

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 609**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2021** **E 21213420 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2025** **EP 4020048**

54 Título: **Cinta de fibra óptica con espacios libres de adhesivos**

30 Prioridad:

**22.12.2020 US 202017130589**

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

**13.05.2025**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.00%)**

**Via Chiese, 6  
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**FALLAHMOHAMMADI, EHSAN;  
ANDERSON, CLINT NICHOLAUS y  
DE RAI, LUCA GIORGIO**

74 Agente/Representante:

**PONTI & PARTNERS, S.L.P.**

ES 3 017 609 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

Cinta de fibra óptica con espacios libres de adhesivos

5 Campo de la invención

**[0001]** La presente invención se refiere a cintas de fibra óptica y a procedimientos para producir cintas de fibra óptica.

10 Antecedentes

**[0002]** Fibras ópticas proporcionan ventajas con respecto a líneas de comunicación convencionales. En comparación con redes tradicionales basadas en alambres, las redes de comunicación por fibra óptica pueden transmitir significativamente más información a velocidades significativamente más elevadas. La cantidad de datos transmitidos por cables de fibra óptica está aumentando continuamente a escala mundial. Así sucede especialmente en los centros de datos debido a la expansión de la informática en la nube, que requiere que los datos sean recibidos y transmitidos en un espacio físico limitado. De este modo, existe una demanda creciente de cables ópticos con alto número de fibras y alta densidad de fibras. Por otra parte, existe un deseo persistente de reducir los costes de fabricación de las redes de cables de acceso, lo que convierte a la reducción en el diámetro y el peso de los cables ópticos en una cuestión central para el uso de las instalaciones existentes (p. ej., conductos subterráneos), con el fin de reducir los costes de instalación. Otro requisito práctico es la capacidad de unir mediante fusión en masa fibras ópticas para acortar el tiempo necesario para conectar los cables. Esto significa que existen diversas demandas, posiblemente en conflicto entre sí, como la disminución de los diámetros de los cables ópticos, el aumento en la densidad de fibras ópticas y la mejora en la manejabilidad de los cables ópticos. Se trata de un reto importante y difícil de superar para los fabricantes de cables ópticos. Para lograr una fácil trabajabilidad, las cintas de fibra óptica se pueden empalmar preferentemente por fusión en masa para realizar simultáneamente múltiples conexiones de fibra óptica. Sin embargo, las cintas de fibra óptica convencionales presentan la desventaja de la rigidez, debido a la aplicación de una capa de resina en torno al conjunto de fibras ópticas para mantener las fibras ópticas en un plano paralelo. Esta rigidez limita la posibilidad de aumentar la densidad de fibra en los cables de fibra óptica. Es bien conocido conectar dos fibras ópticas de extremo a extremo mediante empalme por fusión con un láser, arco eléctrico o similar. El empalme generalmente incluye preparar la porción final de cada fibra óptica mediante la eliminación de los recubrimientos (por ejemplo, el recubrimiento secundario externo y el recubrimiento primario interno) del revestimiento de vidrio externo y el núcleo de vidrio interno de cada fibra óptica, y escindir con precisión el revestimiento de vidrio externo y el núcleo de vidrio interno de cada fibra óptica para producir un extremo de vidrio desnudo a empalmar. Típicamente, los respectivos extremos de vidrio escindidos y desnudos se alinean con precisión en una máquina de empalme por fusión de un solo empalme que une las dos fibras ópticas. La alineación del empalme y otras adaptaciones ayudan a minimizar cualquier atenuación en el empalme y proporcionan una fuerte conexión entre los extremos empalmados.

**[0003]** La máquina de empalme único generalmente incluye mecanismos de sujeción opuestos para sujetar respectivamente las fibras ópticas de modo que los extremos de vidrio desnudos y escindidos se puedan alinear con precisión. Para facilitar la alineación, cada mecanismo de sujeción (por ejemplo, un mandril de alineación de una sola fibra) puede incluir una plataforma o bandeja que define una ranura en forma de V para retener con precisión la porción final desnuda y escindida de cada fibra óptica. Además, cada mandril de alineación o mecanismo de sujeción puede incluir además una porción para asegurar con precisión la porción recubierta de cada fibra óptica adyacente a la porción de extremo desnudo escindida.

**[0004]** De manera similar, es bien conocido empalmar colectivamente dos cintas de fibra óptica de extremo a extremo mediante empalme por fusión en masa. Cada cinta de fibra óptica, por ejemplo, puede incluir doce fibras ópticas que se mantienen unidas por material adhesivo. La preparación de la porción de extremo de cada cinta de fibra óptica generalmente incluye separar las respectivas porciones de extremo de las fibras ópticas constituyentes y a continuación preparar cada fibra óptica para producir porciones de extremo de vidrio desnudas. Para mayor eficiencia, los respectivos extremos de vidrio escindidos y desnudos se alinean con precisión en una máquina de empalme por fusión en masa que une las respectivas fibras ópticas.

**[0005]** La máquina de empalme por fusión en masa (por ejemplo, una empalmadora por fusión en masa) típicamente emplea mecanismos de sujeción opuestos (por ejemplo, mandriles de alineación) para asegurar respectivamente las fibras ópticas de modo que sus extremos de vidrio desnudos y escindidos puedan alinearse con precisión. Para facilitar la alineación, cada mandril de alineación u otro mecanismo de sujeción puede incluir una plataforma o bandeja que define respectivamente una pluralidad de ranuras en forma de V (por ejemplo, 12 ranuras o 24 ranuras) para retener con precisión la porción final desnuda y escindida de cada fibra óptica. Además, cada mandril de alineación u otro mecanismo de sujeción puede incluir además una parte o una porción para asegurar con precisión la porción recubierta de cada fibra óptica adyacente a la porción de extremo desnudo escindida.

**[0006]** Cintas de fibra óptica flexibles producen una mayor densidad de fibra óptica en los cables de fibra óptica.

El empalme en masa de dichas cintas de fibra óptica flexibles requiere el posicionamiento de las cintas de fibra óptica en los mandriles de alineación de una máquina de empalme por fusión en masa, pero a veces las uniones adhesivas (por ejemplo, cordones alargados) pueden causar interferencia dentro de los mandriles de alineación (por ejemplo, las ranuras en forma de V en el mandril de alineación). Por ejemplo, algunos mandriles de alineación disponibles comercialmente (por ejemplo, utilizados en máquinas de empalme por fusión en masa) no pueden acomodar fácilmente cintas flexibles de fibra óptica si el paso del patrón de cordones adhesivos es demasiado corto (por ejemplo, menos de aproximadamente 100 milímetros), debido a la interferencia de los cordones adhesivos en las ranuras en forma de V de los mandriles de alineación. Alternativamente, si el paso del patrón de cordones adhesivos se vuelve demasiado largo, las cintas de fibra óptica flexibles pueden volverse muy flexibles y difíciles de cargar en los mandriles de alineación. Una solución requiere aplicar tensión a ambos extremos de la cinta de fibra óptica y colocar el borde de la fibra óptica en cada extremo del mandril de alineación para lograr la carga adecuada de la cinta de fibra óptica en el mandril de alineación.

**[0007]** El documento JP2012027129A describe una cinta de fibra óptica con patrones de material de unión alternos.

#### Resumen

**[0008]** La invención proporciona una cinta de fibra óptica que tiene una excelente flexibilidad, resistencia y robustez para facilitar el enrollado o el plegado de las fibras ópticas constituyentes en la dirección de la anchura de la cinta, según las reivindicaciones adjuntas. La cinta de fibra óptica puede empalmarse fácilmente por fusión en masa para establecer múltiples conexiones de fibra óptica.

**[0009]** En un aspecto, la presente invención comprende una cinta de fibra óptica que facilita el empalme por fusión en masa a través de una máquina de empalme por fusión en masa. Un ejemplo de cinta de fibra óptica incluye espacios intermitentes o recurrentes a lo largo de su longitud longitudinal en los que sustancialmente no hay material de unión presente a lo ancho de la cinta de fibra óptica. Estos espacios intermitentes sin material de unión (p. ej., espacios, áreas, zonas o porciones libres de adhesivo) ayudan a reducir o eliminar la interferencia del material de unión a medida que la cinta de fibra óptica se coloca dentro de un mandril de alineación, que se utiliza para asegurar una cinta de fibra óptica durante los preparativos para el empalme por fusión en masa.

**[0010]** Una cinta de fibra óptica ejemplar incluye una pluralidad  $n$  de fibras ópticas respectivamente adyacentes (por ejemplo, doce o más fibras ópticas, tales como fibras ópticas de 250 micrómetros o fibras ópticas de 200 micrómetros) que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo para formar un conjunto de fibras ópticas que tiene una anchura  $w$  que se extiende transversalmente a una longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas. La cinta de fibra óptica incluye además un material de unión en el conjunto de fibras ópticas (p. ej., depositado como un cordón adhesivo en una superficie principal del conjunto de fibras ópticas, tal como su superficie plana superior) que une adhesivamente fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas, formando repetidamente el material de unión patrones de material de unión primero y segundo alternos a través del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, donde, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas: (i) los primeros patrones de material de unión se extienden a través del conjunto de fibras ópticas desde una primera fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas hasta una segunda fibra óptica más externa opuesta en el conjunto de fibras ópticas, y los segundos patrones de material de unión se extienden a través de la fibra óptica desde la segunda fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas hasta la primera fibra óptica más externa opuesta en el conjunto de fibras ópticas; (ii) el primer y segundo patrones de material de unión alternos tienen longitudes medias respectivas  $l_1$  y  $l_2$  medidas a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas; y (iii) el primer y segundo patrones de material de unión alternos logran espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde  $g \geq 8 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 8 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0011]** Cintas de fibra óptica ejemplares tienen una excelente flexibilidad, resistencia y robustez para facilitar el enrollado o el plegado de las fibras ópticas constituyentes en la dirección de la anchura de la cinta. Además, cintas de fibra óptica ejemplares pueden empalmarse por fusión en masa para formar múltiples conexiones de fibra óptica, y las fibras ópticas individuales pueden separarse sin dañar las fibras ópticas adyacentes. Cada fibra óptica incluye normalmente, desde su centro a su periferia, un núcleo de vidrio, un revestimiento de vidrio y uno o más recubrimientos (p. ej., un recubrimiento primario, un recubrimiento secundario y una capa de tinta opcional). De este modo, las realizaciones correspondientes de la cinta de fibra óptica en esta invención descritas son aplicables al procedimiento relacionado para fabricar una cinta de fibra óptica, y a la inversa.

**[0012]** El resumen ilustrativo anterior, otros objetivos y/o ventajas de la presente descripción y la manera en que los mismos se logran se explican con más detalle en la siguiente descripción detallada y sus dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

**[0013]** La presente invención se describe a continuación con referencia a los dibujos adjuntos en los que se muestran las realizaciones de la presente invención y en los que números de referencia similares se refieren a los mismos elementos o a elementos similares. Los dibujos se proporcionan a modo de ejemplos, pueden ser esquemáticos y pueden no estar dibujados a escala. Los presentes aspectos inventivos pueden realizarse en muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitados a los ejemplos representados en los dibujos.

La Figura 1 es una vista en planta superior de una sección de una cinta de fibra óptica ejemplar según una primera realización de esta descripción.

La Figura 2 es una vista en planta superior de una sección de una cinta de fibra óptica ejemplar según una segunda realización de la presente descripción.

La Figura 3 es una vista en planta superior de una sección de una cinta de fibra óptica ejemplar según una tercera realización de la presente descripción.

La Figura 4 es una vista en planta superior de una sección de una cinta de fibra óptica ejemplar según una cuarta realización de la presente descripción.

La Figura 5 es una vista en sección transversal representativa de las secciones transversales tomadas a lo largo de la línea 5-5 de cada una de las Figuras 1-4.

La Figura 6 es una vista en alzado lateral que representa un procedimiento ejemplar de fabricación de una cinta de fibra óptica según una realización de esta descripción.

La Figura 7 es una vista gráfica superior que representa una porción de la Figura 6 según una primera implementación.

La Figura 8 es una vista pictórica superior de una sección de una cinta de fibra óptica, donde las líneas discontinuas representan esquemáticamente porciones del material de unión suministrado por el sistema de la Figura 6.

La Figura 9 es una vista pictórica superior que representa una porción de la Figura 6 según una segunda implementación.

#### Descripción detallada

**[0014]** En esta invención se describen diversos aspectos y características con referencia a las figuras adjuntas.

Se exponen detalles para proporcionar una comprensión profunda de la presente descripción. Sin embargo, para los expertos en la materia será evidente que las cintas de fibra óptica descritas y los procedimientos para producir cintas de fibra óptica pueden llevarse a la práctica o realizarse sin algunos o sin la totalidad de estos detalles específicos. Como otro ejemplo, las características descritas como parte de una realización pueden usarse en otra realización para producir una realización adicional. En ocasiones, aspectos bien conocidos no se describen en detalle para evitar oscurecer innecesariamente la presente descripción.

**[0015]** Como se representa en las Figuras 1-4, una cinta de fibra óptica 1 ejemplar incluye una pluralidad  $n$  de fibras ópticas 11 respectivamente adyacentes (por ejemplo, 12, 24 o 36 fibras ópticas, tales como fibras ópticas de 250 micrómetros o fibras ópticas de 200 micrómetros) que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo para formar un conjunto de fibras ópticas 10, que tiene una anchura  $w$  que se extiende transversalmente a una longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10. La cinta de fibra óptica 1 incluye además material de unión 16 en el conjunto de fibras ópticas 10 (por ejemplo, depositado como cordones adhesivos en una superficie principal del conjunto de fibras ópticas 10, tal como su superficie plana superior) que une adhesivamente fibras ópticas adyacentes 11 en el conjunto de fibras ópticas 10, el material de unión 16 forma repetidamente patrones de material de unión primero y segundo alternos 21, 22 a través del conjunto de fibras ópticas 10 para una porción de su longitud longitudinal, donde, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10: (i) los primeros patrones de material de unión 21 se extienden a través del conjunto de fibras ópticas 10 desde una primera fibra óptica más externa 11a en el conjunto de fibras ópticas 10 hasta una segunda fibra óptica más externa opuesta 11b en el conjunto de fibras ópticas 10, y los segundos patrones de material de unión 22 se extienden a través de la fibra óptica desde la segunda fibra óptica más externa 11b en el conjunto de fibras ópticas hasta la primera fibra óptica más externa opuesta 11a en el conjunto de fibras ópticas; (ii) el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 tienen longitudes medias respectivas  $l_1$  y  $l_2$  medidas a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10; y (iii) el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde  $g \geq 8 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 8 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ . Típicamente, cada uno de los primeros patrones de material de unión 21 tiene esencialmente la misma longitud  $l_1$ , y cada uno de los segundos patrones de material de unión 22 tiene esencialmente la misma longitud  $l_2$ , también (por ejemplo, el primer y segundo patrones de material de unión 21, 22 exhiben cada uno patrones regulares).

**[0016]** Como se representa en la Figura 5, un conjunto de fibras ópticas 10 ejemplar incluye una pluralidad de fibras ópticas 11 dispuestas lado con lado de manera que las fibras ópticas 11 son sustancialmente paralelas entre sí (por ejemplo, alineadas dentro del conjunto de fibras ópticas 10). Cada fibra óptica 11 puede estar estrechamente separada o ser contigua a una fibra óptica 11 adyacente, pero normalmente no deberían cruzarse entre sí a lo largo

del conjunto de fibras ópticas 10. Las fibras ópticas 11 generalmente incluyen una fibra de vidrio componente 12 y una o más capas de recubrimiento 13 circundantes. Véase la Figura 5. Los expertos en la materia conocerán las diversas clases de recubrimientos primarios, recubrimientos secundarios y capas de tinta, así como las estructuras y espesores de los mismos. Esta solicitud cita la patente de EE.UU. de propiedad común n° 8,265,442 para una *Fibra óptica resistente a microflexiones (Microbend-Resistant Optical Fiber)* y la patente de EE.UU. n° 8,600,206 para una *Fibra óptica de diámetro reducido (Reduced-Diameter Optical Fiber)*.

**[0017]** El conjunto de fibras ópticas 10 (y la cinta de fibra óptica resultante 1) tiene una geometría sustancialmente plana (es decir, aplanada) que define una altura relativamente estrecha, una anchura relativamente ancha y una longitud sustancialmente continua (p. ej., más de 1.000 metros, tal como 5.000 metros o más). Tal como se usa en esta solicitud, un conjunto de fibras ópticas 10 como se representa en la Figura 5 define inherentemente un lado superior (es decir, la parte superior), un lado inferior (es decir, la parte inferior), un borde izquierdo y un borde derecho. Los lados superior e inferior respectivos definen las superficies principales del conjunto de fibras ópticas 10 (y la cinta de fibra óptica resultante 1, tal como se muestra en las Figuras 1-4). Los expertos en la materia apreciarán que al voltear el conjunto de fibras ópticas 180 grados sobre su eje transversal principal se invertirán la parte superior y la parte inferior, con lo que los términos pueden usarse indistintamente en esta solicitud dependiendo del marco de referencia. De forma análoga, los expertos en la materia apreciarán que al girar lateralmente el conjunto de fibras ópticas 180 grados se invertirán el borde derecho y el borde izquierdo, con lo que los términos pueden usarse indistintamente en esta solicitud dependiendo del marco de referencia. Por consiguiente, tal como se usa en esta solicitud, términos como "primer lado" y "segundo lado opuesto" se refieren a los lados superior e inferior respectivos del conjunto de fibras ópticas 10 (y la cinta de fibra óptica resultante), o a la inversa dependiendo del marco de referencia.

**[0018]** Como se muestra en la Figura 5, las fibras ópticas 11 están dispuestas en paralelo y respectivamente adyacentes entre sí en un plano. De este modo, la anchura nominal  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 refleja el número  $n$  y el diámetro  $d$  de las fibras ópticas (es decir,  $w \approx n \times d$ ). Normalmente, cada fibra óptica tiene una sección transversal sustancialmente circular, y todas las fibras ópticas en una cinta de fibra óptica tienen sustancialmente el mismo diámetro nominal. En una realización ejemplar, la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas está entre aproximadamente 2 milímetros y 10 milímetros (p. ej., entre 2 milímetros y 6 milímetros). En la práctica, las fibras ópticas son sustancialmente contiguas entre sí, aunque pueden existir pequeños espacios entre fibras ópticas adyacentes. La anchura de la cinta de fibra óptica resultante corresponde a la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas. Véase la Figura 5.

**[0019]** En una realización ejemplar, cada fibra óptica tiene un diámetro  $d$  de entre 240 micrómetros y 260 micrómetros, más normalmente de aproximadamente 250 micrómetros. Alternativamente, las fibras ópticas pueden tener un diámetro  $d$  reducido, por ejemplo entre aproximadamente 180 micrómetros y 230 micrómetros. En una realización ejemplar, el conjunto de fibras ópticas incluye entre seis y 36 fibras ópticas (incluido el 6 y el 36), por ejemplo entre doce y 24 fibras ópticas (incluido el 12 y el 24). Por ejemplo, una cinta de fibra óptica ejemplar formada por doce (12) fibras ópticas de 250 micrómetros produce un ancho nominal  $w$  de 3000 micrómetros (es decir, 3 milímetros). De manera similar, una cinta de fibra óptica ejemplar formada por doce (12) fibras ópticas de diámetro reducido de 200 micrómetros produce una anchura nominal  $w$  de 2400 micrómetros (es decir, 2,4 milímetros), y una cinta de fibra óptica ejemplar formada por doce (12) fibras ópticas de diámetro reducido de 180 micrómetros produce una anchura nominal  $w$  de 2160 micrómetros (es decir, 2,16 milímetros). Por consiguiente, los expertos en la materia apreciarán que, con respecto a la cinta de fibra óptica 1 y el conjunto de fibras ópticas 10, las figuras exageran esquemáticamente el ancho con respecto a la longitud, para ilustrar las características del primer y segundo patrones de material de unión 21, 22.

**[0020]** Típicamente, a lo largo del conjunto de fibras ópticas 10 durante una porción de su longitud longitudinal, cada primer patrón de material de unión 21 sigue inmediatamente un segundo patrón de material de unión 22, y cada segundo patrón de material de unión 22 sigue inmediatamente un primer patrón de material de unión 21. Véanse las Figuras 1-4. A este respecto, el paso  $p$  es la longitud del patrón recurrente de material de unión (p. ej., cordones adhesivos depositados) tal como se aplica a un conjunto de fibras ópticas (p. ej., la longitud repetida del primer y segundo patrones alternos de material de unión 21,22). Por el contrario, la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión 21 y la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión 22 reflejan distancias longitudinales cubiertas por disposiciones de material de unión (p. ej., un cordón o cordones adhesivos) desde la primera fibra óptica más externa 11a a la segunda fibra óptica más externa 11b, o viceversa (p. ej., a través de una anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas). Véanse las Figuras 1-4. Cintas de fibra óptica ejemplares tienen un paso  $p$  entre aproximadamente  $10w$  y  $150w$  normalizado a la anchura  $w$  de la cinta de fibra óptica 1 (por ejemplo, aproximadamente  $15w$ - $100w$ , tal como aproximadamente  $20w$ - $80w$  o  $25w$ - $60w$ ).

**[0021]** En realizaciones típicas de la cinta de fibra óptica, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 tienen aproximadamente las mismas longitudes medias respectivas  $l_1$  y  $l_2$  medidas a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10 (por ejemplo,  $l_1 \approx l_2$ ). En algunas realizaciones, la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión 21 está inclusivamente entre el 90 por ciento y el 100 por ciento de la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión 22, o la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones

de material de unión 22 está inclusivamente entre el 90 por ciento y el 100 por ciento de la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión 21.

**[0022]** En otras realizaciones de la cinta de fibra óptica, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 tienen diferentes longitudes medias  $l_1$  y  $l_2$  medidas a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10. En algunas realizaciones, la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión está entre el 10 por ciento y 95 por ciento de la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión, o la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión está entre el 10 por ciento y el 95 por ciento de la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión.

**[0023]** En otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 en una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq 10 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 10 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0024]** En aun otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq 12 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 12 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0025]** En otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, los primeros y segundos patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 en una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq 16 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 16 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0026]** En aun otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq 24 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 24 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0027]** En otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el conjunto de fibras ópticas 10 incluye al menos cuatro fibras ópticas adyacentes 11 que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo (es decir,  $n \geq 4$ ), y los patrones de material de unión primero y segundo alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 en una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq 2 \times l_1$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 2 \times l_2$  si  $l_2 \leq l_1$ .

**[0028]** En otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el conjunto de fibras ópticas 10 incluye al menos seis fibras ópticas adyacentes 11 que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo (es decir,  $n \geq 6$ ), y los patrones de material de unión primero y segundo alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 en una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq (l_1 + l_2)$ , tal como  $g > (l_1 + l_2)$ .

**[0029]** En aun otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, el primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 logran espacios libres de adhesivo recurrentes 17 en los que no hay material de unión 16 presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 durante una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo 17 una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde  $g \geq (l_1 + l_2) \times (n - (n-2))$ , tal como donde  $g > (l_1 + l_2) \times (n - (n-2))$ . En igualdad de condiciones, los espacios libres de adhesivo 17 entre el primer y segundo patrones sucesivos de material de unión 21, 22 deben ser algo mayores si los patrones respectivos se extienden a través del conjunto de fibras ópticas 10 una distancia lateral menor que el ancho completo del conjunto de fibras ópticas  $w$ , tal como a las interfaces respectivas de cada fibra óptica más externa 11a, 11b y su respectiva fibra óptica adyacente (por ejemplo,  $w - 2d$ ).

**[0030]** En aun otro ejemplo de cinta de fibra óptica 1, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibra óptica 10, la longitud mínima  $g$  de los espacios libres de adhesivo 17 es una primera distancia de separación libre de adhesivo  $g_{1-2}$  entre extremos separados adyacentes de patrones de material de unión primero y segundo sucesivos 21, 22, por lo que  $g = g_{1-2}$ , donde tanto el extremo adyacente del primer patrón de material de unión 21 como el extremo adyacente del segundo patrón de material de unión 22 están ubicados a lo largo de la segunda fibra óptica más externa 11b en el conjunto de fibra óptica 10, donde  $g_{1-2} \geq 8 \times ((l_1 + l_2) + 2n)$  como se mide a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibra óptica 10. (Esta realización ejemplar basa la longitud mínima  $g$  en el

promedio de las longitudes medias  $l_1$  y  $l_2$  del primer y segundo patrones de material de unión, 21,22). La Figura 1 representa de manera similar una segunda distancia de separación libre de adhesivo  $g_{2-1}$  entre extremos separados adyacentes de segundos y primeros patrones de material de unión sucesivos 22, 21, donde tanto el extremo adyacente del segundo patrón de material de unión 22 como el extremo adyacente del primer patrón de material de unión 21 están ubicados a lo largo de la primera fibra óptica más externa 11a en el conjunto de fibras ópticas 10. En una realización relacionada, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, el primer y segundo patrones de material de unión sucesivos 21, 22 tienen extremos adyacentes opuestos ubicados a lo largo de la primera fibra óptica más externa 11a en el conjunto de fibras ópticas 10 y están separados por una distancia de separación  $d_{1-2}$ , donde  $d_{1-2} \approx g_{1-2} + l_1 + l_2$  como se mide a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas.

**[0031]** Como se ilustra en las Figuras 1-2, el área entre el primer y segundo patrones de material de unión a veces define un área libre de adhesivo trapezoidal 17 que tiene una base corta  $g_{1-2}$  (p. ej., una primera distancia de separación libre de adhesivo) a lo largo de la segunda fibra óptica más externa 11b en el conjunto de fibras ópticas 10 y una base larga  $d_{1-2}$  (p. ej., una distancia de separación) ubicada a lo largo de la primera fibra óptica más externa 11a en el conjunto de fibras ópticas 10. Con respecto a los patrones de unión representados en la Figura 1, la distancia de separación  $d_{1-2}$  es notablemente más corta que el paso  $p$  (por ejemplo, la longitud de repetición de los patrones de material de unión primero y segundo alternos 21, 22). Por el contrario, con respecto a los patrones de unión representados en la Figura 2, la distancia de separación  $d_{1-2}$  es casi el paso  $p$  (por ejemplo, la longitud de repetición del primer y segundo patrones de material de unión alternos 21, 22), de modo que  $d_{1-2} \approx p$ .

**[0032]** A modo de ejemplo no limitativo con respecto a las cintas de 12 fibras ópticas representativas, los espacios libres de adhesivo ejemplares tienen una longitud mínima  $g$  (medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas) de al menos 15 milímetros, tal como al menos 20 milímetros para acomodar los mandriles de alineación convencionales. Típicamente, los espacios libres de adhesivo ejemplares tienen una longitud mínima  $g$  entre aproximadamente 25 milímetros y 150 milímetros, tal como entre aproximadamente 30 milímetros y 100 milímetros (p. ej., 35-75 milímetros, tal como aproximadamente 50 milímetros).

**[0033]** Con referencia a la Figura 1, un área libre de adhesivo trapezoidal ejemplar 17 podría tener una base corta  $g_{1-2}$  (por ejemplo, una primera distancia de separación libre de adhesivo) de entre alrededor de 15 milímetros y 50 milímetros (por ejemplo, alrededor de 20-25 milímetros) y una base larga  $d_{1-2}$  (por ejemplo, una distancia de separación) de entre alrededor de 20 milímetros y 200 milímetros, tal como entre alrededor de 50 milímetros y 150 milímetros (por ejemplo, alrededor de 70-100 milímetros). En otras realizaciones, la distancia de separación  $d_{1-2}$  podría exceder los 150 milímetros, tal como de 200 milímetros a 300 milímetros (por ejemplo, aproximadamente 250 milímetros).

**[0034]** Con referencia a la Figura 2, un área libre de adhesivo trapezoidal ejemplar 17 podría tener una base corta  $g_{1-2}$  (por ejemplo, una primera distancia de separación libre de adhesivo) de entre aproximadamente 40 milímetros y 100 milímetros (por ejemplo, aproximadamente 50-60 milímetros) y una base larga  $d_{1-2}$  (por ejemplo, una distancia de separación) de entre aproximadamente 80 milímetros y 200 milímetros (por ejemplo, aproximadamente 100-125 milímetros). En este caso, la base larga  $d_{1-2}$  (p. ej., una distancia de separación) es aproximadamente el paso  $p$  (p. ej., la longitud de repetición del primer y segundo patrones de material de unión alternos 21,22). En otras realizaciones, la distancia de separación  $d_{1-2}$  podría exceder los 200 milímetros, tal como de 250 milímetros a 400 milímetros (por ejemplo, aproximadamente 300 milímetros).

**[0035]** Las Figuras 1-4 representan cintas de fibra óptica ejemplares, como las que se pueden formar a partir de un conjunto de fibras ópticas ejemplar 10 como se representa en la Figura 5, que incluye además material de unión 16 que forma repetidamente un primer y un segundo patrones de material de unión alternos 21, 22 a través del conjunto de fibras ópticas 10 para una porción de su longitud longitudinal (por ejemplo, entre las fibras ópticas más externas del conjunto de fibras ópticas para unir adhesivamente las fibras ópticas adyacentes correspondientes).

**[0036]** En una cinta de fibra óptica ejemplar, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, cada uno de los primeros patrones de material de unión 21 comprende respectivamente un cordón continuo de material de unión 16 (p. ej., cordones adhesivos continuos respectivos entre la primera fibra óptica más externa 11a y la segunda fibra óptica más externa 11b tal como se representa en las Figuras 1-2). De manera similar, en una cinta de fibra óptica ejemplar, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, cada uno de los segundos patrones de material de unión 22 comprende respectivamente un cordón continuo de material de unión 16 (p. ej., cordones adhesivos continuos respectivos entre la segunda fibra óptica más externa 11b y la primera fibra óptica más externa 11a, tal como se representa parcialmente en las Figuras 1-2). En otra realización ejemplar, para la misma porción de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, los patrones de material de unión primero y segundo alternos que consiguen espacios libres de adhesivo recurrentes que tienen una longitud mínima  $g$  donde no está presente material de unión a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas incluyen cada uno respectivamente solo (por ejemplo, consiste en o consiste esencialmente en) un cordón continuo de material de unión. Véanse las Figuras 1-2.

**[0037]** En otro ejemplo de cinta de fibra óptica, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, cada uno de los primeros patrones de material de unión 21 comprende respectivamente una pluralidad de cordones rectilíneos alargados sucesivos 16 dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas 10, donde los cordones 16 están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes 11 en el conjunto de fibras ópticas 10 (p. ej., una disposición de cordones adhesivos rectilíneos entre la primera fibra óptica más externa 11a y la segunda fibra óptica más externa 11b tal como se representa en las Figuras 3-4). De manera similar, en una cinta de fibra óptica ejemplar, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, cada uno de los segundos patrones de material de unión 22 comprende respectivamente una pluralidad de cordones rectilíneos alargados sucesivos 16 dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas 10, donde los cordones 16 están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes 11 en el conjunto de fibras ópticas 10 (p. ej., una disposición de cordones adhesivos rectilíneos entre la segunda fibra óptica más externa 11b y la primera fibra óptica más externa 11a tal como se representa en las Figuras 3-4). En otra realización ejemplar, para la misma porción de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, los patrones de material de unión primero y segundo alternos que logran espacios libres de adhesivo recurrentes que tienen una longitud mínima  $g$  donde no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas incluyen cada uno respectivamente solo (p. ej., consiste en o consiste esencialmente en) una pluralidad de cordones rectilíneos alargados sucesivos dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas, donde los cordones están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas. Véanse las Figuras 3-4.

**[0038]** Durante la fabricación, el material de unión puede aplicarse al conjunto de fibra óptica como un cordón continuo o como cordones discontinuos, tal como se describe en la patente de EE. UU. No. 10,782,495 comúnmente asignada. Como se observa, por ejemplo, a lo largo de una porción de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, el material de unión puede aplicarse como una pluralidad de cordones rectilíneos sucesivos dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas (p. ej., formando los cordones sucesivos un patrón escalonado a través del conjunto de fibras ópticas), de modo que los cordones adhesivos estén configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas.

**[0039]** Un procedimiento ejemplar para aplicar ya sea un cordón continuo de material de unión o cordones discontinuos de material de unión a un conjunto de fibras ópticas de una manera que facilite velocidades lineales más rápidas durante la fabricación de cintas de fibra óptica se describe en la Solicitud de Patente de EE. UU. No. 16/683,827 comúnmente asignada para una *Cinta de Fibra Óptica*.

**[0040]** En otro aspecto, la invención comprende un procedimiento de producción de una cinta de fibra óptica. Como se muestra en el procedimiento esquemático representado en las Figuras 6 (procesamiento de derecha a izquierda), una pluralidad  $n$  de fibras ópticas 11 (p. ej., 12 o 24 fibras ópticas de diámetro reducido) se dispone en un conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal que tiene un ancho  $w$  que se extiende transversalmente a una longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas. Por ejemplo, se introduce una pluralidad de fibras ópticas 11 (p. ej., se suministran en un troquel 24) para proporcionar un conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal donde la pluralidad de fibras ópticas 11 son sustancialmente paralelas y respectivamente adyacentes entre sí. Normalmente, el conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal es una disposición laxa de fibras ópticas sustancialmente paralelas sin unión entre las fibras ópticas y que tiene intersticios o surcos entre fibras ópticas adyacentes. Cuando se emplea un troquel de agregación 24 para alinear las fibras ópticas, la velocidad de entrada de las fibras ópticas laxas es la misma que la velocidad de salida del conjunto de fibras ópticas longitudinal.

**[0041]** Durante el procesamiento, el conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal avanza a una velocidad lineal  $v$ , normalmente a una velocidad lineal mayor que 150 metros por minuto (p. ej., mayor que 200 metros por minuto, tal como mayor que 300 metros por minuto). En algunas realizaciones ejemplares, el conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal avanza a una velocidad lineal  $v$  entre 400 y 700 metros por minuto (p. ej., entre aproximadamente 500 y 600 metros por minuto).

**[0042]** Cuando el conjunto de fibras ópticas 10 pasa cerca (p. ej., por debajo) de una unidad de dispensador 25 (o dispositivo de dispensación similar), se aplica un material de unión (p. ej., un adhesivo curable) al conjunto de fibras ópticas 10 para unir de forma adhesiva fibras ópticas adyacentes 11 en el conjunto de fibras ópticas. Por ejemplo, el material de unión se puede dispensar como un cordón adhesivo continuo (o una pluralidad de cordones discontinuos) a través de una boquilla de dispensación 26 a una superficie principal del conjunto de fibras ópticas 10 (p. ej., su superficie plana superior). Típicamente, el dispensador 25 y/o la boquilla de dispensación 26 aplican material de unión a cada fibra óptica 11 en el conjunto de fibras ópticas 10 para unir las fibras ópticas 11 en una cinta de fibra óptica 1.

**[0043]** Realizaciones de procedimiento ejemplares, descritas en la presente descripción, incluyen aplicar material de unión al conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, una superficie principal, tal como su superficie plana superior) para unir adhesivamente fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas, donde el dispensador mueve repetidamente una amplitud  $A_d$  medida transversalmente a la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas de modo que la amplitud  $A_d$  del dispensador exceda la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, una



técnica de "rebasamiento (*overshooting*)". Posteriormente, el conjunto de fibras ópticas con un cordón adhesivo se hace pasar a través de una estación de curado 28 para curar el material de unión (p. ej., un adhesivo curable, tal como resinas curables por ultravioleta (UV)). Véanse las Figuras 5-6.

5 **[0044]** En algunas realizaciones de procedimiento ejemplar, el dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 (u otro dispositivo dispensador) oscilan en una dirección transversal a la dirección longitudinal (es decir, en la dirección de la anchura) del conjunto de fibras ópticas, y el conjunto de fibras ópticas se mueve en la dirección longitudinal, tal como a través de un carrete 29. La punta del dispensador 25 (por ejemplo, la boquilla de dispensación 26) puede oscilar (por ejemplo, vibrar) en una dirección transversal a una alta frecuencia, tal como entre aproximadamente 100  
10 Hz y 200 Hz. En una realización de procedimiento ejemplar, la boquilla de dispensación 26 puede suministrar material de unión líquido en finas gotas a un conjunto de fibras ópticas en avance 10. Debido a la tensión superficial, el material de unión líquido, si se proporciona en gotas suficientes a una frecuencia suficiente, fluirá conjuntamente para formar cordones adhesivos (por ejemplo, cordones alargados).

15 **[0045]** En una realización de procedimiento ejemplar, el dispensador 25 y/o la boquilla de dispensación 26 se mueven transversalmente correspondiendo sustancialmente a la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal. De este modo, el material de unión se aplica como un cordón adhesivo a través de al menos una superficie principal del conjunto de fibras ópticas (p. ej., en un patrón en la superficie plana superior sustancialmente a través del ancho del conjunto de fibras ópticas). Como entenderán los expertos en la materia, al proporcionar un cordón adhesivo  
20 "sustancialmente a través de la anchura" del conjunto de fibras ópticas se unen fibras ópticas adyacentes para producir una cinta de fibra óptica (por ejemplo, los patrones de deposición de adhesivo se extienden a las fibras ópticas opuestas más externas en el conjunto de fibras ópticas).

**[0046]** En una realización de procedimiento relacionada, el dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 se  
25 mueven transversalmente correspondiendo sustancialmente a la distancia lateral ( $w - 2d$ ) entre las dos fibras ópticas exteriores. Como entenderán los expertos en la materia, esta distancia lateral ( $w - 2d$ ) es la separación entre los surcos más exteriores en el conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, como se define por las respectivas interfaces de cada fibra óptica más exterior y su respectiva fibra óptica adyacente). Véase la Figura 5. Tal como se usa en esta solicitud, términos como "que corresponde sustancialmente a la anchura" y "que corresponde sustancialmente a la distancia  
30 lateral" se refieren al movimiento de una boquilla de dispensación y/o los patrones de deposición de adhesivo correspondientes, que se extienden normalmente a las fibras ópticas opuestas más externas en el conjunto de fibras ópticas (p. ej., porciones de bordes opuestos del conjunto de fibras ópticas).

**[0047]** Normalmente, los cordones adhesivos que unen fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras  
35 ópticas forman un patrón regular (continuo o discontinuo) a través de la anchura del conjunto de fibras ópticas, tal como un patrón similar a un zigzag, un patrón similar a un diente de sierra o un patrón similar a una sinusoide que tiene una amplitud entre picos y valles sustancialmente entre (i) la distancia lateral entre las dos fibras ópticas exteriores ( $w - 2d$ ) y (ii) la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas. (Puede haber algún exceso de material de unión fuera de una o ambas fibras ópticas más externas en la cinta de fibra óptica). En algunas realizaciones ejemplares del  
40 procedimiento, la boquilla de dispensación puede detenerse cuando se coloca sobre surcos en el conjunto de fibras ópticas para depositar material de unión como cordones adhesivos rectilíneos longitudinales dentro de los surcos respectivos (por ejemplo, surcos entre fibras ópticas contiguas).

**[0048]** En realizaciones de procedimiento en las que el dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 se  
45 mueven transversalmente correspondiendo sustancialmente a (i) la distancia lateral entre las dos fibras ópticas exteriores ( $w - 2d$ ) y (ii) la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas, la aplicación de material de unión se detiene periódica o intermitentemente (por ejemplo, mientras el conjunto de fibras ópticas longitudinal continúa avanzando a una velocidad lineal  $v$ ) para lograr espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no está presente material de unión a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal. De esta  
50 manera, la aplicación intermitente de material de unión al conjunto de fibra óptica logra cintas de fibra óptica ejemplares, tales como las representadas en las Figuras 1 -4.

**[0049]** En una realización de procedimiento alternativa, el dispensador 25 y/o la boquilla de dispensación 26 se  
mueven transversalmente pero "rebasan" la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 longitudinal. Es decir, el  
55 dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 mueven una amplitud  $A_d$  medida transversalmente a la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas 10, donde la amplitud del dispensador  $A_d$  excede la anchura del conjunto de fibras ópticas  $w$ . De este modo, el material de unión se aplica como un cordón adhesivo 16 a través de al menos una superficie principal del conjunto de fibras ópticas (p. ej., en un patrón en la superficie plana superior sustancialmente a través del ancho del conjunto de fibras ópticas) para unir fibras ópticas adyacentes. El dispensador  
60 25 y/o la boquilla de dispensación 26 aplican material de unión a cada fibra óptica 11 en el conjunto de fibras ópticas 10 para producir una cinta de fibra óptica donde los patrones de deposición de adhesivo se extienden a las fibras ópticas opuestas más externas en el conjunto de fibras ópticas. Por ejemplo, en muchas realizaciones del procedimiento, la unidad dispensadora 25 se mueve repetidamente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas 10 más allá tanto de una primera fibra óptica más externa 11a en el conjunto de fibras ópticas como de una  
65 segunda fibra óptica más externa 11b opuesta en el conjunto de fibras ópticas para aplicar material de unión a cada

fibra óptica 11 en el conjunto de fibras ópticas 10. Más generalmente, el dispensador 25 y/o la boquilla de dispensación 26 pueden rebasar ambos bordes del conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, la primera fibra óptica más externa 11a y la segunda fibra óptica más externa opuesta 11b en el conjunto de fibras ópticas 10) o solo un borde del conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, la primera fibra óptica más externa 11a o la segunda fibra óptica más externa opuesta 11b en el conjunto de fibras ópticas 10). Véase, por ejemplo, la Figura 5.

**[0050]** Esta técnica de "rebasamiento" puede ser ventajosa porque puede producir una cinta de fibra óptica que tiene espacios libres de adhesivo recurrentes (p. ej., áreas en las que esencialmente no está presente material de unión a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal) mientras se aplica el material de unión (p. ej., se aplica continuamente) al conjunto de fibras ópticas. De manera más general, la técnica de "rebasamiento" puede producir cordones adhesivos que unen fibras ópticas adyacentes en patrones regulares (continuos o discontinuos) a través de la anchura del conjunto de fibras ópticas, tales como un patrón en zigzag, un patrón en dientes de sierra o un patrón en forma sinusoidal que tiene una amplitud entre picos y valles sustancialmente entre (i) la distancia lateral entre las dos fibras ópticas exteriores ( $w-2d$ ) y (ii) la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas. Cordones continuos normalmente se extienden por toda la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas. (Como se señaló, puede haber algún exceso de material de unión fuera de una o ambas fibras ópticas más externas en la cinta de fibra óptica).

**[0051]** En una realización del procedimiento, el dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 alternan continuamente una amplitud  $A_d$  a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas. Este movimiento alternativo ininterrumpido puede producir cordones adhesivos continuos (por ejemplo, patrones similares a zigzag o patrones similares a sinusoides) entre las fibras ópticas más externas en el conjunto de fibras ópticas, tal como se representa en las Figuras 1-2. Véanse también las Figuras 7-8.

**[0052]** A modo de ilustración, la Figura 7 representa una realización del procedimiento donde la boquilla de dispensación 26 se mueve en vaivén linealmente a través del conjunto de fibras ópticas (p. ej., se mueve de lado a lado en sentido transversal a la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas con una amplitud  $A_d$  que excede la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas). Este tipo de movimiento alternativo de "rebasamiento" puede producir una cinta de fibra óptica 1, tal como se representa esquemáticamente en la Figura 8, que tiene espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no está presente material de unión a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal.

**[0053]** La Figura 9 representa una realización de procedimiento alternativa donde la boquilla de dispensación 26 (u otro dispositivo de dispensación) gira alrededor de un eje central a una frecuencia cíclica  $r$  (por ejemplo, se mueve en un movimiento circular o elíptico sobre el conjunto de fibras ópticas 10 con una amplitud  $A_d$  que excede la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas). En una realización de procedimiento relacionada, la boquilla de dispensación 26 gira alrededor de un eje central que está colocado en posición central para intersectar sustancialmente la línea media del conjunto de fibras ópticas ( $w/2$ ) (por ejemplo, a través de un movimiento de dispensador continuo o intermitente) para aplicar material de unión a cada fibra óptica en el conjunto de fibras ópticas (por ejemplo, mientras se rebasan ambos bordes del conjunto de fibras ópticas). Por ejemplo, el cordón adhesivo depositado 16 a través de la anchura del conjunto de fibras ópticas puede tener un patrón sinusoidal distorsionado que forma repetidamente (i) picos en una porción de borde del conjunto de fibras ópticas y (ii) valles en una porción de borde opuesta del conjunto de fibras ópticas. Típicamente, estos picos sinusoidales distorsionados y valles sinusoidales distorsionados tienen formas respectivas diferentes.

**[0054]** En realizaciones de procedimiento relacionadas, el dispensador 25 y/o la boquilla dispensadora 26 (u otro dispositivo dispensador) giran en un plano paralelo a un conjunto de fibra óptica plano 10. Se ha observado que esto promueve velocidades lineales más rápidas durante la fabricación de una cinta de fibra óptica 1 unida de forma continua o intermitente, tal como una cinta de fibra óptica con un patrón sinusoidal distorsionado de material de unión. A este respecto, una boquilla de dispensación ejemplar 26 está hecha de un tubo capilar en el centro de un manguito metálico que está girando en una órbita sustancialmente circular por medio de un servomotor (p. ej., usando un sistema de correa-polea). Dicha configuración reduce vibraciones indeseables, que pueden ser causadas por el movimiento lineal de un cigüeñal alternativo convencional tal como se usa normalmente con boquillas alternativas, y evita el solapamiento y/o la distribución desigual del material de unión, que podría producirse usando un cigüeñal alternativo convencional. De hecho, se ha observado que el uso de una boquilla giratoria ayuda a conseguir velocidades lineales  $v$  entre 400 y 700 metros por minuto, que es aproximadamente 4-5 veces más de lo posible con un sistema de cigüeñal alternativo convencional. Por ejemplo, la velocidad lineal  $v$  del conjunto de fibras ópticas y la frecuencia cíclica  $r$  de la boquilla de dispensación 26 pueden controlarse para conseguir un paso  $p$  (p.ej.,  $v/r$ ) de al menos aproximadamente 50 milímetros, por ejemplo entre 50 milímetros y 400 milímetros (p. ej., entre aproximadamente 75 y 300 milímetros, por ejemplo 100-200 milímetros o 120-175 milímetros, para una cinta de 12 fibras ópticas). Como se señaló, cintas de fibra óptica ejemplares pueden tener un paso  $p$  entre aproximadamente  $10w$  y  $150w$  normalizado a la anchura  $w$  de la cinta de fibra óptica 1 (por ejemplo, aproximadamente  $30w-65w$ , tal como aproximadamente  $35w-50w$  o  $40w-60w$ , para un patrón de deposición de tipo sinusoidal ejemplar de adhesivo).

**[0055]** En otra realización de procedimiento ejemplar, el dispensador 25 y/o la boquilla de dispensación 26

alternan una amplitud  $A_d$  en etapas intermitentes a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas (p. ej., mediante un movimiento alternativo lineal o una revolución alrededor de un eje central). Por ejemplo, la boquilla de dispensación puede detenerse cuando se coloca sobre surcos en el conjunto de fibras ópticas para depositar material de unión como cordones adhesivos rectilíneos longitudinales dentro de los surcos respectivos (por ejemplo, surcos entre fibras ópticas contiguas). Dicho movimiento alternativo intermitente puede producir cordones adhesivos rectilíneos (por ejemplo, patrones de cordones rectilíneos) entre las fibras ópticas más externas en el conjunto de fibras ópticas, tal como se representa en las Figuras 3-4.

**[0056]**

A modo de antecedentes e ilustración, las áreas de sección transversal respectivas de los cordones adhesivos ejemplares se pueden aproximar mediante lados de triángulo equilátero de 125 micrómetros para fibras ópticas de 250 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente  $0,0068 \text{ mm}^2$ ) y mediante lados de triángulo equilátero de 100 micrómetros para fibras ópticas de 200 micrómetros (por ejemplo, aproximadamente  $0,0043 \text{ mm}^2$ ). Con una estimación de  $\pm 20$  por ciento de las dimensiones de los cordones, los intervalos respectivos para las áreas de sección transversal de los cordones se pueden aproximar en lados de triángulo equilátero de 100 micrómetros a 150 micrómetros para las fibras ópticas de 250 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente  $0,0043 \text{ mm}^2$  y  $0,0097 \text{ mm}^2$ ) y en lados de triángulo equilátero de 80 micrómetros a 120 micrómetros para las fibras ópticas de 200 micrómetros (por ejemplo, entre aproximadamente  $0,0028 \text{ mm}^2$  y  $0,0062 \text{ mm}^2$ ).

**[0057]**

Según lo anterior, está dentro del alcance de la presente descripción tener un cordón adhesivo sustancialmente continuo o una serie de cordones discontinuos que aseguran (p. ej., fijan) las fibras ópticas dentro de la cinta de fibra óptica. En una realización ejemplar, el o los cordones adhesivos están dispuestos solo en un lado del conjunto de fibras ópticas (es decir, un primer lado). Por ejemplo, el o los cordones están dispuestos solo en una superficie principal del conjunto de fibras ópticas, normalmente su superficie superior (es decir, cuando las fibras ópticas están dispuestas en un modo de cinta y no de rollo). Como se observa, el conjunto de fibras ópticas puede verse como un conjunto de tipo cinta que define una superficie superior, una superficie inferior y dos bordes laterales. Las superficies superior e inferior (es decir, las superficies principales respectivas) no son completamente planas, ya que están formadas por una disposición de fibra óptica sustancialmente paralela. De este modo, las superficies superior e inferior tienen surcos longitudinales paralelos entre fibras ópticas adyacentes. Los expertos en la materia entenderán que en la práctica las fibras ópticas pueden no ser perfectamente paralelas, sino sustancialmente paralelas.

**[0058]**

Como se discutió, en las cintas de fibra óptica ejemplares según la presente invención, el material de unión une adhesivamente fibras ópticas adyacentes en un conjunto de fibras ópticas. Dos de dichas cintas de fibra óptica pueden alinearse y unirse utilizando una máquina de empalme por fusión en masa. Por ejemplo, las cintas de fibra óptica de 12 fibras correspondientes pueden colocarse en los respectivos mandriles de alineación de 12 fibras y, después de la extracción por calor, limpieza y escisión, las dos cintas de fibra óptica pueden empalmarse a la vez (por ejemplo, las fibras ópticas correspondientes pueden empalmarse simultáneamente a tope de extremo a extremo en la máquina de empalme por fusión en masa).

**[0059]**

La cinta de fibra óptica según la presente invención puede usarse para formar unidades de cable de fibra óptica y cables de fibra óptica. Una unidad de cable de fibra óptica ejemplar tiene 24 cintas de doce fibras ópticas cada. Dicha unidad de cable de fibra óptica empaqueta 288 fibras ópticas en una alta densidad de fibra óptica. Por consiguiente, en otro aspecto de la invención, la presente invención comprende una unidad de cable de fibra óptica que incluye una o más cintas de fibra óptica (también según la presente invención) rodeadas por una vaina polimérica. La presente invención comprende además un cable de fibra óptica que incluye una más de las cintas de fibra óptica o unidades de cable de fibra óptica según la presente invención.

**[0060]**

Otras variaciones de las realizaciones descritas pueden ser comprendidas y aplicadas por los expertos en la materia que pongan en práctica la presente invención estudiando los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el término "comprendiendo" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "una" o "un/uno" no excluye una pluralidad. Salvo que se especifique lo contrario, se entiende que los intervalos numéricos incluyen los extremos.

**[0061]**

Dentro del alcance de esta descripción, uno o más de los términos "sustancialmente," "aproximadamente," "en torno a" y/o similares designan cada uno de los adjetivos y adverbios de la descripción anterior, para proporcionar una descripción amplia. A modo de ejemplo, se entiende que los expertos en la materia comprenderán fácilmente que, en diferentes implementaciones de las características de esta descripción, pueden ser aplicables y adecuadas tolerancias, precisiones y/o exactitudes de ingeniería razonablemente diferentes para obtener el resultado deseado. Por consiguiente, se entiende que los expertos en la materia comprenderán fácilmente el uso en esta solicitud de expresiones como "sustancialmente," "aproximadamente," "en torno a" y similares.

**[0062]**

El uso del término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados. Las figuras son representaciones esquemáticas y, por lo tanto, no están necesariamente dibujadas a escala. A menos que se indique lo contrario, los términos específicos se han utilizado en un sentido genérico y descriptivo, no con fines de limitación.

**[0063]** Si bien en esta solicitud se han descrito diversos aspectos, características y realizaciones, otros aspectos, características y realizaciones serán evidentes para los expertos en la materia.

# REIVINDICACIONES

1. Una cinta de fibra óptica, comprendiendo:

- 5 (i) una pluralidad  $n$  de fibras ópticas respectivamente adyacentes que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo para formar un conjunto de fibras ópticas que tiene una anchura  $w$  que se extiende transversalmente a una longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas; y
- 10 (ii) material de unión en el conjunto de fibras ópticas que une adhesivamente fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas, formando el material de unión repetidamente patrones de material de unión primero y segundo alternos a través del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, donde, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas:
- 15 los primeros patrones de material de unión se extienden a través del conjunto de fibras ópticas desde una primera fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas hasta una segunda fibra óptica más externa opuesta en el conjunto de fibras ópticas, y los segundos patrones de material de unión se extienden a través de la fibra óptica desde la segunda fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas hasta la primera fibra óptica más externa opuesta en el conjunto de fibras ópticas,
- 20 el primer y segundo patrones de material de unión alternos tienen longitudes medias respectivas  $l_1$  y  $l_2$  medidas a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, y los patrones de material de unión primero y segundo alternos logran espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo una longitud  $g$  mínima medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas,

## caracterizada porque

- 25  $g \geq 8 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 8 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ , preferentemente donde  $g \geq 16 \times (l_1 + n)$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 16 \times (l_2 + n)$  si  $l_2 \leq l_1$ , más preferentemente donde  $g \geq (l_1 + l_2) \times (n = (n-2))$ .

2. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde:

- 30 el conjunto de fibras ópticas comprende al menos cuatro fibras ópticas adyacentes que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo, donde  $n \geq 4$ ; y los primeros y segundos patrones de material de unión alternos logran espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde  $g \geq 2 \times l_1$  si  $l_1 \leq l_2$  y  $g \geq 2 \times l_2$  si  $l_2 \leq l_1$ .

3. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde:

- 40 el conjunto de fibras ópticas comprende al menos seis fibras ópticas adyacentes que se extienden en una dirección longitudinal y están dispuestas en paralelo, donde  $n \geq 6$ ; y los primeros y segundos patrones de material de unión alternos logran espacios libres de adhesivo recurrentes en los que no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, teniendo los espacios libres de adhesivo una longitud mínima  $g$  medida a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde  $g \geq (l_1 + l_2)$ , o donde, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, la longitud mínima  $g$  de los espacios libres de adhesivo es una primera distancia de separación libre de adhesivo  $g_{1-2}$  entre extremos separados adyacentes de primeros y segundos patrones de material de unión sucesivos por lo que  $g = g_{1-2}$ , donde tanto el extremo adyacente del primer patrón de material de unión como el extremo adyacente del segundo patrón de material de unión están ubicados a lo largo de la segunda fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas, donde  $g_{1-2} \geq 8 \times ((l_1 + l_2) \div 2n)$  medido a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas.

4. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 3, donde, en la misma dirección a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, los patrones de material de unión primero y segundo sucesivos tienen extremos adyacentes opuestos ubicados a lo largo de la primera fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas y están separados por una distancia de separación  $d_{1-2}$ , donde  $d_{1-2} = g_{1-2} + l_1 + l_2$  según se mide a lo largo de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas.

5. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde:

- 60 la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión está inclusivamente entre el 90 por ciento y el 100 por ciento de la longitud media de  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión; o la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión está inclusivamente entre el 90 por ciento y el 100 por ciento de la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión.

- 65 6. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde:

la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión está entre el 10 por ciento y el 95 por ciento de la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión; o

la longitud media  $l_2$  de los segundos patrones de material de unión está entre el 10 por ciento y el 95 por ciento de la longitud media  $l_1$  de los primeros patrones de material de unión.

7. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas, cada uno de los primeros patrones de material de unión comprende respectivamente un cordón continuo de material de unión, preferentemente donde, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de

10 fibras ópticas, cada uno de los primeros patrones de material de unión y cada uno de los segundos patrones de material de unión comprende respectivamente un cordón continuo de material de unión.

8. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde, para una porción de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, los patrones alternos primero y segundo de material de unión que logran espacios libres de adhesivo recurrentes que tienen una longitud mínima  $g$  donde no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas consisten cada uno respectivamente en un cordón continuo de material de unión.

9. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas, cada uno de los primeros patrones de material de unión comprende respectivamente una pluralidad de cordones rectilíneos sucesivos dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas, donde los cordones están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas, preferentemente donde, a lo largo de una porción longitudinal del conjunto de fibras ópticas, cada uno de los primeros patrones de material de unión y cada uno de los segundos patrones de material de unión comprende respectivamente una pluralidad de cordones rectilíneos sucesivos dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas, donde los cordones están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas.

10. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde, para una porción de la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, los patrones de material de unión primero y segundo alternos que logran espacios libres de adhesivo recurrentes que tienen una longitud mínima  $g$  donde no hay material de unión presente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas consisten cada uno respectivamente en una pluralidad de cordones rectilíneos sucesivos dispuestos longitudinalmente a lo largo del conjunto de fibras ópticas, donde los cordones están configurados para formar uniones alargadas entre fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas.

11. La cinta de fibra óptica según la reivindicación 1, donde, a lo largo del conjunto de fibras ópticas para una porción de su longitud longitudinal, cada primer patrón de material de unión sigue inmediatamente un segundo patrón de material de unión, y cada segundo patrón de material de unión sigue inmediatamente un primer patrón de material de unión.

12. Un procedimiento para fabricar una cinta de fibra óptica según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, comprendiendo:

(i) disponer una pluralidad  $n$  de fibras ópticas en un conjunto de fibras ópticas longitudinal que tiene una anchura  $w$  que se extiende transversalmente a una longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde las fibras ópticas son paralelas y respectivamente adyacentes entre sí;

(ii) avanzar el conjunto de fibras ópticas longitudinal a velocidad lineal  $v$ ; y

(iii) aplicar material de unión al conjunto de fibras ópticas a través de un dispensador para unir adhesivamente fibras ópticas adyacentes en el conjunto de fibras ópticas, donde el dispensador mueve repetidamente una amplitud  $A_d$  medida transversalmente a la longitud longitudinal del conjunto de fibras ópticas, donde la amplitud  $A_d$  del dispensador excede la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas.

13. El procedimiento según la reivindicación 12, donde el dispensador alterna continuamente a una amplitud  $A_d$  a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas, donde el dispensador alterna a una amplitud  $A_d$  en etapas intermitentes a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas, o donde el dispensador gira alrededor de un eje central a una frecuencia cíclica  $r$ .

14. El procedimiento según la reivindicación 12, comprendiendo la aplicación continua de material de unión al conjunto de fibras ópticas por medio de una boquilla de dispensación mientras la boquilla de dispensación gira alrededor de un eje central que está colocado en posición central de manera que corte sustancialmente la línea media ( $w/2$ ) del conjunto de fibras ópticas, donde la boquilla de dispensación aplica material de unión a cada fibra óptica en el conjunto de fibras ópticas.

15. El procedimiento según la reivindicación 12, donde el dispensador se mueve repetidamente a través de la anchura  $w$  del conjunto de fibras ópticas más allá tanto de una primera fibra óptica más externa en el conjunto de fibras ópticas como de una segunda fibra óptica más externa opuesta en el conjunto de fibras ópticas para aplicar

material de unión a cada fibra óptica en el conjunto de fibras ópticas.

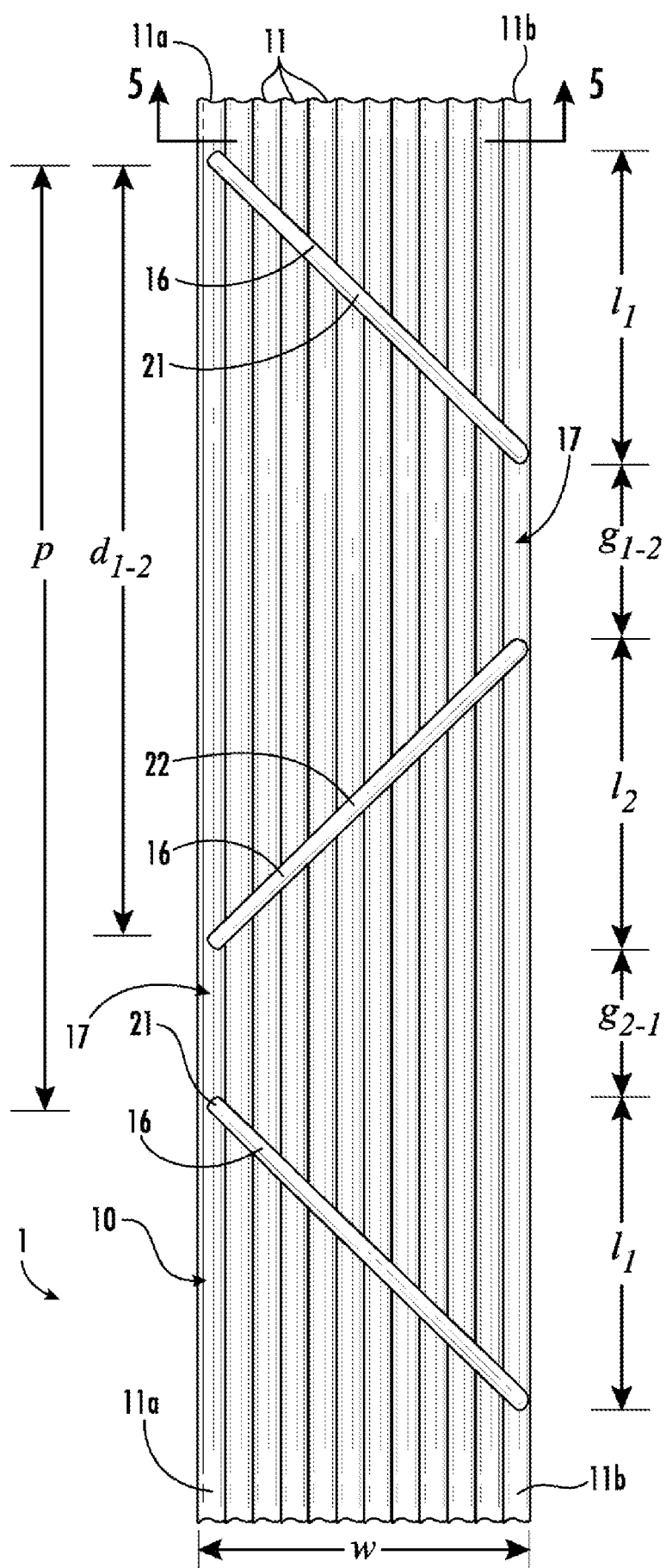


FIG. 1



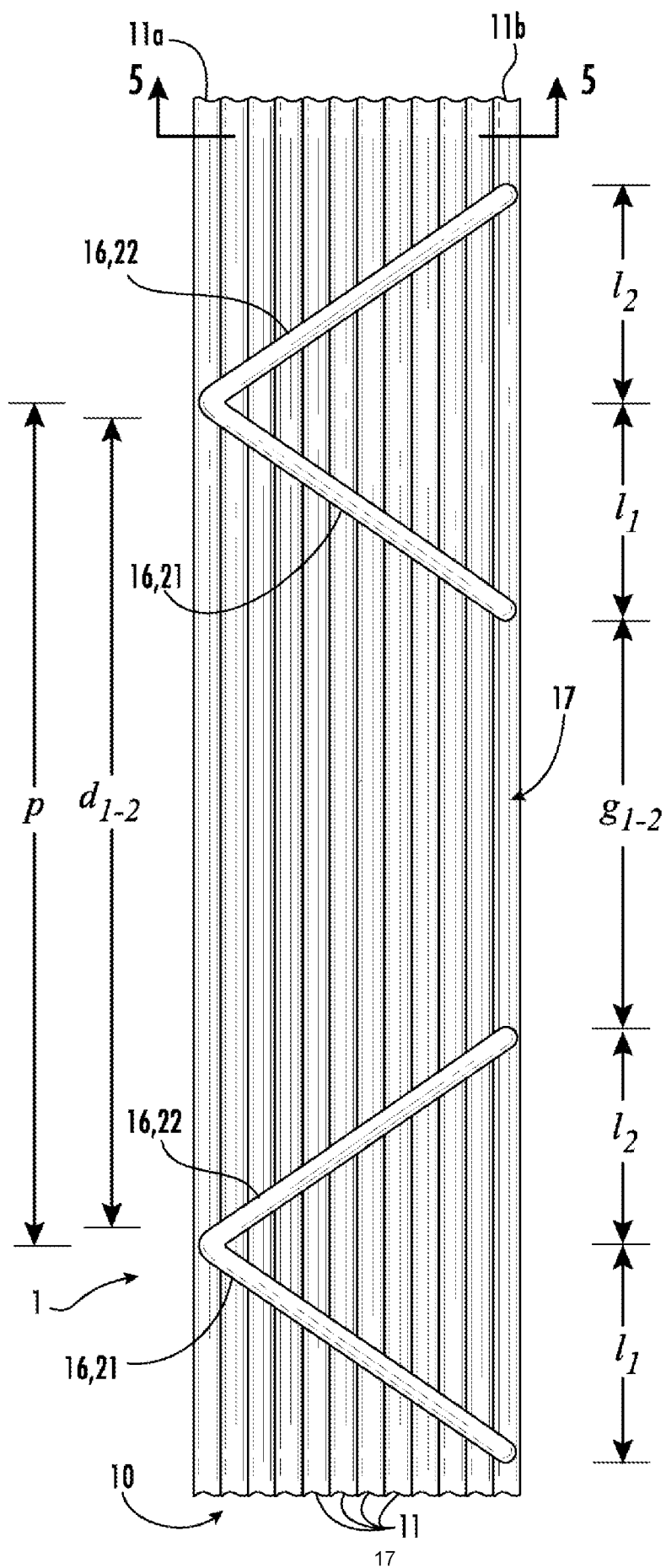


FIG. 2

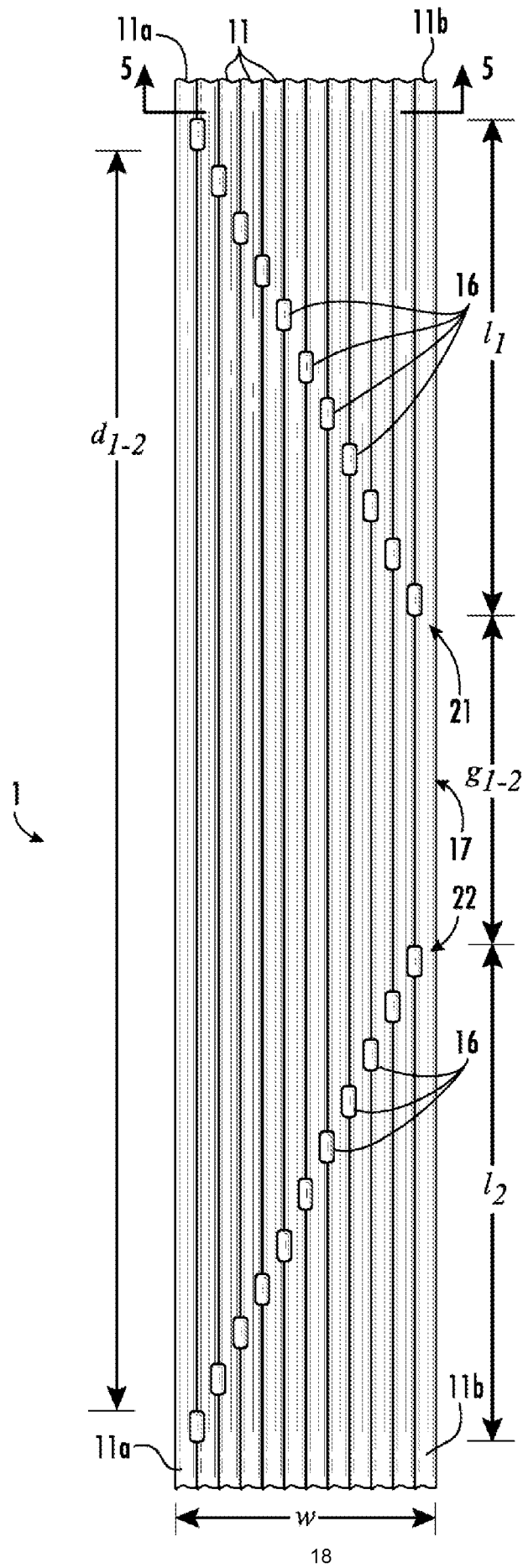


FIG. 3

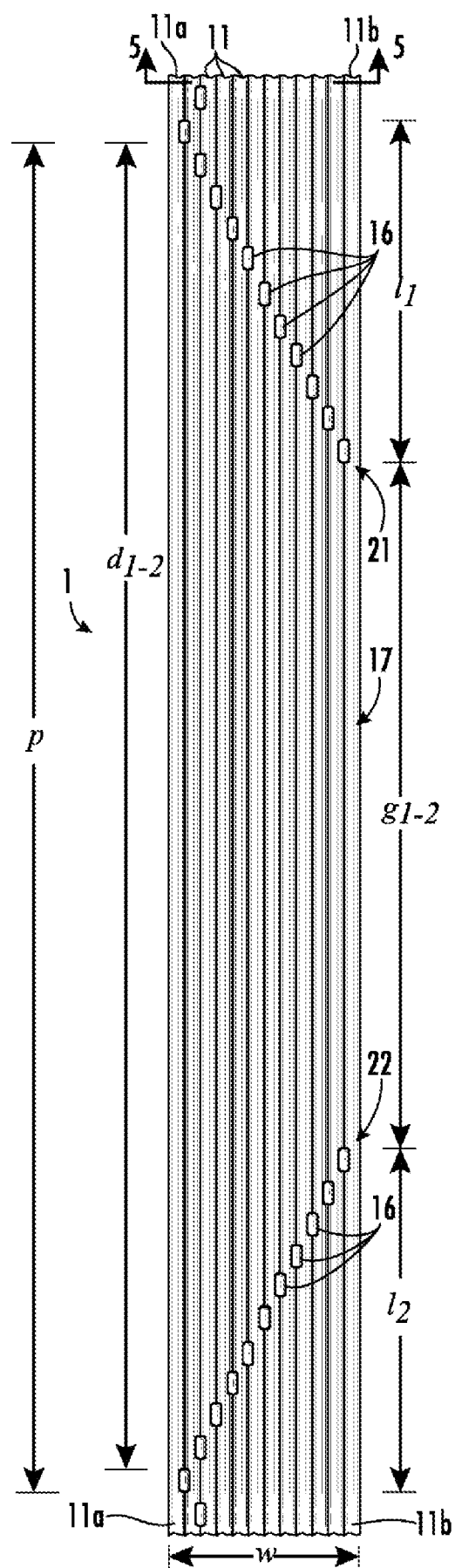


FIG. 4

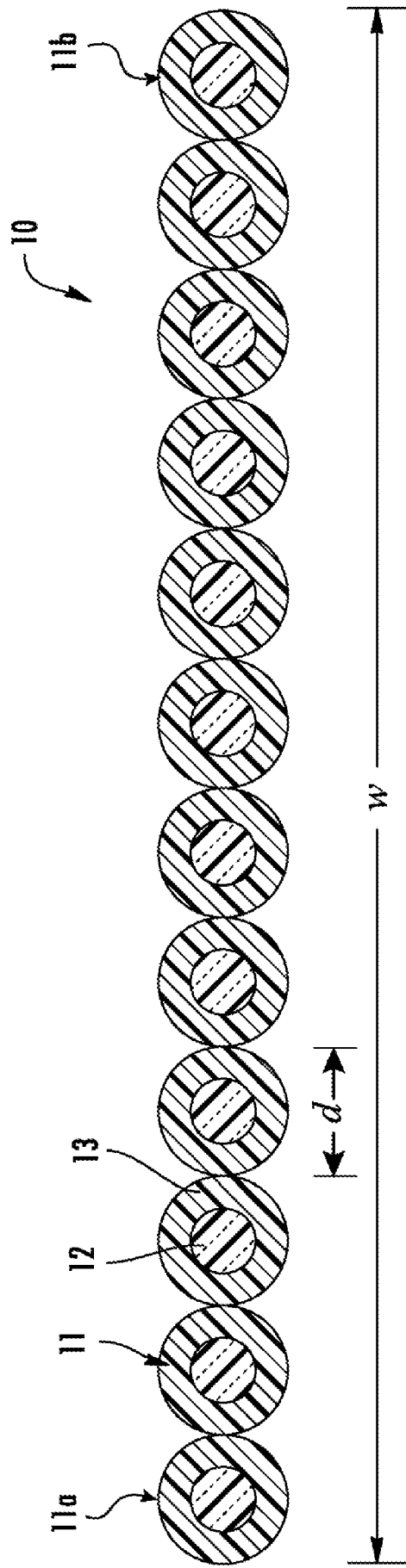


FIG. 5

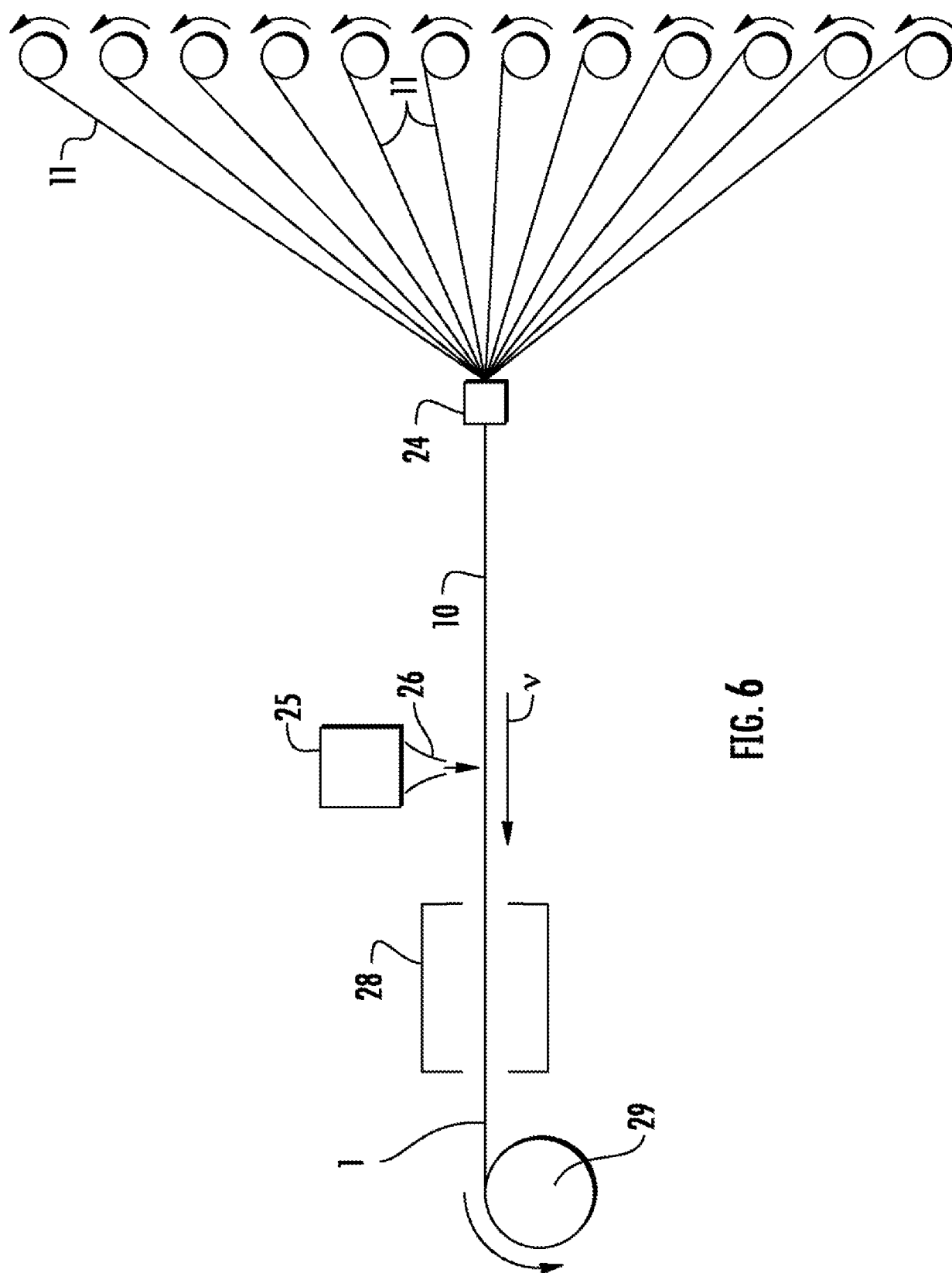


FIG. 6

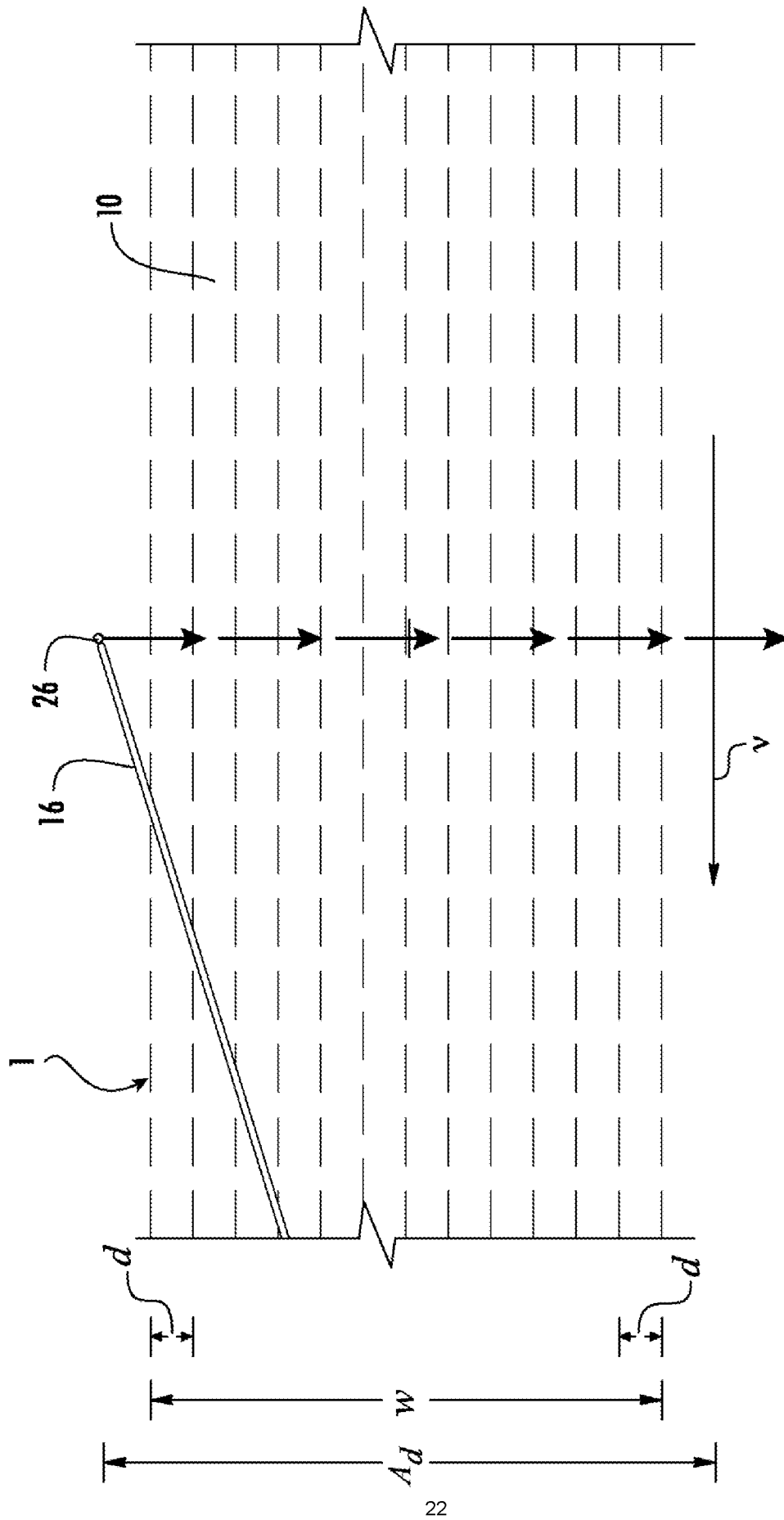


FIG. 7

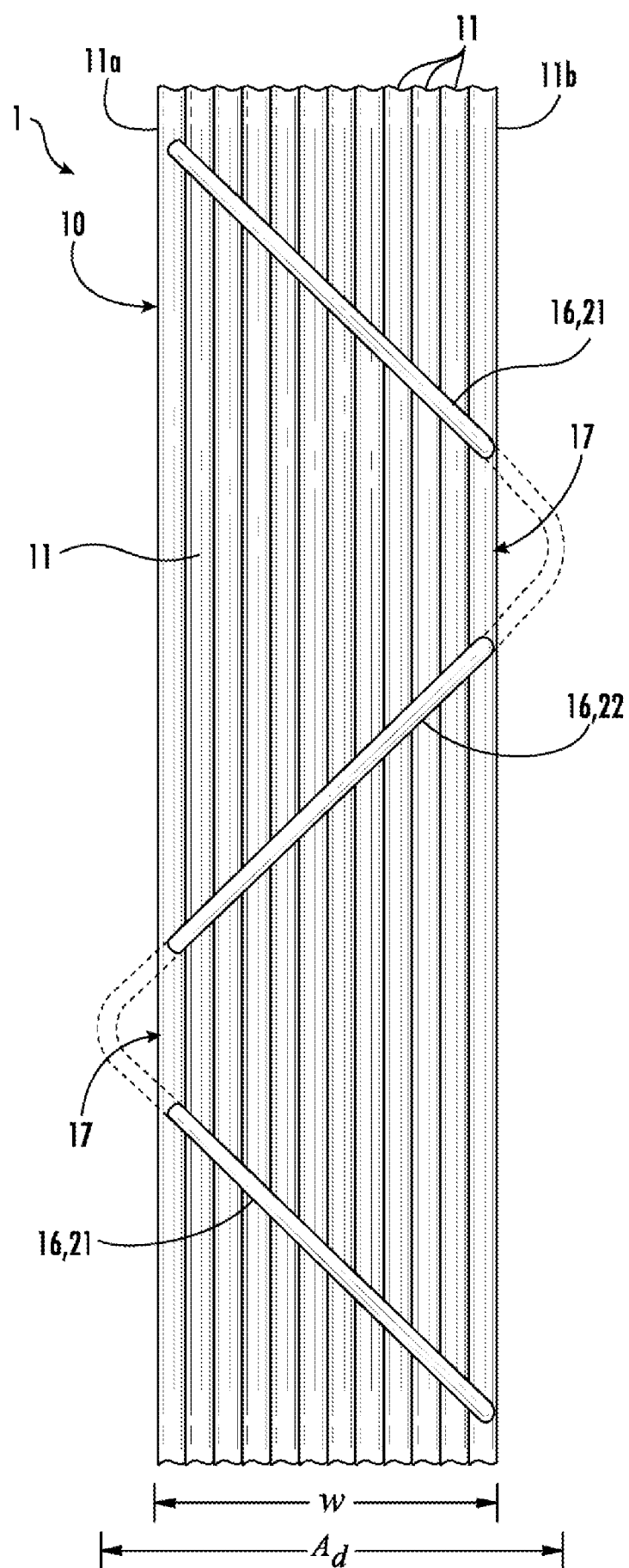


FIG. 8

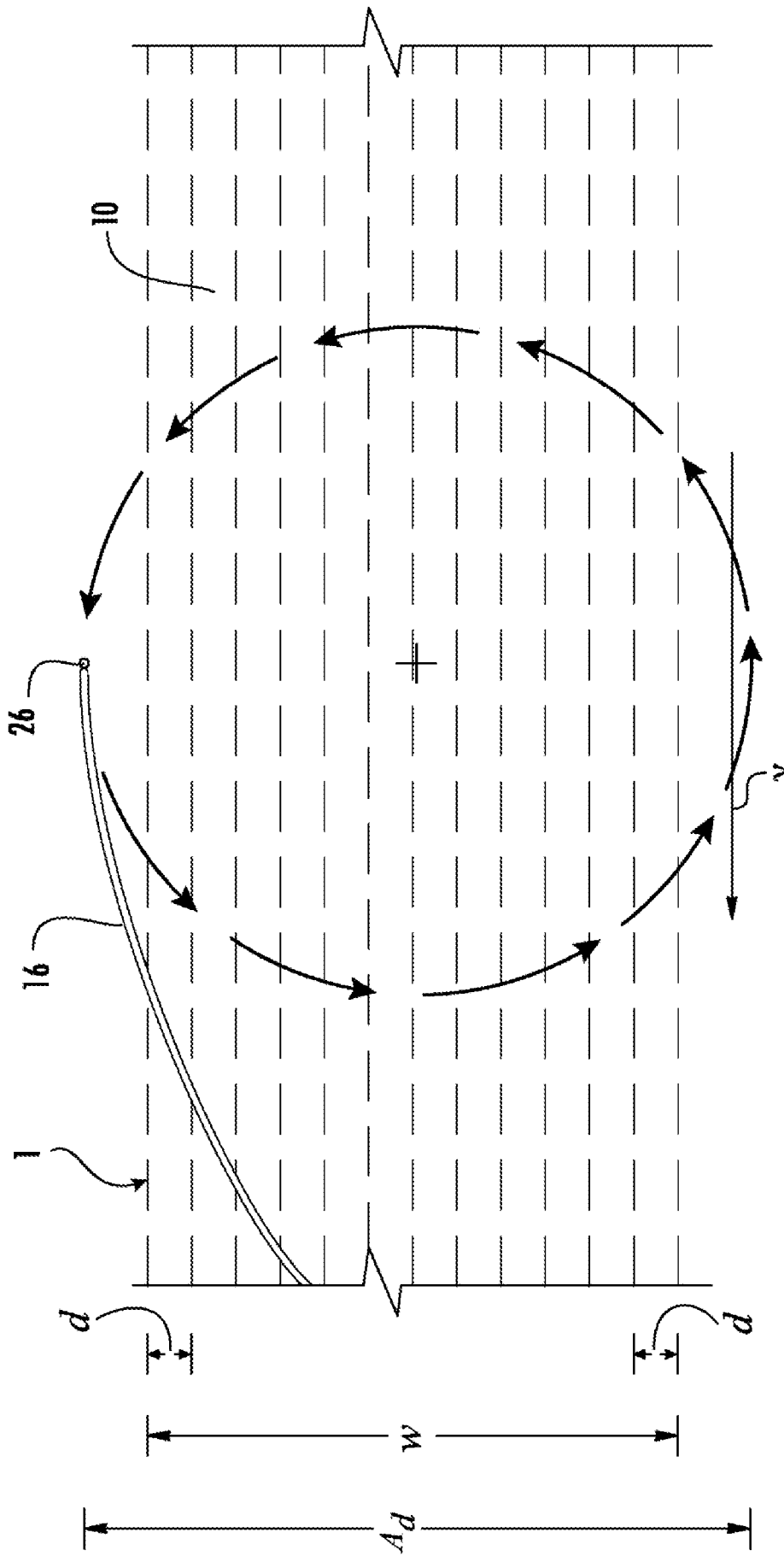


FIG. 9