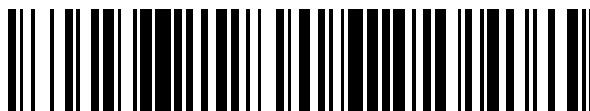


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 285**

51 Int. Cl.:

G02B 6/00 (2006.01)

G02B 6/04 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

D01D 5/08 (2006.01)

B29K 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2014** **PCT/JP2014/078175**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015** **WO15064459**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2014** **E 14858109 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 3064970**

54 Título: **Fibra óptica plástica de iluminación y procedimiento para fabricarla**

30 Prioridad:

01.11.2013 JP 2013227887

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

10.07.2020

73 Titular/es:

TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome, Chuo-ku
Tokyo 103-8666, JP

72 Inventor/es:

MAEDA, HIRONOBU;
KAMEI, RYUICHI y
SATO, SHINJI

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 773 285 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

Fibra óptica plástica de iluminación y procedimiento para fabricarla

5 SECTOR TÉCNICO

La presente invención se refiere a una fibra óptica plástica de iluminación y a un procedimiento para fabricar la fibra; y a un haz de fibras ópticas plásticas de iluminación, un dispositivo de iluminación de fibra óptica, un sensor de fibra
10 óptica, una lámina de fibra óptica, una tela de fibra óptica y un tejido de fibra óptica, en cada uno de los cuales se utiliza la fibra óptica.

ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR

En cualquier fibra óptica plástica utilizada para transmisión óptica, un núcleo (capa interior) y un revestimiento (capa
15 exterior), cada uno fabricado de una resina clara, están fabricados generalmente de forma de círculos realmente concéntricos. En una fibra óptica plástica que tiene dicha estructura, la luz radiada desde uno de los extremos de la fibra experimenta repetidamente reflexión total en un límite de fase entre el núcleo y el revestimiento, para ser transmitida eficientemente al otro extremo. De este modo, la fibra óptica plástica se utiliza de manera efectiva como,
20 por ejemplo, un endoscopio para uso médico, o un elemento de transmisión de luz de iluminación para industria y automóviles. Cualquiera de estos elementos se utiliza como un medio para transmitir luz radiada desde un extremo al otro, sin fugas de luz por el camino. Sin embargo, si se puede hacer que este medio funcione como un radiador lineal provocando que se fugue luz desde el centro (superficie lateral) del medio en la dirección longitudinal del mismo, se puede desarrollar la utilización del medio para, por ejemplo, iluminaciones interiores y exteriores, alternativas para luminosos de neón o pantallas eléctricas y otros elementos decorativos, y también para sensores.

Así, una fibra óptica plástica para iluminación lateral propuesta es, por ejemplo, un cable de fibra óptica de
25 iluminación lateral en el que está formada una capa de difusión de luz como una capa exterior a un núcleo y un revestimiento (por ejemplo, ver los documentos de Patente 1 y 2). Sin embargo, la formación de la capa de difusión de luz hace que el cable de fibra óptica de iluminación lateral tenga un diámetro exterior grande, y hace además que
30 el cable tenga mucha elasticidad. Por consiguiente, permanecen los problemas de que el cable es pobre en su naturaleza de curvado, y no se construye ni manipula fácilmente para un uso específico.

Al mismo tiempo, como fibra óptica plástica para iluminación lateral en la que se utiliza un medio diferente a
35 cualquier capa de difusión de luz, por ejemplo, se propone lo siguiente: una fibra óptica plástica de iluminación en la que todo el revestimiento o una zona deseada de un revestimiento desde el que debería escapar luz está cristalizado (ver, por ejemplo, el documento de Patente 3). Esta técnica es una técnica de aplicación de un tratamiento de calor húmedo a todo el revestimiento o a una zona deseada de un revestimiento que debería iluminar, bajo condiciones de calor húmedo para cristalizar la totalidad, o la zona deseada, selectivamente. Sin embargo, el
40 revestimiento descrito en la especificación de la misma tiene una característica de iluminación pobre.

Se propone asimismo una fibra óptica plástica con fuga de luz lateral, en la que un núcleo tiene una forma en
45 sección transversal no circular, y un revestimiento tiene una sección transversal de forma realmente circular (ver, por ejemplo, el documento de Patente 4). Sin embargo, la fibra óptica tiene los problemas de que su sección de iluminación es una zona parcial, de tal modo que la iluminación desde la misma es débil y, además, esta fibra tiene, según una dirección a lo largo de la cual se observa la fibra óptica, una zona que no ilumina. Se propone además, por ejemplo, una fibra óptica que tiene una zona de exposición formada de tal modo que el revestimiento se elimina para dejar el núcleo al descubierto (ver, por ejemplo, el documento de Patente 5). Sin embargo, esta fibra óptica
50 tiene los problemas de que la zona de exposición hace que la fibra óptica plástica tenga una resistencia mecánica pobre y proporciona una iluminación desigual. El documento de Patente 6 da a conocer una fibra óptica plástica que consiste en un polímero sustancialmente transparente, como material de núcleo, y un polímero que comprende esencialmente fluoruro de vinilideno y que tiene un índice de refracción menor que el material del núcleo, como material de funda. El grado de cristalización del material de funda varía del 5 al 50 % y el material de funda consiste en un copolímero que tiene una cantidad de copolimerización del 60 al 95 % molar de fluoruro de vinilideno y una copolimerización del 5 al 40 % molar de tetrafluoroetileno.

55 DOCUMENTOS DE LA TÉCNICA ANTERIOR

DOCUMENTOS DE PATENTE

60 Documento de Patente 1: publicación a inspección pública de patente japonesa (JP-A) número H05-341125.
Documento de Patente 2: JP-A número H06-331830
Documento de Patente 3: JP-A número H06-118236
Documento de Patente 4: JP-A número H09-258028
Documento de Patente 5: JP-A número 2006-039287
65 Documento de Patente 6: JP-A número H07-063927

CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

PROBLEMAS A RESOLVER MEDIANTE LA INVENCION

- 5 Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer una fibra óptica plástica de iluminación desde la que se emita luz homogéneamente en la dirección longitudinal de la fibra.

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS

- 10 Para alcanzar el objetivo, la presente invención es una fibra óptica plástica de iluminación según se define mediante la reivindicación 1, y un procedimiento de fabricación de fibra óptica plástica de iluminación según se define mediante la reivindicación 3.

RESULTADOS DE LA INVENCION

- 15 La presente invención da a conocer una fibra óptica plástica de iluminación desde la que se emite luz homogéneamente en la dirección longitudinal; y un haz de fibras ópticas plásticas de iluminación, un dispositivo de iluminación de fibra óptica, un sensor de fibra óptica plástica, una lámina de fibra óptica, una tela de fibra óptica y un tejido de fibra óptica, en cada uno de los cuales se utiliza la fibra óptica.

MODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION

- 20 La fibra óptica plástica de la presente invención tiene una estructura de dos capas, fabricada de una resina clara de un núcleo (capa interior) y de una resina clara de un revestimiento (capa exterior). El perfil en sección transversal de la misma es una sección circular.

- 25 En la presente invención, ejemplos de la resina clara utilizada para el núcleo incluyen polimetilmetacrilato (PMMA), cualquier copolímero que contenga metacrilato de metilo como ingrediente principal, poliestireno, policarbonato, poliorganosiloxano (silicona) y norborneno. De estos ejemplos, el polimetilmetacrilato es una resina particularmente preferente para la fibra óptica desde el punto de vista de la transparencia, del índice de refracción, de las propiedades de flexión y de la resistencia térmica.

- 30 La resina clara utilizada para el revestimiento tiene que ser un polímero que se obtenga polimerizando un ingrediente de polimerización que contenga un 90 % o más en peso de fluoruro de vinilideno y que tenga un grado de cristalización del 45 % al 52 %.

- 35 Ejemplos del ingrediente de polimerización que contiene el 90 % o más en peso de fluoruro de vinilideno incluyen fluoruro de vinilideno simple, fluoruro de vinilideno/tetrafluoroetileno, fluoruro de vinilideno/tetrafluoroetileno/hexafluoropropileno, fluoruro de vinilideno/hexafluoroacetona y cualquier otro ingrediente de polimerización a partir del cual se sintetice un copolímero que contenga fluoruro de vinilideno. En el copolímero, el fluoruro de vinilideno como ingrediente de copolimerización es sometido a conversión de peso. El polímero mencionado anteriormente es, en particular, preferentemente un polímero obtenido polimerizando un ingrediente de polimerización que contiene el 95 % o más en peso de fluoruro de vinilideno.

- 40 En caso de utilizar, como revestimiento, el polímero obtenido polimerizando un ingrediente de polimerización que contiene un 90 % o menos en peso de fluoruro de vinilideno, la fibra óptica resultante tiene un efecto de difusión de luz pequeño que disminuye, por lo tanto, el efecto de iluminación lateral. Por lo tanto, se ve perjudicada la función de iluminación de la fibra óptica.

- 45 Si el grado de cristalización es menor del 45 %, la fibra óptica tiene un efecto pequeño de difusión de la luz que disminuye, por lo tanto, el efecto de iluminación lateral. Si el grado de cristalización es mayor del 52 %, el efecto de difusión de la luz es grande pero la longitud utilizable de la fibra se hace demasiado corta y, por lo tanto, inadecuada para su uso práctico.

- 50 El grado de cristalización está comprendido preferentemente entre el 46 y el 50 % desde el punto de vista del efecto de iluminación lateral y de la funcionalidad de la fibra óptica.

- 55 Cuando estas resinas se combinan entre sí para el núcleo y el revestimiento, es necesario realizar una combinación en la que el índice de refracción de la resina utilizada para el núcleo sea mayor que el de la utilizada para el revestimiento.

En relación con los respectivos índices de refracción del núcleo y del revestimiento, es preferente establecer una apertura numérica (N. A) representada por la expresión (1) en el intervalo de 0,45 a 0,65, ambos incluidos.

- 60 La apertura numérica teórica de la fibra óptica se indica mediante la utilización de una diferencia en el índice de refracción entre el núcleo y el revestimiento, representada por la siguiente expresión.

$$\text{Apertura numérica} = ((\text{índice de refracción del núcleo})^2 - (\text{índice de refracción del primer revestimiento})^2)^{1/2} \quad (1)$$

Para las fibras ópticas plásticas que se han utilizado hasta ahora en la práctica, en las que el PMMA se transforma en un núcleo, la apertura numérica de las mismas es de 0,45 a 0,65. Cuando la apertura numérica teórica de una fibra óptica que se va a fabricar se hace consistente con su apertura numérica, la fibra puede mantener su compatibilidad con fuentes de luz, elementos luminosos y otros elementos periféricos que se han utilizado en la práctica del mismo modo.

El grosor de la capa de revestimiento de la fibra está comprendido preferentemente entre 3,0 µm y 15,0 µm, más preferentemente entre 4,0 µm y 12,0 µm.

Si el grosor es menor que 3,0 µm, no se puede generar una reflexión total en el límite de fases entre el núcleo y el revestimiento, de tal modo que la fibra óptica ilumina desde una superficie lateral de la misma y, por lo tanto, la longitud utilizable de la fibra se acorta, lo que es inadecuado para el uso práctico. Además, se deteriora la flexibilidad de la fibra. Si el grosor es mayor de 15,0 µm, se absorbe mucha luz en el revestimiento incluso cuando se utiliza el polímero mencionado anteriormente con un grado de cristalización alto. Por lo tanto, se reduce el efecto de iluminación lateral de la fibra óptica, de tal modo que se genera irregularidad luminosa.

Sobre el revestimiento utilizado en la fibra óptica plástica de la presente invención, en general, el valor del índice de fusión (en adelante, el índice se puede abreviar como MFR (melt flow rate)) del mismo cambia, preferentemente de 5 g/10 minutos a 100 g/10 minutos (condiciones: temperatura de 230 °C, carga de 3,8 kg, diámetro de orificio de 2 mm y longitud de 8 mm). El MFR está comprendido, en particular, preferentemente entre 10 g/10 minutos y 60 g/10 minutos. Cuando el MFR se ajusta en el intervalo de 10 g/10 minutos a 100 g/10 minutos, se facilita la extrusión y se hace que el hilado avance suavemente. Al ajustar el MFR en el intervalo de 10 g/10 minutos a 100 g/10 minutos, la capa de revestimiento se puede formar con un grosor homogéneo mientras que la capa puede mantener una adhesión apropiada a la capa del núcleo. Por lo tanto, se puede restringir la variación en el diámetro exterior de la fibra óptica plástica.

A continuación se describirá un ejemplo de un procedimiento de fabricación de la fibra óptica plástica de iluminación de la presente invención.

La fibra óptica plástica de iluminación de la presente invención se puede fabricar fácilmente mediante un procedimiento de hilado conjugado a través de un hilador conjugado de núcleo-funda. En relación con cualquier fibra óptica hilada mediante este método de hilado conjugado, la forma en sección de su núcleo y la de su revestimiento se pueden hacer completamente iguales entre sí en cualquier sección transversal en la dirección longitudinal de la fibra óptica. Por consiguiente, la fibra óptica de la presente invención puede iluminar homogéneamente desde toda la dirección longitudinal de la fibra.

Para hacer la iluminación aún más homogénea, es preferente que la expresión descrita a continuación sea cumplida por la temperatura (T) del hilado en estado de fusión conjugado en un hilado en estado de fusión conjugado para el núcleo y el revestimiento, en el momento del hilado conjugado, y por la velocidad de descarga (W) del polímero del revestimiento.

$$280 \leq T/W \leq 1500 \quad (2)$$

T es la temperatura (°C) para el hilado; y

W es la velocidad de descarga (g/minuto) del polímero del revestimiento.

Si la proporción T/W es mayor de 1500, la diferencia en viscosidad entre el núcleo y el revestimiento hace irregular el límite de fases, de tal modo que la reflectividad de la luz, la capacidad de absorción y la difusividad de la fibra óptica se hacen irregulares en la dirección longitudinal. Por lo tanto, la fibra óptica tiende a reducir su efecto de iluminación lateral y, por lo tanto, a tener una característica de iluminación desigual.

Al mismo tiempo, si la proporción T/W es menor que 280, la fibra óptica reduce su efecto de iluminación lateral incluso cuando se utiliza un polímero con un alto grado de cristalización. De este modo, la característica de iluminación de la fibra óptica tiende a ser desigual en la dirección longitudinal de la fibra.

Es particularmente preferente que se cumpla lo siguiente:

$$300 \leq T/W \leq 1000$$

A continuación, para mejorar las propiedades mecánicas del material producido por el hilado, el material es sometido a un proceso ordinario de extensión para extenderlo de 1,2 a 3 veces. De este modo, se produce una fibra óptica

plástica. La fibra óptica plástica de la presente invención tiene normalmente un diámetro exterior de 0,1 mm a 3 mm. Es aconsejable seleccionar adecuadamente el diámetro exterior en función del propósito de la fibra. El diámetro exterior es preferentemente de 0,25 mm a 1,5 mm desde el punto de vista de la manejabilidad, y similares.

La fibra óptica plástica de iluminación de la presente invención es una fibra óptica de iluminación lateral adecuada para uso decorativo para iluminación, indumentaria y otros; para iluminaciones industriales y domésticas; y para diversos sensores para usos industriales, médicos y ambientales, y similares. La fibra óptica se utiliza en el estado de luz radiante en una de las superficies extremas de la fibra, para fugarse desde una superficie lateral de la fibra. De este modo, se iluminan lugares interiores o exteriores, se aclara la forma o la presencia de un objeto, o se muestra cualquier destino o dirección. Además, la fibra óptica se utiliza para diversas decoraciones o iluminaciones, u otras, o se utiliza para un sensor para detectar cualquiera de temperatura, presión y otras.

La fibra óptica plástica de la presente invención se utiliza generalmente en forma de una lámina, o como uno o varios haces de fibras ópticas obtenidos (cada uno) disponiendo varias líneas de fibra óptica en condición de haz. Ejemplos de la "condición de haz" incluyen la condición en que las líneas de la fibra óptica plástica están tan sólo reunidas, la condición en que las líneas están trenzadas en forma de cable o en forma de cordón o de cuerda, la condición en que las líneas en paralelo en una lámina están rodeadas, la condición en que las líneas de fibra reunidas están adicionalmente reunidas y agrupadas, y la condición en que están trenzadas entre sí. El número de haces de fibras ópticas se selecciona a discreción. El número puede seleccionarse y modificarse apropiadamente de acuerdo con el objetivo de los haces. El número de líneas de la fibra óptica plástica utilizadas en cada uno de los haces varía, por ejemplo, de 5 a 200.

En cuanto a dichos haces de fibras ópticas, es preferente utilizar los haces como un producto reunido, obtenido simplemente reuniendo dos o más de estos haces a su vez entre sí. Es más preferente dividir líneas de la fibra óptica plástica en haces en varios grupos, y trenzar estos haces entre sí en un número de trenzado de 1 a 20 por metro. Los haces de fibras ópticas plásticas que tienen dicha estructura pueden realizar, mediante micro-curvado, una mejora adicional en la eficiencia de iluminación de las líneas de fibra óptica plástica, y los haces se pueden presentar como un aparato de iluminación de alto brillo.

El haz de fibras ópticas de la presente invención se puede introducir en un tubo transparente o se puede recubrir con una resina clara para protección. El material del tubo transparente es, por ejemplo, un material plástico transparente blando o flexible, coloreado o no. Un ejemplo específico del material incluye resina de cloruro de vinilo, resina acrílica, resina de policarbonato, resina de poliéster, resina de acetato de polivinilo y resina de copolímero de etilvinilacetato. A estos ingredientes principales se puede añadir apropiadamente un material secundario, tal como un plastificante o un coadyuvante.

La fibra óptica plástica de iluminación de la presente invención se utiliza en el estado en que una fuente de luz está conectada a, por lo menos, uno de los extremos de la fibra. Ejemplos preferentes de la fuente de luz en la presente invención incluyen una lámpara de haluro de metal, una lámpara de xenón, una lámpara de mercurio de alta presión y un LED, cada uno de los cuales tiene un brillo particularmente elevado. De acuerdo con el objetivo de la fibra óptica, lo siguiente se puede cambiar apropiadamente: si se monta, o no, en la fuente de luz un reflector y una lente; la forma de la lámpara; el consumo de potencia de la misma; y otros.

La fibra óptica plástica de la presente invención se puede utilizar como un sensor para varios tipos de medición, tales como temperatura y presión, o una medición ambiental tal como amoníaco, humedad, oxígeno, un alcano, vapor de gasolina y similares.

La fibra óptica plástica de la presente invención se puede utilizar como una lámina, una tela y un tejido, o se puede utilizar como un sensor sensible a la presión o como decoración.

La lámina de fibra óptica se forma disponiendo líneas de la fibra óptica en una forma como un plano, y pegando o fusionando las líneas entre sí.

Cuando la fibra óptica se utiliza como una tela, se conoce una tela de fibra óptica obtenida utilizando la fibra óptica como la urdimbre, y entrelazando la fibra óptica de tal modo que líneas de la fibra óptica están sostenidas por líneas de hilo y líneas de hebras de la trama dispuestas entre las líneas de fibra óptica. La tela de fibra óptica puede ser, además de dicha tela, un tejido de fibra óptica obtenido tejiendo la fibra óptica de tal modo que se utilizan líneas de la fibra óptica como monofilamentos y además las líneas de fibra óptica están soportadas por tejido de urdimbre.

Es aconsejable utilizar, como la fibra óptica de la tela o tejido, la fibra óptica mencionada anteriormente y utilizar, como el hilo que sostiene la fibra óptica, un hilo con menor denier y más flexible que la fibra óptica. Es preferente utilizar, para el hilo, una fibra sintética que sea fácilmente ajustable en características de denier y mecánicas. Sin embargo, es permisible utilizar fibra natural, fibra regenerada o fibra semisintética además de cualquier fibra sintética. Ejemplos de fibra sintética incluyen fibras sintéticas basadas en olefina; fibras sintéticas de poliamida alifática, siendo el nailon un ejemplo típico de las mismas; y fibras sintéticas de poliéster, siendo el tereftalato de polietileno (PET) un ejemplo típico de las mismas.

Ejemplos

A continuación, la presente invención se describirá en mayor detalle por medio de ejemplos de la misma, donde los siguientes ejemplos 5 a 7 no forman parte del procedimiento de la invención, según se define mediante la reivindicación 3. Se realizaron evaluaciones mediante los procedimientos siguientes:

- Iluminación lateral de fibra: como fuente de luz se utilizó una lámpara halógena (12 V, 100 W), y se midió la iluminación de la superficie de una fibra óptica con una longitud de ensayo de 5 m a intervalos de 1 m en la dirección de la longitud de la fibra, utilizando un iluminómetro, "T-1M", fabricado por la firma Minolta Co., Ltd.

- Se midió la iluminación lateral de cada uno de cuatro puntos en la dirección circunferencial de la fibra, que estaban localizados a una separación de un metro desde la fuente de luz para la fibra. La diferencia entre el máximo de los valores medidos y el mínimo de los mismos se definió como una variación en la iluminación lateral, y la variación se utilizó como un índice de irregularidad luminosa.

- Grado de cristalización: a partir de una fibra óptica, se rebajó una capa de revestimiento como superficie de la fibra óptica, y se utilizó un aparato de difracción de rayos X, "D8 DISCOVER μ HR Hybrid", fabricado por la firma Bruker AXS GmbH, para medir el grado de cristalización mediante un procedimiento de difracción de rayos X de gran ángulo.

- Número de ciclos de curvado: se aplicó una carga de 500 g a uno de los extremos de una fibra, y la fibra fue soportada por un mandril con un diámetro de 20 mm. Utilizando su punto de soporte como un punto central, el otro extremo de la fibra se curvó continuamente a un ángulo de 90°. Se midió el número de veces de curvatura hasta la rotura de la fibra (el promedio de valores medidos 5 veces ($n = 5$)).

- Índice de fusión (MFR): de acuerdo con los estándares industriales japoneses JIS K7210 (1999), se midió la cantidad inyectada desde una tobera durante 10 minutos bajo las condiciones siguientes: temperatura de 230 °C, carga de 3,8 kg, diámetro de la tobera de 2 mm y longitud de la tobera de 8 mm.

- Índice de refracción: se midió el índice de refracción de cada uno de un núcleo y un revestimiento, en una atmósfera de una temperatura ambiente de 25 °C, utilizando un refractómetro Abbe (DR-M2, fabricado por Atago Co., Ltd.) como equipo de medición.

- Diámetro del núcleo y grosor del revestimiento: utilizando un pequeño microscopio de medición (STM6, fabricado por Olympus Corporation) como instrumento de medición, se midió el diámetro de un núcleo y el grosor de un revestimiento, en una atmósfera de una temperatura ambiente de 25 °C.

En ejemplos de trabajo y ejemplos comparativos, las sustancias que constituyen su núcleo y su revestimiento se describen a continuación:

- PMMA: polimetilmetacrilato;
- VDF: fluoruro de vinilideno; y
- TFE: tetrafluoroetileno.

[Ejemplo 1]

Como material de revestimiento, se suministró a un hilador conjugado un homopolímero de VDF (índice de refracción 1,42) con la composición mostrada la tabla 1. Además, como material del núcleo se utilizó PMMA (índice de refracción: 1,492) producido mediante polimerización continua a granel, para suministrarse al hilador conjugado con el fin de formar un núcleo y un revestimiento mediante hilado en estado de fusión conjugado núcleo-funda a una temperatura de 220 °C. De este modo, se produjo una fibra óptica plástica que tuvo un diámetro de fibra de 1000 μ m (diámetro del núcleo: 980 μ m, y grosor del revestimiento: 10,0 μ m).

La fibra óptica plástica así producida se evaluó mediante los procedimientos de evaluación mencionados anteriormente. Los resultados se muestran en las tablas 2 y 3. Según las tablas 2 y 3, la fibra óptica fue apropiada tanto en iluminación lateral como en la capacidad de curvado en ciclos, y fue asimismo apropiada en variación del iluminación lateral.

[Ejemplos 2 a 6]

Los respectivos grosores de revestimiento de estos ejemplos se modificaron tal como se muestra en la tabla 1 (sin embargo, los respectivos diámetros de fibra en los mismos se unificaron completamente a 1000 μ m). Del mismo

modo que el ejemplo 1 excepto el cambio, se produjeron fibras ópticas plásticas. Estas fibras ópticas plásticas se evaluaron del mismo modo que en el ejemplo 1, y los resultados se muestran en las tablas 2 y 3.

- 5 Los ejemplos 2 a 4 y 6 de la presente invención fueron apropiados tanto en iluminación lateral como en la capacidad de curvado en ciclos. Sin embargo, en cuanto al ejemplo 5, la variación de la iluminación lateral fue grande, y por lo tanto se observó irregularidad luminosa de la fibra.

[Ejemplo 7]

- 10 Se produjo una fibra óptica plástica bajo las mismas condiciones que en el ejemplo 6, excepto que la temperatura en el momento del hilado en estado de fusión conjugado del núcleo-funda se modificó a 240 °C. Esta fibra óptica plástica se evaluó mediante los procedimientos de evaluación mencionados anteriormente, y los resultados se muestran en las tablas 2 y 3.

- 15 [Ejemplo 8]

- Se fabricó una fibra óptica plástica mediante el mismo procedimiento de fabricación que en el ejemplo 1, excepto que la composición del material de revestimiento se modificó tal como se muestra en la tabla 1. La fibra óptica plástica se evaluó mediante los procedimientos de evaluación mencionados anteriormente, y los resultados se muestran en las tablas 2 y 3. Tal como se comprende a partir de las tablas 2 y 3, este ejemplo fue apropiado en la iluminación lateral, la variación de la iluminación lateral y la capacidad de curvado en ciclos.

[Ejemplo comparativo 1]

- 25 Se fabricó una fibra óptica plástica mediante el mismo procedimiento de fabricación que en el ejemplo 1, excepto que la composición del material de revestimiento se modificó tal como se muestra en la tabla 1. La fibra óptica plástica se evaluó mediante los procedimientos de evaluación mencionados anteriormente, y los resultados se muestran en la tabla 2. Tal como se comprende a partir de la tabla 2, este ejemplo tuvo una iluminación lateral pobre y asimismo una mala capacidad de curvado en ciclos.

- 30 [Ejemplos comparativos 2 y 3]

- Se modificaron las composiciones respectivas de sus materiales de revestimiento y los grosores respectivos de los mismos, tal como se muestra en la tabla 1 (sin embargo, los respectivos diámetros de fibra se unificaron completamente a 1000 μm). Del mismo modo que en el ejemplo 1 excepto el cambio, se produjeron fibras ópticas plásticas. Estas fibras ópticas plásticas se evaluaron mediante los mismos procedimientos que en el ejemplo 1, y los resultados se muestran en la tabla 2. Tal como se comprende a partir de la tabla 2, estos ejemplos tuvieron una iluminación lateral pobre, y el ejemplo comparativo 3 tuvo asimismo una mala capacidad de curvado en ciclos.

- 40 [Ejemplo comparativo 4]

- Se produjo una fibra óptica plástica bajo las mismas condiciones que en el ejemplo 6, excepto que la temperatura en el momento del hilado en estado de fusión conjugado del núcleo-funda se modificó a 250 °C. Esta fibra óptica plástica se evaluó mediante los procedimientos de evaluación mencionados anteriormente, y los resultados se muestran en la tabla 2. Tal como se comprende a partir de la tabla 2, este ejemplo tuvo una iluminación lateral pobre y asimismo una mala capacidad de curvado en ciclos.

- 45

[Tabla 1]

	Núcleo		Revestimiento					Fibra	Condiciones de hilado		T/W
	Composición (índice de refracción)	Diámetro del núcleo (µm)	Composición (% en peso)	Índice de refracción	Grado de cristalización (%)	MFR (g/10 minutos)	Grosor del revestimiento (µm)	Diámetro de la fibra (µm)	Temperatura de hilado T (°C)	Descarga de polímero de revestimiento (g/minuto)	
Ejemplo 1	PMMA (1,492)	980	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	10,0	1000	220	0,52	442
Ejemplo 2	PMMA (1,492)	986	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	7,0	1000	220	0,37	595
Ejemplo 3	PMMA (1,492)	992	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	4,0	1000	220	0,21	1048
Ejemplo 4	PMMA (1,492)	976	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	12,0	1000	220	0,77	355
Ejemplo 5	PMMA (1,492)	968	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	16,0	1000	220	0,82	268
Ejemplo 6	PMMA (1,492)	995	VDF = 100,0	1,420	47,0	22	2,5	1000	220	0,13	1692
Ejemplo 7	PMMA (1,492)	995	VDF = 100,0	1,420	51,5	22	2,5	1000	240	0,13	1846
Ejemplo 8	(1,492)	980	VDF/TFE = 91,2/8,8	1,415	45,4	25	10,0	1000	220	0,52	442
Ejemplo comparativo 1	PMMA (1,492)	980	VDF/TFE = 74,5/25,5	1,405	38,0	33	10,0	1000	220	0,54	407
Ejemplo comparativo 2	PMMA (1,492)	968	VDF/TFE = 74,5/25,5	1,405	38,0	33	16,0	1000	220	0,82	268
Ejemplo comparativo 3	PMMA (1,492)	995	VDF/TFE = 74,5/25,5	1,405	38,0	33	2,5	1000	220	0,13	1692
Ejemplo comparativo 4	PMMA (1,492)	995	VDF = 100,0	1,420	52,5	22	2,5	1000	250	0,13	1923

[Tabla 2]

	Iluminación lateral (Lx)						Número de veces del ciclo hasta la rotura por curvado en ciclos
	Distancia (m) desde la fuente de luz						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
Ejemplo 1	0,35	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	13.500
Ejemplo 2	0,35	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	11.600
Ejemplo 3	0,35	0,12	0,10	0,07	0,06	0,05	8.400
Ejemplo 4	0,35	0,11	0,08	0,07	0,06	0,05	15.100
Ejemplo 5	0,34	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	18.800
Ejemplo 6	0,36	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	5.800
Ejemplo 7	0,34	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	5.500
Ejemplo 8	0,34	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	10.500
Ejemplo comparativo 1	0,03	0,01	Indetectable				4.500
Ejemplo comparativo 2	0,02	Indetectable					8.200
Ejemplo comparativo 3	0,03	Indetectable					1.100
Ejemplo comparativo 4	0,34	0,06	0,03	0,01	Indetectable		4.500

[Tabla 3]

	Iluminación lateral (Lx) <distancia desde la fuente de luz: 1 m>			
	Prom.	Mín.	Máx.	Variación R
Ejemplo 1	0,11	0,09	0,12	0,03
Ejemplo 2	0,11	0,09	0,12	0,03
Ejemplo 3	0,12	0,10	0,14	0,04
Ejemplo 4	0,11	0,08	0,14	0,06
Ejemplo 5	0,10	0,05	0,20	0,15
Ejemplo 6	0,10	0,07	0,13	0,05
Ejemplo 7	0,10	0,07	0,13	0,05
Ejemplo 8	0,10	0,08	0,12	0,04
Ejemplo comparativo 1	0,01	Indetectable	0,02	-
Ejemplo comparativo 2	Indetectable			
Ejemplo comparativo 3	Indetectable			
Ejemplo comparativo 4	0,06	0,05	0,08	0,03

REIVINDICACIONES

1. Fibra óptica plástica de iluminación, que comprende una resina clara de un núcleo y una resina clara de un revestimiento, y que ilumina desde una superficie lateral de la fibra, en la que la resina clara de dicho revestimiento es un polímero obtenido polimerizando un ingrediente de polimerización que contiene el 90 % o más en peso de fluoruro de vinilideno, **caracterizada por que** el revestimiento tiene un grado de cristalización del 45 % al 52 %.

2. Fibra óptica plástica de iluminación, según la reivindicación 1, en la que el revestimiento tiene un grosor de 3,0 µm a 15,0 µm.

3. Procedimiento de fabricación de la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2, que comprende: someter una resina clara que va a ser un núcleo y una resina clara que va a ser un revestimiento, a hilado en estado de fusión conjugado, en el que la temperatura (T) para el hilado en estado de fusión conjugado y la velocidad de descarga (W) del polímero del revestimiento cumplen una relación representada por la siguiente expresión (1):

$$280 \leq T/W \leq 1500 [(^{\circ}\text{C} \times \text{min})/\text{g}] \quad (1)$$

T es la temperatura (°C) para el hilado; y

W es la velocidad de descarga (g/minuto) del polímero del revestimiento por línea de la fibra.

4. Haz de fibras ópticas plásticas de iluminación, que comprende una serie de líneas agrupadas de la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2.

5. Dispositivo de iluminación de fibra óptica, que comprende la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2, y una fuente de luz conectada, por lo menos, a un extremo de la fibra óptica plástica.

6. Sensor de fibra óptica, que comprende, por lo menos en una parte del mismo, la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2.

7. Lámina de fibra óptica, que comprende, por lo menos en una parte de la misma, la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2.

8. Tela de fibra óptica, que comprende, por lo menos en una parte de la misma, la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2.

9. Tejido de fibra óptica, que comprende, por lo menos en una parte del mismo, la fibra óptica plástica de iluminación según la reivindicación 1 o 2.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- JP H05341125 A
- JP H06331830 A
- JP H06118236 A
- JP H09258028 A
- JP 2006039287 A
- JP H07063927 A