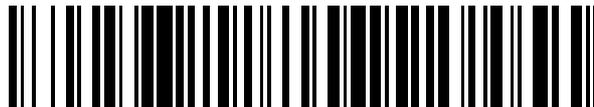


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 433 490**

51 Int. Cl.:

G02F 1/01 (2006.01)

G02B 5/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2002 E 02721880 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 1395870**

54 Título: **Polarizador de rejilla de Bragg para fibra óptica**

30 Prioridad:

14.06.2001 US 298618 P
21.01.2002 US 55204

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.12.2013

73 Titular/es:

ERICSSON TELECOMUNICAÇÕES S.A. (100.0%)
RUA MARIA PRESTES MAIA 300, VILA
GUILHERME
02047-020 SAO PAULO, SP, BR

72 Inventor/es:

TRUJILLO, PEDRO IGNACIO TORRES y
VALENTE, LUIZ CARLOS GUEDES

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 433 490 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

Polarizador de rejilla de Bragg para fibra óptica

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere, en general, al campo de polarización de la luz. Más particularmente, y no a modo de limitación, la presente invención se refiere a la polarización de la luz que se propaga en una fibra óptica.

Descripción de la técnica anterior

- 10 En muchas aplicaciones, es importante obtener un estado puro de polarización de la luz mientras que, al mismo tiempo, se mantiene la luz guiada en el interior del núcleo de una fibra óptica. En una aplicación importante, por ejemplo, existe una necesidad de ajustar la polarización de la luz antes de enviar la luz a un modulador electro-óptico externo.

- 15 Un enfoque conocido para proporcionar luz linealmente polarizada en una fibra óptica es el de utilizar una fibra óptica especial; por ejemplo, una fibra de polarización especial fabricada por 3M[®]. En dicha una fibra, un estado de polarización experimenta una pérdida muy alta, mientras que el otro estado sufre pérdidas relativamente bajas. Según el fabricante, una longitud recta de 3 metros de esta fibra especial es capaz de obtener una relación de extinción de 20 dB, mientras que el arrollamiento de la misma longitud en una barra de 3 cm de diámetro proporciona una relación de extinción de más de 40 dB.

- 20 Otros enfoques para proporcionar un polarizador en línea emplean una tecnología utilizada para fabricar acopladores de fibra pulida o fibras con forma de D. En estos enfoques alternativos, la parte plana de la fibra es revestida con diferentes capas que incluyen una capa intermedia y una capa absorbente metálica.

- 25 Cada uno de los enfoques descritos anteriormente no es totalmente satisfactorio. Por ejemplo, el enfoque de la utilización de la fibra de polarización 3M[®] especial implica el uso de varios metros de una fibra que es bastante cara. Además, en el campo de las telecomunicaciones, un problema que es común a los enfoques basados en el uso de fibras especiales es la eficiencia de acoplamiento de la luz desde una fibra estándar de telecomunicaciones a la fibra polarizante. Los enfoques que utilizan tecnologías para fabricar acopladores de fibra pulida o fibras con forma de D adolecen del problema de que requieren una deposición de película y un espesor de revestimiento muy bien controlados.

- 30 También se conoce en la técnica una fibra óptica que incorpora una rejilla para polarizar luz que se propaga a través de la misma. La patente US N° 5.546.481 de Meltz y col., por ejemplo, describe un único amplificador/una única fibra de polarización que incluye una fibra que conserva la no polarización que tiene una bifurcación con una rejilla incorporada en la misma. La bifurcación con rejilla en la patente de Meltz et al. se describe como orientada en un ángulo predeterminado, como teniendo una separación de rejilla y una resistencia de rejilla predeterminadas, y como teniendo una longitud de rejilla que se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la fibra óptica con el fin acoplar fuera de la fibra óptica una cantidad predeterminada de una polarización sobre un intervalo de longitudes de onda predeterminado mientras deja pasar la segunda polarización como una luz de salida desde la fibra óptica.

- 40 Aunque Meltz et al. proporciona luz polarizada linealmente guiada en una fibra óptica normal, en lugar de una fibra especial tal como se ha descrito anteriormente, la polarización en Meltz et al. se consigue mediante reflexión en ángulo de Brewster. Como resultado, en Meltz et al., existe una desventaja en el sentido de que la luz en el estado de polarización rechazada es acoplada fuera de la fibra y no puede ser usada.

- 45 KAWASE L R ET AL: "Force measurement using induced birefringence on Bragg gratings" MICROWAVE AND OPTOELECTRONICS CONFERENCE, 1997. LINKING TO THE NEXT CENTURY. PROCEEDINGS., 1997 SBMO/IEEE MTT-S INTERNATIONAL NATAL, BRAZIL 11-14 AUG. 1997, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 11 Agosto 1997 (1997-08-11), páginas 394-396, XP010263326 ISBN: 0-7803-4165-1 demuestra el uso de los reflectores de rejilla de Bragg en un sensor intrínseco de fuerza polarimétrica para todas las fibras. La fuerza lateral aplicada a la fibra induce una birrefringencia proporcional. Si la región en la fibra donde se aplica la fuerza contiene una rejilla de Bragg, la misma exhibirá dos picos de reflexión asociados con los modos de polarización ortogonales. La sensibilidad a la fuerza medida era de $7,2 \times 10^{-2}$ nm/kg para esta configuración específica y se espera una dependencia de la temperatura muy baja.

- 50 **Sumario de la invención**

Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para polarizar luz que se

propaga en una fibra óptica que no requiere del uso de una fibra especial y que proporciona diversas propiedades ventajosas que, generalmente, no se encuentran en los polarizadores de fibra óptica conocidos.

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato según se describe en la reivindicación 1.

5 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento según se describe en la reivindicación 11.

10 Al proporcionar a una fibra óptica una sección de rejilla de Bragg para fibra, puede obtenerse una separación de los dos estados de polarización de la luz que se propaga en la fibra óptica, aplicando una fuerza lateral a una parte predeterminada de la sección de rejilla de Bragg para fibra. Como resultado, la luz polarizada puede obtenerse usando una fibra de telecomunicaciones estándar u otra fibra óptica en la que puede obtenerse una fuerte modulación del índice de refracción, sin necesidad de usar fibras especiales, más costosas.

15 Según una realización de la presente invención, la polarización de la luz puede ser ajustada variando la posición en la que la fuerza es aplicada por el mecanismo de aplicación de fuerza, o controlando la cantidad de la fuerza aplicada. En particular, si la parte presionada de la FBG es una pequeña parte de la longitud total de rejilla, por ejemplo, aproximadamente un uno por ciento de la longitud de la rejilla, es posible tener un orificio espectral intrabanda en el espectro de reflectancia para una polarización, sin interferencia destructiva para la otra polarización. En este caso, la pequeña longitud no es suficientemente larga para presentar una reflectividad significativa por sí misma, de manera que la fuerza aplicada introduzca una diferencia de fase entre dos partes largas de la rejilla, separadas por la pequeña región presionada. Por otro lado, si la parte presionada de la FBG es igual o mayor que aproximadamente el 10 por ciento de la longitud de la rejilla, pueden observarse un pico principal de pérdida y un pico secundario de pérdida, que corresponden a los ejes rápido y lento de la región presionada. En este caso, la región presionada debe ser suficiente para presentar una fuerte reflectividad por sí misma, es decir, la región presionada actuará como una rejilla asimétrica. En una realización, por ejemplo, puede proporcionarse una rejilla uniforme y puede presionarse toda su longitud. De esta manera, al presionar la FBG de una manera controlada en una parte predeterminada de la longitud de la rejilla, puede conseguirse fácilmente la polarización de la luz que se propaga en la fibra óptica.

20 En una realización de la presente invención, la luz polarizada se consigue aplicando una fuerza a una parte de una sección de FBG de una fibra óptica para introducir una diferencia en la longitud de onda de Bragg de cada estado de polarización. Como resultado, la luz en el estado de polarización rechazada es guiada hacia atrás en la fibra en lugar de ser acoplada fuera de la fibra. En consecuencia, con una realización de la presente invención, se hace posible la utilización de la luz en el estado de polarización rechazada, si se desea. Además, el aparato para polarizar la luz según una realización de la presente invención funciona en dos bandas espectrales con efectos invertidos para cada estado de polarización. En otras palabras, con una realización de la presente invención, en una primera banda de funcionamiento, el estado de polarización Y será transmitido y el estado de polarización X será reflejado; mientras que en una segunda banda de funcionamiento, el efecto será el opuesto, donde el plano xy es perpendicular a el eje z de propagación de la fibra, y x se define como la dirección a lo largo de la fuerza aplicada.

30 Según una realización adicional de la invención, en la medida en que la polarización depende de la fuerza aplicada a la parte de FBG, el aparato de polarización puede ser activado y desactivado fácilmente simplemente aplicando o liberando la fuerza.

40 Según otras realizaciones de la invención, la FBG puede ser homogénea o con modulación de frecuencia. Cuando la FBG es homogénea, el intervalo de funcionamiento es de unos pocos nanómetros y la longitud de onda central tiene cierta capacidad limitada de ajuste. Cuando la FBG es con modulación de frecuencia, el efecto de polarización tiene lugar dentro de una ventana de longitud de onda estrecha, pero puede ser ajustado continuamente a lo largo del espectro de reflexión de la rejilla con modulación de frecuencia.

45 Según todavía otra realización de la presente invención, la fibra óptica puede comprender fibra altamente birrefringente. Aunque la eficacia de acoplamiento se reduce un poco cuando se usa dicha una fibra, la birrefringencia permanente permite que el aparato sea usado con una fuerza nula aplicada o con una fuerza menor en comparación con la requerida con una fibra de telecomunicaciones estándar.

50 Con un aparato de polarización de luz según una realización de la presente invención, es posible usar una fibra óptica estándar en lugar de una fibra óptica especial. La fibra óptica puede ser una fibra de telecomunicaciones estándar u otra fibra óptica en la que puede crearse una fuerte modulación del índice de refracción. El aparato es adecuado también para los procedimientos de producción en masa.

Otros objetos, características y ventajas adicionales de las realizaciones de la presente invención serán evidentes más adelante, en la presente memoria, en conjunción con la descripción detallada siguiente de las realizaciones

preferentes actualmente.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un aparato para polarizar la luz que se propaga en una fibra óptica según una realización actualmente preferente de la presente invención;

5 Las Figs. 2A-2C son gráficos que ilustran los espectros de transmisión de una FBG con modulación de frecuencia no apodizada con una región presionada $l = 0,2$ mm para ambas polarizaciones sin ninguna fuerza aplicada, para la polarización x con una fuerza aplicada, y para la polarización y con una fuerza aplicada, respectivamente, según una realización de la presente invención;

La Fig. 3 es un gráfico que ilustra el factor de polarización F ($F = T_x - T_y$) para las condiciones en la Fig. 2;

10 Las Figs. 4A-4C son gráficos que ilustran los espectros de transmisión de una FBG con modulación de frecuencia no apodizada con una región presionada de $l = 10$ mm para ambos estados de polarización sin ninguna fuerza aplicada, para la polarización x con una fuerza aplicada, y para la polarización y con una fuerza aplicada, respectivamente, según otra realización de la presente invención;

La Fig. 5 es un gráfico que ilustra el factor de polarización F ($F = T_x - T_y$) para las condiciones en la Fig. 4; y

15 La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para polarizar la luz que se propaga en una fibra óptica según otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones actualmente preferentes

20 La Fig. 1 ilustra, esquemáticamente, un aparato para polarizar la luz que se propaga en una fibra óptica según una realización actualmente preferente de la presente invención. El aparato está designado, en general, por el número de referencia 10, e incluye una fibra óptica 12 que tiene una sección 14 FBG en la misma. La fibra óptica 12 incluye un extremo 16 de entrada en el que la luz es introducida en la fibra óptica, tal como se indica mediante la flecha 18, y un extremo 22 de salida desde el que la luz que se propaga a través de la fibra óptica sale de la fibra óptica, tal como se indica mediante la flecha 24.

25 La fibra óptica 12 puede ser de cualquier longitud y diámetro adecuados para una aplicación particular y, preferiblemente, comprende una fibra óptica estándar, tal como una fibra de telecomunicaciones estándar u otra fibra que tiene un buen acoplamiento a una fibra estándar de telecomunicaciones y en el que puede crearse una fuerte modulación del índice de refracción. La sección 14 FBG de la fibra óptica 12 comprende una sección de longitud predeterminada, tal como se describirá más completamente más adelante, en la presente memoria.

30 Tal como se ilustra también en la Fig. 1, el aparato 10 incluye además un mecanismo 26 de aplicación de fuerza para aplicar, de manera controlable, una fuerza lateral a una parte predeterminada de la sección 14 FBG. El mecanismo 26 de aplicación de fuerza puede comprender cualquiera de entre una diversidad de mecanismos y, preferiblemente, comprende un elemento piezoeléctrico o magnetostrictivo u otro elemento mediante el cual es relativamente fácil controlar la cantidad de fuerza aplicada por el dispositivo. El mecanismo de aplicación de fuerza funciona para introducir una diferencia en la longitud de onda de Bragg de cada estado de polarización de la luz que se propaga en la fibra óptica. La fuerza es aplicada desde la parte superior a la parte inferior de la fibra óptica o de alguna otra manera para proporcionar la asimetría necesaria para crear el efecto de polarización. Además, y tal como se explicará más completamente más adelante, hay provisto un dispositivo móvil, tal como un pequeño motor o elemento similar, para cambiar la posición en la que la fuerza es aplicada por el mecanismo de aplicación de fuerza. Este dispositivo móvil se representa esquemáticamente en la Fig. 1 mediante la flecha 28 y puede estar diseñado para mover la fibra óptica y/o el mecanismo de aplicación de fuerza.

40 En particular, cuando una fibra óptica es presionada lateralmente, el camino óptico a través de la fibra óptica es alterado debido a los cambios tanto en el índice de refracción como en la longitud de la fibra. Si la región presionada contiene una FBG, estos efectos generan un cambio local cuantitativo en la longitud de onda de Bragg. La cantidad de desplazamiento de la longitud de onda de Bragg puede ser una función de la polarización, si la tensión (ϵ) aplicada no es isotrópica.

La relación entre la tensión y el cambio inducido en la longitud de onda reflejada en una FBG (con el eje de la fibra paralelo a la dirección z) puede expresarse mediante:

$$\Delta\lambda_{Bx} = \lambda_B \varepsilon_z - n_{eff}^2 \frac{\lambda_B}{2} [P_{11} \varepsilon_x + P_{12} (\varepsilon_x + \varepsilon_y)] \quad (1a)$$

$$\Delta\lambda_{By} = \lambda_B \varepsilon_z - n_{eff}^2 \frac{\lambda_B}{2} [P_{11} \varepsilon_y + P_{12} (\varepsilon_x + \varepsilon_y)] \quad (1b)$$

5 en las que los índices x , y y z representan los tres ejes cartesianos (véase la Fig. 1), n_{eff} es el índice de refracción efectivo en la fibra, y P_{11} y P_{12} son elementos de matriz del tensor electro-óptico (para la sílice, por ejemplo, $P_{11} = 0,113$ y $P_{12} = 0,252$). La tensión ε_i y la longitud afectada pueden relacionarse con la fuerza aplicada usando un modelo propuesto en el artículo "Fiber Bragg Grating (FGB) Characterization and Shaping by Local Pressure", C J S de Matos, P Torres, L C G Valente, W Margulis y R Stubbe, Journal of Lightwave Technology, vol. 19, nº 8, páginas 1206-1211, Agosto, 2001 (denominado en lo sucesivo como el artículo "JLT").

Plano de tensión: $\varepsilon_z = 0$

Las ecuaciones se reducen a:

$$\Delta\lambda_{Bx} = -n_{eff}^2 \frac{\lambda_B}{2} [P_{11} \varepsilon_x + P_{12} \varepsilon_y], \quad (2a)$$

$$\Delta\lambda_{By} = -n_{eff}^2 \frac{\lambda_B}{2} [P_{11} \varepsilon_y + P_{12} \varepsilon_x], \quad (2b)$$

10

Si $\varepsilon_x = -2 \varepsilon_y$, tal como se propuso en el artículo JLT, se obtiene la relación siguiente:

$$\frac{\Delta\lambda_{Bx}}{\Delta\lambda_{By}} = \frac{2P_{11} - P_{12}}{2P_{12} - P_{11}} = -0.0665 \quad (3)$$

Esta ecuación confirma los resultados simulados descritos en el artículo "Analysis of Induced-Birefringence Effects on Fiber Bragg Gratings", R. Gafsi y M A El-Sherif, Optical Fiber Technology, nº. 6, páginas 299-323 (2000).

15

Para modelar una FBG presionada a nivel local, el valor de $\Delta\lambda_B$ para una polarización se ajustó hasta que se alcanzó la condición de transmisión deseada. Por lo tanto, usando la ecuación (3), puede simularse también $\Delta\lambda_B$ para la otra polarización.

20

Supóngase una fuerte rejilla no apodizada, de 4 cm de largo, con un cambio de índice de 2.5×10^{-4} y una modulación de frecuencia de -45 pm/mm. Se consideró que el índice efectivo del núcleo de la fibra era de $n_{eff} = 1,46$ y una longitud de onda de diseño de 1.530 nm. Bajo estas condiciones, la rejilla tiene un ancho de banda de ~1,49 nm. Se consideró que el eje de la fibra era paralelo a la dirección z y que la fuerza se aplica a lo largo del eje x . De esta manera, a partir de las ecuaciones (1a) y (1b), $\Delta\lambda_{By} > \Delta\lambda_{Bx}$. La estructura de rejilla que se usó puede fabricarse fácilmente usando una máscara de fase o enfoques holográficos.

25

Con el fin de investigar cómo se transmite cada polarización (o es reflejada), se define un factor de polarización como

$$F = T_x - T_y, \quad (4)$$

en el que T_x y T_y son la transmisión de la rejilla para la polarización de la luz en los ejes x e y , respectivamente. Si $F = 0$, la rejilla es totalmente independiente de la polarización. Cuando F es positivo, la transmisión es mayor para la luz polarizada en x que para la luz polarizada en y . Cuando F es negativo, la rejilla es adecuada, en el modo de transmisión, para la luz con polarización en y .

Se modeló una FBG con modulación de frecuencia con una pequeña sección perturbada considerando $L_2 = 0,2$ mm. Los espectros de transmisión se muestran en las Figs. 2A-2C. La curva en la Fig. 2A representa ambos estados de polarización sin ninguna fuerza aplicada, la curva en la Fig. 2B representa la polarización x con una fuerza aplicada, y la curva en la Fig. 2C representa la polarización y con una fuerza aplicada. En este caso, se consideró un aumento de la longitud de onda $\Delta\lambda_{By} = 2$ nm; la otra polarización se calculó usando las ecuaciones 1(a) y 1(b). Se observa que para la luz polarizada en y , puede obtenerse un fuerte aumento de la transmisión aumentando la longitud de onda de Bragg de la sección presionada en $\Delta\lambda_{By} = 2$ nm. Se estima que este aumento de longitud de onda se consigue con una fuerza lateral de 320 gf. La luz polarizada en x sufre un pequeño cambio en la longitud de onda de Bragg que no es suficiente para conseguir la fase necesaria para inducir una interferencia destructiva considerable. La luz polarizada en y es transmitida en una banda estrecha con una anchura de línea de ~ 22 pm. A partir del correspondiente factor F de polarización para este caso (ecuación 4), es decir, a partir de la gráfica en la Fig. 3, la luz polarizada en y es, en la práctica, la única luz transmitida a una longitud de onda fija. Con esta característica, esta FBG presionada localmente puede ser usada como un polarizador altamente selectivo. Mediante una exploración de un dispositivo de aplicación de fuerza a lo largo de la rejilla con la misma intensidad de tensión, es posible ajustar el funcionamiento a lo largo de todo el espectro de la rejilla, ~ 1.9 nm en este ejemplo.

Los resultados para la segunda condición, cuando la sección perturbada $L_2 = 10$ mm, se ilustran en las Figs. 4A-4C y en la Fig. 5. La curva de la Fig. 4A representa ambos estados de polarización sin ninguna fuerza aplicada, la curva en la Fig. 4B representa la polarización x con una fuerza aplicada, y la curva en la Fig. 4C representa la polarización y con una fuerza aplicada. Se observa que el pico principal de pérdida y un pico secundario de pérdida en la respuesta espectral corresponden a los ejes rápido y lento de la región presionada, con una división de polarización de ~ 2 nm y una anchura de línea de ~ 620 pm. En este caso, la longitud considerada era de $L_2 = 10$ mm y el aumento de longitud de onda en $\Delta\lambda_{By} = 2$ nm. Aplicando las ecuaciones (1a) y (1b), se calculó la otra polarización. El factor F de polarización correspondiente (Fig. 5) indica una transmisión (reflectividad), cercana al 100% para cada polarización de la luz. Con estas características, la rejilla trabaja bien como un polarizador a la longitud de onda a la que F es cercano a ± 1 en la Fig. 5. Es evidente que el modo de funcionamiento en esta configuración es completamente diferente del modo de funcionamiento en el primer caso. En esta configuración, se requiere una gran intensidad de la reflexión por la región presionada de la rejilla con el fin de tener fuertes lóbulos laterales, donde se producirán los efectos de polarización. Debido a que la posición del pico secundario de pérdida es una función de la fuerza aplicada, el ajuste espectral se conseguirá variando la fuerza aplicada. Sin embargo, las rejillas con modulación de frecuencia con ancho de banda de más de 10 nm pueden ser fabricadas de manera rutinaria.

Por último, controlando la fuerza aplicada, el polarizador modelado puede ser activado o desactivado fácilmente para la longitud de onda deseada, simplemente aplicando o liberando la fuerza aplicada por el mecanismo de aplicación de fuerza. El ancho de banda final alcanzable está limitado por la división de la polarización, que está directamente relacionada con la fuerza aplicada.

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra, esquemáticamente, un procedimiento 40 para polarizar la luz que se propaga en una fibra óptica que incluye una rejilla de Bragg para fibra de una longitud predeterminada según una realización de la presente invención. Inicialmente, tal como se muestra en la etapa 42, se aplica una fuerza a un porcentaje predeterminado de la longitud predeterminada de la FBG, para activar el polarizador. La fuerza aplicada es controlada para polarizar la luz que se propaga en la fibra óptica (etapa 44). Por último, el polarizador puede ser desactivado liberando la fuerza aplicada, tal como se muestra en la etapa 46.

Un aparato para polarizar la luz que se propaga en una fibra óptica según la presente invención puede ser construido fácilmente usando una fibra óptica estándar, tal como una fibra estándar de telecomunicaciones; y, tal como se ha indicado anteriormente, proporciona considerables ventajas sobre los polarizadores que dependen del uso de fibras especiales, entre las que se incluyen la de ser más económico y que proporciona una mayor eficiencia de acoplamiento cuando se conecta a las fibras ópticas estándar. Además, debido a que, en la presente invención, la luz en el estado de polarización rechazada es guiada hacia atrás en la fibra óptica; esta luz puede ser usada, si se desea. Por ejemplo, si el aparato se utiliza para sondear el estado de polarización de la luz; se necesitará información relativa a la cantidad relativa de la luz en cada polarización, no sólo la cantidad de luz en un estado de polarización que se obtiene en un aparato anterior, en el que se pierde una polarización. El aparato

según la presente invención es adecuado también para técnicas de producción en masa.

5 La FBG según la presente invención puede ser homogénea o con modulación de frecuencia. Para una FBG homogénea, el intervalo de funcionamiento puede ser de hasta unos pocos nanómetros y la longitud de onda central tiene cierta capacidad de ajuste limitada. Para una FBG con modulación de frecuencia, el efecto de polarización tiene lugar sólo en una longitud de onda relativamente estrecha; sin embargo, puede ser ajustado continuamente a lo largo del espectro de reflexión de la rejilla con modulación de frecuencia. De esta manera, para una FBG con modulación de frecuencia, el aparato funciona como un filtro de transmisión de polarización, ajustable, selectivo, de banda estrecha. También es posible usar una fibra altamente birrefringente en lugar de una fibra de telecomunicaciones, si se desea. En dicho caso, la eficacia de acoplamiento se reduce; sin embargo, la birrefringencia permanente permite que el aparato sea usado con la aplicación de una fuerza nula o con menos fuerza en comparación con un aparato realizado usando fibra de telecomunicaciones estándar.

10 Debería entenderse que el término "comprende/que comprende", cuando se usa en la presente memoria descriptiva, debería entenderse que especifica la presencia de características, enteros, etapas o componentes; pero no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

15 Aunque lo que se ha descrito en la presente memoria constituye las realizaciones actualmente preferentes de la invención, debería entenderse que la invención puede ser variada de muchas maneras sin apartarse del alcance de la misma. En consecuencia, debería reconocerse que la invención debería estar limitada sólo, en la medida en que sea necesario, por el alcance de las reivindicaciones siguientes.

20

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para polarizar luz que se propaga a través de una fibra óptica (12), que comprende:
una fibra óptica que tiene una sección (14) de rejilla de Bragg para fibra de una longitud predeterminada; y
un mecanismo (26) de aplicación de fuerza para aplicar una fuerza lateral a una parte predeterminada de la sección (14) de rejilla de Bragg para fibra;
en el que
la sección (14) de rejilla de Bragg para fibra está dispuesta entre un extremo (16) de entrada y un extremo (22) de salida de la fibra óptica (12) de manera que la luz introducida al extremo de entrada debe pasar a través de la sección de rejilla de Bragg para fibra para llegar al extremo de salida;
- el mecanismo (26) de aplicación de fuerza introduce una diferencia en la longitud de onda de Bragg de cada estado polarización de la luz que se propaga en la fibra óptica (12); y
la tensión aplicada es no isotrópica.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha parte predeterminada comprende un porcentaje predeterminado de la longitud predeterminada de la sección (14) de rejilla de Bragg para fibra.
3. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho porcentaje predeterminado comprende un 1 por ciento.
4. Aparato según la reivindicación 2, en el que dicho porcentaje predeterminado es igual o mayor que el 10 por ciento, en el que se consigue un ajuste espectral de la luz.
5. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha sección (14) de rejilla de Bragg para fibra es homogénea y en el que dicho aparato tiene un intervalo de funcionamiento ajustable.
6. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha rejilla de Bragg para fibra es con modulación de frecuencia, y en el que dicho aparato puede ser ajustado continuamente a lo largo de un espectro de reflexión de rejilla con modulación de frecuencia.
7. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fibra óptica (12) comprende una fibra óptica de telecomunicaciones.
8. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fibra óptica (12) comprende una fibra óptica con fotosensibilidad.
9. Aparato según la reivindicación 1, en el que dicha fibra óptica (12) comprende una fibra óptica con una birrefringencia permanente, de manera que el aparato puede ser usado con la aplicación de una fuerza nula.
10. Aparato según la reivindicación 1, que incluye además un dispositivo (28) móvil para cambiar la posición en la que dicha fuerza es aplicada por dicho mecanismo de aplicación de fuerza.
11. Un procedimiento para polarizar la luz que se propaga a través de una fibra óptica, que comprende:
proporcionar una fibra óptica que tiene una sección (14) de rejilla de Bragg para fibra de una longitud predeterminada; y
aplicar una fuerza lateral a una parte predeterminada de dicha sección de rejilla de Bragg para fibra para polarizar la luz que se propaga en dicha fibra óptica;
en el que
la sección (14) de rejilla de Bragg para fibra está dispuesta entre un extremo (16) de entrada y un extremo (22) de salida de la fibra óptica (12) de manera que la luz introducida en el extremo de entrada debe pasar a través de la sección de rejilla de Bragg para fibra para llegar al extremo de salida;
- la aplicación de una fuerza lateral introduce una diferencia en la longitud de onda de Bragg de cada estado de polarización de la luz que se propaga en la fibra óptica (12); y
la tensión aplicada es no isotrópica.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, que incluye además la etapa de retirar la fuerza lateral aplicada para

desactivar dicha polarización de la luz.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que dicha etapa de aplicación de una fuerza lateral a una parte predeterminada de dicha sección (14) de rejilla de Bragg para fibra comprende la aplicación de una fuerza lateral a un porcentaje predeterminado de la longitud predeterminada de dicha sección de rejilla de Bragg para fibra.

5 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicho porcentaje predeterminado comprende un 1 por ciento.

15. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que dicho porcentaje predeterminado comprende el 10 por ciento o más.

16. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que

10 el procedimiento es realizado por un aparato; y

el procedimiento comprende además:

activar dicho aparato mediante la aplicación de una fuerza lateral a una parte predeterminada de dicha longitud predeterminada; y

desactivar dicho aparato retirando dicha fuerza lateral.

15

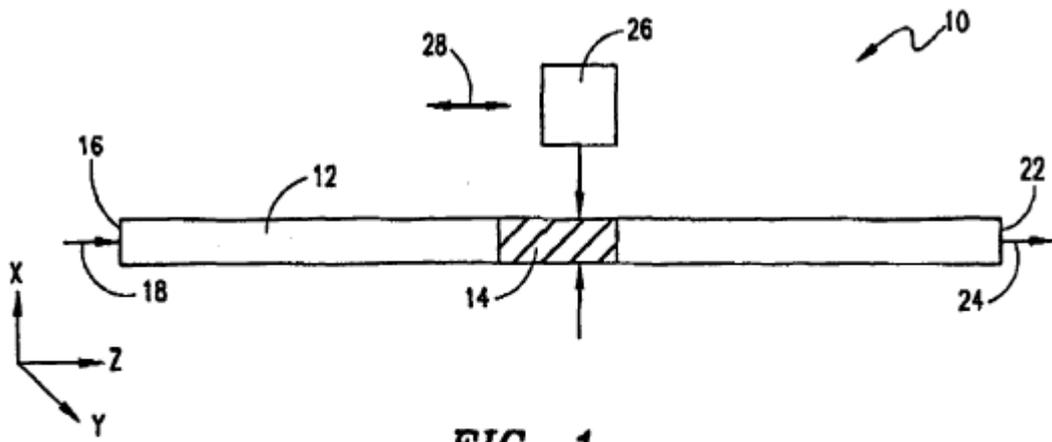


FIG. 1

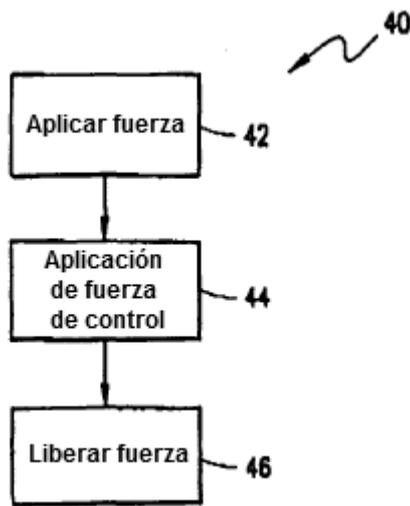
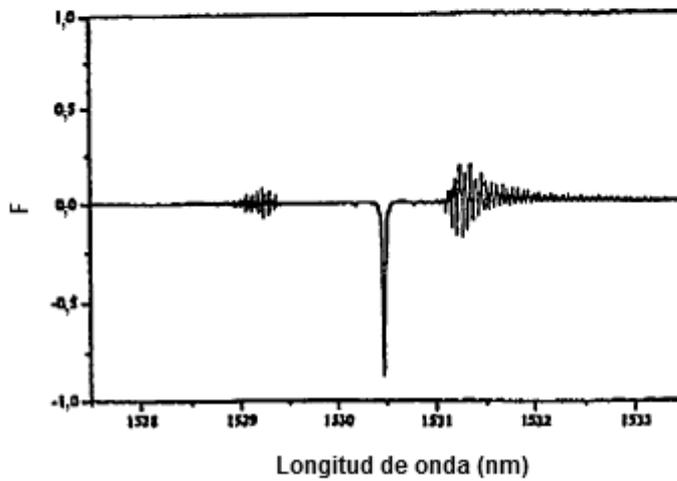
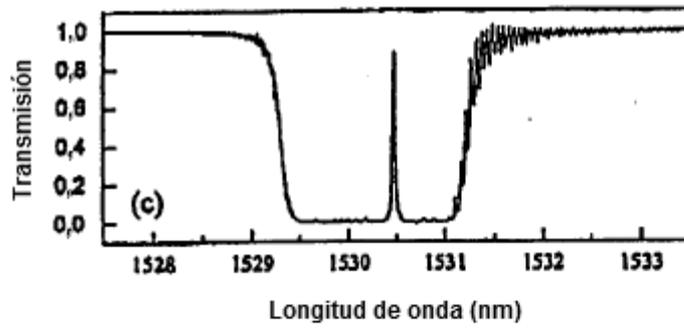
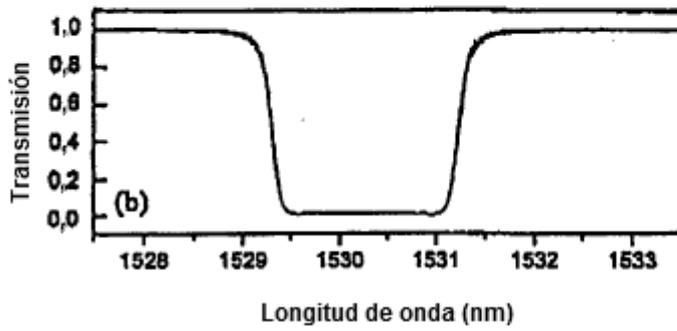
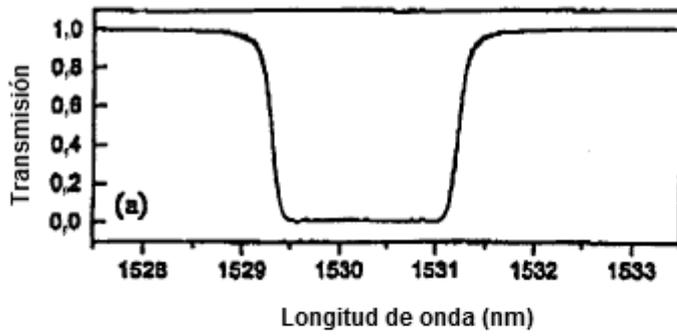


FIG. 6



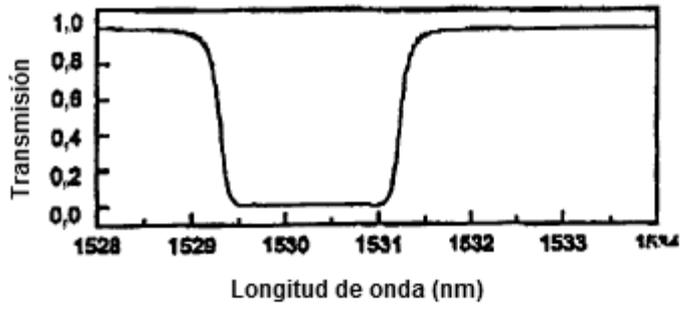


FIG. 4A

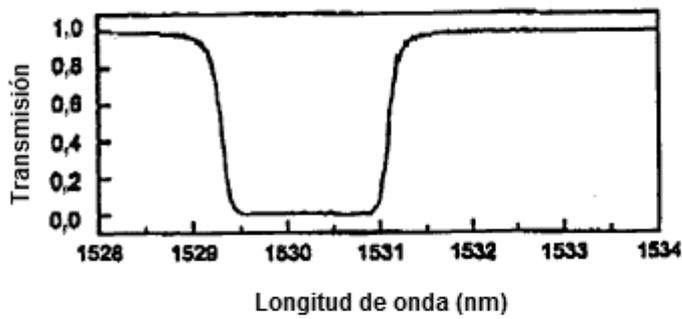


FIG. 4B

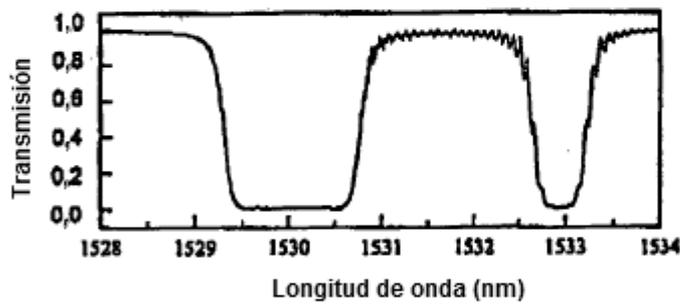


FIG. 4C

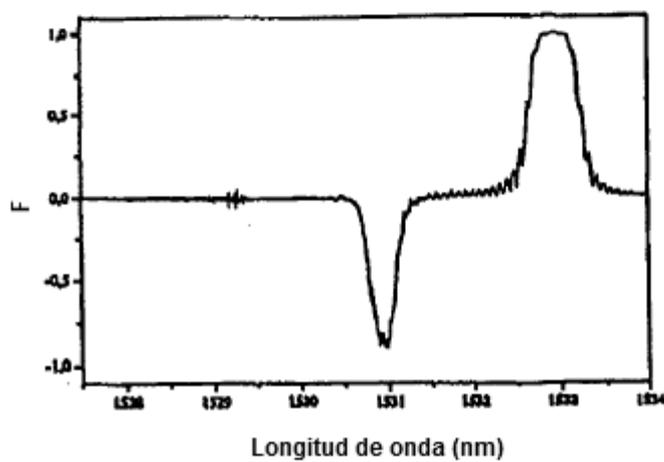


FIG. 5