



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 473**

51 Int. Cl.:  
**H01S 3/094** (2006.01)  
**H01S 3/06** (2006.01)  
**H01S 3/11** (2006.01)  
**H01S 3/16** (2006.01)  
**H01S 3/07** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06765373 .3**  
96 Fecha de presentación : **27.07.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1908152**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Láser.**

30 Prioridad: **27.07.2005 GB 0515431**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.08.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.08.2010**

73 Titular/es: **MBDA UK LIMITED**  
**Six Hills Way**  
**Stevenage, Hertfordshire SG1 2DA, GB**

72 Inventor/es: **Jennings, Martyn Robert y**  
**Miller, Lee Douglas**

74 Agente: **González Palmero, Fe**

ES 2 343 473 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Láser.

5 Esta invención se refiere a láseres y, más particularmente, a un dispositivo láser que tiene bombeo mejorado de su medio activo, y también a un procedimiento de mejora del bombeo de un medio activo de láser.

10 Existe una gama muy amplia de medios activos de láser, por ejemplo, cristales dopados con iones de tierras raras, vidrios dopados con iones láser-activos, semiconductores, soluciones líquidas de ciertos tintes, y gases. Esta invención no se refiere a medios activos líquidos o gaseosos, sino que se refiere a medios activos sólidos que incluyen cristales, vidrios y semiconductores que, se denominan en lo sucesivo, individual y conjuntamente, un “medio activo”.

15 Un medio activo es un material que tiene átomos o moléculas que pueden ser excitados hasta un nivel de acción láser superior para generar una inversión de población que amplificará la luz mediante emisión estimulada a una tasa que es proporcional al número de átomos que hay en el nivel de acción láser superior y la densidad de radiación de la luz.

20 Los átomos o moléculas de un medio activo son excitados al nivel de acción láser superior mediante un procedimiento, conocido en la técnica como “bombeo”, que introduce energía dentro del medio activo de una manera que promoverá la interacción láser. El bombeo se consigue típicamente con fuentes de bombeo suficientemente energéticas que puedan actuar sobre todo el medio láser simultáneamente, ya sea inundando toda la cavidad de láser con radiación óptica o por algún otro medio. Esto tiene la desventaja de ser relativamente ineficiente, porque grandes cantidades de energía de bombeo pueden desperdiciarse como calor. La técnica también requiere que los medios activos tengan tiempos de vida relativamente prolongados para el estado de transición del láser superior, de manera que el medio activo pueda mantener la inversión de población necesaria durante el intervalo entre la absorción de algo de energía de bombeo y la aparición de emisión estimulada de fotones.

25 Comúnmente se usa una gama de fuentes de bombeo ópticas para proporcionar energía a un sistema láser, siendo ejemplos las descargas eléctricas, las lámparas de destello, las lámparas de arco, la luz procedente de otro láser, reacciones químicas y dispositivos explosivos. Tales fuentes de bombeo óptico típicamente dirigen la luz hacia una varilla de medio activo como una onda continua o como una serie de impulsos, siendo la frecuencia de la luz de bombeo mayor que la de la luz láser resultante (es decir, siendo la longitud de onda de bombeo más corta que la de la luz láser resultante), porque la energía requerida para bombear al nivel de acción láser superior es esencialmente mayor que la energía liberada durante la transición láser. Esta invención se refiere al bombeo óptico que usa una fuente de bombeo láser.

30 Existen cientos de materiales diferentes que pueden usarse como medios activos para producir láseres que tienen una amplia gama de frecuencias con grados variables de eficiencia. Tales materiales tienen típicamente tres o cuatro niveles de energía, aunque algunos tienen muchos más niveles de energía con complejos procedimientos de excitación y relajación que se producen entre estos niveles. Sin embargo, la amplificación óptica tiene lugar a una frecuencia característica calculada como la diferencia de energía entre el estado excitado y un estado fundamenta dividida por la constante de Planck.

35 Normalmente se selecciona un material para uso como medio activo porque tiene un tiempo de vida relativamente prolongado para su estado de transición superior y es capaz de producir una frecuencia requerida. Tales materiales tienen una transición rápida sin radiación desde el nivel de bombeo hasta el nivel de acción láser superior, seguido de una transición mucho más lenta desde el nivel de acción láser superior hasta el siguiente nivel de energía para conseguir la inversión de población necesaria. Esta transición sin radiación libera energía residual como calor.

40 El documento US6.038.240 desvela un dispositivo láser según el preámbulo de la reivindicación 1.

45 Según un aspecto de la invención, un dispositivo láser tiene una serie de líneas de retardo óptico dispuestas para transmitir impulsos desde un láser de bombeo hasta una serie de posiciones separadas dispuestas a lo largo de un medio activo sólido en la dirección de propagación del láser en el medio activo, estando dispuesta cada línea de retardo óptico para bombear una porción diferente del medio activo para causar una inversión de población localizada, caracterizado porque los retardos de transmisión de impulsos proporcionados por las líneas de retardo óptico se seleccionan para emitir una secuencia de impulsos a las porciones del medio activo de manera que cada porción contribuirá a su vez a la amplificación de un láser que se propaga dentro del medio activo, en el que el tiempo de vida del estado superior del medio activo es inferior al tiempo de paso del medio activo por la luz. De esta manera, el láser puede ser bombeado de una manera más eficiente ya que la energía de bombeo puede ser emitida exactamente donde se requiere y en los instantes en los que se requiere durante el paso de los fotones láser a lo largo de la longitud del medio activo. La consecuencia es que puede usarse fuentes de bombeo de energía mucho más baja, así como el uso de nuevos tipos de láser con materiales para el medio activo que previamente se consideró que tenían un tiempo de vida del estado de transición del láser superior que era demasiado corto. Tales materiales de ganancia del láser tendrían típicamente un tiempo de vida del estado de transición del láser superior de un nanosegundo o menos.

65 Las líneas de retardo óptico pueden estar dispuestas para transmitir impulsos desde el láser de bombeo de la manera enseñada en nuestra patente de GB 2384126, proporcionando así muchos impulsos de radiación electromagnética a

## ES 2 343 473 T3

puntos secuenciales a lo largo de la longitud del medio activo con la sincronización de los impulsos escogida para coincidir con la propagación de los fotones láser. La duración del impulso de bombeo es típicamente del orden del tiempo de vida del estado superior del medio activo y siendo introducido cada impulso de bombeo dentro del medio activo justo delante de los fotones progresivos, de manera que son dirigidos continuamente dentro de una zona de inversión de población sin agotar y por consiguiente sufren una interacción láser que experimenta ganancia eficientemente.

Los retardos de transmisión de impulsos pueden seleccionarse para hacer que cada impulso sea aplicado a esa porción del medio activo que está inmediatamente delante del impulso láser. Alternativamente, la sincronización de la secuencia de impulsos puede seleccionarse para causar inversión de población en cada porción del medio activo antes de que la porción inmediatamente precedente se haya descargado completamente al estado fundamental del medio.

Las posiciones separadas pueden estar espaciadas a intervalos regulares a lo largo del medio activo o pueden estar espaciadas no uniformemente a lo largo del medio activo.

Cada línea de retardo óptico está definida preferentemente por una fibra óptica.

Preferentemente, el retardo de impulsos entre posiciones adyacentes es sustancialmente equivalente a la separación de las posiciones adyacentes dividida por la velocidad de la luz en el medio activo.

Preferentemente, el láser de bombeo está dispuesto para transmitir los impulsos de luz láser a las líneas de retardo óptico a través de un nodo de distribución.

El láser de bombeo es preferentemente un generador de impulsos múltiples como el desvelado en nuestra patente de GB 2384126.

El dispositivo láser puede tener una ganancia tal alta a lo largo de la longitud del medio activo que es super-radiante, y por lo tanto es utilizable para generar un impulso láser a partir de una única secuencia de impulsos procedente del láser de bombeo. Alternativamente, el medio activo puede estar ubicado en una cavidad resonante provista de espejos terminales por medio de los cuales el impulso láser se reflejará entre los espejos terminales para realizar múltiples pasadas a través del medio activo. En este caso, un mecanismo de vaciado de cavidad puede estar ubicado en la cavidad y está dispuesto un disparador para accionar el mecanismo de vaciado de cavidad para liberar el impulso láser de la cavidad. Debido al corto tiempo de vida del estado superior del medio activo, en el momento en que un impulso láser vuelve a una posición dada después de la reflexión de un espejo de cavidad, la mayoría de los átomos de esa posición ya no son excitados. Es la nueva energía de bombeo que ha vuelto a excitar los átomos antes de la llegada del impulso láser la que permite al impulso ganar más energía.

Puede estar dispuesta una línea de retardo óptico adicional para activar la fuente en un momento apropiado durante la secuencia por medio de lo cual la fuente transmitirá un impulso de luz láser adicional a las líneas de retardo óptico.

Las líneas de retardo óptico pueden ser divididas en un primer grupo que está dispuesto para emitir impulsos de luz láser para promover la amplificación del impulso láser en una dirección, y un segundo grupo que está dispuesto para emitir impulsos de luz láser para promover la propagación del impulso láser en la dirección opuesta. A cada grupo de líneas de retardo óptico se le puede suministrar luz láser procedente de al menos una fuente diferente. A ambos grupos de líneas de retardo óptico se les puede suministrar luz láser procedente de una única fuente, y una línea de retardo óptico adicional está colocada entre el primer y segundo grupos de líneas de retardo para proporcionar el tiempo de retardo necesario entre los dos grupos de líneas de retardo óptico.

La serie de líneas de retardo óptico puede dividirse en al menos una serie adicional de manera que cada línea de retardo óptico de la serie adicional emitirá su impulso a una posición que está desplazada lateralmente de las posiciones asociadas con la otra serie de líneas de retardo óptico. En este caso, el medio activo puede ser de sección transversal poligonal y series separadas de las líneas de retardo óptico están colocadas para transmitir sus impulsos a series de posiciones separadas a lo largo de caras respectivas del medio activo. Alternativamente, el medio activo puede ser de sección transversal cilíndrica y series separadas de las líneas de retardo óptico están colocadas para transmitir sus impulsos a series espaciadas circunferencialmente de posiciones separadas que se extienden a lo largo del medio activo.

El medio activo puede estar definido por al menos dos tipos de medios activos dispuestos extremo a extremo. En este caso, cada tipo de medio activo puede estar dispuesto para recibir impulsos de luz láser procedentes de series respectivas de líneas de retardo óptico.

Según otro aspecto de la invención, un procedimiento de bombeo de un medio activo de láser comprende dirigir impulsos de luz láser secuencialmente a lo largo del medio activo en la dirección de propagación del láser, por medio de lo cual cada impulso generará una inversión de población en una porción asociada del medio activo justo delante de los fotones láser.

Según un aspecto adicional de la invención, un procedimiento de bombeo de un medio activo de láser comprende dirigir impulsos de luz láser secuencialmente a una serie de posiciones separadas dispuestas longitudinalmente a lo largo del medio activo en la dirección de propagación del láser, usando cada impulso para bombear una porción

## ES 2 343 473 T3

diferente del medio activo para causar una inversión de población localizada, y sincronizando la secuencia de impulsos para bombear el medio activo.

5 Cualquier procedimiento puede comprender además dirigir los impulsos secuencialmente a series adicionales de posiciones que están desplazadas lateralmente de las otras series de posiciones.

10 Cualquier procedimiento puede comprender además derivar los impulsos dirigiendo una única fuente de luz láser a través de líneas de retardo óptico de diferentes retardos dispuestas en paralelo. En este caso el procedimiento además comprende usar una línea de retardo óptico adicional para accionar un mecanismo de vaciado de cavidad. El procedimiento también puede comprender además usar otra línea de retardo óptico para activar la fuente en un momento apropiado durante la secuencia.

15 A continuación se describirá la invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de un dispositivo láser super-radiante;

la Figura 2 es un diagrama de un dispositivo láser que tiene una cavidad resonante;

20 la Figura 3 es un diagrama que muestra una primera modificación del dispositivo láser mostrado en la Figura 1;

la Figura 4 es un diagrama que muestra una segunda modificación del dispositivo láser mostrado en la Figura 1;

25 la Figura 5 es una sección transversal a través de una varilla de medio activo cilíndrico;

la Figura 6 es una sección transversal a través de una varilla de medio activo poligonal; y

la Figura 7 es una sección transversal a través de una varilla de medio activo hexagonal.

30 Con referencia a la Figura 1, una varilla de medio activo sólido R es bombeada por un láser de bombeo 10 a través de fibras ópticas 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17. La salida del láser de bombeo 10 es dirigida a través de un separador 18 que emite impulsos de luz láser a las fibras ópticas 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 generalmente como se enseña en nuestra patente GB2384126. La varilla R puede estar formada de cualquier material del medio activo adecuado, por ejemplo Nd:TAG.

35 Por lo tanto, el separador 18 actúa como nodo de distribución que guía la salida del láser de bombeo 10 dentro de las fibras ópticas 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 que son de diferentes longitudes y sirven como una serie de líneas de retardo óptico que transmiten sus impulsos láser respectivos a una serie de posiciones separadas dispuestas a lo largo de la varilla de medio activo R en la dirección de propagación del láser. De esta manera, cada una de las fibras ópticas 40 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 bombea una porción diferente de la varilla de medio activo R para causar una inversión de población localizada. Las longitudes respectivas de las fibras ópticas se escogen para producir retardos diferenciales en la transmisión de la salida del láser de bombeo 10 a la varilla de medio activo R.

45 Los retardos de transmisión de impulsos vienen dictados por las diferentes longitudes de las fibras ópticas, y estas longitudes se seleccionan para hacer que cada impulso sea aplicado a aquella porción de la varilla R que está inmediatamente delante del impulso láser. La sincronización de la secuencia de impulsos se selecciona para causar inversión de población en cada porción de la varilla R antes de que la porción inmediatamente precedente se haya descargado completamente al estado fundamental del material del medio activo que forma la varilla R. El retardo de impulsos entre posiciones adyacentes es sustancialmente equivalente a la separación de las posiciones adyacentes 50 dividida por la velocidad de la luz en el medio activo. Por consiguiente, se aplicará una secuencia de impulsos láser a las porciones de la varilla de medio activo R de manera que cada porción de la varilla R contribuirá a su vez a la amplificación de un láser que se propaga dentro de la varilla de medio activo R.

55 Como el medio activo R está formado de un material que tiene una ganancia tan alta que es super-radiante, es utilizable para generar un impulso láser a partir de una única secuencia de impulsos que, como se describió anteriormente, son generados por un único impulso láser procedente del láser de bombeo 10. Sin embargo, si se desea, el propio láser de bombeo 10 puede generar una serie de impulsos láser, cada uno de los cuales es dividido en una secuencia de impulsos correspondiente.

60 A partir de la Figura 1, se observará que las posiciones separadas en las que las fibras ópticas 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 aplican sus impulsos respectivos a la varilla R están espaciadas a intervalos regulares. Sin embargo, es la distribución espacial de los impulsos la que puede escogerse que sea no uniforme con más fibras ópticas que emiten sus impulsos láser a zonas de la varilla donde se requiere una mayor concentración de radiación de bombeo. Si se desea, pueden usarse varios láseres de impulsos para bombear la varilla R a través de conjuntos de fibras ópticas 65 respectivos.

Las características de la Figura 1 pueden aplicarse a un dispositivo láser no super-radiante como el que se ilustra en la Figura 2, en el que se han usado los mismos números de referencia para indicar características equivalentes. En

## ES 2 343 473 T3

la Figura 2, la varilla de medio activo R está ubicada en una cavidad no mostrada (de manera bien conocida), entre espejos terminales 19 y 20 para reflejar el láser producido para realizar múltiples pasadas a través del medio activo que forma la varilla R. El láser de bombeo 10 sirve para bombear el láser producido hacia el espejo 20 que luego refleja el láser producido de vuelta a la varilla R. Un segundo láser de bombeo 30, que descarga a través de un segundo separador 38 y las fibras ópticas 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47, impulsa luego el láser producido hacia el espejo 19 aumentando así su amplificación. Por supuesto, los láseres de bombeo 10 y 30 tienen que estar coordinados - esto puede conseguirse proporcionándoles disparadores respectivos accionados por fibras ópticas adicionales. De esta manera, los láseres de bombeo 10 y 30 harán que el láser producido realice múltiples pasadas a través de la varilla R hasta tal momento que el láser sea liberado usando un mecanismo de vaciado de cavidad no mostrado de cualquier clase conveniente conocido en la técnica, por ejemplo, un conmutador de Q o un etalón de Fabry-Perot. Tal mecanismo de vaciado de cavidad puede ser accionado por un disparador no mostrado, por ejemplo, una fibra óptica adicional que se extiende desde el primer separador 18, para asegurar la coordinación.

A partir de la Figura 2 se observará que las fibras ópticas están divididas en un primer grupo, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 que está dispuesto para emitir impulsos láser desde el láser de bombeo 10 para promover la amplificación del láser producido en una dirección, y un segundo grupo 41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47 que está dispuesto para emitir impulsos láser desde el láser de bombeo 30 para promover la amplificación del láser producido en la dirección opuesta. Si se desea, a todas las fibras ópticas se les puede suministrar luz láser procedente de un único láser de bombeo, estando colocada una línea de retardo óptico adicional entre el primer y segundo grupos de líneas de retardo para proporcionar el tiempo de retardo necesario.

La Figura 3 ilustra una modificación del dispositivo láser descrito con referencia a la Figura 1 y se usan los mismos números de referencia para indicar características equivalentes. La diferencia fundamental es que las fibras ópticas están dispuestas en un primer grupo 51, 52, 53, 54 y 55 que está desplazado lateralmente de un segundo grupo 61, 62, 63, 64 y 65.

La Figura 4 muestra una modificación adicional del dispositivo láser descrito con referencia a la Figura 1, usándose los mismos números de referencia para indicar características equivalentes. La modificación fundamental es que una segunda varilla de medio activo R2 está dispuesta en serie con la varilla R y es bombeada por un láser de bombeo adicional 70 a través de una fibra óptica 71 y también es bombeada por el láser de bombeo 10 a través de la fibra óptica 11. De esta manera, la segunda varilla R2 es bombeada para producir un láser que pasa a través de la primera varilla R en coordinación con el bombeo de la primera varilla R a través de las fibras ópticas 12, 13, 14 y 15. De esta manera, el dispositivo láser puede producir un láser que tiene una salida de longitud de onda doble con diferentes estados de polarización. Si se desea, la segunda varilla R2 puede ser bombeada por el láser de bombeo 70 a través de fibras adicionales de la misma manera que es bombeada la primera varilla R. La fibra óptica 11 también puede estar dispuesta para bombear la primera varilla R en su lugar. Por supuesto, es importante que cada varilla R y R2 sea bombeada de una manera y en un momento apropiados para el dispositivo láser. Por ejemplo, una de las varillas R o R2 puede comprender un material que actúa como puerta, o como amplificador, requiriendo bombeo CW o *cuasi* CW, comprendiendo la otra varilla R2 o R un medio activo que requiere bombeo pulsado de precisión.

Las diversas fibras ópticas pueden estar dispuestas de manera que su colocación y retardos de tiempo respectivos controlarán el modo del láser producido y la forma interna del haz de láser dentro de la varilla o varillas.

La intensidad de bombeo puede aumentarse más emitiendo los impulsos de bombeo simultáneamente desde varias direcciones diferentes en cada una de las posiciones separadas.

Por ejemplo, en la Figura 5, una posición a lo largo de la varilla de sección transversal cilíndrica R es bombeada por cinco fibras ópticas con igual separación alrededor de su periferia, como se indica por las flechas. Para conseguir esto habría cinco conjuntos idénticos de fibras ópticas de manera que cada posición sería bombeada simultáneamente por cinco impulsos láser al mismo tiempo.

La Figura 6 muestra una varilla R de sección transversal poligonal (en este ejemplo de cuatro lados) que tiene cada posición bombeada desde cuatro fibras ópticas que dirigen cada una un impulso láser a un lado de la varilla como se indica por las flechas. Esto se consigue proporcionando cuatro conjuntos idénticos de fibras ópticas.

La Figura 7 muestra la aplicación de esta característica a una varilla R de sección transversal hexagonal que tiene cada posición bombeada desde seis fibras ópticas que dirigen cada una un impulso láser a una cara de la varilla como se indica por las flechas.

Se observará que esta invención permite bombear energía que ha de ser emitida a posiciones discretas de una manera secuencial usando muchas fibras ópticas con las longitudes de las fibras y las propiedades del material determinando el instante en que la energía de bombeo llega al medio activo. De esta manera se conserva la energía de bombeo mientras que al mismo tiempo se aumenta el bombeo y se reduce la energía desperdiciada como calor.

Aun así ha de observarse que, seleccionando cuidadosamente las posiciones y la sincronización de los impulsos láser, es posible seleccionar o inhibir ciertos modos de oscilación de la cavidad. Esta característica puede usarse como la base de un filtro de orden elevado, o un esquema de bloqueo de modo, donde todos los modos de la cavidad son forzados a estar en fase.

# ES 2 343 473 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Un dispositivo láser en el que una serie de líneas de retardo óptico (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17; 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47; 51, 52, 53, 54, 55, 61, 62, 63, 64, 65; 71) están dispuestas para transmitir impulsos desde un láser de bombeo (10; 30; 70) hasta una serie de posiciones separadas dispuestas a lo largo de un medio activo sólido (R; R2) en la dirección de propagación del láser en el medio activo, estando dispuesta cada línea de retardo óptico para bombear una porción diferente del medio activo para causar una inversión de población localizada, **caracterizado** porque los retardos de transmisión de impulsos proporcionados por las líneas de retardo óptico se seleccionan para emitir una secuencia de impulsos a las porciones del medio activo de manera que cada porción contribuirá a su vez a la amplificación de un láser que se propaga dentro del medio activo, en el que el tiempo de vida del estado superior del medio activo es inferior al tiempo de paso del medio activo por la luz.

15 2. Un dispositivo láser según la reivindicación 1, en el que la duración del impulso de bombeo es del orden del tiempo de vida del estado superior del medio activo (R; R2).

20 3. Un dispositivo láser, según las reivindicaciones 1 ó 2, en el que los retardos de transmisión de impulsos se seleccionan para hacer que cada impulso sea aplicado a aquella porción del medio activo (R; R2) que está inmediatamente delante del impulso láser.

25 4. Un dispositivo láser, según la reivindicación 1, en el que la sincronización de la secuencia de impulsos se selecciona para causar inversión de población en cada porción del medio activo (R; R2) antes de que la porción inmediatamente precedente se haya descargado completamente al estado fundamental del medio.

30 5. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las posiciones separadas están espaciadas no uniformemente a lo largo del medio activo (R; R2).

35 6. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el retardo de impulsos entre posiciones adyacentes es sustancialmente equivalente a la separación de las posiciones adyacentes dividida por la velocidad de la luz en el medio activo (R; R2).

40 7. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, el láser de bombeo (10; 30) está dispuesto para transmitir los impulsos de luz láser a las líneas de retardo óptico a través de un nodo de distribución (18; 38).

45 8. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el láser de bombeo es un generador de impulsos múltiples.

50 9. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que tiene una ganancia tan alta a lo largo de la longitud del medio activo (R; R2) que es super-radiante, y de este modo es utilizable para generar un impulso láser a partir de una única secuencia de impulsos procedente del láser de bombeo (10; 30; 70).

55 10. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio activo (R; R2) está ubicado en una cavidad resonante provista de espejos terminales (19, 20) por medio de los cuales el impulso láser se reflejará entre los espejos terminales para realizar múltiples pasadas a través del medio activo.

60 11. Un dispositivo láser, según la reivindicación 10, en el que un mecanismo de vaciado de cavidad está ubicado en la cavidad y está dispuesto un disparador para accionar el mecanismo de vaciado de cavidad para liberar el impulso láser de la cavidad.

65 12. Un dispositivo láser, según la reivindicación 10 u 11, en el que está dispuesta una línea de retardo óptico adicional para activar el láser de bombeo en un momento apropiado durante la secuencia por medio de lo cual el láser de bombeo transmitirá un impulso de luz láser adicional a las líneas de retardo óptico.

70 13. Un dispositivo láser, según las reivindicaciones 10 a 12, en el que las líneas de retardo óptico son divididas en un primer grupo (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) que está dispuesto para emitir impulsos de luz láser para promover la amplificación del impulso láser en una dirección, y un segundo grupo (41, 42, 43, 44, 45, 46, 47) que está dispuesto para emitir impulsos de luz láser para promover la propagación del impulso láser en la dirección opuesta.

75 14. Un dispositivo láser, según la reivindicación 13, en el que cada grupo de líneas de retardo óptico se le suministra luz láser procedente de al menos una fuente diferente (10; 30).

80 15. Un dispositivo láser, según la reivindicación 13, en el que a ambos grupos de líneas de retardo óptico se les suministra luz láser procedente de una única fuente (10; 30), y una línea de retardo óptico adicional está colocada entre el primer y segundo grupos de líneas de retardo para proporcionar el tiempo de retardo necesario entre los dos grupos de líneas de retardo óptico.

## ES 2 343 473 T3

16. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la serie de líneas de retardo óptico se divide en al menos una serie adicional de manera que cada línea de retardo óptico de la serie adicional emitirá su impulso a una posición que está desplazada lateralmente de las posiciones asociadas con la otra serie de líneas de retardo óptico.

5

17. Un dispositivo láser, según la reivindicación 16, en el que el medio activo (R; R2) es de sección transversal poligonal y series separadas de las líneas de retardo óptico están colocadas para transmitir sus impulsos a series de posiciones separadas a lo largo de caras respectivas del medio activo.

10

18. Un dispositivo láser, según la reivindicación 16, en el que el medio activo (R; R2) es de sección transversal cilíndrica y series separadas de las líneas de retardo óptico están colocadas para transmitir sus impulsos a series espaciadas circunferencialmente de posiciones separadas que se extienden a lo largo del medio activo.

15

19. Un dispositivo láser, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el medio activo está definido por al menos dos tipos de medios activos (R; R2) dispuestos extremo a extremo.

20. Un dispositivo láser, según la reivindicación 19, en el que cada tipo de medio activo (R2; R) está dispuesto para recibir impulsos de luz láser procedentes de series respectivas de líneas de retardo óptico (71; 11, 12, 13, 14, 15).

20

21. Un procedimiento de bombeo de un medio activo de láser (R; R2) que comprende dirigir impulsos de luz láser secuencialmente a una serie de posiciones separadas dispuestas longitudinalmente a lo largo del medio activo en la dirección de propagación del láser, usando cada impulso para bombear una porción diferente del medio activo para causar una inversión de población localizada, y sincronizando la secuencia de impulsos para bombear el medio activo, en el que el tiempo de vida del estado superior del medio activo es inferior al tiempo de paso del medio activo por la luz.

25

22. Un procedimiento, según la reivindicación 21, que además comprende dirigir los impulsos secuencialmente a series adicionales de posiciones que están desplazadas lateralmente de las otras series de posiciones.

30

23. Un procedimiento, según la reivindicación 21 ó 22, que además comprende derivar los impulsos dirigiendo una única fuente (10; 30) de luz láser a través de líneas de retardo óptico (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17; 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47; 51, 52, 53, 54, 55, 61, 62, 63, 64, 65; 71) de diferentes retardos dispuestas en paralelo.

35

24. Un procedimiento, según la reivindicación 23, que además comprende usar una línea de retardo óptico adicional para accionar un mecanismo de vaciado de cavidad.

25. Un procedimiento, según la reivindicación 23 ó 24, que además comprende usar otra línea de retardo óptico para activar la fuente en un momento apropiado durante la secuencia.

40

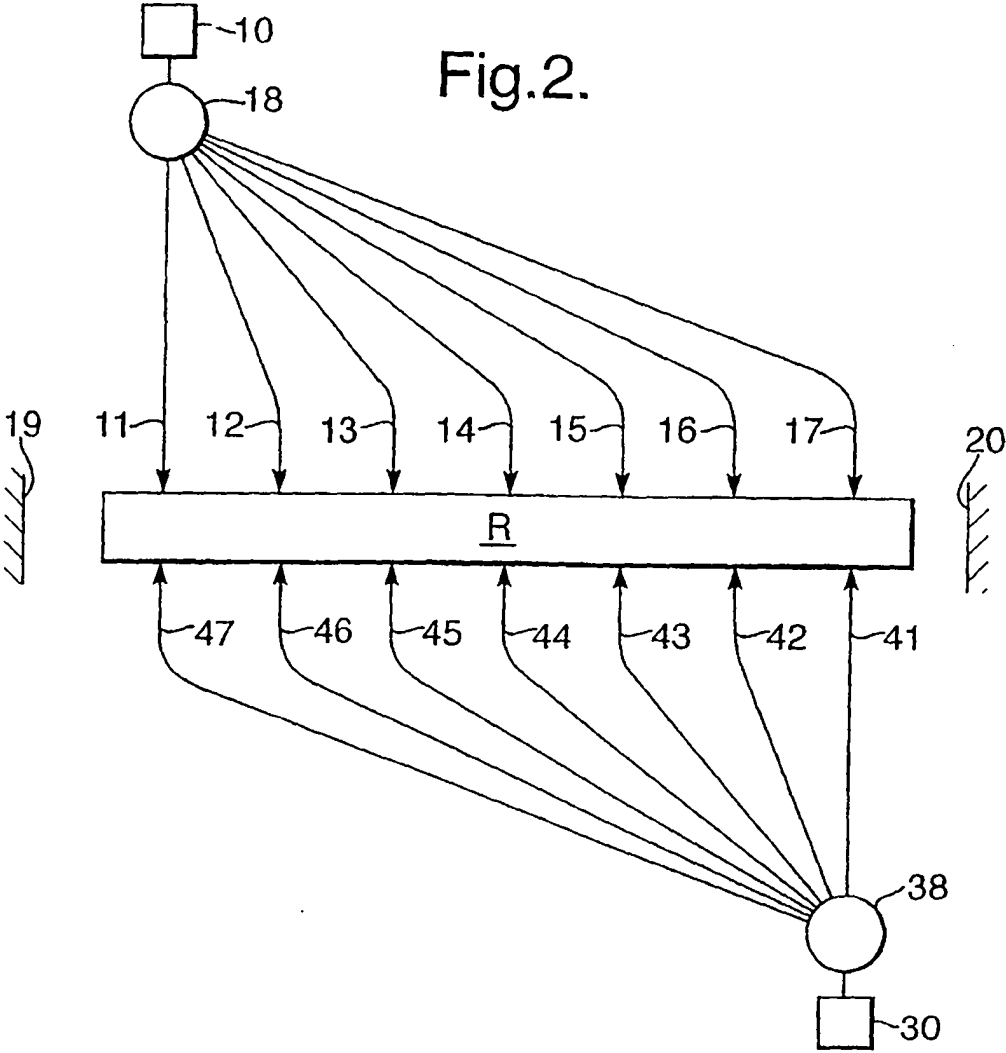
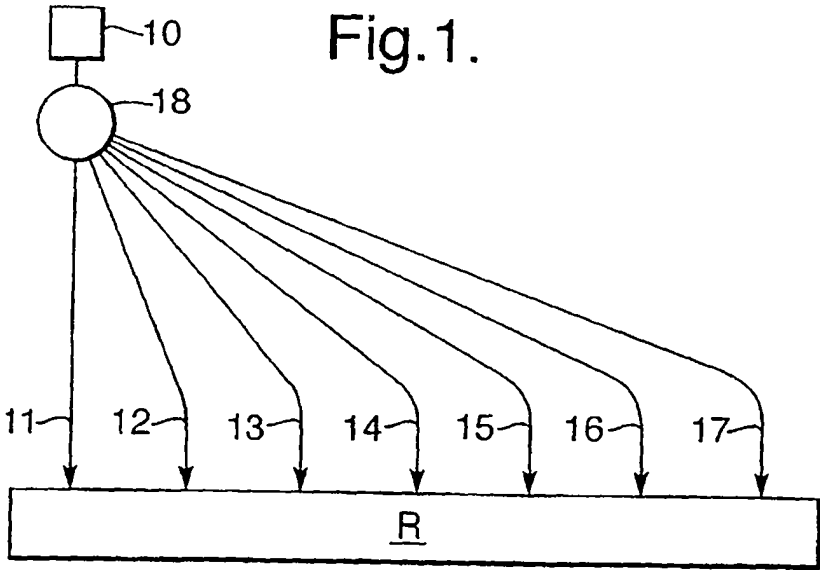
45

50

55

60

65



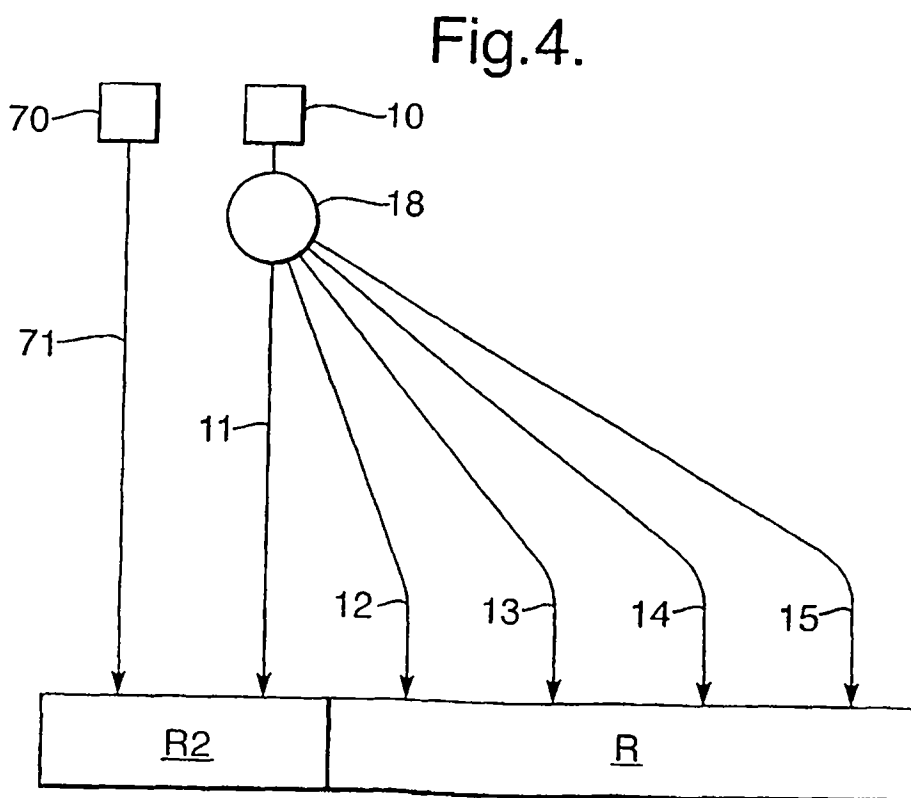
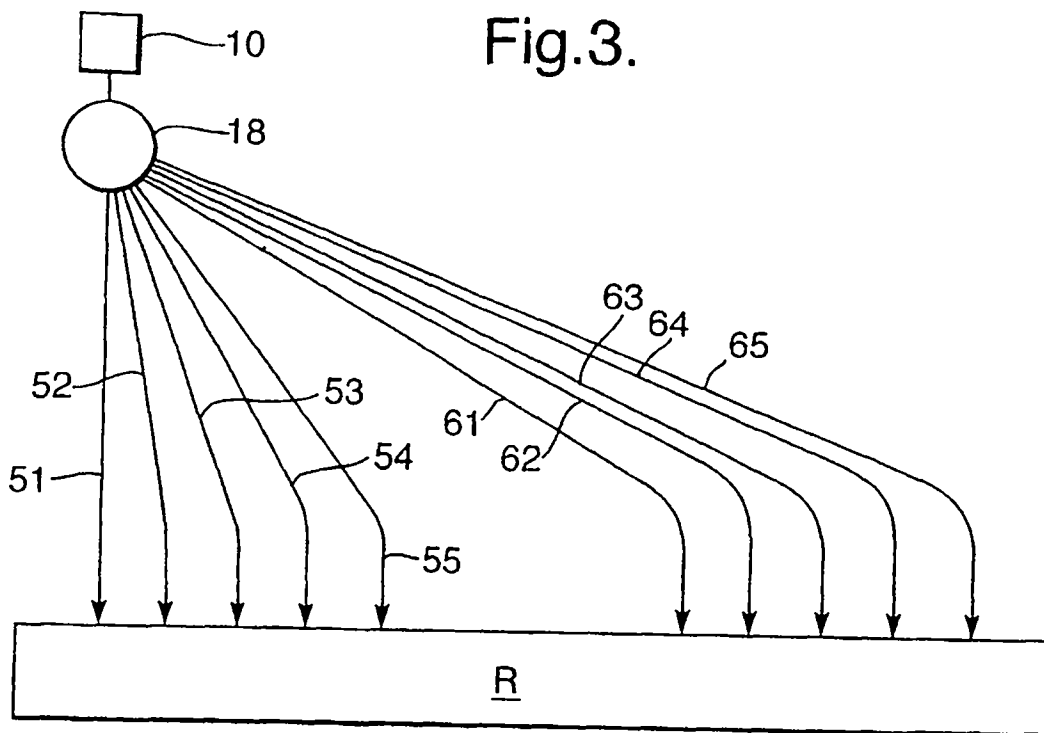


Fig.5.

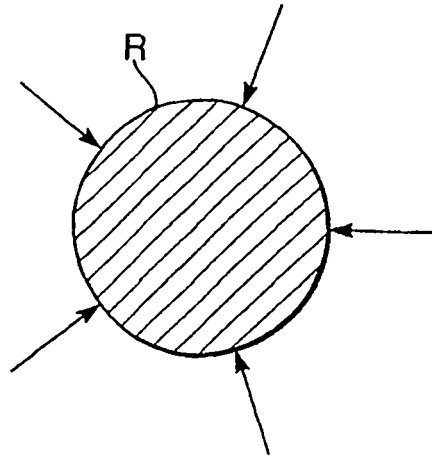


Fig.6.

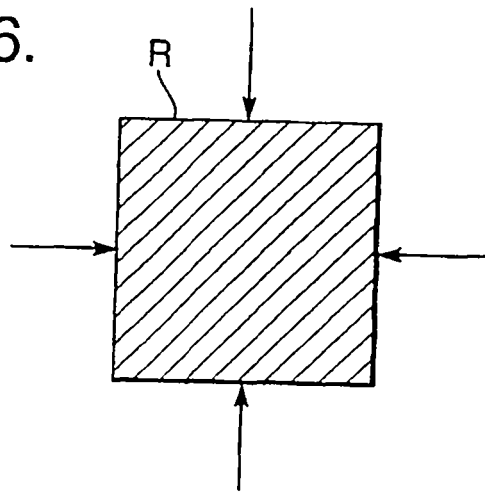


Fig.7.

