

Contactenos

De: magda johana cordoba <magdacorc12@gmail.com>
Enviado el: jueves, 25 de abril de 2013 3:21 p. m.
Para: contactenos@sic.gov.co; magda johana cordoba; magdacorc12@hotmail.com
Asunto: Contestación requerimiento 3-016114-00002-0000, tramite 2, evento 1, actuación 430, oficio 3958 y sustitución de poder
Datos adjuntos: Patente laser fibra optica Q-SWITCHING.pdf; Poder Abogado.pdf; Resumen Láser de fibra óptica Q-SWITCHING.pdf

SCPI-027-2013

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 13-016114- -00003-0000

Fecha: 2013-04-25 17:09:07 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 24

Bogotá D.C., 25 de abril de 2013

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Oficina de Propiedad Industrial

Bogotá.

Asunto: Reparto 272-2011 – presentación de respuesta de requerimiento a patente radicado N° 13-016114-00002-0000, tramite 2, evento 1, actuación 430, oficio 3958.

Respetados Señores:

De manera atenta, remito respuesta al requerimiento de la referencia adjuntando los siguientes documentos:

1. Resumen

2. Adecuación de título de patente con la descripción total de la misma, donde se adecua el título en todas sus menciones.

3. Sustitución de poder a mandatario

Agradecida por su atención.

Cordialmente,

Magda Johana Córdoba C.
Asesor
Universidad Nacional de Colombia

Anejo: lo anunciado en 22 folios

Fecha de impresión: 25 de abril de 2013.

Preparó: Magda Johana Córdoba C – Asesor

Revisó: Nancy Stella Cruz Gallego – Directora Oficina Jurídica Nacional

Archivo: Número de reparto 272-2011

--
Magda Johana Córdoba C.
Abogada
Especialista Derecho Administrativo
Universidad del Cauca

3

LÁSER DE FIBRA ÓPTICA Q-SWITCHING ACTIVO Y MÉTODO DE MODULACION DEL MISMO

1. Sector Tecnológico

- 5 La presente invención hace referencia al campo de los láseres pulsados mediante la técnica de Q-Switching usando presión local con dispositivos mecánicos.

2. Estado del Arte

- 10 Existen distintos métodos para generar un tren de pulsos laser. Entre los más comunes está el de Q-Switching que es una técnica principalmente usada con medios activos de estado sólidos para generar pulsos láser de corta duración y de alta potencia. Este método se basa en la modulación del factor Q de la cavidad resonante que mide la cantidad de luz generada por el medio activo que es retroalimentada por la cavidad resonante. La configuración de
- 15 láseres Q-Switching de fibra óptica se divide en dos grupos: i) la que combina fibra óptica con dispositivos Q-Switching de espacio libre, y ii) la otra que no incluye óptica de espacio libre y es completamente a fibra óptica. Si bien altas potencias de pico y buena eficiencia se han reportado en la literatura mundial para dispositivos Q-Switching de espacio libre, la alineación de la óptica es necesaria para poder tener una salida del pulso láser bastante
- 20 energética, es decir esto da cuenta de la eficiencia del láser, la necesidad de la re-alineación de los elementos óptico de espacio libre puede ser solucionada mediante un Q-Switching completamente a fibra óptica.

- Haciendo referencia a la Figura 1, el láser Q-Switching, inicia su emisión con un haz de luz
- 25 por medio de un láser de bombeo (101) que ingresa a la cavidad resonante (102). En la cavidad resonante se debe garantizar inicialmente, antes que entre la luz, que haya altas pérdidas y éstas se logran desajustando la alineación de la cavidad resonante.

- La incorporación de redes de Bragg grabadas en fibra (en adelante FBG) (103) en láseres completamente a fibra óptica permite desarrollar cavidades resonantes lineales simples,
- 30 compactas y robustas, eliminando la necesidad de componentes ópticos de volumen como los usados en el Q-Switching de espacio libre.

La posibilidad de ajustar la respuesta espectral de una FBG en estos láseres agrega funcionalidad a estos sistemas, como la posibilidad de lograr Q-Switching activo mediante la sintonización por medios mecánicos, como se realiza en la presente invención.

- 5 Esta ventaja de los láseres de fibra óptica, hace que exista la posibilidad de crear láseres de alta eficiencia. Es por ello que cuando se quiere diseñar y construir un láser Q-Switching de fibra óptica las posibilidades en el ajuste y desajuste de la cavidad son más sencillas, y esto hace más fácil su manipulación en el ajuste y desajuste de la misma para generar los pulsos de luz a la salida del láser, una de estas posibilidades es ajustar la respuesta espectral de una
- 10 FBG, que serían los espejos del láser de fibra óptica, esta posibilidad agrega funcionalidad a estos sistemas, que aunque se haga el ajuste mecánico de la respuesta espectral, todo ocurre dentro de la fibra óptica siendo así que el ajuste sea óptico

Las pérdidas de la cavidad resonante, básicamente se pueden modular de dos maneras:

15

- i. Q-Switching activo, en donde las pérdidas en la cavidad resonante son moduladas con un elemento de control activo, ya sea por efectos acusto-ópticos (105) o electro-ópticos, como por ejemplo celdas pockels para modulación electro óptica. En el Q-Switching activo el pulso láser se forma poco después de que llega una señal de
- 20 disparo eléctrica que sale de un modulador de señales que puede ser un generador de señales o una fuente de corriente alterna. La energía y la duración del pulso dependen de la energía almacenada en el medio activo (106) de la cavidad resonante, es decir, de la potencia de luz bombeada para excitar los iones del medio activo de la cavidad resonante y de la tasa de repetición de los pulsos como lo demuestran en el artículo¹.

25

- ii. Q-Switching pasivo, donde las pérdidas son moduladas de forma automática, generalmente, con un absorbedor saturable que tiene la característica fundamental de incrementar su transmisión a medida que aumenta la intensidad de la luz que incide sobre él. Los absorbedores naturales son cristales en el que la respuesta al

¹ "Electro-optically Q-switched lasers with polarization output coupling and their pulse control, Xiaomeng Liu,, Peixin Hu, Daijun Li, Alexander Schell, Peng Shi, Claus Rudiger Haas, Nianle Wu, Keming Du"

5 paso o no paso de la luz depende de la intensidad de la luz. Aquí, el pulso de luz se forma tan pronto como la energía almacenada en el medio activo (y por tanto la ganancia) ha llegado a un nivel lo suficientemente alto. En muchos casos, la energía y la duración del pulso son definidas por la dinámica del absorbedor, y la potencia de bombeo de la luz sólo influye en la tasa de repetición de los pulsos láser.

10 En comparación con el Q-Switching activo, el Q-Switching pasivo es simple (elimina el modulador externo y sus componentes electrónicos), y es usado para cuando se requieren altas tasas de repetición y bajas potencias de los pulsos láser, así como se reporta, por ejemplo, en el artículo *Passive Q-Switching of short-length Tm³⁺-doped silica fiber lasers by polycrystalline Cr²⁺:ZnSe microchips*, Yulong Tang, Yong Yang, Jianqiu Xu, Yin Hang, donde la duración del pulso es de 120 ns, la energía es de 14 μ J a una tasa de 53 kHz, en comparación con un Q-Switching activo que el pulso es de 4 ns, energía de 25 mJ a una

15 tasa de 1 Hz que reporta *Electro-optic Q-switched intracavity optical parametric oscillator at 1.53 μ m based on KTiOAsO₄*, Haiyong Zhu a,c, Ge Zhang a, Chenghui Huang a, Hongyan Wang b, Yong Wei a, Yanfeng Lin a,c, Lingxiong Huang a, Gang Qiu b, Yidong Huang. Por lo tanto, las energías de pulso son generalmente más bajas y la emisión es muy inestable en el caso del Q-Switching pasivo, por lo que en aplicaciones tanto a nivel de

20 industrial como científico se prefieren las técnicas de Q-Switching activas como en la presente invención.

En las Figuras 2a y 2b se muestran las dos configuraciones más representativas de sintonización por medios mecánicos. En la técnica acústico-óptica (Figura 2a) se busca,

25 mediante ondas acústicas, excitar vibraciones a lo largo de una segunda FBG (FBG2) (210) de manera que se generan bandas de reflexión laterales a ambos lados del espectro de reflexión original de esta red, de manera que si la respuesta espectral de la primera FBG (FBG1) (208) está sintonizada en una de estas bandas laterales, las pérdidas de la cavidad resonante se pueden controlar con la frecuencia y amplitud de la señal acústica acoplada a

30 la fibra. Así, se han reportado láseres Q-Switching con altas tasas de repetición (62.5 KHz) y pulsos de 82 ns como se mostró en el artículo "*Q-Switching of an all-fiber laser by*

6

acousto-optic modulation of a fiber Bragg grating", OPTICS EXPRESS, Vol. 14, No. 3, 2006- M. Delgado-Pinar, D. Zalvidea, A. Díez, P. Pérez-Millán and M. V. Andrés.

En la segunda configuración (Figura 2b) la sintonización de la FBG2 (217) se logra vía un
5 transductor controlado eléctricamente (214), como un transductor piezoeléctrico (en
adelante PZT) o un elemento piezo-magnético. En este caso se usa una FBG1 (215) cuyo
espectro está un poco corrido hacia longitudes de onda largas, de manera que por la acción
del transductor la respuesta de la FBG2 (217) se corre hacia la de la FBG1 (215) hasta que
los espectros se superponen por pocos periodos de tiempo que se traducen en un Q alto. El
10 rango de frecuencias en las que estas técnicas pueden operar es limitado por el elemento
electro-mecánico. En el caso del PZT, las frecuencias de Q-Switching están limitadas a un
factor entero de la resonancia mecánica del transductor. Los piezo-magnetos son menos
restringidos en este sentido, ya que tienen una respuesta de frecuencia relativamente plana,
y Q-Switching se ha demostrado hasta 200 kHz, pulsos tan cortos como 200 ns y potencia
15 de pico de 3 W.

A pesar de los buenos resultados, estos esquemas de Q-Switching activo por sintonización
mecánica tienen la desventaja de que requieren pegar la FBG al transductor mecánico, por
lo que podrían sufrir de pérdidas de eficiencia con el tiempo por la reiterada actuación
20 sobre la red. Degradación que se podría acelerar cuando se considera el escalado de estas
configuraciones en láseres de potencia por la alta disipación de calor. Como una alternativa
a esta problemática, otros autores proponen que la cavidad láser que se esquematiza en la
Figura 2b². Aquí, la FBG2 (217), de una reflectividad del 70%, se graba en una fibra Hi-Bi
(216) con lo cual presenta dos picos de reflexión asociados a los ejes de propagación
25 principales de esta fibra Hi-Bi. En este caso la FBG1 está grabada en una fibra estándar y
de una reflectividad del 100%, que se selecciona de tal manera que su espectro de reflexión
esté dentro la banda de uno de los espectros de la FBG2, de esta manera se tiene una
cavidad resonante que depende de la polarización de la luz, permitiendo Q-Switching

² "Compact, single-frequency all-fiber Q-switched laser at 1 μm ", OPTICS EXPRESS, Vol. 32, No. 8, 2007
Matthew Leigh, Wei Shi, Jie Zong, Jiafu Wang, and Shibin Jiang, "Single-frequency, all-fiber Q-switched
laser at 1550-nm", Presented at OSA Topical Meeting on Advanced Solid-State Photonics, 2004 - Yushi
Kaneda, Yongdan Hu, Christine Spiegelberg, Jihong Geng, Shibin Jiang"

7

activo al modificarse la birrefringencia interna de la cavidad resonante, en donde se reportaron tasas de modulación de hasta 700 kHz y pulso de 12 ns. No obstante mediante esta configuración (Figura 2b) el pulso de láser a la salida sufre de inestabilidades en el ancho del pulso, del pico y de la potencia debido a que la polarización de la luz cambia por las variaciones de la temperatura y las deformaciones que se generan en la cavidad resonante

A comienzos de 2010 se reportaron dos nuevas configuraciones de Q-Switching activo con modulación mediante medios mecánicos. Una de ellas bajo el enfoque de cavidad láser dependiente de la polarización de la luz, pero esta vez implementada en una fibra óptica de gran actualidad como son las fibras con electrodos internos³. En la otra configuración usada, en la solicitud de patente US20100002733A1 regresan al concepto de modulación de la respuesta espectral, pero esta vez sobre una red de periodo largo (LPG) (405) que hace parte de la cavidad láser. Estas dos nuevas configuraciones son esquematizadas en las Figuras 3 y 4.

En la Figura 3 se muestra el circuito óptico del láser Q-Switching usando una fibra especial de cuatro agujeros (301), en dos de ellos se insertaron electrodos de Bi-Sn (302) que se conectan a fuentes de alto voltaje, de manera que cuando se mandan pulsos de corriente a través de los electrodos, estos se expanden por efecto Joule, induciendo birrefringencia en el núcleo de la fibra especial. En este sistema, el Q-Switching funciona de la siguiente manera: inicialmente el sistema está inactivo, por lo que la cavidad resonante está en estado de apagado, obligando al control de polarización 2 (PC2) (301) a comportarse como un $\lambda/4$ estático. Toda la radiación de la fibra dopada con Erblio (FDE) (308) que es reflejada por la FBG2 (303) sale de la cavidad resonante por medio del acoplador direccional por polarización (307), generándose pérdidas en la cavidad resonante. Cuando se aplica un pulso de alto voltaje se induce birrefringencia en la fibra de manera que con un cambio de $\lambda/4$ el factor Q de la cavidad pasa de un estado bajo a un estado alto, obteniéndose pulsos de 6 ns con una potencia de pico de 50 W.

³ Zhangwei Yu, M. Malmström, O. Tarasenko, W. Margulis and F. Laurell, "Actively Q-switched all-fiber laser with an electrically controlled microstructured fiber", OPTICS EXPRESS, Vol. 18, No. 11, 2007

La configuración que se muestra en la Figura 4 que corresponde a la de la patente US20100002733A1 (patente 733), que también es del tipo lineal, pero ahora incluye una red de periodo largo (LPG) (405) que, al igual que una FBG, es una red de difracción grabada en el núcleo de una fibra óptica, pero que funciona como un filtro en transmisión, acoplando luz de núcleo al revestimiento de la fibra, de esta manera el espectro de un haz de luz que se transmite por su estructura presenta varias bandas de atenuación a las longitudes de onda que cumplen la condición de acoplamiento de la LPG (405). Si una de las bandas de atenuación coincide con los espectros de reflexión de la FBG (402) de la cavidad, las pérdidas son muy grandes (Q bajo). Con un actuador (404) que presiona una porción de la red de periodo largo (LPG) (405) se logra correr en longitud de onda las bandas de atenuación de tal manera que por cortos periodos de tiempo una de ellas no coincide con los espectros de la FBG, alcanzando un Q alto.

En el caso de la patente (733) (Figura 4), el espectro de transmisión de la LPG (405) está compuesto por varias bandas de transmisión que están centradas en diferentes longitudes de onda que al ser presionada la LPG (405), una de las bandas de la LPG se ajusta a los espectros de las FBG1 (402) y FBG2 (406) de la cavidad resonadora y se genera la retroalimentación del sistema. Para el caso de la presente invención, la presión sobre la FBG grabada en fibra Hi-Bi (506), genera la apertura de una banda de transmisión que permite que el sistema se conmute para la salida del pulso láser. Al hacer esto se garantiza que la banda estará centrada en la misma longitud de onda siempre dentro del espectro de la FBG (506), dándole más estabilidad a la salida del pulso láser debido a que la presión que se le hace a la FBG está calibrada.

25 3. Descripción de los Dibujos

La Figura 1 representa –un láser Q-Switching activo por modulación acusto-óptica del estado del arte.

La Figura 2a representa –un láser Q-Switching activo por modulación acusto-óptica mediante un PZT de la respuesta espectral de la FBG del estado del arte.

30 La Figura 2b representa –un láser Q-Switching activo por sintonización mecánica de la FBG por medio de un transductor controlado eléctricamente del estado del arte.

La Figura 3 representa un láser Q-Switching por modulación eléctrica de una fibra especial con electrodos internos del estado del arte.

La Figura 4 representa un láser Q-Switching por modulación de la presión de una LPG del estado del arte.

- 5 La Figura 5 representa –un láser Q-Switching completamente a fibra óptica por modulación de la presión local en una FBG grabada en fibra óptica de alta birrefringencia (Hi-Bi) de la presente invención.

La Figura 6 representa –El procedimiento para obtener un Q-Switching por modulación de la FBG de modulación, grabada en fibra óptica de alta birrefringencia (Hi-Bi) de la presente
10 invención.

4. Breve descripción del invento

- 15 El método y dispositivo propuesto en la presente invención se basa en la modulación del factor Q de la cavidad resonante en un dispositivo láser Q-Switching totalmente a fibra óptica.

La presente invención incorpora un control de polarización que permite fijar una polarización de la luz de tal manera que se pueden tener estables los picos de reflexión de
20 las dos FBG en la cavidad resonante. Adicionalmente, en la presente invención la configuración del dispositivo no requiere dos FBG, es posible realizar una configuración usando un elemento reflector al inicio de la cavidad resonante, como un espejo, y una FBG grabada en una fibra Hi-Bi al otro extremo.

Se realiza la modulación del factor Q por medio de un dispositivo electro mecánico que
25 realiza una presión sobre la FBG de modulación y permite la emisión de los pulsos láser.

5. Descripción detallada de la invención

La presente invención desarrolla un concepto completamente nuevo en la tecnología de los
30 láseres Q-Switching a fibra óptica. Se trata de configurar una cavidad resonante dependiente de la polarización de la luz, con la diferencia de que en vez de modular la

10

birrefringencia interna de la fibra Hi-Bi, se logra Q-Switching activo deformando la respuesta espectral de una FBG grabada en una fibra Hi-Bi (506)(FBG de modulación) Fig 5 .

5 La cavidad resonante como parte del dispositivo láser, es un elemento en el cual la luz entra y es reflejada en su interior repetidamente y contiene el medio activo (504).

Un medio activo (504) es el elemento que permite la amplificación de la luz en la cavidad resonante por la excitación de los iones libres a un nivel de energía superior debido a la incidencia de la luz y emiten fotones.

10 Una cavidad resonante responde a frecuencias próximas a las frecuencias naturales mucho más fuerte de lo que lo hace a otras frecuencias, el factor Q para una cavidad láser comúnmente se define como la razón entre la frecuencia central (frecuencia de resonancia) y el ancho de banda (medido a media altura) del espectro de emisión láser.

15 El factor Q es una relación matemática que mide la cantidad de luz generada por el medio activo en la cavidad resonante, que es retroalimentada en si misma por la cavidad resonante. Entendiendo por medio activo (504) como el elemento que realiza la amplificación de la luz y que está dopado con iones de elementos de tierras raras como erbio o iterbio entre otros.

20 Para el caso de la presente invención, se hará referencia a láseres Q-Switching completamente a fibra óptica, no se incluirán dispositivos Q-Switching de espacio libre ya que no son de interés de la presente invención.

25 Haciendo referencia a la Figura 5, al ser emitida la luz por el láser de bombeo (501), solo una parte ingresa a la cavidad resonante y la cantidad que ingresa no es suficiente para asegurar emisión láser. Lo que hace que los iones del medio activo (504) dentro de la cavidad resonante se acumulen durante una fracción tiempo hasta que las pérdidas en la cavidad resonante sean bajas, que es cuando se alinea la cavidad resonante

Entonces, y de manera repentina, las pérdidas de la cavidad resonante se reducen a un valor pequeño (Q alto), por lo que la potencia de la luz se acumula muy rápidamente en la cavidad resonante.

- 5 Un factor Q alto (bajo) corresponde a bajas (altas) pérdidas de potencia óptica cuando un haz de luz viaja por la cavidad resonante. La potencia óptica es la medida en vatios (W) de la intensidad de la luz y la disminución de ésta a la salida con respecto a la entrada son las pérdidas.
- 10 Una vez que la capacidad de emisión láser de la cavidad resonante temporalmente alcanza la energía de saturación, la ganancia del medio activo comienza a saturar. El pico del pulso se alcanza cuando la ganancia del medio activo es igual al valor de las pérdidas que hay en ese momento en la cavidad. Este proceso lleva a un agotamiento de la energía almacenada en la cavidad resonante, tiempo en el que decae la capacidad de emisión láser de la cavidad
- 15 resonante.

Cuando se acumula la energía en la cavidad resonante, al llegar a la saturación, se genera la emisión del láser representado en un pulso de corta duración y alta potencia, y todo este proceso se repite periódicamente hasta lograr una serie de pulsos.

- 20 El tiempo de duración de los pulsos generados con la técnica genérica pueden ir desde los microsegundos hasta algunos nanosegundos. La energía de cada pulso de luz generado es normalmente superior a la energía de saturación del medio activo. La potencia de pico puede alcanzar niveles de hasta el orden de los kilovatios y dependerá de la configuración
- 25 del sistema láser, de la ganancia del medio activo y del tamaño de la cavidad resonante.

En un dispositivo láser para Q-Switching activo se requiere una configuración de los siguientes elementos (Figura 5).

1. Un láser de bombeo (501), que es el que emite la luz que entra a la cavidad
- 30 resonante y excita los iones del elemento de tierras raras del medio activo (504),

12

2. Un aislador óptico (502) es un elemento por el cual pasa la luz antes de ingresar a la cavidad resonante y tiene la función de asegurar que la luz viaje en una sola dirección y atenuar la luz que se refleja, con el fin de evitar inestabilidad en el láser de bombeo (501), en conclusión garantizar la unidireccionalidad del sistema.
- 5 3. La cavidad resonante es la cavidad donde se hace la retroalimentación del sistema por la reflexión de la luz a su interior. La luz ingresa a la cavidad resonante con una longitud de onda que permite que pase por el elemento reflector (503) sin ser reflejada, ingresa a la cavidad resonante y excita los iones del medio activo (504) y se amplifica, generando luz de espectro de ancho de banda grande el cual tiene la
- 10 característica de que la longitud de onda de la FBG de modulación (506) está dentro del ancho de banda de la luz generada a la salida del medio activo (504). El elemento reflector (503) debe ser, preferiblemente una FBG. Con la FBG de modulación, que es la FBG al final de la cavidad, se escoge la longitud de onda de emisión del láser y como la luz se encuentra a la misma longitud de onda se genera
- 15 una reflexión de la luz entre las dos FBG y se genera retroalimentación del sistema hasta que se modula la FBG de modulación y se genera una banda de atenuación que permite la salida y la emisión del láser.

A su vez la cavidad resonante debe configurarse para que los elementos en su

20 interior permitan la retroalimentación de la luz. La cavidad resonante puede configurarse como anillo o lineal. Una de las modalidades preferidas de la presente invención usó una configuración lineal. El interior de la cavidad resonante está conformado por los siguientes elementos (En la figura 5 se muestra el esquema de la cavidad resonante implementada.):

- 25
- i. Un elemento reflector (503), que está a la entrada de la cavidad resonante y tiene reflectividad mayor a la de la FBG de modulación (506). Este elemento reflector permite que la luz sea reflejada entre este y la FBG de modulación. El elemento reflector posee una reflectividad mayor al 4%, que es la mínima
- 30 reflexión que tiene un vidrio, por lo que sería el mínimo valor de un elemento

reflector. Esto se soporta por medio de las ecuaciones de Fresnel, para el coeficiente de reflexión.

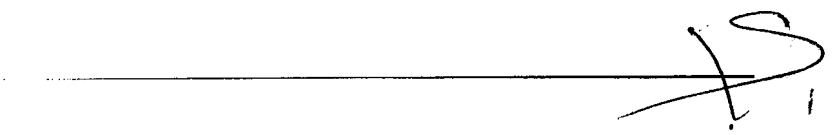
- 5 ii. Una FBG de modulación (506) al otro extremo de la cavidad resonante, para una configuración lineal.
- iii. Sobre esta FBG de modulación se hace presión, usando un dispositivo electromecánico (507) y se logra el Q-Switching.
- 10 iv. Esta FBG de modulación (506) debe estar grabada en fibra Hi-Bi porque está característica es la que permite que al hacerse presión aparezca la banda de atenuación que permite la emisión del láser.
- v. Un control de polarización (505) que sirve para asegurar la polarización más adecuada de entrada de la luz a la FBG de modulación (506). La polarización
15 más adecuada es la necesaria para que la banda de atenuación quede centrada en la longitud de onda central de la FBG de modulación. Un control de polarización (505) puede ser un sistema de elementos retardadores $\lambda/2$ y $\lambda/4$ ajustables
- 20 4. Un medio activo, que está dopado con elemento de tierras raras porque contiene iones libres que permiten que suceda la amplificación de la luz. Se pueden usar fibras dopadas con cualquier elemento de tierras raras como iterbio o erbio, que se selecciona dependiendo la longitud de onda del láser que se quiere a la salida de la cavidad resonante
- 25 5. Un modulador (507), que es un elemento electromecánico que hace presión sobre la FBG de modulación (506) cada vez que se da una señal eléctrica que lo acciona (509). El modulador es un pistón, que el extremo de su embolo hace contacto en una región, que es donde se encuentra la FBG de modulación (506) al interior de la
30 cavidad resonante. En el momento que el modulador deforma la región donde se encuentra la FBG de modulación se genera una banda de atenuación en el espectro de esta que permite la emisión del láser a alta potencia. Esta emisión ocurrirá

siempre que el embolo sea accionado y haga presión sobre la FBG de modulación.
Con este sistema se puede obtener pulsos con una frecuencia de hasta 64 KHz.

En el proceso (Figura 6) para lograr un Q-Switching se requiere que en la cavidad
5 resonante se garantice que uno de los elementos reflectores tenga mayor reflectividad que
el otro. En una modalidad preferida de la presente invención los elementos reflectores son
el elemento reflector (503) y la FBG de modulación (506). En una de las modalidades
preferidas de la presente invención se tiene una cavidad resonante lineal, donde la FBG de
10 modulación tiene reflectividad tal que no afecte la funcionalidad del espectro, siendo la
respuesta espectral del elemento reflector centrada en el pico de reflexión asociado al eje
rápido de la FBG de modulación. El hecho de que cuando se presiona la región central de
una FBG grabada en una fibra de alta birrefringencia (Hi-Bi), se induce una banda de
transmisión de menos de 100 pm dentro del espectro de reflexión asociado con el eje
15 perpendicular a la dirección de la fuerza. Se aplica presión verificando que la línea que une
a los SAP (elementos generadores de esfuerzo) de la fibra Hi-Bi quede horizontal.

En una de las modalidades preferidas, el proceso de Q-Switching comienza inicialmente
asegurando que las pérdidas de la cavidad resonante sean altas antes del ingreso de la luz,
presionando localmente la FBG de modulación con una fuerza (voltaje específico en el
20 piezoeléctrico) tal que induzca la banda de transmisión en todo el centro de su espectro de
reflexión, constituyéndose en una referencia muy bien definida para la fase de la señal
electrónica de control. La luz de bombeo del láser de bombeo (501) se emite luego que se
han asegurado las pérdidas.

25 Al ingresar la luz al interior de la cavidad resonante se excitan los iones del medio activo
(504) y se genera la luz del ancho de banda a la salida del medio activo pero no se genera la
retroalimentación por la presión inicial en la FBG de modulación (506). Luego se conmuta
la presión que se está haciendo a la FBG de modulación y se genera la retroalimentación
hasta que se emite el láser cuando se presiona nuevamente la FBG de modulación (506),
30 que es cuando aparece otra vez la banda de atenuación.



Si la frecuencia de conmutación o de switcheo es bajo la potencia pico del pulso a la salida es mayor porque se en el medio activo se excitarían muchos más iones, es decir que hay más tiempo de retroalimentación dentro de la cavidad resonante.

- 5 Con este proceso se garantiza una generación de una serie de pulsos láser de alta potencia que llamaremos proceso de Q-Switching activo, usando un dispositivo electromecánico.

16

CAPÍTULO REIVINICATORIO

1. Un dispositivo laser Q-Switching que comprende:
 - a. Un Láser de bombeo,
 - 5 b. Al menos un aislador óptico, y
 - c. Una cavidad laser que comprende:
 - i. Un elemento reflector,
 - 10 ii. Por lo menos una FBG de modulación
 - iii. Un control de polarización, y
 - iv. Un medio activo de ganancia del láser
 - d. Un Modulador
2. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque la FBG de
15 modulación está grabada en fibra Hi-Bi.
3. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque el elemento reflector
posee una respuesta espectral que cubre el pico de reflexión asociado al eje rápido de
la sección grabada en FBG de modulación de la reivindicación 2.
20
4. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque el elemento reflector
de la reivindicación 3 tiene reflectividad mayor del 4%.
5. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque el elemento reflector
25 de la reivindicación 3 es preferiblemente una FBG.
6. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque el elemento
modulador es un dispositivo electromecánico cuyo extremo de contacto con la FBG
de modulación debe ser de un diámetro tal que se asegure una perturbación en la FBG
30 de modulación

17

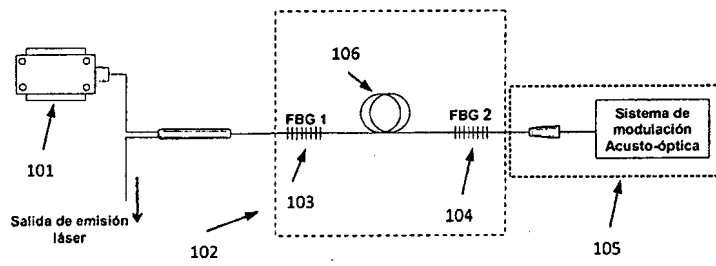
7. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado por que el láser de bombeo se acopla al aislador óptico y dirige la luz a la cavidad laser donde se encuentran el reflector, la FBG de modulación, la fibra de ganancia y el control de polarización.
- 5 8. Dispositivo de la reivindicación 1 caracterizado porque el control de polarización es un dispositivo integrado a fibra óptica,
9. El dispositivo de la reivindicación 8 donde el dispositivo integrado a fibra óptica es preferiblemente con 2 placas $\lambda/4$ y una placa $\lambda/2$, de tal manera que puede
- 10 10. Un procedimiento para el pulsado de la luz usando el dispositivo de la reivindicación 1 mediante Q-Switching que comprende:
- 15 a. Introducir la luz bombeada a la cavidad laser
- b. Cambiar el factor Q mediante la aplicación de esfuerzo sobre la FBG de modulación.
- 20 11. Procedimiento para el pulsado de la luz de la reivindicación 10 caracterizado porque inicialmente se debe asegurar que las pérdidas de la cavidad sean altas, por lo que, el proceso Q-Switching se comienza presionando localmente la FBG de modulación con una fuerza tal que induzca la banda de transmisión en todo el
- 25 12. Procedimiento según la reivindicación 10 caracterizado porque el esfuerzo en la FBG de modulación se realiza preferiblemente en la región central

30

13. El procedimiento de la reivindicación 10 caracterizado porque el esfuerzo induce una banda de transmisión menor a 100 pm dentro del espectro de reflexión asociado con el eje perpendicular a la dirección de la fuerza

101

FIG. 1



5

FIG. 2a.

FIG. 2a.

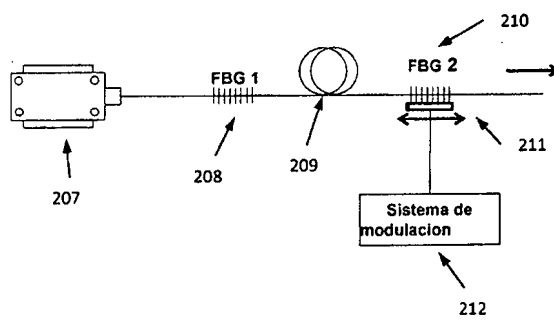


FIG. 2b.

10

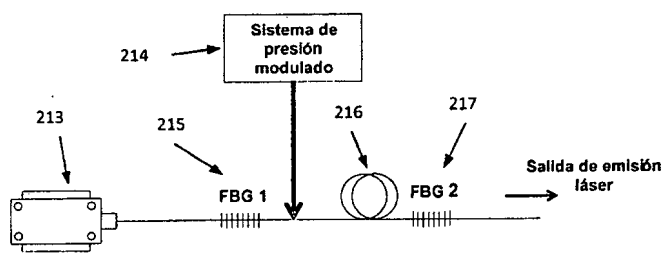


FIG. 3.

20

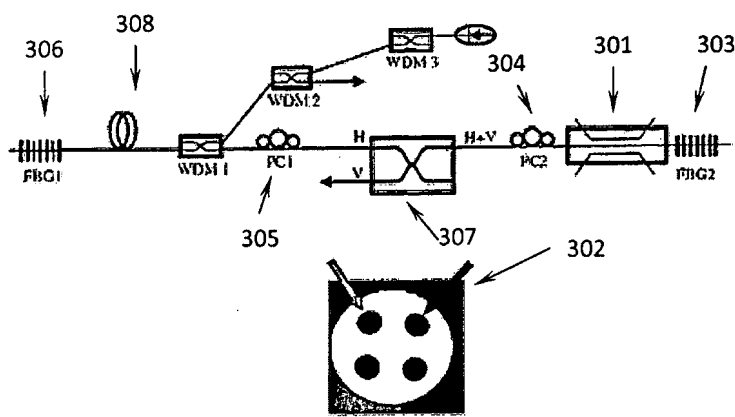


FIG. 4.

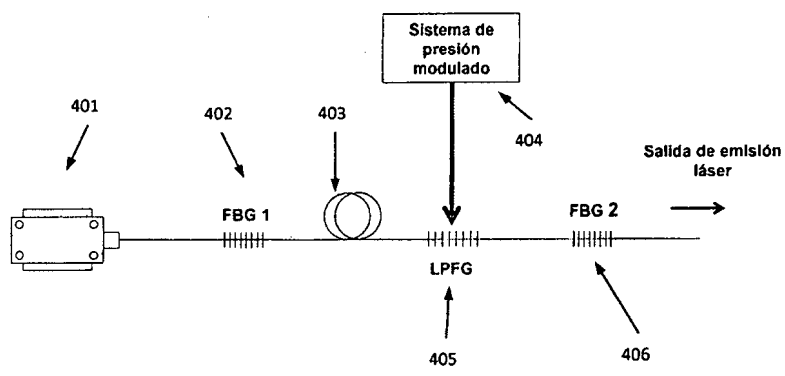


FIG. 5.

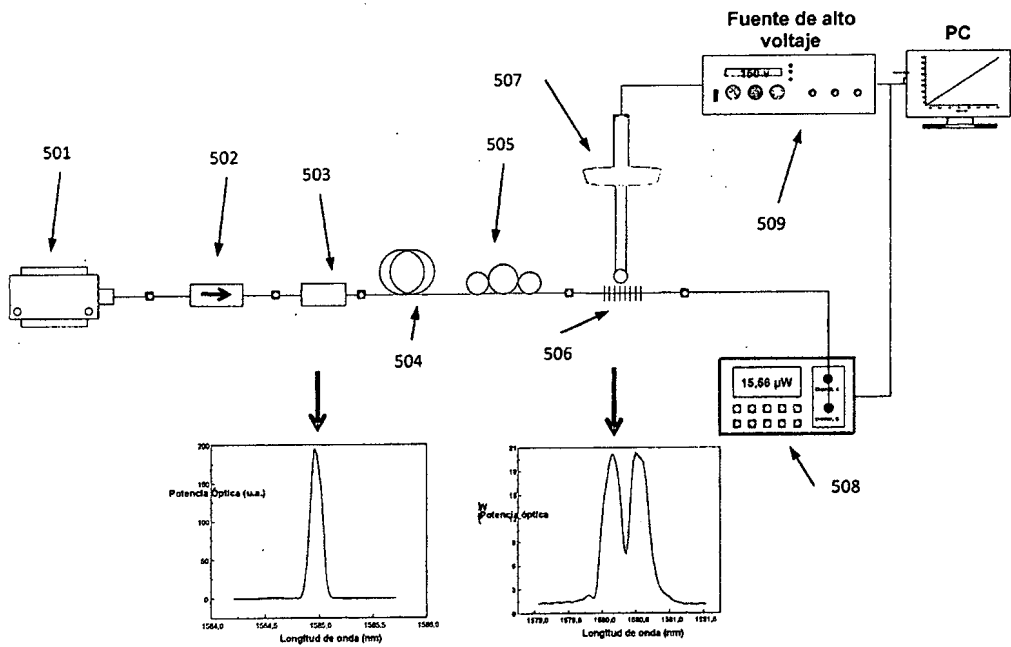
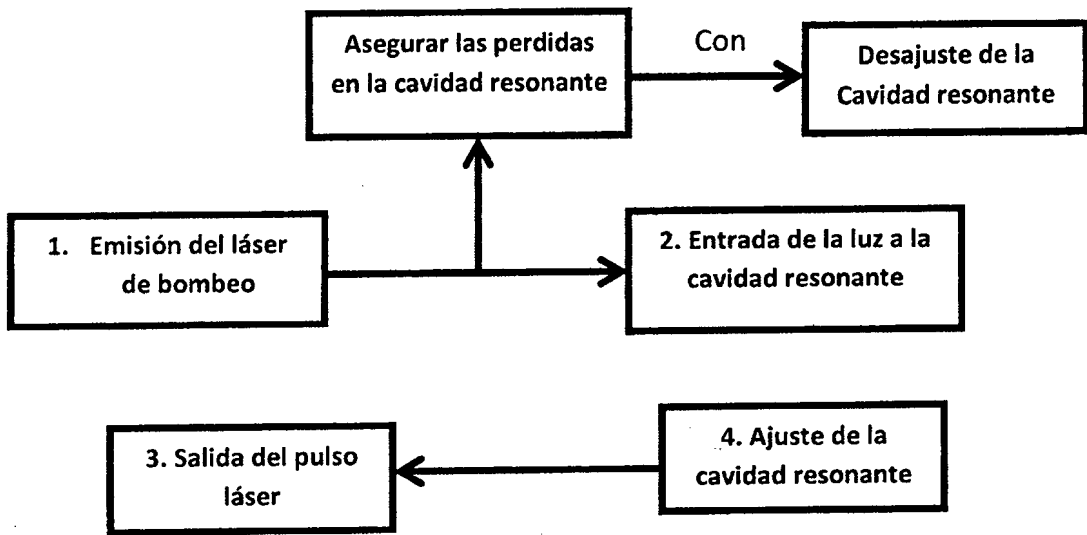


FIG. 6





UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

RECTORÍA

R- 6 5 4

Bogotá D.C. 24 ABR. 2013

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Calle 28 No 13ª-15 Piso 17.

Bogotá, D.C.

Referencia: Poder para adelantar el trámite legal de la patente "Laser de fibra óptica Q-SWITCHING activo y método de modulación del mismo".

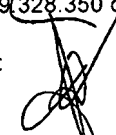
IGNACIO MANTILLA PRADA, identificado con cédula de ciudadanía 19.328.350 de Los Santos (Santander), actuando en nombre y representación de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**, ente universitario autónomo del orden nacional, en mi calidad de Rector, nombrado por Resolución 032 de 2012 y por tanto Representante legal de ella, conforme a lo dispuesto en el artículo 13 del decreto 1210 de 1993, a usted me permito manifestar que otorgo poder especial, amplio y suficiente a **MAGDA JOHANA CÓRDOBA CUARÁN**, mayor de edad, domiciliada en Bogotá, con cédula de ciudadanía 34.316.932 de Popayán, Abogada en ejercicio portadora de la T. P. 164204 del Consejo Superior de la Judicatura, para que adelante el trámite de requerimiento de la patente "Laser de fibra óptica Q-SWITCHING activo y método de modulación del mismo".

La Abogada **MAGDA JOHANA CÓRDOBA CUARÁN**, queda ampliamente facultada para recurrir, pedir pruebas, tramitar incidentes y demás facultades previstas en la ley para este tipo de mandatos.

Atentamente,


IGNACIO MANTILLA PRADA
C. C. 19.328.350 de Bogotá

Acepta:


MAGDA JOHANA CÓRDOBA CUARÁN

C. C. 34.316.932 de Popayán

T. P. 164204 del C. S. de la J.

Reparto 272-2013

23

NOTARIA 14
NOTARIO DEL CÍRCULO DE BOGOTÁ

DILIGENCIA DE PRESENTACIÓN PERSONAL

El anterior memorial dirigido a: Interésado

Fue presentado ante el suscrito

JORGE LUIS BUELVAS HOYOS
NOTARIO 14 DEL CÍRCULO DE BOGOTÁ

Por: **MANTILLA PRADA IGNACIO**

Identificado con: C.C. 19328350

V.P.

Bogotá: 24/04/2013
a las 11:13:10 a.m.

JORGE LUIS BUELVAS HOYOS
NOTARIO 14 DEL CÍRCULO DE BOGOTÁ

cbr4grvd41df4dcr

REPUBLICA DE COLOMBIA
JORGE LUIS BUELVAS HOYOS
NOTARIO 14 DEL CÍRCULO DE BOGOTÁ

Mantilla



24

**LÁSER DE FIBRA ÓPTICA Q-SWITCHING ACTIVO Y MÉTODO DE
MODULACION DEL MISMO**

5

RESUMEN MODIFICADO

(EXAMEN DE FORMA)

La presente invención comprende un método y dispositivo para la modulación del factor Q en los dispositivos láser de fibra óptica. El método incluye la introducción de la luz de un láser de bombeo a la cavidad láser, la cual debe incluir una red de Bragg grabada en una fibra óptica (FBG) con su respuesta espectral sintoniza a la longitud de onda de emisión de la cavidad láser, y un dispositivo electro mecánico que presiona una pequeña región de la FBG con una fuerza tal que induzca una banda de transmisión dentro del espectro de reflexión de la FBG, modulando el facto Q de la cavidad láser. El dispositivo incluye un láser de bombeo, una cavidad laser (que comprende: un elemento reflector, por lo menos una FBG, un control de polarización y un medio activo de ganancia láser) y un dispositivo electromecánico.