

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 438**

51 Int. Cl.:

H01S 5/024 (2006.01)

H01S 5/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.06.2016 PCT/US2016/040125**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2017 WO17007657**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2016 E 16738954 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3320587**

54 Título: **Módulo láser de diodo escalonado con estructura de refrigeración**

30 Prioridad:

08.07.2015 US 201514794254

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

05.05.2020

73 Titular/es:

**TRUMPF PHOTONICS, INC. (100.0%)
2601 U.S. 130
Cranbury, NJ 08512, US**

72 Inventor/es:

**VETHAKE, THILO;
EISENMANN, JEFFREY y
HEINEMANN, STEFAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 758 438 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

Módulo láser de diodo escalonado con estructura de refrigeración

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica prioridad con respecto a la solicitud de patente de los EE.UU. n° 14/794,254 presentada el 8 de julio de 2015.

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere en general a módulos láser multiemisor con un sistema de refrigeración integrado.

10 Los emisores o láseres de semiconductor simples son compactos y se utilizan de manera generalizada en una amplia gama de aplicaciones. En algunas aplicaciones se requiere una potencia de salida óptica que es considerablemente mayor que la salida de un emisor simple. Una solución es crear un módulo con una pluralidad de emisores simples y combinar la salida óptica de los emisores simples individuales en una salida óptica combinada. En la presente memoria se utiliza el concepto "emisor simple". Un ejemplo de un emisor simple es el módulo láser de diodo L4 de JDS Uniphase Corporation. Sin embargo, una fuente de radiación láser puede ser también una pila o un conjunto ordenado o una barra de láseres de semiconductor o una pluralidad de diodos láser. Un ejemplo de una barra láser es el TrueDiode 15 301 de Trumpf. Tanto un emisor simple, que es un solo diodo láser, como una pila o barra de diodos láser o una pluralidad de diodos láser se consideran en la presente memoria como una fuente de láser simple, a no ser que se identifique específicamente de un modo distinto.

20 Por regla general, pueden ensamblarse en un módulo múltiples fuentes de láser simples, de tal modo que los haces individuales de las fuentes simples estén apilados ópticamente en un eje para generar un solo haz de radiación láser con un nivel de potencia óptica mucho mayor que el de la fuente de láser simple. Existen diferentes maneras conocidas de colocar fuentes de láser individuales en un módulo y combinar las salidas individuales en una salida óptica combinada más potente.

25 Los diodos láser de emisión de borde son conocidos en la técnica. Con fines ilustrativos, en la Figura 1 se proporciona un diagrama de un diodo láser 100 de este tipo. El diodo contiene múltiples capas, incluyendo capas p y n y una capa radiante 101, generalmente con un cuerpo largo y un lado más pequeño. La capa 101, que puede denominarse la capa activa de un diodo láser, incluye la parte radiante de interés del dispositivo 100. La parte que radia láser de la capa activa 101 está determinada por factores tales como unos electrodos superior e inferior que suministran la corriente eléctrica para activar el diodo láser y que éste emita radiación láser. Como ejemplo, la radiación láser puede emitirse desde al menos parte de la capa activa 101 en la dirección 112. En general, las aberturas de emisión de un diodo láser tienen forma rectangular, teniendo la dimensión larga típicamente un tamaño de decenas a centenas de micrones, mientras que la dimensión corta tiene típicamente un tamaño de uno a dos micrones. Los efectos de difracción hacen que la radiación emergente diverja, siendo el ángulo de divergencia inversamente proporcional al tamaño de la abertura. La dimensión corta de la abertura es comparable a la longitud de onda típica de un diodo láser de aproximadamente ochocientos nanómetros; los efectos de difracción tienen como resultado una gran divergencia del haz en esta dirección, el "eje rápido", típicamente entre 40 y 60 grados (90% de contenido de potencia). El tamaño del ángulo de divergencia se conoce como la apertura numérica (NA, por sus siglas en inglés), teniendo el haz una menor apertura numérica a lo largo de la dirección de la banda que en dirección perpendicular a la banda. La dimensión larga de la banda se conoce como el eje lento del diodo láser y la divergencia típica en este eje está dentro de un intervalo de 6 a 10 grados. Esta divergencia no depende sólo del diseño específico del láser de diodo, sino también de la corriente de funcionamiento para los láseres de diodo de área amplia.

40 Se aplican lentes colimadoras para colimar la radiación en la dirección del eje rápido y opcionalmente del eje lento. Para una barra de diodos láser que comprenda múltiples aberturas de emisión en un dispositivo una cerca de otra, puede utilizarse una sola lente o un conjunto ordenado de microlentes para colimar el haz en la dirección del eje lento. En general, los colimadores de eje rápido se colocan directamente en la faceta de salida del láser o cerca de la misma y pueden tener forma cilíndrica o toroidal. A mayor distancia que los colimadores de eje rápido, se aplica un colimador de eje lento a cada fuente de láser. Por consiguiente, los haces de salida de las fuentes de láser individuales se coliman todos antes de combinarse. Los haces de las fuentes individuales colimados han de combinarse luego con un combinador óptico para obtener un solo haz de salida, mediante por ejemplo una lente, un multiplexor óptico o mediante un polarizador.

50 Con el fin de poder colimar adecuadamente los haces individuales y alinear adecuadamente los haces para permitir su combinación, las fuentes de láser individuales han de disponerse y alinearse con ópticas para mantener los haces individuales separados y limitar la diafonía y la interferencia de haces individuales antes de la etapa de combinación. Para ajustar la escala de la potencia es ventajoso limitar los efectos de la disipación térmica dotando de capacidad de refrigeración las fuentes de láser individuales y la unidad o módulo combinado. Una manera de refrigerar es mediante una refrigeración conductiva, en la que el calor generado se conduce a través de soportes y carcasas. Además, es posible aumentar la capacidad de refrigeración previendo una refrigeración forzada mediante el suministro de un medio refrigerante fluyente a través de los soportes que soportan las fuentes de láser. Asimismo, en muchos casos es

ventajoso hacer funcionar las fuentes de láser alimentadas con la misma corriente, lo que puede lograrse disponiendo las fuentes de láser en una red serial.

La técnica relacionada proporciona diversas estrategias para enfriar módulos láser. Se despliegan conjuntos de alta potencia montando un láser de diodo simple o una barra de láseres de diodo en un disipador térmico que puede incluir canales. El disipador térmico está hecho típicamente de cobre, cerámica o cualquier combinación de los mismos. Son requisitos típicos una transferencia de calor eficaz, que iguale el coeficiente de dilatación térmica al de un diodo de GaAs, una baja impedancia eléctrica y una (electro)corrosión limitada. Se divulgan refrigeradores de diodos en patentes, tales como US 5,903,583, US 8,345,720, US 7,724,791, US 8,130,807. En la patente de EE.UU. nº 5,870,823, publicada el 16 de febrero de 1999, está ilustrada una estrategia. Esta patente divulga un sustrato cerámico sinterizado que incluye al menos un canal de refrigeración interno en el cuerpo cerámico. Otra estrategia para refrigerar un sustrato cerámico en el que está alojada una fuente de láser se describe en *Diode laser modules based on laser-machined, multilayer ceramic substrates with integrated water cooling and micro-optics*, de Alberto Campos Zatarain, mayo de 2012. Una estrategia más se describe en el documento DE 20 2009 009203 U1, que divulga una fuente de radiación que prevé un flujo de refrigerante desde una plataforma hasta otra a través de canales de refrigeración que se extienden a diferentes profundidades bajo módulos de conversión concebidos por ejemplo como elementos de láser de diodo. Los documentos US 5 828 683 A y US 5 987 043 A divulgan ambas estructuras de plataformas escalonadas que soportan un conjunto ordenado de diodos láser bidimensional, y microcanales de refrigeración por líquido integrados, respectivamente, un colector de entrada de refrigerante y un colector de salida. El documento DE 43 15 580 A1 divulga una disposición de diodos láser y un sistema de refrigeración con una construcción modular que es adecuada para el apilamiento y que incluye canales de refrigeración que se extienden interiormente a una profundidad definida bajo las ubicaciones definidas de los diodos láser.

Sin embargo, ninguna de estas referencias describe una estrategia eficaz para refrigerar un módulo escalonado multiemisor con plataformas, como la divulgada en la presente memoria. Para lograr una fabricación rentable, preferiblemente está alojada en cada plataforma una óptica, como un espejo, lentes y, por supuesto, una fuente de láser. Las plataformas están escalonadas unas en relación con otras y en relación con un plano de base de un módulo para permitir un apilamiento óptico eficaz o una combinación de haces eficaz de los diodos láser o las fuentes de láser individuales. La técnica anterior no enseña ni sugiere una estructura o método eficaz para refrigerar un conjunto de diodos láser que tenga una base cerámica escalonada, preferiblemente unitaria.

Por consiguiente, se requieren nuevos y mejorados módulos escalonados con múltiples emisores láser y con una arquitectura de refrigeración eficaz integrada realizados en un solo cuerpo.

Compendio de la invención

En líneas generales, la presente invención proporciona un aparato y un método para dotar un módulo láser escalonado multiemisor de una estructura de refrigeración integrada, un trayecto de corriente integrado para conectar eléctricamente los diodos láser individuales y una carcasa mecánica. Preferiblemente, tal módulo láser tiene un cuerpo cerámico simple que incluye una base integrada o unitaria simple.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un cuerpo de módulo láser que se ha de refrigerar con fluido refrigerante, teniendo el cuerpo de módulo láser un primer y un segundo electrodos, que comprende una base cerámica unitaria que tiene un fondo, una pluralidad de plataformas que están conformadas en la base cerámica unitaria, teniendo cada una de la pluralidad de plataformas una anchura, una longitud y una altura en relación con un plano de base paralelo a las plataformas, y que forman una estructura escalonada, teniendo cada plataforma una altura diferente en relación con el plano de base, teniendo cada plataforma una superficie superior habilitada para sostener una fuente de láser y al menos un componente óptico en ubicaciones definidas en una superficie superior de la plataforma, conteniendo cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas un canal de refrigeración que se extiende interiormente a lo largo de al menos parte de su longitud desde un primer extremo hasta un segundo extremo a una profundidad definida bajo la superficie superior al menos bajo las ubicaciones definidas, estando los canales de refrigeración de las plataformas separados en el espacio unos de otros, una entrada de fluido y un colector de entrada que conecta la entrada de fluido al primer extremo de cada uno de los canales de refrigeración de la pluralidad de plataformas cerámicas para distribuir el fluido refrigerante y un colector de salida que conecta los canales de refrigeración desde el segundo extremo de cada uno de los canales de refrigeración de la pluralidad de plataformas a una salida de fluido que dispersa el fluido refrigerante desde el cuerpo de módulo láser.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde las plataformas son sustancialmente paralelas entre sí.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde cada plataforma está provista de una capa conductora y/o una capa de metalización.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde los microcanales están situados debajo de la fuente de láser en al menos una de la pluralidad de plataformas.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde hay al menos dos plataformas.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser que además comprende una primera y una segunda aberturas de alojamiento para alojar el primer y el segundo electrodos.

5 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser, teniendo el cuerpo de módulo láser una salida de radiación para proporcionar haces de radiación apilados generados por fuentes de láser alojadas en la pluralidad de plataformas.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde la pluralidad de plataformas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas, teniendo la primera pluralidad de plataformas una dirección de inclinación diferente de la segunda pluralidad de plataformas.

10 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un cuerpo de módulo láser en donde la pluralidad de plataformas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas, teniendo la primera pluralidad de plataformas la misma dirección de inclinación que la segunda pluralidad de plataformas.

15 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para refrigerar un cuerpo de módulo láser, que tiene un primer y un segundo electrodos y una pluralidad de fuentes de láser, con un fluido refrigerante, suministrando el fluido refrigerante por una entrada del cuerpo de módulo láser, siendo el módulo láser un cuerpo simple de material cerámico, distribuyendo el fluido refrigerante a través de un colector de entrada, conectado a la entrada, a un primer extremo de cada uno de una pluralidad de canales de refrigeración, estando cada uno de los canales de refrigeración embutido a una profundidad predefinida en una plataforma cerámica correspondiente de una pluralidad de plataformas cerámicas en el cuerpo simple, siendo las plataformas cerámicas sustancialmente paralelas entre sí, teniendo cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas una altura en relación con un plano de base del cuerpo simple paralelo a las plataformas cerámicas para formar una estructura escalonada, extendiéndose cada canal de refrigeración en el interior de una plataforma cerámica desde el primer extremo de la plataforma cerámica hasta un segundo extremo de la plataforma cerámica, teniendo las plataformas cerámicas unas en relación con otras una altura diferente cada una, medida con respecto al plano de base, soportando una superficie superior de cada plataforma cerámica una de la pluralidad de fuentes de láser y al menos un componente óptico en ubicaciones definidas, estando los canales de refrigeración de las plataformas cerámicas separados en el espacio unos de otros, estando cada plataforma cerámica adaptada para alojar en la misma una fuente de láser, y recibiendo, con un colector de salida, fluido refrigerante que sale de los canales de refrigeración por el segundo extremo y deshaciéndose del fluido refrigerante por una salida conectada al colector de salida. De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método para refrigerar un cuerpo de módulo láser, que además comprende: que el fluido refrigerante pase a través de una pluralidad de microcanales en el canal de refrigeración de cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas y elimine calor generado por la fuente de láser en la al menos una de la pluralidad de plataformas cerámicas.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, en donde los microcanales están situados debajo de la fuente de láser.

35 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, en donde hay al menos dos plataformas cerámicas.

40 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, en donde la pluralidad de plataformas cerámicas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas cerámicas, teniendo la primera pluralidad de plataformas cerámicas una dirección de inclinación diferente de la segunda pluralidad de plataformas cerámicas.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, en donde la pluralidad de plataformas cerámicas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas cerámicas, teniendo la primera pluralidad de plataformas cerámicas la misma dirección de inclinación que la segunda pluralidad de plataformas cerámicas.

45 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, que además comprende: emitir haces de radiación apilados generados por fuentes de láser alojadas en la pluralidad de plataformas.

50 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, se proporciona un método previsto para refrigerar un cuerpo de módulo láser, en donde los canales de refrigeración son parte integrante del cuerpo simple y están conformados durante la fabricación del cuerpo simple.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, la base escalonada con refrigeración, capas de metalización y capas conductoras de la electricidad integradas está conformada y fabricada de tal manera que puede cerrarse y sellarse (opcionalmente sellarse de manera hermética) con una tapa simple, que puede estar conformada como una placa o como una parte dimensional.

55

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra en un diagrama una estructura de un diodo láser.

La Figura 2 ilustra en un diagrama la estructura de un diodo láser montado en un soporte inferior.

5 Las Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 ilustran diversos aspectos de un módulo láser de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

La Figura 10 ilustra una construcción de un módulo láser que tiene plataformas escalonadas y una pluralidad de canales de refrigeración, hecho de múltiples capas cerámicas, de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Las Figuras 11A, 11B, 11C y 11D ilustran detalles de varias de las capas cerámicas mostradas en la Figura 10.

Las Figuras 12A, 12B, 12C y 12D ilustran detalles de varias de las capas cerámicas mostradas en la Figura 10.

10 Las Figuras 13 y 14 ilustran el flujo de refrigerante en un módulo láser escalonado de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Las Figuras 15A, 15B, 15C y 16 ilustran secciones transversales de los canales de refrigeración en diferentes ubicaciones en el módulo de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

15 Las Figuras 17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F, 17G y 17H ilustran el flujo de refrigerante en un módulo láser escalonado de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

Las Figuras 18 y 19 son vistas tridimensionales de las vías de refrigeración en un módulo láser escalonado de acuerdo con aspectos de la presente invención.

Las Figuras 20, 21 y 22 ilustran el flujo de refrigerante en un módulo láser escalonado de acuerdo con un aspecto de la presente invención.

20 La Figura 23 es un dibujo tridimensional que muestra las paredes en los canales de refrigeración de acuerdo con un aspecto de la invención.

La Figura 24 ilustra otra realización de la presente invención.

Descripción detallada

25 Un aspecto de la presente invención está dirigido a un módulo láser de diodo escalonado que reúne múltiples fuentes de láser dispuestas para un apilamiento óptico, hecho de cerámica con canales de refrigeración integrados para una disipación térmica eficaz de la fuentes de láser individuales, adaptadores de metalización integrados para unir las fuentes de láser individuales mediante soldeo, capas conductoras de corriente integradas y adaptadores de montaje integrados para una óptica de formación de haz y de orientación de haz. Un refrigerante, tal como agua no desionizada, fluye a través de las estructuras de refrigeración, lo que permite que el módulo láser tenga un menor número de
30 componentes y una densidad de potencia mejorada.

En la Figura 1 se muestra un diodo láser 100 y en la Figura 2 el mismo sobre un soporte inferior 200 que es típicamente más grande que el diodo láser.

35 En las Figuras 3, 4 y 5 está ilustrada una realización de un módulo de múltiples emisores simples de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Los diagramas de las Figuras 3-5 muestran la disposición escalonada del módulo, que permite una formación de haz y un apilamiento óptico de los diodos láser individuales para obtener como resultado un haz de salida compacto. La Figura 3 es una vista desde arriba de un módulo 300. El módulo 300 tiene un cuerpo 301 integrado, que incluye el exterior o marco del cuerpo, que incluye pestañas integradas y agujeros 302 de conexión. El interior del módulo contiene la estructura escalonada, con escalones o plataformas **a, b, c, d, e, f y g** inferior en el lado izquierdo de la vista desde arriba. En el lado derecho están previstas otras plataformas escalonadas, como se
40 muestra en las figuras. En la Figura 4 se muestra una sección transversal del módulo 300 que, ventajosamente, debería considerarse y verse en combinación con la Figura 3 para explicar su construcción.

45 La Figura 4 ilustra una sección transversal de la Figura 3 y muestra que el cuerpo 301 es un cuerpo de una pieza que está mecanizado a partir de una sola pieza de metal o está creado como un solo cuerpo de cerámica. En una realización preferida, es cerámica. En otra realización de la presente invención, el cuerpo está formado por múltiples capas de metal, en las que se mecanizan o se perforan o se crean de cualquier manera eficaz características, y las capas metálicas con las características necesarias se combinan fijamente para obtener un solo cuerpo. En otra realización de la presente invención, el cuerpo 301 está hecho por completo de cerámica o una mezcla de cerámica y metal. Esto puede realizarse, por ejemplo, creando diferentes capas de material cerámico con características recortadas en cada capa, o conformadas de otro modo, y apilando todas las capas cerámicas de manera alineada y
50 horneando éstas en un horno para crear un solo cuerpo 301. Una ventaja de la realización cerámica en relación con el metal mecanizado es una reducción considerable del coste. Otras ventajas de la cerámica de la carcasa cerámica

en relación con la carcasa metálica son el aislamiento eléctrico y, por lo tanto, la eliminación de la electrocorrosión, así como el hecho de que la dureza de la cerámica permite un flujo más rápido del refrigerante y, por lo tanto, una refrigeración mejorada sin corrosión de la estructura de refrigeración. Además, la conductividad térmica del AlN y del BeO es muy buena y su dilatación térmica es similar al arseniuro de galio, un material común para diodos láser de alta potencia.

El módulo láser proporcionado de acuerdo con un aspecto de la presente invención tiene una subunidad simple en un plano simple, que comprende un diodo láser simple sobre un soporte inferior 303 al que se alimenta una corriente eléctrica y que radia a través de un colimador 304 de eje rápido y un colimador 305 de eje lento a un reflector 306. Todos los componentes están situados en un escalón o plataforma **a** en el cuerpo. El escalón **a** tiene una altura predefinida en relación con el nivel **g** de base o el nivel inferior 401 del cuerpo. El cuerpo 301 que tiene el nivel de base y la plataforma escalonada se denomina en su totalidad la base. La base está provista de paredes y pestañas de sujeción como 302, denominándose en su totalidad cuerpo del módulo láser. En este ejemplo, el lado izquierdo del módulo tiene 7 escalones decrecientes diferentes o plataformas **a**, **b**, **c**, **d**, **e**, **f** y **g** que descienden de izquierda a derecha desde un nivel superior, no señalado, hasta un nivel inferior **g**. Cada escalón o plataforma tiene su propio emisor, sus propios colimadores rápido y lento y su propio reflector. La altura del escalón entre módulos individuales está determinada por la altura del haz colimado en la dirección del eje rápido para permitir un apilamiento óptico de diodos láser individuales con un alto factor de llenado óptico. Así pues, la radiación emitida desde el emisor individual 303 pasará a través de los colimadores 304 y 305 para alcanzar y ser reflejada por el reflector 306 en la dirección a lo largo de un eje óptico hacia la óptica 310 de combinación situada en el nivel o plataforma **g**. En una realización de la presente invención, la óptica 310 de combinación es una placa o un prisma con un revestimiento polarizador; en otra realización, puede ser un reflector dicróico para combinar radiación láser con diferente longitud de onda.

La plataforma **b** está escalonada hacia abajo con respecto al nivel o la plataforma **a**. El emisor, los colimadores y el reflector asociados a la plataforma **b** están situados bajo los de la plataforma **a**, en relación con el nivel **g** o el nivel 401 de base. El reflector asociado a la plataforma **b** refleja la radiación del emisor asociado a la plataforma **b** hacia la óptica 310 de combinación. Opcionalmente, una lente 311 de enfoque enfoca los haces individuales en una fibra óptica receptora 312. Debido a la diferencia de nivel entre las plataformas **a** y **b**, las radiaciones de los emisores relacionados son paralelas a lo largo de un eje hacia 310, pero no se interfieren entre sí, dado que los ejes ópticos de los dos haces se hallan en niveles diferentes. Los emisores y las ópticas situados en las plataformas **c**, **d**, **e**, **f** y **g** funcionan de manera similar sin interferirse. La corriente eléctrica de accionamiento se conduce a través de unos conectores 308 y 309. Una abertura en el cuerpo 301 se emplea para emitir la radiación a través de la misma. Los diodos láser individuales están conectados eléctricamente en serie a través de unas uniones por hilo u otros conectores eléctricos del estado actual de la técnica.

El módulo 300 tiene una disposición similar, preferiblemente en una configuración especular, en el lado derecho del módulo. Esto está ilustrado como las plataformas **i**, **j**, **k**, **l**, **m** y **n** en la Figura 3 y en la Figura 4, que muestra una vista en sección transversal del módulo a través de la parte trasera del módulo. En la Figura 5 se muestran detalles de un emisor. El diodo láser está unido a un soporte inferior cerámico, que está luego soldado sobre la base del módulo en un nivel específico. La superficie superior del soporte inferior está separada en dos zonas metalizadas, que forman unos contactos positivo y negativo para el láser. Para conectar la parte superior del diodo láser (normalmente el lado N) a la zona de contacto negativo del soporte inferior se utilizan uniones por hilo. Las lentes colimadoras de eje rápido se sujetan normalmente muy cerca de la faceta frontal del láser debido a la muy pequeña distancia focal posterior.

No es necesario que el lado derecho del módulo sea un reflejo exacto, y en una realización de la presente invención los escalones en los lados izquierdo y derecho del módulo no son un reflejo exacto y no están en el mismo nivel. El reflejo del lado izquierdo del módulo en el lado derecho tiene lugar aproximadamente alrededor de una línea virtual 315, que se muestra en las Figuras 3 y 4.

En la realización ilustrativa mostrada en la Figura 3, los escalones **a**, **b**, **c**, **d**, **e** y **f** y los escalones **i**, **j**, **k**, **l**, **m** y **n** tienen una inclinación en direcciones opuestas.

Las conexiones eléctricas entre los grupos de diodo láser se realizan a través de una unión por hilo u otros conectores eléctricos del estado actual de la técnica a un conducto 313 de corriente integrado en la base del módulo en el nivel **g** o **h**. El diodo láser en el nivel **a** está conectado eléctricamente al conector 309, y el diodo láser en el nivel **n** está conectado a un conducto 314 de corriente, que está conectado eléctricamente al conector 308.

En la Figura 6 se proporciona una ilustración detallada de la zona 600 alrededor del combinador 310, que puede ser un combinador de polarización. También se contemplan otros combinadores, tales como multiplexores de longitud de onda. La zona a la derecha de la línea 315 y encima de la línea 316 es una copia especular del lado izquierdo del módulo. Tiene los escalones o plataformas **h**, **i**, **j**, **k**, **l**, **m** y **n**. El escalón o nivel **h** es el mismo nivel que la plataforma o nivel **g**. Cada una de las plataformas **h**, **i**, **j**, **k**, **l**, **m** y **n** tiene una fuente de láser, que puede ser un emisor láser simple, y un colimador de eje rápido (no mostrados ninguno de los dos en la Figura 6), un colimador 323 de eje lento y un reflector 322. Para evitar que la Figura 3 se llene demasiado de números, algunos elementos no se identifican en la Figura 3 y se identifican ahora en la Figura 6. Éstos incluyen unas lentes cilíndricas 325 y 326 de enfoque, para enfocar en la fibra 327 de salida el haz combinado. Además, entre el polarizador combinador 310 y la lente cilíndrica

325 puede colocarse una rejilla de Bragg 324 opcional. La rejilla de Bragg 324 opcional se emplea para estabilizar la longitud de onda de la radiación láser combinada.

En la Figura 6 también está identificada una placa 321 de onda media para los haces de salida de las fuentes de láser en las plataformas o escalones **h, i, j, k, l, m y n** en este ejemplo ilustrativo. Los haces de salida de los emisores son reflejados por un reflector 320 al polarizador combinador 310 y combinados con la salida de los emisores del lado izquierdo del módulo. Los haces de los emisores o de las fuentes de láser colimados individualmente procedentes de cada lado del módulo son radiados a lo largo de un eje común en el lado izquierdo, pero están separados mediante la ubicación escalonada de las fuentes y la óptica de cada lado, formando dos mazos ópticos densamente apilados, uno procedente de cada lado, que se combinan en el polarizador combinador 310. El espacio necesario para el reflector 320 y el polarizador combinador 310 se suma a la profundidad o anchura adicional del módulo más allá de lo que sería necesario para una sola fila de plataformas escalonadas con emisores o fuentes de láser.

La disposición específica de los elementos ópticos para un apilamiento óptico denso y la altura de escalonamiento asociada entre plataformas individuales se describe específicamente para el módulo mostrado en la Figura 3. Pueden utilizarse otras alturas de escalonamiento y ópticas, lo que tendría como resultado factores de llenado óptico y dimensiones de haz distintos. Además, la óptica de enfoque y combinación de haz también puede ser diferente. Por ejemplo, el módulo puede diseñarse de tal manera que los haces procedentes del lado izquierdo del módulo se intercalen ópticamente con los haces del lado derecho, o los haces del lado izquierdo se apilen ópticamente sobre los haces procedentes del lado derecho. En ninguno de los dos casos se utilizan ni un combinador de polarización ni una placa de onda. La óptica de enfoque y el acoplamiento de fibra también son opcionales. Además, la lente para la colimación de eje lento también puede eliminarse, principalmente por razones de economía de costes.

La configuración proporcionada en la presente memoria de un módulo láser de al menos 2 filas de emisores escalonados o fuentes de láser escalonadas proporciona el beneficio adicional inesperado de crear espacio para la óptica de salida u otras estructuras de salida, tales como una sección de acoplamiento de fibra.

La distancia mínima necesaria entre cada emisor o fuente de láser y el colimador 323 de eje lento determina la anchura del módulo. No es deseable que las radiaciones procedentes de los emisores individuales se solapen entre sí ni que la radiación en un lado del módulo interfiera con la radiación generada en otro lado del módulo. La interferencia de la radiación procedente de los emisores individuales se impide utilizando las plataformas escalonadas. Esto está ilustrado de nuevo en la Figura 7. Las flechas 701 y 703 son indicaciones ejemplares de los ejes y de la dirección de la radiación colimada de los emisores individuales. La radiación de las fuentes de láser es paralela y se halla en planos diferentes, debido a las plataformas y la colimación, y se dirige hacia la derecha en el módulo 700. Los colimadores de eje lento individuales están situados en el mismo plano que el diodo láser o en una plataforma común, lo que viene impuesto por consideraciones ópticas. Los haces individuales son reflejados por reflectores individuales, montados en la misma plataforma que su diodo láser respectivo, hacia un combinador con (en el lado derecho del módulo) o sin (en el lado izquierdo del módulo) el uso de un reflector común. Las direcciones comunes de los haces individuales reflejados se indican mediante la flecha 702 para el lado izquierdo del módulo y la flecha 704 para el lado derecho del módulo.

Para impedir la interferencia o la diafonía de los haces a lo largo de las flechas 702 y 704, estos haces combinados están situados en planos diferentes, de manera que los haces a lo largo de la flecha 704 no pueden alcanzar o reflejarse en ninguno de los reflectores del haz combinado a lo largo de 702. Esto se logra en este caso ilustrativo situando la fila de reflectores del lado derecho del módulo a lo largo de la flecha 704 más cerca de la fila de colimadores de eje lento que en el lado izquierdo, lo que se muestra claramente, aunque no necesariamente a una escala correcta, en la Figura 7. La disposición específica de los haces individuales, la óptica de formación de haces, la óptica de reorientación de haces y la óptica de combinación de haces, así como las ventajas resultantes, se describen en la solicitud de patente de los EE.UU. nº ser. 14/602,418 de Li et al. presentada el 22 de enero de 2015, que se incorpora a la presente memoria por referencia.

Son posibles y se contemplan por completo diferentes arquitecturas y realizaciones de módulos láser de plataformas escalonadas. En la Figura 24 está ilustrado otro diseño de módulo de fuente de láser múltiple de plataformas escalonadas, que se describe posteriormente en la presente memoria. Éste y otros diseños de plataformas escalonadas de acuerdo con uno o más aspectos de la presente invención se dotan también de los canales de refrigeración a través de las plataformas escalonadas previstos en la presente memoria.

Unos aspectos de esta invención están relacionados además con una carcasa económica con disipador térmico para módulos de emisores simples, que tiene como resultado una disposición a modo de escalera de los emisores simples optimizada para el apilamiento óptico de la radiación. En la carcasa está integrada una refrigeración por agua para los emisores simples individuales, para lograr una potencia máxima, y el refrigerante está eléctricamente aislado de los emisores simples. La carcasa con refrigeración por agua integrada está formada por múltiples capas que o son todas eléctricamente aislantes (es decir cerámica), o todas conductoras de la electricidad (es decir cobre), o una combinación de las mismas. Un disipador térmico del estado actual de la técnica refrigerado de forma conductiva está mecanizado a partir de material bruto con una alta conductividad térmica, es decir Cu, pero, de acuerdo con la presente invención, puede estar hecho en su totalidad o parcialmente de material cerámico. Debe entenderse que en tal disposición pueden utilizarse también barras y láseres de diodo multiemisor en lugar de emisores simples. Debe entenderse

además que la carcasa puede estar formada por dos partes adecuadamente estructuradas, preferiblemente hechas de cerámica, que formen una disposición de canales integrados similar o idéntica al conjunto multicapa.

El lado p de los chips láser de diodo de emisor simple, con dimensiones típicas de 0,6 mm (anchura) x 0,1 mm (altura) x 4 mm (longitud), está unido a un soporte inferior, y el lado N está unido por hilo. Los soportes inferiores pueden ser o conductores de la electricidad (por ejemplo CuW) o eléctricamente aislantes (por ejemplo BeO o AlN), pero con una superficie metalizada estructurada. Una división está revestida con soldadura para soldar sobre la misma el emisor simple, mientras que las otras divisiones están preparadas para la unión por hilo con el fin de conectar eléctricamente en serie dispositivos vecinos. Los diodos láser están conectados eléctricamente en serie mediante uniones por hilo encaminadas hacia el soporte inferior vecino. Para conectar eléctricamente los diodos láser individuales sobre soportes inferiores en serie pueden utilizarse bastidores de conductores u otros métodos conocidos.

Posteriormente, los soportes inferiores con diodos se montan en el disipador térmico principal. Para lograr un aislamiento eléctrico, el disipador térmico está hecho de un material aislante, tal como cerámica (es decir AlN o BeO), si se utilizan soportes inferiores conductores, o puede estar hecho de un material conductor, preferiblemente Cu, si se utiliza un soporte inferior aislante. El disipador térmico está conformado de tal manera que al menos una fila de láseres de diodo que están alineados unos en relación con otros de tal modo que las facetas emisoras de luz de los emisores simples están todas en un plano perpendicular al eje óptico y están desplazadas unas en relación con otras en el eje rápido en la medida de una distancia determinada al menos igual o similar a la altura del haz colimado, así como en el eje lento en la medida de una distancia determinada al menos por las dimensiones del soporte inferior, una diafonía térmica mínima y haces no solapados antes de la colimación en el segundo eje (lento).

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se introduce una refrigeración por agua para lograr una refrigeración mejorada, una mayor potencia de salida y una mayor fiabilidad del módulo láser de diodo. En este caso, el disipador térmico a modo de escalera está formado por capas individuales que comprenden características para el flujo de refrigerante en un lado y en cuyo lado opuesto está montado el láser de diodo. Cada capa tiene un espesor igual o casi igual a la altura del haz colimado de eje rápido. Exceptuando las capas de cubrimiento exteriores, cada capa tiene una estructura para el flujo de refrigerante, preferiblemente pequeños canales, características mecanizadas o creadas de otro modo mediante conformación en capas de material de tal manera que un refrigerante pueda fluir de una plataforma a una o más de las plataformas siguientes.

Pueden conformarse características, incluso características sumamente pequeñas, en diferentes materiales o en capas de materiales, tales como metales o cerámicas y capas frescas, no sinterizadas o no horneadas, de materiales cerámicos. Las tecnologías de microconformación conocidas incluyen micromecanización, micromoldeado y microestampación, que pueden crear características con una gran precisión y dimensiones de 0,1 mm o menores, como sabrá una persona con conocimientos medios de microconformación.

Posteriormente, las capas se unen entre sí mediante unión por difusión (para el Cu) u horneado (para la cerámica), o mediante cobresoldeo o soldeo o cualquier otro método conocido por un experto en la técnica. Los diseños y métodos de fabricación alternativos incluyen (micro)moldeado, mecanización de precisión o métodos similares de dos mitades para crear los canales de refrigeración integrados una vez unidas entre sí las dos mitades.

Después se deposita en cada zona refrigerada una interfaz para unir el diodo sobre un soporte inferior al disipador térmico, preferiblemente una metalización adecuada para el soldeo. Posteriormente se montan en el disipador térmico los diodos sobre un soporte inferior, preferiblemente utilizando un proceso de reflujo, y luego se unen por hilo, lo que tiene como resultado una conexión en serie de todos los emisores simples. Esto está ilustrado en la Figura 9. Los elementos 309 y 308 son los electrodos negativo y positivo del módulo 300 para la alimentación exterior. Los símbolos '+' y '-' ilustran la conexión galvánica entre algunos de los elementos. En la figura no están identificadas todas las conexiones, para no abarrotar el ejemplo ilustrativo. En la Figura 9 se muestra una capa 901 de metalización que sirve de electrodo positivo.

El diodo puede unirse directamente al disipador térmico, si el disipador térmico está hecho de un material eléctricamente aislante. Esta configuración minimiza la impedancia térmica, permitiendo una potencia de salida máxima, y minimiza el número de secuencias de fabricación, lo que por lo tanto tiene como resultados costes mínimos de fabricación. Sin embargo, se requiere un proceso de soldeo en serie o por lotes y los diodos no pueden probarse por completo antes de ensamblar el módulo. La metalización en las plataformas individuales también debe estructurarse en dos (2) segmentos, uno para soldar el diodo láser y otro para la unión por hilo al diodo láser subsiguiente.

Las capas individuales, y al menos una capa superior o la parte superior de un cuerpo mecanizado, pueden incluir también características para la alineación del emisor simple sobre soporte inferior con respecto a una ubicación de referencia del soporte inferior, así como características para sujetar la lente colimadora de eje rápido.

En las capas de cubrimiento exteriores pueden estar integradas unas barras colectoras para el encaminamiento de la corriente destinadas a conectar los conectores de corriente principales del módulo al primer y al último emisores simples sobre soporte inferior. En caso de un disipador térmico conductor de la electricidad, las barras colectoras están aisladas del disipador térmico mediante una capa separada de material aislante, tal como una lámina de Kapton

o pyralux. Si el disipador térmico está hecho de un material eléctricamente aislante, por ejemplo cerámica, las barras colectoras están depositadas directamente sobre el disipador térmico, por ejemplo por recubrimiento o deposición catódica. Para un experto en la técnica será evidente que puede utilizarse cualquier encaminamiento de corriente arbitrario.

5 Las radiaciones ópticas de los emisores simples individuales de una fila se coliman en primer lugar cada una en el eje rápido, lo que tiene como resultado una altura (eje x) de haz típica de 0,5 mm, y posteriormente se coliman en el eje lento (eje y), lo que tiene como resultado una anchura de haz típica de 1 mm. Luego, los haces colimados individuales se apilan ópticamente en el eje rápido (eje x) mediante espejos de desviación o reflectores que reorientan el haz preferiblemente en una medida de 90 grados en el plano z-y. En una realización de la presente invención, el módulo
10 tiene 2 filas de emisores simples apilados dispuestos en una carcasa, que se combinan ópticamente en un haz mediante polarización o multiplexación de longitud de onda. Para un experto en la técnica será evidente que son posibles otras disposiciones, tal como más de 2 filas de emisores y un número arbitrario de emisores en cada fila, así como una disposición óptica con trayectorias intercaladas de haces de filas individuales. Asimismo, los aspectos de la presente invención no están limitados a emisores simples, sino que pueden comprender barras o minibarras de diodos
15 láser.

Las figuras, tales como la Figura 3, muestran un módulo de un solo emisor por plataforma con dos filas de emisores simples, que comprenden cada una siete emisores simples. Las dos filas están dispuestas a lo largo de un lado del módulo, de tal modo que los haces apilados ópticamente no se interfieren y se someten a una multiplexación de polarización antes de lanzar el haz a una fibra. La Figura 8 muestra un dibujo en 3D del módulo 300.

20 En los módulos láser de diodo con múltiples emisores, el chip láser está montado típicamente de forma plana sobre la superficie de refrigeración. Para apilar los haces de láser a lo largo del eje rápido, la mayoría de los módulos utilizan una base de refrigeración multiescalón, donde los chips láser están montados sobre escalones a diferentes alturas. Cada haz láser se colima en el eje rápido y opcionalmente en el eje lento por separado y luego se utilizan espejos de rotación para dirigir todos los haces láser colimados en la misma dirección, haciendo así que todos los haces se apilen
25 en el eje rápido.

Los módulos multiemisor conocidos utilizan (1) trayectorias ópticas intercaladas de las dos filas o utilizan (2) un sustrato cerámico plano y un separador cerámico para realizar el disipador térmico a modo de escalera o (3) utilizan un sustrato cerámico plano y una óptica de desviación de haz para el apilamiento óptico o (4) utilizan un disipador térmico de
30 cobre refrigerado por agua con un montaje en ángulo de los diodos en combinación con unos espejos deflectores para el apilamiento óptico.

De acuerdo con una realización de la presente invención, al menos ciertas partes del módulo están mecanizadas a partir de metal, tal como cobre. En otra realización de la presente invención, al menos ciertas partes del módulo escalonado están hechas de cerámica horneada. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el módulo se
35 forma al menos parcialmente mediante capas de materiales que posteriormente se unen. Las capas pueden ser capas de cobre. Las capas también pueden ser capas cerámicas, por ejemplo capas hechas de AlN, que se unen entre sí horneando las capas juntas. En una realización de la presente invención, las capas cerámicas incluyen la estructura escalonada y las paredes exteriores del módulo, de manera que un módulo básico entero, incluyendo la estructura escalonada, está hecho de un solo cuerpo de cerámica unida. Como alternativa, el cuerpo, incluyendo el cuerpo
40 externo y la estructura escalonada, se mecaniza por completo a partir de una sola pieza de metal, tal como cobre. En otra realización más de la presente invención, las capas pueden ser una combinación de una o más capas de material conductor, por ejemplo cobre, y una o más capas de materiales aislantes, por ejemplo cerámica. En una realización de la presente invención están embutidos en el cuerpo cerámico una capa o conductores metálicos para proporcionar una vía de conducción para la corriente eléctrica. En una realización, el cuerpo cerámico se forma a partir de láminas frescas de cerámica apiladas, que se cuecen juntas en un horno. Se contemplan otros procesos de fabricación de un
45 cuerpo cerámico. Por ejemplo, puede preferirse mecanizar cerámica cocida tal como AlN o aplicar un troquel y/o un molde para producir una forma fresca, que luego se cuece en un horno.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el comportamiento térmico, y por lo tanto de funcionamiento, de un módulo se mejora espectacularmente empleando vías de refrigeración dentro del cuerpo escalonado del módulo para una refrigeración forzada por líquido (por ejemplo agua). Las vías de refrigeración incluyen una entrada en una base del
50 módulo láser, un colector (o canales) de entrada que conecta (o conectan) la entrada a una pluralidad de canales de refrigeración, extendiéndose uno de los canales de refrigeración por la plataforma a través de al menos parte de la anchura de la plataforma. El refrigerante procedente de los canales de refrigeración se desplaza a lo largo de la plataforma y sale del canal de refrigeración a un canal de salida y luego a una salida, donde sale del módulo láser. En una realización de la invención están situadas una pluralidad de paredes en los canales de refrigeración.
55 Preferiblemente, las paredes situadas en un canal de refrigeración están colocadas debajo de una fuente de láser que está fijada sobre la plataforma que contiene el canal de refrigeración. Así pues, en esta realización, una fuente de láser está encima de las paredes.

La configuración escalonada del módulo láser, por ejemplo como se muestra en la Figura 3 y la Figura 8, plantea un reto para crear canales de refrigeración. Es difícil lograr una refrigeración eficaz y efectiva y es difícil un flujo de nivel
60 uniforme, dado que las fuentes de láser que se han de refrigerar están colocadas sobre plataformas que están en

niveles diferentes en relación con la base del módulo. El problema del flujo de líquido encauzado a través del cuerpo del módulo láser se resuelve en diferentes realizaciones de la presente invención.

En la Figura 10 está ilustrada una realización de la presente invención. La Figura 10 ilustra un módulo láser, antes de su formación, que está formado por capas de materiales. Las capas pueden ser capas cerámicas y las capas pueden ser también de metal, por ejemplo capas de cobre. La estrategia por capas permite la construcción de un módulo completo que contiene canales para el transporte de líquido refrigerante. Sin embargo, la estrategia por capas también es una alternativa a mecanizar una pieza de trabajo o a otros métodos de fabricación. Las capas pueden formarse individualmente y apilarse y unirse entre sí tras el apilamiento. La unión con capas cerámicas puede tener lugar mediante cocción a baja temperatura o alta temperatura en un horno. En general, se distingue entre cerámica cocida conjuntamente a baja temperatura (LTCC; *Low Temperature Co-fired Ceramics*) y cerámica cocida conjuntamente a alta temperatura (HTCC; *High Temperature Co-fired Ceramics*). La baja temperatura en LTCC indica que la temperatura de sinterización es de alrededor o menos de 1.000 °C. La alta temperatura en HTCC indica una temperatura de alrededor de 1.600 °C. 'Cocida conjuntamente' significa en general cocida conjuntamente con otros componentes. El espesor de capa es igual o casi igual a la altura del haz colimado de eje rápido o al menos suficientemente alto para impedir que dos haces adyacentes o apilados se interfieran entre sí.

La Figura 10 proporciona un ejemplo ilustrativo de un cuerpo de módulo en capas de un módulo láser escalonado con canales para líquido refrigerante añadidos. El método de construcción de un módulo láser puede utilizarse con el módulo láser escalonado ilustrado en las Figuras 1-9, pero también puede utilizarse con cualquier otro módulo láser escalonado. Hay que señalar además que el módulo 1000 en capas se proporciona como un modelo simétrico para demostrar la estrategia por capas. Puede verse que el módulo ilustrado en la Figura 9 tendría una forma diferente de las capas. No obstante, la estrategia sigue siendo la misma para crear escalones y colocar las fuentes de láser. Sin embargo, la forma del recorte puede modificarse en un lado para crear espacio para colocar la óptica común.

El módulo 1000 ilustrado en la Figura 10 tiene 11 capas para alojar un total de 14 fuentes de láser, 7 a cada lado del módulo. La Figura 10 muestra capas adicionales en la parte superior y la parte inferior del módulo para cubrir las aberturas para el flujo de refrigerante. Estas capas pueden omitirse en una estrategia por capas sin canales de refrigeración.

El módulo 1000 de la figura 10 muestra una capa superior 1002 con una abertura interior 1001. La capa superior, cuando está hecha de material cerámico, tiene también un recubrimiento unido a la misma. Por ejemplo, las superficies pueden estar recubiertas con capas metálicas conocidas por un experto en la técnica, tales como Ti/Pt/Au/Ni/Au, que están diseñadas para una excelente adherencia, una impedancia eléctrica mínima, la unión local por hilo y el soldeo.

La capa 9, identificada como 1004 con una abertura interior 1003, cierra la abertura para refrigerante. En las capas siguientes se alojan fuentes de láser en partes identificadas de las plataformas.

En las capas siguientes a la capa 8 en sentido descendente, las aberturas interiores se van haciendo más pequeñas. Por ejemplo, en la capa 8 la abertura interior es 1011 y en la capa siguiente, la capa 7, la abertura interior 1012 es más pequeña, lo que proporciona más material cerámico que formará el escalón o plataforma asociado a esa capa.

La capa 8 tiene una abertura interior grande 1011, una parcela 1006, para alojar una fuente de láser, y una abertura 1005 de flujo de retorno de refrigerante. La capa mostrada es simétrica y tiene la misma parcela de alojamiento y la misma abertura para refrigerante (que no están identificadas específicamente).

La capa siguiente, capa 7, tiene una abertura interior grande 1012, que es más pequeña que la abertura interior grande 1011 de la capa situada encima. En el lado izquierdo, la diferencia está señalada como una zona 1020, que formará la plataforma visible de esta capa. En el lado derecho de la capa 7 están identificados una parcela 1009, un canal 1008 de refrigeración y una abertura 1007 de retorno de refrigerante. El canal 1008 de refrigeración está situado directamente debajo de la parcela 1006 de la capa siguiente, permitiendo así la refrigeración de la fuente de láser unida a la parcela 1006. El canal 1008 de refrigeración y la abertura 1005 de flujo de retorno están solapados, de manera que el refrigerante puede fluir de 1008 a 1005. La abertura 1005 de retorno está conectada con la abertura 1007 de retorno. Esto asegura que el refrigerante que fluye hacia arriba a través de 1008 pueda hacerse retornar por 1005 a través de 1007 hacia abajo. La estructura de las capas 6 a 2 subyacentes es básicamente similar en este ejemplo, con una abertura interior que va disminuyendo. La capa 1 no tiene parcelas para fuentes de láser, sólo canales 1010 de refrigeración junto con un colector de entrada para refrigerar las parcelas situadas encima. La capa inferior tiene la entrada y la salida inferiores necesarias.

La estrategia por capas puede aplicarse con y sin las aberturas y los canales de flujo de refrigerante. Sin embargo, el efecto de emplear refrigerante a través de aberturas para refrigerante es importante. El empleo de agua como refrigerante permite una refrigeración mejorada de los diodos láser y de este modo extraer más potencia de salida de un conjunto dado en comparación con una refrigeración pasiva. En una realización de la presente invención, las condiciones de funcionamiento se seleccionan para producir una temperatura típica de la unión de los diodos láser de 65 grados C para lograr una fiabilidad máxima con una temperatura de entrada del agua de no más de 25 grados C, o a una temperatura a la que el agua sea suministrada por un servicio público de abastecimiento de agua. En el conjunto puede utilizarse un número variable de diodos láser de emisor simple o barras de diodos láser con múltiples

emisores, dependiendo de los requisitos en cuanto a potencia de salida y calidad del haz. El agua suministrada en la entrada del módulo cuando el módulo está hecho de cerámica es preferiblemente agua no desionizada.

5 Una persona con conocimientos medios reconocerá la importancia de la potencia de funcionamiento y la temperatura del módulo y del agua en la entrada y del tamaño del módulo láser. Las fuentes de láser funcionan a una potencia óptica máxima con la máxima corriente posible. Sin embargo, cuanto mayor es la corriente tanto más calor se disipa. Una gran disipación térmica aumenta por lo general la temperatura de la fuente de láser, lo que afecta negativamente a la vida útil de la fuente y al rendimiento de la fuente de láser. Es beneficioso aplicar la máxima corriente posible a una fuente de láser, manteniendo al mismo tiempo una temperatura baja. Además, un módulo láser con una pluralidad de fuentes de láser genera fácilmente un exceso de calor que se ha de disipar. El calor puede disiparse a través de disipadores térmicos conductores.

10 Un centro de máquinas herramienta láser u otros dispositivos láser pueden utilizar una pluralidad de módulos láser para crear una gran salida óptica combinada, por ejemplo en un intervalo de kvatios. Se da un gran valor al espacio y al coste y sería deseable tener un número mínimo de módulos láser que produzcan la máxima potencia de salida láser óptica posible, sin afectar negativamente a la vida útil de los módulos. Por consiguiente, los módulos láser compactos que se proporcionan en la presente memoria de acuerdo con diversos aspectos de la presente invención y que están opcionalmente refrigerados por líquido son dispositivos deseables.

15 Como se ha mencionado anteriormente, la Figura 10 ilustra el conjunto de capas en una vista de conjunto en perspectiva. En las Figuras 11A, 11B, 11C y 11D se proporcionan más detalles de capas individuales en una vista en perspectiva. Las Figuras 12A, 12B, 12C y 12D proporcionan una vista desde arriba de la capa superior recubierta, la capa 6, la capa 3 y la capa 1. La Figura 12A ilustra la capa superior, estando las zonas oscuras recubiertas con una capa conductora para conducir la corriente y estando la zona sombreada desprovista de recubrimiento. Todas las mediciones son en mm y dan una impresión del tamaño del módulo, las parcelas y los canales. La Figura 12B identifica la parcela 1202 para la sujeción de una fuente de láser. En una realización de la presente invención, la superficie de la zona 1202 tiene Ti (0,2 μm), luego Pt (0,2 μm). La soldadura de encima puede ser AuSn eutéctico (4-6 μm) con un punto de fusión de 285 +/- 5 °C.

20 Las Figuras 12C y 12D ilustran además que el canal de refrigeración puede estar formado por microcanales con una anchura típica de 0,4 mm para una disipación térmica mejorada.

25 De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona otra realización de un módulo láser con canales de refrigeración para una refrigeración por líquido. Se comprendió que se obtienen beneficios adicionales a partir de un patrón de flujo a través o a lo largo de las plataformas y colocando la entrada y la salida de líquido en lados diferentes del módulo láser. Esto permite refrigerar la óptica colocada en las plataformas y la óptica común, tal como el combinador. Además, un flujo de líquido a lo largo de la superficie de la plataforma funcionará como intercambiador de calor.

30 En la Figura 13 está ilustrado un posible modelo de flujo del líquido refrigerante, de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Este diagrama ilustra sólo parte del flujo general desde una entrada 1301 de líquido hasta una salida 1302 de líquido en otro lado del módulo láser 1300. Para visualizar la orientación del módulo 1300, se ha identificado una fuente 1303 de láser. La Figura 13 proporciona una vista desde arriba del módulo 1300. Con el fin de ilustrar un flujo desde una entrada hasta una salida, se ha colocado un patrón de flujo encima de la vista. Una persona con conocimientos medios entenderá fácilmente que los canales para el flujo de líquido están dentro del cuerpo o de las plataformas del módulo y por supuesto no serán directamente visibles. Para no abarrotar el diagrama, sólo se ha proporcionado una vista global del flujo en un lado del módulo. Ésta no es una vista detallada de los canales. Sin embargo, muestra claramente al menos un principio del flujo de líquido refrigerante.

35 El líquido refrigerante entra en los canales por la entrada 1301. Fluye a través de un colector de entrada en la parte superior de la figura y entra en un primer lado de los canales 1304 de refrigeración que se extienden a lo largo de la longitud de las plataformas escalonadas a la izquierda en la figura. Los canales giran hacia abajo en el diagrama a través de las plataformas individuales, pasando directamente bajo las fuentes de láser situadas en las plataformas. Preferiblemente, directamente debajo de la plataforma donde está montado el diodo láser están conformadas unas paredes o salientes o canales estrechos o microcanales, que se extienden en dirección descendente en el diagrama a continuación de la plataforma a lo largo de al menos 3 mm antes de que el canal situado directamente debajo de la plataforma o en la misma se ensanche de nuevo y cubra sustancialmente toda el área de la plataforma. 'Cubrir sustancialmente' significa en la presente memoria preferiblemente que cubre al menos el 80%, más preferiblemente que cubre al menos el 90% y con la máxima preferencia que cubre al menos el 95%. Los canales situados debajo de las plataformas o en las mismas están creados por salientes o paredes entre las plataformas, de manera que cada plataforma tiene su propio canal. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la fuente de láser está colocada en la plataforma encima de la sección provista de paredes del canal de refrigeración. Las secciones oscuras de 1304 en la Figura 13 muestran un flujo de fluido refrigerante a través de canales en las plataformas o debajo de las mismas en el lado izquierdo del módulo 1300. En una realización de la presente invención, los canales del lado derecho de 1300 están conectados a través de un sistema de canales compartido con 1304 hasta la entrada 1301 y la salida 1302. En una realización de la presente invención, los canales de refrigeración del lado izquierdo y del lado derecho del módulo 1300 son sistemas de refrigeración separados.

El líquido procedente de los canales en las plataformas se recoge en un canal de retorno o un colector de salida que conduce a una salida 1302 de líquido. El refrigerante sale de la base del módulo láser a través de la salida 1302.

5 La conexión dentro del cuerpo del módulo láser que conecta la entrada 1301 a los canales en las plataformas se denomina colector de entrada y se indica en forma de un recuadro 2601 con líneas de puntos, dado que no es visible desde el exterior en la vista de la Figura 13, pero está definitivamente presente. La conexión para el flujo de refrigeración desde la entrada 1301 hasta los canales situados en la plataforma, que en la presente memoria se denomina colector 2601 de entrada, está ilustrada en una vista en sección transversal en la Figura 23. Hay que señalar que en la Figura 23 el colector de entrada se muestra escalonado. También puede tener una forma lineal inclinada u otra forma no lineal para alojar las plataformas escalonadas. El colector 2601 de entrada puede estar realizado en diferentes maneras, por ejemplo puede estar separado en un colector de entrada izquierdo y otro derecho que refrigeren los conjuntos izquierdo y derecho de plataformas con flujos separados.

El fluido refrigerante, después de fluir a través del cuerpo y bajo las plataformas o a través de las mismas, se recoge a través de un colector 2602 de salida, que está indicado mediante un recuadro 2602 de puntos en la Figura 13, y se conduce a la salida 1302.

15 Esta conexión que permite recoger fluido refrigerante con calor residual procedente de los canales hacia la salida 1302 y que se denomina colector 2602 de salida está ilustrada en una vista en sección transversal de 1901 en la Figura 19. El colector de salida puede ser escalonado o puede tener otra forma lineal inclinada o no lineal que siga las plataformas escalonadas.

20 El diagrama de la Figura 13 demuestra cómo el líquido fluye bajo las fuentes de láser a través de las plataformas, refrigerando así las fuentes de láser y la óptica situadas sobre las plataformas. El flujo del refrigerante a través de los canales de refrigeración en las plataformas refrigera también los componentes ópticos, incluyendo la óptica de combinación. En una realización, el refrigerante fluye en circuitos paralelos debajo de todas las fuentes de láser, lo que asegura una temperatura similar de todos los diodos láser y por lo tanto una longitud de onda idéntica. En otra realización, el refrigerante fluye al menos parcialmente en serie debajo de grupos o fuentes de láser individuales, lo que tiene como resultado una temperatura específica de las diferentes fuentes de láser y por lo tanto una longitud de onda de emisión ligeramente diferente.

25 Por consiguiente, la realización de la presente invención ilustrada en la Figura 13 proporciona un sistema de refrigeración integrado de un módulo láser escalonado, que, en una realización, tiene al menos 14 fuentes de láser diferentes. Para realizar la construcción del cuerpo con plataformas y canales de flujo se aplica la estrategia por capas prevista anteriormente, bien con capas de metal, bien con capas de cerámica. También pueden utilizarse otros métodos para construir el cuerpo. Por ejemplo, también pueden utilizarse menos capas.

30 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el sistema de refrigeración del módulo láser está al menos parcialmente integrado. En tal realización están previstas múltiples entradas y salidas y el líquido refrigerante presente en un canal no está directamente conectado a otros canales. En un ejemplo, la temperatura del líquido refrigerante que retorna en el lado derecho puede ser demasiado alta para refrigerar adecuadamente el combinador óptico. En este caso, puede preverse un sistema de refrigeración individual para un canal simple entre unas salidas simples 1401 y 1402 de un sistema de refrigeración parcialmente integrado en un módulo 1400 o pueden preverse una entrada 1403 y una salida 1404 de dos canales. En una realización de la presente invención es posible, por ejemplo, prever canales integrados separados y entradas y salidas para el lado izquierdo y el lado derecho del módulo. Esto requiere una conexión y una gestión de varias entradas y salidas de líquido refrigerante en un módulo, como el ilustrado en la Figura 14, y por lo tanto es más complicado que la realización de la Figura 13.

35 Las Figuras 15A, 15B, 15C y 16 proporcionan detalles de otra realización del cuerpo de refrigeración integrado de la presente invención ilustrado en la Figura 13. Se recuerda de nuevo la construcción escalonada del cuerpo del módulo láser proporcionada en la presente memoria. En la Figura 16 se proporciona, en una vista en 3D de un cuerpo 1600 abierto para exponer los canales en una vista desde abajo, un diagrama de una construcción de canales integrados de un cuerpo escalonado de un módulo láser como una realización de la presente invención. La Figura 16 identifica específicamente paredes o microcanales 1601 colocados directamente debajo de las fuentes de láser, que se amplían formando unos canales anchos en las plataformas y unos canales 1602 y 1603 en la dirección de retorno hacia la salida de líquido. Las plataformas están en pendiente hacia arriba según se avanza hacia el centro del cuerpo mostrado en la Figura 16. Esto se debe a que ésta es una vista desde abajo, que corresponde a las plataformas extendiéndose cuesta abajo del exterior al interior en una vista desde arriba como la mostrada en la Figura 8, por ejemplo.

40 Las Figuras 15A, 15B y 15C ilustran detalles de la Figura 16 en una vista desde abajo en 2D. El módulo láser 1500 está ilustrado en una vista desde abajo abierta en la Figura 15B. Ésta identifica paredes o microcanales 1507 situados dentro de los canales de refrigeración situados dentro de las plataformas sobre las que están montadas las fuentes de láser, directamente debajo de una fuente de láser, y un canal 1508 de plataforma más ancho que pasa por una plataforma. El diagrama de la plataforma está bisecado en una parte izquierda y una parte derecha mediante una línea 1502. Para ilustrar el canal de refrigeración de plataforma y la estructura de paredes, la parte del módulo láser situada a la izquierda de la línea 1502 está ilustrada en una vista en sección transversal en la Figura 15A como una sección transversal a lo largo de la línea 1505. La figura 15A muestra en sección transversal una parte del cuerpo boca abajo

para que coincida con la vista de la Figura 15B. El canal 1508 que atraviesa una plataforma se muestra en sección transversal. La Figura 15C muestra una vista en sección transversal a lo largo de la línea 1506, que cruza los microcanales 1507 debajo de las fuentes de láser montadas. En estas figuras no se muestran las fuentes de láser.

5 La base del módulo láser puede ser de metal o puede ser de cerámica. En el caso de la construcción en cerámica, puede ser una sola pieza integrada de material cerámico, que puede estar formada por capas de cerámica conformadas en una sola pieza en un horno. El material no deseado puede eliminarse de la base integrada mediante mecanización. La Figura 16 representa además otra realización de la invención en la que la pieza no está hecha de capas individuales para cada plataforma, sino más bien a partir de dos partes, preferiblemente hechas de cerámica. En la Figura 16 se muestra la parte con los canales de refrigeración integrados. Al otro lado de esta parte están conformadas las plataformas para montar las fuentes de láser individuales y la óptica asociada. Una segunda parte cierra la estructura de canales, de tal modo que se forma la estructura para el refrigerante como se ha descrito anteriormente y se sellan todas las secciones de los canales. Las dos partes están hechas preferiblemente prensando cerámica fresca, pero también se contemplan otros métodos, tales como moldeado o mecanización CNC. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se prefiere un cuerpo cerámico integrado.

15 En las Figuras 17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F, 17G y 17H está ilustrada la entrada de líquido refrigerante fresco en el sistema de refrigeración integrado, de acuerdo con una realización de la presente invención. Cada dibujo muestra una etapa siguiente de flujo de líquido a los canales. El flujo de líquido es un proceso continuo y cuando el líquido se mueve a través de una entrada 1701, a través de un colector 1702 de entrada que está conectado a cada canal de refrigeración de una plataforma para suministrar refrigerante al canal de refrigeración, preferiblemente a través de microcanales 1703. Desde el colector 1702 de entrada, a través de los microcanales 1703, el refrigerante fluye a sucesivos canales 1704 de refrigeración, incluyendo el centro de la estructura escalonada, y a través del colector 1705 de salida que recoge el refrigerante de cada canal y lo dirige a la salida 1706. El colector 1705 de salida tiene una sección transversal máxima para minimizar la caída de presión asociada y pueden estar integradas unas paredes de soporte para mejorar la estabilidad mecánica. Los espacios oscuros del dibujo indican la presencia de líquido en un determinado momento. De nuevo, todo el sistema de inunda de líquido. Los dibujos 17A a 17H sirven sólo para ilustrar las diferentes etapas de inundación de los canales y el orden de inundación, habiéndose identificado cada etapa por separado. Debe entenderse que, una vez inundados los canales, éstos permanecen inundados hasta que se apaga el flujo de fluido refrigerante. La Figura 17A muestra líquido entrando en el dispositivo a través de la entrada de líquido, que está señalada para mayor comodidad, pero no es visible en esta vista. El líquido fluye desde la entrada inundando los canales en dirección ascendente y hacia la izquierda y la derecha en la vista desde abajo, como indican las flechas. El líquido abandonará el sistema de refrigeración integrado a través de la salida 1706, que no es visible en esta vista.

20 Para visualizar adicionalmente el sistema de refrigeración en 3D, se proporciona en la Figura 18 un dibujo en 3D de los canales alrededor de la entrada. La Figura 19 muestra también un dibujo en 3D de algunas de las plataformas, algunos de los canales de refrigeración y algunas de la pluralidad de paredes dentro de cada canal de refrigeración. Se muestra claramente que las plataformas, los canales de una plataforma y las paredes situadas en los canales de refrigeración están en diferentes niveles del cuerpo y que los canales cubren una longitud de cada plataforma o al menos una parte de la longitud de una plataforma, tal como un 80%. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los canales de refrigeración están situados cada uno a una distancia especificada debajo de la superficie superior de la plataforma que contiene el canal de refrigeración. De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la distancia es de menos de 1 mm.

25 Se muestra además que la plataforma a la que está unida la óptica de una fuente láser está rebajada para permitir una óptica que sea mayor que la altura del haz de las fuentes de láser y para proporcionar espacio suficiente para montar la óptica con, preferiblemente, adhesivo en la plataforma. Por lo tanto, la estructura de microcanales situada debajo de la sección de montaje de la plataforma es más profunda que el canal situado debajo de la sección de montaje de óptica de la plataforma.

Los dibujos muestran el aspecto de la dirección de flujo del líquido en el sistema de refrigeración del módulo láser. La parte de la base del módulo láser opuesta a la parte que tiene las fuentes de láser se denomina el fondo del módulo. Las Figuras 18 y 19 muestran por lo tanto una ilustración de abajo arriba. El líquido refrigerante fluye hacia arriba y a la izquierda y a la derecha y radialmente alejándose de la entrada.

50 Una persona con conocimientos medios reconocerá las dificultades de diseñar y fabricar los canales para proporcionar una refrigeración eficaz a componentes en diferentes ubicaciones y apilados de manera escalonada, especialmente con entradas y salidas limitadas. De hecho, una realización de la presente invención tiene solamente una sola entrada y una sola salida, que están situadas en lados opuestos de la base del módulo láser. Además, los componentes ópticos se beneficiarán de la refrigeración. Esto es particularmente cierto para el combinador óptico y otro equipamiento de etapa final común, situado corriente abajo cerca de la salida del fluido refrigerante, en la que el fluido refrigerante ya se ha calentado durante su flujo. Pueden emplearse varias paredes o microcanales, por ejemplo directamente debajo de la fuente de láser en una realización de la presente invención y que se extiendan más allá de la fuente de láser en otra realización más de la presente invención.

60 En una realización de la presente invención, se determina y se regula la presión del líquido en la entrada. Una presión que sea demasiado alta puede dañar las paredes/los microcanales o incluso los canales a través de una abrasión o

cavitación o electrocorrosión, especialmente cuando el cuerpo del módulo láser esté hecho de metal. Por otra parte, una presión que sea demasiado baja puede llevar a un flujo de refrigeración ineficaz. Hay que señalar además que puede emplearse un sistema de subpresión en relación con la presión atmosférica para causar un flujo de líquido. El cuerpo cerámico está diseñado para manejar una presión de líquido definida en los canales sin dañar ni agrietar el cuerpo.

En una realización de la presente invención, el sistema de refrigeración integrado proporciona refrigeración a un módulo láser con una base de plataformas escalonadas para una serie sólo ascendente o sólo descendente de plataformas dentro del cuerpo, determinándose el escalonamiento ascendente o descendente mediante un movimiento a través de los escalones. En otra realización de la presente invención, el sistema de refrigeración integrado proporciona refrigeración a un módulo láser con una base de plataformas escalonadas para una serie ascendente y descendente de plataformas dentro del cuerpo, determinándose el escalonamiento ascendente o descendente mediante un movimiento a través de los escalones empezando por un primer escalón. La disposición de los canales de refrigeración cubre también ubicaciones de la óptica, de modo que las ubicaciones de la óptica están refrigeradas por el líquido fluente.

El método de fabricación de utilizar capas precortadas de materiales permite canales de refrigeración muy intrincados y de lo contrario difíciles de realizar y permite la creación de un sistema de canales de refrigeración que fluyen en niveles horizontales diferentes en relación con un fondo de la base y que llegan a diferentes componentes, incluyendo fuentes de láser en niveles diferentes y ubicaciones diferentes en el módulo láser. Las fuentes de láser están dispuestas en fila, preferiblemente en un plano, estando cada plataforma en un nivel diferente que su plataforma adyacente. La radiación láser aplicada de cada una de las fuentes de láser se colima mediante al menos un colimador de eje rápido y opcionalmente un colimador lento. Las facetas emisoras de las fuentes de láser que miran hacia los colimadores son todas paralelas entre sí y preferiblemente los haces colimados de cada fuente de láser son sustancialmente paralelos entre sí. Se contemplan como realizaciones de la presente invención otras geometrías/otros diseños de módulo, tales como una orientación con forma de barra en T (una desde la izquierda, una desde la derecha y una desde atrás) o rectangular o una orientación en forma de anillo de las fuentes de láser, apuntando todas a un punto sustancialmente en el contexto de que el posicionamiento y la orientación de componentes y dispositivos suponga la realización de un esfuerzo razonable para alinear y orientar los componentes.

Cuando se miran en una vista desde arriba, todas las fuentes de láser parecen estar en una sola línea o fila. En una vista similar, los colimadores de eje lento, en una realización de la presente invención, están también en una fila, o están situados en un plano en una vista en 3D. El módulo tiene las fuentes de láser distribuidas en dos partes escalonadas. Mirándolo en una vista desde arriba, el módulo tiene un lado escalonado izquierdo en el que están alojadas preferiblemente $n/2$ fuentes de láser y un lado derecho en el que están alojadas $n/2$ fuentes de láser. En este ejemplo ilustrativo, n es 14. El módulo láser tiene una estructura escalonada de plataformas en el lado izquierdo en una vista desde arriba, que va desde un nivel superior cerca del exterior izquierdo del módulo hasta un nivel inferior en una parte central del módulo, y una estructura escalonada de plataformas en el lado derecho en una vista desde arriba, que va desde un nivel superior cerca del exterior derecho del módulo hasta un nivel inferior en una parte central del módulo. En una realización de la presente invención, en cada una de las plataformas que no esté situada en el centro del módulo está alojada solamente una sola fuente de láser. En una realización de la presente invención, en una plataforma central, en la que puede estar alojada también una óptica como el combinador y una rejilla de Bragg, pueden estar alojadas la fuente de láser ubicada inferiormente del lado izquierdo y una fuente de láser ubicada inferiormente del lado derecho del módulo.

La estructura de plataformas escalonadas de un módulo láser con múltiples fuentes de láser y la necesidad de una estructura de canales de refrigeración se han explicado anteriormente. En las Figuras 20, 21, 22 y 23 están ilustrados además algunos aspectos de una estructura de canales de refrigeración de plataformas escalonadas en las que están alojadas preferiblemente fuentes de láser. La Figura 20 ilustra un canal de refrigeración que se extiende a través de una plataforma. Muestra una plataforma 2001, en un cuerpo 2000 de módulo, que es adyacente a una plataforma 2003, mostrándose la plataforma 2001 sin su capa superficial y exponiéndose así un canal 2002. En la capa superior de la plataforma 2001 se halla una parcela 2004 con material conductivo que está unida a la superficie superior (no visible) de 2001. En el canal 2002 situado debajo de la parcela 2004, en la que está sostenida una fuente de láser tal como un diodo láser, están conformados mediante unas paredes o aletas 2006 unos microcanales 2005. Las aletas o salientes mejoran el flujo de líquido a través de los microcanales. La Figura 20 muestra tres aletas o salientes colocados en la abertura del canal. Pueden insertarse más aletas o menos aletas. Las aletas se extienden preferiblemente más allá de la parcela 2004, en una realización de la presente invención, más de 1 mm más allá del borde de la parcela. La flecha dentro del canal indica la dirección de flujo del líquido dentro del canal.

La Figura 21 proporciona una sección transversal de los escalones 2001 y 2003 de las plataformas 2001 y 2003 más allá de la zona con microcanales provistos de paredes. Para aclarar la terminología de la presente memoria, una plataforma es una parte del volumen del cuerpo del módulo láser. La plataforma puede denominarse también escalón. Sin embargo, el término 'escalón' se reservará en la presente memoria para la superficie de la plataforma. Las líneas 2001 y 2003 de puntos indican un volumen de una plataforma y, en una realización de la presente invención, incluyen dentro de la plataforma un canal para conducir un flujo de líquido refrigerante. La Figura 21 identifica el canal 2002 y la superficie superior 2101 de la plataforma 2001 y el canal 2103 de la plataforma 2003. Puede verse que las superficies superiores de las plataformas 2001 y 2003 tienen una diferencia de altura identificada mediante 2102.

Además, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, la profundidad 2109 del canal 2002 debajo de la superficie 2101 está predeterminada para la fabricación. Preferiblemente, el canal 2002 está posicionado tan cerca de la superficie 2101 que facilite el intercambio de calor, pero sin afectar a la integridad de la construcción de las plataformas. En una realización de la presente invención, la distancia 2109 del canal a la superficie no es de más de 0,5 mm. En otra realización de la presente invención, la distancia 2109 del canal a la superficie es de 1 mm o menos. El flujo del líquido en la Figura 21 es en dirección opuesta al observador, hacia el interior del canal. El número 2105 es material bruto del cuerpo. En una realización de la presente invención, el exceso de material bruto se elimina.

La Figura 22 muestra una sección transversal del canal bajo la parcela o capa de material conductivo, identificada como 2201. Esta parte del canal tiene los microcanales 2204 formados por aletas 2203 que están unidas a la superficie superior de la plataforma.

La estructura de canales está ilustrada además en un dibujo en 3D en la Figura 23. Ésta muestra la estructura escalonada de un colector 2601 de módulo láser 2400 con un lado superior 2401, en el que está identificada una plataforma con una parcela de material conductor 2402, y con un canal 2406 que atraviesa la plataforma. También están identificados una aleta o saliente 2405 y un microcanal 2404. También está identificada una entrada 2403.

Como realización ejemplar de la presente invención, se ha proporcionado un módulo de conjuntos láser escalonados en el que están presentes dos conjuntos de plataformas escalonadas y paralelas, estando cada conjunto de plataformas inclinado en direcciones opuestas, como está ilustrado por ejemplo en las Figuras 3 y 4. Sin embargo, son posibles y se contemplan por completo configuraciones de plataformas escalonadas con canales de refrigeración distintas de lo descrito en la presente memoria. En la Figura 24 está ilustrada otra realización de la presente invención de un cuerpo de módulo láser con plataformas escalonadas. En el módulo láser 2500 están alojadas 8 fuentes de láser y se combina y se emite la radiación combinada 2509 a través de un agujero o abertura 2511 de salida. El módulo 2500 está basado en un cuerpo 2510, que es preferiblemente un cuerpo simple con canales de refrigeración, más preferiblemente un cuerpo simple cerámico. El cuerpo 2510 tiene un plano de base que es paralelo a un plano definido por los bordes superiores de las paredes del cuerpo 2510.

El cuerpo 2510 de láser tiene unas plataformas 2505, 2506, 2507, 2508 y unas plataformas opuestas a diferentes alturas, de las cuales sólo es justamente visible la plataforma 2525. Las otras plataformas en el lado derecho del módulo no son visibles en la vista de la Figura 24. Sin embargo, puede deducirse de la disposición óptica 2512 que en el lado derecho del módulo también están disponibles fuentes de láser. Todas las plataformas tienen alturas diferentes en relación con el plano de base y están dispuestas en dos grupos 2505 a 2508 en el lado izquierdo y un grupo de plataformas que incluye 2525 en el lado derecho. En esta realización está alojada en cada plataforma una fuente de láser, que no están identificadas en el dibujo para no ocultar otros detalles, y las fuentes de láser de cada grupo están dispuestas de tal manera que las facetas de cada fuente de láser están todas en un plano pero a alturas diferentes. Los diodos láser radian unos hacia otros en la dirección de una longitud de una plataforma. La radiación es intercalada por una óptica 2512, que dirige la radiación 2509 hacia la abertura 2511. La radiación 2509 está dibujada como radiación en capas, indicando la posición escalonada de los diodos láser. Cada diodo láser está fijado a una plataforma. Las fuentes de láser están montadas en las plataformas mediante soldeo, lo que requiere unas capas de metalización respectivas, o están unidas con pernos/pegadas a la base. La puesta en contacto eléctrico en serie de las fuentes de láser individuales se realiza mediante una unión por hilo o contactos de corriente de fijación o cualquier otro método conocido por un experto en la técnica.

Las plataformas tienen los canales de refrigeración embutidos descritos anteriormente y los colectores de entrada y salida descritos anteriormente, que se han de conectar a unos empalmes 2503 y 2504 para fluido refrigerante. Los conectores eléctricos 2501 y 2502 y los empalmes 2503 y 2504 para fluido pueden acoplarse una vez fabricado el cuerpo 2510. Sin embargo, las aberturas y las características para recibir los electrodos y los conectores para fluido pueden estar ya incluidos en el cuerpo.

En una realización de la presente invención, el colector de entrada está colocado a ambos lados del cuerpo, para asegurarse de que el fluido más frío llega a las partes de la plataforma en las que está alojado un diodo láser. En esa realización, el colector de salida está conectado al centro de las plataformas para recoger el fluido refrigerante con calor residual procedente de los diodos láser y la óptica, que se calienta por la radiación. Éstas y otras realizaciones de un cuerpo simple para un módulo láser se contemplan por completo.

En la presente memoria se utiliza el concepto "fuente de láser". Una fuente de láser es una fuente de radiación láser y se tiene la intención de que signifique un diodo láser simple o, cuando sea apropiado, una barra de diodos láser.

Se ha explicado anteriormente que en diferentes realizaciones de la presente invención se aplican diferentes diseños ópticos de los módulos láser. Los diferentes diseños tienen en común la estructura de canales de refrigeración a través de plataformas escalonadas. Sin embargo, el número total de plataformas en un módulo láser, el número total de fuentes de láser empleadas y por lo tanto la potencia de salida óptica total pueden variar, dependiendo de la arquitectura óptica de la realización. En una realización de la presente invención, la salida óptica es un haz de haces láser apilados. En una realización de la presente invención, la potencia de salida óptica de un módulo láser refrigerado de acuerdo con un aspecto de la presente invención es de al menos 100 vatios. En una realización de la presente invención, la potencia de salida óptica de un módulo láser refrigerado de acuerdo con un aspecto de la presente

5 invención es de al menos 200 vatios. En una realización de la presente invención, la potencia de salida óptica de un módulo láser refrigerado de acuerdo con un aspecto de la presente invención es de al menos 300 vatios. En una realización de la presente invención, la potencia de salida óptica de un módulo láser refrigerado de acuerdo con un aspecto de la presente invención es de al menos 500 vatios. En una realización de la presente invención, la potencia de salida óptica de un módulo láser refrigerado de acuerdo con un aspecto de la presente invención es de al menos 1 kW.

10 Aunque se han mostrado, descrito y señalado características novedosas fundamentales de la invención aplicadas a realizaciones preferidas de la misma, se entenderá que los expertos en la técnica pueden realizar diversas omisiones y sustituciones y cambios en la forma y los detalles de los métodos y sistemas ilustrados y en su funcionamiento, sin apartarse del espíritu de la invención. Por lo tanto, la intención es estar limitado sólo según lo indicado por el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un cuerpo de módulo láser que ha de refrigerarse con fluido refrigerante, que tiene un primer y un segundo electrodos (2501, 2502), que comprende:
 - una base cerámica unitaria (2510) que tiene un fondo;
 - 5 una pluralidad de plataformas cerámicas (2505, 2506, 2507, 2508) conformadas en la base cerámica unitaria (2510), teniendo cada una de la pluralidad de plataformas (2505, 2506, 2507, 2508) una anchura, una longitud y una altura en relación con un plano de base paralelo a las plataformas, y que forman una estructura escalonada, teniendo cada plataforma una altura diferente en relación con el plano de base;
 - 10 teniendo cada plataforma (2505, 2506, 2507, 2508) una superficie superior (2101) habilitada para sostener una fuente (303) de láser y al menos un componente óptico (304, 305, 306) en ubicaciones definidas en una superficie superior de la plataforma;
 - 15 conteniendo cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas (2505, 2506, 2507, 2508) un canal (2002, 2103) de refrigeración que se extiende interiormente a lo largo de al menos parte de su longitud desde un primer extremo hasta un segundo extremo a una profundidad definida bajo la superficie superior al menos bajo las ubicaciones definidas, estando los canales (2002, 2103) de refrigeración de las plataformas separados en el espacio unos de otros;
 - una entrada (1301) de fluido y un colector (2601) de entrada que conecta la entrada de fluido al primer extremo de cada uno de los canales (2002, 2103) de refrigeración de la pluralidad de plataformas cerámicas para distribuir el fluido refrigerante; y
 - 20 un colector (2602) de salida que conecta los canales de refrigeración desde el segundo extremo de cada uno de los canales (2002, 2103) de refrigeración de la pluralidad de plataformas a una salida (1302) de fluido que dispersa el fluido refrigerante desde el cuerpo de módulo láser.
2. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde las plataformas son sustancialmente paralelas entre sí.
3. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde cada plataforma está provista de una capa conductora, para conectar eléctricamente las fuentes de láser individuales.
- 25 4. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde cada plataforma está provista de una capa de metalización para soldar las fuentes de láser individuales sobre las plataformas.
5. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde los microcanales están situados debajo de la fuente de láser en al menos una de la pluralidad de plataformas.
6. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde hay al menos dos plataformas.
- 30 7. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, que además comprende una primera y una segunda aberturas de alojamiento para alojar el primer y el segundo electrodos.
8. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de plataformas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas, teniendo la primera pluralidad de plataformas una dirección de inclinación diferente de la segunda pluralidad de plataformas.
- 35 9. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de plataformas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas, teniendo la primera pluralidad de plataformas la misma dirección de inclinación que la segunda pluralidad de plataformas.
10. El cuerpo de módulo láser de la reivindicación 1, teniendo el cuerpo de módulo láser una salida de radiación para proporcionar haces de radiación apilados generados por fuentes de láser alojadas en la pluralidad de plataformas.
- 40 11. Un método para refrigerar un cuerpo de módulo láser, que tiene un primer y un segundo electrodos (2501, 2502) y una pluralidad de fuentes (303) de láser, con un fluido refrigerante, que comprende:
 - suministrar el fluido refrigerante por una entrada (1301) del cuerpo de módulo láser, siendo el módulo láser un cuerpo simple de material cerámico;
 - 45 distribuir el fluido refrigerante a través de un colector (2601) de entrada, conectado a la entrada (1301), a un primer extremo de cada uno de una pluralidad de canales (2002, 2103) de refrigeración, estando cada uno de los canales (2002, 2103) de refrigeración embutido a una profundidad predefinida en una plataforma cerámica correspondiente de una pluralidad de plataformas cerámicas (2505, 2506, 2507, 2508) en el cuerpo simple, siendo las plataformas cerámicas (2505, 2506, 2507, 2508) sustancialmente paralelas entre sí, teniendo cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas (2505, 2506, 2507, 2508) una altura en relación con un plano de base del cuerpo simple
 - 50 paralelo a las plataformas cerámicas para formar una estructura escalonada, extendiéndose cada canal de

- refrigeración en el interior de una plataforma cerámica desde el primer extremo de la plataforma cerámica hasta un segundo extremo de la plataforma cerámica, teniendo las plataformas cerámicas unas en relación con otras una altura diferente cada una, medida con respecto al plano de base, soportando una superficie superior (2101) de cada plataforma cerámica una de la pluralidad de fuentes (303) de láser y al menos un componente óptico (304, 305, 306) en ubicaciones definidas, estando los canales (2002, 2103) de refrigeración de las plataformas cerámicas separados en el espacio unos de otros, estando cada plataforma cerámica adaptada para alojar en la misma una fuente de láser; y
- 5 recibir, con un colector (2602) de salida, fluido refrigerante que sale de los canales (2002, 2103) de refrigeración por el segundo extremo y deshacerse del fluido refrigerante por una salida (1302) conectada al colector (2602) de salida.
- 10 12. El método de la reivindicación 11, que además comprende que el fluido refrigerante pase a través de una pluralidad de microcanales en el canal de refrigeración de cada una de la pluralidad de plataformas cerámicas y elimine calor generado por la fuente de láser en la al menos una de la pluralidad de plataformas cerámicas.
13. El método de la reivindicación 12, en donde los microcanales están situados debajo de la fuente de láser.
14. El método de la reivindicación 11, en donde hay al menos dos plataformas cerámicas.
- 15 15. El método de la reivindicación 11, en donde la pluralidad de plataformas cerámicas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas cerámicas, teniendo la primera pluralidad de plataformas cerámicas una dirección de inclinación diferente de la segunda pluralidad de plataformas cerámicas.
- 20 16. El método de la reivindicación 11, en donde la pluralidad de plataformas cerámicas incluye una primera y una segunda pluralidades de plataformas cerámicas, teniendo la primera pluralidad de plataformas cerámicas la misma dirección de inclinación que la segunda pluralidad de plataformas cerámicas.
17. El método de la reivindicación 11, que además comprende emitir haces de radiación apilados generados por fuentes de láser alojadas en la pluralidad de plataformas.
18. El método de la reivindicación 11, en donde los canales de refrigeración son parte integrante del cuerpo simple y están conformados durante la fabricación del cuerpo simple.

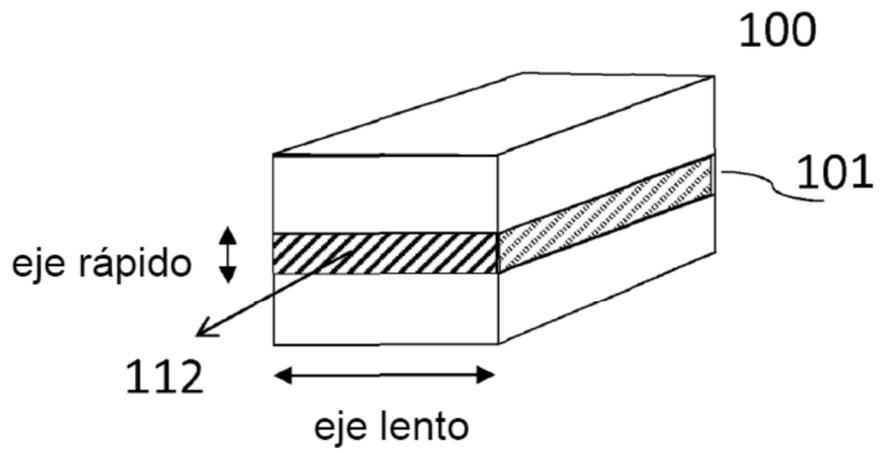


FIG. 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

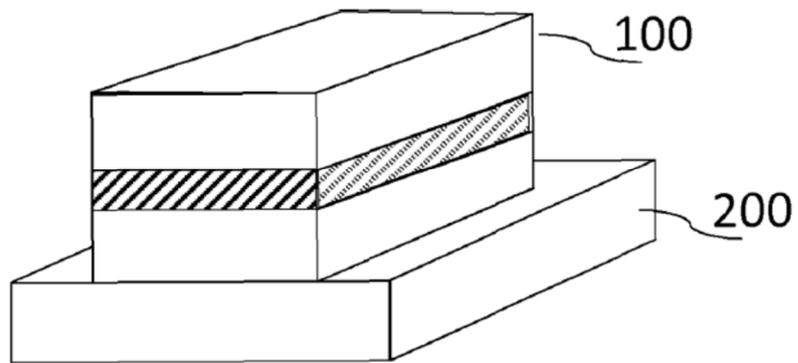


FIG. 2

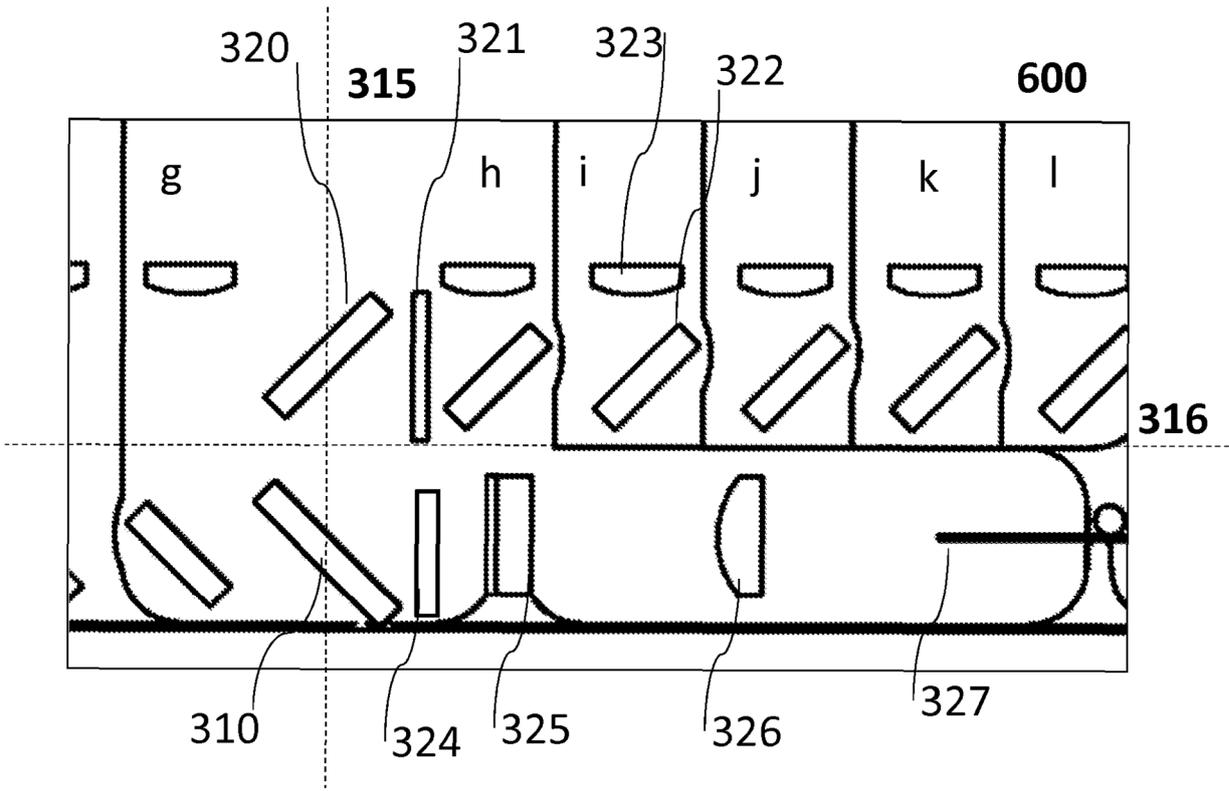


FIG. 6

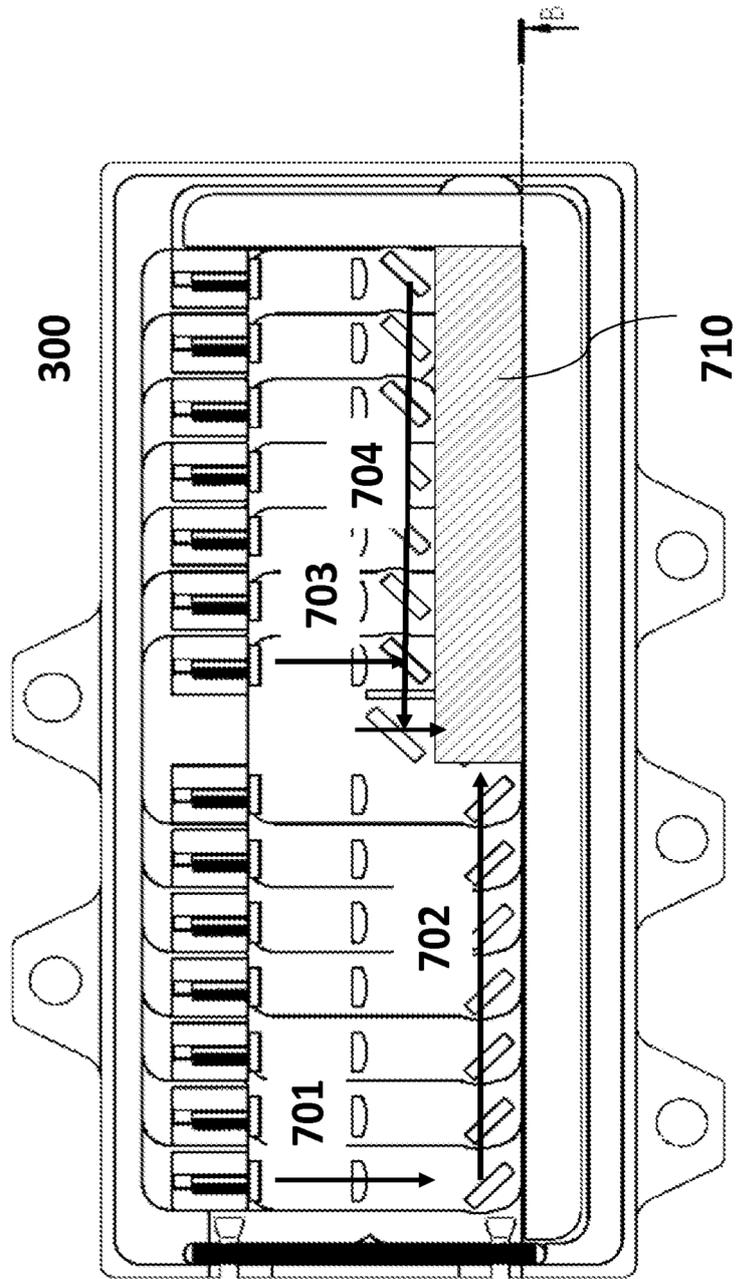
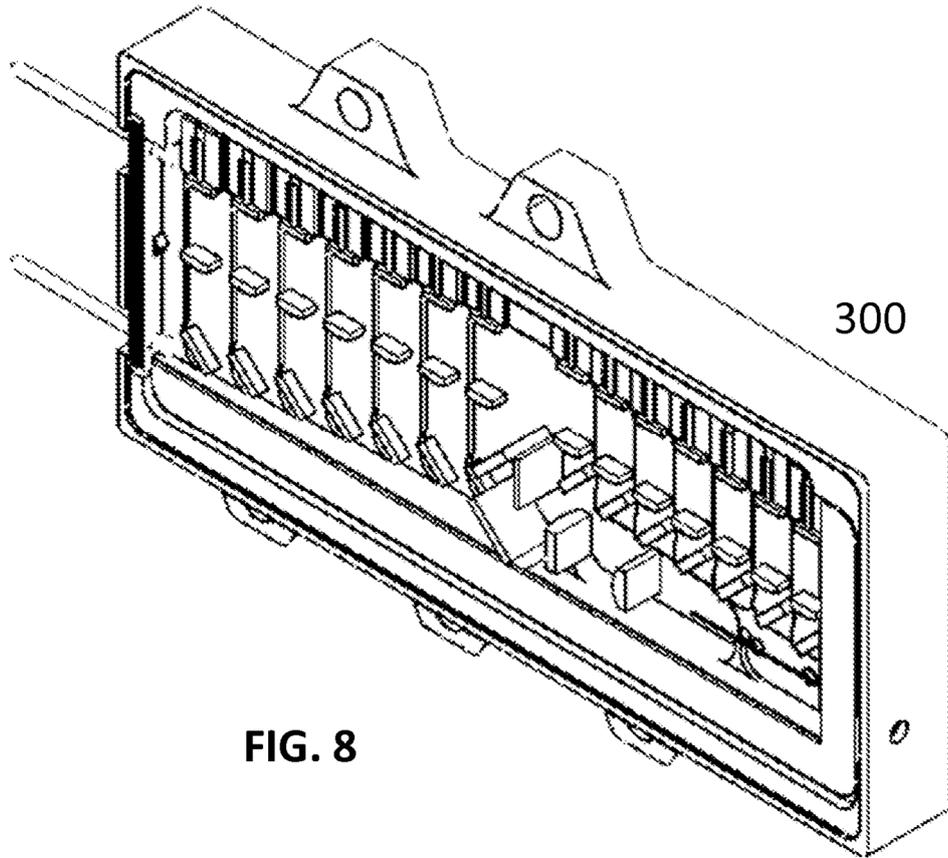


FIG. 7



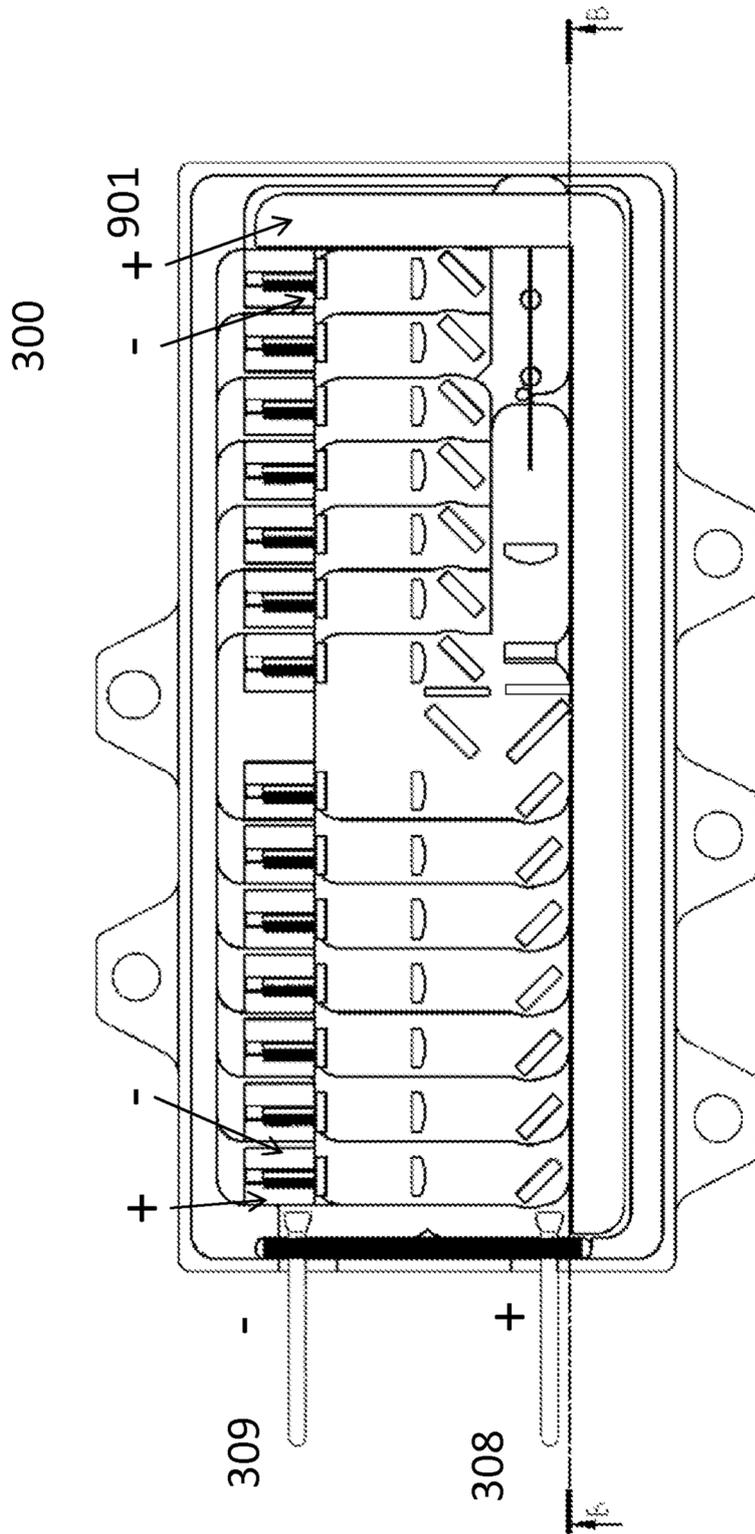


FIG. 9

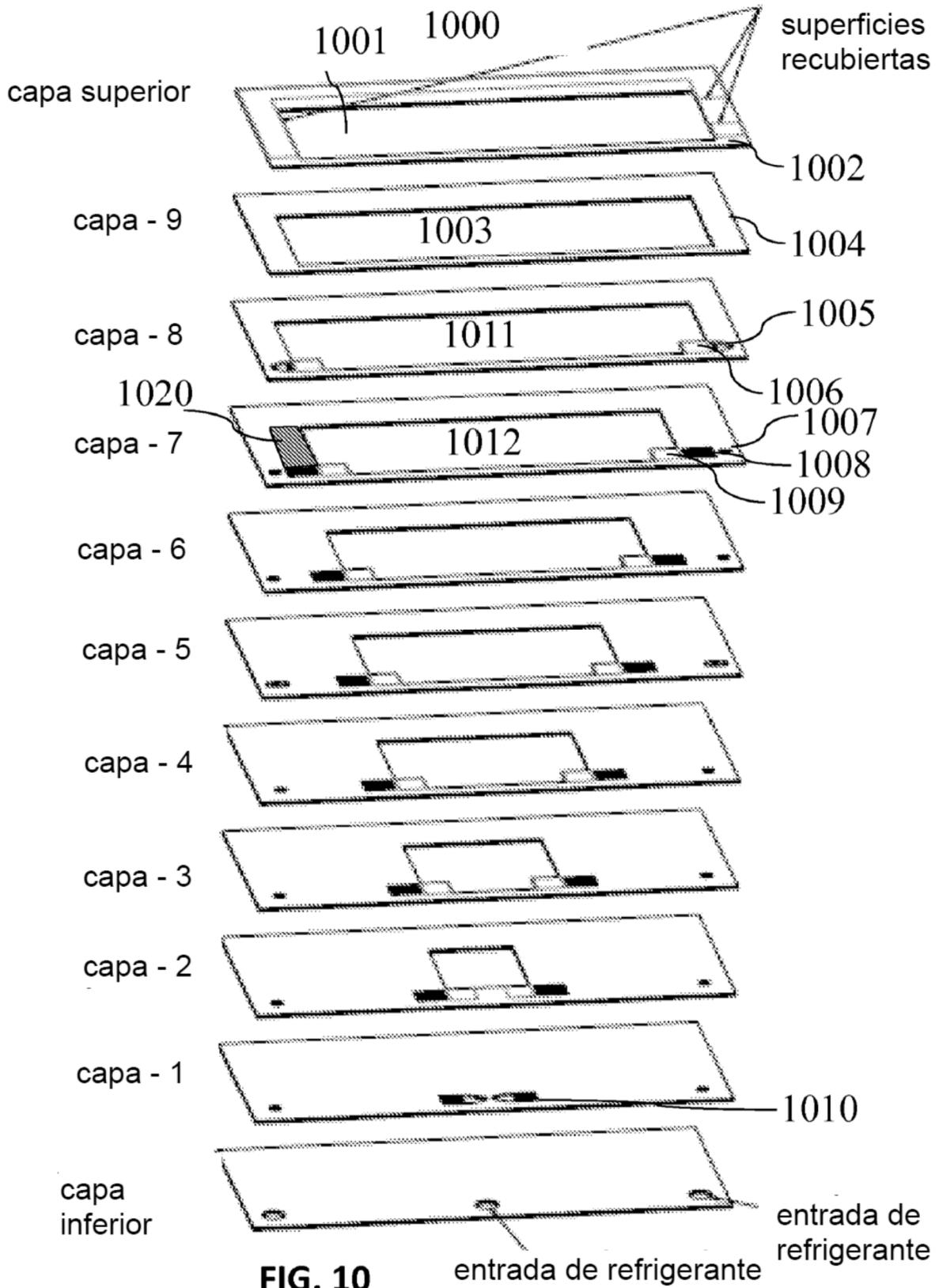


FIG. 10

entrada de refrigerante

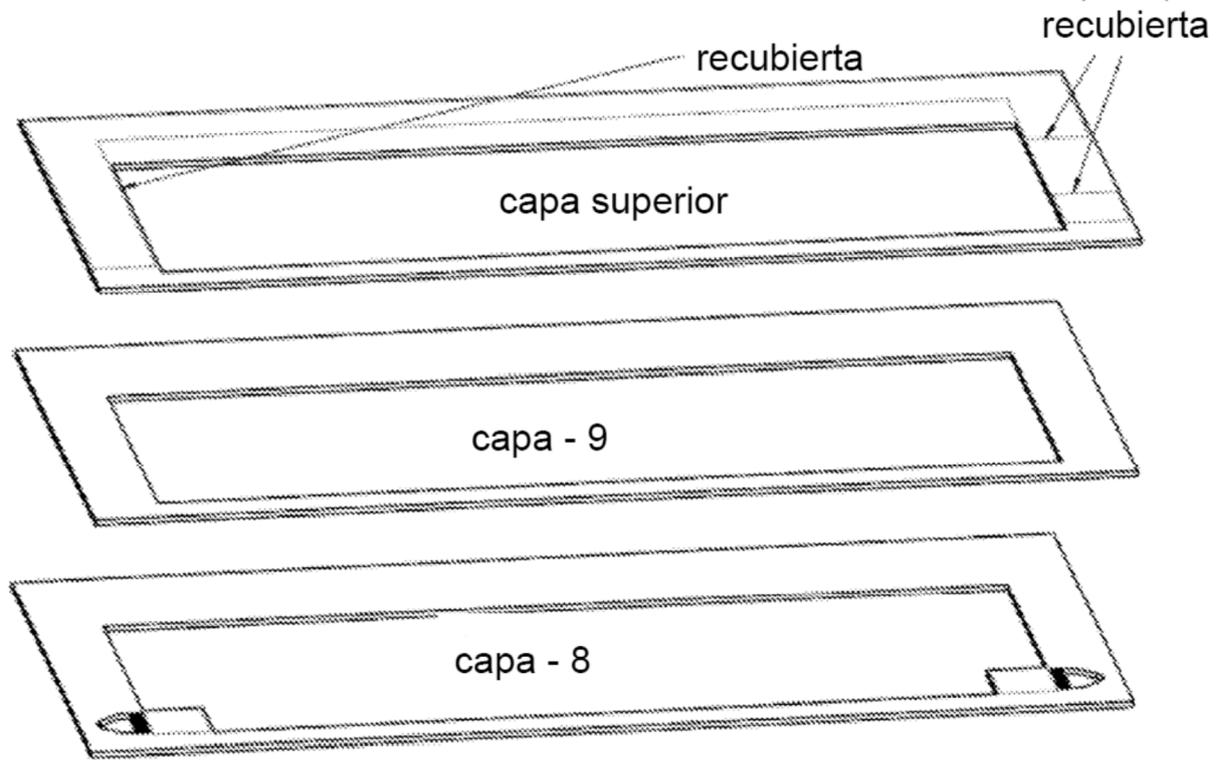


FIG. 11A

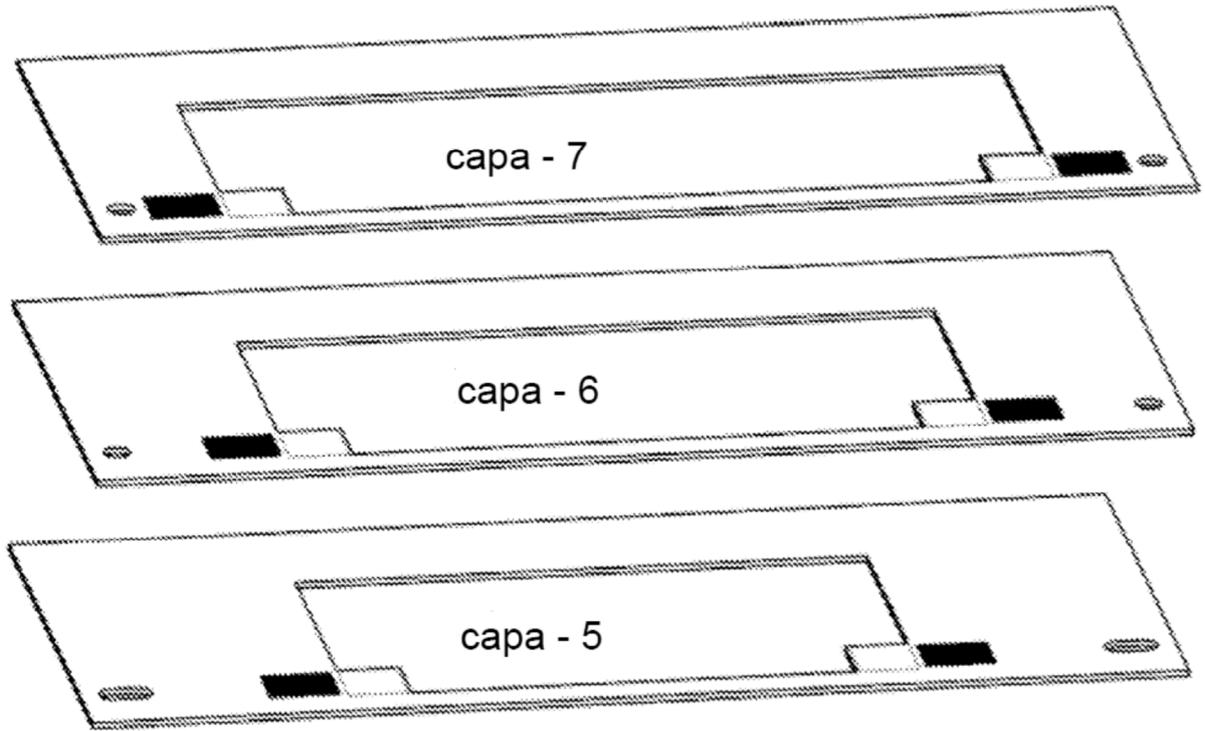


FIG. 11B

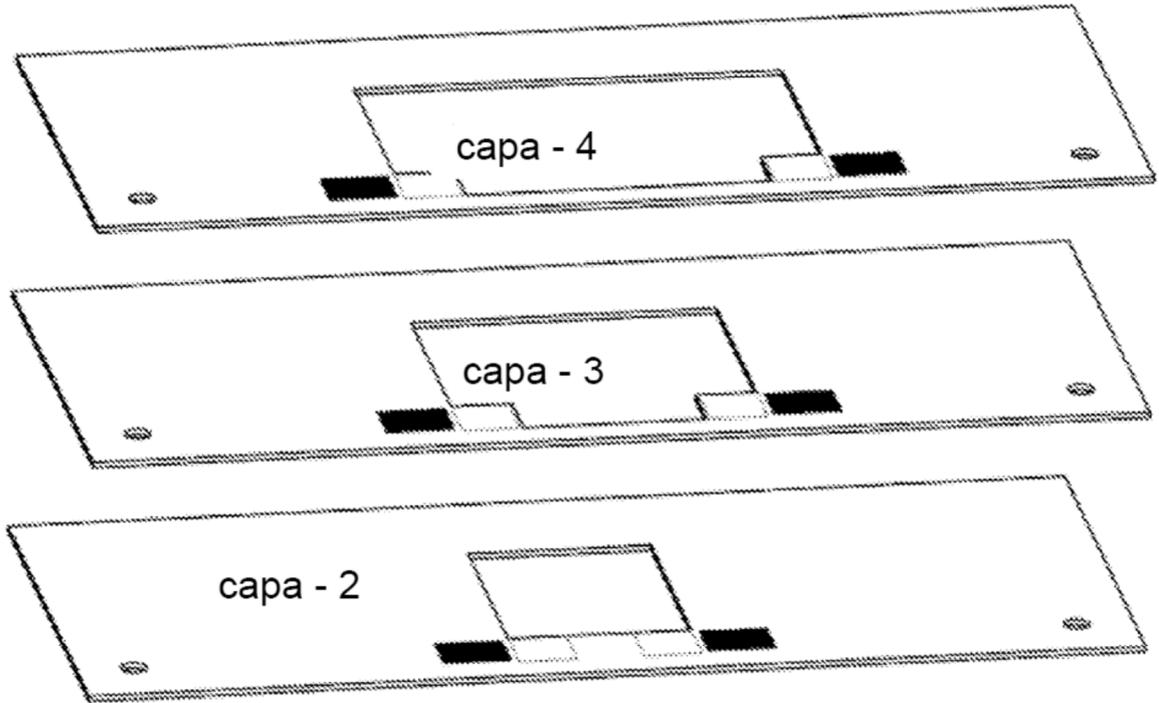


FIG. 11C

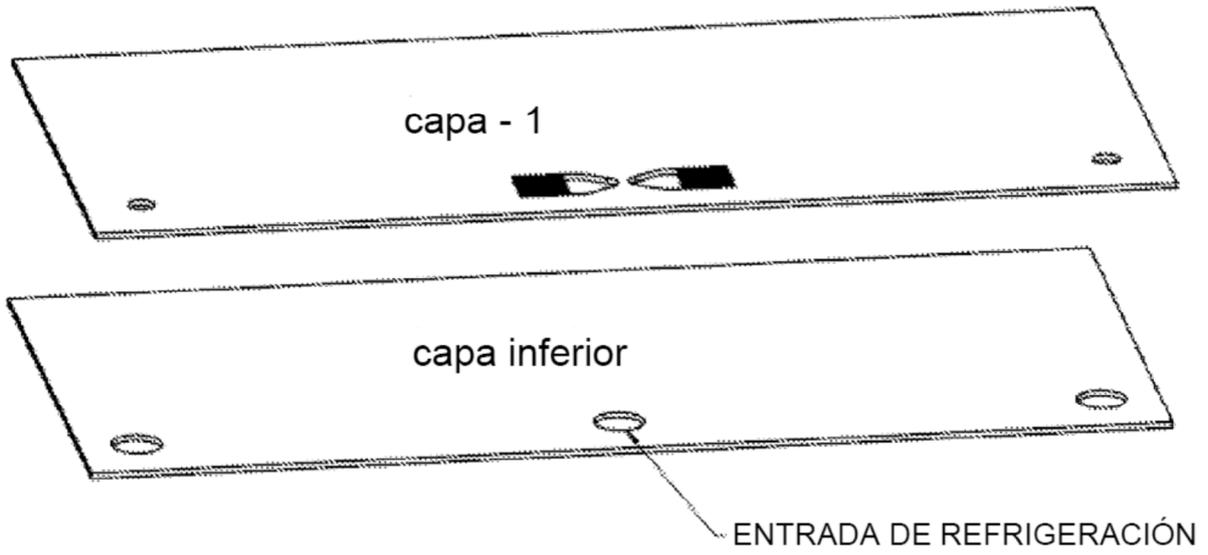


FIG. 11D

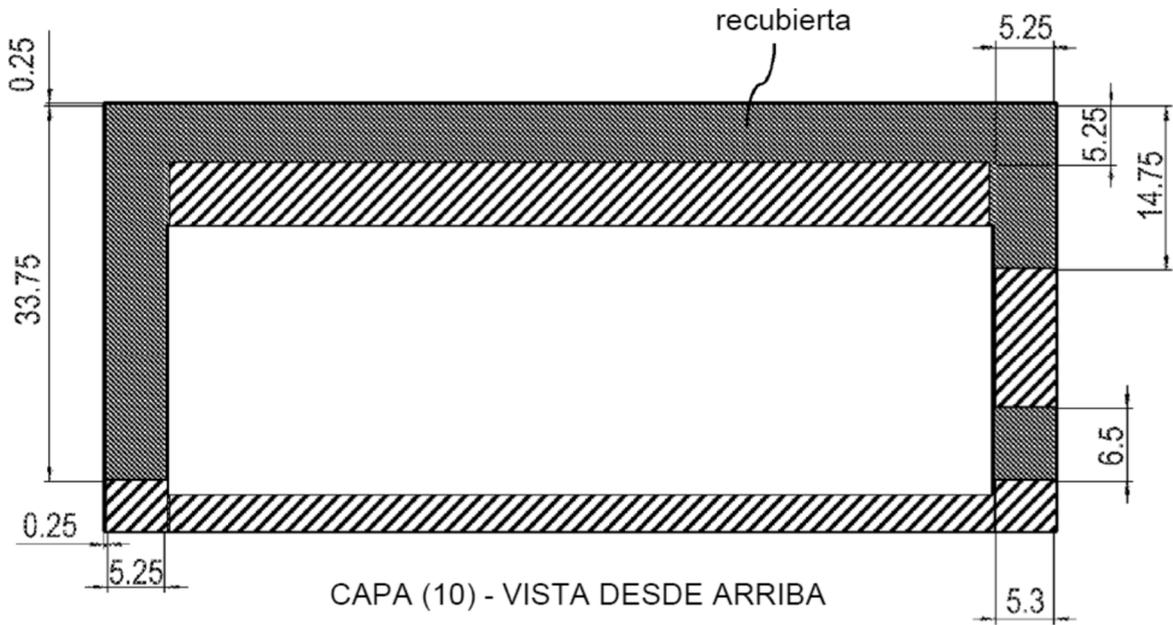


FIG. 12A

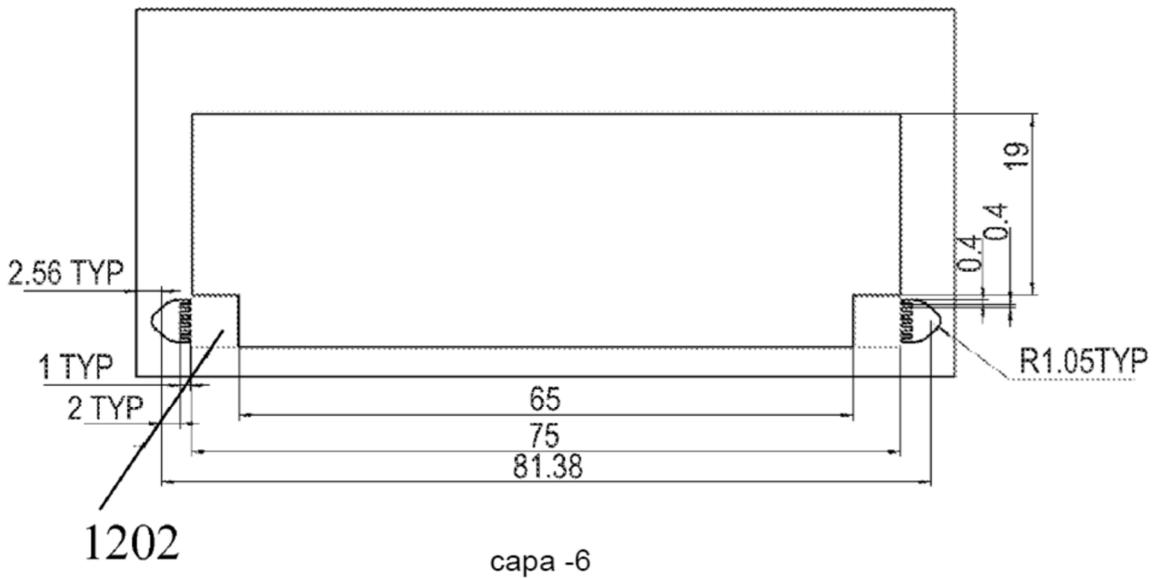
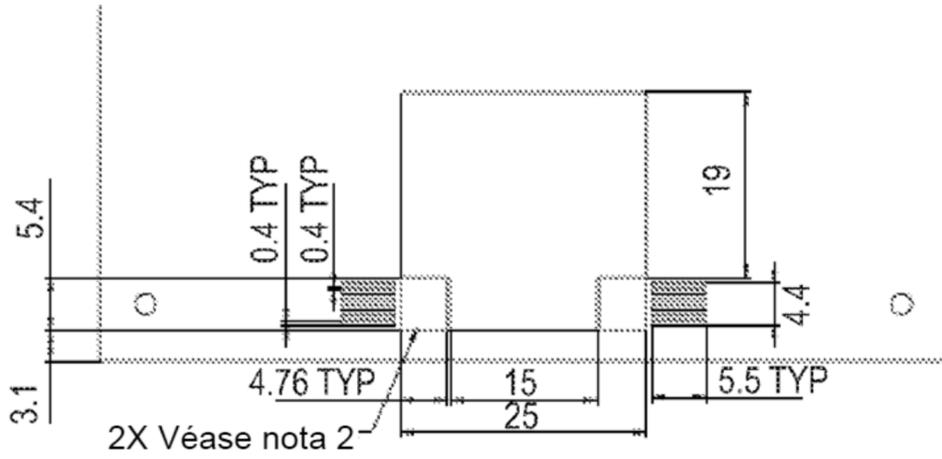
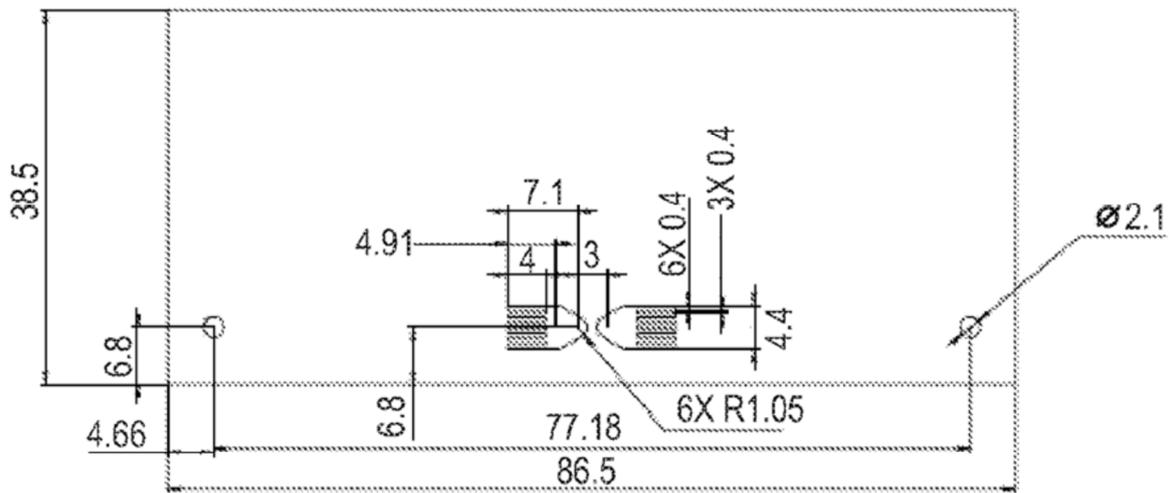


FIG. 12B



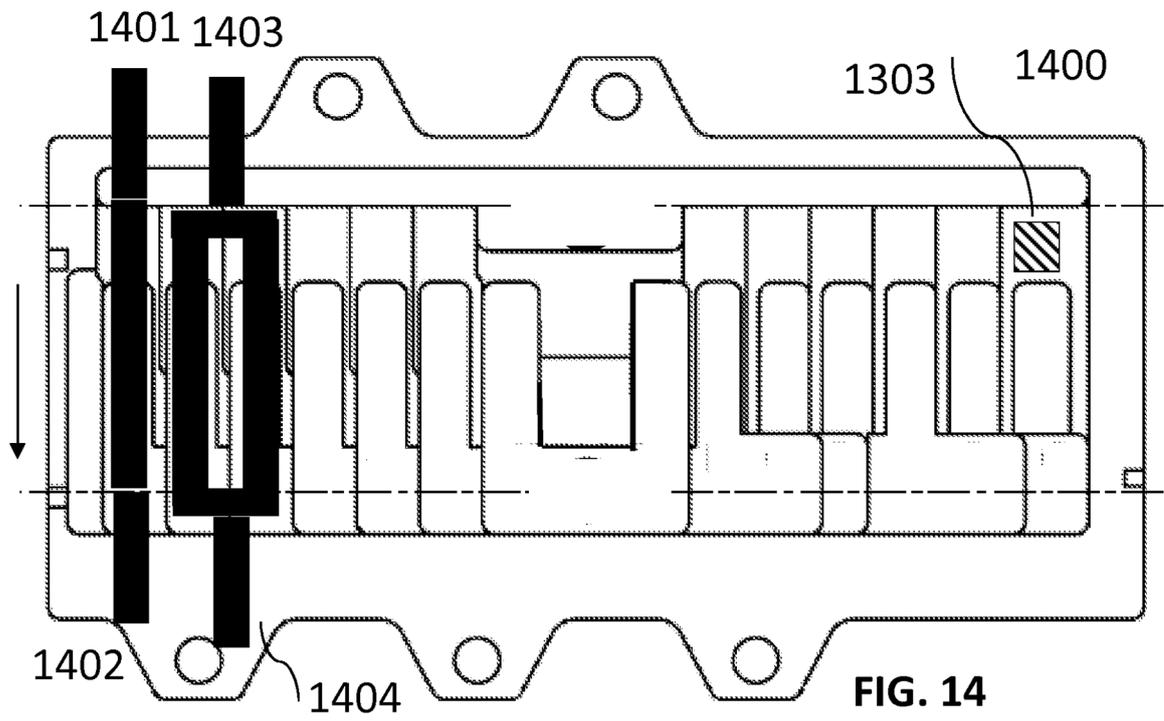
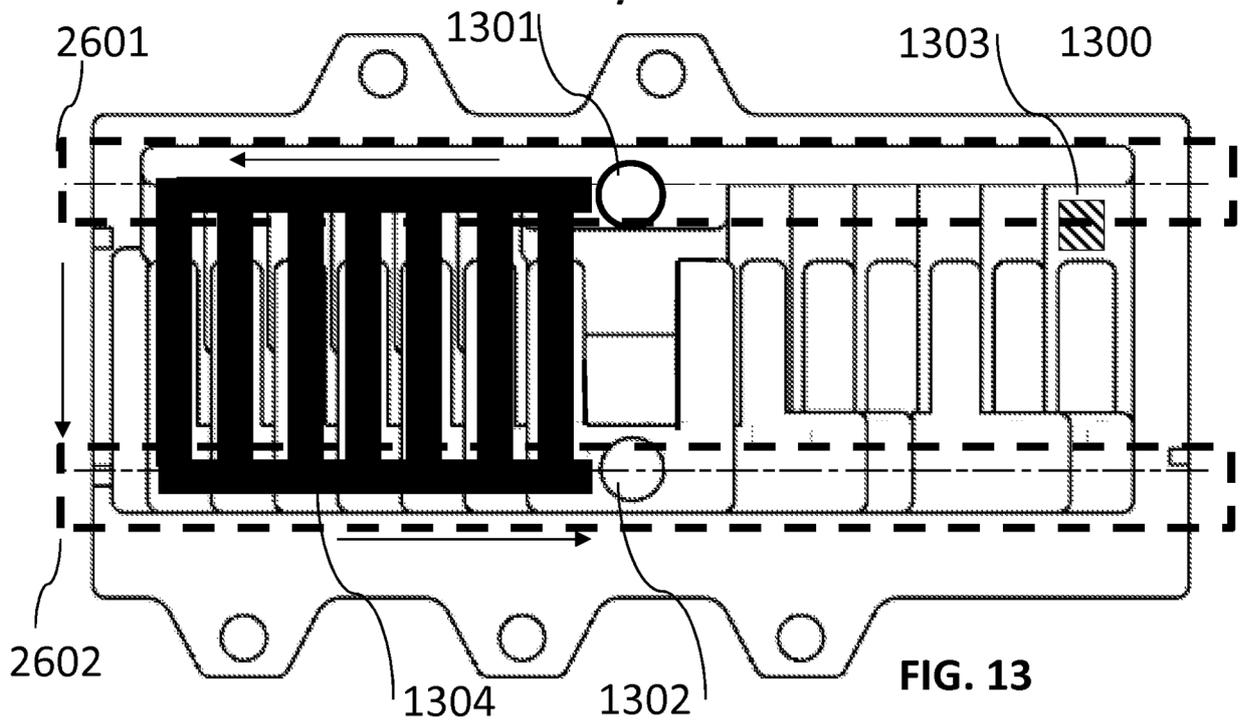
capa -3

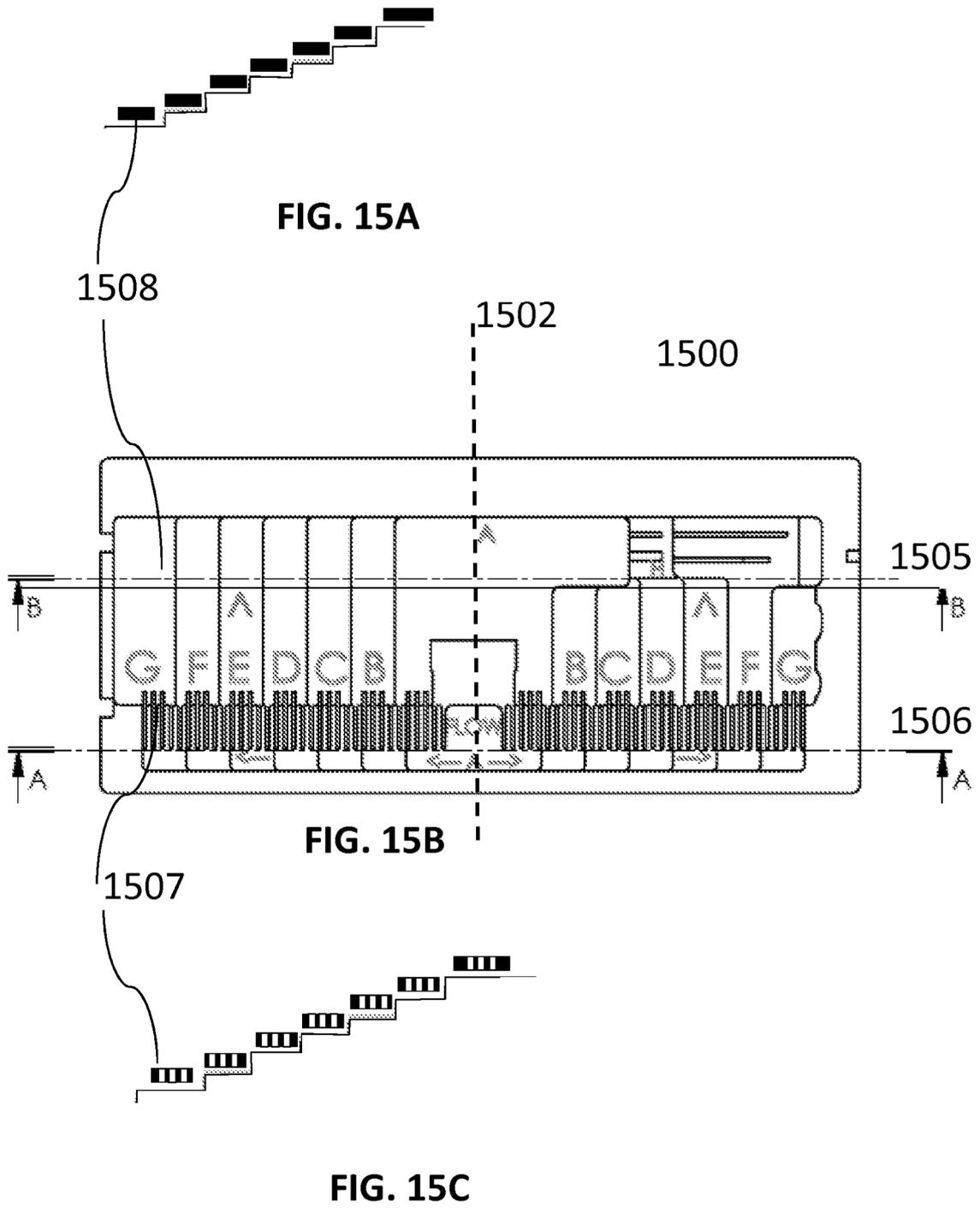
FIG. 12C



capa -1

FIG. 12D





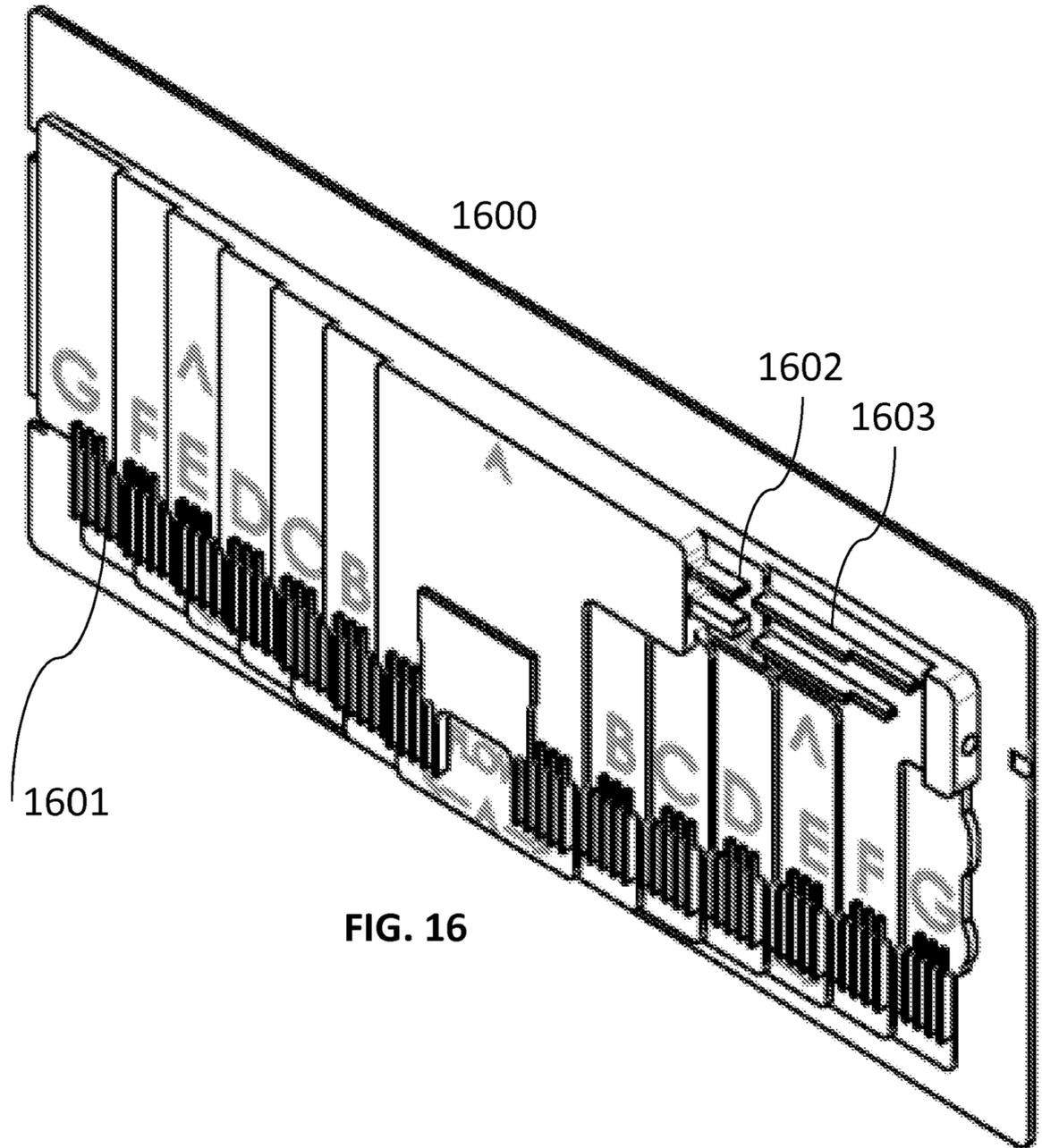
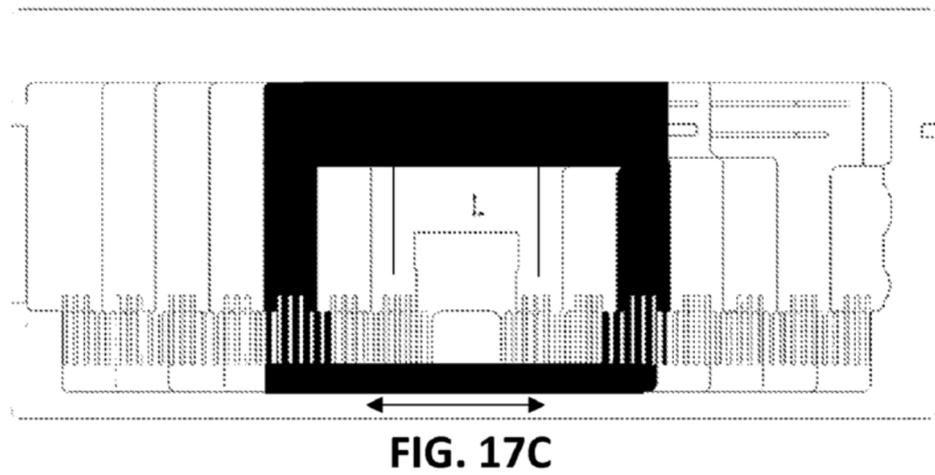
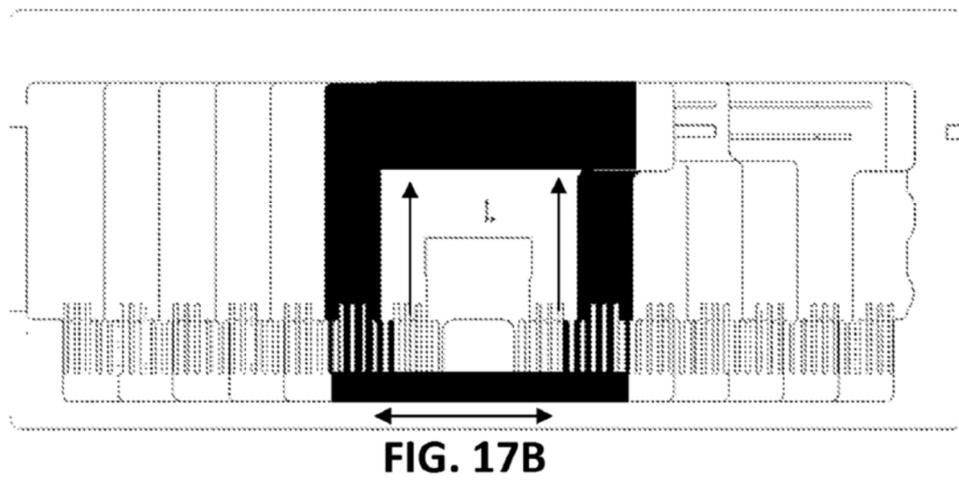
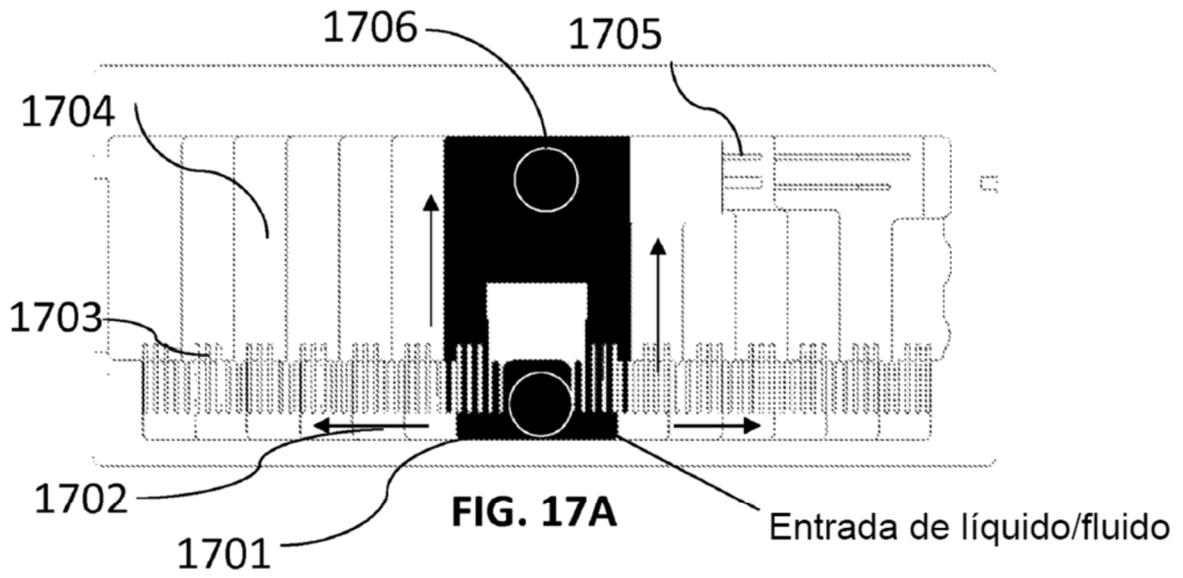


FIG. 16



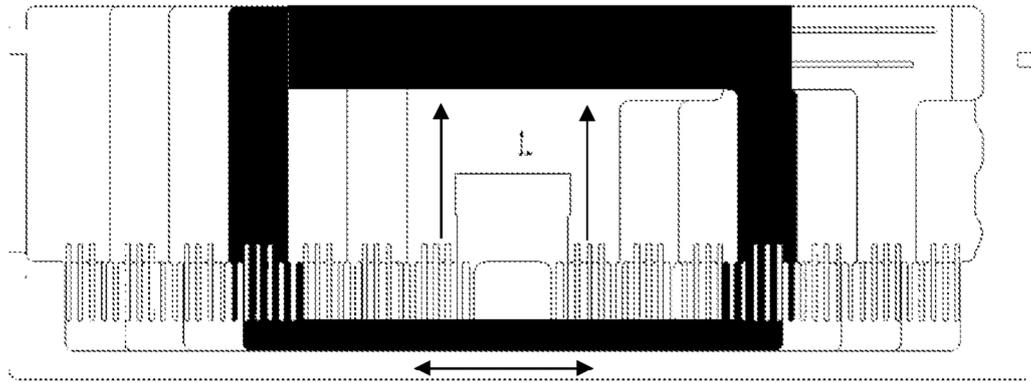


FIG. 17D

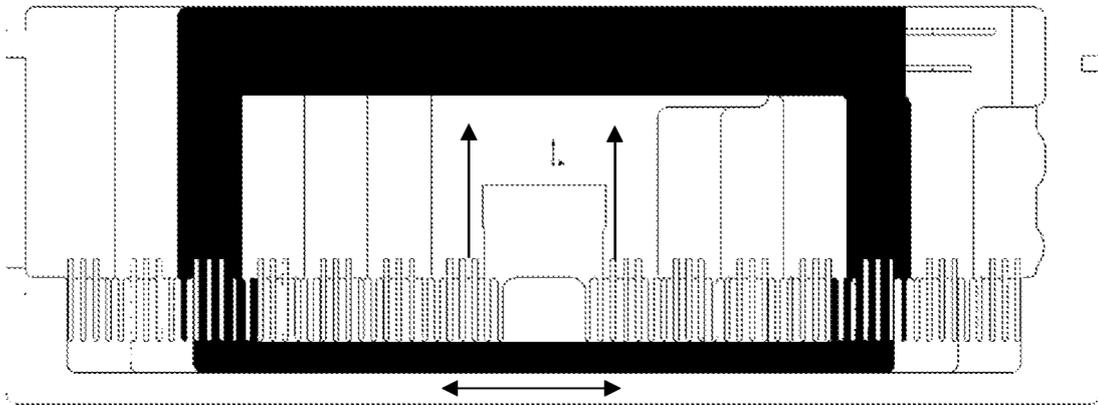


FIG. 17E

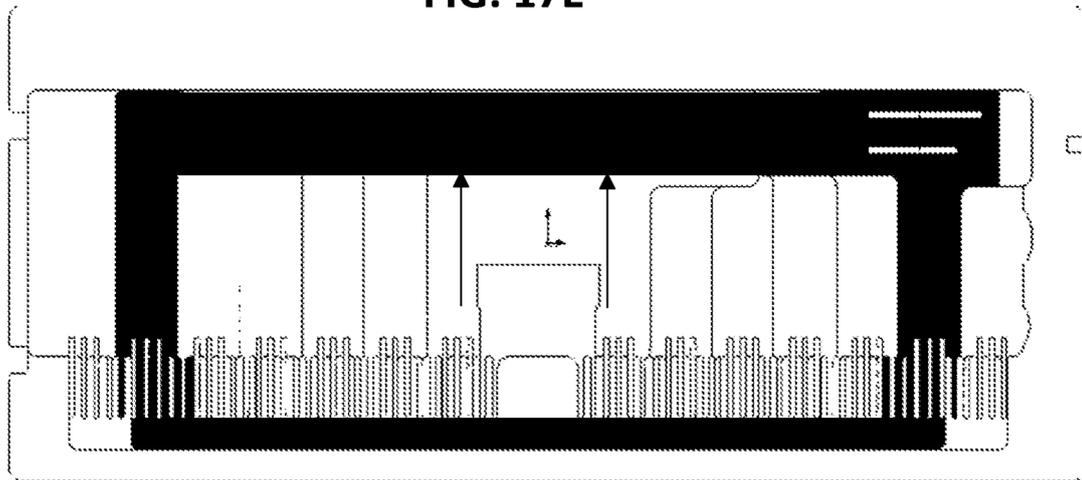


FIG. 17F

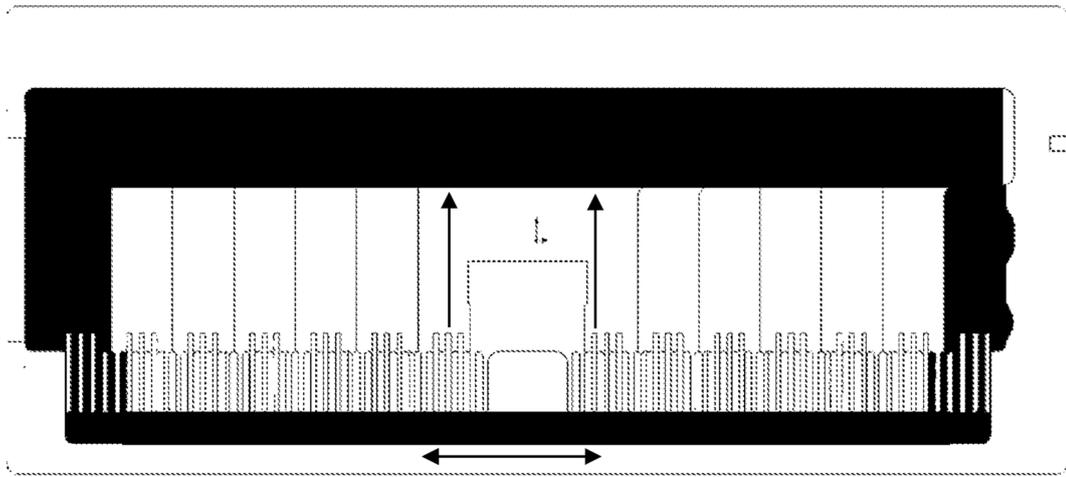


FIG. 17G

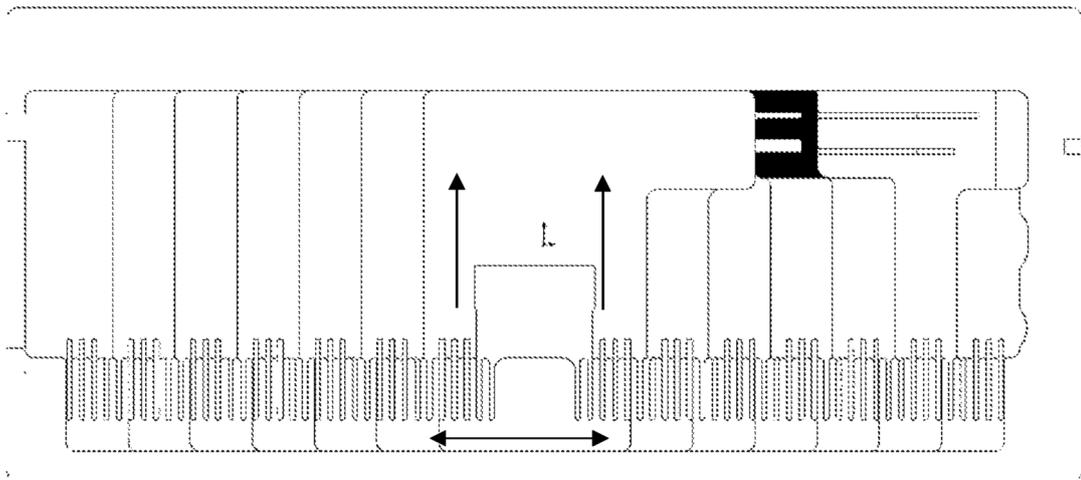


FIG. 17H

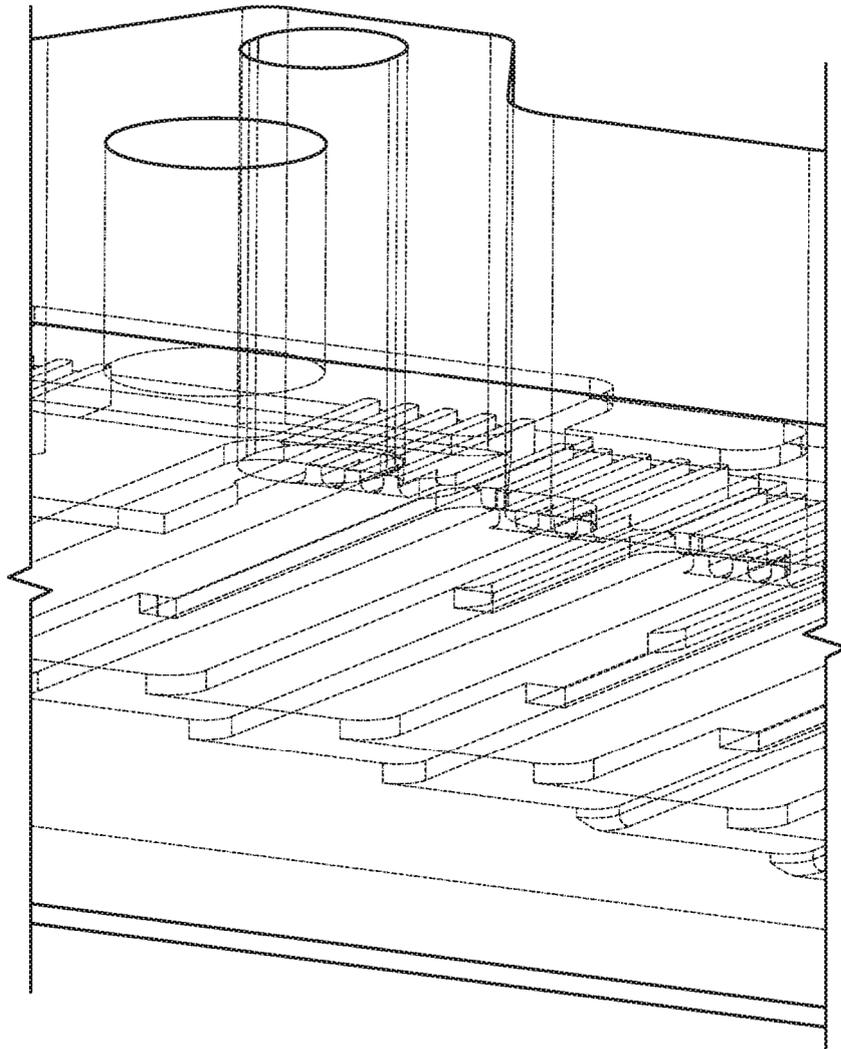


FIG. 18

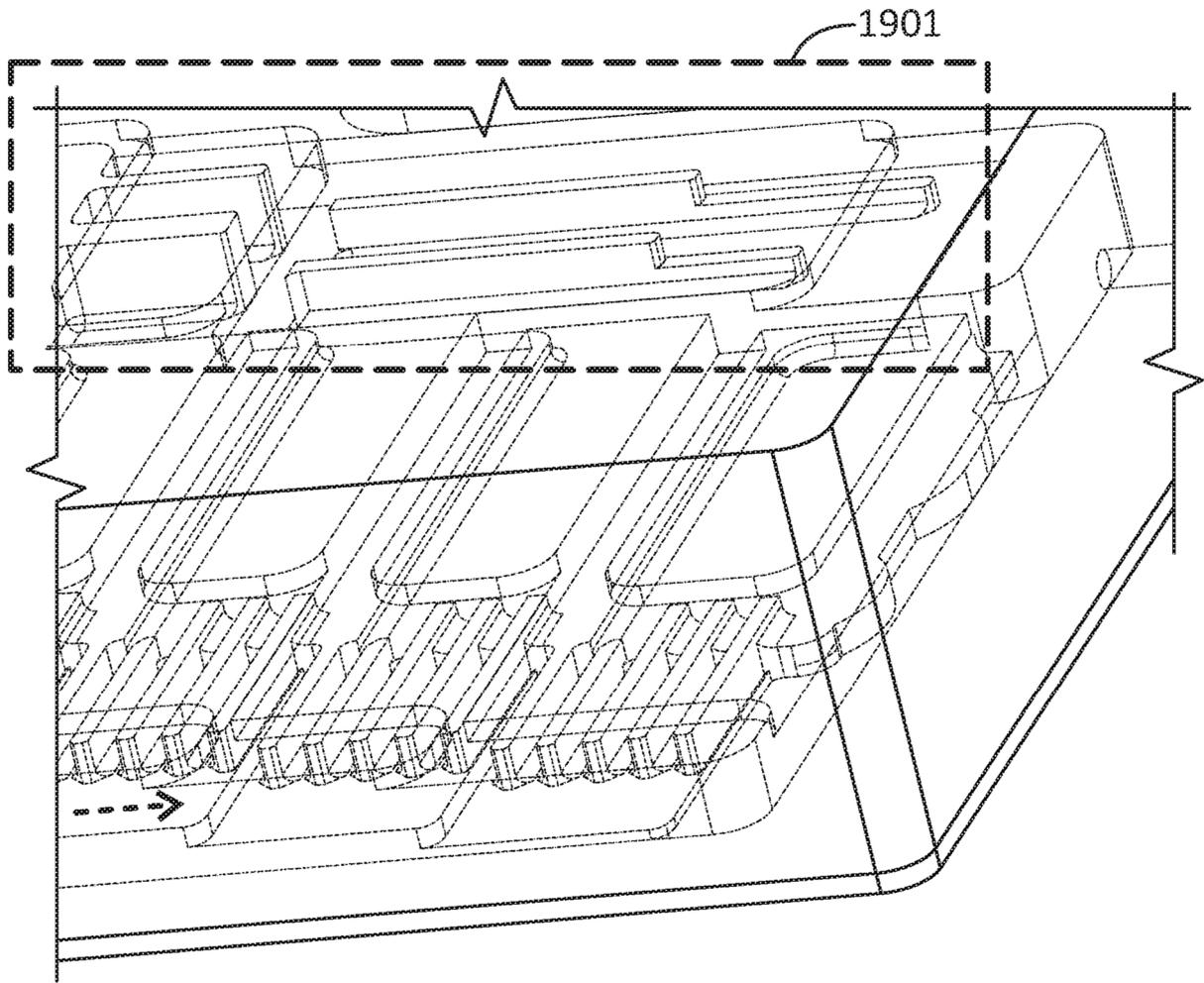


FIG. 19

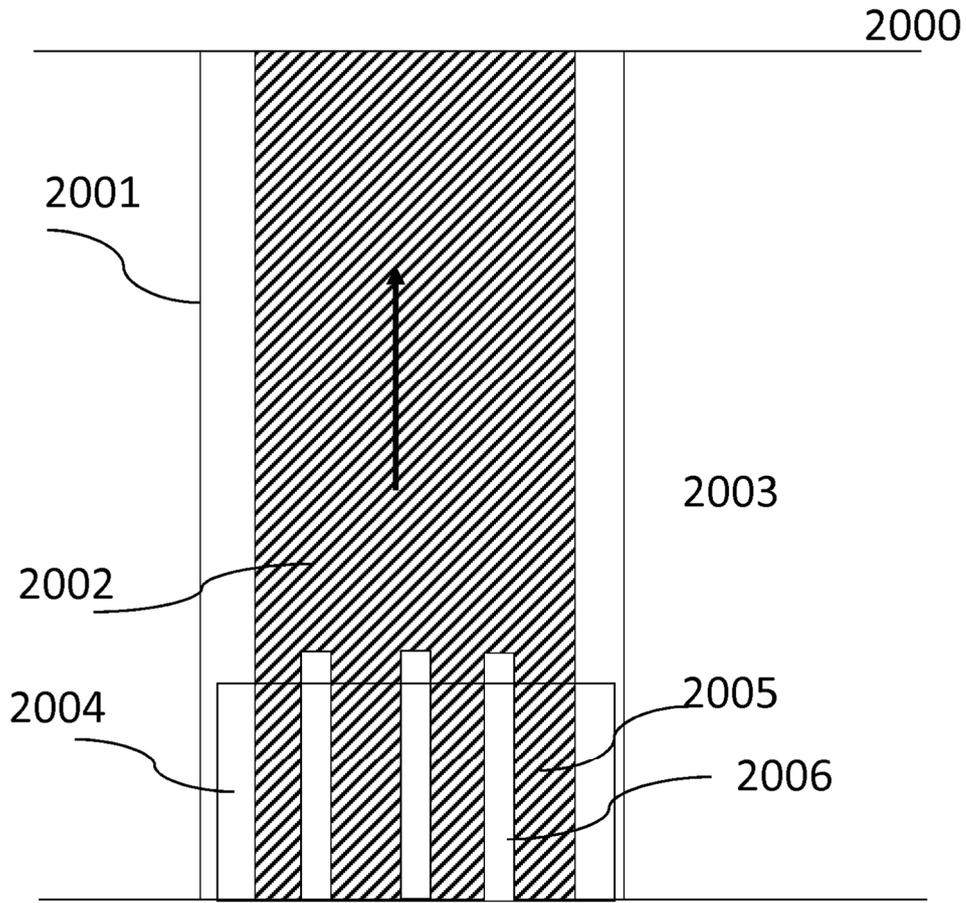


FIG. 20

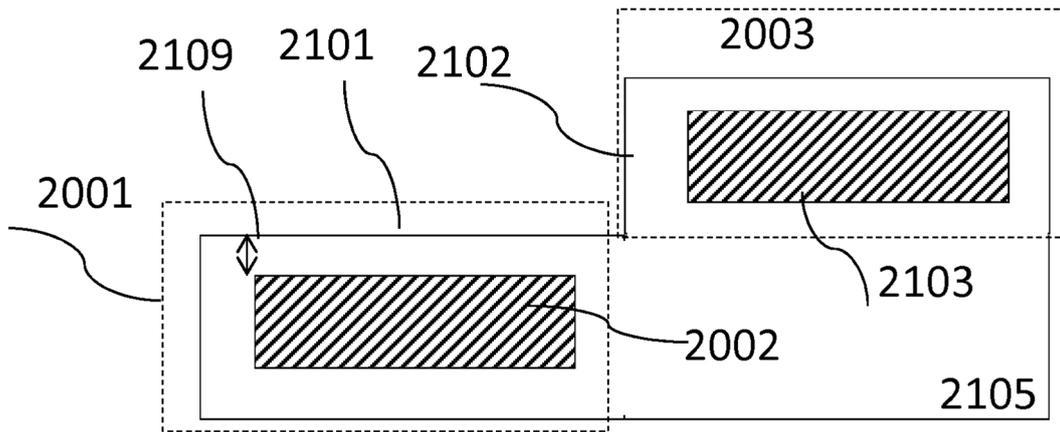


FIG. 21

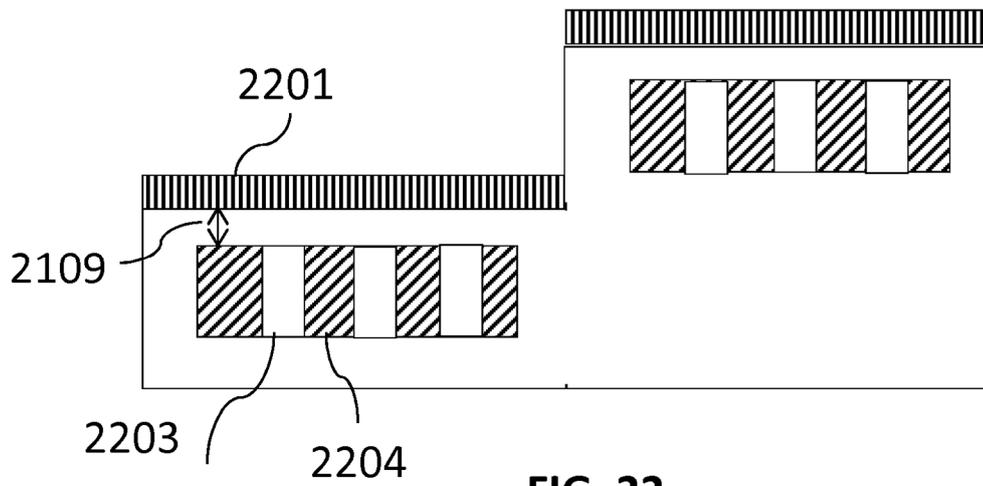


FIG. 22

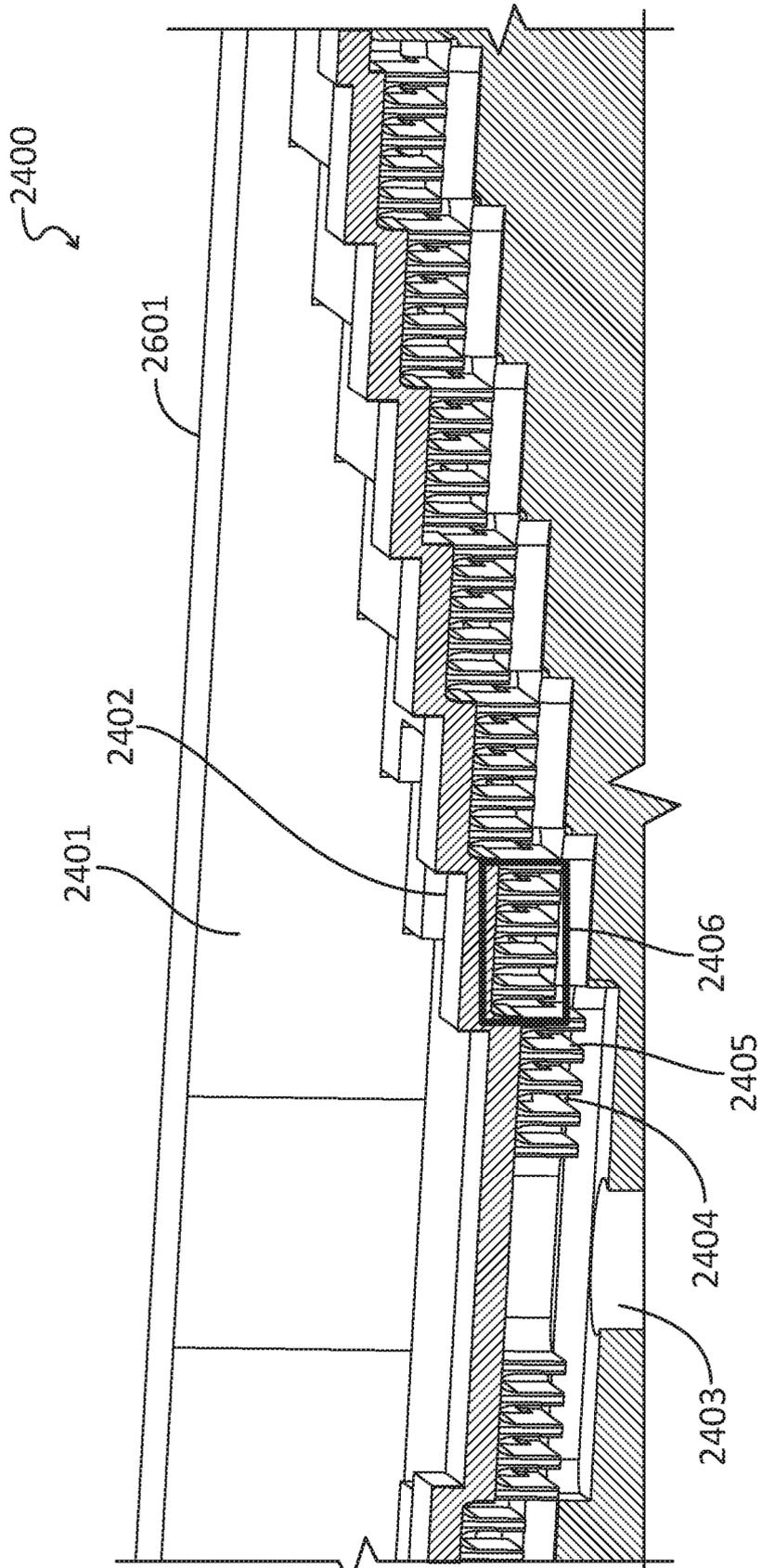


FIG. 23

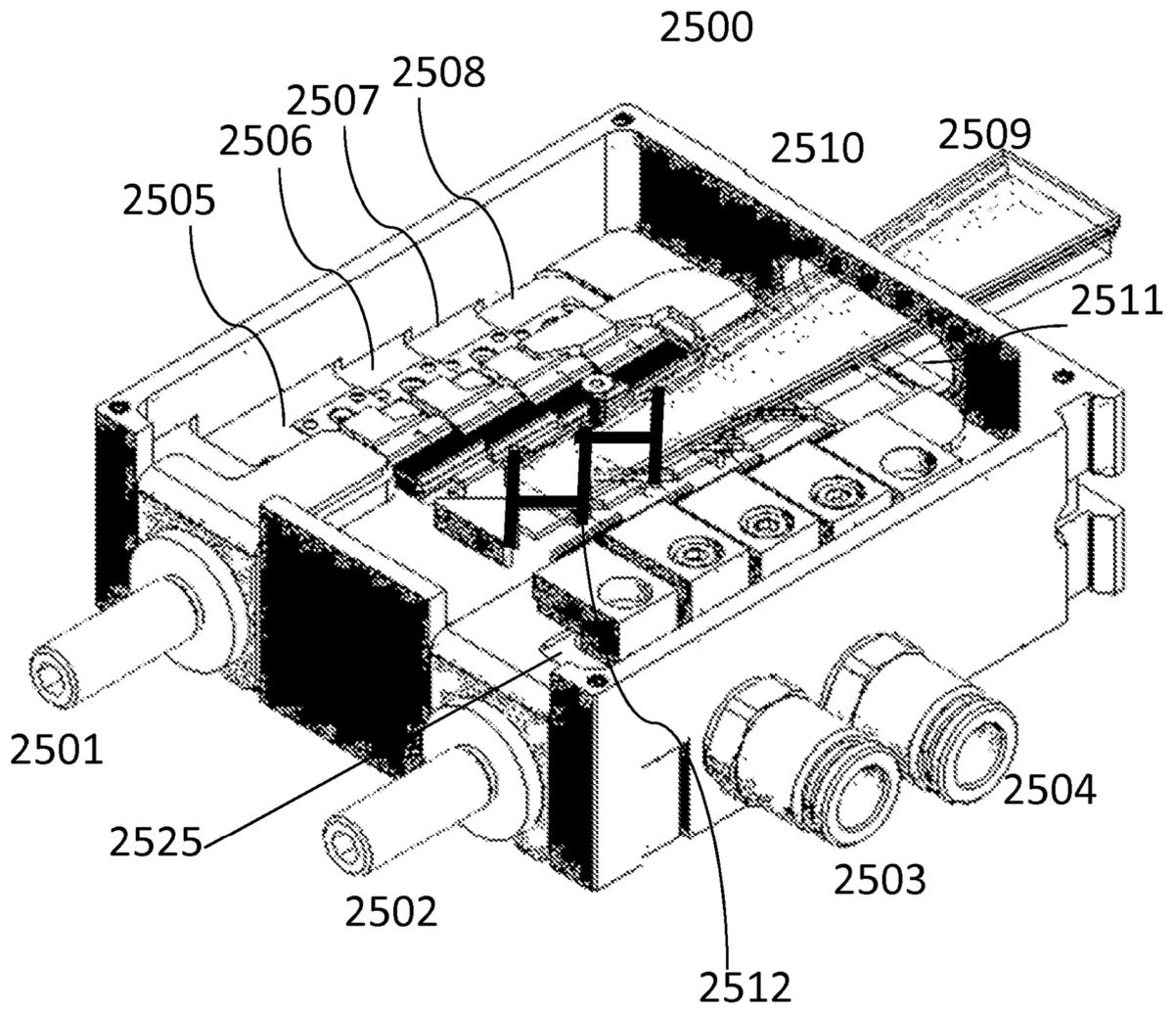


FIG. 24