

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 023 855**

51 Int. Cl.:

G02B 6/036 (2006.01)

G02B 6/02 (2006.01)

G02B 6/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2015 PCT/CN2015/096115**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16173253**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2015 E 15890628 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025 EP 3290973**

54 Título: **Fibra óptica monomodo insensible a la flexión con ultra-baja atenuación**

30 Prioridad:

28.04.2015 CN 201510206222

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2025

73 Titular/es:

**YANGTZE OPTICAL FIBRE AND CABLE JOINT STOCK LIMITED COMPANY (100.00%)
No. 9 Optics Valley Avenue, East Lake High-tech Development Zone
Wuhan, Hubei 430073, CN**

72 Inventor/es:

**ZHANG, LEI;
LONG, SHENGYA;
ZHU, JIHONG;
WU, JUN;
ZHOU, HONGYAN;
ZHANG, RUI y
WANG, RUICHUN**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 3 023 855 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 monomodo insensible a la flexión con ultra-baja atenuación

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una fibra monomodo insensible a la flexión con ultra baja atenuación para su uso en un sistema de transferencia de comunicación óptica. La fibra óptica tiene una atenuación relativamente baja y excelentes propiedades de insensibilidad a la flexión y tiene un diámetro de campo de modo que es compatible con el estándar G.657.A2, y por lo tanto pertenece al campo técnico de la comunicación óptica.

Antecedentes de la invención

La comunicación de fibra óptica se ha usado ampliamente en redes troncales de larga distancia a redes de área metropolitana y redes de acceso, debido a características tales como gran capacidad, larga distancia de transferencia, velocidad de transferencia rápida y ahorro de costos. El desarrollo de la tecnología de comunicación de fibra óptica siempre se ha dirigido a una velocidad de transferencia más rápida, mayor capacidad y mayor distancia de transferencia, y promueve y mejora continuamente los índices de rendimiento de una fibra óptica y la tecnología de comunicación de la fibra óptica. Especialmente, en los últimos años, con el crecimiento explosivo en el volumen de servicios IP, la red de comunicación comienza a dirigirse hacia una próxima generación de desarrollo sostenible, y una infraestructura de fibra óptica construida que tiene una enorme capacidad de transferencia y larga distancia es la base física de la próxima generación de redes. Para satisfacer los requisitos de desarrollo del sistema de comunicación de fibra óptica, también es necesario mejorar aún más los índices de rendimiento relevantes de la fibra óptica como medio de transferencia de una red de comunicación de fibra óptica.

El coeficiente de atenuación de una fibra óptica de uno de los índices de rendimiento importantes de la fibra óptica, a la que depende principalmente la distancia de retransmisión de la comunicación de fibra óptica. Un pequeño coeficiente de atenuación de una fibra óptica indica una larga distancia para la cual una señal óptica transportada en la fibra óptica puede transferirse, e indica una pequeña amplitud de atenuación de una señal óptica transportada a la misma distancia de transferencia. La relación señal-ruido óptica (OSNR) en la comunicación de fibra óptica puede aumentarse eficazmente mediante la reducción del coeficiente de atenuación, para mejorar aún más la calidad de transferencia y la distancia de transferencia del sistema. En la distancia de transferencia de larga distancia, una señal óptica se transfiere por medio de estaciones de retransmisión. Si el coeficiente de atenuación de una fibra óptica es pequeño, la distancia de transferencia sin repetidor de la señal óptica es larga, y por lo tanto la distancia entre las estaciones repetidoras puede aumentarse, de esta manera se reduce en gran medida el número de estaciones repetidoras y se reducen los costos operativos. Por lo tanto, la reducción del coeficiente de atenuación de la fibra óptica tiene un significado significativo en aspectos tanto de la optimización de la estructura del sistema como de la reducción de los costos operativos. En otro aspecto, con el desarrollo continuo de FTTX en los últimos años, es difícil que el rendimiento de la fibra G.652 existente cumpla con los requisitos de los usuarios. En un entorno de aplicación real, la fibra óptica necesita tener una resistencia a la flexión particular. Por lo tanto, se desarrolla una nueva generación de fibra monomodo insensible a la flexión, fibra óptica G.657, en base a la fibra G.652. La fibra óptica G.657 incluye una fibra óptica G.657.A que es compatible con el estándar G.652 y una fibra óptica G.657.B que no es compatible con el estándar G.652. La fibra óptica de tipo G.657.A tiene una buena compatibilidad con la fibra G.652.D y tiene una mejor resistencia a la flexión con relación a las fibras G.652.D comunes, y por lo tanto se considera uno de los productos que probablemente se usen para reemplazar la fibra G.652. Por lo tanto, la creación de una nueva generación de fibra de modo único que sea compatible con el estándar G.652, tiene una atenuación baja y un diámetro de campo de modo relativamente grande, y mientras tanto también tiene una propiedad insensible a la flexión se convierte en un foco de búsqueda en el campo de las fibras ópticas de comunicación.

Generalmente, pueden usarse los siguientes varios métodos para reducir la atenuación de una fibra óptica en un proceso de fabricación de una preforma de fibra óptica. Por ejemplo, la probabilidad de introducción de impurezas externas puede reducirse mediante el uso de materias primas de alta pureza y la mejora del entorno de fabricación y el sellado de equipos. Por ejemplo, en Solicitud de patente de China núm. 201110178833.3, la introducción de impurezas externas se reduce mediante el uso del método de mejorar el sellado en el proceso de depositar una preforma de fibra óptica. Alternativamente, se usa un proceso de fabricación de una preforma con un diámetro exterior más grande, y la atenuación total de la fibra óptica se reduce por medio del efecto de dilución de una preforma a mayor escala. Además, el procesamiento de recubrimiento usado para recubrir la superficie de fibra desnuda en el proceso de fabricación de la fibra óptica también es un factor significativo que influye en el rendimiento de atenuación de la fibra óptica. Sin embargo, no importa en el aspecto de las teorías o el control de los costos y el procesamiento en la preparación real de la fibra óptica, reducir el dopaje de la fibra óptica y optimizar las secciones transversales de la fibra óptica son los métodos más simples y efectivos para reducir la atenuación de la fibra óptica. Generalmente, una concentración pequeña de material dopado indica una pérdida pequeña provocada por la dispersión de Rayleigh. En una fibra de modo único convencional, para garantizar la reflexión total en la fibra óptica, es necesario garantizar una diferencia suficiente entre los índices de refracción de la capa central y la capa de revestimiento interno, de manera que el índice de refracción relativo de la capa central sea mucho mayor que el de la capa de revestimiento interno de la fibra óptica. Para garantizar tal diseño, es necesario realizar una gran cantidad de dopaje en una forma codopada

de Ge o Ge/F en la capa central. Sin embargo, en el diseño de secciones transversales de la fibra óptica convencional, la energía del láser forma una distribución gaussiana en las secciones transversales de la fibra óptica, y aproximadamente el 70 % de la energía del láser se transfiere en la capa central con un dopaje relativamente mayor en la fibra óptica. Es decir, la transferencia láser de alta densidad de energía se centraliza en la capa central dopada de alta concentración que tiene un coeficiente de Rayleigh mayor. Por medio de un diseño de sección transversal óptica adecuado, se diseña una sección transversal en la que la energía no se distribuye en una forma de distribución gaussiana, para reducir la pérdida de energía en la capa central dopada de alta concentración, de esta manera se reduce significativamente el rendimiento de atenuación de la fibra óptica.

Sin embargo, en el diseño y los métodos de fabricación de sección transversal convencionales para fibras ópticas G.657, se usa una cantidad relativamente grande de codopado Ge/F en la capa central, y para obtener el rendimiento de macroflexión óptimo, el índice de refracción relativo de la capa central generalmente es mayor que 0,35 %. Es decir, el dopaje con Ge en la capa central es relativamente grande, lo que provoca una dispersión de Rayleigh relativamente grande y aumenta la atenuación de la fibra óptica.

Solicitud de patente de China núm. 201310394404 describe un diseño de fibra óptica de ultra baja atenuación, en el que se usa el diseño de una capa de revestimiento exterior de sílice pura. Sin embargo, en el diseño se usa una estructura de sección transversal en etapas típica, en lugar de usar un diseño de capa de revestimiento de canaleta para optimizar el doblado de la fibra óptica, y no se usa Ge para dopar en la capa central de la misma, lo que puede provocar por lo tanto un desajuste de viscosidad durante la preparación del performado. Además, la atenuación y la capacidad de doblado de estos son relativamente pobres. EP2713188 describe una fibra óptica de modo único de baja atenuación usada en un sistema de comunicación de fibra óptica, que incluye una capa central y revestimientos. CN104360434A describe una fibra de modo único de ultra baja atenuación. Además de eso, de US2014/0241684A1 se conoce una fibra óptica que incluye una fibra configurada para transmitir datos ópticos en una pluralidad de modos o en un modo único; una región central en la fibra que comprende sílice dopada con flúor; y un revestimiento en la fibra que rodea la región central y que comprende sílice dopada con flúor. Además, US7680381 describe una fibra óptica que incluye un núcleo, un revestimiento interno y un anillo de índice bajo de vidrio a base de sílice. Se conoce otra fibra óptica de US2006/0039665A1. EP2518546A1 describe fibras ópticas multimodo de alto ancho de banda para aplicaciones de alta radiación. WO-A1-2015/007097 se refiere a una fibra óptica de modo único aplicada a una red de acceso, que tiene una excelente resistencia a la flexión y pertenece al campo de la comunicación de fibra óptica.

Sumario de la invención

A continuación, se presentan las definiciones e instrucciones de algunos términos involucrados en la invención que se definen mediante las reivindicaciones.

A partir de un eje central de una fibra óptica, de acuerdo con el cambio de un índice de refracción, una capa más cercana al eje se define como una capa central, es decir, la capa central se refiere a un área central de una sección transversal de la fibra, y una capa más externa de la fibra, es decir, una capa de dióxido de silicio puro, se define como una capa de revestimiento exterior de la fibra.

Como se usa en la presente, una diferencia de índice de refracción relativa Δn_i de una capa de una fibra se define de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\Delta n_i = \frac{n_i - n_c}{n_c} \times 100\%$$

donde n_i es un índice de refracción de la capa correspondiente, y n_c es un índice de refracción de la capa de revestimiento exterior, es decir, un índice de refracción del dióxido de silicio puro.

Una contribución de Ge dopado en la capa central de la fibra óptica al índice de refracción ΔGe se define de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\Delta Ge = \frac{n_{Ge} - n_c}{n_c} \times 100\%$$

donde n_{Ge} es un cambio del índice de refracción del vidrio de dióxido de silicio causado por la sustancia dopada Ge dopada en la capa central, siempre que la sustancia dopada Ge dopada en la capa central esté dopada en el dióxido de silicio puro que no incluye ninguna otra sustancia dopada.

Longitud de onda de corte de cable λ_{cc} : Como se define en la norma IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) 60793-1-44, una longitud de onda de corte de cable λ_{cc} es una longitud de onda para la cual una señal óptica ya no se transmite como señal unimodal después de transmitir alrededor de 22 metros en una fibra óptica. Durante una prueba, la fibra óptica debe doblarse/enrollarse en un círculo (una vuelta/redonda) con un radio de aproximadamente 14 cm y dos círculos (dos vueltas/giros) con un radio de 4 cm para obtener datos.

Uno de los objetivos de la presente invención es proporcionar una fibra monomodo insensible a la flexión con ultra baja atenuación que tiene costos de fabricación de fibra óptica relativamente bajos, coeficiente de atenuación relativamente bajo y excelente rendimiento de flexión.

5 La fibra monomodo insensible a la flexión con ultra baja atenuación incluye una capa central y capas de revestimiento que rodean la capa central.

10 Las capas de revestimiento comprenden una capa de revestimiento interior que rodea la capa central, una capa de revestimiento de canaleta que rodea la capa de revestimiento interior, una capa de revestimiento exterior auxiliar que rodea la capa de revestimiento de canaleta y una capa de revestimiento exterior que rodea la capa de revestimiento auxiliar.

15 La capa central tiene un radio r_1 en un intervalo de aproximadamente 3,0 a 3,9 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_1 en un intervalo de aproximadamente -0,04 % a 0,12 %.

La capa central es una capa de vidrio de sílice codopada con germanio-flúor, en donde una contribución de dopaje de germanio está en un intervalo de aproximadamente 0,02 % a 0,10 %.

20 La capa de revestimiento interior tiene un radio r_2 en un intervalo de aproximadamente 8 a 14 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_2 en un intervalo de aproximadamente -0,35 % a -0,10 %. La capa de revestimiento de canaleta tiene un radio r_3 en un intervalo de aproximadamente 14 a 20 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_3 en un intervalo de aproximadamente -0,6 % a -0,2 %. La capa de revestimiento exterior auxiliar tiene un radio r_4 en un intervalo de aproximadamente 35 a 50 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_4 en un intervalo de aproximadamente -0,4 % a -0,15 %. La capa de revestimiento exterior es una capa de vidrio de sílice puro y tiene un diámetro de aproximadamente 125 μm .

30 La capa central es una capa de vidrio de dióxido de silicio codopada con germanio y flúor, o una capa de vidrio de dióxido de silicio dopada con germanio, donde una contribución de dopaje de germanio está en un intervalo de aproximadamente 0,02 % a 0,10 %, preferentemente, en un intervalo es de aproximadamente 0,04 % a 0,08 %.

En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene un diámetro de campo de modo (MFD) a una longitud de onda de aproximadamente 1310 nm que está en un intervalo de aproximadamente 8,4 a 9,1 μm , preferentemente, que está en un intervalo de aproximadamente 8,5 a 8,8 μm .

35 En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene una longitud de onda de corte de cable que es menor o igual a aproximadamente 1260 nm.

40 En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene un punto de dispersión cero en un intervalo de longitud de onda de aproximadamente 1300 a 1324 nm, y una pendiente de dispersión cero que es menor o igual a aproximadamente 0,092 ps/(nm²*km).

45 En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene una dispersión a una longitud de onda de aproximadamente 1310 nm que es menor o igual a aproximadamente 18 ps/(nm*km); y una dispersión a una longitud de onda de aproximadamente 1625 nm que es menor o igual a aproximadamente 22 ps/(nm*km).

La fibra monomodo insensible a la flexión tiene una atenuación a una longitud de onda de aproximadamente 1310 nm que es menor o igual a aproximadamente 0,324 dB/km, preferentemente, es menor o igual a aproximadamente 0,304 dB/km.

50 En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene una atenuación a una longitud de onda de aproximadamente 1550 nm que es menor o igual a aproximadamente 0,184 dB/km, preferentemente, menor o igual a aproximadamente 0,174 dB/km.

55 En ciertas modalidades, a una longitud de onda de aproximadamente 1550 nm, una pérdida de macroflexión de la fibra óptica que se enrolla en 10 vueltas con un radio de curvatura R de aproximadamente 15 mm es menor o igual a aproximadamente 0,03 dB, y la pérdida de macroflexión de la fibra óptica que se enrolla en una vuelta con el radio de curvatura R de aproximadamente 10 mm es menor o igual a aproximadamente 0,1 dB.

60 En ciertas modalidades, la fibra monomodo insensible a la flexión tiene un grosor de recubrimiento con un valor típico de aproximadamente 250 o 200 μm .

Entre otras cosas, la presente invención tiene los siguientes efectos beneficiosos:
La estructura de sección transversal de las capas de núcleo y revestimiento de la fibra óptica y el emparejamiento de viscosidad interna se diseñan adecuadamente para que se reduzcan los defectos en el proceso de preparación de la fibra óptica y la atenuación de la fibra óptica.

ES 3 023 855 T3

Al diseñar adecuadamente la estructura de canaleta dopada con flúor de la fibra óptica y la estructura de sección transversal de las capas de núcleo y recubrimiento de la fibra óptica, la fibra óptica tiene un MFD igual o mayor que aproximadamente 8,4 μm .

5 Los parámetros de rendimiento exhaustivos, tales como la longitud de onda de corte, la pérdida de flexión y la dispersión, son buenos en las bandas aplicables, para formar una longitud de onda de corte de cable lo suficientemente pequeña, para garantizar el estado de modo único de una señal óptica que se transfiere en la banda C en tal tipo de fibras ópticas. La estructura de capa de revestimiento de canaleta de múltiples etapas se usa en la estructura de sección transversal de la fibra óptica. La fibra óptica tiene una estructura de capa de revestimiento de canaleta
10 relativamente amplia para limitar la fuga del modo fundamental, de esta manera se mejora el rendimiento de doblado de la fibra óptica. La fibra óptica es compatible con G.657.A2 estándar.

El diseño de sílice pura se usa para la estructura de la capa de revestimiento exterior en la capa más externa, de esta manera se reduce la proporción de vidrio dopado con flúor en la fibra óptica y se reducen los costos de fabricación de la fibra óptica.
15

Breve descripción de las Figuras

La Figura 1 es un diagrama de una distribución de la estructura del perfil del índice de refracción de acuerdo con una modalidad de la presente invención.
20

Descripción detallada de la invención

La fibra monomodo insensible a la flexión con ultra baja atenuación incluye una capa central y capas de revestimiento que rodean la capa central.
25

La capa central es una capa de vidrio de dióxido de silicio codopada con germanio y flúor, o una capa de vidrio de dióxido de silicio dopada con germanio

30 Las capas de revestimiento comprenden una capa de revestimiento interior que rodea la capa central, una capa de revestimiento de canaleta que rodea la capa de revestimiento interior, una capa de revestimiento exterior auxiliar que rodea la capa de revestimiento de canaleta y una capa de revestimiento exterior que rodea la capa de revestimiento auxiliar. La capa de revestimiento exterior es una capa de vidrio de sílice puro y tiene un diámetro de aproximadamente 125 μm .
35

La Tabla 1 enumera los parámetros de perfil de fibra óptica de las fibras monomodo insensibles a la flexión de acuerdo con las modalidades de la presente invención, donde ΔGe es una contribución del Ge dopado en la capa central a un índice de refracción. La Tabla 2 muestra las propiedades de parámetros ópticos correspondientes de las fibras ópticas enumeradas en la Tabla 1.
40

Tabla 1: Parámetros del perfil de fibra óptica de las fibras ópticas de acuerdo con modalidades de la presente invención.

Núm. m.	$r_1[\mu\text{m}]$	$\Delta n_1[\%]$	$\Delta\text{Ge}[\%]$	$r_2[\mu\text{m}]$	$\Delta n_2[\%]$	$r_3[\mu\text{m}]$	$\Delta n_3[\%]$	$r_4[\mu\text{m}]$	$\Delta n_4[\%]$
1	3,4	0,04	0,08	10	-0,25	13,5	-0,52	42	-0,2
2	3,5	0,02	0,02	11,5	-0,33	15,5	-0,4	48	-0,38
3	3,7	0,01	0,05	12,5	-0,25	15,5	-0,45	45	-0,4
4	3	0,03	0,05	11	-0,24	14,5	-0,38	38	-0,36
5	3,2	0,1	0,1	9	-0,15	14	-0,38	41	-0,18
6	3,8	0,05	0,08	13	-0,18	17	-0,55	40	-0,22
7	3,3	0	0,08	10	-0,28	12,8	-0,51	46	-0,25
8	3,6	0,06	0,02	13	-0,21	18	-0,45	47	-0,27
9	3,1	-0,04	0,03	8,5	-0,32	13,7	-0,58	44	-0,38
10	3,5	-0,02	0,04	12	-0,21	19	-0,5	42	-0,3

ES 3 023 855 T3

Tabla 2: Parámetros de rendimiento de la fibra óptica de las fibras ópticas de acuerdo con modalidades de la presente invención

Núm.	Diámetro del campo de modo @ 1310 [μm]	Longitud de onda de corte del cable [nm]	Dispersión cero [nm]	Atenuación @ 1310 nm [dB/km]	Atenuación @ 1550 nm [dB/km]	R15 mm-10turn Macroflexión @ 1550 nm	R10 mm-1 vuelta Macroflexión @ 1550 nm
1	8,5	1243	1317	0,292	0,169	0,18	0,54
2	8,4	1209	1323	0,288	0,163	0,08	0,25
3	8,7	1232	1318	0,294	0,167	0,2	0,62
4	8,5	1241	1321	0,3	0,173	0,14	0,41
5	8,6	1241	1308	0,323	0,181	0,15	0,45
6	8,8	1256	1312	0,321	0,178	0,14	0,43
7	8,5	1222	1316	0,313	0,181	0,21	0,63
8	8,7	1247	1320	0,296	0,169	0,09	0,29
9	8,4	1250	1311	0,301	0,171	0,23	0,72
10	9	1258	1304	0,313	0,177	0,19	0,57

REIVINDICACIONES

1. Una fibra monomodo insensible a la flexión con ultra baja atenuación, que comprende:
 - 5 una capa central y capas de revestimiento, en donde las capas de revestimiento comprenden una capa de revestimiento interior que rodea la capa central, una capa de revestimiento de canaleta que rodea la capa de revestimiento interior, una capa de revestimiento exterior auxiliar que rodea la capa de revestimiento de canaleta y una capa de revestimiento exterior que rodea la capa de revestimiento auxiliar; en donde la capa de revestimiento interior tiene un radio r_2 en un intervalo de 8 a 14 μm y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_2 en un intervalo de -0,35 % a - 0,10 %; en donde la capa de revestimiento de canaleta tiene un radio r_3 en un intervalo de 14 a 20 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_3 en un intervalo de - 0,6 % a -0,2 %; en donde la capa de revestimiento exterior auxiliar tiene un radio r_4 en un intervalo de 35 a 50 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_4 en un intervalo de -0,4 % a -0,15 %; caracterizado porque
 - 10 la capa de revestimiento exterior es una capa de vidrio de sílice puro y tiene un diámetro de 125 μm ; la capa central tiene un radio r_1 en un intervalo de 3,0 a 3,9 μm , y una diferencia de índice de refracción relativa Δn_1 en un intervalo de -0,04 % a 0,12 %; la capa central es una capa de vidrio de sílice codopada con germanio-flúor,
 - 20 en donde una contribución de dopaje de germanio a la diferencia de índice de refracción está en un intervalo de 0,02 % a 0,10 %, y la fibra monomodo insensible a la flexión tiene una atenuación a una longitud de onda de 1310 nm que es menor o igual a 0,304 dB/km.
 2. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene un diámetro de campo de modo a una longitud de onda de aproximadamente 1310 nm que está en un intervalo de 8,4 a 9,1 μm .
 3. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene una longitud de onda de corte de cable que es menor que o igual a 1260 nm
 4. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene un punto de dispersión cero en un intervalo de longitud de onda de aproximadamente 1300 a 1324 nm, y una pendiente de dispersión cero que es menor o igual a 0,092 ps/(nm²*km)
 5. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene una dispersión a una longitud de onda de 1310 nm que es menor o igual a aproximadamente 18 ps/nm*km; y una dispersión a una longitud de onda de 1625 nm que es menor o igual a 22 ps/nm*km.
 6. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que tiene una atenuación a una longitud de onda de 1550 nm menor que o igual a 0,184 dB/km.
 7. La fibra monomodo insensible a la flexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde a una longitud de onda de 1550 nm, una pérdida de macroflexión de la fibra óptica que se enrolla en 10 vueltas con un radio de flexión R de 15 mm es menor o igual a 0,03 dB, y la pérdida de macroflexión de la fibra óptica que se enrolla en una vuelta con el radio de flexión R de 10 mm es menor o igual a 0,1 dB.

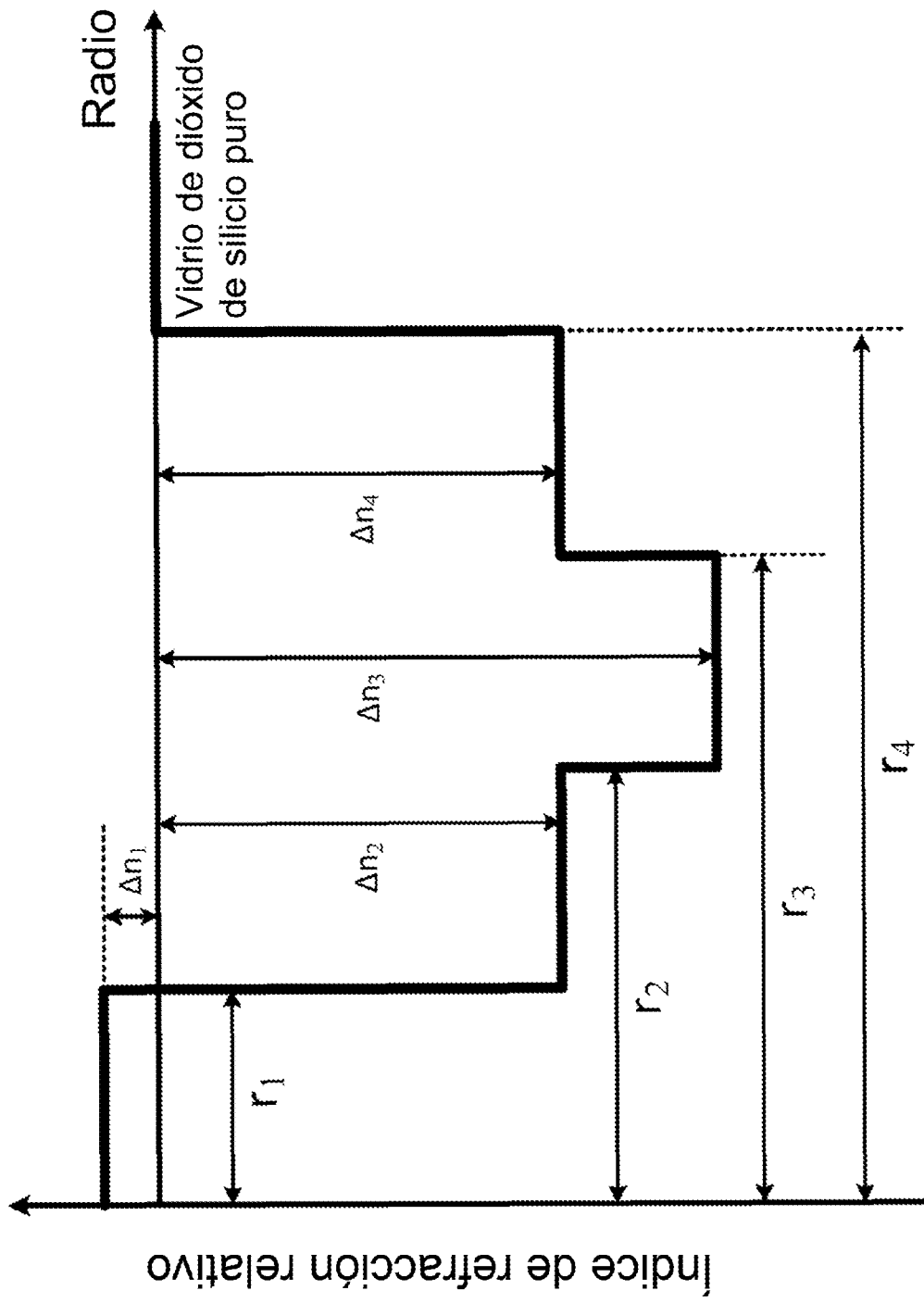


Figura 1