

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 061**

51 Int. Cl.:

F41H 13/00 (2006.01)

F41G 7/22 (2006.01)

G01S 7/495 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2011 E 11778980 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2630434**

54 Título: **Sistema de contramedidas**

30 Prioridad:

20.10.2010 IL 20883010

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

31.03.2016

73 Titular/es:

**ACTIVE AIR LTD. (100.0%)
4 Ha'maayan Street 2 Ligad House
71700 Modiin, IL**

72 Inventor/es:

KRUPKIN, VLADIMIR

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 565 061 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

Sistema de contramedidas

Campo de la invención

5 Esta materia objeto de la presente solicitud se refiere a sistemas de contramedidas de infrarrojos (IRCM), tales como las usadas por vehículos, edificios, construcciones, tropas, etc. para contrarrestar efectivamente varias amenazas, por ejemplo, misiles.

Antecedentes de la invención

10 La proliferación de misiles, especialmente misiles guiados antitanque (ATGM), y su disponibilidad para terroristas representan una amenaza real para vehículos y puestos militares, y para objetivos civiles tales como coches, autobuses, edificios, puentes, aeropuertos, puertos, estaciones eléctricas, barcos de pasajeros, cisternas, aviones y depósitos de combustible. Además, los ATGM pueden usarse contra tropas y pelotones en conflictos urbanos. Se han distribuido en todo el mundo más de medio millón de misiles guiados, y muchos de estos están aún operativos. La mayoría de estos misiles usan actualmente sensores de infrarrojos (IR) para guiarlos al objetivo. Los misiles típicos tienen alcances de 5-8 km. Las contramedidas conocidas varían desde perturbaciones activas de IR a destellos, granadas de humo y paja.

15 Son conocidos una variedad de sistemas de contramedidas, por ejemplo, los desvelados en:

- El documento US 5.742.384 que desvela un emisor compacto de contramedidas de infrarrojos de barrido y representa el punto de inicio de la presente invención;
- 20 - El documento US 7.378.626 que desvela un sistema y procedimiento de contramedidas directas de infrarrojo (DIRCM);
- El documento US 7.478.578 que desvela la protección contra misiles de líneas aéreas comerciales usando drones en formación;
- El documento US 6.977,598 que desvela un sistema y procedimiento de protección de aviones;
- 25 - El documento US 6.359.710 que desvela perturbadores para misiles buscadores de radiación de IR;
- El documento US 6.352.031 que desvela un procedimiento de contramedidas de radiación para la protección de un avión y otros vehículos contra misiles hostiles de "seguidores de calor" por infrarrojos;
- El documento US 5.662.291 que desvela un dispositivo para autodefensa de aviones contra misiles;
- El documento US 7.569.824 que desvela un sistema y procedimiento de dirección de un haz láser para su uso en un sistema direccional de contramedidas de infrarrojo;
- 30 - El documento US 7.523.692 que desvela un sistemas de defensa de aviones contra sistemas portátiles contra aviones seguidores de IR/UV;
- El documento US 6.587.486 que desvela una fuente de haz láser para un sistema de armamento de contramedidas de infrarrojos direccionales (DIRCM); y
- El documento US 6.707.052 que desvela un sistema de contramedidas de engaño por infrarrojos.

Sumario de la invención

35 Se debe entender que la materia objeto actualmente desvelada en la presente solicitud se refiere a un sistema de contramedidas configurado para actuar contra una variedad de amenazas, dichas amenazas pueden, por ejemplo, incluir: misiles (por ejemplo, ATGM (misiles guiados antitanque), lanzadores de misiles, aviones pilotados y no pilotados, morteros guiados, varios tipos de sistemas guiados o de guiado, etc. Se debería entender que en el sistema de contramedidas de la materia objeto actualmente desvelada el haz láser puede actuar contra amenazas a 40 varias instancias predeterminadas, por ejemplo, a las que puede localizarse una amenaza potencial de misil y/o lanzador de misiles y a las que el sistema de contramedidas láser de la presente materia objeto es principalmente capaz de contrarrestar la(s) amenaza(s). Por ejemplo, dicha distancia predeterminada puede variar entre 10 metros desde la fuente láser y hasta muchos kilómetros.

45 De acuerdo con la presente solicitud, se proporciona un perturbador láser configurado para ser una parte del sistema de contramedidas, que comprende:

- una fuente láser que comprende al menos dos compartimentos adyacentes estando cada uno herméticamente sellado y teniendo un tabique entre ellos que separa herméticamente los compartimentos entre sí;
- 50 - comprendiendo un primero de los dos compartimentos en él una pluralidad de emisores láser, y comprendiendo el segundo compartimento en él condensadores eléctricamente conectados a los emisores láser a través de conexiones eléctricas que pasan a través del tabique y conectados a un cargador externo, y un conmutador para la activación de los emisores láser por medio de los condensadores, en el que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:
- 55 - se configura la fuente láser para proporcionar pulsos láser que tienen una potencia de pico por encima de 100 vatios, particularmente por encima de 1000 vatios, y que tienen un tiempo de subida en la duración del pulso láser de menos de 5 microsegundos, particularmente menos de 2 microsegundos;
- se configura la fuente láser para proporcionar una amplitud de corriente de bombeo láser de 100 amperios,

particularmente por encima de 200 amperios, y que tienen un tiempo de subida en la duración del pulso láser de menos de 5 microsegundos, particularmente menos de 2 microsegundos; y
 - teniendo la fuente láser una potencia láser óptica específica de pico (es decir potencia por unidad de volumen, correspondiendo el pico a la amplitud de potencia de pico) de al menos 10 W/cm^3 , particularmente al menos 30 W/cm^3 .

5 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser emiten haces de emisión láser que forman juntos un haz láser combinado que tiene una dispersión predeterminada a lo largo de su eje óptico.

10 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el haz láser tiene una primera dispersión y una segunda dispersión en planos respectivos que son paralelos a su eje óptico y son perpendiculares entre sí, siendo mayor la primera dispersión que la segunda dispersión.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la primera dispersión es al menos 1,5 veces, particularmente, al menos 3 veces, más particularmente, al menos 8 veces mayor que la segunda dispersión.

15 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la primera dispersión tiene al menos 0,5 grados, particularmente, al menos 1 grado, más particularmente, al menos 3 grados, y no más de 45 grados, particularmente, no más de 30 grados.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la segunda dispersión tiene al menos 1 grado, particularmente, al menos 5 grados, más particularmente, al menos 15 grados, y no más de 120 grados, particularmente, no más de 90 grados.

20 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser está configurado para su operación contra amenazas a distancias predeterminadas.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la fuente láser es una fuente láser de IR.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la fuente láser está configurada para emitir el haz láser con una distribución espectral predeterminada de la que al menos una parte está en un intervalo de 780 nm - 4300 nm.

25 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la distribución espectral es no continua.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la fuente láser está configurada para emitir el haz láser en al menos un pulso que es no más largo de 5 segundos, particularmente, no más largo de 0,5 segundos, más particularmente, no más largo de 1 ms.

30 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser incluye además unos medios ópticos configurados para el menos uno de los siguientes: enfoque, desenfoque o colimación del haz láser.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la fuente láser comprende una pluralidad de emisores láser.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser tienen al menos dos de sus características de tamaño, masa y volumen, iguales para al menos una mayoría de los emisores.

35 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser se disponen a lo largo de dos dimensiones de la fuente láser.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser son diodos láser.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, comprende además una pluralidad de sustratos cada uno de los cuales contiene al menos uno de los diodos láser.

40 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, al menos uno de los sustratos está fabricado principalmente de un semiconductor y los diodos láser se forman en él.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, al menos uno de los sustratos está fabricado principalmente de un semiconductor y los diodos láser se montan sobre él.

45 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, al menos uno de los sustratos está fabricado principalmente de metal y los diodos láser se montan sobre él.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser comprende además unos LED en el espectro visible.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los LED en el espectro visible producen un haz dirigido a lo largo del mismo eje óptico que el haz láser y/o que tiene una dispersión predeterminada similar a la del

haz láser.

5 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el primer disipador térmico comprende además una placa metálica adicional que está en contacto térmico con la primera placa metálica, y en el que los uno o más sustratos con los diodos de láser correspondientes se extienden entre la primera y placas metálicas adicionales en contacto térmico con ella.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la primera placa metálica junto con el uno o más sustratos colocados sobre ella son móviles con respecto al segundo disipador térmico.

10 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la primera placa metálica junto con los uno o más sustratos colocados sobre ella son móviles por medio de un submontaje fijado al mismo, por ejemplo, una montura C.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los sustratos son móviles por medio de submontajes fijados a los mismos, por ejemplo monturas C.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la primera y segunda placas metálicas están fabricadas del mismo material y la segunda placa tiene un volumen mayor que la primera placa.

15 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el segundo disipador térmico se monta sobre un tercer disipador térmico.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el tercer disipador térmico comprende una plataforma de rotación.

20 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser comprende además una plataforma que tiene un eje de rotación y la fuente láser se monta sobre la plataforma.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el eje de rotación es un eje simple de movimiento de la plataforma.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la precisión angular de la plataforma de rotación está entre 1 y 10 grados.

25 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores se disponen para tener ejes rápidos paralelos al eje de rotación de la plataforma de rotación.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser se instalan a una distancia de no más de 10 cm, particularmente, no más de 5 cm desde los condensadores.

30 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los emisores láser se conectan a los condensadores por medio de conectores eléctricos que no son más largos de 10 cm, particularmente, no más largos de 5 cm de longitud.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, los compartimentos adyacentes tienen tabiques fabricados de vidrio fundido.

35 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el haz láser es espectralmente uniforme al menos en una mayoría de su dispersión, a las distancias predeterminadas, y una intensidad mínima de radiación láser en la mayoría de la dispersión es más del 50 % de una media de la intensidad de la radiación láser en la mayoría de la dispersión, a las distancias predeterminadas.

40 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la intensidad mínima de la radiación láser en la mayoría de la dispersión es más del 80 % de la intensidad media de la radiación láser en la mayoría de la dispersión.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser está configurado para la perturbación de la comunicación de guiado entre una unidad de control y un misil controlado por la unidad de control, después de que se hayan determinado las coordenadas del misil o la unidad de control por un detector.

45 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, la unidad de control está en o adyacente al lugar de lanzamiento del misil.

En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, en un caso en el que han de ser detectadas por el receptor las coordenadas del misil, y se espera que el misil esté separado del lugar de lanzamiento en el momento de la detección en una distancia angular dentro de un alcance esperado con relación al perturbador láser, la primera y segunda dispersiones se seleccionan para incluir el alcance.

50 En un ejemplo de un perturbador láser de acuerdo con la invención, el perturbador láser incluye además un tercer

compartimento adyacente al segundo compartimento, estando herméticamente sellado el tercer compartimento y comprendiendo en él una tarjeta lógica (es decir un procesador, memoria, etc.) configurada para activar el conmutador y configurado el cargador para cargar los condensadores.

5 Debería entenderse que el sistema de contramedidas de la presente materia sujeto actualmente desvelada puede comprender más de una fuente láser y más de una plataforma de rotación.

10 De acuerdo con un ejemplo de la materia objeto actualmente desvelada, se proporciona un sistema de contramedidas de infrarrojo de peso ligero para la protección de vehículos, construcciones y tropas, incluyendo un láser emisor múltiple de semiconductores de pulsos de alta potencia sobre una plataforma de rotación y un detector de dirección para la localización del lanzamiento del misil amenaza. El láser tiene una dispersión horizontal del haz en campo lejano moderada y una dispersión vertical del haz en campo lejano grande para asegurar la iluminación de la localización de lanzamiento incluso con bajas precisiones angulares del detector y de la plataforma de rotación. El láser emite radiación en pulsos en la dirección de la localización de lanzamiento. Esto perturba la operación del control del misil atacante, dando como resultado la desviación del misil.

15 Uno de los objetos de la materia objeto actualmente desvelada puede ser proporcionar sistemas de defensa fiables de bajo peso bajo coste contra ATGM. Los sistemas comprenden un láser de bajo coste alta potencia que tiene una dispersión del haz grande, una plataforma de rotación y un detector de dirección de la localización de lanzamiento del misil amenaza. Los sistemas responden a señales desde el detector, girando la plataforma de rotación láser para dirigirlo hacia la localización de lanzamiento, y el láser emite un haz láser de alta potencia que perturba la operación de control del misil atacante dando como resultado la desviación del misil.

20 En un ejemplo de la materia objeto actualmente desvelada, el láser se compone de una pluralidad de emisores láser de semiconductor de pulsos fiable de bajo coste, que proporciona el haz láser de alta potencia de amplia dispersión deseado. El láser de semiconductor es más pequeño, más ligero, más eficiente, más potente y más barato que otros láseres que se usan en la técnica anterior para crear haces láser estrechos (dispersión pequeña). La plataforma de rotación es compacta y de bajo coste debido a que solo tiene un único eje de rotación, y debido a los relajados requisitos de precisión de apuntado y por la dinámica y debido al ligero peso de la carga del láser. El sistema de detección puede ser de bajo coste debido a que solo necesita proporcionar una coordenada (azimut hacia la localización de lanzamiento), con baja precisión. El haz láser se emite en la dirección de la localización de lanzamiento del misil amenaza. Por lo tanto ilumina la óptica y los detectores de los circuitos de control del misil atacante. La óptica y detectores pueden localizarse en el misil atacante en sí, en una cabeza óptica del misil, o en los laterales, alas o cola del misil. La óptica y detectores pueden localizarse también fuera del misil en una unidad de control separada o lugar de control de lanzamiento. El haz láser ilumina al misil atacante y a la unidad de control separada, y a objetos en la proximidad del trayecto del misil y en la proximidad de la unidad de control, debido a la amplia dispersión del haz. El láser puede ser una onda cuasi continua (QCW), de pulsos o modulada de modo que la potencia media del láser sea menor que la potencia de pico del láser. La radiación láser de alta potencia perturba la operación de los detectores e impide un control correcto del misil atacante. El misil cambia su trayecto de vuelo de acuerdo con la señal de control incorrecta, vuela en la dirección equivocada. En aproximadamente un segundo el misil se desplaza respecto a su trayecto de ataque tan lejos que no puede recuperar el control, incluso si el láser de alta potencia cesa de actuar o se redirige. Esto da como resultado la desviación del misil de los objetos y localizaciones protegidos. El sistema está instantáneamente listo para la desviación de otro misil atacante. Por lo tanto, el sistema es capaz de actuar como un sistema de contramedidas fiable continuamente operativo capaz de desviar misiles atacantes mediante la emisión del haz láser de alta potencia generalmente en la dirección de una localización de lanzamiento del misil.

Los siguientes son algunos de los objetos y ventajas de la materia objeto actualmente desvelada:

- 45 • Para engañar misiles atacantes mediante la emisión de láser de alta potencia en la dirección del lugar de lanzamiento de los misiles.
- Para engañar a varios tipos de amenazas, por ejemplo, mediante el uso de un láser de alta potencia, amplia dispersión que ilumina simultáneamente a la amenaza, a una unidad de control separada de la amenaza y a objetos en la proximidad de la amenaza y de la unidad de control.
- 50 • Para proporcionar una defensa automática para vehículos, tropas, construcciones, etc. sin necesidad de un operador humano.
- Para proporcionar un sistema de contramedidas compacto, por ejemplo, mediante la incorporación de un láser de modulación de impulsos que tiene una potencia media que es menor que la potencia de pico del láser.
- Para proporcionar un sistema de contramedidas eficiente de peso ligero que requiere un consumo de potencia relativamente bajo desde una fuente de alimentación, que es excepcionalmente adaptable para un uso portátil y para su uso sobre vehículos ligeros.
- 55 • Para proporcionar un sistema de contramedidas de bajo coste, por ejemplo, mediante la reducción de su complejidad, reduciendo la cantidad de componentes del sistema, y rebajando los requisitos para los componentes.
- Para proporcionar un sistema de contramedidas fiable, por ejemplo, mediante la reducción de la complejidad del sistema y los requisitos de precisión, refrigeración del láser, e incremento de la fiabilidad del láser.
- 60 • Para proporcionar un sistema defensivo que no sea peligroso para el personal, equipos y estructuras.

- Para proporcionar un sistema defensivo que requiera ninguno o pocos consumibles.
 - Para proporcionar un sistema defensivo que no requiera peligrosas operaciones de relleno en tierra.
 - Para proporcionar un sistema defensivo que sea muy rápidamente desplegable y que tenga corto tiempo de respuesta.
- 5
- Para proporcionar un sistema defensivo que sea difícil de detectar.
 - Para proporcionar un sistema defensivo que no se requiera que realice seguimiento de la amenaza, sino que por el contrario pueda realizar solamente una única detención, por ejemplo, detección de un lanzamiento del misil.

Otros objetos, características y ventajas de la materia objeto actualmente desvelada se convertirán en evidentes tras la consideración de la siguiente especificación detallada junto con los dibujos adjuntos.

10 **Breve descripción de los dibujos**

Para comprender la invención y para ver cómo puede llevarse a cabo en la práctica, se describirán ahora realizaciones, a modo solamente de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la **Fig. 1** es un diagrama del sistema DIRCM contra misiles teledirigidos de acuerdo con la técnica anterior;
- la **Fig. 2** es un diagrama esquemático de un sistema de contramedidas de acuerdo con la materia objeto actualmente desvelada;
- 15 la **Fig. 3A** es un diagrama esquemático del sistema de contramedidas mostrado en la Fig. 2, bajo un ataque de un misil que vuela dentro del haz láser;
- la **Fig. 3B** es un diagrama esquemático del sistema de contramedidas mostrado en la Fig. 3A, ilustrando las reflexiones desde objetos en el haz láser hacia la unidad de control y el misil;
- 20 la **Fig. 4A** es un diagrama esquemático de un sistema de contramedidas de acuerdo con otro ejemplo de la materia objeto de la presente solicitud, que incluye la colocación y orientación de múltiples láseres sobre una placa de montaje, con respecto al eje de rotación de la plataforma de rotación;
- la **Fig. 4B** es un diagrama esquemático de orientación y superposición de dispersiones de haces láser de múltiples láseres mostrados en la Fig. 4A, con respecto al eje de rotación de la plataforma de rotación;
- 25 la **Fig. 5A** es una representación esquemática de la orientación y superposición de las dispersiones de haces láser de múltiples láseres mostrados en la Fig. 4A cuando la dispersión de cada láser está próxima a una dispersión deseada del haz láser;
- la **Fig. 5B** es una representación esquemática de la orientación y superposición de las dispersiones de haces láser de múltiples láseres mostrados en la Fig. 4A cuando la dispersión de cada láser es más pequeña que la dispersión deseada del haz láser;
- 30 la **Fig. 6** es una representación esquemática de la orientación y forma del haz láser del sistema de acuerdo con una realización de la materia objeto actualmente desvelada;
- la **Fig. 7** es una representación esquemática de un espectro óptico del sistema de la Fig. 6, que incluye longitudes de onda preferidas de los láseres y bandas operativas de los sistemas de contramedidas de acuerdo con la materia objeto actualmente desvelada;
- 35 la **Fig. 8** es un diagrama esquemático de la colocación y orientación de la matriz de múltiples láseres sobre la placa de montaje con respecto al eje de rotación de la plataforma de rotación de acuerdo con otra realización de la materia objeto de la presente solicitud;
- la **Fig. 9A** es un diagrama esquemático de la colocación y orientación de varias matrices de láser mostradas en la Fig. 8, sobre múltiples placas de montaje con respecto al eje de rotación de la plataforma de rotación;
- 40 la **Fig. 9B** es una representación en vista lateral esquemática de la dirección de los haces láser usada en la matriz mostrada en la Fig. 9A;
- la **Fig. 10** es un diagrama esquemático de tiempo de la operación láser, incluyendo múltiples pulsos láser y períodos de enfriamiento;
- 45 la **Fig. 11** es un esquema eléctrico y de disposición de la refrigeración de un láser convencional (técnica anterior);
- la **Fig. 12** es un esquema eléctrico y de disposición de la refrigeración de un láser de acuerdo con la materia objeto actualmente desvelada de la presente solicitud;
- 50 las **Figs. 13A y 13B** son vistas en sección transversal esquemática de dos realizaciones de montaje de un emisor láser de semiconductores que proporciona refrigeración y prevención contra choques y tensiones, de acuerdo con la materia objeto de la presente solicitud;
- la **Fig. 14** es una vista isométrica esquemática de un sistema DIRCM que incluye un láser y un sensor montados sobre una plataforma giratoria;
- 55 las **Figs. 15A y 15B** son vistas isométricas frontal y posterior de algunos elementos del perturbador láser mostrado en la Fig. 14; y
- la **Fig. 16** es una disposición esquemática de varios elementos del perturbador láser mostrado en las Figs. 14 a 15B.

Descripción detallada de realizaciones

60 Se dirige la atención a la Fig. 1, en la que se muestra un sistema de contramedidas de acuerdo con la técnica anterior. En el ejemplo presente, el objetivo **1** es un vehículo, por ejemplo un tanque, que es atacado por el misil **2**. El misil **2** se configura para ser detectado por el receptor **3** del sistema de contramedidas, situado en la vecindad del

- objetivo **1**. La detección del misil **2** se implementa a través de la detección de la radiación del motor o escape del motor del misil. El sistema de contramedidas incluye un láser dirigido **4** que se compone de un láser de estrecha divergencia, un módulo telescópico de transmisión óptica y un deflector del haz láser bi-axial o un pivote cardán bi-axial. La flecha **5** indica la línea directa de visión desde el escape del misil al detector, que se usa para calcular la orientación requerida - azimut (Azt) y elevación (Elt) del deflector del haz láser del láser dirigido **4**.
- 5 Siguiendo la orientación apropiada del láser **4** dirigido, emite un haz láser **6** estrecho hacia el misil **2** que se configura para incidir en la cabeza óptica del misil **2**, y, si es suficientemente potente, interrumpir los detectores del misil **2**. Es importante hacer notar que el cabezal óptico del misil **2** y el escape del misil se sitúan en localizaciones diferentes, lo que complica dramáticamente la dirección y apuntado del láser **4** dirigido.
- 10 Pasando ahora a la Fig. **2**, se muestra un sistema de contramedidas de acuerdo con la materia objeto desvelada de la presente solicitud, designada en general como **S**, y configurada para la protección de un objetivo **1** (un vehículo, una estructura o un soldado) frente a una amenaza incidente **2**. El sistema **S** incluye un detector **3**, un láser de alta potencia **8** y una plataforma giratoria **9** de eje único.
- 15 El detector **3** se configura para la detección de una unidad de control **7** del misil **2**, y para definir una dirección aproximada de la posición de lanzamiento del misil **2**, que es indicada por la flecha **10**. La detección se realiza mediante la detección de al menos uno de lo siguiente:
- radiación de IR del motor del misil caliente;
 - escape del motor del misil óptico; y
 - reflexión de las ondas de radio (detección por radar).
- 20 Por ejemplo, el detector **3** puede ser un radar de matriz de fase de vigilancia perimetral configurado para la detección del azimut de una localización de lanzamiento. Alternativamente, el detector **3** puede ser una matriz de sensores infrarrojos o térmicos configurada para la detección del azimut de la localización de lanzamiento. Se aprecia, sin embargo, que el sistema puede comprender una pluralidad de detectores de varios tipos, siendo configurado cada tipo de detector para la detección de un parámetro diferente de la amenaza.
- 25 El sistema de contramedidas **S** puede así incorporar varios detectores. En una realización, se configura un detector para la determinación de las coordenadas del lugar de lanzamiento. En otra realización, el detector se configura para la determinación solamente de las coordenadas (en dirección hacia) del misil.
- 30 Se ha de tomar nota que la diferencia en las direcciones al lugar de lanzamiento del misil y al misil, detectado como lanzado, es relativamente pequeña típicamente (aproximadamente 1 grado) debido a su proximidad física entre sí. Además, en la mayoría de casos, la unidad de control **7** del misil se localiza en o adyacente al lugar de lanzamiento (véase la Fig. 3A).
- 35 Bajo esta premisa, en algunas realizaciones del sistema **S**, el perturbador láser se configura para la producción de un haz láser que tiene una dispersión que es mayor que esta diferencia, es decir una gran dispersión en la dirección vertical. En consecuencia, el perturbador láser ilumina tanto el lugar de lanzamiento como el misil **2**, cuando se dirige a este último.
- La plataforma de rotación **9** es una plataforma de rotación del eje único, que se configura para la rotación alrededor de un eje vertical en un ángulo Az_{LL} para dirigir al láser **8** hacia la posición de lanzamiento del misil **2**, en la que se localiza la unidad de control **7** del misil **2**.
- 40 La plataforma de rotación **9** se configura típicamente para ser montada sobre una superficie base, por ejemplo el terreno, vehículo, una plataforma de transporte de soldados, etc., de modo que el eje de rotación sea perpendicular a la superficie base. En algunas realizaciones, el eje de rotación se diseña de modo que esté sustancialmente alineado con el eje vertical.
- 45 En la operación, el detector **3** detecta el misil **2** en aproximación, y proporciona una señal a la plataforma de rotación **9** indicativa de la posición del misil **2**. En base a dicha señal, la plataforma **9** gira alrededor del eje vertical en un ángulo Az_{LL} , apuntando de ese modo al láser **8** hacia el misil **2**.
- Posteriormente, el láser emite un haz láser **11** de dispersión amplia, que ilumina la unidad de control **7** con radiación de alta potencia. Los detectores de la unidad de control **7** son perturbados por el haz láser, impidiendo de ese modo la operación apropiada de la unidad de control **7**. Una vez que la unidad de control cesa de proporcionar el control apropiado al misil **2**, se provoca que este último se desvíe de su trayecto de vuelo de ataque apropiado.
- 50 Pasando ahora a la Fig. 3A, el sistema de contramedidas **S** cuando el misil **2** está volando bajo, lo que es típico para un misil guiado antitanque (ATGM). En este caso la unidad de control **7** y el misil **2** son iluminados ambos por el haz láser **11**, perturbando de ese modo tanto los cabezales ópticos de visión delantera del misil **2** como los medios de guiado del observador **7**.
- Pasando ahora a la Fig. 3B, se observa que el espacio entre el misil **2**, observador **7** y sistema de contramedidas **S**

puede incluir objetos **12** no relacionados adicionales tales como vehículos, árboles, niebla, edificios, etc. Algunos objetos pueden afectar al haz del láser **8** mediante reflexión de dispersión de la luz láser (árboles, piedras, paredes), y algunos objetos pueden afectarle proporcionando reflexión especular (ventanas, agua). Se apreciará que dichas reflexiones **13**, **14** pueden iluminar también a la unidad de control **7** o al misil **2**, introduciendo capacidades de desviación adicionales.

Pasando ahora a las Figs. 4A y 4B, se muestra una plataforma base, designada en general como P, y que tiene montada sobre ella una pluralidad de láseres **8a**, **8b**, **8c** en una colocación y orientación predeterminadas.

La plataforma, en este ejemplo una placa de montaje metálica, se configura para revolución con respecto a un eje de rotación Z, que, cuando se monta la plataforma sobre un vehículo/terreno, etc., se configura para quedar alineada con la dirección vertical. La disposición es tal que cuando gira la plataforma de rotación, el haz láser gira con ella a lo largo del plano horizontal.

Cada uno de los láseres **8a**, **8b**, **8c** puede montarse sobre la superficie de montaje sustancialmente de la misma manera, y se configura para la emisión de radiación en aproximadamente la misma dirección. En particular, uno o más de los láseres **8a**, **8b**, **8c** pueden ser láseres de semiconductor situados sobre placas de montaje individuales para manipulación, refrigeración, alineación y fijación de los láseres de semiconductor.

En el presente ejemplo, las placas de montaje individuales m_a , m_b , m_c se sitúan sobre la placa de montaje P, y los láseres de semiconductor **8a**, **8b**, **8c** se sitúan sobre los montajes individuales m_a , m_b , m_c respectivamente.

Con referencia particular a la Fig. 4B, cada uno de los láseres **8a**, **8b**, **8c** tiene un eje lento (dimensión ancha transversal a la dirección de emisión del láser) paralelo a la superficie de montaje de la placa de montaje o montajes individuales, y un eje rápido (dirección transversal - altura estrecha) paralela al eje de rotación Z de la placa de montaje P. En este caso, el eje del haz de salida (combinada) del láser está en una dirección horizontal. Se observa que la dispersión del haz láser es estrecha en el plano horizontal y ancha (es decir alta) en el plano vertical.

La potencia de salida total del haz láser es proporcionar a la cantidad de emisores láser individuales (cuando se usan emisores similares). La fuente láser puede incluir óptica de enfoque, desenfoco o colimación, sin embargo, en otro ejemplo las dispersiones de los haces de emisores láser individuales pueden formar la dispersión combinada del haz láser del sistema completo. Específicamente, cuando se alinean los emisores láser en la misma dirección la dispersión de campo lejano individual de cada haz de emisor láser puede ser similar a la dispersión del haz láser.

Alternativamente, los emisores láser pueden disponerse teniendo orientaciones diferentes con respecto a la dirección del haz láser (combinada), de modo que la dispersión del haz láser sea mayor que una dispersión de campo lejano de los haces de emisores láser individuales.

Dirigiendo la referencia particular a la Fig. 4B, se muestran las orientaciones y superposiciones de las dispersiones del haz láser **11a**, **11b**, **11c** de múltiples emisores láser con respecto al eje de rotación de la plataforma de rotación P. La dispersión del haz láser es suficientemente grande en la dirección vertical, lo que en este caso corresponde a la dirección del eje Z. Sin embargo, se observa que la dispersión del haz láser en la dirección horizontal es relativamente pequeña.

Como resultado de la dispersión anterior, mientras que el haz cubre un área amplia que se expande a lo largo de la dirección vertical, cubre un área sustancialmente más estrecha en la dirección horizontal, por lo que se requiere el giro de la plataforma de rotación para colocar al haz láser sobre la unidad de control **7** y/o el misil **2**.

Se aprecia que la gran dispersión vertical del haz láser puede tener en cuenta variaciones de altitud del terreno, o alternativamente, una inclinación de la plataforma de rotación de eje único con respecto al plano horizontal, permitiendo aun de ese modo que el haz láser emitido hacia una amenaza localizada sustancialmente de modo horizontal o en una dirección inclinada en oposición con respecto al láser, aun ilumine la amenaza con radiación. La plataforma puede así estar libre de medios para su traslado lineal.

Pasando ahora a la Fig. 5A muestra una orientación y superposición ejemplar de las dispersiones del haz láser de múltiples láseres cuando la dispersión de cada haz emisor de láser está próxima, a lo largo de la dirección AZ, a la dispersión del haz láser deseada (combinada) del sistema. Los haces láser de los láseres individuales l_a , l_b , l_c se superponen, dando como resultado una I_{sum} de intensidad incrementada para un láser de alta potencia. Se observa que, en el ejemplo presente, la dispersión del haz láser permanece sin cambiar.

Es importante hacer notar que cada láser individual tiene motas o localizaciones aleatorias de baja intensidad, también denominadas "agujeros" (no mostradas). La localización y distribución de las motas es diferente para cada haz emisor láser individual. Cuando se añaden juntos muchos haces de emisores láser, los máximos de cada haz se solapan con los mínimos de otro haz, de modo que la distribución de la intensidad de suma global (o distribución de la potencia láser) se hace más homogénea con el incremento de la cantidad de haces láser individuales. Como resultado, el haz de alta potencia no presenta motas ("agujeros").

Se apreciará también que no se requiere que los láseres individuales sean coherentes entre sí, y cada uno puede

tener diferentes longitudes de onda y fases. Las diferencias entre los láseres individuales pueden ser muy pequeñas, aunque esto es suficiente para impedir una correlación de fase e interferencias entre ellos. El haz suma incluye así la radiación de todas las longitudes de onda y fases de los láseres individuales, y se superponen para proporcionar una suma de intensidades.

5 Correspondientemente, se reducen las modulaciones de intensidad del haz suma (haz láser combinado), haciendo así la suma del haz láser sustancialmente homogéneo (teniendo una dispersión de intensidad sustancialmente suave). Cuando los emisores láser se configuran para emitir sus haces de emisores láser individuales a diferentes longitudes de onda, el haz suma resultante es también sustancialmente espectralmente uniforme, es decir, los
10 emisores láser se disponen de modo que las diferentes longitudes de onda de los haces de los emisores láser individuales se presenten sustancialmente en la totalidad de la parte principal (la mayoría) de la dispersión del haz suma e individualmente, por longitud de onda, tienen una distribución sustancialmente homogénea.

Pasando ahora a la Fig. 5B, se muestra otro ejemplo de orientación y superposición de dispersiones del haz de láser de múltiples emisores láser, en este caso, cuando la dispersión de cada láser es más pequeña, a lo largo de la dirección AZ, que la dispersión del haz láser deseada del sistema.

15 Bajo esta disposición, la dirección de cada láser individual se cambia de modo que la superposición de los haces láser lsum tiene una dispersión ancha sustancialmente homogénea en el eje óptico, teniendo una parte plana P_L a lo largo de su dispersión en la dirección AZ. La dispersión del haz láser se elige de modo que el valor de intensidad en la parte plana P_L sea suficiente para la desviación de una amenaza (por ejemplo, para un misil —por la perturbación de su comunicación de guiado con la unidad de control y/o afectando directamente a su cabezal teledirigido—). La
20 optimización de la distribución del haz láser en esta forma da como resultado una eficiencia mejorada, coste reducido y un reducido consumo de potencia del sistema.

Se dirige la atención ahora a la Fig. 6 que ilustra la orientación y forma de un haz láser del sistema de acuerdo con una realización de la materia objeto actualmente desvelada. Una dispersión horizontal de Anchura a Media Altura (FWHM, del inglés “Full Width Half Maximum”) del haz láser tiene aproximadamente 3-10° (grados) y una dispersión
25 FWHM vertical del haz láser tiene aproximadamente 15-30° (grados). El término “dispersión FWHM” tal como se usa en el presente documento se refiere a la dispersión (en grados) que corresponde al valor completo de la irradiación en el máximo medio de su función de distribución. En términos más simples, se puede hacer referencia a la dispersión completa del haz láser como medida en grados de acuerdo con los eje respectivos. El eje de rotación de la plataforma de rotación es vertical, de modo que el haz láser pueda girarse en el plano horizontal. Otras
30 realizaciones pueden tener intervalos de ángulos mayores, por ejemplo 5-90 grados en el plano vertical y 1-30 grados en el plano horizontal. Dicho haz puede tener una intensidad más baja, pero ilumina un sector angular mayor y soporta sistemas defensivos que tienen tolerancias mayores y que tienen que manejar incertidumbres mayores de coordenadas angulares.

Se hace referencia ahora a la Fig. 7, que muestra un espectro óptico ejemplar del sistema de contramedidas que incluye algunas longitudes de onda preferidas de los láseres y bandas operativas de sistemas de contramedidas de acuerdo con la materia objeto actualmente desvelada. Las bandas operativas se asignan mediante ventanas de
35 transparencia de la atmósfera, sensibilidad espectral de los detectores aplicados a los misiles y en las unidades de control de los misiles, longitudes de onda operativas de los misiles, y por las longitudes de onda de los láseres de alta potencia que pueden construirse a bajo coste con alta fiabilidad.

40 En general, el intervalo total de longitudes de onda operativas es desde aproximadamente 780 nm a 4300 nm. Específicamente, las bandas operativas pueden estar en el intervalo de 780 nm a 1100 nm, 1450 nm a 2200 nm y 3200 nm a 4300 nm. Las longitudes de onda operativas de los láseres de alta potencia - bajo coste son 780-815 nm, 880 nm, 905-990 nm, 1020-1070 nm, 1500-1600 nm, 1700-2100 nm, 3900 nm - 4100 nm, y hay otras longitudes de onda que pueden conseguirse en una forma efectiva en coste.

45 El sistema de contramedidas de la presente solicitud puede funcionar en una única longitud de onda, por ejemplo si el tipo de amenaza ya es conocido, y así usar esa longitud de onda específica para neutralizar la amenaza. En otros casos, puede incorporarse un haz láser que tenga unas pocas longitudes de onda, para proporcionar respuesta a varios tipos de amenazas o amenazas sofisticadas. En algunas realizaciones, el perturbador láser se configura para producir un haz láser con longitudes de onda en el intervalo espectral de hasta 20 micras, particularmente 4 a 20
50 micras, más particularmente 6 a 16 micras e incluso más particularmente 8 a 12 micras.

Además, el sistema de contramedidas puede incluir un perturbador láser que se configura para incluir unos LED en el espectro de luz visible y/o ultravioleta que emiten haces de emisión láser que forman el haz láser combinado o haces separados dirigidos sustancialmente en la misma dirección que el haz láser combinado.

55 Pasando ahora a la Fig. 8, se muestra un diagrama de la colocación y orientación de una matriz de múltiples láseres 8a, 8b, etc. sobre una placa de montaje 8cl, con respecto al eje de la plataforma de rotación Z. Cada láser simple 8a puede ser un emisor láser de semiconductor simple. Se usan matrices de láseres de semiconductor (barras láser) para escalar la potencia de los láser de semiconductor de una forma efectiva en coste. Una matriz de láseres de semiconductor (diodos láser) tiene típicamente 10 mm de ancho, y típicamente incluye más de 50 emisores únicos.

5 Cuando se compara con el ancho de un único emisor (0,05-0,2 mm), se consigue un incremento de potencia dramático, por ejemplo desde unos pocos vatios de un único emisor láser de semiconductor, hasta unos pocos centenares de vatios para una matriz de emisores láser de semiconductor. Las barras láser tienen su propio eje paralelo a la superficie de montaje de la placa de montaje de modo que, y de acuerdo con la presente ejemplo, la superficie de montaje se diseña para disponerse de una forma horizontal (normal al eje de rotación Z), tal como se muestra en la Fig. 8.

10 Pasando ahora a las Figs. 9A y 9B, las barras láser pueden formarse en apilados (o matrices) de barras láser orientadas de una forma similar y montadas juntas en sus placas de montaje metálicas. Los apilados de láser se usan para incrementar la potencia del láser al nivel más alto que puede conseguirse con láser de semiconductores. La potencia del láser de las pilas láser está típicamente en el intervalo de 1 kW a 100 kW. Los apilados convencionales solo incluyen barras láser que se montan paralelas entre sí.

15 Específicamente, el diagrama de la Fig. 9A muestra la colocación y orientación de matrices de láseres en múltiples placas de montaje 8cl₁, 8cl₂, 8cl₃ con respecto al eje de la plataforma de rotación Z de acuerdo con la materia objeto actualmente desvelada. Las placas pueden disponerse paralelas entre sí para proporcionar la mínima dispersión del haz láser. Cada una de las placas 8cl₁, 8cl₂, 8cl₃ puede ser generalmente similar a la placa 8cl previamente descrita y mostrada con respecto a la Fig. 8.

Sin embargo, con referencia particular a la Fig. 9B, se aprecia que, en otras realizaciones, las placas pueden girarse relativamente entre sí para incrementar la dispersión del haz láser (combinado) en los planos vertical y/o horizontal, cuando se compara con la dispersión de un haz láser emitido por una barra individual.

20 Otra forma más de incrementar la potencia láser es introducir operación en pulsos. En algunas realizaciones, los láseres de semiconductor operan con una potencia de pico por encima de la potencia de onda continua (CW), mientras que la radiación de pulsos y los ciclos de trabajo son pequeños. La temperatura de la unión láser resultante es más baja en este modo en pulsos, y el láser es más eficiente.

25 La Fig. 10 muestra un diagrama de tiempo de una operación láser, que incluye trenes de múltiples pulsos láser seguidos por un período de enfriamiento. Los pulsos láser cortos, que incluyen incluso un único pulso en algunas realizaciones, son suficientes para perturbar la operación de una unidad de control y desviar un misil en menos de un segundo. Posteriormente, el láser puede apagarse para permitir el enfriamiento, y para mejorar el consumo de potencia y gestión térmica.

30 La Fig. 11 muestra un diagrama de un circuito de descarga y refrigeración de un láser de pulsos convencional, de la técnica anterior. El láser consiste en un controlador láser y un cabezal láser. El controlador láser incluye un condensador para la acumulación y almacenamiento de energía eléctrica, un cargador para el condensador y un enfriador. El cabezal láser incluye diodos láser y medios de refrigeración tal como un refrigerador en base a agua. El agua disipa el calor de los diodos láser. El enfriador circula y refrigera el agua. El controlador láser y el cabezal láser se conectan a un cable de RF. El cabezal láser y el enfriador se conectan mediante tuberías.

35 Se hace referencia ahora a la Fig. 12 que muestra un circuito de descarga integrado y una disposición de refrigeración del láser de pulsos de acuerdo con la materia objeto de la presente solicitud. El circuito incluye un controlador del láser que tienen un cargador y una tarjeta lógica, un cabezal láser que incluye emisores de semiconductor, un conmutador de semiconductor, un condensador de alta frecuencia y medios de refrigeración.

40 El controlador del láser se configura para cargar lentamente el condensador usando una corriente de carga relativamente baja. El condensador se descarga a través de un láser de semiconductor usando pulsos cortos de alta corriente. Esta configuración permite a los circuitos de descarga ser de peso ligero, eficientes y fiables debido a sus pequeñas dimensiones. Pequeñas dimensiones de los circuitos y cortos cables que tienen baja resistencia y baja inducción. Eso facilita una generación eficiente de cortos pulsos. La conexión del controlador láser y el cabezal láser es simple, debido a los requisitos simplificados.

45 El cable LF es un cable de baja frecuencia que se usa para la carga del (de los) condensador(es). El proceso de carga lleva un tiempo más largo que el proceso de descarga. Por ejemplo, el tiempo de carga puede ser de 0,1 s a 10 s, mientras que el tiempo de descarga puede ser de 100 ns a 1 ms. De ese modo, el tiempo de carga puede ser, por ejemplo, de 5-6 órdenes de magnitud más largo, consecuentemente los requisitos para la frecuencia del cable se reducen significativamente, con relación a la técnica anterior.

50 Una de las diferencias entre la disposición de la materia objeto de la presente solicitud tal como se muestra en la Fig. 12 y la disposición de la técnica anterior tal como se muestra en la Fig. 11 reposa en la localización del conmutador. Específicamente, mientras que en la solución convencional que se muestra en la Fig. 11, el conmutador es una parte del controlador láser, y el circuito de descarga incluye un cable que conecta el controlador láser y el cabezal láser, de acuerdo con la materia objeto de la presente solicitud, el conmutador es una parte del circuito descarga del (de los) condensador(es) de almacenamiento de energía a través del láser de semiconductor.

55 Volviendo a la Fig. 12, el conmutador y el (los) condensador(es) de almacenamiento de energía se muestran situados en el cabezal láser. Las dimensiones globales del circuito de descarga son un orden de magnitud menor

que en la solución de la técnica anterior convencional. Esas dimensiones están limitadas por las dimensiones del láser de semiconductor, del conmutador y del (de los) condensador(es). Las dimensiones típicas de un láser de semiconductor de alta potencia y del conmutador semiconductor son de aproximadamente 1 cm. Esto es las dimensiones del circuito de descarga son aproximadamente 2 cm - 3 cm, o dos órdenes de magnitud menores que para sistemas de la técnica anterior convencionales. Es posible tomar nota de que algunos elementos del circuito de descarga convencional (tales como el cable y conectores) se eliminan o alteran. Esto hace al sistema propuesto más rápido, más eficiente, más fiable y menos caro.

Algunas ventajas del circuito de descarga integrado (IDC) de la materia objeto actualmente desvelada sobre la técnica anterior incluyen un ancho de los pulsos de alta potencia más corto (por ejemplo 1 μ s en lugar de 100 μ s), mejor eficiencia (eficiencia de descarga 60 % - 80 % en lugar del 20 % - 50 %), mejor fiabilidad, dimensiones más pequeñas de los condensadores (~más pequeñas en 2-5 veces), diferencias estructurales tales como ausencia de cables y conectores de cables, y otros, como se apreciará por los expertos en la materia.

En particular, la disposición del IDC desvelada en la Fig. 12 permite, entre otras, las siguientes ventajas:

- reducción de la resistencia parásita, capacidad parásita e inducción parásita debido al acortamiento del cable;
- reducción de las pérdidas de energía en el condensador de almacenamiento;
- reducción de la capacidad del cable para funcionar como la antena, reduciendo de ese modo las emisiones en frecuencia de radio;
- incremento de la capacidad para la generación de pulsos cortos;
- disminución de los picos que sobrepasan la corriente de descarga, y en consecuencia reducción del daño a los láseres;
- reducción de resistencia y pérdidas.

Se ha de tomar nota de que al menos algunas de las ventajas anteriormente mencionadas se resaltan cuando la duración del pulso es menor de 0,1 ms (o incluso de 0,01 ms), y las corrientes de descarga están por encima de 10 amperios (o incluso 100 amperios), como en algunas realizaciones de la materia objeto actualmente desvelada.

Además de lo anterior, el área total de las uniones activas de semiconductor de todos los emisores está por encima de 100 milímetros cuadrados, suficiente para absorber el calor generado durante la emisión láser sin incremento de la temperatura de los emisores y sin refrigeración por líquido.

Pasando ahora a las Figs. 13A y 13B, muestran una realización de la materia objeto actualmente desvelada, que incluye el montaje de láseres de semiconductor en una forma que consigue durabilidad frente a choques y vibraciones mientras se reducen las tensiones térmicas y se proporciona extracción del calor. Esto se consigue mediante el emparedado de los láseres de semiconductor entre piezas físicamente mecanizadas del disipador térmico 1, que al menos principalmente está compuesto de metal.

Las piezas se diseñan para formar una cavidad (espacio HH) que coincide precisamente con el grosor del láser de semiconductor (TS). Los grosores del láser TS se hacen menores que el espacio HH en pocas micras. En esta forma, el disipador térmico 1 permanece fijado al láser todo el tiempo, mientras el láser de semiconductor está mecánicamente protegido de tensiones, choques y vibraciones por la forma particular y dureza del disipador térmico. El láser de semiconductor y el disipador térmico cambian sus dimensiones con la temperatura. Esto no crea tensiones y fracturas en los elementos, debido a que no están soldados entre sí. Las piezas permanecen fijas relativamente entre sí debido a fuerzas de flexión.

Como puede verse en la Fig. 13A, las uniones (diodos) del láser de semiconductor se forman en sustratos de semiconductor (chip del láser de semiconductor en la Fig. 13A). El calor generado en los diodos láser de semiconductor se distribuye dentro del material del sustrato semiconductor, que realiza una función de condensador de calor y distribuidor de calor. Las dimensiones y capacidad térmica del semiconductor son suficientemente grandes para absorber energía de un único pulso láser sin incremento significativo de su temperatura. La placa de montaje metálico sirve como un primer disipador térmico, junto con la placa adicional que sirve como la parte superior del primer disipador térmico, y está en contacto térmico con la placa de montaje, es decir fijada a ella en este caso. El sustrato semiconductor (chip) no está fijado a la placa de montaje o a la parte superior, sino por el contrario solo colocado sobre él, impidiendo así daños frente a expansiones térmicas variables de la placa de montaje metálica y del sustrato de semiconductor. Sin embargo, se apreciará que en algunas realizaciones, el sustrato puede estar fabricado de metales y puede fijarse a la placa de montaje, o incluso formar una pieza única.

Con referencia adicional a la Fig. 13A, los emisores láser se fijan por presión en su sitio y quedan fijados mediante fuerzas de fricción sin adhesión, soldadura o soldadura térmica. La placa superior adicional puede añadirse tanto para incrementar la transferencia térmica desde el sustrato, y en algunas realizaciones los diodos láser directamente, como para soportar el sustrato sobre un lado opuesto a la placa de montaje, asegurando así además que no se mueve e incrementando la presión estática que le sujeta en su sitio. Aún se permite en dichas realizaciones la expansión térmica del sustrato por el encaje entre el sustrato y las placas, y en sus laterales tal como se muestra en la Fig. 13A. El disipador térmico 1 está en contacto con la matriz láser solo a lo largo de dos superficies de la misma de modo que la matriz láser pueda expandirse térmicamente a los laterales. No se permite

ningún movimiento durante los choques, dado que las fuerzas de fijación (fricción) son más fuertes que las fuerzas del choque (aceleración).

5 Se ilustra en la Fig. 13B una estructura de montaje y refrigeración detallada del chip láser. El chip (sustrato con diodo(s)) se encierra en el disipador térmico 1. El calor generado en las uniones láser del chip se transfiere al chip, que circula el calor desde el chip al disipador térmico 1. Un refrigerador termoeléctrico (TEC) transfiere el calor desde el disipador térmico 1 (montaje del chip) al disipador térmico 2 (base del cabezal láser). El TEC está alimentado externamente. El disipador térmico 1 se fija mecánicamente sobre y se fija al disipador térmico 2. En estas realizaciones, se usan cojines de aislamiento térmico para impedir el flujo de calor de vuelta desde el disipador térmico 2 al disipador térmico 1. A continuación el calor fluye desde el disipador térmico 2 a la plataforma giratoria, que por sí misma funciona como un gran disipador térmico. La ilustración no incluye un pedestal, pero la plataforma giratoria se fija normalmente al pedestal, que acepta calor desde la plataforma giratoria, sirviendo así como un "tercer" disipador térmico en esta realización.

10 Como se muestra en la Fig. 13B, el calor se transfiere desde el láser de semiconductor al primer disipador térmico 1 y esto ocurre durante intervalos relativamente largos entre los pulsos láser. Las dimensiones y la capacidad térmica del primer disipador térmico 1 son mayores que las dimensiones del sustrato y el láser de semiconductor, consecuentemente el disipador térmico 1 puede acumular y transferir el calor generado por muchos pulsos láser. El disipador térmico 1 se monta en un segundo disipador térmico 2 más grande. El calor se transfiere desde el disipador térmico 1 al disipador térmico 2, en donde se acumula durante un periodo más largo, mientras está funcionando el láser. El calor se disipa durante el periodo de enfriamiento (periodo de desconexión) del láser.

15 El material de un chip (sustrato) es un cristal semiconductor, por ejemplo GaAs o GaAlAs u otro semiconductor, en esta realización. Partes del disipador térmico 1 están fabricadas de cobre o aleación de cobre. Los cojines térmicos pueden fabricarse de indio o láminas de cobre, o goma de silicona térmicamente conductora, o compuestos térmicos de carbono. Los cojines de aislamiento térmico están fabricados con materiales que tienen baja conductividad térmica, tales como compuestos de fibra de vidrio, kapton, láminas de poliimida. El disipador térmico 2 puede fabricarse de cobre o aleaciones de cobre o de aleaciones de aluminio. El aluminio es significativamente más ligero que el cobre, aunque sigue teniendo una alta conductividad térmica. El disipador térmico 3 (de la plataforma giratoria) puede fabricarse de aleación de aluminio o de acero.

20 Pasando ahora a las Figs. 15A, 15B y 16, se muestra una ilustración esquemática de una estructura ejemplar de una parte de un perturbador láser de única unidad, que comprende tres compartimentos. Los circuitos de descarga se montan sobre la plataforma de rotación en estrecha proximidad a los emisores láser. Se debería entender que el tercer compartimento también puede separarse del primer y segundo compartimentos o situarse en una unidad separada. El cabezal láser incluye esencialmente un compartimento sellado con emisores láser de semiconductor, ventana de salida, disipador térmico e interfaz de montaje. El cabezal láser incluye también circuitos de descarga completos que incluyen condensadores de almacenamiento de energía e conmutador de semiconductor de descarga.

25
30
35

REIVINDICACIONES

1. Un perturbador láser configurado como una parte de un sistema de contramedidas, que comprende:
 - una fuente láser que comprende al menos dos compartimentos adyacentes estando cada uno herméticamente sellado y teniendo un tabique entre ellos que separa herméticamente los compartimentos entre sí;
 - 5 - un primero de los dos compartimentos comprendiendo en él una pluralidad de emisores láser, y el segundo compartimento comprendiendo en él condensadores eléctricamente conectados a dichos emisores láser a través de conexiones eléctricas que pasan a través de dicho tabique y conectados a un cargador externo, y un conmutador para la activación de los emisores láser por medio de dichos condensadores, en el que se cumple al menos una de las siguientes condiciones:
 - 10 - dicha fuente láser está configurada para proporcionar pulsos láser que tienen una potencia de pico por encima de 100 vatios, particularmente por encima de 1000 vatios, y teniendo una rampa de subida de duración del pulso láser de menos de 5 microsegundos, particularmente menos de 2 microsegundos;
 - dicha fuente láser está configurada para proporcionar una amplitud de corriente de bombeo láser por encima de 100 amperios, particularmente por encima de 200 amperios, y teniendo un tiempo de subida de duración del pulso láser de menos de 5 microsegundos, particularmente menos de 2 microsegundos; y
 - 15 - teniendo la fuente láser una potencia láser óptica específica de pico de al menos 10 vatios/centímetro cúbico, particularmente al menos 30 vatios/centímetro cúbico.
2. El perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los emisores láser emiten haces de emisión láser que forman juntos un haz láser combinado que tiene una dispersión predeterminada a lo largo de su eje óptico.
- 20 3. El perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el haz láser tiene una primera dispersión y una segunda dispersión en planos respectivos que son paralelos a su eje óptico y son perpendiculares entre sí, siendo mayor dicha primera dispersión que dicha segunda dispersión.
4. Un perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la fuente láser es una fuente láser de IR.
5. Un perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la fuente láser está configurada para emitir el haz láser con una distribución espectral predeterminada de la que al menos una parte está en un intervalo de 780 nm - 4300 nm.
- 25 6. Un perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la distribución espectral es no continua.
7. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la fuente láser está configurada para emitir el haz láser en al menos un pulso, no siendo más largo de 5 segundos, particularmente, no más largo de 0,5 segundos, más particularmente, no más largo de 1 ms.
- 30 8. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los emisores láser tienen al menos dos de sus características de tamaño, masa y volumen, iguales para al menos una mayoría de los emisores.
9. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que los emisores láser se disponen a lo largo de dos dimensiones de la fuente láser.
- 35 10. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los emisores láser son diodos láser.
11. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además una pluralidad de sustratos cada uno de los cuales contiene al menos uno de dichos diodos láser.
- 40 12. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el perturbador láser comprende además unos LED en el espectro visible.
13. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que los emisores láser están instalados a una distancia de no más de 10 cm, particularmente, no más de 5 cm desde los condensadores.
- 45 14. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que los emisores láser están conectados a los condensadores por medio de conectores eléctricos que no son más largos de 10 cm, particularmente, no más largos de 5 cm de longitud.
15. Un perturbador láser de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el haz láser es espectralmente uniforme al menos en una mayoría de su dispersión, a las distancias predeterminadas, y una intensidad mínima de radiación láser en la mayoría de la dispersión es más del 50 % de una media de la intensidad de la radiación láser en dicha mayoría de la dispersión, a dichas distancias predeterminadas.
- 50 16. Un perturbador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, que incluye además un tercer compartimento adyacente al segundo compartimento, estando dicho tercer compartimento herméticamente sellado y

comprendiendo en él una tarjeta lógica configurada para activar el conmutador y el cargador configurado para cargar los condensadores.

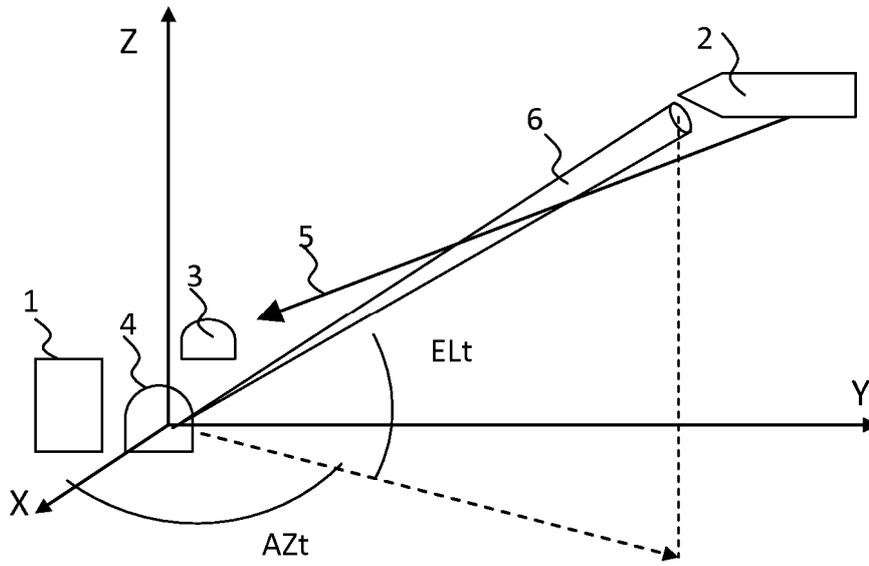


Fig. 1 (Técnica anterior)

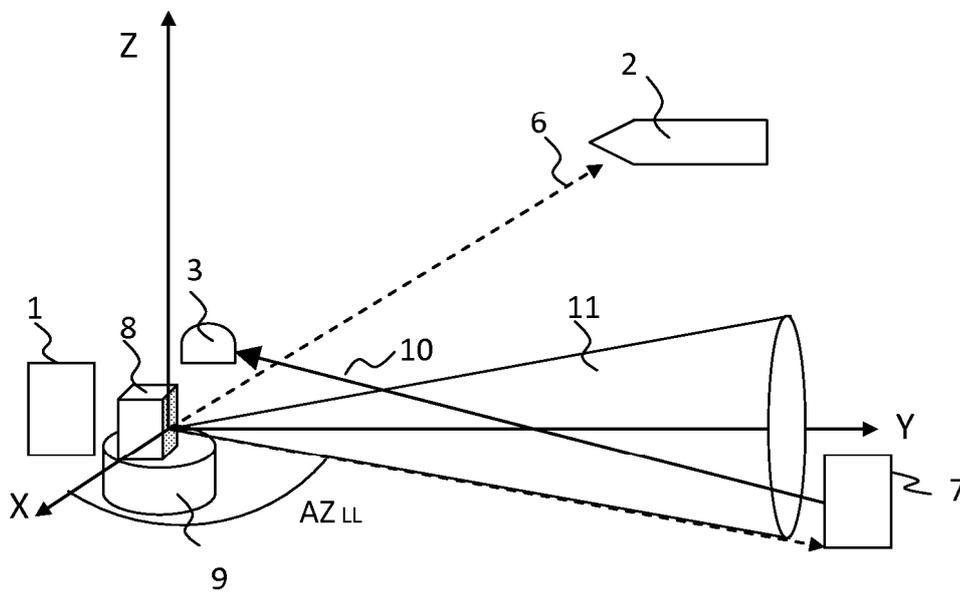


Fig. 2

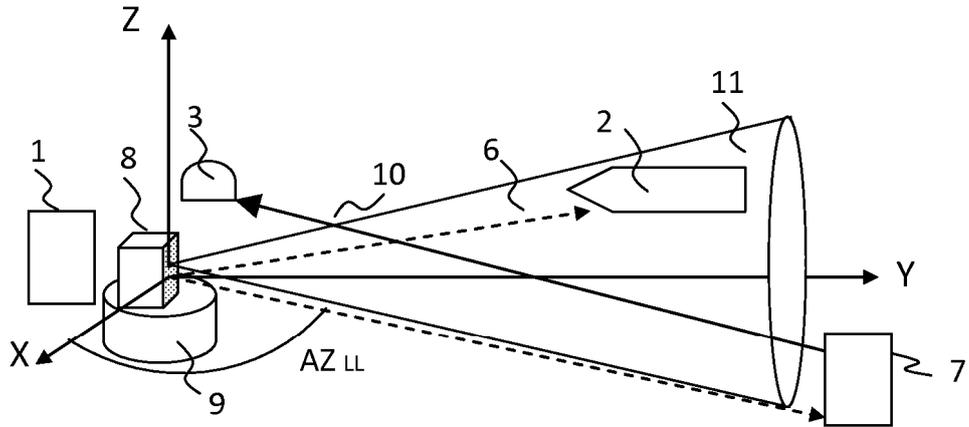


Fig. 3A

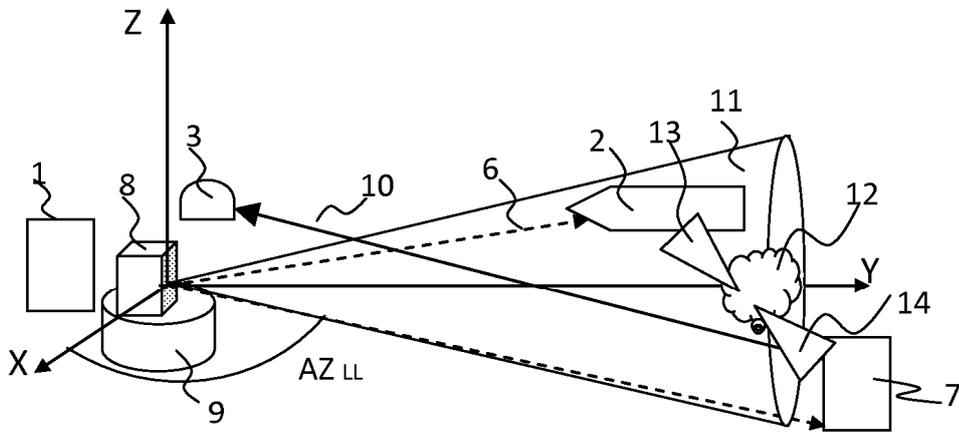


Fig. 3B

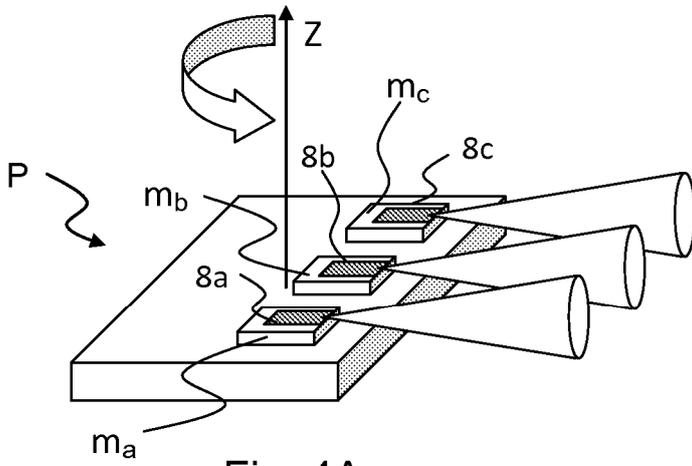


Fig. 4A

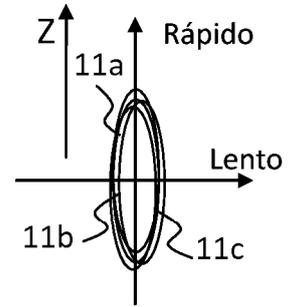


Fig. 4B

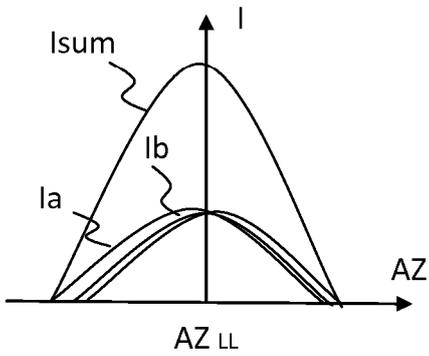


Fig. 5A

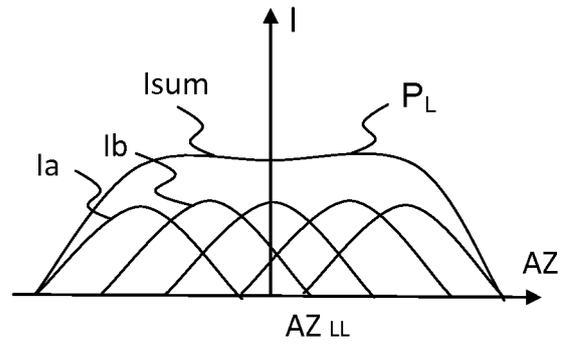


Fig. 5B

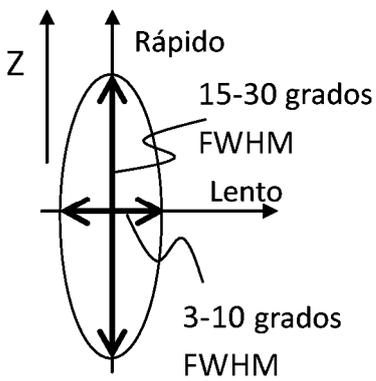


Fig. 6

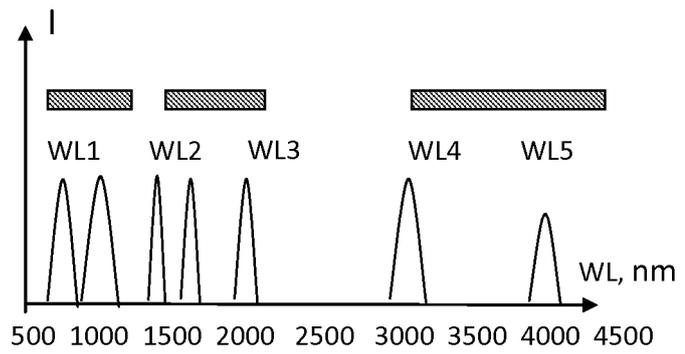


Fig. 7

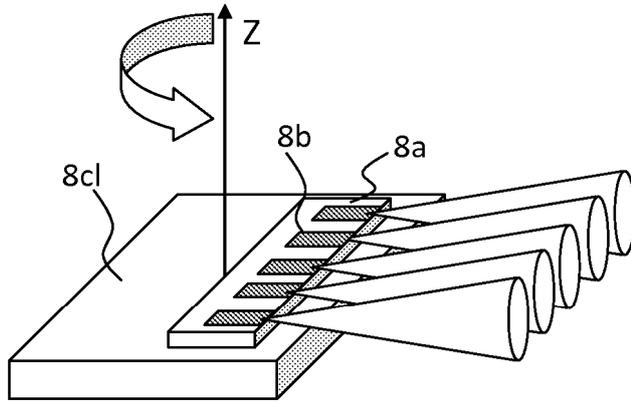


Fig. 8

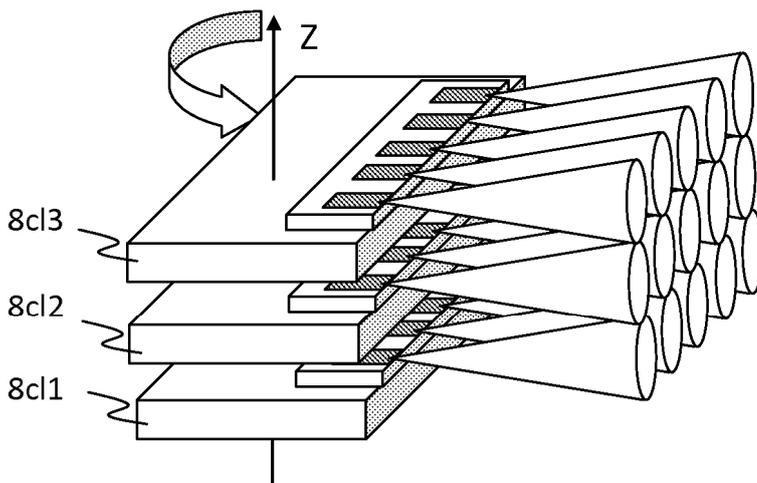


Fig. 9A

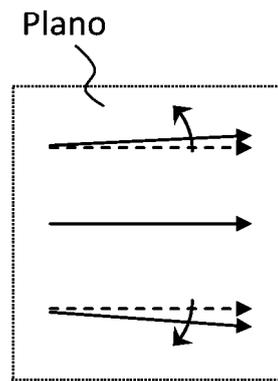


Fig. 9B

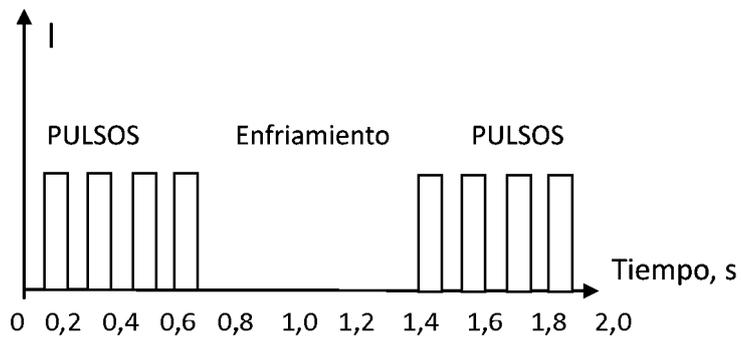


Fig. 10

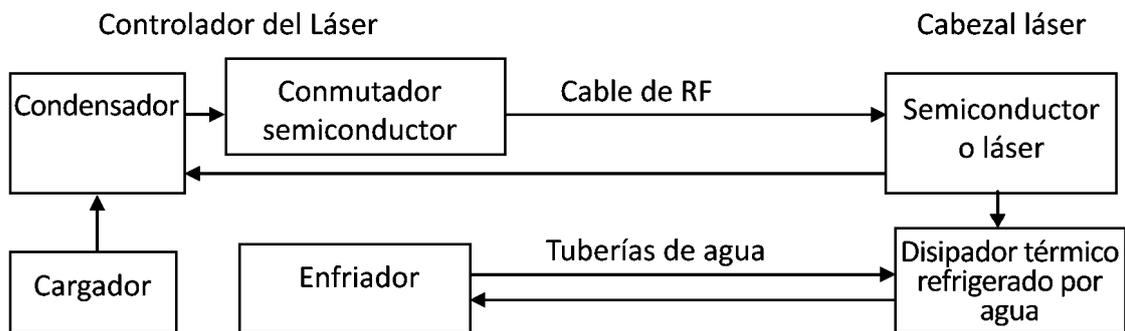


Fig. 11 (Técnica anterior)

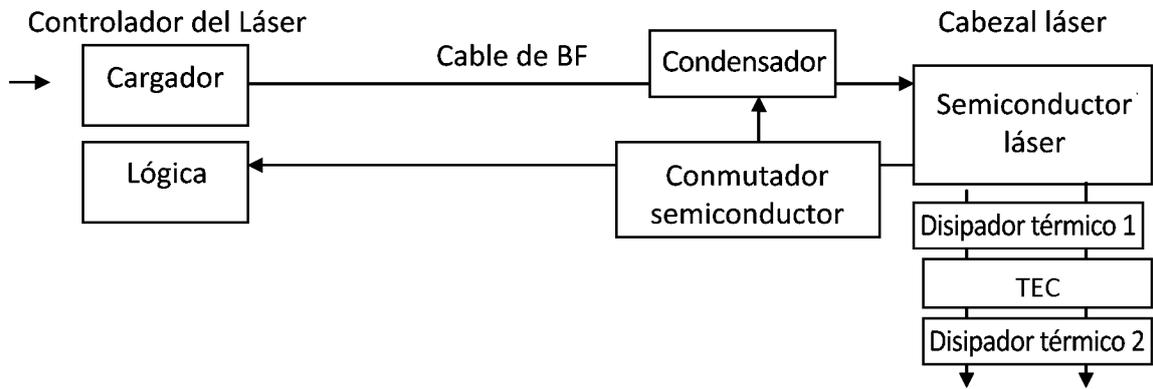


Fig. 12

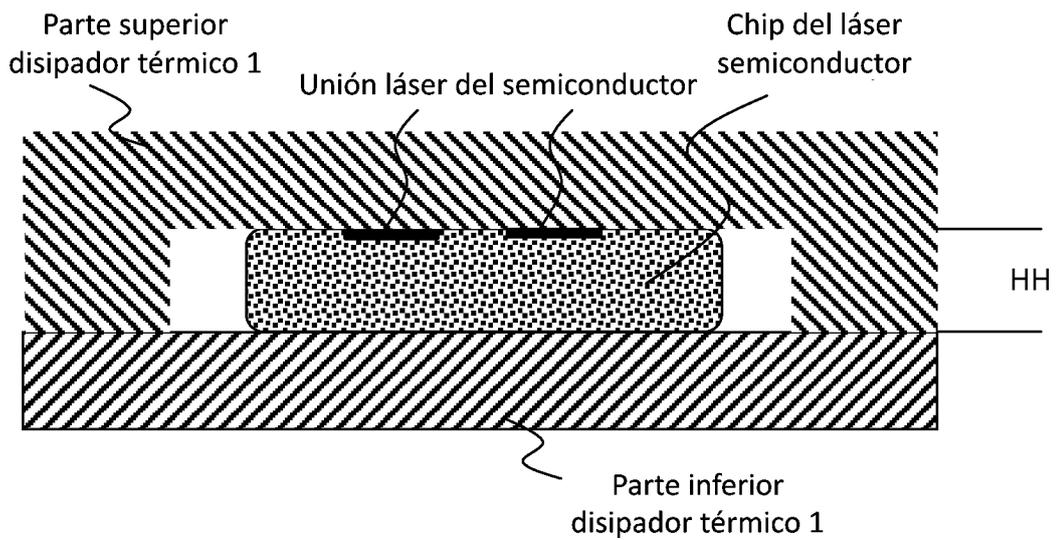


Fig. 13A

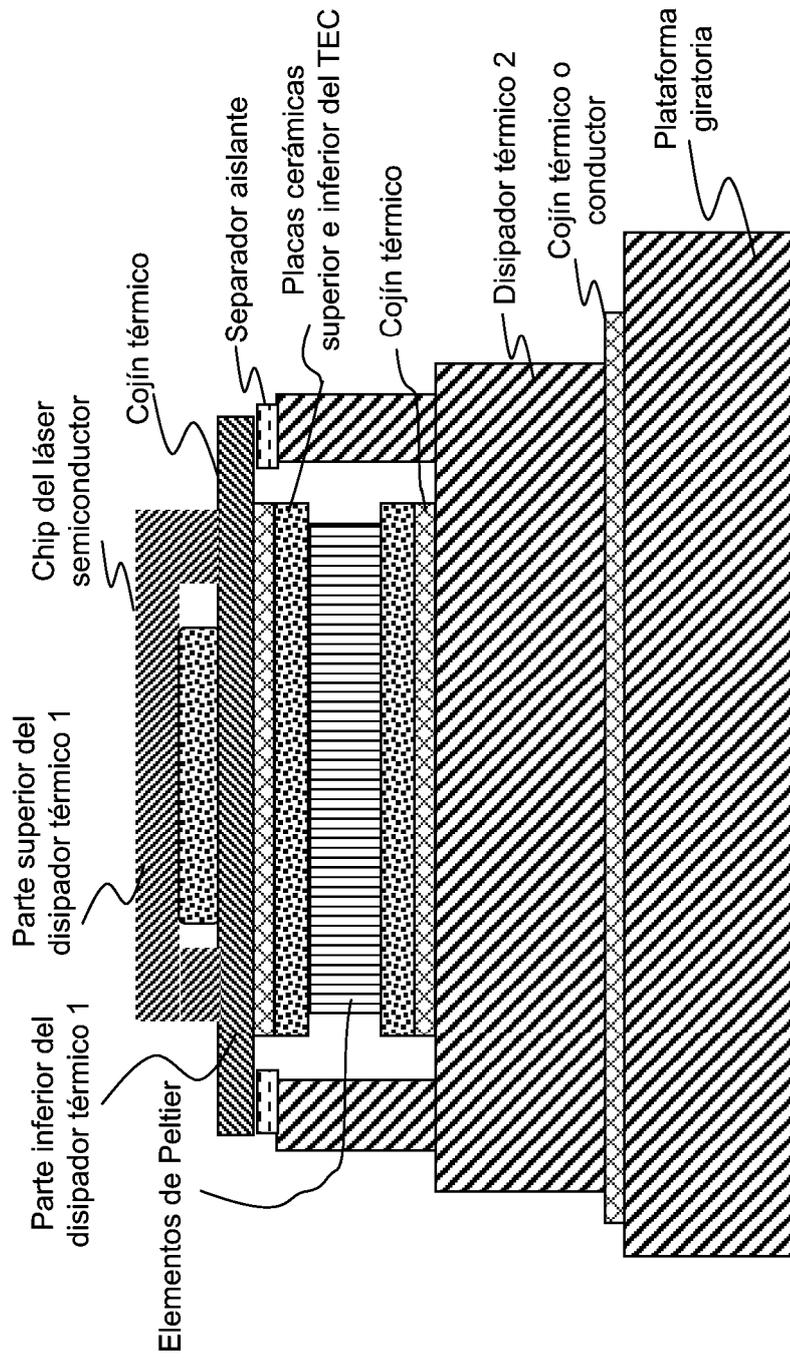


Fig. 13B

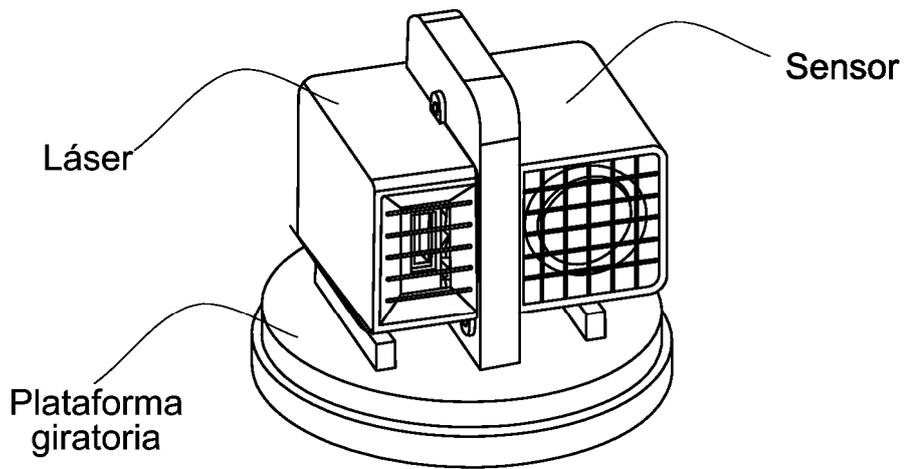


Fig. 14

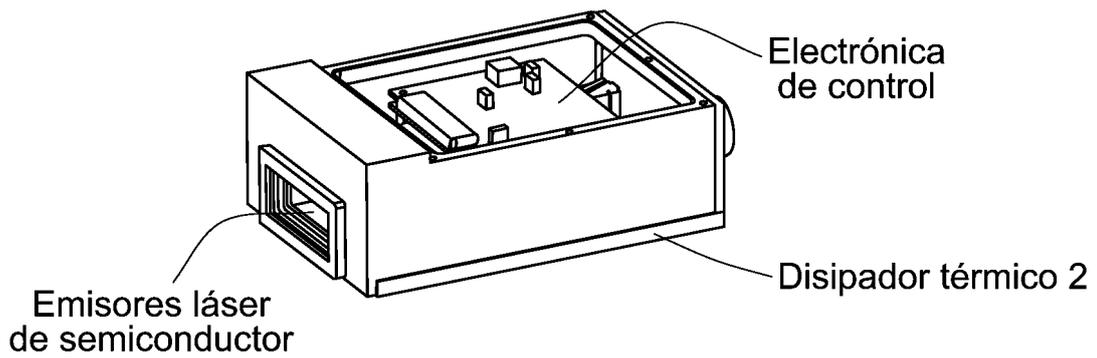


Fig. 15A

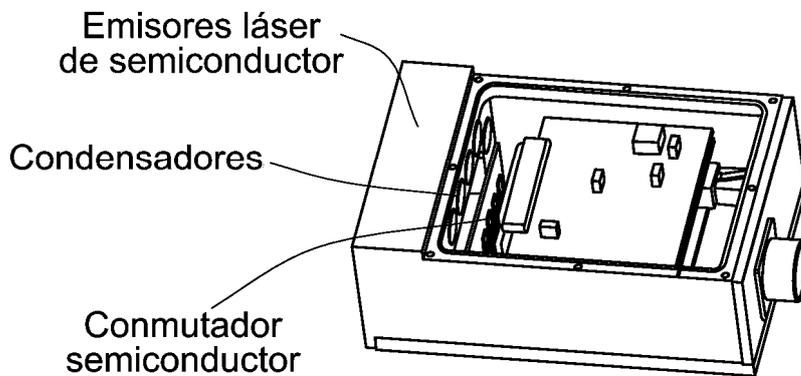


Fig. 15B

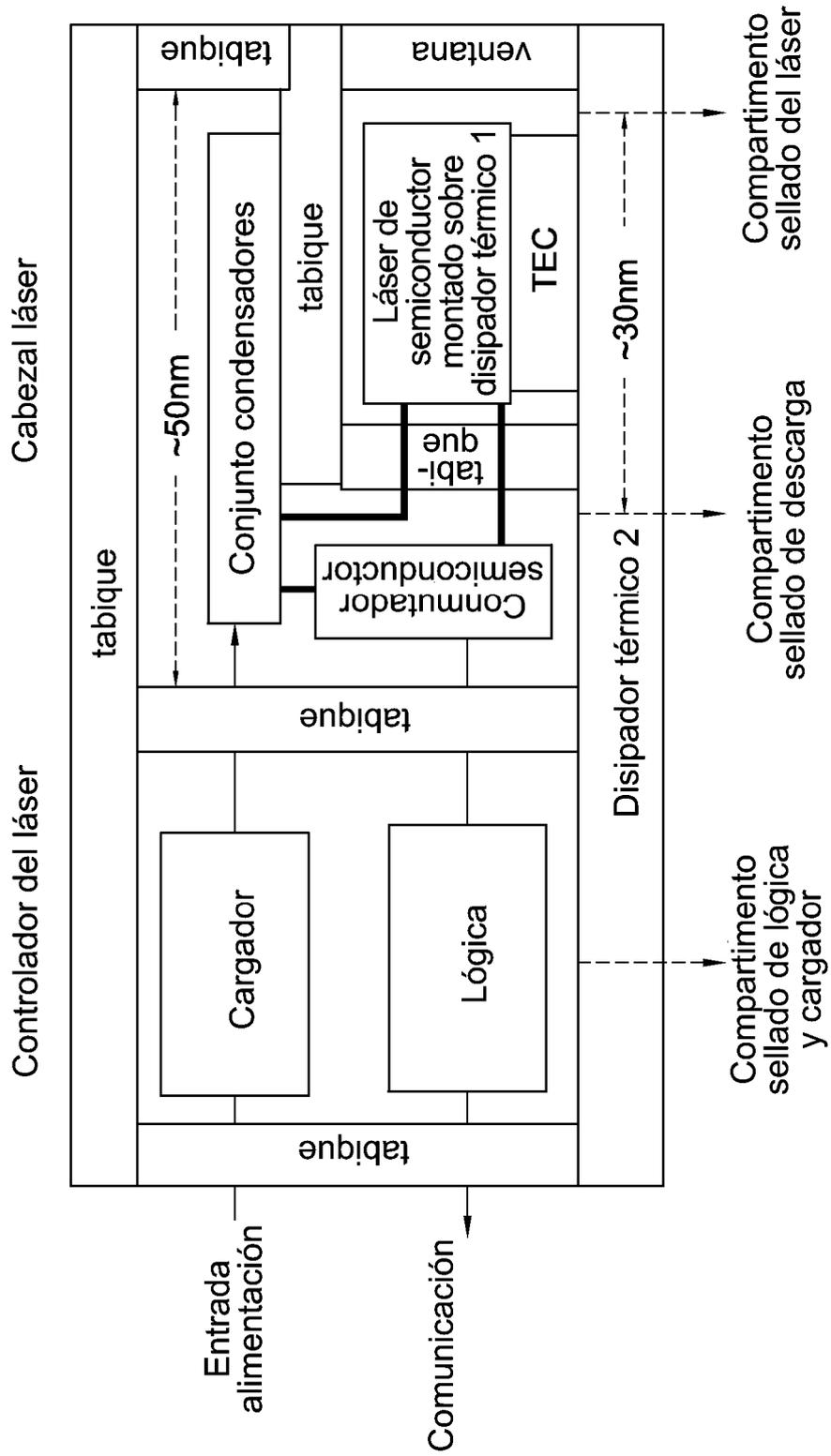


Fig. 16