



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 338 079**

⑫ Número de solicitud: 200701115

⑬ Int. Cl.:  
**G02B 6/00** (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **25.04.2007**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2010**

Fecha de la concesión: **17.05.2011**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **27.05.2011**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**27.05.2011**

⑲ Titular/es: **Universidad Complutense de Madrid  
Rectorado - Avda. de Séneca, 2  
28040 Madrid, ES**

⑳ Inventor/es: **Bernabéu Martínez, Eusebio;  
Martínez Antón, Juan Carlos;  
Vázquez Molini, Daniel y  
Álvarez Fernández-Valbuena, Antonio**

㉑ Agente: **No consta**

㉒ Título: **Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares.**

㉓ Resumen:

Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares.

El sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares se refiere a la realización, en tantas posiciones como se requiera y con el tamaño y forma necesarios en función de la cantidad de luz que se pretende extraer y de la direccionalidad de la misma, de elementos de extracción con una geometría óptica definida, que pueden ser o tallados en el interior de la fibra o adosados al exterior de la misma. Estos elementos de extracción se disponen a lo largo de toda la fibra de tal manera que la luz, que en condiciones normales es conducida por la fibra óptica, sale al exterior de la misma, por la propia superficie de la fibra o por una ventana específica creada a tal efecto, con la dirección e intensidad que se desee.

ES 2 338 079 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

**DESCRIPCIÓN**

Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares.

**5 Antecedentes de la invención**

El empleo de fibra óptica como sistema de conducción luminosa es conocido desde hace mucho tiempo. Ya a mediados del siglo XIX se demostró que la luz podía ser guiada en un medio transparente. A finales de este siglo, Tyndall demostró que un haz de rayos solares podía guiarse a través de un chorro de agua. En los años 20 del pasado siglo se demostró incluso que se podía hacer sistemas que transmitieran imágenes. En los últimos 20 años ha habido un gran desarrollo de las fibras ópticas debido esencialmente a su capacidad en el ámbito de las telecomunicaciones. Hoy en día el desarrollo de la fibra para iluminación está alcanzando también elevadas cotas de desarrollo. Podemos encontrar numerosas empresas y productos que se aplican a la iluminación por fibra óptica.

La fibra óptica presenta grandes ventajas en comparación con otros sistemas convencionales de iluminación, por ejemplo, para la iluminación selectiva de superficies relativamente grandes tales como paneles publicitarios, escaparates, iluminación en lugares de difícil acceso, etc. Por otro lado, los reducidos costes de mantenimiento de la fibra y sus componentes, así como la reducción de focos de generación luminosa, pueden suponer un considerable ahorro económico y energético.

La iluminación mediante fibra óptica adquiere una especial ventaja frente a los sistemas convencionales de iluminación cuando se considera la extracción de luz a lo largo de la fibra óptica. La distribución, extracción y emisión de la luz a través de la fibra óptica que se emplea para iluminación pueden realizarse mediante la alteración de la transmisión de la onda que se conduce por la fibra. Por ejemplo la patente US4733332 y la solicitud de patente WO9820279A1 introducen el empleo de partículas difusoras y film respectivamente que permiten extraer la luz de la fibra.

Sin embargo, serían deseables sistemas alternativos, más económicos y eficaces, que permitan extraer la luz a lo largo de la fibra de manera uniforme y controlada, y que a su vez permitan conservar una elevada eficacia de transmisión de la luz remanente a lo largo de la fibra. La patente US6783269, titulada "Side-emitting rod for use with an led-based light engine", introduce el empleo de pintura fijado en el exterior de la fibra como material para la extracción de la luz. La patente US6966685 introduce una fibra en la cual el diámetro va reduciéndose de forma progresiva. En la superficie exterior se producen una serie de ranuras con perfil de V que reflejan la luz para que ésta pierda la condición de guiado y escape por cualquier punto de la fibra óptica, dando un patrón de iluminación uniforme y no dirigido. En esta patente, la intensidad de la luz extraída se modula mediante la disminución del diámetro de la fibra.

Los inconvenientes que presentan estos métodos de extracción de luz son debidos en primer lugar a una baja eficiencia. Por ejemplo, en el caso de situar puntos difusores la luz sale al exterior pero también una parte muy importante se difunde en el interior de la fibra con lo que se incrementan las pérdidas y se reduce la eficiencia del sistema. En segundo lugar, la luz que se extrae es una luz difusa y sin direccionabilidad, y por tanto difícil de emplear a la hora de iluminar una zona determinada, o bien con una baja eficiencia ya que gran parte de la luz se pierde en zonas que no eran de interés. En tercer lugar, al incrementar, de forma descontrolada, el ángulo sólido del haz de salida se incrementa el posible deslumbramiento que esta salida de luz produce en el observador. Este efecto es especialmente notable cuando se trata de sistemas aplicados a espacios con bajos niveles de luminancia donde la visión de una fuente luminosa puede hacer disminuir el contraste percibido en la visión de un objeto.

**Descripción de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de extracción de luz para fibra óptica monofilar (1). El sistema incorpora un elemento de extracción (2) que desvía la luz en el interior de la fibra (5), y un elemento o ventana de salida o escape (3) que permite el paso de la luz al exterior (4) de la fibra. El elemento de extracción (2) puede trabajar por reflexión o por refracción. La geometría óptica del elemento de extracción (2) y la del elemento de salida (3) permiten regular la forma, dirección e intensidad del haz de luz de salida. La distribución de los elementos de extracción (2) y de salida (3) realizados a lo largo de la fibra (1) permite obtener la iluminación deseada en los puntos de iluminación deseados.

La geometría óptica del elemento de extracción (2) es función del ángulo con el que viene propagándose la luz (5) por la fibra óptica monofilar (1) y de la dirección de salida de la luz (4) que queramos obtener en cada caso. Dicha geometría óptica puede ser una parte de una esfera, un cilindro plano, un cono, la combinación de todos ellos o cualquier otra superficie. El elemento de salida (3) puede ser la propia superficie exterior de la fibra (6), el elemento extractor (2) cuando éste trabaja por refracción, o una superficie definida en el interior o el exterior de la fibra que, a su vez, puede incorporar geometrías que contribuyan a dirigir la luz en la forma deseada. La geometría tanto del elemento extractor (2) como del elemento de salida (3) puede dar lugar a una superficie en bajorrelieve, es decir excavada en la fibra, como aparece en las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6, o en relieve, ocupando un volumen exterior a la fibra, como aparece en las figuras 7 y 8.

La extracción de la luz puede realizarse mediante sistemas directos o indirectos. Los sistemas directos son aquellos en los que el elemento de extracción (2) hace a su vez de elemento de salida (3), y por tanto, incorporan ambos elementos en la misma geometría, tal y como aparece en las figuras 1, 2, 5, 7 y 8. Los sistemas indirectos son los que en primer lugar desvían la luz mediante la geometría óptica del elemento de extracción (2) y, posteriormente, la dirigen a la ventana de salida (3), tal y como aparece en las figuras 3, 4 y 6. El elemento de salida (3) puede estar en la misma cara en que se dispone el elemento de extracción (2) que desvía la luz, por ejemplo, en la forma en la que se muestra en las figuras 4 y 6a, o en una cara distinta de la fibra, por ejemplo, en la forma en la que se muestra en las figuras 3 y 6b. En los sistemas indirectos, lo más habitual será que el elemento de extracción (2) que desvía la luz se sitúe enfrente al elemento de salida (3) por el que se va a extraer la luz, tal y como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 3 y 6b. Una misma fibra (1) puede contener elementos de salida (3) tanto en la misma cara que los elementos de extracción (2) como en otra cara distinta. Así mismo, un mismo sistema puede tener elementos bajorrelieve y en relieve.

La geometría óptica del elemento de extracción (2) y la del elemento de salida (3) permiten cambiar el ángulo de incidencia de la luz, de forma que dicho ángulo sea superior al ángulo límite definido por la fibra para el guiado de la luz. Una de las formas más interesantes de generar este sistema de extracción de luz para fibra óptica monofilar (1) es mediante incisiones inclinadas en la fibra. Cada incisión delimita un plano inclinado respecto del sentido de propagación de la luz en la fibra que hace de separación entre dos medios, que pueden ser, por ejemplo, el material de la fibra y el aire. De esta forma, cuando la luz se propaga en la fibra (5) e incide en dicho plano, se refleja debido a que el ángulo de incidencia es superior al ángulo límite y por tanto se desvía hacia el exterior de la fibra e incide en ésta en un ángulo tal que sale al exterior (4). Según el diseño y tipología puede haber sistemas de extracción en los que el elemento de extracción (2) actúa a la vez como ventana de salida (3) y viceversa.

El sistema de extracción puede ser desarrollado para fibras ópticas monofilares (1) con iluminación exclusivamente desde un extremo, o bien sistemas en los que la fibra tiene una fuente de luz en cada extremo de la misma y, por tanto, las geometrías ópticas reciben la luz desde ambos lados a la vez.

En el sistema de extracción de luz para fibra óptica monofilar (1) se puede incluir un tratamiento antirreflejante para incrementar el porcentaje de luz que pasa a través de los elementos de extracción. Así mismo, se puede incluir un tratamiento especular que incremente la luz reflejada cuando sea de interés dicho efecto. También es posible combinar un tratamiento antirreflejante y un tratamiento especular simultáneamente.

El sistema de extracción puede realizarse en fibras ópticas monofilares (1) con cualquier sección, incluyendo la circular, elíptica, parabólica, etc. Los elementos de extracción (2), así como las ventanas de salida (3) pueden tener diferentes geometrías de tipo plano, cilíndrico, cónico, esférico, asférico o de cualquier otra forma adecuada a la finalidad que se le asigna al elemento en cuestión.

Los elementos de extracción (2) en bajorrelieve se pueden obtener mediante el trabajo con máquinas herramienta o por cualquier otra tecnología que lo haga posible, tal y como, por ejemplo, es el cortado láser. Cuando las geometrías ópticas del elemento de salida (3) o el elemento de extracción (2) se encuentran en el exterior, formando un relieve, se producirán aparte y se incorporarán al material de la fibra mediante pegado y, preferentemente, mediante un pegado de calidad óptica.

Una de las ventajas que presenta esta invención radica en que se puede obtener un sistema en el que es posible controlar el deslumbramiento directo producido en las ventanas de escape de la luz. El observador, en este caso, no ve la parte luminosa sino que solamente percibe las superficies iluminadas por la luz de la fibra. Con este sistema, por tanto, se pueden conseguir niveles de adaptación de los observadores a las luminancias de los objetos iluminados, evitando los altos niveles de luminancia que presentan otras fibras conocidas, como las de emisión lateral.

Con esta invención, la luz puede distribuirse en la cantidad necesaria en el lugar preciso y en la dirección requerida. Esto permite variar la cantidad de luz que baña una determinada superficie para adaptarla a los requerimientos del proyecto particular, o bien diseñar el sistema para que la salida de flujo sea uniforme y por tanto el nivel de iluminancia en el plano de trabajo cumpla con las condiciones de uniformidad requeridas. Por ejemplo, en el caso del sistema de extracción ilustrado en la figura 1, el elemento de extracción (2) presenta una geometría definida por un plano inclinado que, como se aprecia en la sección (figura 1b), no es un anillo alrededor de la fibra, ya que lo que se pretende es dirigir la luz hacia una zona concreta. Las geometrías ópticas, por lo tanto, aportan una precisión de la que carecen otros sistemas de extracción de la luz de la fibra óptica, como es el caso del sistema recogido en la patente US6966685 que se refiere a unas ranuras con perfil de V que reflejan la luz por cualquier punto de la fibra óptica, dando un patrón de iluminación uniforme y no dirigido.

Por otra parte, al salir la luz exclusivamente en la dirección que nos interesa, no produce deslumbramiento molesto, ni perturbador al sujeto que percibe la escena, facilitando por tanto la acomodación del mismo al entorno visual y, en consecuencia, el poder diseñar el espacio luminoso con bajos niveles de iluminancia, con el consiguiente alto ahorro energético y de carga térmica.

## Breve descripción de los dibujos

Para facilitar la comprensión de las características de la invención, y formando parte de la memoria descriptiva, se acompañan una serie de dibujos que explican la invención.

La figura 1a muestra un sistema de extracción de la luz en fibras ópticas monofilares (1) del tipo directo, el cual consta de un elemento de extracción (2) en bajorrelieve, que permite que la luz transmitida en el interior de la fibra (5) se dirija al exterior de la fibra, y una ventana o elemento de salida (3) que se encuentra en el mismo lado que el elemento de extracción (2), y a través de la cual la luz sale al exterior de la fibra con la dirección e intensidad deseada (4). La figura 1b representa un corte en sección de dicho sistema de extracción.

La figura 2 muestra un sistema de extracción del tipo directo con un elemento de extracción (2) de la luz en bajorrelieve que presenta una geometría cuya forma es cilíndrica y transversal al eje de la fibra (1).

La figura 3 muestra un sistema de extracción de la luz del tipo indirecto, con un elemento de extracción (2) en bajorrelieve que presenta una geometría plana, en el que el escape de luz se produce por la ventana (3) situada en la parte opuesta de la fibra.

La figura 4 muestra un sistema de extracción de la luz del tipo directo con un elemento de extracción (2) en bajorrelieve que presenta una geometría plana, situado en un plano vertical perpendicular al eje de la fibra, con una ventana de escape (3) de la luz para su salida directa (4), que coincide con el elemento de extracción (2).

La figura 5 muestra el sistema de la figura 4 en perspectiva.

La figura 6 muestra un sistema de extracción de la luz del tipo indirecto consistente en un elemento de extracción (2) en bajorrelieve definido por la inserción de un plano inclinado, que introduce un medio cuyo índice de refracción es más bajo que el de la fibra, por ejemplo aire, y que hace que la luz (5) se refleje hacia el mismo lado del elemento de extracción (2) (figura 6a) o hacia el lado opuesto (figura 6b).

La figura 7 muestra un sistema de extracción de la luz del tipo directo en el cual el elemento de extracción (2), que actúa a su vez de ventana (3), se realiza en relieve.

La figura 8 muestra un sistema de extracción de la luz del tipo directo con un elemento de extracción (2) de la luz en relieve, que presenta una geometría cuya forma es un prisma. La figura 8a es una alzada y la figura 8b es una perspectiva.

## Modos de realización de la invención

Para su empleo como mera explicación, y sin que tenga carácter restrictivo, se ofrece a continuación un modo de realización de la presente invención.

Se utilizó una fibra óptica monofilar de PMMA (polimetilmetacrilato) de 9 mm de diámetro, sin camisa ni funda de protección, e iluminada por un LED por uno de sus extremos. En dicha fibra se practicó, mediante una fresadora, una canaleta plana y transversal como elemento de extracción, formando un plano de 45 grados con el eje de transmisión de la fibra y con una profundidad de penetración en la fibra de 3,5 mm, conforme aparece reflejado en la figura 6a.

En este sistema, cuando la luz incidía en la superficie que delimitaba el material de la fibra y el aire de la canaleta, se producía una reflexión total, desplazándose perpendicularmente a dicho eje hacia el exterior de la fibra. La luz se dirigía hacia el exterior de la fibra perpendicularmente a la superficie exterior de la misma y, por tanto, salía al exterior. Dado que la superficie de la fibra óptica era un cilindro, éste actuaba en el plano perpendicular al eje de la fibra como un dioptrio y, por tanto, redistribuía la luz que salía al exterior de la misma. De esta manera, se iluminó con la luz del interior de la fibra, la zona deseada alrededor de dicha fibra.

# REIVINDICACIONES

1. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) que comprende al menos:

- a. un elemento de extracción (2) que desvía luz que se transmite por la fibra
- b. un elemento de salida (3) que permite el escape de luz de dichas fibras

y **caracterizado** porque el elemento de extracción (2) produce una desviación de la luz según su avance en el interior de la fibra (5) y ésta sale al exterior de la fibra (4) por el elemento de salida (3).

2. Sistema para la extracción de luz según la reivindicación 1, en el que la fibra óptica monofilar (1) es una fibra elíptica, cuadrada o de cualquier otra forma derivada de la combinación de formas curvas y rectas en un corte en sección.

3. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el elemento de extracción (2) y el elemento de salida (3) tienen una geometría óptica que regula la forma, la intensidad y la dirección del haz de luz de salida (4).

4. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque la geometría óptica del elemento de extracción (2) y del elemento de salida (3) puede ser plana, cilíndrica, cónica, esférica, asférica o de cualquier otra forma que permite la extracción de luz de la fibra.

5. Sistema para la extracción de luz según la reivindicación 4, **caracterizado** porque mediante la distribución de los elementos de extracción (2) y elementos de salida realizados (3) a lo largo de la fibra se obtiene la iluminación deseada en los puntos de iluminación deseados.

6. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque la fuente de luz puede incorporarse tanto en uno como en los dos extremos de la fibra.

7. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el elemento de salida (3) actúa a su vez como elemento de extracción (2).

8. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el elemento de extracción (2) es a su vez el elemento de salida (3).

9. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los elementos de salida (2) se encuentran en la misma cara de la fibra que los elementos de extracción (3).

10. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los elementos de salida (3) se encuentran en una cara de la fibra distinta a la de los elementos de extracción (2).

11. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque los elementos de salida (3) se encuentran tanto en una cara distinta como en la misma cara de la fibra que los elementos de extracción (2).

12. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 y 11, **caracterizado** porque los elementos de salida (3) que se encuentran en una cara distinta a la de los elementos de extracción (2), están en la cara opuesta de la fibra.

13. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque el elemento de salida (3) es la superficie exterior de la fibra (6).

14. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque los elementos de extracción (2) se realizan en el interior de dichas fibras.

15. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque los elementos de extracción (2) se realizan en el exterior de dichas fibras.

16. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque los elementos de extracción (2) se realizan tanto en el interior como en el exterior de dichas fibras.

## ES 2 338 079 B1

17. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 y 16, **caracterizado** porque los elementos de extracción (2) en el exterior de dichas fibras se incorpora mediante un pegado.

5 18. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado** porque los elementos de extracción (2) en el exterior de dichas fibras se incorpora mediante un pegado de calidad óptica.

10 19. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque se incluye un tratamiento antirreflejante en los elementos de extracción (2).

20. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque se incluye un tratamiento especular en los elementos de extracción (2).

15 21. Sistema para la extracción de luz en fibras ópticas monofilares (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, **caracterizado** porque se incluye un tratamiento antirreflejante y un tratamiento especular en los elementos de extracción (2).

20

25

30

35

40

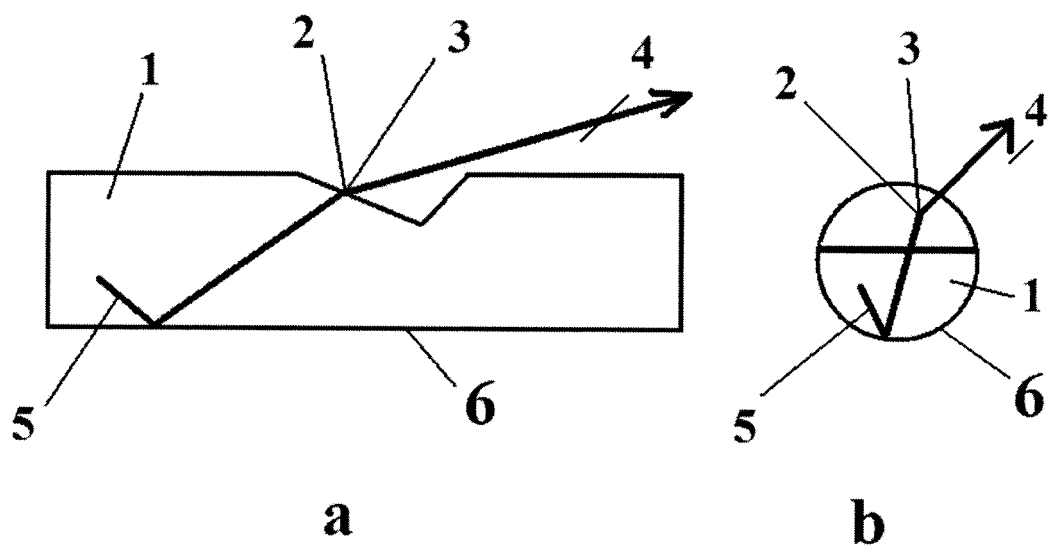
45

50

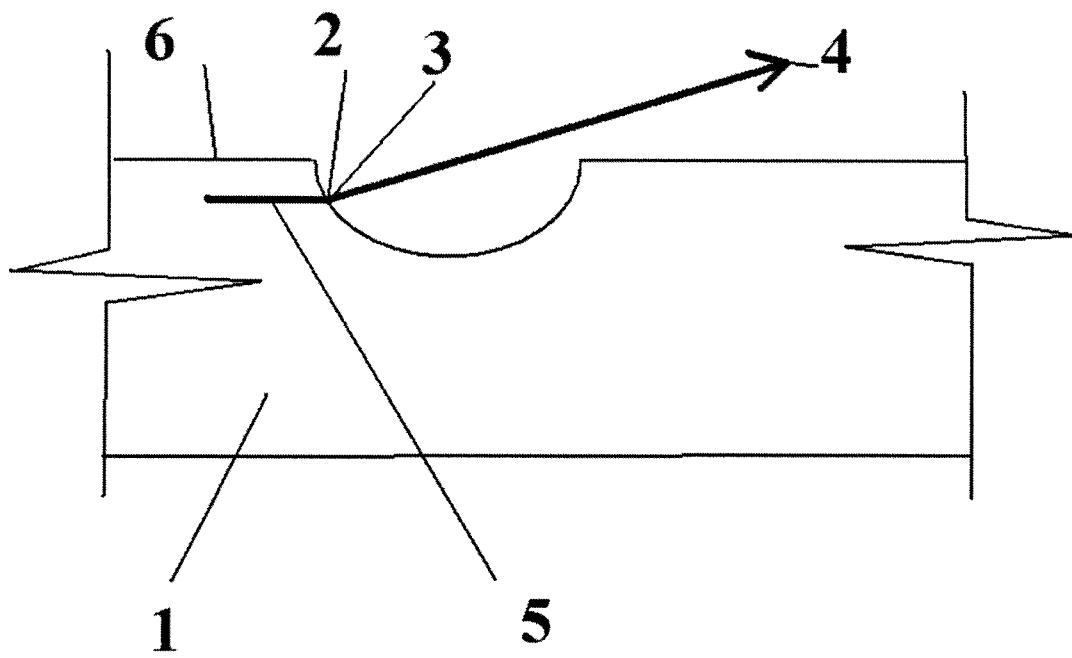
55

60

65

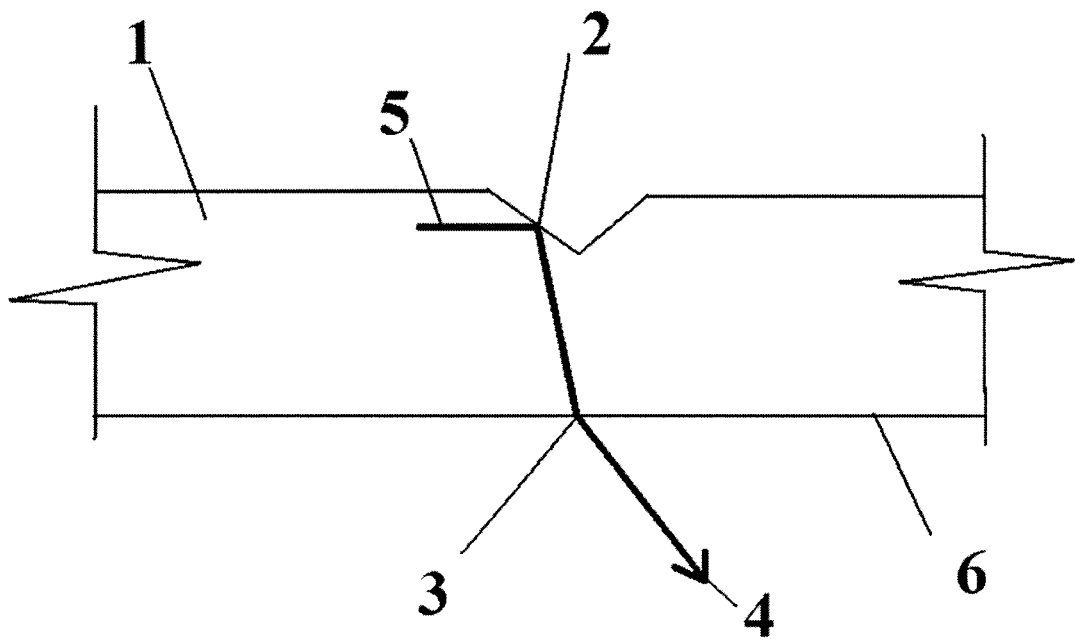


**Fig.1**

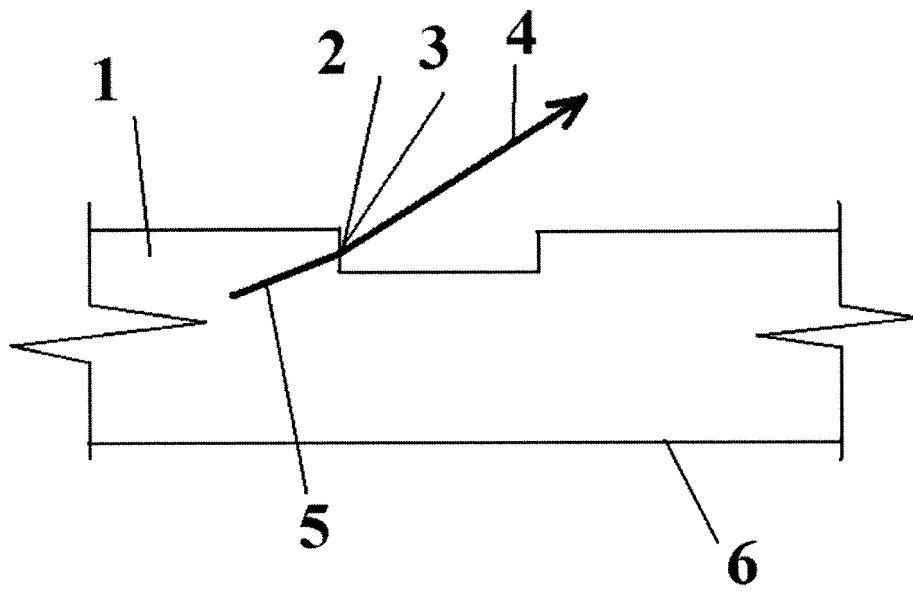


**Fig.2**

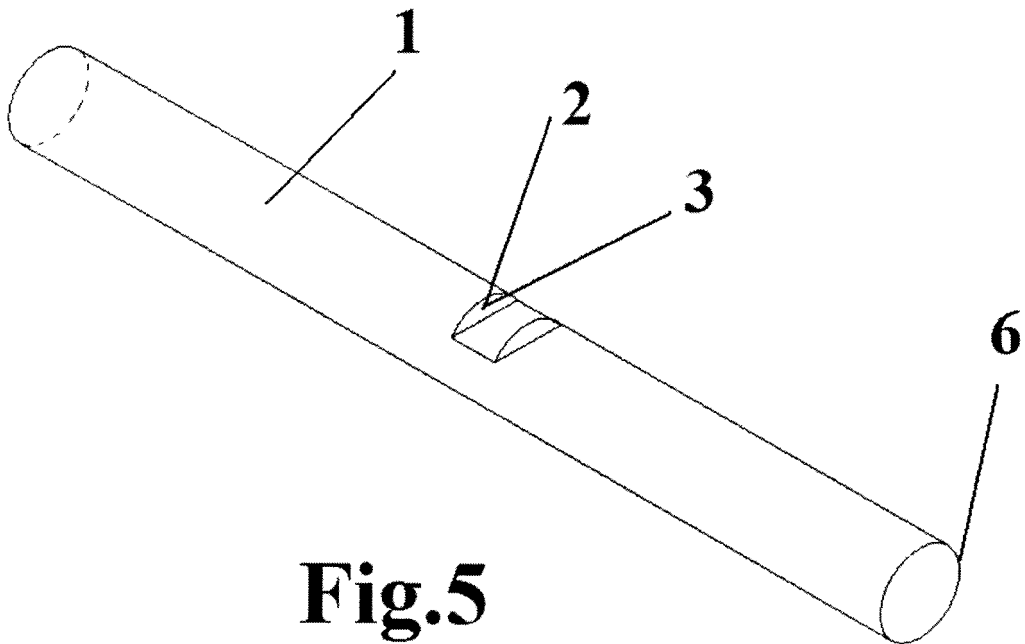




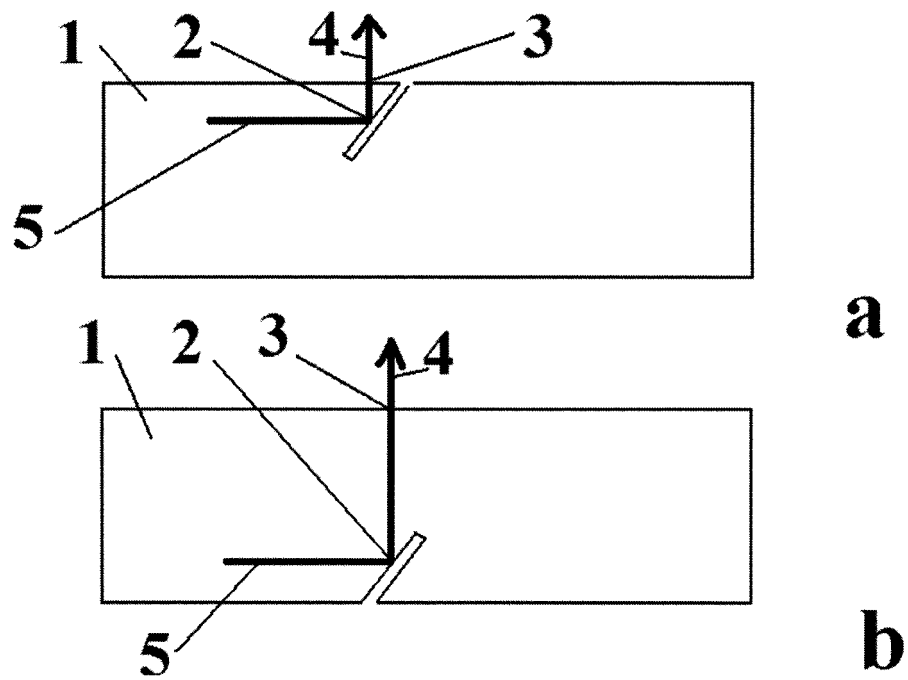
**Fig.3**



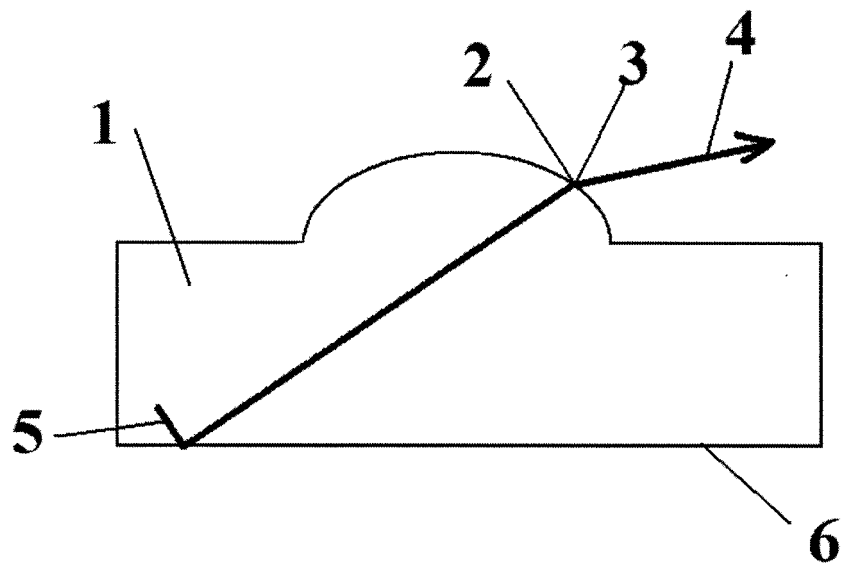
**Fig.4**



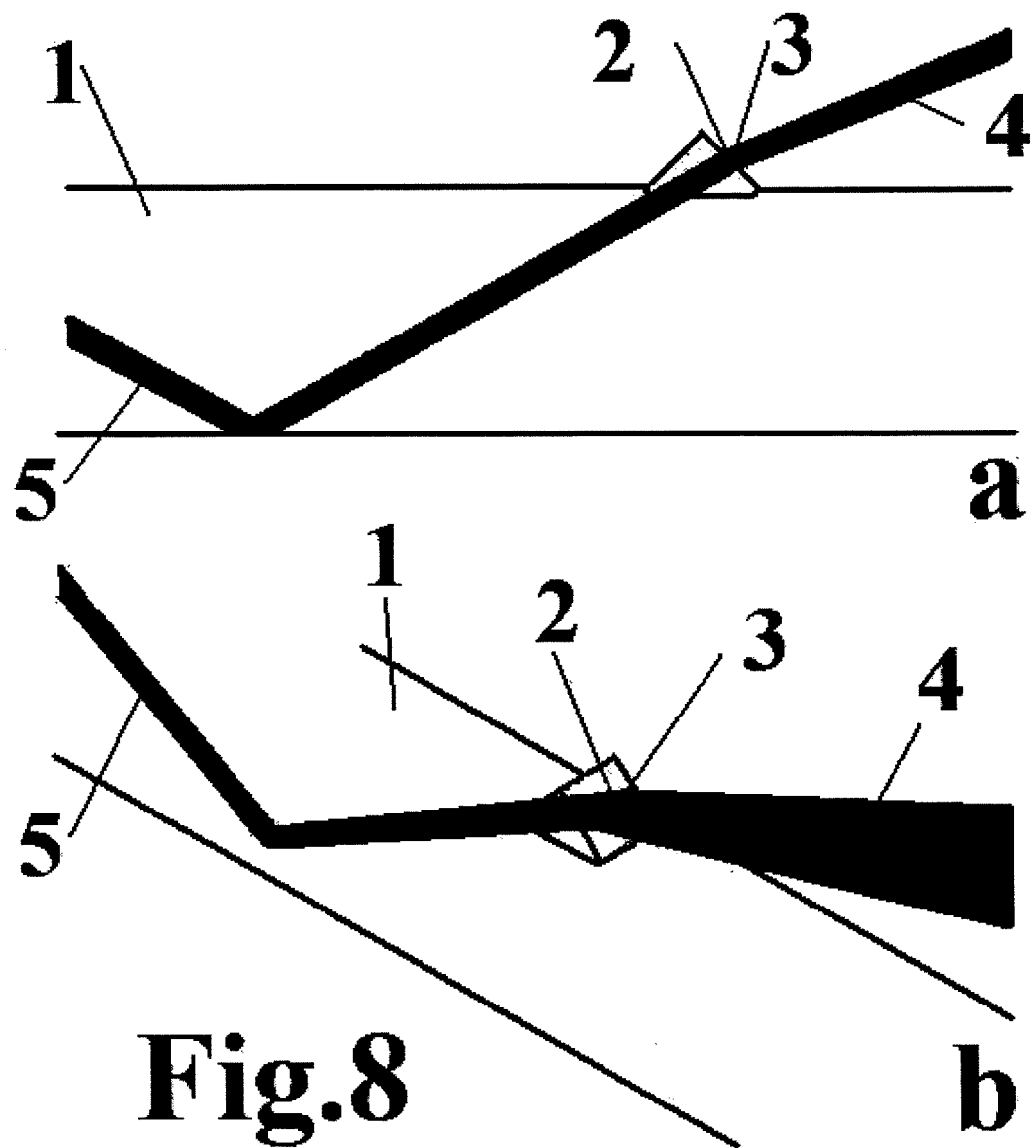
**Fig.5**



**Fig.6**



**Fig.7**





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 338 079

⑫ Nº de solicitud: 200701115

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: **25.04.2007**

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **G02B 6/00** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑯ Documentos citados                                                                                                         | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| E         | WO 2008024733 A2 (ENERGY FOCUS, INC. et al.) 28.02.2008, resumen; párrafos [0008]-[0012],[0034],[0046]-[0065]; figuras 5-8D. | 1-17,20                    |
| A         | WO 9726573 A1 (LUMENYTE INTERNATIONAL CORPORATION) 24.07.1997, todo el documento.                                            | 1-21                       |
| A         | EP 0594089 A1 (MINNESOTA MINING AND MANUFACTURING COMPANY) 27.04.1994, todo el documento.                                    | 1-9,13,15                  |
| A         | US 3535018 A (VASILATOS, A.) 20.10.1970, todo el documento.                                                                  | 1-9,13,15                  |
| A         | JP 63253903 A (MITSUBISHI RAYON CO.) 20.10.1988                                                                              |                            |
| A         | WO 0050808 A1 (INNOVATIVE PROPERTIES CO.) 31.08.2000                                                                         |                            |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

19.04.2010

Examinador

O. González Peñalba

Página

1/1