

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 723**

51 Int. Cl.:  
**G01M 11/00** (2006.01)  
**C03B 37/03** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **01204253 .7**  
96 Fecha de presentación: **08.11.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1231458**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.08.2002**

54 Título: **Método para medir la torsión de una fibra óptica**

30 Prioridad:  
**10.11.2000 NL 1016586**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.03.2012**

73 Titular/es:  
**DRAKA FIBRE TECHNOLOGY B.V.**  
**ZWAANSTRAAT 1**  
**5651 CA EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:  
**Groenewoud, Marco y**  
**Fianen, Jozef Wilhelmus Quirinus**

74 Agente/Representante:  
**Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 377 723 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

Método para medir la torsión de una fibra óptica

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un método para la medida de la torsión en una fibra óptica, mediante la irradiación con luz de una fibra óptica, a fin de generar un patrón de interferencia.

10 **[0002]** Dicho método se conoce *per se* gracias a la patente europea N° 0785913, otorgada a los solicitantes de la presente invención. De acuerdo con el método que se revela en la misma, y según lo descrito en la reivindicación N° 4, la superficie exterior de la preforma a partir de la cual se estira la fibra presenta una corta línea ranurada que se extiende de forma sustancialmente paralela al eje longitudinal de la preforma. Posteriormente, una fibra óptica de prueba se estira a partir de esta porción ranurada de la preforma, calentando dicha preforma a una temperatura superior a su temperatura de plastificación. Dado que durante dicho proceso de estirado se imparte una rotación a la fibra, la línea de plegado girará a lo largo del material de la fibra cuando se aplica una torsión a la fibra. Cuando el revestimiento protector se elimina químicamente de dicha fibra óptica de prueba, y la fibra se irradia con posterioridad transversalmente mediante una fuente láser, por ejemplo, un láser HeNe, la luz láser producirá un patrón de difracción sobre una pantalla dispuesta tras la porción irradiada de la fibra. La presencia de una asimetría bilateral, es decir, la línea ranurada, que también se encuentra presente en la fibra óptica formada de esta manera, produce un patrón de difracción característico, con un claro máximo de intensidad visualmente detectable. Dicho máximo de intensidad experimenta un cambio visible cuando se produce la rotación manual lenta de la fibra alrededor de su eje longitudinal. Al desplazar lentamente la fuente láser a lo largo de una longitud determinada de la fibra, supervisando posteriormente el ángulo a través del cual la fibra debe rotarse a mano para mantener el patrón de difracción constante, es posible medir la amplitud de la torsión, es decir, el máximo ángulo de torsión que se ha impartido a la fibra, así como el llamado período espacial. De este modo es posible determinar el número de rotaciones de la fibra óptica por unidad de longitud, basándose en el patrón de interferencia o patrón de difracción. Dicho método requiere mucho trabajo y resulta muy costoso en la práctica. Además, dicho método debe llevarse a cabo por separado para cada torre de estirado, ya que cada una de dichas torres posee unos parámetros de proceso característicos. Otro inconveniente lo causa el hecho de que dicha medición no se lleva a cabo durante el proceso de estirado real, de forma que no pueden corregirse directamente las desviaciones no deseables de la torsión de la fibra óptica.

30 **[0003]** El término dispersión de modo de polarización (PMD) se refiere a la dispersión de una señal que se propaga a través de una fibra óptica, y concretamente de una de las llamadas fibras monomodo, como resultado de la birrefringencia de la porción del núcleo de la fibra. Por lo general, esta birrefringencia viene causada por las imperfecciones de la fibra, tales como la denominada "ovalidad (forma oval)" o falta de circularidad de su sección transversal, la tensión lateral asimétrica, etc. En una fibra monomodo, la luz puede propagarse en dos modos ortogonales (dos direcciones de polarización). Si el núcleo de la fibra posee las imperfecciones mencionadas anteriormente, uno de dichos modos se propagará a través de la fibra con mayor rapidez que el otro modo. El resultado será una diferencia de retardos, como resultado de la cual se producirá una dispersión. El valor PMD indica la diferencia de retardos entre las dos direcciones de polarización. Por lo general, se obtiene que cuanto más elevado sea el valor PMD, más deficiente será la calidad de la fibra. Así pues, resulta deseable mejorar el valor de la PMD, por ejemplo, haciendo girar la fibra, que sigue siendo muy plástica, a medida que se estira a partir de la preforma calentada, de forma que la torsión se "congele" en la fibra a medida que se enfría. Las tensiones resultantes en la fibra producen un acoplamiento de modo continuo entre los modos de polarización ortogonal de una señal transportada, inhibiendo de esta forma la acumulación de un retardo de fase significativo entre ambos modos, lo que provoca una reducción significativa del valor de la PMD de la fibra.

45 **[0004]** En la práctica resulta evidente que una PMD de una fibra óptica es demasiado elevada para algunas posiciones de la fibra óptica. El análisis de este problema ha demostrado que el valor PMD global, medido a lo largo de toda la longitud de la fibra, puede cumplir el requisito deseado de bajo valor, pero el valor PMD de los componentes individuales formados por el corte de la fibra en tramos cortos puede no encontrarse ya de acuerdo con las especificaciones deseadas. En base a ello puede llegarse a la conclusión de que los efectos que tienen como consecuencia un valor PMD más elevado pueden compensarse cuando aumenta la longitud de la fibra óptica.

50 **[0005]** En general, gracias a la técnica anterior se conocen métodos de fabricación de fibras ópticas con una baja PMD, por ejemplo, a través de la patente estadounidense N° 5.298.047, la solicitud de patente europea N° 0795521, la solicitud de patente europea N° 0744636, la solicitud de patente internacional N° WO 97/26221 y la solicitud de patente internacional N° WO 98/46536, pudiendo la totalidad de dichas fibras ópticas someterse al presente método de medición de la torsión.

55 **[0006]** Por lo tanto, sería deseable desarrollar un método que mida continuamente la torsión de una fibra óptica, a fin de que el valor PMD de la fibra recaiga dentro de la especificación requerida para cualquier longitud de fibra. Adicionalmente, resulta deseable desarrollar un método para medir la torsión de la fibra óptica, y que dicho método no exija ejecutar una de las denominadas series de prueba en una torre de estirado, sino que permita su utilización directa en cualquier torre de estirado.

**[0007]** Además, también resulta deseable desarrollar un método de medición de la torsión de una fibra óptica que se pueda utilizar en el desarrollo de la fabricación de la fibra.

**[0008]** Según la invención, el método al que se hace referencia en la introducción se caracteriza por la medición de un cambio del patrón de interferencia y por la utilización de dicho cambio para determinar la torsión de la fibra óptica.

5 **[0009]** Teniendo en cuenta que la fibra óptica posee forma oval o falta de circularidad inherentemente reducida, la rotación o torsión que se aplica a la fibra óptica tendrá como resultado un cambio continuo de diámetro cuando se utiliza el método de medición por interferometría, en el que la fibra a medir se irradia continuamente con luz, de forma que se produzca el patrón de interferencia. Esta técnica óptica comprende la irradiación de la fibra en una dirección perpendicular a la dirección del movimiento de la fibra, generando de esta forma un patrón de interferencia como resultado de la superposición de la luz que se refleja desde la superficie de la fibra y la luz refractada procedente del cuerpo de la fibra. De hecho, el patrón de interferencia será una función de la longitud de onda de la luz incidente y de los valores del índice de refracción y los diámetros del núcleo de la fibra y del revestimiento de la fibra.

10 **[0010]** De acuerdo con este método, la variación del patrón de interferencia se mide preferiblemente formando un ángulo de 48 a 72° con respecto al rayo de luz incidente.

**[0011]** Este proceso puede seguirse en tiempo real, sin que se precise realizar unos cálculos demasiado complicados, como sucede en el caso de la patente estadounidense N° 5.309.221. Mediante la utilización de esta información en tiempo real, que está disponible a través de la medición de los cambios del patrón de interferencia, resulta posible determinar la cantidad de giros o de torsión de la fibra, incluso a elevadas velocidades de desplazamiento de la fibra óptica. De este modo, y gracias a la presente invención, resulta posible medir la torsión de una fibra óptica en el momento de su fabricación.

**[0012]** El término "torsión", según se utiliza en relación con la presente invención, se refiere a las rotaciones o giros que se han aplicado a la fibra óptica. Dichos términos son intercambiables dentro del marco de la presente introducción al descubrimiento.

25 **[0013]** Aunque ya se conoce un método de medición del diámetro de un filamento transparente a partir de un patrón de interferencia, gracias a la anteriormente mencionada patente estadounidense N° 5,309,221, puede deducirse que el método conocido gracias a ella no resulta adecuado para su utilización a las elevadas velocidades de producción de la fibra óptica. El motivo de ello es que el patrón de interferencia detectado se somete a una serie de cálculos matemáticos, como resultado de los cuales el tiempo de respuesta de dicha medida es relativamente largo, lo que lo hace inadecuado para unas velocidades de producción muy elevadas.

30 **[0014]** Resulta especialmente preferible medir el patrón de interferencia durante el proceso de estirado para la fabricación de la fibra óptica a partir de la preforma fundida, sobre todo a velocidades de estirado superiores a 10 m/s.

35 **[0015]** Dado que las torres de estirado comerciales operan a unas velocidades de estirado superiores a 10 m/s, es necesario adquirir información precisa en relación con el número de giros que se han aplicado a la fibra cuando se utilizan dichas velocidades. Como ya se ha descrito anteriormente, se utiliza un dispositivo para aplicar a la fibra óptica el giro. En la práctica, se fija un valor específico en dicho dispositivo, siendo dicho valor una medida de la torsión deseada de la fibra óptica. Teniendo en cuenta que el proceso de estirado está sometido a un gran número de parámetros de procesamiento, como la temperatura del horno, las velocidades del gas en el interior del horno, la tasa de enfriamiento de la fibra óptica, los ajustes de la rueda de guía y otros, es fácil que cambie la torsión de la fibra óptica. De acuerdo con la presente invención es posible establecer una relación entre la torsión medida mediante el patrón de interferencia cambiante de forma continua y el funcionamiento del dispositivo utilizado para aplicar la torsión a la fibra óptica.

40 **[0016]** Preferiblemente, el dispositivo para aplicar la torsión a la fibra óptica se sitúa aguas abajo del dispositivo que mide continuamente el patrón de interferencia de la fibra óptica. De este modo, la torsión que se ha "congelado" en la fibra óptica se mide directamente, pudiendo transmitirse directamente cualquier corrección al dispositivo situado más adelante, y que aplica continuamente una torsión a la fibra.

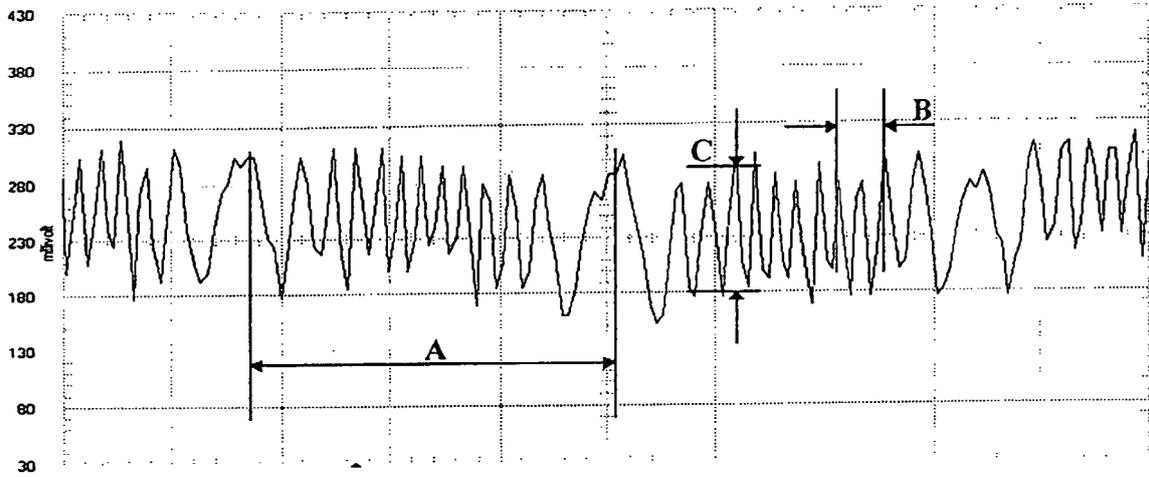
**[0017]** Resulta especialmente preferible que el método incluya las siguientes etapas:

- i) Fijar un valor de ajuste en el dispositivo que aplica la torsión a la fibra óptica,
- 50 ii) Realizar una medida del patrón de interferencia en la fibra óptica,
- iii) Calcular, en función del valor medido del patrón de interferencia, un valor medido que represente la cantidad de torsión de la fibra óptica, y
- iv) Comparar el valor de ajuste de i) con el valor medido de iii) y, si fuese necesario, modificación del valor de ajuste hasta que se consiga la cantidad de torsión deseada en la fibra óptica.

- 5 **[0018]** Concretamente, se prefiere que el dispositivo para aplicar una torsión a la fibra óptica comprenda dos pares de ruedas que giran en direcciones opuestas alrededor de dos ejes de rotación diferentes, haciéndose pasar la fibra óptica entre las dos ruedas, como resultado de lo cual se imparte una torsión a la fibra óptica. Las ruedas se desplazan relativamente entre sí hacia atrás y hacia delante, en una dirección sustancialmente perpendicular a la fibra óptica, a fin de enrollar la fibra alternativamente a derechas y a izquierdas entre las superficies de las ruedas. Se prefiere especialmente que el movimiento de las ruedas hacia atrás y hacia delante sea uniformemente periódico, de forma que se consiga una importante reducción del PMD.
- [0019]** A continuación se explicará la presente invención a través de un ejemplo, cuya señal del patrón de interferencia se muestra en la figura adjunta.
- 10 **[0020]** La señal de referencia que se muestra en la figura adjunta se ha obtenido irradiando con luz la fibra óptica en una dirección perpendicular a la dirección de movimiento de la misma. Como el dispositivo para impartir la torsión a la fibra óptica se utiliza un dispositivo consistente en dos pares de ruedas. En la figura puede apreciarse que la señal de interferencia se interrumpe periódicamente, lo que se indica mediante la distancia A. Esta interrupción está causada por la inversión del giro de las ruedas del dispositivo anteriormente mencionado. En el eje X figura el número de milisegundos por división. En base al mismo resulta posible calcular el tiempo que se precisa para invertir el giro de las ruedas del dispositivo, a fin de aplicar la torsión a la fibra óptica. Adicionalmente, la figura adjunta muestra esquemáticamente una distancia B, mostrándose dos picos que se extienden hacia abajo dentro de dicha distancia B. Dichos dos picos representan un giro completo de la fibra óptica. De este modo, el número de giros de la fibra óptica puede calcularse en el lapso de un giro de las ruedas. Además, es posible calcular a partir de dicha cifra el número de giros de la fibra óptica que tienen lugar en el horno en el que la fibra óptica se estira mediante deformación plástica, partiendo de la preforma que se ha calentado hasta la temperatura de plastificación. De este modo, es posible comparar este valor con el número de giros realmente congelados en la fibra. Asimismo, la figura muestra una distancia C, donde dicha distancia C, también denominada amplitud, depende de la falta de circularidad o forma oval del revestimiento de la preforma. El número de giros reales generado por el dispositivo para impartir la torsión a la fibra óptica puede determinarse en la figura gracias a la señal de interferencia medida. Tan sólo una de dichas rotaciones generadas se ha congelado en la fibra óptica. Dado que el número de rotaciones generadas no es el mismo que el número de rotaciones que se han congelado en la fibra, puede definirse la denominada constante de eficiencia, RC, donde: Número de rotaciones generadas \* RC = Número de rotaciones congeladas en la fibra óptica.
- 20
- 25
- 30 **[0021]** Mediante la fórmula que antecede, puede obtenerse fácilmente información relativa a cada torre de estirado en relación con el funcionamiento del dispositivo utilizado para impartir la torsión a la fibra óptica y la torsión que se ha medido a partir del patrón de interferencia sometido a cambios continuos.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método para medir la torsión en una fibra óptica en movimiento que posea inherentemente una cierta forma oval inherente, mediante la irradiación de la fibra óptica con luz a fin de generar un patrón de interferencia de la luz reflejada y de la luz refractada constantemente cambiante, caracterizándose dicho método por la medición de un cambio del patrón de interferencia y utilizar dicho cambio para determinar la torsión de la fibra óptica.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el cambio experimentado por el patrón de interferencia se mide a un ángulo comprendido entre 48° y 72°, obteniéndose dicho rango mediante la irradiación de la fibra óptica con luz, en una dirección perpendicular a la dirección de movimiento de la misma.
- 10 3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el patrón de interferencia se mide durante el proceso de estirado para la fabricación de la fibra óptica a partir de la preforma fundida, concretamente a una velocidad de estirado > 10 m/s.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 1 a 3, caracterizado porque la torsión medida a partir del patrón de interferencia continuamente cambiante, está relacionada con el funcionamiento del dispositivo utilizado para impartir la torsión a la fibra óptica.
- 15 5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque el dispositivo utilizado para impartir la torsión a la fibra está situado aguas abajo del dispositivo que mide continuamente el patrón de interferencia de la fibra óptica.
6. Método de acuerdo con las reivindicaciones 4 y 5, caracterizado porque dicho método comprende las siguientes etapas:
- i) Fijar un valor de ajuste en el dispositivo que aplica la torsión a la fibra óptica,
- 20 ii) Realizar una medida del patrón de interferencia en la fibra óptica,
- iii) Calcular, en función del valor medido del patrón de interferencia, un valor medido que represente la cantidad de torsión de la fibra óptica, y
- iv) Comparar el valor de ajuste de i) con el valor medido de iii) y, si fuese necesario, modificar el valor de ajuste hasta alcanzar la cuantía de torsión deseada en la fibra óptica.
- 25 7. Método de acuerdo con las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque el dispositivo que imparte torsión a la fibra óptica es un dispositivo que comprende dos pares de ruedas que giran en direcciones opuestas alrededor de dos ejes de rotación diferentes, haciéndose pasar la fibra entre dichas ruedas, como resultado de lo cual se imparte una torsión a la fibra óptica, desplazándose las ruedas hacia atrás y hacia delante relativamente entre sí, en una dirección sustancialmente perpendicular a la fibra óptica, de forma que la fibra se enrolle alternativamente a izquierdas y a derechas entre las superficies de las ruedas.
- 30



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5

**Documentos de patente citados en la descripción**

- EP 0785913 A [0002]
- US 5298047 A [0005]
- EP 0795521 A [0005]
- EP 0744636 A [0005]
- WO 9726221 A [0005]
- WO 9846536 A [0005]
- US 5309221 A [0011] [0013]