



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 340 651**

② Número de solicitud: 200802711

⑤ Int. Cl.:  
**H01S 3/106** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **24.09.2008**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2010**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **07.06.2010**

⑦ Solicitante/s: **Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea**  
**Bº Sarriena, s/n**  
**48940 Leioa, Vizcaya, ES**

⑦ Inventor/es: **Iparraguirre San Sebastián, Ignacio;**  
**Fernández Rodríguez, Joaquín;**  
**Azkargorta Aretxabala, Jon;**  
**Río Gaztelurrutia, Teresa del;**  
**Balda de la Cruz, Rolindes;**  
**Illaramendi Leturia, María Asunción y**  
**Aramburu León, Ibón**

⑦ Agente: **Carpintero López, Mario**

⑤ Título: **Láser que comprende un elemento activo birrefringente y procedimiento para su sintonización.**

⑤ Resumen:

Láser que comprende un elemento activo birrefringente y procedimiento para su sintonización.

La presente invención se refiere a un láser que comprende un elemento activo (1) birrefringente. El elemento activo (1) birrefringente de dicho láser comprende al menos dos láminas (2), comprendiendo cada lámina (2) un eje óptico (3), teniendo las al menos dos láminas (2) el mismo espesor, siendo las al menos dos láminas (2) paralelas entre sí y los ejes ópticos (3) de las al menos dos láminas (2) paralelos entre sí y dispuestos en el plano de la cara de entrada de la lámina (2). De este modo, el elemento activo (1) puede actuar como sintonizador, no siendo necesario elementos adicionales para la sintonización del láser. Del mismo modo, se posibilita la sintonización del láser en toda la banda de longitudes de onda con un espesor suma de los espesores del láser de la invención, con valores de potencia equiparables.

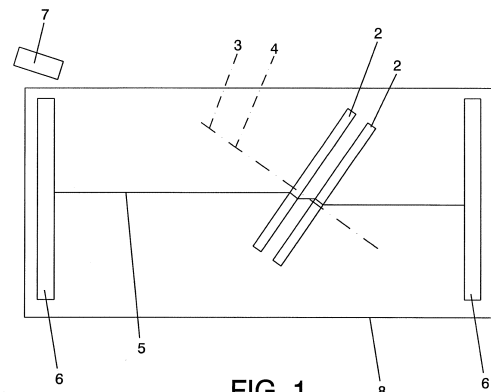


FIG. 1

ES 2 340 651 A1

**DESCRIPCIÓN**

Láser que comprende un elemento activo birrefringente y procedimiento para su sintonización.

5 **Campo de la invención**

La presente invención pertenece al campo de la óptica. Más concretamente, la presente invención se sitúa en el campo de los láseres de estado sólido.

10 **Antecedentes de la invención**

La utilización de láminas birrefringentes junto con elementos de polarización para filtrado de longitudes de onda ópticas forma parte ya de la historia de la óptica.

15 El uso de este tipo de láminas para sintonizar láseres, sobre todo con medio activo sólido data de los principios de la historia del láser, en los años 60 del siglo pasado, y los documentos que se refieren a ello son numerosos y abundantes.

20 Este procedimiento consiste en introducir dentro de la cavidad resonadora del láser un selector de longitud de onda basado en este sistema, lo cual permite tanto el estrechamiento espectral de la emisión láser como su sintonización por rotación del elemento o lámina birrefringente.

Este tipo de filtro utiliza la birrefringencia de la lámina. La lámina, se corta de manera que el eje óptico quede paralelo a la cara de entrada del haz de luz. Un elemento polarizador previo, ya sea polarizador propiamente dicho, o lámina de caras plano-paralelas colocado en ángulo de Brewster, hace que el haz que incida en el elemento birrefringente se polarice parcialmente en su transmisión, siendo favorecida la componente paralela al plano de incidencia. Esta componente se descompone en dos haces en el interior de la lámina con amplitud relativa dependiente de la orientación de este elemento birrefringente, de manera que el índice de refracción correspondiente a uno de los haces es el índice ordinario y el correspondiente al otro un índice resultante en general de una combinación entre los índices ordinario y extraordinario. Por tanto ambos rayos recorren caminos ópticos distintos y se desfasan entre ellos. Al recombinarse a la salida, el estado de polarización del rayo resultante es en general distinto del inicial y si se introduce otro elemento de polarización paralelo al de entrada, las pérdidas de transmisión en el sistema serán mínimas, teóricamente nulas, solo cuando el estado de polarización de salida sea el mismo que el de entrada. Esta condición solamente se cumple cuando la diferencia de caminos ópticos de ambos rayos sea cero o un múltiplo de la longitud de onda del rayo. La conclusión es que solo aquellas longitudes de onda que cumplan o se aproximen mucho a cumplir esa condición permanecerán en el resonador. Los parámetros del sistema, básicamente qué material birrefringente se utiliza y el espesor del elemento en función de esa birrefringencia, se diseñan de manera que solo haya una longitud de onda favorecida dentro de la banda espectral de emisión del láser. Rotando el elemento birrefringente o variando su espesor si la incidencia del rayo es perpendicular al mismo se alteran la relación de índices de refracción y se modifica esa longitud de onda, permitiendo la sintonización.

45 Se obtiene una economía de elementos a utilizar, eliminando los elementos de polarización, siendo la propia lámina birrefringente la que se oriente en ángulo de Brewster. En esas condiciones, la misma lámina hace la función de polarizador tanto de entrada como de salida, aunque menos selectivo. Si está en ángulo de Brewster, basta rotarla para realizar la función de selección de longitud de onda.

Otra posible economía sería aprovechar en láseres de estado sólido cuyo medio activo es birrefringente, el propio medio sin ninguna modificación o inducción de birrefringencia, para efectuar la función selectora de longitud de onda de emisión. La patente estadounidense US 5,142,548 reivindica el aprovechamiento de la birrefringencia del medio activo, cilíndrico en este caso, para al girarlo en torno a su propio eje, aumentar el contraste selector y producir un estrechamiento espectral de la emisión. Pero no se eliminan dentro de la cavidad los restantes elementos de sintonización ni se selecciona la longitud de onda con la rotación del medio activo, únicamente se ajusta la orientación del cilindro, para estrechar al máximo el espectro de emisión del láser.

55 También se ha utilizado la inducción de birrefringencia mediante campos electromagnéticos en materiales que no lo son, con fines sintonizadores y/o de estrechamiento espectral. La ventaja de la birrefringencia inducida es que se puede variar de forma controlada. El inconveniente, el añadido de otro elemento.

60 La eliminación de todos los componentes de sintonización, aprovechando la birrefringencia del medio activo ha sido llevada a cabo experimentalmente por los solicitantes de esta invención (Optics Letters 28 (2003) 1341-3, Optical Materials 27 (2005) 1692-6, Optics Express 13 (2005) 1254-9) con diferentes materiales birrefringentes utilizados como material activo. En todos ellos se utiliza como medio activo láser, una lámina de caras plano-paralelas orientadas en ángulo de Brewster o cercano respecto al eje del resonador, típicamente 55-60 grados dependiendo del material. El eje óptico de la lámina es paralelo a su cara. Para sintonizar la longitud de onda de trabajo del láser dentro de su banda espectral de emisión, basta rotar la lámina con el eje perpendicular a la misma como eje de giro. De esta forma se estrecha el espectro de emisión y se realiza la función de sintonización dentro de su banda de ganancia sin ningún componente añadido dentro del resonador.

## ES 2 340 651 A1

Este sistema tiene un inconveniente para su aplicación en la industria del láser. Dado el material activo birrefringente de que se trate y dada la anchura espectral total de la banda de emisión en la que se desea sintonizar, queda prácticamente determinado el espesor de la lámina a utilizar, pues si el espesor se aumenta, se obtendrían máximos de diferente orden dentro de la banda de sintonización, podría emitirse radiación de diferentes longitudes de onda, lo cual es totalmente indeseable. Este hecho limita las prestaciones del láser, fundamentalmente desde el punto de vista de un umbral de funcionamiento lo suficientemente bajo y una potencia de salida lo suficientemente alta desde el punto de vista de las aplicaciones existentes para este tipo de láseres.

### Descripción de la invención

La invención, en un primer aspecto, se refiere a un láser cuyo elemento activo es birrefringente, el cual realiza así mismo la función de sintonización.

De acuerdo con la invención, el elemento activo birrefringente comprende al menos dos láminas, cada una de las láminas comprende un correspondiente eje óptico. Las dos láminas, o todas aquellas que formen el láser, tienen el mismo espesor. La suma de los espesores de todas las láminas, que es el resultado de multiplicar el número de láminas por el espesor de cualquiera de ellas, está relacionado con la potencia del láser. Adicionalmente, las láminas son paralelas entre sí y los ejes ópticos de las mismas son también paralelos entre sí y dispuestos en el plano de la cara de entrada de la lámina.

De este modo, el elemento activo del láser puede actuar como elemento sintonizador para una banda de sintonización dada. Por lo tanto, un láser según la presente invención no requiere de dispositivos adicionales de sintonización, dado que el propio elemento activo es capaz de sintonizar el láser, lo que permite producir láseres de estado sólido de prestaciones similares a los conocidos en el estado de la técnica con economía de componentes y espacio, junto con una ganancia en eficiencia al disminuir las pérdidas en la cavidad resonadora.

En función de la banda de sintonización y de parámetros propios del láser, se podrá determinar el número de láminas, tal y como se comentará posteriormente en la presente invención.

Un láser según la presente invención permite obtener, respecto a un láser con una lámina birrefringente cuyo espesor sea la suma de las láminas birrefringentes del láser de la invención, valores equiparables de potencia, dado que ésta viene determinada por el espesor o suma de espesores, y pudiéndose sintonizar satisfactoriamente en toda la banda de longitudes de onda, dado que ésta depende del espesor de cada lámina individual.

En un segundo aspecto de la invención, ésta se refiere a un procedimiento de sintonización de un láser en una longitud de onda, realizado tal y como se describe en los párrafos anteriores, capaz de emitir en una banda de sintonización.

El procedimiento consta de una etapa en la que se determina el número de valores enteros de  $m$  que proporcionan valores de longitud de onda en la banda de sintonización en la siguiente ecuación, para un valor determinado de  $\varphi$ :

$$\lambda = \frac{e}{m} \left[ n_e \sqrt{1 - \sin^2 \theta_i \left( \frac{\sin^2 \varphi}{n_e^2} + \frac{\cos^2 \varphi}{n_o^2} \right)} - n_o \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_i}{n_o^2}} \right],$$

siendo:

$\lambda$  la longitud de onda

$e$  la suma de espesores de las al menos dos láminas

$n_e$  el índice de refracción extraordinario del material en el que están fabricadas las láminas

$n_o$  el índice de refracción ordinario del material en el que están fabricadas las láminas

$\theta_i$  el ángulo de incidencia del láser en las láminas

$\varphi$  el ángulo de giro del elemento activo respecto del eje del elemento activo

Una vez determinado el número de valores enteros de  $m$  que proporcionan valor de longitud de onda dentro de la banda de sintonización, se realizan tantas láminas como dicho valor de números enteros de  $m$  calculados. El grosor de cada capa será igual al cociente de  $e$  entre el número de láminas. El valor de  $e$  es calculado de modo convencional atendiendo a la potencia del láser.

## ES 2 340 651 A1

El ángulo de incidencia del láser en las láminas podrá ser el ángulo de Brewster de las al menos dos láminas.

La rutina empleada para obtener el número de valores enteros de  $m$  que proporcionan valores de longitud de onda en la banda de sintonización en la ecuación anterior podrá constar de las etapas de obtener un valor de  $m$  para un valor de longitud de onda medio en la banda de sintonización. El valor medio de la banda de sintonización podrá ser la media de las dos longitudes de onda extremas de la banda de sintonización, o cualquier valor de longitud de onda próxima de dicha media. Una vez calculado dicho valor de  $m$ , se calcularán valores de longitudes de onda para valores de  $m$  enteros próximos al valor de  $m$  calculado. Suponiendo un valor de  $m$  calculado de 14.20, se procederá a calcular valores de longitud de onda para valores de  $m$  iguales a 11, 12, 13, 14, 15 y 16, por ejemplo, incrementándose el número de valores de  $m$  hasta lograr que la longitud de onda calculada esté fuera de la banda de sintonización, debiéndose obtener un valor de  $m$  que determine una frecuencia menor al extremo inferior de la banda de sintonización y un valor de  $m$  que determine una frecuencia mayor que el extremo superior de la banda de sintonización. El número de valores de  $m$  que proporcionan valores de longitud de onda dentro de la banda de sintonización será el valor del número de láminas a utilizar.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista esquemática del láser de la invención en el que se puede observar la fuente, el medio activo y los dos espejos que constituyen el láser.

Figura 2.- Muestra una representación de la ganancia del láser según la longitud de onda en la que se representan los valores extremos de la banda de sintonización y los cálculos previos necesarios para determinar el número de láminas del láser de la invención.

### Realización preferente de la invención

A continuación, con referencia a las figuras, se describe un modo de realización preferente del láser que constituye el objeto de esta invención.

En la figura 1 se representa el láser de la invención empleándose dos láminas (2) para la construcción del elemento activo (1). Se representa así mismo la fuente láser (7) de bombeo, externa al resonador (8). La invención puede realizarse con más de dos láminas (2) sin que suponga ningún cambio cualitativo. El ángulo de incidencia del láser en las láminas (2),  $\theta_i$ , definido como el existente entre el eje de rotación (4) de las láminas (2), perpendicular a la cara de entrada de las mismas, y el del haz láser, que se corresponde con el eje del resonador (5), es el mismo en la salida pues las láminas (2) son de caras plano-paralelas y el mismo para las dos, o más, láminas (2), pues las láminas (2) se disponen paralelamente entre sí. Este ángulo debe ser el llamado ángulo de Brewster. El valor del ángulo de Brewster depende de cada material y es aquel cuya tangente trigonométrica vale lo mismo que el índice de refracción del mismo, típicamente entre 55 y 65 grados.

Las láminas (2) deben estar cortadas de tal manera que el eje óptico (3) de las mismas sea paralelo al plano de las caras de entrada y salida del haz. Las láminas (2) se orientan de manera que la dirección perpendicular a sus caras forma el ángulo llamado de Brewster con respecto a la dirección del eje del resonador (5), que es la de propagación del haz láser en el interior del mismo.

Con esta disposición, las longitudes de onda que se transmiten con pérdidas mínimas y que por tanto se ven favorecidas son las que cumplen la siguiente condición:

$$\lambda = \frac{e}{m} \left[ n_e \sqrt{1 - \sin^2 \theta_i \left( \frac{\sin^2 \varphi}{n_e^2} + \frac{\cos^2 \varphi}{n_o^2} \right)} - n_o \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_i}{n_o^2}} \right]$$

donde  $e$  es el espesor de la lámina (2),  $m$  un número entero que representa el orden de interferencia,  $\theta_i$  es el ángulo de incidencia, que debe ser el de Brewster para que las condiciones sean óptimas,  $n_o$  y  $n_e$  son los índices de refracción ordinario y extraordinario del material y  $\varphi$  es el ángulo que forman el plano de incidencia y la dirección del eje óptico (3) de las láminas (2) y que es el único parámetro variable una vez montado el sistema. Se varía rotando todo el conjunto solidariamente con la dirección perpendicular a las caras de las láminas (2) como eje de rotación (4). Por tanto el conjunto de láminas (2) deberá ir montado en un soporte de ángulo doblemente variable; por un lado se debe ajustar el ángulo de incidencia  $\theta_i$ , que quedará fijado tras el ajuste y por otro, el ángulo de sintonización  $\varphi$  se debe poder rotar de forma controlable y medible, con escala angular.

## ES 2 340 651 A1

Si en la expresión anterior variamos este ángulo  $\varphi$  entre 0 y 90 grados, vamos obteniendo diferentes valores para  $\lambda$ . En los extremos angulares, y, dependiendo del material, el desequilibrio entre ambas componentes de polarización es muy grande, disminuyendo el contraste de interferencia, por lo que puede ocurrir que no se sintonice.

5 En el diseño del láser,  $n_o$ ,  $n_e$  y  $\theta_i$  son característicos del material. Las longitudes de onda extremas de la banda de sintonización también están determinadas al menos de forma aproximada y el espesor total  $e$  también. Si la fórmula de arriba se aplica con los valores correspondientes,  $\varphi = 45$  grados para una longitud de onda media entre los extremos de la banda, se obtiene un valor para  $m$  que se redondea a un número entero. Se comprueba con los enteros inmediatamente anteriores y posteriores al obtenido cuantas longitudes de onda dentro de la banda se sintonizarían  
10 simultáneamente. El número resultante es a la vez el número de láminas (2) a utilizar y el factor de reducción del espesor  $e$  para cada una de ellas.

El sistema de láminas (2) plano-paralelas se debe montar de manera que las láminas (2) sean a su vez paralelas entre sí, para que los ángulos de incidencia sean todos iguales y a su vez con todos los ejes ópticos (3), en el plano  
15 de las caras, y paralelos entre sí. Esta dirección puede venir marcada de fábrica, y el último ajuste se puede hacer mediante rotación relativa entre ellas hasta encontrar la extinción en un microscopio de polarización. Se fijan y se montan en el soporte giratorio. Los procedimientos concretos para esta operación pueden ser muy variados.

En una posible realización es empleado un láser de Titanio: zafiro dopado al 0.3% bombeado longitudinalmente por otro láser de longitud de onda más corta. Puede ser en general pulsado o continuo. El sistema de sintonización de  
20 la invención se adapta a diferentes tipos de resonador (8), el más simple con dos espejos (6) o más complejos. En esta realización se describirá un sistema simple con dos espejos (6), pulsado en el que el bombeo proviene de un láser de Neodimio: YAG doblado, 532 nm de longitud de onda, y su diámetro se colima mediante un sistema telescópico de dos lentes hasta 3 mm. La energía de los pulsos de salida que se prevé es de 10 mJ como mínimo y para ello se estima  
25 necesario en espesor total de las láminas (2) de 1.5 mm aproximadamente.

Los parámetros del material de las láminas (2) son: índice ordinario  $n_o = 1.762$ , índice extraordinario  $n_e = 1.770$ , ángulo de incidencia  $\theta_i = 60.4$  grados, banda de sintonización entre  $\lambda_1 = 750$  nanómetros (nm) y  $\lambda_2 = 880$  nm, media  
30  $\lambda = 815$  nm.

Si se aplica la fórmula del apartado anterior con estos parámetros,  $\varphi = 45$  grados, el citado espesor total y la longitud de onda media, se despeja el orden  $m = 14.7$ , 15 redondeando, y se puede comprobar que los longitudes de onda extremas de la banda incluyen los órdenes 14, 13.6 en 880 nm, y 16 en 750 nm como puede observarse en la  
35 figura 2, es decir habría tres órdenes simultáneamente con ese espesor, por lo que hay que utilizar tres láminas (2) de espesor 0.5 mm cada una, de forma que el orden de interferencia de trabajo es  $m = 5$ . Si ahora se introducen los valores de ángulo de sintonización  $\varphi = 30$  grados y  $\varphi = 60$  grados, se obtienen las longitudes de onda 752 nm y 863 nm, que se corresponden muy aproximadamente con la banda de sintonización prevista.

Las tres láminas (2) son circulares, su diámetro es de 15 mm, y su espesor de 0.5 mm, con una tolerancia de 0.001  
40 mm. Las tres láminas (2) vienen cortadas con el eje óptico (3) en cara y un pequeño rebaje que marca la dirección aproximada del eje óptico (3). Cada una de ellas se monta pegada en un disco de acero inoxidable de 1 mm de espesor y con un círculo central abierto de 14.75 mm de diámetro en el que va alojado. Así se garantiza el paralelismo entre las láminas (2) y una distancia inferior a 0.5 mm entre las mismas. El diámetro exterior de los discos se corresponde con el alojamiento del soporte opto-mecánico con giro angular calibrado en el que se acomodará el conjunto. Para realizar  
45 el último ajuste de paralelismo en la dirección de los ejes ópticos (3) de las tres láminas (2) se utiliza un microscopio de polarización.

A la vista de esta descripción y juego de figuras, el experto en la materia podrá entender que la invención ha sido descrita según una realización preferente de la misma, pero que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dicha  
50 realización preferente, sin salir del objeto de la invención tal y como ha sido reivindicada.

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Láser que comprende un elemento activo (1) birrefringente,

5 **caracterizado** por que

10 el elemento activo (1) birrefringente comprende al menos dos láminas (2), comprendiendo cada lámina (2) un eje óptico (3), teniendo las al menos dos láminas (2) el mismo espesor, siendo las al menos dos láminas (2) paralelas entre sí y los ejes ópticos (3) de las al menos dos láminas (2) paralelos entre sí y dispuestos en el plano de la cara de entrada de la lámina (2).

15 2. Láser según la reivindicación 1, **caracterizado** por que comprende un eje de rotación (4) en el que se sitúan las al menos dos láminas (2), configurado dicho eje de rotación (4) para hacer rotar solidariamente las al menos dos láminas (2).

20 3. Procedimiento de sintonización de un láser en una longitud de onda según las reivindicaciones 1-2 configurado dicho láser para emitir en una banda de sintonización, **caracterizado** por que comprende las etapas de:

i. determinar el número de valores enteros de m que en la ecuación

$$25 \quad \lambda = \frac{e}{m} \left[ n_e \sqrt{1 - \sin^2 \theta_i \left( \frac{\sin^2 \varphi}{n_e^2} + \frac{\cos^2 \varphi}{n_o^2} \right)} - n_o \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_i}{n_o^2}} \right]$$

30 proporcionan valores de longitud de onda en la banda de sintonización, siendo  $\lambda$  la longitud de onda, e la suma de espesores de las al menos dos láminas (2),  $n_e$  es el índice de refracción extraordinario del material en el que están realizadas las láminas (2),  $n_o$  es el índice de refracción ordinario del material en el que están realizadas las láminas (2),  $\theta_i$  es el ángulo de incidencia del láser en las láminas (2) y  $\varphi$  es el ángulo de giro del elemento activo (1) respecto del eje del elemento activo (1),

35 ii. realizar tantas láminas (2) como número de valores enteros de m que en la ecuación de la etapa i. proporcionan valores de longitud de onda en la banda de sintonización, con un grosor de cada capa igual al cociente de e entre el número de láminas (2).

45

50

55

60

65

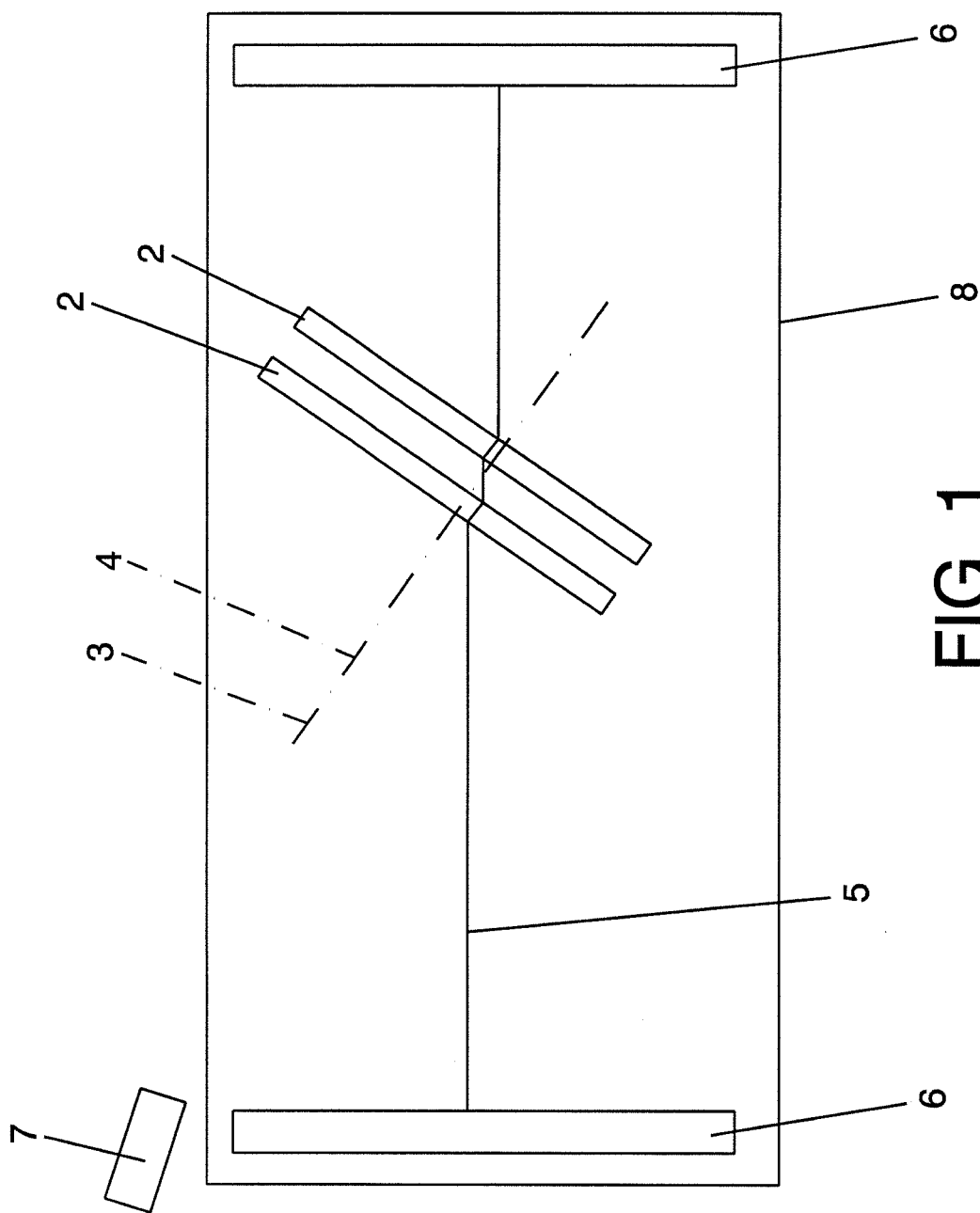


FIG. 1

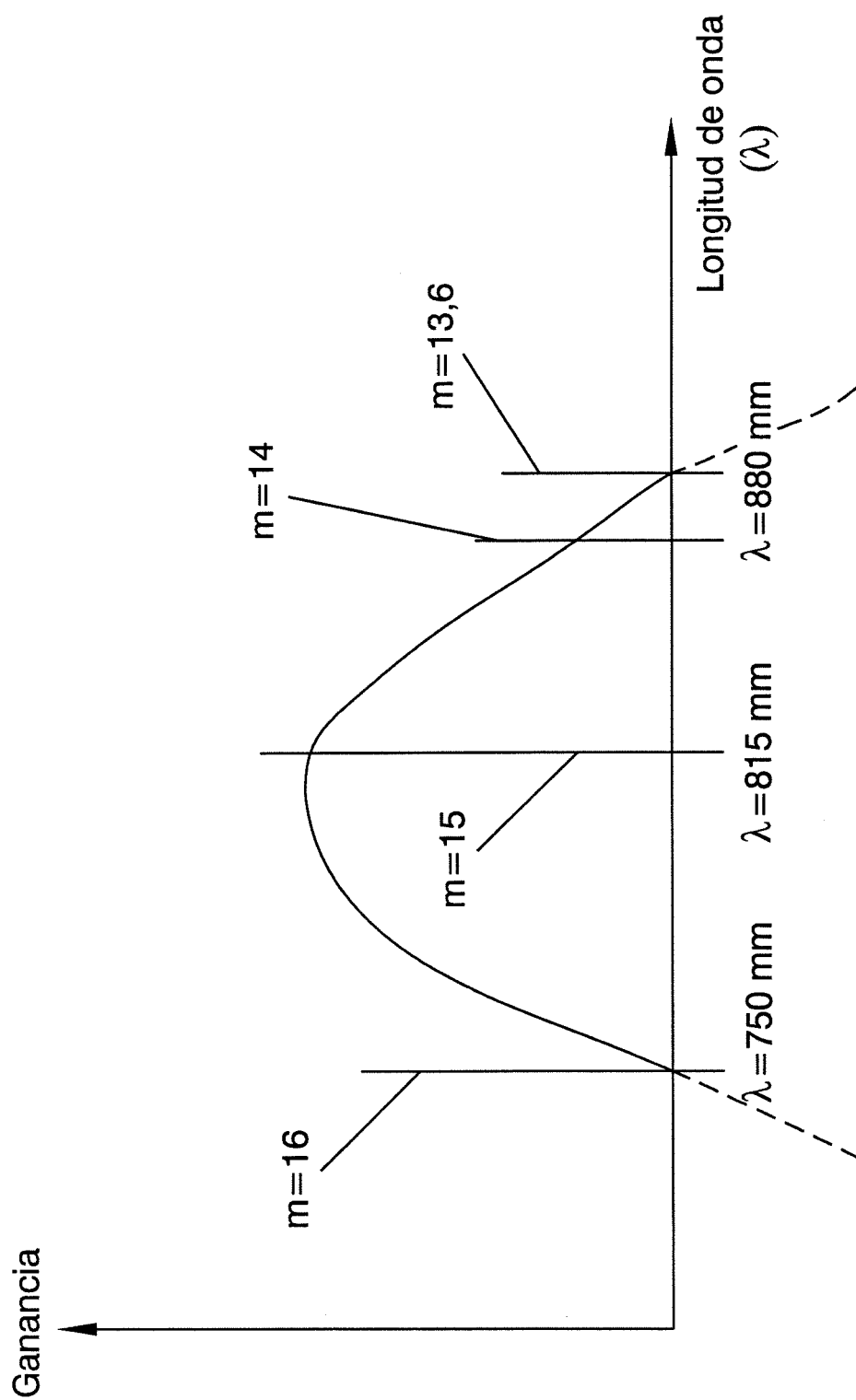


FIG. 2





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 340 651

② N° de solicitud: 200802711

③ Fecha de presentación de la solicitud: **24.09.2008**

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **H01S 3/106** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	DE 3810468 A1 (AKAD WISSENSCHAFTEN DDR) 01.12.1988 (resumen). [en línea] [recuperado el 10.05.2010]. Recuperado de: Base de Datos EPODOC/EPO.	1,2
Y	ARAMBURU, I. et al.: "Self-tuning in birefringent La <sub>3</sub> Ga <sub>5</sub> SiO <sub>14</sub> :Nd <sup>3+</sup> laser crystal". Optical Materials, 27, marzo de 2005, páginas 1692-1696.	1,2
A		3
A	US 5175736 A (WOODWARD, B. et al.) 29.12.1992, resumen; columna 2, línea 36 - columna 3, línea 62; columna 7, líneas 7-60; columna 11, línea 27 - columna 14, línea 65; columna 15, línea 43 - columna 16, línea 50; figuras 1-5.	1-3
A	IPARRAGUIRRE, I. et al.: "K <sub>5</sub> Nd(MoO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> : a self-tunable laser crystal". OPTICS LETTERS, Vol. 28, N° 15, agosto de 2003, páginas 1341-1343.	1,2
A	US 5020073 A (ALFREY, A. et al.) 28.05.1991, resumen; figuras 1,2.	1,2
A	WO 0118920 A1 (THE VICTORIA UNIVERSITY OF MANCHESTER) 15.03.2001, resumen; página 1, líneas 2-15; figura 1.	1,2
A	US 5142548 A (KRASINSKI, J. et al.) 25.08.1992	

#### 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

21.05.2010

Examinador

O. González Peñalba

Página

1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01S, G02F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.05.2010

#### Declaración

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-3	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 3	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones 1, 2	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

#### Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

#### Consideraciones:

La presente invención se refiere, en su primera reivindicación, a un láser que comprende un elemento activo birrefringente que consta de al menos dos láminas del mismo espesor y paralelas entre sí, y que tienen respectivos ejes ópticos también paralelos entre sí y dispuestos en la cara de entrada de las láminas.

La reivindicación 2 añade la posibilidad de rotar solidariamente las al menos dos láminas mediante un eje de rotación, y, por último, la reivindicación 3 recoge la capacidad de sintonización del láser en una banda de longitudes de onda predeterminada, al determinar el número de láminas necesario resolviendo una ecuación de sintonización ya conocida en la que son valores prefijados el intervalo de longitudes de onda en el que se ha sintonizar, el material birrefringente con sus correspondientes índices de refracción ordinario y extraordinario, el espesor total de este material como medio de ganancia, determinado por la potencia, y el ángulo de incidencia del haz de luz en las láminas, cercano al ángulo de Brewster, y en la cual el parámetro de sintonización, una vez determinado el número de láminas adecuado, es el mencionado ángulo de rotación solidaria de éstas.

**1. Documentos considerados:**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 3810468 A1	01/12/1988
D02	ARAMBURU, I. et al.: "Self-tuning in birefringent La3Ga5SiO14:Nd3+ laser crystal". Optical Materials, 27.	03/2005

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1 y 2 de la presente Solicitud carece de actividad inventiva por poder deducirse del estado de la técnica por un experto en la materia.

Se conoce profusamente en la técnica el uso de láminas birrefringentes dispuestas según su ángulo de Brewster con respecto al eje óptico de un láser para sintonizarlo en su longitud de onda de emisión, mediante la rotación de éstas perpendicularmente a su superficie. Muchos documentos de Patente recogen esta posibilidad, algunos de los cuales se han reflejado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET).

Así, en el documento D01 (considerado como el estado de la técnica más próximo al objeto de estas dos reivindicaciones y citado en el IET para ambas con la categoría Y, en combinación con D02) se describe, en su resumen publicado en la base de datos EPODOC/EPO, la sintonización de estrechas líneas de láser generadas en un medio activo mediante un denominado filtro de interferencia de polarización, compuesto por una pluralidad de placas planas y paralelas, cortadas en un cristal birrefringente según un mismo eje óptico, y dispuestas en un cierto ángulo con el eje del resonador de manera que pueden hacerse rotar en bloque dentro del plano de sus caras para sintonizar la longitud de onda de emisión del láser.

Se destaca como ventaja, al igual que en la primera reivindicación de la presente Solicitud, que el espesor de dichas láminas puede ser el mismo, pero, a diferencia de ésta, el eje óptico de las placas no está contenido en su cara de entrada, y el material birrefringente del que están hechas no es el medio activo del láser. Éstas últimas son, por tanto, las diferencias técnicas esenciales de dicha reivindicación 1 con respecto a D01. Sin embargo, la primera diferencia técnica (el ángulo de corte de las placas respecto a su eje óptico) se presenta en D01 como una ventaja sobre una configuración previa con el corte de las placas según su eje óptico (la de la presente invención), al permitir que el espesor de las placas no tenga ya que ser tan fino, reduciendo así los costes de fabricación, y en todo caso, esta diferencia aparece recogida en el documento D02 (citado en el IET con la categoría Y para las reivindicaciones 1 y 2 en combinación con D01), en el que, además, se anticipa la simplificación del dispositivo al hacer que el propio material birrefringente utilizado para la sintonización sea el medio activo del láser (para ello, se utiliza un cristal láser adecuado de La3Ga5SiO14:Nd3+ con propiedades birrefringentes). Por lo tanto, los problemas que resuelven las diferencias técnicas de dicha reivindicación 1 con respecto a D01, se hallan idénticamente resueltos en el estado de la técnica representado por D02: en este documento, el eje óptico de la lámina está comprendido en su cara de entrada y el material del que está hecha es, a la vez, el medio activo del láser, teniendo ambas características el mismo efecto técnico que en la presente invención. D02 pertenece, además, al mismo campo tecnológico de sintonización láser, por lo que un experto de la técnica recurrirá a este documento de forma evidente para solucionar los problemas técnicos a los que dan respuesta las mencionadas diferencias de la presente invención con respecto a D01 y que éste último no es capaz de resolver por sí solo.

Otro tanto puede afirmarse de la reivindicación 2, cuyo contenido se halla idénticamente anticipado en D01 (todas las láminas de este sintonizador rotan solidariamente en el plano de sus superficies). Cabe concluir, por tanto, que ambas reivindicaciones 1 y 2 carecen de actividad inventiva con respecto a la combinación de D01 y D02 de acuerdo con el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

No ocurre así con el objeto de la reivindicación 3, que se considera la invención objetiva de la presente Solicitud. Ya es conocida la expresión de sintonización en ella utilizada que liga los parámetros del dispositivo con las longitudes de onda de intensidad máxima que pueden obtenerse a la salida, es decir, las longitudes de onda sintonizadas, pero no se ha encontrado en el estado de la técnica ningún procedimiento que obtenga, a partir de ésta, espesores adecuados iguales para varias láminas de un dispositivo.