primera y segundas fibra óptica (180-1, 180-2) al conector objetivo (27); y un interruptor de fibra óptica (29) situado entre la fuente de luz (13) y el conector fuente (23);  
acoplar el conector fuente (23) al conector objetivo (27);  
accionar el interruptor de fibra óptica (29) para seleccionar una primera fibra fuente (25-1) de las múltiples fibras fuente (25) de manera que se ilumine el segundo extremo correspondiente de la primera fibra de origen (25-1) presentado por el conector fuente (23); y
- 20 transmitir (S109) luz a través de la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1) para que la luz difundida desde la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1) hacia el epoxi fotoendurecible (15) cure, al menos parcialmente, el epoxi fotoendurecible (15), a fin de fijar un tramo de la primera fibra óptica (180-1) al primer soporte (31-1).
- 40 2. El método de la reivindicación 1, en el que el índice de refracción del epoxi fotoendurecible (15) es mayor que el índice de refracción de la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1), y donde el epoxi fotoendurecible (15) se puede curar mediante la luz del espectro ultravioleta (UV).
- 45 3. El método de la reivindicación 1, en el que la transmisión (S109) de la luz incluye el control de la intensidad de la luz o de la duración de la transmisión de la luz, o ambas cosas, a fin de curar selectivamente el cuerpo del epoxi fotoendurecible (15) en el primer soporte (31-1), alrededor de la porción de la primera fibra óptica (180-1).
- 50 4. El método de la reivindicación 1, en el que al menos un núcleo transportador de luz (181, 182), respecto a la primera y segunda fibra óptica (180-1, 180-2), incluye varios núcleos (181, 182).
- 55 5. El método conforme a la reivindicación 4, en el cual la capa exterior (184, 54) que rodea los múltiples núcleos transportadores de luz (181, 182) es una capa de revestimiento (184) en contacto directo con los múltiples núcleos transportadores de luz (181, 182).
- 60 6. El método de la reivindicación 4, que además consiste en: girar (S105) la primera fibra óptica (180-1) dentro del primer soporte (31-1) para colocar los múltiples núcleos transportadores de luz (181, 182) en una posición deseada, antes de transmitir (S109) la luz a través de la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1).
- 65 7. El método de la reivindicación 6, que además consiste en:  
accionar el interruptor de fibra óptica (29) para seleccionar una segunda fibra fuente (25-2) de las múltiples fibras fuente (25), de modo que se ilumine el segundo extremo respectivo de la segunda fibra fuente (25-2) presentado por el conector fuente (23); y transmitir (S109) la luz a través de la capa exterior (184, 54) de la segunda fibra óptica (180-2) para que la luz difundida desde la capa exterior (184, 54) de la segunda fibra óptica (180-2) hacia el epoxi fotoendurecible (15) cure al menos parcialmente el epoxi fotoendurecible (15) en el segundo soporte (31-2).

8. El método de la reivindicación 7, que además incluye la etapa de: girar (S105) la segunda fibra óptica (180-2) dentro del segundo soporte (31-2) para colocar los múltiples núcleos transportadores de luz (181, 182) de la segunda fibra óptica (180-2) en una posición deseada, antes de transmitir (S109) la luz a través de la capa exterior (184, 54) de la segunda fibra óptica (180-2), y donde el proceso de transmisión de la luz (S109) a través de la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1) tiene lugar antes de girar (S105) la segunda fibra óptica (180-2) dentro del segundo soporte (31-2).
9. El método de la reivindicación 1, en el cual todas las áreas de la capa externa (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1), excepto las que están en contacto con el epoxi fotoendurecible (15), están rodeadas por un elemento que tiene un índice de refracción inferior al de la capa externa (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1), y en el que el epoxi fotoendurecible (15) tiene un índice de refracción más cercano al de la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1) que al del elemento.
10. El método de la reivindicación 9, en el cual el elemento es aire.
11. El método de la reivindicación 9, en el cual el elemento es un recubrimiento (52, 56) aplicado sobre la capa exterior (184, 54) de la primera fibra óptica (180-1).
12. Una máquina (11) para fijar varias fibras multinúcleo (MCF) (180) en un conector objetivo (27), cada una de ellas con un ángulo deseado de alineación respecto al conector objetivo (27), la cual (11) comprende:
- una fuente de luz (13) para generar una longitud de onda luminosa útil para curar el epoxi fotosensible (15); y un cable de fibra óptica (17) que incluye múltiples fibras fuente (25) para transmitir luz, donde dicho cable de fibra óptica (17) tiene un primer extremo (19) unido a dicha fuente de luz (13), de manera que los primeros extremos de dichas múltiples fibras fuente (25) pueden recibir la luz de dicha fuente (13), y dicho cable de fibra óptica (17) tiene un segundo extremo (21) alejado de dicho primer extremo (19); dicho segundo extremo (21) de dicho cable de fibra óptica (17) tiene un conector fuente (23) que presenta los segundos extremos de dichas múltiples fibras fuente (25) para suministrar la luz que ilumina las capas externas (184, 54) de las múltiples MCF (180), de modo que la luz se difunda desde las capas exteriores (184, 54) de las múltiples MCF (180) hacia un epoxi fotosensible (15) que está en contacto con las capas exteriores (184, 54) de las múltiples MCF (180) a fin de fijar un tramo de las múltiples MCF (180) al conector objetivo (27) ), **caracterizada porque:** un interruptor de fibra óptica (29), colocado entre dicha fuente de luz (13) y dicho conector fuente (23), conecta selectivamente dicha fuente de luz (13) a una fibra fuente seleccionada (25-1) entre dichas múltiples fibras fuente (25), de modo que el segundo extremo respectivo de la fibra fuente seleccionada (25-1), presentado por el conector fuente (23), se ilumine para pasar la luz a una sola MCF (180-1) del conector objetivo (27).
13. La máquina de la reivindicación 12, en la que dicha fuente de luz (13) genera luz ultravioleta y dicho segundo extremo (21) de dicho cable de fibra óptica (17) suministra la luz para iluminar una capa de revestimiento (184) de la MCF diana (180-1).



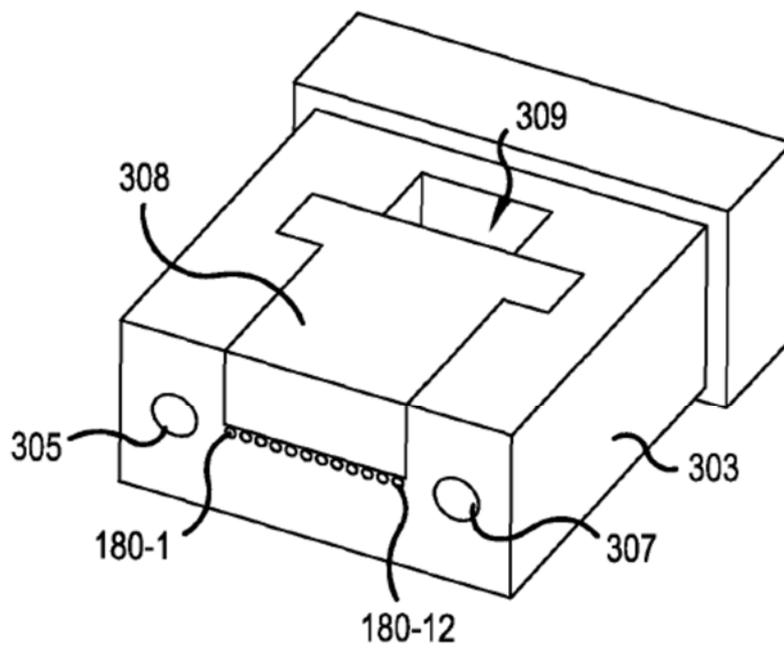
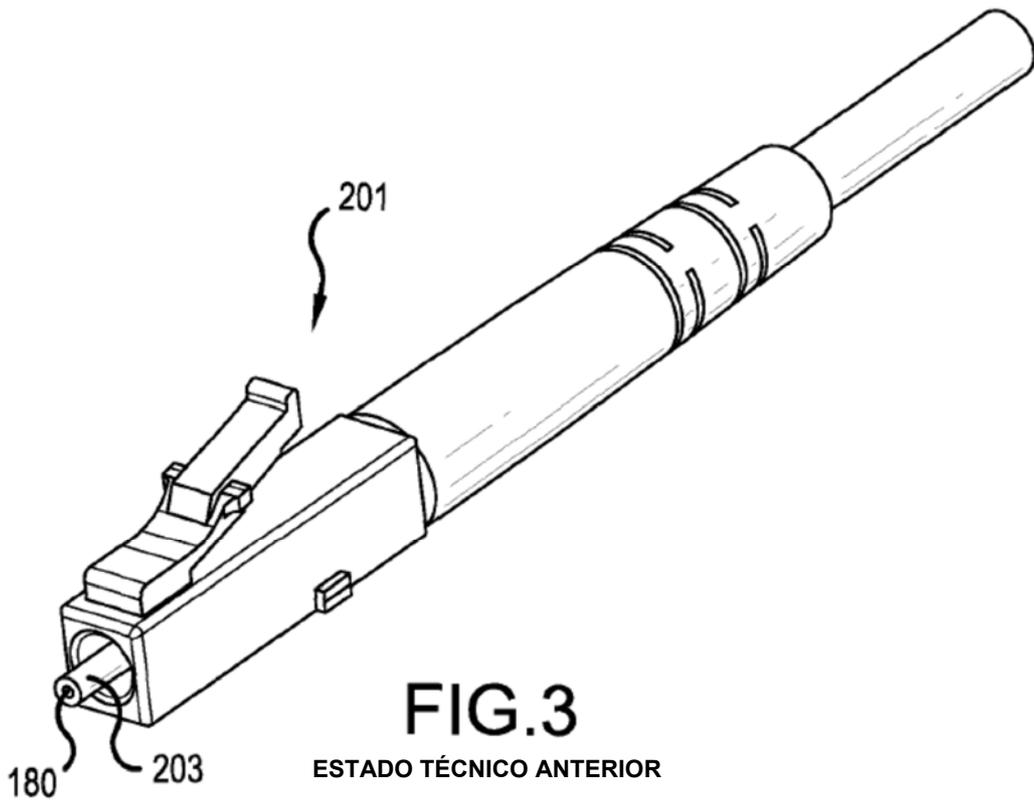
**FIG. 1**

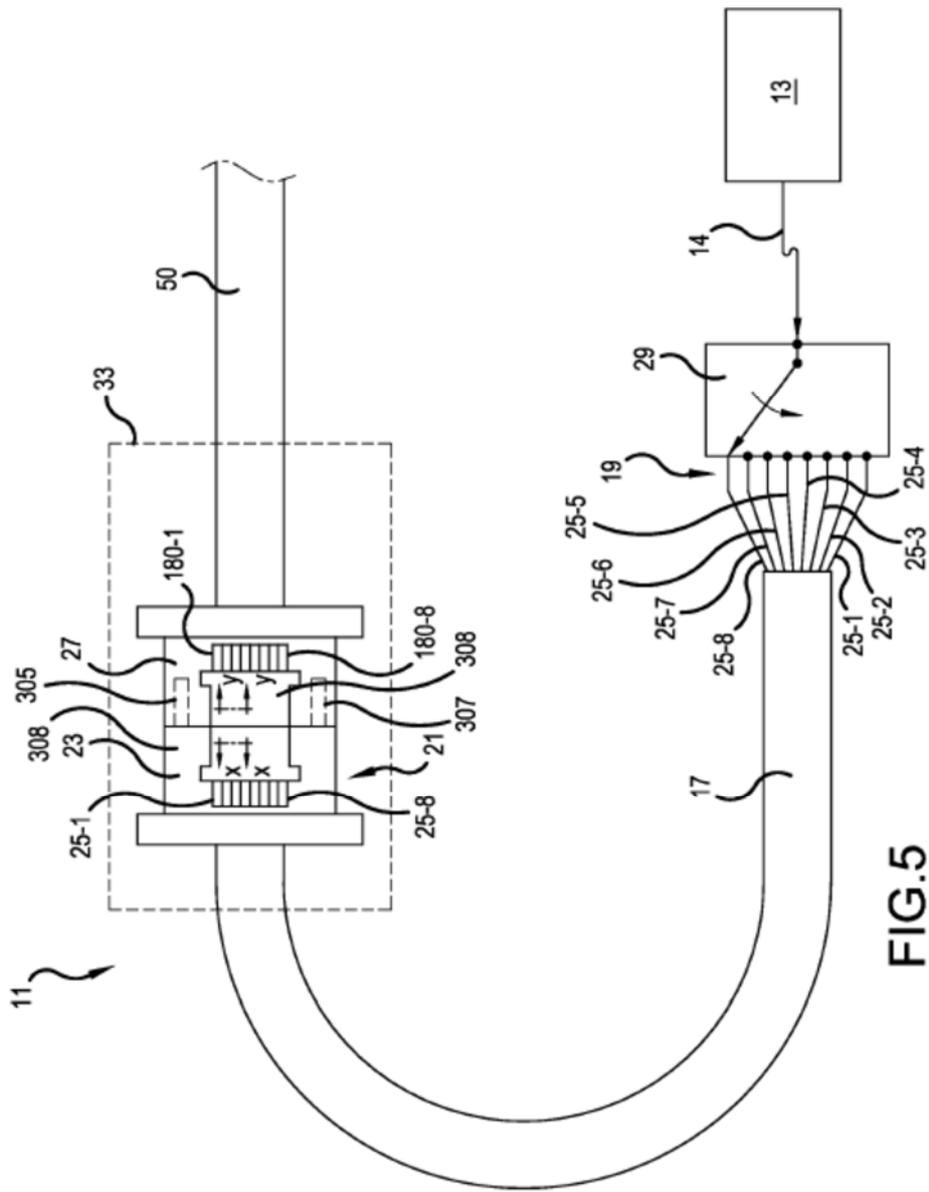
ESTADO TÉCNICO ANTERIOR



**FIG.2**

ESTADO TÉCNICO ANTERIOR





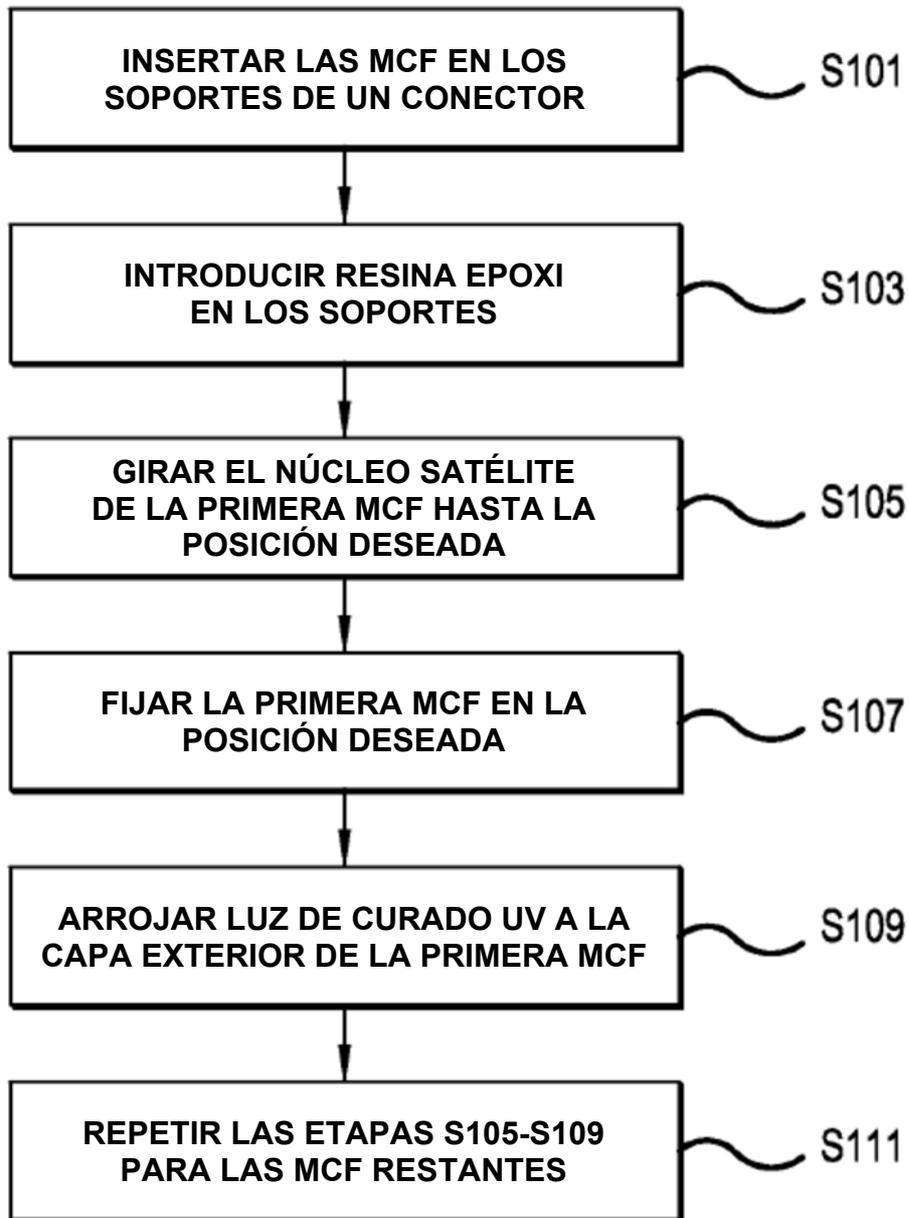


FIG.6

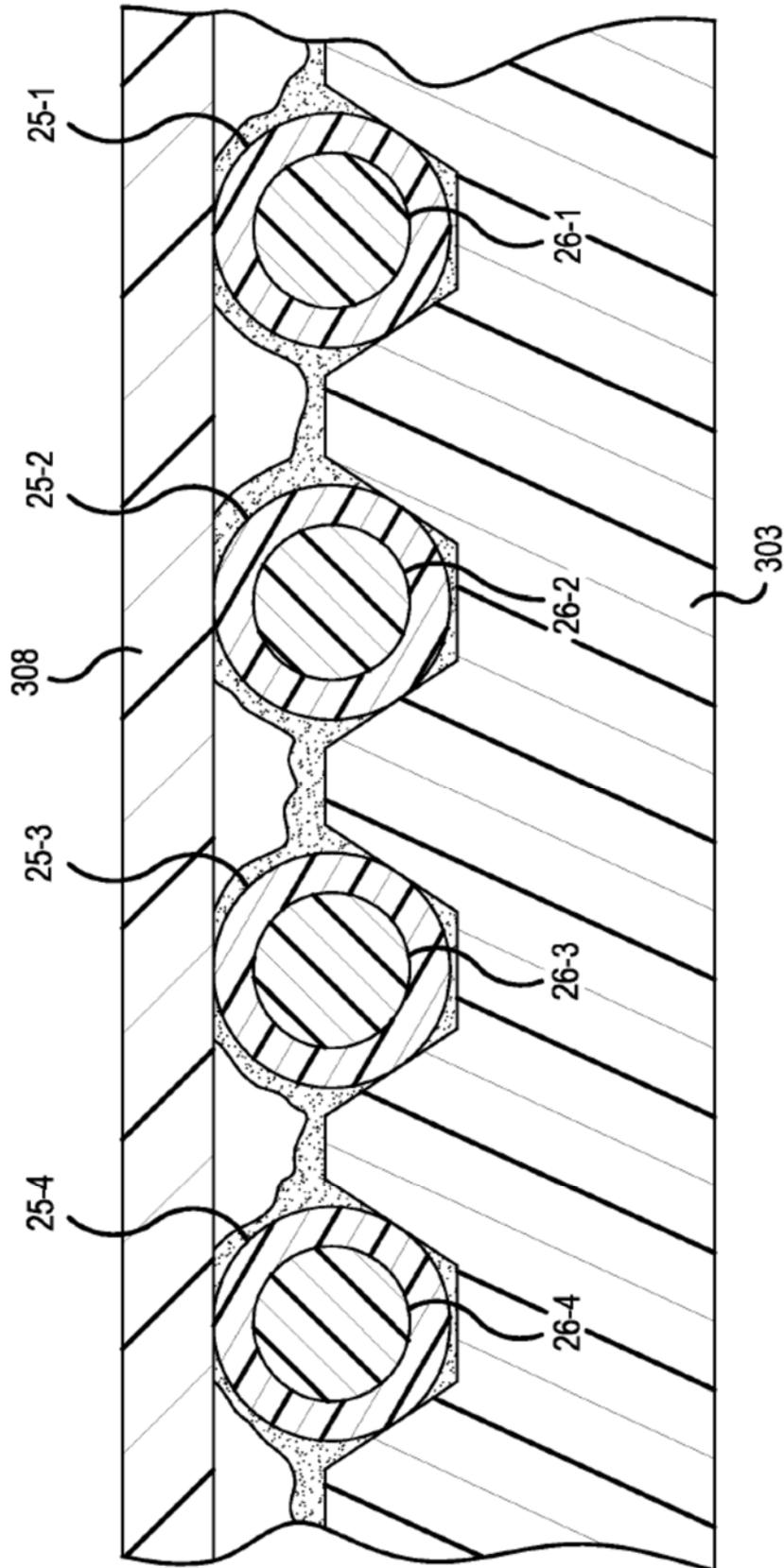


FIG.7

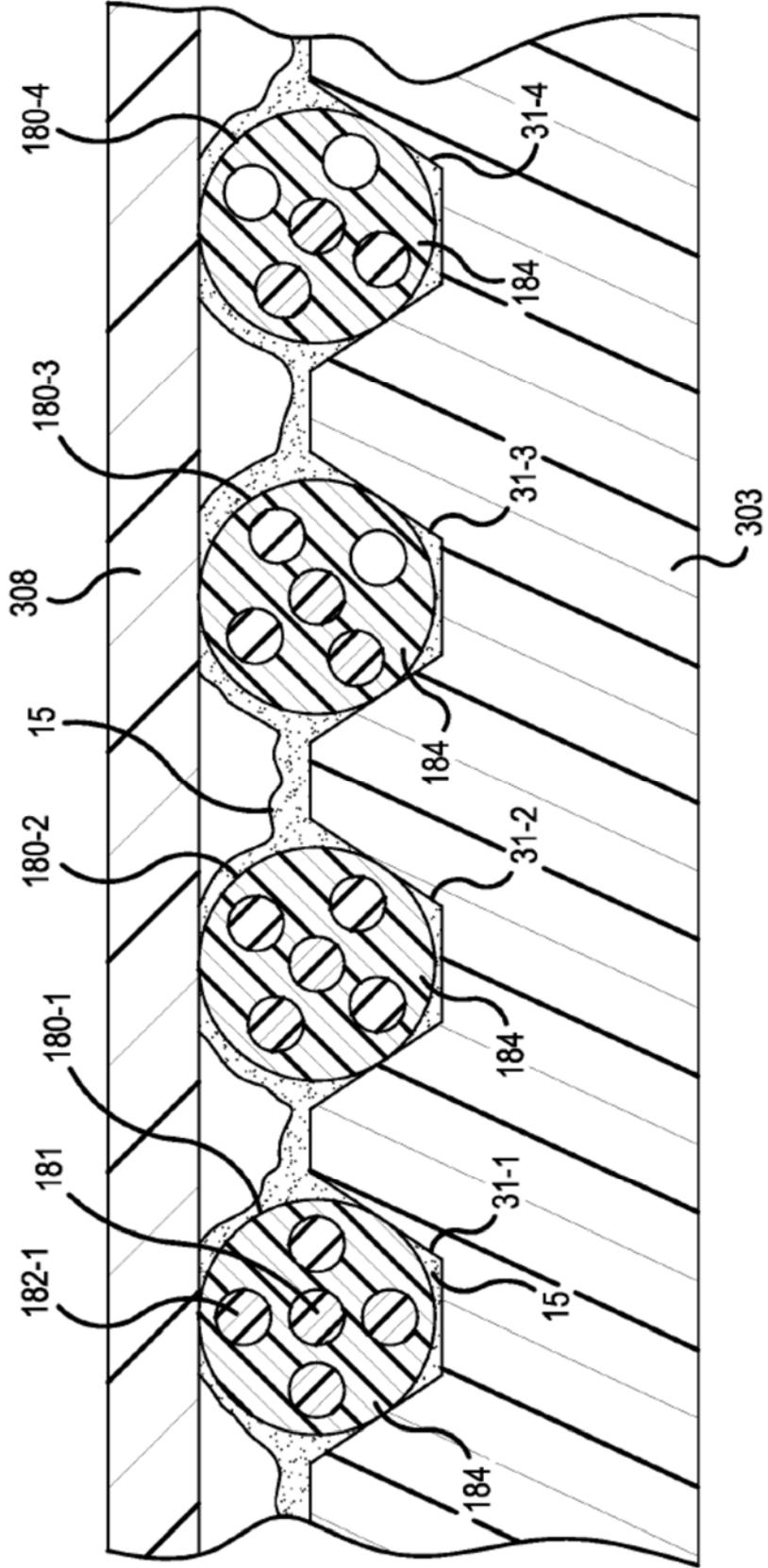


FIG.8

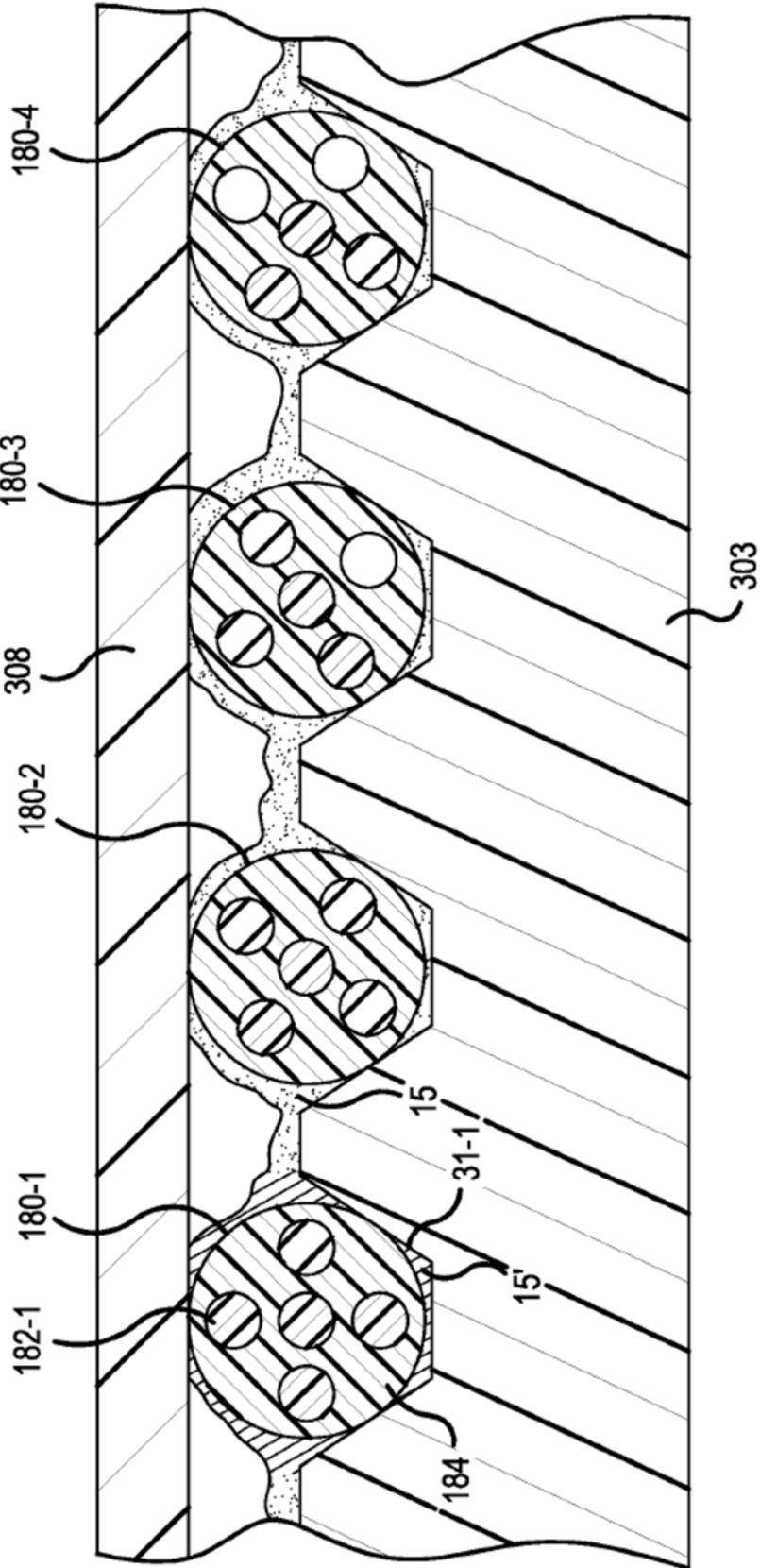


FIG.9

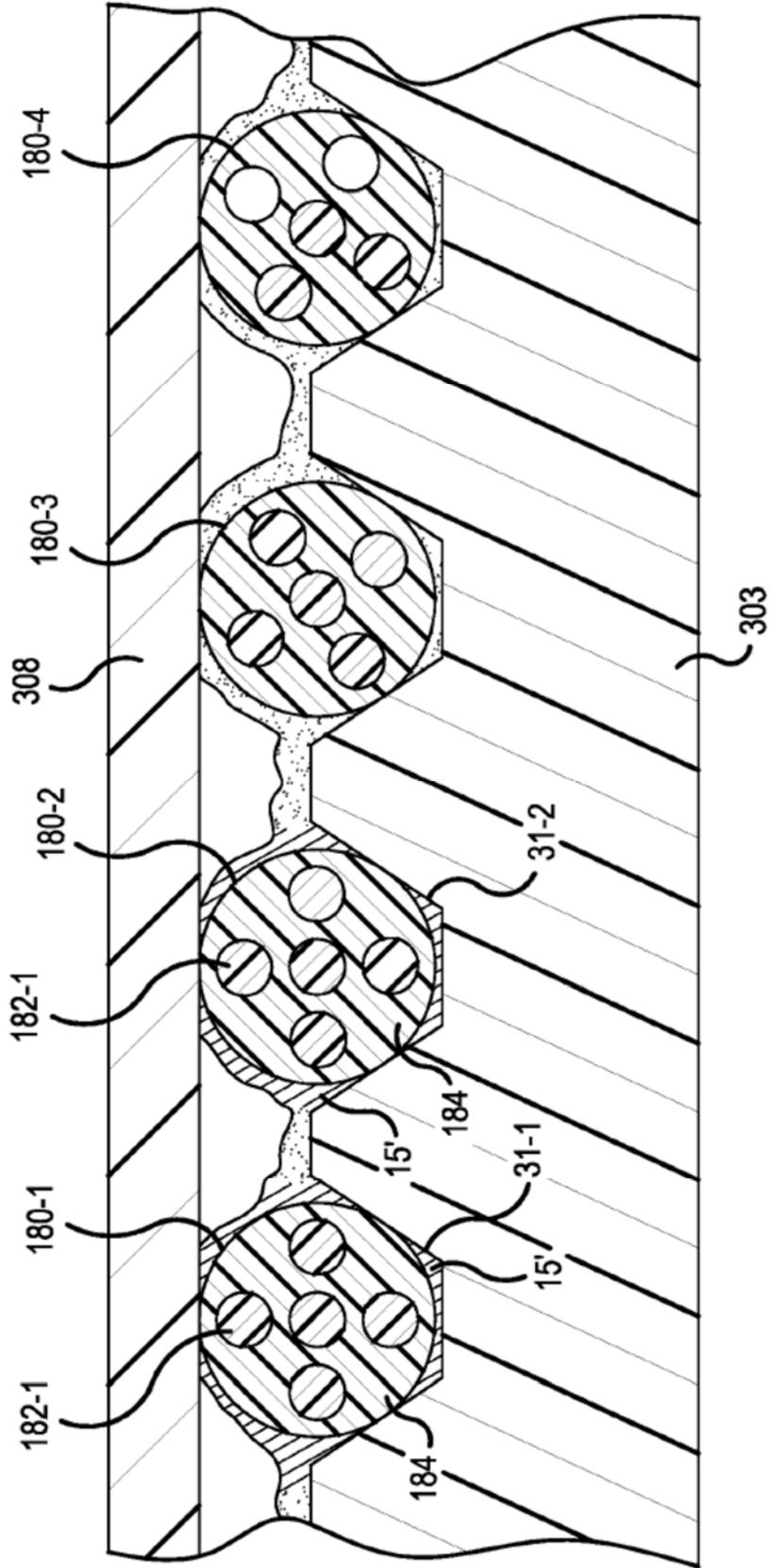


FIG.10

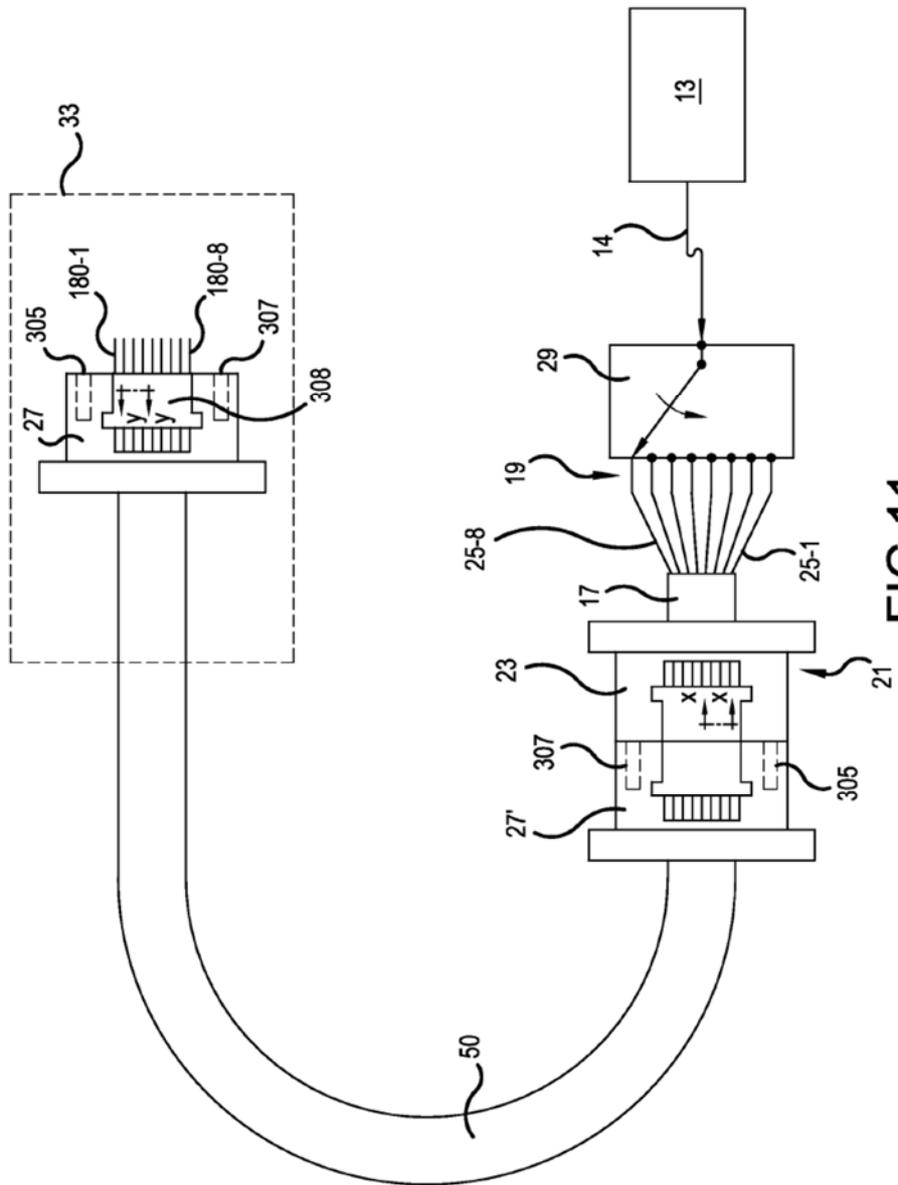
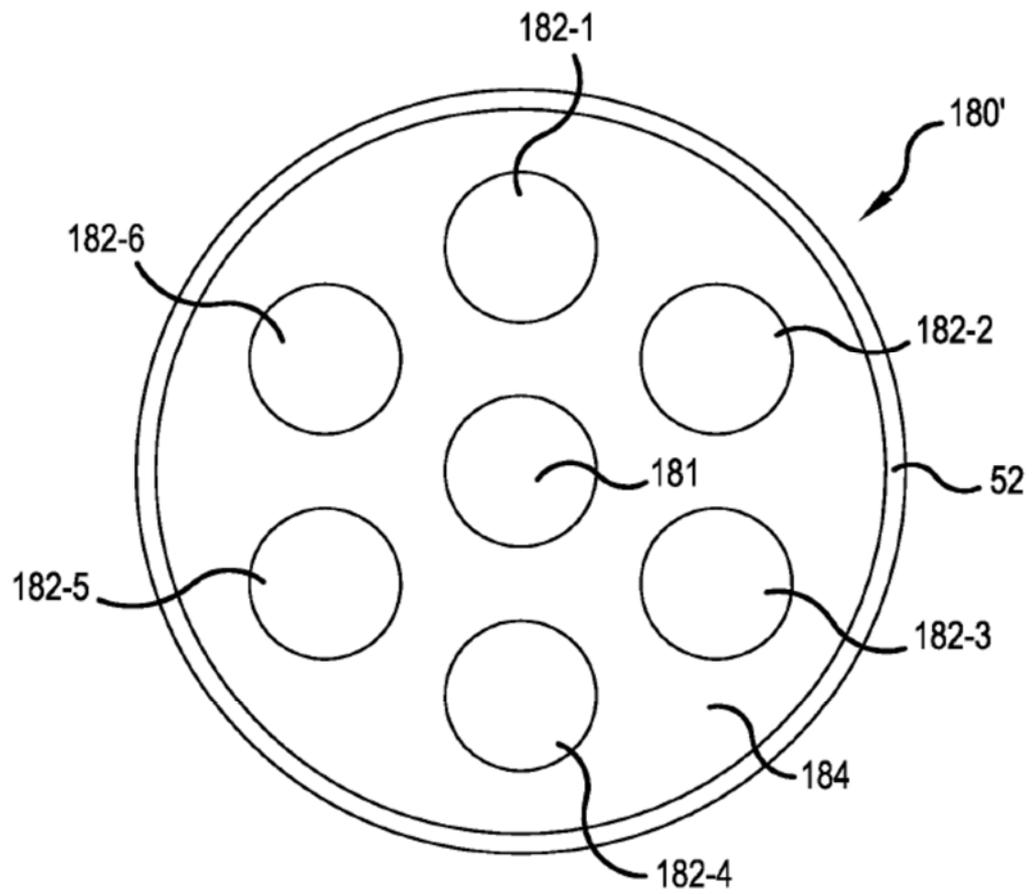


FIG.11



**FIG. 12**

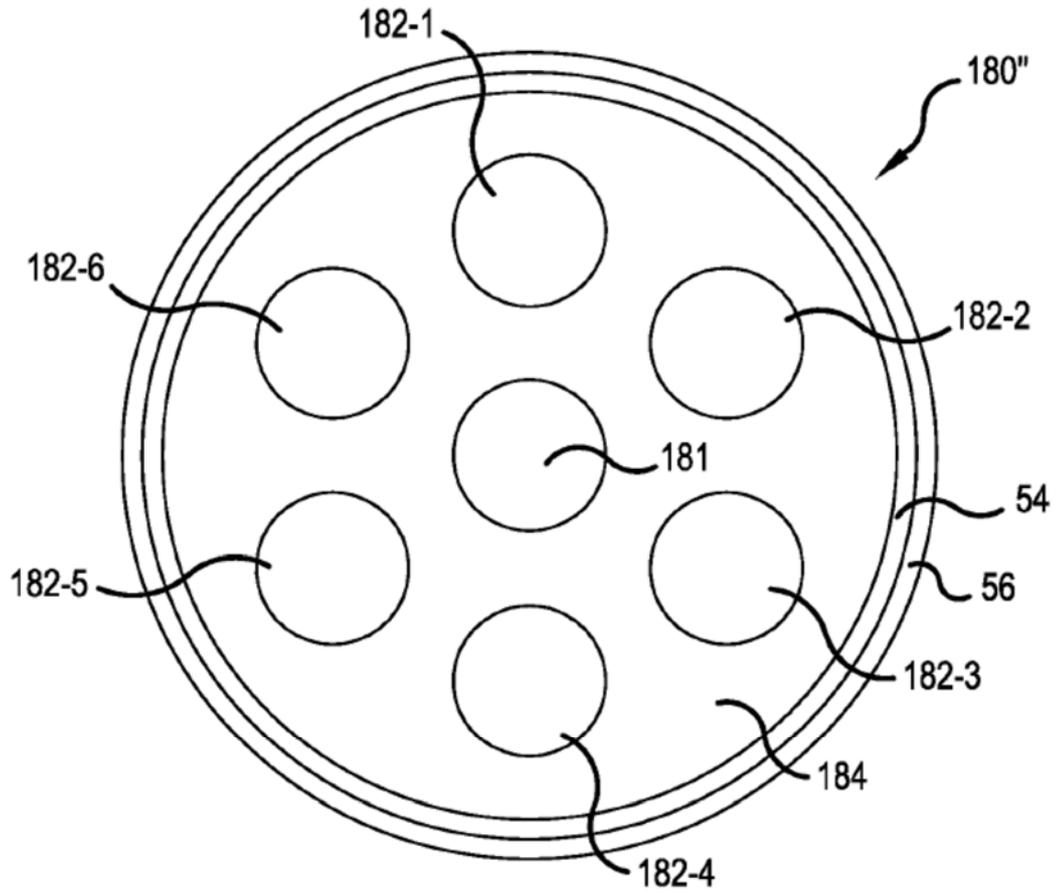


FIG. 13