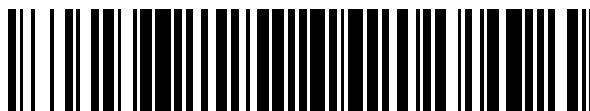


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 902**

51 Int. Cl.:

G02B 6/036 (2006.01)

G02B 6/028 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2015 PCT/CN2015/093674**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16173232**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2015 E 15890607 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3141938**

54 Título: **Fibra óptica de pocos modos de baja pérdida**

30 Prioridad:

29.04.2015 CN 201510217081

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

18.03.2020

73 Titular/es:

**WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POST AND
TELECOMMUNICATIONS (50.0%)
No.88 Youkeyuan Road, Hongshan District
Wuhan, Hubei 430074, CN y
FIBERHOME TELECOMMUNICATION
TECHNOLOGIES CO. LTD (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MO, QI;
YU, HUANG;
CHEN, WEN;
DU, CHENG;
YU, ZHIQIANG;
WANG, DONGXIANG y
CAI, BINGFENG**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 748 902 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 de pocos modos de baja pérdida

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo técnico de las comunicaciones ópticas y dispositivos de detección relacionados, y más particularmente a una fibra de pocos modos de baja pérdida.

10 **Antecedentes de la técnica**

Las comunicaciones de datos a través de redes de fibra óptica continúan creciendo exponencialmente. Para satisfacer esta necesidad, la tecnología de multiplexación se ha desarrollado para permitir que múltiples flujos de datos dispersos compartan las mismas fibras, aumentando así enormemente el tráfico de cada fibra.

15 En la industria de la fibra óptica, la investigación y el desarrollo actuales se centran principalmente en DWDM (Multiplexación por División de Longitud de onda Densa). DWDM es una de las tecnologías de multiplexación en la que se asignan múltiples canales de datos a las respectivas longitudes de onda dentro de un determinado ancho de banda operativo. Los canales de datos se combinan con el modo básico (LP01) de fibras monomodo para la
20 transmisión, y cuando llegan a sus respectivos destinos, se devuelven a los canales de separación, respectivamente.

En un sistema de transmisión basado en DWDM, la capacidad total dentro del ancho de banda de un amplificador dado está limitada por la eficiencia espectral, y la eficiencia espectral se usa para describir, a una velocidad de datos dada, el grado de cercanía al que se puede espaciar una sola longitud de onda con fines de comunicación cuando las
25 fibras están sujetas a la limitación extrema debido a efectos no lineales. Aunque el uso de algoritmos cada vez más complejos puede mejorar la eficiencia espectral, la disminución en las ganancias de ancho de banda se produce y la mejora modesta no puede satisfacer las necesidades de ancho de banda que crecen exponencialmente, y la eficiencia espectral de DWDM en fibras monomodo se acercará a sus límites teóricos. Una forma prometedora de aumentar la capacidad de cada fibra es la multiplexación por división de modo, en la que se proporcionan los modos de señal
30 óptica múltiple correspondientes guiados por fibras. Sobre la base de esta tecnología, se puede esperar que tenga el potencial para aumentar significativamente la capacidad de transmisión de cada fibra, y para romper la limitación de la no linealidad del sistema basado en DWDM.

En la actualidad, la tecnología de fibra de pocos modos en todo el mundo se ocupa principalmente de la optimización del retardo grupal de las fibras, por ejemplo, la patente china CN201280019895.2, en la que se desvela un diseño de fibra de pocos modos de índice graduado para multiplexación espacial. Sin embargo, todas las soluciones técnicas anteriores se basan en la región central dopada con germanio para ajustar la distribución del índice de refracción de la región central de la fibra. Como el cuarzo dopado con germanio tiene un coeficiente de dispersión más alto, se genera una alta pérdida de fibra. Además, en una aplicación de comunicaciones de fibra óptica de alta capacidad de
35 distancia ultra larga, el coeficiente de atenuación de las fibras de pocos modos de índice graduado dopadas con germanio a 1550 nm generalmente está por encima de 0,19 dB, y el coeficiente de atenuación también varía con el cambio de las condiciones de temperatura ambiente, lo que resulta en una pérdida excesiva que a su vez conduce al aumento de los códigos de error en el sistema de comunicación y al aumento de los costes del relé. Por otro lado, en la transmisión a corta distancia (por ejemplo, en aplicaciones de puentes de fibra), los modos de polarización lineal que no son deseados para la transmisión en fibras necesitan ser disipados rápidamente por medio de modos de polarización lineal, o traerán dificultades en la resolución de la señal. Por lo tanto, se convierte en un tema difícil para considerar tanto la baja pérdida en la transmisión a larga distancia como la atenuación efectiva de los modos de polarización lineal no deseados en la transmisión a corta distancia.

50 La patente de los EE.UU. 2013/0230290 A1 de Alain Frank Evans y col., Few Mode Optical Fibers, desvela fibras ópticas de pocos modos con región central libre de germanio que tiene baja atenuación en los modos LP01 y LP11.

Resumen de la invención

55 Con el objetivo de resolver los problemas de la técnica anterior, un objeto de la presente invención es proporcionar una fibra de pocos modos de baja pérdida, en la que la pérdida de transmisión de señales ópticas de los modos de polarización lineal que son compatibles con la fibra de pocos modos es reducido, y la generación de códigos de error en los sistemas de comunicación y el coste del relé se reducen; la pérdida de señales ópticas de los modos de polarización lineal que no son compatibles con la fibra de pocos modos aumenta de manera efectiva, y las señales ópticas de modo de polarización no deseadas pueden filtrarse rápidamente, facilitando la estabilidad de la transmisión en modo de fibra; se puede lograr el ajuste del retardo de grupo diferencial en la fibra de pocos modos.

65 Para lograr el objeto anterior, la presente invención adopta una fibra de pocos modos de baja pérdida para la transmisión de señales ópticas según la reivindicación 1. La fibra de pocos modos incluye, de adentro hacia afuera, una capa central, un revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor, una segunda capa central de cuarzo dopado con flúor, un revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor y un revestimiento exterior de cuarzo dopado con

flúor; la capa central no está dopada con elemento de germanio, el índice de refracción de la capa central está en distribución de gradiente y la distribución es una distribución de exponente de potencia; el valor máximo de diferencia en el índice de refracción relativo entre la capa central y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 0,3 % a 0,9 %; la diferencia relativa del índice de refracción del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 %

a -0,5 %; la diferencia en el índice de refracción relativo entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 0,05 % a 0,2 %; la diferencia en el índice de refracción relativo entre el revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de -0,1 % a -0,5 %; la diferencia relativa del índice de refracción del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 % a 0,5 %, el radio de la capa central es de 10-17,4 μm , el radio del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 10,5 -21,4 μm , el radio de la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor es de 11-22,4 μm , el radio del revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor es de 20,5-40,0 μm , y el radio del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor es de 40,0 -100,0 μm .

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, el radio de la capa central es de 15,2 μm , y el exponente de distribución de potencia es de 1,98; el valor máximo de diferencia en el índice de refracción relativo entre la capa central y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 0,40 %; el radio del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 19,2 μm , y la diferencia del índice de refracción del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor con respecto al cuarzo sintético es de -0,30 %; y la diferencia en el índice de refracción relativo entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor es de 0,05 %.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, el exponente de distribución de potencia de la capa central es de 1,9-2,05.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, el exponente de distribución de potencia de la capa central es de 1,92-1,94.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, la fibra de pocos modos admite señales ópticas de los modos de polarización lineal LP01, LP02, LP11 y LP21, y el intervalo de longitud de onda de trabajo de la fibra es de 1550 nm \pm 25 nm.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, la pérdida de transmisión de señales ópticas de los modos de polarización lineal compatibles con la fibra de pocos modos es inferior a 0,180 dB/km a una longitud de onda de 1550 nm.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, la fibra de pocos modos no admite señales ópticas de otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21, y la longitud de onda de corte de las señales ópticas en los modos de polarización lineal es inferior a 1500 nm.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, la pérdida por metro de señales ópticas en otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21 es mayor de 20 dB.

Sobre la base de la solución técnica anterior, en una realización preferida, el retardo del grupo diferencial de la fibra de pocos modos es inferior a 18 ps/km, y la dispersión de fibra es inferior a 25 ps/(nm*km).

La presente invención tiene los efectos beneficiosos siguientes:

1. en la fibra de pocos modos de la presente invención, a través de la forma de no dopar el elemento de germanio en la capa central en combinación con el dopado en gradiente del elemento flúor, la pérdida de transmisión de señales ópticas de los modos de polarización lineal que son compatibles con la fibra de pocos modos se reduce de manera efectiva, y la generación de códigos de error en los sistemas de comunicación y el coste del relé se reducen;

2. en la fibra de pocos modos de la presente invención, al añadir la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor al revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor, la pérdida de señales ópticas de los modos de polarización lineal que no son compatibles con la fibra de pocos modos aumenta efectivamente, y las señales ópticas de modo de polarización no deseadas pueden filtrarse rápidamente, facilitando la estabilidad de transmisión en modo de fibra;

3. en la fibra de pocos modos de la presente invención, al ajustar la distribución del índice de refracción de la capa central y añadir la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor al revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor, se puede lograr el ajuste del retardo del grupo diferencial en la fibra de pocos modos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección longitudinal esquemática de una fibra de pocos modos de baja pérdida según la

invención;

La figura 2 es una vista esquemática transversal del índice de refracción de la fibra de pocos modos de baja pérdida según la invención.

Números de referencia en los dibujos:

1:capa central; 2:revestimiento interior de cuarzo dopado con flúor; 3:segunda capa central de cuarzo dopado con flúor; 4:revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor; 5:revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor.

Descripción detallada de la invención

Con el fin de facilitar la comprensión de la presente invención, los términos utilizados en esta invención se definen primero generalmente de la siguiente manera:

capa central:una porción ubicada en el centro en la vista de la sección transversal de la fibra, que actúa como la principal región de guía de luz de la fibra;

revestimiento de cuarzo dopado con flúor:una región anular adyacente a la capa central en la vista de la sección transversal de la fibra; revestimiento interno:una región de revestimiento adyacente a la capa central de fibra; diferencia relativa del índice de refracción:

$$\Delta\% = \left[\frac{n_i^2 - n_0^2}{2 \times n_i^2} \right] \times 100\% \approx \frac{n_i - n_0}{n_0} \times 100\%$$

n_i y n_0 se refieren respectivamente a los índices de refracción de una porción correspondiente y su revestimiento exterior adyacente a una longitud de onda de 1550 nm;

perfil de distribución del índice de refracción de la ley de exponente de potencia:un patrón de distribución del índice de refracción que satisface la siguiente función de exponente de potencia, en la que n_1 se refiere al índice de refracción del eje de la fibra; r se refiere a una distancia desde el eje de la fibra; a se refiere a un radio del núcleo de fibra; α se refiere a un exponente de distribución de potencia; Δ se refiere a una diferencia en el índice de refracción relativo del núcleo/revestimiento;

$$n^2(r) = n_1^2 \left[1 - 2 \times \Delta \times \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right] \quad r < a$$

La presente invención se describirá adicionalmente en detalle con referencia a los dibujos y realizaciones adjuntos.

Con referencia a la figura 1, una realización de la presente invención proporciona una fibra de pocos modos de baja pérdida, que incluye, de adentro hacia afuera, una capa central 1, un revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2, una segunda capa central de cuarzo dopado con flúor 3, un revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor 4 y un revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor 5. El DGD (retardo de grupo diferencial) de la fibra de pocos modos es inferior a 18 p/km y la dispersión de fibra es inferior a 25 ps/(nm*km). La fibra de pocos modos admite señales ópticas de los modos de polarización lineal LP01, LP02, LP11 y LP21 (véase fibra óptica, Liu Deming, páginas 29-32), y el intervalo de longitud de onda de trabajo de la fibra es de 1550 nm \pm 25 nm. Además, la pérdida de transmisión de las señales ópticas de los modos de polarización lineal que son compatibles con la fibra de pocos modos es inferior a 0,180 dB/km a una longitud de onda de 1550 nm. En consecuencia, se reduce la pérdida de transmisión de las señales ópticas de los modos de polarización lineal que son compatibles con la fibra de pocos modos, y se reduce la generación de códigos de error en los sistemas de comunicación y el coste del relé. Además, la fibra de pocos modos no admite señales ópticas de otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21, y la longitud de onda de corte de las señales ópticas en los otros modos de polarización lineal es inferior a 1500 nm. Además, la pérdida por metro de señales ópticas en otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21 es mayor de 20 dB. En consecuencia, la pérdida de señales ópticas de los modos de polarización lineal que no son compatibles con la fibra de pocos modos aumenta de manera efectiva, y las señales ópticas de modo de polarización no deseadas pueden filtrarse rápidamente, lo que facilita la estabilidad de la transmisión en modo de fibra. Con referencia a la figura 2, el elemento de germanio no está dopado dentro de la capa central 1, el índice de refracción de la capa central 1 está en distribución de gradiente y la distribución es una distribución de exponente de potencia; el exponente de distribución de potencia α de la capa central 1 es de 1,9-2,05, y preferentemente, el exponente de distribución de potencia α de la capa central 1 es de 1,92-1,94. El valor máximo de la diferencia en el índice de refracción relativo ($\Delta 1 \%_{\text{máx}}$) entre la capa central 1 y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de 0,3 % a 0,9 %, y el radio R1 de la capa central 1 es de 10-17,4 μm . Preferentemente, el radio R1 de la capa central 1 es de 15,2 μm , y el exponente de distribución de potencia α es de 1,98; el valor máximo de la diferencia en el índice de refracción relativo ($\Delta 1 \%_{\text{máx}}$) entre la capa central 1 y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor

ES 2 748 902 T3

2 es de 0,40 %;

5 la diferencia relativa del índice de refracción (Δa %) del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 % a -0,5 %; el radio R2 del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de 10,5-21,4 μm ; preferentemente, el radio R2 del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de 19,2 μm , y la diferencia del índice de refracción (Δa %) del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 con respecto al cuarzo sintético es de -0,30 %.

10 La diferencia en el índice de refracción relativo (Δc %) entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor 3 y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de 0,05 % a 0,2 %; el radio R3 de la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor 3 es de 11-22,4 μm . Preferentemente, la diferencia en el índice de refracción relativo (Δc %) entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor 3 y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de 0,05 %.

15 La diferencia en el índice de refracción relativo ($\Delta 2$ %) entre el revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor 4 y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor 2 es de -0,1 % a -0,5 %; el radio R4 del revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor 4 es de 20,5-40,0 μm .

20 La diferencia relativa del índice de refracción (Δb %) del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor 5 con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 % a -0,5 %. El radio R5 del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor 5 es de 40,0-100,0 μm .

Las diversas realizaciones típicas y los datos detectados son los siguientes:

Realización n.º	1	2	3	4	5	6	7
coeficiente de exponente de potencia α de la capa central	1,7	1,9	1,92	1,94	1,98	2,05	2,3
$\Delta 1$ máx (%)	0,9	0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
$\Delta 2$ (%)	-0,1	-0,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7
Δa (%)	-0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Δb (%)	-0,3	-0,1	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3
Δc (%)	0,2	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
R1 (μm)	10	10,7	13,6	10,2	13,6	15,2	17,4
R2 (μm)	10,5	11,2	15,1	13,2	16,6	19,2	21,4
R3 (μm)	11	12,2	17,1	15,2	18,6	20,2	22,4
R4 (μm)	20,5	19,2	23,1	21,2	24,6	34,2	40
R5 (μm)	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	40	62,5
modos compatibles	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP11	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21
retardo de grupo diferencial DGD	17,6	16,1	9,1	9,2	8,9	8,9	15,2
coeficiente de dispersión de 1550 nm (LP01)	20,2	19,8	19,4	19,2	19,1	18,1	19,7
coeficiente de dispersión de 1550 nm (LP02)	20,8	19,9	19,1	-	19,3	18,8	19,3
coeficiente de dispersión de 1550 nm (LP11)	20,1	19,6	19,5	19,5	18,9	18,1	19,1

(continuación)

coeficiente de dispersión de 1550 nm (LP21)	19,9	19,2	19	-	18,8	17,7	18,9
coeficiente de atenuación LP01 (dB/km)	0,179	0,176	0,175	0,172	0,169	0,166	0,171
coeficiente de atenuación LP02 (dB/km)	0,175	0,178	0,178	26	0,171	0,171	0,178
coeficiente de atenuación LP11 (dB/km)	0,174	0,179	0,174	0,172	0,177	0,173	0,174
coeficiente de atenuación LP21 (dB/km)	0,177	0,18	0,177	43	0,177	0,174	0,179

5 Se puede ver a partir de las pruebas que se muestran en la tabla anterior que, en comparación con la fibra convencional de pocos modos del mismo tipo, la fibra de pocos modos de baja pérdida proporcionada por la presente invención ha reducido en gran medida el coeficiente de atenuación (la pérdida de aproximadamente 0,2 dB/km para las fibras convencionales de pocos modos), y la fibra muestra rendimientos relativamente buenos al afectar los modos de polarización lineal que no admite.

REIVINDICACIONES

1. Una fibra de pocos modos de baja pérdida, que comprende de adentro hacia afuera, una capa central (1), un revestimiento interno de cuarzo (2), una segunda capa central de cuarzo (3), un revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor (4) y un revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor (5), en la que el radio de la capa central (1) es de 10-17,4 μm , la capa central (1) no está dopada con germanio, el índice de refracción de la capa central (1) está en distribución de gradiente, y la distribución es una distribución de exponente de potencia, **caracterizada porque** el revestimiento interno de cuarzo (2) está dopado con flúor, la segunda capa central de cuarzo (3) está dopada con flúor, el valor máximo de la diferencia en el índice de refracción relativo entre la capa central (1) y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 0,3 % a 0,9 %, la diferencia relativa del índice de refracción del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 % a -0,5 %, la diferencia en el índice de refracción relativo entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor (3) y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 0,05 % a 0,2 %, la diferencia en el índice de refracción relativo entre el revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor (4) y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de -0,1 % a -0,5 %, la diferencia relativa del índice de refracción del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor (5) con respecto al cuarzo sintético es de -0,3 % a -0,5 %, el radio del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 10,5- 21,4 μm , el radio de la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor (3) es de 11-22,4 μm , el radio del revestimiento deprimido de cuarzo dopado con flúor (4) es de 20,5-40,0 μm , y el radio del revestimiento exterior de cuarzo dopado con flúor (5) es de 40,0-100,0 μm .
2. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 1, en la que:
 el radio de la capa central (1) es de 15,2 μm , y el exponente de distribución de potencia es de 1,98; el valor máximo de la diferencia en el índice de refracción relativo entre la capa central (1) y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 0,40 %; el radio del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 19,2 μm , y la diferencia del índice de refracción del revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) con respecto al cuarzo sintético es de -0,30 %; y la diferencia en el índice de refracción relativo entre la segunda capa central de cuarzo dopado con flúor (3) y el revestimiento interno de cuarzo dopado con flúor (2) es de 0,05 %.
3. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 1, en la que el exponente de distribución de potencia de la capa central (1) es de 1,9-2,05.
4. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 1, en la que el exponente de distribución de potencia de la capa central (1) es de 1,92-1,94.
5. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 1, en la que la fibra de pocos modos admite señales ópticas de los modos de polarización lineal LP01, LP02, LP11 y LP21, y el intervalo de longitud de onda de trabajo de la fibra es de 1550 nm \pm 25 nm.
6. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 5, en la que la pérdida de transmisión de las señales ópticas de los modos de polarización lineal que son compatibles con la fibra de pocos modos es inferior a 0,180 dB/km a una longitud de onda de 1550 nm.
7. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 1, en la que la fibra de pocos modos no admite señales ópticas de otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21, y la longitud de onda de corte de las señales ópticas en los otros modos de polarización lineal es inferior a 1500 nm.
8. La fibra de pocos modos de baja pérdida de la reivindicación 7, en la que la pérdida por metro de las señales ópticas en los otros modos de polarización lineal que no sean LP01, LP02, LP11 y LP21 es mayor de 20 dB.
9. La fibra de pocos modos de baja pérdida de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que el retardo del grupo diferencial de la fibra de pocos modos es inferior 18 ps/km, y la dispersión de la fibra es inferior a 25 ps/(nm*km).

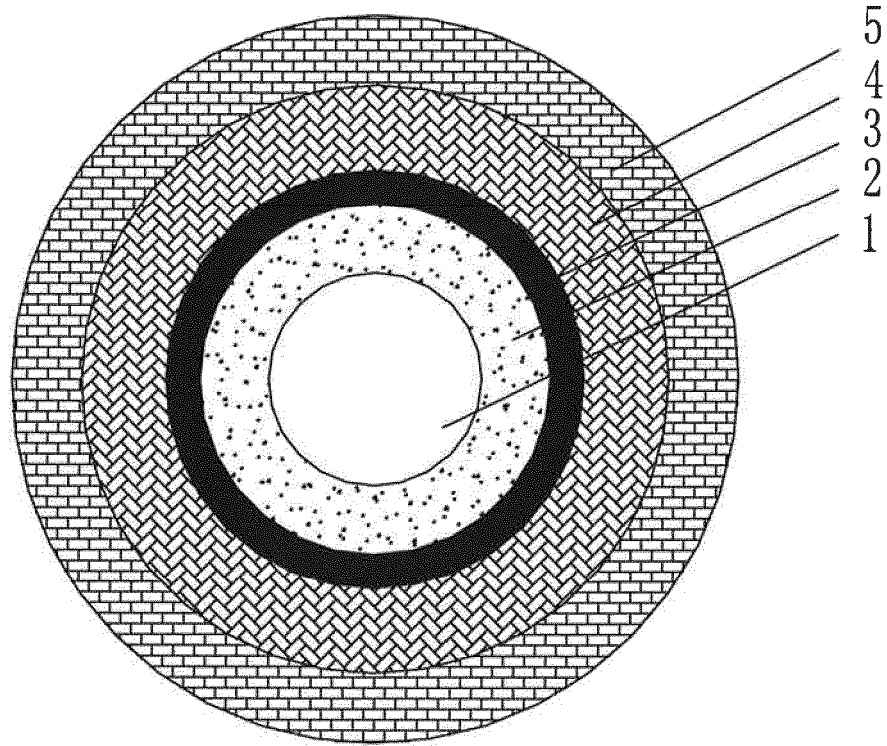


FIG. 1

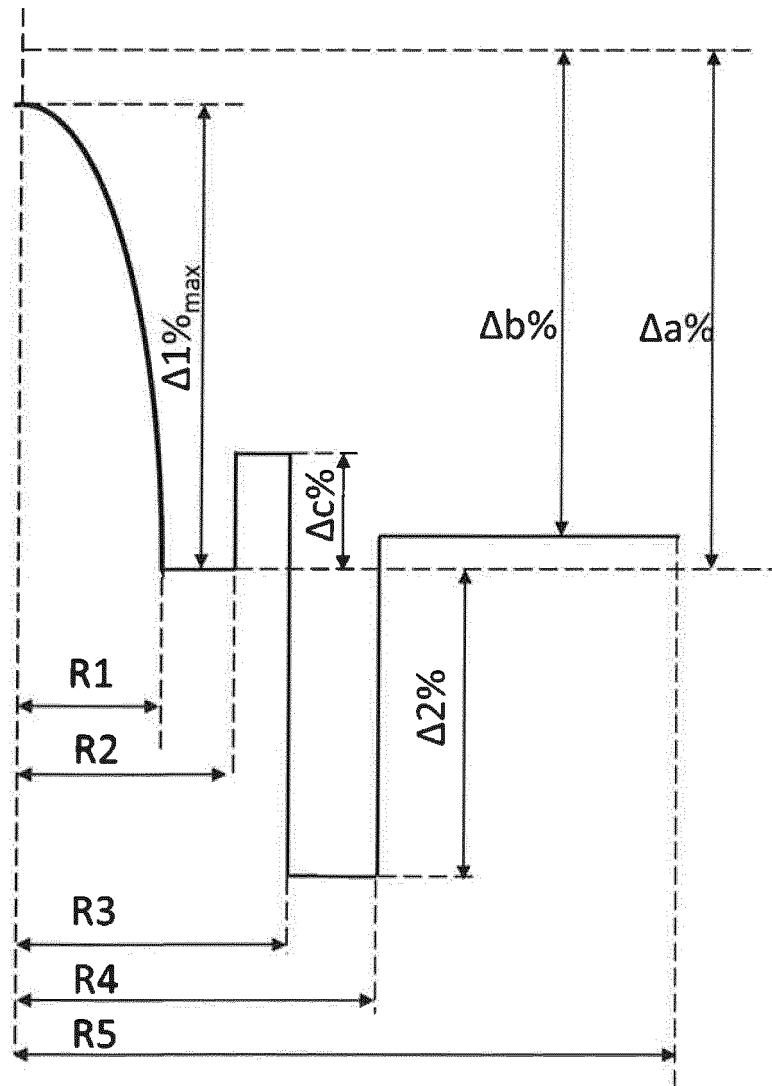


FIG. 2