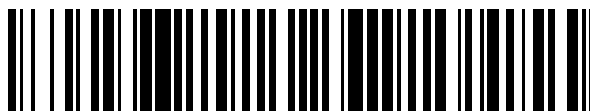


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 431 308**

51 Int. Cl.:

**H01S 5/40** (2006.01)

**G02B 27/10** (2006.01)

**B23K 26/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2003 E 03730245 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1532718**

54 Título: **Un procedimiento y un dispositivo láser de producción de densidad de potencia óptica elevada**

30 Prioridad:

**22.05.2002 FI 20020968**

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

**25.11.2013**

73 Titular/es:

**CAVITAR OY (100.0%)  
Jyräänkatu 13  
37600 Valkeakoski, FI**

72 Inventor/es:

**ALAHAUTALA, TAITO y  
LASSILA, ERKKI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 431 308 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

Un procedimiento y un dispositivo láser de producción de densidad de potencia óptica elevada

La invención se refiere a un procedimiento, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, para producir una gran densidad de potencia óptica. La invención se refiere además a un dispositivo láser que implementa el procedimiento antes mencionado de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 15 adjunta.

**Antecedentes de la invención**

La luz brillante producida por dispositivos láser se utiliza hoy en día en una multitud de diferentes procesos. Tales procesos incluyen, por ejemplo, marcación de materiales, tratamiento superficial, corte y soldadura. Los láseres de alta potencia son, por ejemplo, aplicables para el manejo de materiales metálicos utilizando los procesos antes mencionados. Los láseres se aplican también ampliamente en fines médicos y en diversas mediciones ópticas.

Dado que los láseres de diodo basados en semiconductores se están desarrollando, el aumento de la potencia óptica así obtenida y la mejora de la calidad del haz, las aplicaciones que utilizan láseres semiconductores compactos se han expandido en gran medida en las áreas de aplicación mencionadas, que tradicionalmente han estado utilizando láseres de gas y de cristal de gran tamaño. Los dispositivos láser semiconductores alcanzan típicamente una potencia óptica total elevada combinando la radiación emitida por una pluralidad de emisores de láser individuales.

Una finalidad genérica para un dispositivo láser semiconductor con una gran densidad de potencia es producir un haz de luz suficientemente potente y brillante que pueda enfocar el objeto de una manera deseada. La luminosidad de la fuente de luz se determina como la potencia de luz radiada a partir de un área de superficie de emisión a un determinado ángulo sólido. La luminosidad de una sola fuente de luz no se puede aumentar por elementos ópticos pasivos.

En cuanto a los láseres semiconductores, la potencia de luz de un solo emisor de semiconductores es bastante limitada, en el que para obtener una suficiente potencia de luz total se requiere un gran número de emisores individuales. Para aumentar la potencia de luz, se utilizan las denominadas barras láser que se componen de una pluralidad de emisores individuales dispuestos lado a lado, múltiples barras láser que se pueden combinar además una encima de otra para constituir las denominadas torres láser. Sin embargo, dado que el número de los emisores en una fuente de luz está aumentando de este modo, es inevitable que aumente también el tamaño de la fuente de luz. Para aumentar la densidad de potencia de la radiación emitida por la fuente de luz, los haces procedentes de diferentes lugares de la fuente de luz se deben combinar juntos de manera adecuada. Esta combinación de haces se refiere generalmente como multiplexación. Diferentes procedimientos de multiplexación utilizados en relación con láseres semiconductores incluyen la multiplexación por longitud de onda, por polarización y espacial.

En la multiplexación por longitud de onda, los haces de dos o de una pluralidad ( $n$  piezas) de diferentes longitudes de onda se combinan para constituir un haz que utiliza combinadores de haz que tienen dependencias de longitud de onda adecuadas. Tales combinadores de haz que son bien conocidos como tales en el campo de las ópticas son, por ejemplo, espejos dicróicos, conocidos ejemplos de los cuales incluyen por ejemplo, los denominados espejos caliente/fríos. Al utilizar combinadores de haz, el diámetro del haz combinado se puede disponer para corresponder sustancialmente con el diámetro de cada haz que tiene que combinarse y que tiene una longitud de onda diferente. Por lo tanto, la densidad de potencia del haz combinado se incrementa en una situación libre de pérdidas hasta  $n$ -veces. Puesto que el ángulo sólido de la luz se puede mantener original, también la luminosidad del haz combinado crece en la misma relación que la densidad de potencia.

En la multiplexación por polarización, dos haces que tienen la misma longitud de onda se combinan con un haz mediante un combinador de haces de polarización. Si es necesario, el nivel de polarización del otro haz parcial se puede girar por ejemplo,  $90^\circ$  con una placa  $\lambda/2$ . Dado que el diámetro del haz combinado es sustancialmente el mismo que los diámetros de los haces parciales a combinar, la densidad de potencia crece en este caso prácticamente casi al doble. Debido a que el ángulo sólido de la luz no cambia, también la luminosidad crece casi al doble.

En la multiplexación espacial, los haces procedentes de diferentes fuentes de luz se recogen en la misma ubicación en el espacio. La finalidad de la multiplexación espacial es mantener la luminosidad de la fuente de luz original, tanto como sea posible. La densidad de potencia se puede aumentar, pero dado que el ángulo sólido de la luz crece en la misma relación, la luminosidad no se puede aumentar con la mera multiplexación espacial.

En la práctica, es muy difícil diseñar e implementar una estructura que combine una pluralidad de haces de láser semiconductores de manera eficaz y utilizar al mismo tiempo la multiplexación por longitud de onda, polarización y espacial. Esto se debe, por ejemplo, a la calidad astigmática de la emisión de los láseres semiconductores, y a la anchura de las barras láser de la técnica anterior.

Típicamente, la altura de la superficie de emisión de luz de los emisores individuales utilizados en anchas barras láser de la técnica anterior (más adelante referida como dirección  $y$ ) es inferior a  $1 \mu\text{m}$  y en esta dirección

rápidamente divergente (eje rápido, FA) el haz que se origina desde el emisor se propaga de forma Gaussiana en un ángulo de 30 a 40° (FWHM). La anchura de la superficie de emisión de luz de los emisores individuales (más adelante referida como dirección x) es típicamente del orden de 100 μm y en esta dirección lentamente divergente (eje lento, SA) el haz saliente diverge en un ángulo que es menor a 10° (FWHM). El espacio inactivo, "vacío" que no emite luz está siempre presente entre emisores adyacentes que se han combinado en una barra láser. Una barra láser que es típicamente del orden de 10 mm y contiene de 20 a 40 emisores adyacentes produce de 20 a 50 W de potencia de luz continua. Proporcional a la longitud de la barra láser, la potencia de luz es entonces de 2 a 5 W/mm. En uso pulsado, la potencia momentánea correspondiente puede ser superior a 10 W/mm.

La Patente US 5.825.551 desvela un procedimiento de multiplexación espacial simple basado en dos espejos planos. En la solución, el eje lento de los emisores se dirige en diagonal entre dos láminas de vidrio, en las que los haces de luz permanecen atrapados y en las que se basan en reflexiones que viajan hacia el extremo de salida de las láminas de vidrio. Los haces salen de una brecha del espejo entre las láminas de vidrio que son más estrechas que originalmente. La estructura es simple, pero una parte de la potencia de luz se pierde en forma de pérdidas de reflexión. Además, es difícil implementar diferentes procedimientos de multiplexado utilizando simultáneamente el procedimiento mencionado, en el que se limita la densidad de potencia máxima obtenida.

Diversas patentes sugieren el uso de diferentes tipos de guías de onda para la combinación de haces de barras láser (documento US 4.820.010) o emisores (documento US 6.312.166). Las soluciones basadas en guías de onda eliminan el espacio vacío sin emisión entre los emisores y/o barras láser y se pueden utilizar para transferir más luz a las fibras ópticas. Sin embargo, en la práctica, las guías de onda reducen a menudo la luminosidad de la fuente de luz de manera significativa. Esto se debe al hecho de que un alto factor de relleno no se puede conseguir en el extremo de salida de las guías de ondas. Las guías de onda deben tener un extremo de acoplamiento de luz lo suficientemente grande para recoger toda la potencia de luz, pero a menudo una parte de la superficie de acoplamiento es ineficaz, en la que la luminosidad total se deteriora. Además, la exactitud de montaje puede ser un factor crítico para la calidad del haz. La multiplexación por polarización y por longitud de onda tampoco se pueden conectar directamente a la utilización de las guías de ondas.

Mantener la luminosidad del láser en la dirección del eje lento es quizás el problema más común en la combinación de haces de láser de diodos luminosos, problema para el que se divulgan soluciones en una pluralidad de publicaciones de patentes. El problema puede ser resuelto simplemente de manera que los emisores se procesen en una oblea de láser de modo que se encuentren a una distancia suficiente uno del otro. Por lo tanto, frente a emisores individuales se puede situar entonces la óptica de colimación del eje lento con un tamaño suficientemente grande en relación con el tamaño de cada emisor (documento US 5.793.783). Sin embargo, tales soluciones no son ventajosas en la práctica, ya que el nivel de explotación de la oblea de láser será pobre, porque la mayor parte de la oblea se compone de espacio vacío entre los emisores.

Una pluralidad de soluciones tienden a reducir el campo de luz en la dirección del eje lento mediante el uso de procedimientos ópticos y al mismo tiempo a eliminar posiblemente el espacio vacío entre los emisores. En general, se puede afirmar que el estrechamiento del eje lento se realiza por el crecimiento de la altura de la imagen de la fuente de luz, lo que inevitablemente implicará que la distancia física entre las barras láser crecerá cuando se combinan apilándose una sobre otra. Además, el espacio físico requerido por la óptica de estrechamiento y de apilamiento hace que la combinación de diferentes procedimientos de multiplexación sea difícil. Las principales características de la óptica de estrechamiento conocidas se describen en más detalle a continuación.

En la patente US 5.784.203 el estrechamiento del eje lento se realiza utilizando la óptica de lentes y la desviación paralela utilizando una torre de apilado de láminas de vidrio. Los planos de las láminas de vidrio de la torre son paralelos, pero las láminas de vidrio se han girado adecuadamente una respecto a la otra de manera que la estructura se asemeja a un ventilador. Un haz de luz procedente de una ancha barra láser se divide en la dirección del eje lento en haces parciales que se desvían en la dirección del eje rápido, en el que la luz que se ha originado de diferentes emisores golpea diferentes capas en la torre de láminas de vidrio. Desplazamientos paralelos tienen lugar en las láminas de vidrio que se han apiladas para formar una estructura de ventilador, en la que los haces procedentes de diferentes emisores se disponen uno encima de otro en la dirección del eje lento. La luz se propaga en la torre de láminas de vidrio por medio de reflexiones totales, en la que un medio de un factor de reflexión menor que la propia lámina es necesario entre las láminas y/o las superficies de las láminas. Debido a la divergencia del eje lento, la luz destinada a diferentes láminas de vidrio se debe mezclar parcialmente y esta parte se pierde. En este procedimiento se necesita una pluralidad de lentes cilíndricas, lentes de bola y lentes de vidrio, que se suman al tamaño de la estructura y hacen difícil la utilización simultánea de diferentes procedimientos de multiplexación. El estrechamiento y apilado pueden también hacer uso de dos torres de apilado de láminas de vidrio (documento US 5.805.784 y documento US 5.986.794). En esta solución, también las barras láser permanecen lejos una de otra y, por lo tanto, el procedimiento es el más adecuado para el acoplamiento en base a fibra de la potencia de luz que se origina a partir de barras láser individuales.

Una multitud de diferentes estructuras de estrechamiento y apilado en base a micro-espejos se han introducido. Por ejemplo, dos filas de espejos desfasados (documento US 5.887.096) o un sistema de espejo de deflexión (documento US 5.808.323) fabricado de semiconductores por la técnica de semiconductores se pueden utilizar para la finalidad. La patente US 5.592.333 desvela la óptica de estrechamiento que se basa en la técnica de espejo

monolítico y que eliminan también el espacio vacío entre los emisores. El haz que se ha originado de cada emisor o grupo de emisores se refleja desde ambos bordes de una ranura en forma de "V", en la que la dirección de propagación cambia en 90° y los haces parciales se apilan uno sobre el otro de una manera nueva. Esto da como resultado la división del largo haz de luz original y la formación de haces parciales divididos uno sobre otro en la dirección del eje rápido, en el que estos haces pueden colimarse con una lente. La estructura del dispositivo de acuerdo con el procedimiento tiene, sin embargo, forma de "L", lo que requiere un gran espacio. Como resultado de esto, la combinación de los haces de una pluralidad de barras láser no es muy ventajosa. Con frecuencia, también problemas relacionados con la técnica de fabricación de los micro-espejos son factores limitantes. En las ópticas basadas en la reflexión especular, que las soluciones anteriores también representan, tienen lugar pérdidas causadas por efecto de la absorción y los espejos posiblemente se deben enfriar.

El estrechamiento y compresión del eje lento se pueden implementar en una forma correspondiente a los espejos escalonados también mediante el uso de barras de vidrio de una forma adecuada (el documento US 5.877.898). La superficie de entrada de cada barra de vidrio es perpendicular a la dirección de entrada de la luz y la superficie de salida es de 45° con respecto a la dirección de entrada de la luz. Debido a la reflexión total causada por una superficie de salida oblicua, la dirección de la luz cambia en 90°. Las soluciones basadas en la reflexión total muestran las pérdidas de energía de menor importancia. Sin embargo, las pequeñas estructuras especulares integradas de barras de vidrio son difíciles de fabricar, y las barras láser tampoco se pueden acercar entre sí en esta solución.

Una solución práctica para el estrechamiento y colimación del eje lento se basa en prismas de desviación (el documento US 5.808.803). Los haces del emisor o grupo de emisores se desvían en la dirección del eje rápido mediante el uso de prismas, en el que estos haces que son más estrechos que la barra láser original se pueden colimar con mayor precisión con sus propias lentes cilíndricas. El número de las lentes de colimación necesarias depende de en cuántas partes se divide la barra láser original. La estructura es simple, pero las barras láser no se pueden acercar entre sí, debido a que la deflexión se debe realizar en la dirección del eje rápido. Si el objeto es colimar 20 emisores de barras láser por separado, se necesitaría una estructura de prisma de 20 piezas además de una torre de lentes de colimación de 20 plantas. También se reducirá la luminosidad total se redujo, lo que es innecesario ya que los haces que salen de diferentes emisores no se colocan uno por encima del otro en la dirección del eje lento.

El espacio vacío entre los emisores se puede eliminar también antes de combinar los haces, como se ha realizado en la patente US 6.240.116 en base a la estructura especular escalonada.

Como sumario de las soluciones de la técnica anterior descritas anteriormente se puede afirmar que tienden a resolver los problemas ópticos que están relacionados con el control del eje lento de los emisores y que son causados en gran medida por las propiedades de anchas barras láser actualmente utilizadas. Las soluciones descritas anteriormente facilitan el manejo del eje lento en el coste de estructuras más complicadas y el aumento del tamaño físico de las soluciones técnicas, que, a su vez, hace que el uso simultáneo de diferentes procedimientos de multiplexación sea difícil y limita, por tanto, la densidad de potencia y la luminosidad.

El documento US 6.377.410 divulga un aparato para la conformación del haz de matrices de diodos de láser. La Figura 17 del documento US 6.377.410 muestra una combinación de tres módulos de matrices de diodos de láser, en el que cada módulo de matriz de diodos de láser comprende una matriz de diodos de láser y una lente cilíndrica, que se dispone para colimar el haz en el eje rápido. Los ejes lentos de las matrices de diodos de láser de la Figura 17 son paralelos entre sí. El documento US 6.377.410 desvela que la anchura de un haz emitido desde una matriz de diodos de láser puede ser, por ejemplo, 10 mm.

El documento US 6.356.577 desvela un aparato de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 15 para combinar la salida de luz de múltiples barras de diodos de láser mediante el uso de una disposición especular. Las salidas de las barras láser se reflejan en una dirección común de tal manera que las salidas están entrelazadas en un plano común. La Figura 1 del documento US 6.356.577 muestra una barra láser en la que el eje lento de la barra láser se alinea con la fila de superficies de emisión de luz de la barra láser. La Figura 4 del documento US 6.356.577 muestra un aparato que comprende dos barras láser, en la que la fila de superficies de emisión de luz de la primera barra láser se alinea con la fila de superficies de emisión de luz de la segunda barra láser. El documento US 6.356.577 desvela que una barra láser puede emitir, por ejemplo, tres haces de láser.

El documento US 6.151.342 desvela una fuente de luz que comprende una pluralidad de barras de diodos de láser y una pluralidad de guías de onda de cintas ópticas. Las barras de diodo de láser se disponen en una matriz paralela. Las guías de onda se disponen para recoger la luz de láser emitida desde las barras de diodos de láser y suministrar la luz de láser recogida a una abertura de salida. De acuerdo con el documento US 6.151.342, la anchura de una barra de diodo de láser puede ser, por ejemplo, 10 mm.

El documento EP1081819 desvela un aparato que comprende la óptica de corrección segmentada para colimar la luz de láser de los emisores de barras de diodos de láser. El documento EP1081819 desvela que los haces emitidos de las barras de diodos de láser paralelas se pueden desplazar en la dirección del eje lento para formar un grupo apilado de haces. De acuerdo con el documento EP1081819, una sola barra de diodos de láser puede tener, por

ejemplo, 100 emisores.

**Una breve descripción de la invención**

5 La finalidad principal de la presente invención es introducir una nueva solución general a la situación, en la que una densidad de potencia óptica elevada se produce combinando la radiación emitida por diversos láseres semiconductores.

El procedimiento y el dispositivo láser introducido en la presente solicitud se basa principalmente, en primer lugar, en el uso de las denominadas barras de láser estrecho que son más cortas en la dirección del eje lento que las de la técnica anterior, y en segundo lugar en la utilización de una estructura simétrica axial especial tras recoger juntas la radiación de las barras láser dispuestas en diferentes sectores.

10 Mientras más estrecha, la estructura convencional de las barras láser de acuerdo con la presente invención proporciona un enfriamiento simplificado o más eficaz en comparación con las anchas barras láser de la técnica anterior. El hecho de que las barras láser son estrechas implica también que es posible evitar la óptica de estrechamiento engorroso y limitante de la técnica anterior del haz de luz en la dirección del eje lento. Esto, a su vez, permite que soluciones estructurales simétricas axiales muy compactas, que permiten la utilización de la multiplexación espacial, de longitud de onda y de polarización de manera eficaz al mismo tiempo.

15 Por lo tanto, la solución de la invención permite el aumento de la densidad de potencia de la radiación compuesta de diferentes barras láser más estrechas hacia el máximo teórico que se obtendría en una situación ideal en la que la eficiencia óptica de diferentes emisores podría combinarse sin pérdidas y dirigirse a un punto deseado. Por lo tanto, la solución de la invención hace que sea posible alcanzarse densidades de potencia que son más elevadas que las de la técnica anterior, así como una mejor calidad del haz combinado.

20 El procedimiento y el dispositivo de la invención muestran una pluralidad de otras propiedades ventajosas, que son evidentes para un experto en la materia a partir de la descripción detallada de la invención que se presentará a continuación.

25 Para implementar los fines antes mencionados, el procedimiento de la invención se caracteriza principalmente en lo que se describe en la parte caracterizadora de la reivindicación 1 adjunta. El dispositivo láser de la invención se caracteriza, a su vez, principalmente en lo que se describe en la parte caracterizadora de la reivindicación 15 adjunta.

A continuación, la invención se describirá con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

- La Figura 1 muestra las coordenadas xyz utilizadas en las figuras y la descripción en relación con una barra de láser estrecho de la invención,
- La Figura 2a muestra, como un principio, según se observa desde la dirección del eje x, una barra de láser estrecho fijada sobre una placa de base fría,
- La Figura 2b muestra la unidad de la Figura 2a según se observa desde la dirección del eje y,
- La Figura 3 muestra, como un principio, según se observa desde la dirección del eje z, una disposición del cableado de una barra láser situada entre dos placas de base que se colocan una sobre la otra,
- La Figura 4a describe, como un principio, según se observa desde la dirección del eje x (desde el lado), una torre láser compuesta de barras de láser estrecho,
- La Figura 4b muestra la torre láser de la Figura 4a según se observa desde la dirección del eje y (desde arriba),
- La Figura 4c muestra la torre láser de la Figura 4a desde la dirección del eje z y contra la dirección de la luz (desde la parte delantera),
- La Figura 4d muestra la torre láser de la Figura 4a desde la dirección del eje z y a lo largo de la dirección de la luz (desde atrás),
- La Figura 5 muestra, como un principio, una realización básica de la invención, así como las marcas de dibujo utilizadas más adelante en las Figuras
- La Figura 6 muestra, como un principio, otra realización de la invención,
- La Figura 7a muestra, como un principio, una tercera realización de la invención desde el lado,
- La Figura 7b muestra, como un principio, una tercera realización de la invención desde atrás,

- La Figura 8a ilustra una estructura de la óptica de colimación del eje lento según se observa desde la dirección del eje lento,
- La Figura 8b ilustra la estructura de la Figura 8a según se observa desde la dirección del eje rápido,
- La Figura 8c ilustra la estructura de la Figura 8a según se observa desde la dirección del eje z (eje óptico),
- Las Figuras 9a-9e muestran, como un principio, los diferentes tipos de ópticas de enfoque,
- La Figura 10 muestra, como un principio, una cuarta realización de la invención,
- La Figura 11 muestra, como un principio, una quinta realización de la invención,
- La Figura 12 muestra, como un principio, una sexta realización de la invención, y
- La Figura 13 muestra, como un principio, una séptima realización de la invención.

**Una descripción más detallada de la invención**

5 Cualquiera de los ejemplos en la descripción y en los dibujos, en los que no se disponen las barras láser de tal manera que la dirección de un eje lento de una barra láser en un primer sector es diferente de la dirección de un eje lento de una barra láser en un segundo sector, no se presentan como realizaciones de la invención, sino como ejemplos útiles para la comprensión de la invención.

10 De acuerdo con la Figura 1, se determina primero que la dirección del eje y es la dirección del eje rápido en las coordenadas de la barra LB de láser estrecho compuesta de emisores E semiconductores dispuestos lado a lado, y la dirección x es la dirección del eje lento. Todos los haces de luz que parten de la barra LB láser se propagan primero sustancialmente en la misma dirección z. En la barra LB láser, los ejes x) lentos de los emisores E adyacentes se sitúan en la misma línea en relación entre sí y dichos láseres E) de diodo emiten sustancialmente hacia la misma dirección z).

15 La barra LB de láser estrecho de la invención se refiere a una estructura, en la que los emisores E se han dispuesto lado a lado de la barra láser en la dirección x hasta un área L sustancialmente más estrecha (la anchura del campo cercano) que en las barras láser de la técnica anterior. Normalmente, solo por ejemplo 5 piezas de emisores E se sitúan lado a lado en la barra LB de láser estrecho, cuando en las barras láser de la técnica anterior su número es típicamente de 20 a 40 piezas.

Más delante un emisor E semiconductor individual es referido también como un láser semiconductor o láser de diodo.

20 En una estructura simétrica axial de la invención, las partes básicas hechas con barras LB de láser estrecho, siendo, por ejemplo, las partes básicas torres láser y/o pilas de torres láser formadas de barras láser que se apilan una sobre la otra, así como las posibles ópticas se sitúan en sectores para formar un círculo en el que la estructura de los sectores se repite a sí misma a distancias angulares regulares o irregulares.

25 Un dispositivo láser que tiene una gran densidad de potencia y que se basa en las barras LB de láser estrecho se examina a continuación, siguiendo la trayectoria de propagación de la luz en el orden: barra de láser estrecho - instalación de la barra láser sobre una placa de base -apilamiento las barras láser -colimación del eje rápido (FAC) -combinación de los haces -colimación del eje lento (SAC) -enfoque - el resultado final.

En vista de los principios centrales de la invención, a continuación la descripción se refiere principalmente al principio básico de la invención como se ilustra en la Figura 5. Algunas otras posibles realizaciones de la invención se observan también con más detalle en lo sucesivo.

30 *1. Propiedades y fabricación de una barra de láser estrecho*

35 De acuerdo con la Figura 1, el punto de partida básico de la invención es una sola barra LB de láser estrecho, que hace referencia a un único componente procesado de una oblea de láser y que contiene una pluralidad de emisores E de láser. Dichos emisores E de láser forman juntos un campo L cercano, que está en paralelo con el eje lento de dicho componente, siendo el campo cercano lo que estrecha sustancialmente ese haz transmitido por la barra LB láser que se puede colimar y enfocar directamente con una precisión que es suficiente para la finalidad de uso, en el que la óptica de estrechamiento especial de la técnica anterior no es necesaria.

La estrechez de la barra LB láser se puede realizar ya sea mediante el uso de un menor número total de emisores E paralelos en la misma barra láser y/o por la separación de los emisores E más densamente que en las barras láser de la técnica anterior.

40 La anchura L del campo cercano paralelo con el eje lento de una barra LB de láser estrecho puede ser preferentemente del orden de 0,5 mm. En las barras LB láser, los emisores E se acoplan eléctricamente en paralelo.

Los emisores E de la barra LB de láser estrecho pueden mostrar una estructura de la técnica anterior o se pueden mejorar óptimamente para este fin. Por lo tanto, los emisores E se pueden separar lado a lado con mayor densidad que en la práctica establecida, en los que la luminosidad total de la barra LB láser crece gracias a una potencia óptica mayor obtenida desde la misma área. Una separación más densa de los emisores E en comparación con la separación convencional se convierte posiblemente en barras LB de láser estrecho gracias a las propiedades de enfriamiento de las barras láser que son mejores que las propiedades de enfriamiento de la técnica anterior. Esto se debe, entre otras cosas, al hecho de que en el calor de las barras LB de láser estrecho se puede dirigir lejos de los emisores E centralmente posicionados parcialmente también en la dirección x. Dado que las barras LB de láser estrecho contienen típicamente notablemente un menor número de emisores que las barras de láser más amplios, la cantidad total de potencia térmica producida en su interior es menor, lo que reduce los requisitos dirigidos al enfriamiento como tal.

Se puede estimar que los procedimientos de procesamiento de semiconductores que se utilizan en la actualidad permiten la producción de barras LB de láser estrecho con una anchura de 0,5 mm, proporcionando cada una potencia de luz en el orden de 10 W. Proporcional a la longitud de la barra LB láser, esto corresponde a 20 W/mm, que es considerablemente más que las barras láser de la técnica anterior. Esta distinción es causada principalmente por el hecho de que los emisores E se pueden separar más densamente que en las soluciones convencionales gracias a las mejores propiedades de enfriamiento antes mencionadas de la barra LB de láser estrecho.

A medida que crece la densidad de los emisores E, una oblea de láser se puede hacer crecer y procesar en la fase de fabricación de los láseres de manera que se obtiene más potencia de luz por unidad de área en comparación con la situación actual. Esto reducirá, en parte, los costes de fabricación del láser.

## *2. Instalación de una barra de láser estrecho sobre una base y enfriamiento de la barra láser*

Un barra LB de láser estrecho se instala de acuerdo con la Figura 2 en una placa M de base para hacer del enfriamiento más eficaz de manera que las capas semiconductoras del láser de la estructura de barra LB láser estén tan cerca como sea posible de la placa m de base fría. El procedimiento de fijación utilizado puede ser, lo que se conoce como tal, por ejemplo, diferentes colas, soldaduras, soldaduras por evaporación y/o combinaciones de los mismos, que tienen una buena conductividad eléctrica y térmica.

En la práctica, las barras LB láser que se emiten desde el lado a la dirección z se fijan a la placa M de base típicamente hacia abajo del lado p. El tamaño de la placa M de base es preferentemente más largo y más amplio que la barra LB de láser estrecho, y el material de la placa M de base se selecciona de manera que tenga una conductividad térmica posiblemente buena. Entre la barra LB láser y la placa M de base se puede disponer una capa que transfiere calor con eficacia, un denominado "difusor de calor" (no mostrado en las figuras), que puede, si es necesario, operar también como un aislante eléctrico (por ejemplo, un revestimiento de diamante polimórfico o nitruro de boro). Un número suficiente de canales CH para el enfriamiento se mecanizan a determinados lugares de las placas de base, en el que medio líquido de enfriamiento u otro medio de enfriamiento fluyen a través de dichos canales. Otra alternativa es mecanizar los canales CH solo en las torres láser ya hechas formadas apilando barras LB láser.

Una barra LB de láser estrecho de acuerdo con la invención se calienta aproximadamente una décima parte en comparación con las barras de láser ancho utilizadas en la actualidad barras, lo que disminuye en un grado significativo los requisitos establecidos para su enfriamiento.

Gracias a las pequeñas dimensiones físicas de las barras de láser estrecho, en relación con su enfriamiento, a diferencia de las barras de láser ancho, las bases "difusoras de calor" eficaces son fáciles de usar, en las que se evitan los diferentes problemas limitantes provocados por la expansión térmica. Además, las barras LB láser se doblan notablemente menos con respecto al eje de la dirección x (denominado "sonriente") que las barras de láser ancho de la técnica anterior. Láminas de diamante de gran tamaño ("difusores de calor") necesarias en la transmisión de calor son difíciles de fabricar con las técnicas de la técnica anterior. Por otra parte, el enfriamiento de una barra LB de láser estrecho es más eficaz con una estructura estrecha en comparación con una estructura más ancha, debido a que el flujo de calor se puede propagar a la base también en la dirección x y la placa M de base de enfriamiento puede ser significativamente más ancha que la barra LB láser en esta dirección.

En lugar del enfriamiento, que se muestra en principio en las Figuras 2a y 2b y se basa en canales CH "macroscópicos", es posible utilizar también un denominado enfriamiento de micro-canal muy bien conocido por la técnica anterior como tal. En el enfriamiento de micro-canal el objetivo es llevar el agente de enfriamiento en los pequeños micro-canales mecanizados de la placa M de base tan cerca de los emisores de láser de generación de calor como sea posible. Una ventaja del uso de las barras LB de láser estrecho es, sin embargo, que es posible realizar un enfriamiento suficientemente eficaz en la mayoría de los casos mediante el uso de estructuras más simples y totalmente sin un costoso enfriamiento de micro-canal que es, como se conoce como tal, difícil de implementar.

Una estructura de una barra LB láser fría puede ser de la siguiente manera. Una fina placa IL aislante se ha fijado en la placa M de base (por ejemplo, de cobre), siendo la placa aislante, como se muestra en la Figura 2a, corta en

relación con la placa M de base en el extremo de la barra LB láser, en el que la barra LB láser se puede instalar directamente contra la superficie de la placa M de base. Dicha placa IL aislante que entra entre las dos placas M de base que se han apilado una encima de otra puede ser, por ejemplo, de nitruro de boro o de algún otro material con alta conductividad térmica. La barra LB láser se fija a la placa M de base el lado p hacia abajo. La barra LB láser puede comprender un conductor W de corriente ya instalado, como se muestra en la Figura 3, que puede, después que la barra LB láser se ha fijado a la placa M de base, conectarse a la parte inferior de la placa M de base de la siguiente capa utilizando, por ejemplo, un pegamento epoxi compuesto de plata eléctricamente conductora. El conductor W de corriente se puede disponer, por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, en el que ambos extremos libres del conductor W se fijan a la parte inferior de la placa M de base anterior. De manera alternativa, solo el otro extremo del conductor W se puede fijar a la placa M de base anterior.

Cuando se instala la barra LB láser en la placa M de base es posible utilizar también meramente una técnica de soldadura o pegamento en lugar del conductor W de corriente. La instalación se puede realizar también de manera que las barras LB láser fijadas a la placa M de base se entierran hasta el mismo nivel que la placa IL aislante. Posteriormente, es posible fijar a la superficie, por ejemplo, una preforma de soldadura, evaporar una capa de soldadura adecuada o distribuir una capa de pegamento conductor de la electricidad. Las placas M de base que se apilan una sobre otra se pueden calentar también a la vez, en las que la capa de soldadura se derrite y el contacto necesario se produce entre las placas M de base que están una sobre la otra y la barra LB láser que está en la placa de base.

### 3. El apilamiento de barras láser para torres láser y para pilas de torres láser

Para lograr una mayor potencia de luz, las barras LB láser individuales que se fijan en la placa M de base se apilan para formar torres láser más altas, en la que las barras LB láser se acoplan eléctricamente en serie. En relación con el apilamiento, la superficie de extremo de las barras LB láser en el lado de los emisores E se puede proteger temporalmente, en la que los espacios de aire que permanecen posiblemente en la estructura se pueden llenar preferentemente con un material térmicamente conductor, por ejemplo, con un pegamento eléctricamente conductor adecuado. En este caso, el enfriamiento de la estructura se hace más eficaz.

Las Figuras 4a a 4d muestran, como un principio, una posible estructura de la torre LT láser construida de barras LB de láser estrecho, así como la óptica FAC de colimación del eje rápido (no mostrada en las Figuras 4c y 4d). La óptica FAC de colimación puede ser un conjunto de lentes de la técnica anterior, que, de acuerdo con la Figura 4a se compone de lentes que se han dispuesto por separado frente a cada barra LB láser.

Las Figuras 4a a 4d muestran también las marcas de dibujo correspondientes a diferentes direcciones de dicha torre LT láser que se colima con respecto al eje rápido. Estas marcas de dibujo se utilizan en las siguientes Figuras.

Cuando las barras LB láser se apilan una sobre otra para formar una torre LT láser, el tamaño del área de la estructura que emite luz aumenta en la dirección del eje rápido y sigue siendo la misma en la dirección del eje lento. Las torres LT láser ya realizadas se pueden apilar adicionalmente de manera correspondiente una encima de otra, donde se obtienen pilas de torres LTP láser en las que el tamaño del área de emisión de luz está creciendo adicionalmente en la dirección del eje rápido. Las pilas de torres LTP láser pueden incluir torres LT láser de diferentes longitudes de onda, como se mostrará más adelante, por ejemplo, en la Figura 5.

Las pilas de torres LTP se pueden apilar de manera que las torres LT láser se dirigen una encima de otra con una precisión suficiente, de modo que las torres LT láser contenidas en la pila LTP de torres láser se puede conectar para enfriarse en serie. En otras palabras, los canales CH de enfriamiento contenidos en las barras LB láser se dirigen uno hacia el otro en la barras LB láser que se sitúan una encima de otra y los canales CH de enfriamiento viajan, por tanto, de manera uniforme a través de toda la torre LT láser y adicionalmente en la pila LTP de torres láser.

La placa M de base fría se puede revestir, por ejemplo, utilizando una estructura alternativa de capa de soldadura Sn/Au, en la que la temperatura de fusión del revestimiento se eleva normalmente cuando la estructura se ha fundido por primera vez. Esto permite que los pilotes de las torres LT láser frías enfríen una barra LB láser al momento sin tener la junta de soldadura anterior fundida en conexión con la soldadura de una nueva barra LB láser fría. El espesor de la estructura de capa de soldadura Sn/Au fabricada por evaporación se conoce también con precisión, en la que las dimensiones de la torres LT láser se conocen con gran precisión.

Una torre LT láser que contiene, por ejemplo, 10 barras LB de láser estrecho, frías puede proporcionar normalmente 100 W de potencia de luz continua. La luz saliente se ha polarizado con láseres de diodos brillantes de emisión periférica normalmente en el plano xz.

### 4. La colimación del eje rápido (FAC)

El eje rápido de cada barra LB láser se colima en una manera típica conocida a partir de la técnica anterior, como tal, mediante el uso de la óptica FAC de colimación del eje rápido tan pronto como el haz se ha propagado en esta dirección casi para cubrir la distancia entre las barras LB de láser de superposición. La colimación se puede implementar, por ejemplo, utilizando lentes cilíndricas esféricas, lentes de muela, ópticas difractivas o



combinaciones de las mismas. La Figura 4a muestra, en una vista de principio, un conjunto FAC de lentes que implementa la colimación del eje rápido.

5 En una situación, en la que las barras LB láser individuales en la torres LT láser se sitúan con una precisión suficiente una respecto a la otra, es preferible utilizar para la colimación del eje rápido un elemento de matriz óptica, el conjunto FAC de lentes, que se posiciona como un único componente en la parte delantera de la torre LT láser. Por lo tanto, el número de los componentes del FAC que tienen que instalarse se reduce significativamente y la etapa es rápida de implementar. Cuando se utilizan barras LB de láser estrecho de acuerdo con la invención, un componente FAC de este tipo también es de tamaño pequeño, lo que hace que la automatización de la instalación más fácil.

10 Un factor de limitación general en la colimación del eje rápido de los láseres de diodo es la inexactitud de la distancia en la dirección z entre el emisor E y la óptica FAC de colimación. En otras palabras, la distancia entre un solo emisor E y un lugar de la óptica FAC de colimación correspondiente al mismo no es suficientemente exacto para la colimación adecuada del haz. En caso de barras de láser ancho de la técnica anterior, la inexactitud de la mencionada instalación se multiplica de manera eficaz y la óptica FAC de colimación puede, por ejemplo, en los  
15 bordes de una barra de láser ancha en la dirección x desviarse de la distancia óptima hasta un grado perjudicial.

Por otra parte, en relación con la instalación de las barras de láser ancho, por ejemplo, la supervisión que se realiza utilizando un microscopio es complicada, ya que cuando se utiliza una magnificación suficiente los lados de la barra de láser ancha están muy lejos uno del otro en la dirección x para obtener una imagen precisa de una sola vez con un dispositivo de formación de imágenes. Las barras LB de láser estrecho de la invención no son tan sensibles a la  
20 inexactitud de posicionamiento como las barras láser más anchas de la técnica anterior. Ambos bordes de la barra LB de láser estrecho se pueden controlar fácilmente de una sola vez con una alta exactitud, por ejemplo, por medio de visión por ordenador utilizando solo un dispositivo de formación de imágenes.

#### 5. La combinación de haces (multiplexación) y compensación

25 La Figura 5 muestra, en una vista de principio, las torres LT láser, y las pilas LTP de torres láser que se forman apilando las torres láser una encima de otra situadas en una formación circular de la invención en sectores de manera que todas transmitan luz en una dirección radial hacia un eje de revolución. El eje de revolución A es referido más adelante como el eje A óptico.

30 Cualquier número físicamente posible de pilas LTP de torres láser se puede aplicar en sectores en dicho círculo. De acuerdo con la invención, la dirección de los haces procedentes de cada pila LTP de torres láser se hace girar 90° utilizando elementos ópticos adecuados, en el que se puede hacer que todos los haces se propaguen axialmente en la misma dirección una cierta distancia desde el eje A óptico. Estos haces que se propagan a la misma dirección se centran más en un punto para producir una densidad de potencia óptica elevada.

35 A continuación, la propagación de los haces procedentes de diferentes torres LT láser se observan en una estructura de acuerdo con la Figura 5. Los principios y símbolos de dibujo que se muestran en la Figura 5 se utilizan más adelante en las otras realizaciones de la invención mostradas en las Figuras 6 a 13.

40 El haz de la longitud de onda  $\lambda_n$  se examina primero, que se origina en la torre LT51 láser de la Figura 5. Dicho haz que se ha mostrado esquemáticamente con una línea de puntos se está propagando primero radialmente recto hacia el eje A óptico procediendo a través de un elemento P giratorio de polarización y un elemento C de compensación óptica, hasta que el haz se desvíe de su dirección de propagación original en 90° por medio de un elemento DE de cambio de dirección.

La finalidad del elemento C de compensación óptica es modificar el haz que se combina de la torres LT láser incluidas en una única pila LTP de torres láser para ser de tal manera que el eje lento del haz que se combina de los emisores de dicha pila LTP de torres láser por multiplexación se pueda colimar por la óptica SAC de colimación del eje lento como se describirá más adelante.

45 El elemento C de compensación es típicamente un plano óptico producido de material óptico que tiene un índice de refracción adecuado y que compensa la diferencia de trayectoria de los haces; una pieza de medio. Al adaptar el índice de refracción del material, así como el espesor y la forma de la pieza de una manera adecuada para cada torre LT láser, es posible compensar la distancia diferente de las torres LT láser en relación con la óptica FO de enfoque.

50 El elemento C de compensación puede funcionar también como una lente, en la que también la diferente dispersión de las diferentes longitudes de onda  $\lambda_1$  a  $\lambda_n$  de las torres LT láser y/o sus diferentes divergencias iniciales son consideradas. Por lo tanto, el elemento C de compensación puede ser o incluir, por ejemplo, una o una pluralidad de lentes cilíndricas.

La compensación se puede implementar también por completo sin elementos C de compensación reales, por ejemplo de manera que la distancia de cada torre LT láser desde el eje A óptico se establezca de forma aplicable cuando se forma un pila LTP de torres láser.

5 Después del elemento DE de cambio de sentido, que puede ser, por ejemplo, un espejo o un prisma, el haz originado de la torre LT51 láser continúa axialmente hasta un combinador PBC de haces de polarización en el que se realiza la multiplexación por polarización de los haces que se han originado de las torres LT51 y LT52 láser.

10 L operación de los combinadores de haz de polarización corresponde, en principio, a la de los divisores de haz de polarización, pero se invierte en relación con la de los divisores de haz. Dado que los haces combinados con los combinadores PBC de haz de polarización se deben preferentemente polarizar perpendicularmente uno respecto al otro, es posible girar la polarización de un segundo haz a combinarse en  $90^\circ$  por elementos P giratorios de polarización, tales como placas  $\lambda/2$ , si es necesario. La luz procedente de las torres LT láser es originalmente polarizada en el plano xz.

15 Un haz ilustrado por una línea de puntos y procedente de una torre LT52 láser procede al combinador PBC de haces de polarización y procede sin cambiar su dirección a través de dicho componente. Un haz procedente de la torre LT51 láser se ha, a su vez, propagado anteriormente a través del elemento P giratorio de polarización, en el que su plano de polarización se ha girado  $90^\circ$ . En el combinador PBC de haces de polarización este plano de polarización se enfrenta a un cambio de  $90^\circ$ . Después del combinador PBC de haces de polarización, los haces proceden como en superposición.

20 Posteriormente el haz combinado procede hacia el eje A óptico, hasta que se desvía para proceder axialmente por medio del elemento DE de cambio de dirección.

La multiplexación por longitud de onda se implementa utilizando reflectores dicróicos adecuados y espejos y/o prismas ordinarios. La multiplexación por longitud de onda hace que sea posible combinar los haces de la torre LT láser de cada pila LTP de torres láser que emiten diferentes longitudes de onda  $\lambda_1$  a  $\lambda_n$  a un haz.

25 Los combinadores DBC de haces dicróicos encontrados por el haz de la longitud de onda  $\lambda_n$  multiplexada de polarización durante su progreso se han diseñados de manera que la longitud de onda  $\lambda_n$  en cuestión, proceda a través de los mismos sin cambiar la dirección. Cada combinador DBC de haces dicróicos se diseña también para desviar los haces de luz procedentes radialmente desde una ubicación axial respectiva para ser paralelos a la dirección A del eje A óptico, pero para hacer pasar los haces procedentes de la izquierda en la Figura 5, que están ya por tanto en paralelo con el eje A óptico. Por lo tanto, las múltiples longitudes de onda  $\lambda_1$  a  $\lambda_n$  diferentes procedentes de diferentes torres LT láser de la pila LTP de torres láser se pueden conectar una encima de otra.

30 Las torres LT láser y las pilas LTP de torres láser que son pilas de barras LB de láser estrecho, así como la estructura simétrica axial de la invención permiten, como se ha descrito anteriormente, una multiplexación espacial muy eficaz. La multiplexación espacial es aplicable a la recogida de los haces de cada pila LTP de torres láser que se encuentran en diferentes sectores y que se combinan por multiplexación por longitud de onda y por polarización en la misma ubicación en el espacio. Si la estructura de acuerdo con la Figura 5 contiene m sectores, es decir, m artículos de pilas LTP de torres láser ( $m = 2, 3, \dots$ ) en una formación simétrica axial según se observa desde la dirección del eje A óptico, es posible aumentar la densidad de potencia del punto de enfoque cuando no se presentan pérdidas de m veces.

40 Debido a la estructura simétrica axial de la invención, la periferia exterior del dispositivo tiene una gran cantidad de espacio para disponer el enfriamiento de las barras LB láser.

#### 6. La colimación del eje (SAC) lento

45 En la solución de la invención, la estrechez de la barras LB láser hace que la colimación del eje lento sea más simple hasta un grado significativo, debido a la óptica de estrechamiento y óptica de apilamiento de la técnica anterior complejas y que ocupan espacio. De acuerdo con la invención, el eje lento se colima preferentemente después de combinar haces procedentes de diferentes torres LT láser y pilas LTP de torres láser, cuando dichos haces que son paralelos al eje A óptico y divergen lentamente en la dirección de las tangentes de los círculos que rodean el eje han crecido a un área de sección transversal adecuada. El área de sección transversal de los haces permiten el uso de grandes componentes de colimación, lo que permite la precisión de la colimación, que es un principio bien conocido a partir de las ópticas como tales.

50 La colimación del eje lento se puede implementar de acuerdo con la invención por las ópticas SAC de colimación del eje lento que se muestra en la Figura 5. Dicha óptica SAC de colimación es preferentemente una pila de lentes escalonada, cuya sección transversal de la pila de lentes según se observa desde la dirección del eje A óptico se asemeja al área de un sector de círculo correspondiente. Una estructura de las ópticas SAC de colimación del eje lento en base a la pila de lentes se ilustra con más detalle en las Figuras 8a a 8c.

55 Los haces que se han originado de las torres LT láser y colimados directamente a partir de entonces por las óptica FAC de colimación del eje rápido con respecto a su eje rápido se dirigen a diferentes planos L1 a LN de la óptica

SAC de colimación (pila de lentes) del eje lento de acuerdo con la Figura 8a a 8c. La distancia de cada plano L1 a LN individual de la óptica SAC de colimación de los láseres contenidos en las torres LT láser se determina por el hecho de que el haz divergente en la dirección del eje lento tiene tiempo de crecer sustancialmente hasta la anchura de la lente que se sitúa en su lugar (plano L1 a LN). En la práctica, esto significa que la luz se colima siempre utilizando una lente tan grande como sea posible y, de acuerdo con los principios básicos de la óptica, la calidad de la colimación se puede conservar de este modo lo más alta posible.

### 7. Enfoque

Un campo de luz combinado por multiplexación por longitud de onda, por polarización y espacial y colimado respecto a los ejes rápido y lento se puede enfocar ahora aún más utilizando una reflexión u óptica de lentes aplicable como la óptica FO de enfoque.

Cuando se utiliza un espejo paraboloide axialmente simétrica como la óptica FO de enfoque, como se muestra en la Figura 5, se pueden evitar errores acromáticos, en los que diferentes longitudes de onda se centran de manera similar y es posible producir un pequeño punto de enfoque circular. Valores numéricos de abertura muy grandes del haz de centrado se pueden producir por medio de la óptica de espejo paraboloide, en la que se obtienen grandes densidades de potencia y profundidades focales de corto alcance.

Cuando se utiliza la óptica de lentes como la óptica FO de enfoque, tal como en las realizaciones mostradas en las Figuras 10 y 11, los errores acromáticos hacen que el punto de enfoque sea más oblongo en la dirección del eje A óptico cuando se enfocan una pluralidad de longitudes de onda. Esto puede ser una característica deseable en algunas situaciones. Por lo tanto, una óptica de enfoque óptima se puede seleccionar dependiendo de la aplicación.

Algunas ópticas FO de enfoque que son aplicables para enfocar la potencia de luz se muestran en las Figuras 9a a 9e. Las Figuras 9a y 9b muestran ópticas que se basan en ópticas de lentes y las Figuras 9c y 9e muestran respectivamente soluciones basadas en la óptica de espejo. Dependiendo de la finalidad del uso del dispositivo, el eje A óptico se puede penetrar en el medio del elemento FO de centrado (Figuras 9b y 9d). Para el espejo de enfoque paraboloide, es posible tratar una superficie esférica en el centro de un punto focal, a través del que el frente de la onda sigue en paralelo con la dirección normal de la superficie esférica y, por tanto, sin distorsión (Figuras 9c a 9e). La parte del eje de giro en la proximidad de la superficie esférica, parte a través de la que no procede ningún haz, se puede perforar o formar en una superficie plana (Figuras 9d y 9e). La superficie plana se puede introducir, por ejemplo, utilizando material de relleno que tiene una densidad óptica adecuada y que se puede añadir al compuesto FO, por ejemplo, por pegamento o fundición. La distancia focal del paraboloide se puede seleccionar para adaptarse mejor a la aplicación.

### 8. Resultado

Por medio de las barras LB de láser estrecho y la estructura sectorizada simétrica axial de la invención es posible implementar soluciones técnicas muy compactos en las que diferentes procedimientos de multiplexación se pueden utilizar de manera eficaz y simultáneamente. Mediante el uso de una multiplexación por longitud de onda y de polarización eficaz es posible producir un haz cuya luminosidad es mayor que la luminosidad original de un solo láser de diodo. Debido al procedimiento, es posible producir densidades de potencia, que son suficientes para el procesamiento de diferentes materiales. Debido a la estructura simétrica axial, el punto de enfoque del dispositivo láser de acuerdo con la invención es circular, lo que es ventajoso por ejemplo en vista de la automatización de la utilización del dispositivo láser. Además, la estructura permite el uso del espacio libre que queda en la proximidad del eje A óptico, por ejemplo, para la visualización, suministro de diferentes materiales, aspiración o soplado. Debido a la estructura compacta no hay necesidad de transferir los haces de largos intervalos, en la que ligeras imprecisiones en el posicionamiento mutuo de los componentes del dispositivo láser no ponen en peligro la calidad del haz tanto como en estructuras que son más grandes en tamaño. La barra LB de láser estrecho es ventajosa también en vista del enfriamiento.

Las torres LT de láser estrecho permiten también suministrar una cierta potencia eléctrica en el dispositivo láser también con una mayor tensión y baja potencia total en comparación con las torres de láser ancho utilizadas en la actualidad. Esta es una característica particularmente importante en diferentes aplicaciones de impulsos en las que los tiempos de subida y caída de los impulsos de corriente y correspondientemente también de impulsos de luz son críticos. Por ejemplo, en aplicaciones médicas de la energía óptica se puede racionar de manera más precisa hasta el objetivo. Gracias a sus buenas propiedades de multiplexación por longitud de onda, el dispositivo de la invención se puede utilizar, por ejemplo, de una manera que diferentes longitudes de onda  $\lambda_1$  a  $\lambda_n$  se optimizan para realizar diferentes procesos. Una aplicación de este tipo podría incluir un corte de tejido con una longitud de onda y coagular la sangre con otra longitud de onda. Una tercera longitud de onda podría ser para iluminar un objetivo, en la que la visualización del objetivo se produciría con una longitud de onda diferente del procesamiento del objetivo. Por lo tanto, es fácil filtrar las longitudes de onda utilizadas en el procesamiento y dar lugar a la morfología del objetivo.

**Algunas realizaciones preferentes de la invención**

5 La solución basada en la estructura sectorizada de barras LB de láser estrecho y simétrica axial de la invención se puede implementar técnicamente de muchas maneras. A continuación se describen algunas realizaciones preferidas de la invención. Al principio consideramos algunas cuestiones que por lo general son muy variadas en estructuras. A partir de entonces seguimos considerando algunas realizaciones especiales.

*Variaciones de una realización general*

10 Cuando se fabrican láseres de diodo, es posible producir la oblea de láser material semiconductor en una forma más fina de lo normal, en el que las barras LB láser que son más finas de lo normal se obtienen correspondientemente. Esto hará que el enfriamiento sea más eficaz, debido a que la energía térmica se transfiere a continuación de manera más eficaz a través de la capa semiconductor fina de la barra LB láser a la placa M de base fría.

15 La canalización CH de las placas M de base de la barras LB láser se puede realizar en una pluralidad de diferentes maneras. Las placas M de base pueden contener un gran número de pequeños orificios, y en la parte superior y debajo de una pila compuesta de múltiples placas M de base pueden haber elementos que recojan juntos los canales CH en el extremo de dicha pila para fijar los tubos de enfriamiento externos. Si los canales de enfriamiento se hacen exactamente en el mismo lugar en cada torre LT láser de la pila LTP de torres láser, es posible combinar los canales CH uniendo las torres LT láser próximamente entre sí. Los canales CH de enfriamiento formados en las placas M de base pueden también ser ranuras. También es posible utilizar los micro-canales de la técnica anterior en el enfriamiento de las barras LB láser.

20 La torre LT láser se puede implementar de varias maneras diferentes. La torre LT láser se puede construir por ejemplo, para ser escalonada de manera que las paredes delanteras de emisión de luz de las barras LB láser que se sitúan una encima de otra se sitúan en una pluralidad de diferentes niveles. Tal estructura de la torre láser escalonada se puede utilizar en la compensación debido a que diferentes barras LB láser se encuentran a diferentes distancias unas de otras, y en relación con los componentes ópticos (por ejemplo, DE, DBC, PBC, SAC, FO) que tratan el haz y en relación con el eje A óptico.

25 Los combinadores DBC de haces dicróicos utilizados en la multiplexación por longitud de onda, tales como espejos dicróicos pueden tener diferentes formas. La estructura de la Figura 6 comprende combinadores DBC de haces dicróicos que tienen una sección transversal en forma de diamante en comparación con los elementos en forma de cuadrados que se utilizan en la Figura 5. Los combinadores DBC de haces dicróicos en forma de cuadrado se pueden formar por ejemplo, mediante la unión de dos prismas de 90° que tienen una sección transversal triangular cuando se observan desde el lado de manera que, por ejemplo, la otra superficie que se fija es un espejo dicróico (revestimiento). También la multiplexación por polarización se puede implementar utilizando diferentes combinadores PBC de haces de polarización cuya estructura y uso es como tal conocido por un experto en el campo.

30 El eje lento se puede colimar en la manera anteriormente descrita después de combinar los haces obtenidos a partir de diferentes torres LT láser y después que se han puesto en paralelo con el eje A óptico. De manera alternativa, la colimación del eje lento (SAC) se puede realizar directamente después que se ha realizado la colimación del eje rápido FAC.

35 La Figura 10 describe una estructura en la que se realiza la colimación del eje lento para cada una de las torres LT láser con una óptica de colimación separada del eje lento SAC (superficie de lente) antes de cambiar la dirección de los haces. En este caso, se requieren más óptica de colimación del eje lento SAC, pero por otro lado la compensación de los haces se puede realizar con mayor precisión.

40 La colimación del eje lento de la torre LT láser o pila LTP de torres láser que se realiza directamente después del eje rápido se puede implementar por una pila de lente que se compone de una o una pluralidad de lentes y escalones. En caso de que solo haya un escalón L1 a LN (cf. Figuras 8a a 8c), que es una lente cilíndrica ordinaria, entonces, la colimación tiene lugar homogéneamente en cada barra láser de la torre LT láser. Si hay más escalones L1 a LN, los haces parciales que han partido de diferentes partes de la torre LT láser viajan trayectorias desiguales antes de colimación. Debido a la divergencia, esos haces parciales que han viajado una distancia más larga antes de la colimación alcanzan las ópticas SAC de colimación en un tamaño más grande que los haces parciales que han viajado una distancia más corta antes de la colimación. Al utilizar este principio, es posible aumentar el tamaño del haz cuando viaja fuera del eje A óptico, y de utilizar, tan eficazmente como sea posible, el área disponible de la estructura simétrica axial que está creciendo junto con el haz. Por lo tanto, también se mejora, respectivamente, la calidad de colimación. La estructura de escalón se puede omitir de las ópticas de colimación del eje lento, si se forman las diferencias de trayectoria de los haces parciales de alguna otra manera, tal como la torre LT láser mencionado anteriormente con una estructura escalonada, o si la calidad de los haces es, de otro modo, suficiente.

55 La mejora de la técnica de fabricación de láseres de diodo puede conllevar, en un futuro, a una divergencia más corta del eje lento (por ejemplo, los denominados láseres cónicos), en la que la calidad del haz se puede mejorar aún más. Otra alternativa es simplificar la óptica SAC de colimación del eje lento, en la que el tamaño del dispositivo se disminuye y la estructura se simplifica. El tamaño del dispositivo se puede disminuir si es necesario, también con

una lente adecuada que se sitúa delante de la óptica SAC de colimación del eje lento y que divide el eje lento, en la que la óptica SAC de colimación del eje lento se puede situar más cerca de los láseres.

5 La óptica SAC de colimación del eje lento puede también estar ausente en el caso de que la finalidad de uso permita un haz de una calidad inferior. Después, se pueden reducir también los requisitos para la óptica FAC de colimación del eje rápido.

En caso de que la potencia máxima y/o la densidad de potencia necesaria no sean factores críticos, la estructura de la invención de la técnica anterior se puede simplificar omitiendo la multiplexación por polarización y/o de longitud de onda. En su versión más simplificada, el dispositivo puede por lo tanto contener torres KT láser que emiten la misma longitud de onda (banda de longitud de onda) en una formación circular.

10 *Realización de acuerdo con la Figura 6*

15 La Figura 6 describe una realización de la invención, en la que todos los procedimientos de multiplexación antes mencionados se utilizan simultáneamente. En cada sector de láser, las pilas LTP61 y LTP62 de torre fabricadas de torres LT láser se sitúan en dos direcciones que son perpendiculares entre sí y dichas pilas de torres láser pueden ser idénticas entre sí. Las pilas LTP61 y LTP62 de torres láser se pueden acoplar en serie para su enfriamiento, y comprenden elementos ópticos adecuados para su compensación. Los planos de polarización de la segunda pila LTP61 de torres láser se giran 90°, después de lo que los haces se pueden combinar utilizando el combinador de haces de polarización. El eje lento se puede colimar por una pila escalonada de lentes SAC después que los haces se han combinado. Otra alternativa es proporcionar en cada torre láser o pila de torres láser con una óptica SAC de colimación individual del eje lento.

20 También en esta solución, la estructura se puede simplificar de manera permitida por la finalidad de uso. La multiplexación por polarización (elementos P y PBC) puede, por ejemplo, omitirse o una alternativa es acoplar nuevas longitudes de onda, en el que un combinador DBC de haces dicroicos, es decir, un espejo dicroico adecuado para la finalidad, reemplaza el combinador PBC de haces de polarización. Naturalmente, puede haber dos o múltiples sectores.

25 *Realización de acuerdo con las Figuras 7a y 7b*

30 La realización mostrada en las Figuras 7a y 7b en la que las torres LT71 y LT72 láser tienen la misma longitud de onda y se sitúan en cada sector a los lados del combinador PBC de haces de polarización forman juntas un ángulo de sustancialmente 90°. Además, las figuras describen una manera novedosa de realizar la multiplexación por longitud de onda. Para mayor claridad, los combinadores PBC de haces de polarización y los elementos P giratorios de polarización se han omitido en la Figura 7a, en la que las marcas de dibujo de las torres LT láser se muestran más claramente. La misma práctica se ha aplicado más tarde también a la Figura 10.

35 Los haces de la torres LT71 y LT72 láser procedentes de las diferentes partes se combinan en el combinador PBC de haces de polarización, cuando el plano de polarización del haz procedente de la segunda torre LT71 láser se gira por primera vez en el elemento P giratorio en 90° (placa  $\lambda/2$ ) de polarización. Un haz de luz combinado después del combinador PBC de haces de polarización procede al elemento C de compensación y después al elemento 71 especular, que incluye un elemento DE de cambio de dirección y combinadores DBC de haces dicroicos. El elemento 71 especular forma un ángulo de preferentemente 45° con el eje A óptico.

40 El haz continúa desde el elemento DE de cambio de sentido axialmente hacia el combinador DBC de haces dicroicos, en el que cambia su dirección hacia el eje A óptico. El haz sale del lado derecho del elemento 71 especular, después de haberse reflejado en el combinadores DBC de haces dicroicos y en el elemento DE de cambio de dirección. Los combinadores DBC de haces dicroicos del elemento 71 especular operan de manera que dejan pasar los haces que se propagan radialmente y reflejan los haces que se propagan axialmente. Los haces combinados de diferentes longitudes de onda salen del lado derecho del elemento 71 especular y continúan hacia las posibles ópticas de colimación del eje lento SAC y de enfoque FO.

45 Las superficies dicroicas del elemento 71 especular se pueden hacer por ejemplo utilizando múltiples evaporaciones para diferentes áreas o, de manera alternativa, el elemento se puede fabricar combinando elementos separados (líneas discontinuas en el elemento 71).

50 El elemento C de compensación después del combinador PBC de haces de polarización puede ser triangular, de acuerdo con la Figura 7a. Una alternativa es implementar una forma óptima para cada elemento C de compensación por separado. La compensación se puede realizar también mediante el cambio de la posición de la torres LT láser.

En esta solución también puede haber una o múltiples longitudes de onda y, además, la multiplexación por polarización se puede omitir a costa de la eficiencia para simplificar la estructura. El elemento P giratorio de polarización se puede evitar utilizando, por ejemplo, un denominado prisma Thompson como el combinador de haces de polarización.

55 *Otras estructuras posibles*

La Figura 10 muestra una forma posible de multiplexación por longitud de onda para las torres LT láser. La multiplexación por polarización se realiza utilizando la disposición de acuerdo con las Figuras 7a y 7b, pero la multiplexación por longitud de onda se implementa con combinadores DBC de haces dicróicos que tienen formas heterogéneas.

5 Las ópticas SAC de colimación del eje lento se han colocado directamente después de las pilas LTP de torres láser, lo que permite la mejor compensación. Como dicho elemento colimación del eje lento SAC se puede utilizar una lente cilíndrica o una pila de lentes cilíndricas de acuerdo con las Figuras 8a a 8c. Para disminuir la estructura, entre las torres LT láser y las pilas de lentes cilíndricas, se puede colocar una lente que diverge del eje lento. También en esta estructura, las ópticas SAC de colimación del eje lento se pueden combinar y llevarse delante de la óptica FO de enfoque.

10 La Figura 11 muestra una estructura en la que cuatro longitudes de onda diferentes se combinan con una estructura compacta y sin multiplexación por polarización. Como alternativa, si  $\lambda_1 = \lambda_2$  y  $\lambda_3 = \lambda_4$ , es posible combinar juntos  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ , así como  $\lambda_3$  y  $\lambda_4$  por medio de los elementos P giratorios de polarización y de combinadores PBC de haces de polarización. Los haces combinados con multiplexación por polarización se pueden combinar además con el combinador DBC de haces dicróicos. Para la colimación del eje lento SAC, se utilizan dos elementos colimación de acuerdo con las Figuras 8a a 8c o lentes cilíndricas. Otra alternativa es implementar la colimación del eje lento SAC directamente en la dirección de la torre LT láser y el haz entre el primer elemento DBC dicróico.

15 La Figura 12 muestra una implementación alternativa de la multiplexación por longitud de onda, en la que los haces de pila LTP de torres láser que se han recogido en la parte superior de cada otra se combinan radialmente. Un paralelogramo 121 puede corresponder al elemento 71 especular de la Figura 7a. Como alternativa, las superficies especulares dicróicas se pueden situar en los elementos ópticos triangulares, en los que el paralelogramo 121 puede ser una guía de ondas ordinaria que utiliza la reflexión interna total. En esta implementación alternativa, es posible añadir elementos ópticos adecuados para la compensación.

20 La Figura 13 ilustra una estructura compacta para la multiplexación por cuatro longitudes de onda. Como alternativa, si  $\lambda_1 = \lambda_2$  y  $\lambda_3 = \lambda_4$ , es posible combinar juntos  $\lambda_1$  y  $\lambda_2$ , así como  $\lambda_3$  y  $\lambda_4$  por medio de los elementos P giratorios de polarización y de los combinadores PBC de haces de polarización. Los haces combinados con multiplexación por polarización se pueden combinar además con el combinador DBC de haces dicróicos.

25 Combinando las prácticas descritas en conexión con las realizaciones antes mencionadas de la invención y las estructuras del sistema en diferentes maneras es posible implementar diferentes realizaciones de la invención dentro del alcance de la invención según se define por las reivindicaciones. Por lo tanto, los ejemplos antes mencionados no deben interpretarse para limitar la invención, sino que las realizaciones de la invención pueden variar libremente dentro del alcance de las características inventivas presentadas en adelante en las reivindicaciones.

30 Por ejemplo, es obvio que las torres LT láser que emiten diferentes longitudes de onda  $\lambda_1$  a  $\lambda_n$  a la pila LTP de torres láser de un determinado sector se pueden colocar en un orden óptimo en vista de la compensación. Por ejemplo, el láser de una longitud de onda que diverge más lento en la dirección del eje lento se puede colocar más lejos de las ópticas FO de enfoque que los láseres de una longitud de onda que diverge más rápido. Al situar las torres láser en la pila LTP de torres láser es posible compensar también las diferentes propiedades de dispersión de las diferentes longitudes de onda.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de producción de una densidad de potencia óptica elevada, comprendiendo el procedimiento la colimación de la radiación emitida desde una pluralidad de barras (LB) láser, y la conformación de los haces de láser que están dispuestos para propagarse en una dirección sustancialmente paralela a un eje (A) óptico, en el que los láseres (E) de diodo de una barra (LB) láser individual están situados de tal manera que los ejes (x) lentos de los láseres (E) de diodo adyacentes de dicha barra (LB) láser individual son sustancialmente paralelos al eje lento (x) de dicha barra (LB) láser individual, emitiendo los láseres (E) de diodo de dicha barra (LB) de luz individual sustancialmente en la misma dirección (z), y en el que cada barra (LB) láser comprende menos de 10 láseres de diodo, y las barras (LB) láser están dispuestas en dos o más sectores alrededor del eje (A) óptico, formando dichos sectores un círculo alrededor del eje (A) óptico según se observa desde la dirección del eje (A) óptico, el círculo en el que la estructura de los sectores se repite a sí mismo a separaciones angulares regulares o irregulares, y en el que la dirección de los haces que abandonan de los diferentes sectores es girada (DE), si es necesario, para formar los haces de láser que son propagados en la dirección sustancialmente paralela al el eje (A) óptico, **caracterizado porque** la dirección de un eje (x) lento de una barra (LB) láser en un primer sector es diferente de la dirección de un eje (x) lento de una barra (LB) láser en un segundo sector.
2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los ejes (x) lentos de las barras (LB) láser son sustancialmente perpendiculares al eje (A) óptico.
3. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las barras (LB) láser son recogidas una encima de otra, en un sector individual, para formar una o una pluralidad de torres (LT) láser.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** las torres láser (LT) son recogidas una encima de otra, en un sector individual, para formar una o una pluralidad de pilas (LTP) de torres láser.
5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en un sector individual se utilizan láseres (E) de diodo de una pluralidad de diferentes longitudes de onda ( $\lambda_1$  a  $\lambda_n$ ).
6. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la anchura (L) del campo cercano de emisión de luz eficaz de una barra (LB) láser es del orden de 0,5 mm.
7. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la radiación de las barras (LB) láser es combinada, en un sector individual, mediante multiplexación (P, DBC) por polarización.
8. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la radiación de las barras (LB) láser es colimada (FAC) en la dirección del eje (y) rápido antes que los haces de diferentes barras (LB) láser se combinen con multiplexación espacial, polarización o longitud de onda.
9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las propiedades de los haces que han partido de diferentes ubicaciones en relación con el eje (A) óptico son compensadas (C), en un sector individual, en vista de los efectos de diferencia de longitud de trayectoria, de divergencia o de longitud de onda.
10. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la radiación de los haces de láser sustancialmente paralelos al eje (A) óptico está enfocada (FO) con ópticas de lentes de simetría axial, especulares o difractivas.
11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el enfoque (FO) es realizado usando ópticas especulares paraboloideas axialmente simétricas.
12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, **caracterizado porque** la radiación de los haces de láser sustancialmente paralelos al eje (A) óptico es colimada (SAC) en la dirección del eje (x) lento antes que la radiación de los haces de láser sea enfocada (FO).
13. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un área libre que rodea el eje (A) óptico que queda en el medio de una estructura formada por los sectores es utilizada en la supervisión óptica o correspondiente de un objetivo.
14. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la radiación de los haces de láser es enfocada sobre un objetivo, en el que material necesario en el procesamiento del objetivo es introducido a través de un área libre que rodea el eje (A) óptico que queda en el medio de una estructura formada por los sectores, o el material que está presente en el procesamiento del objetivo es retirado a través de un área libre que rodea el eje (A) óptico que queda en el medio de la estructura formada por los sectores.
15. Un dispositivo láser que comprende una pluralidad de barras (LB) láser formadas de láseres (E) de diodo, medios para la conformación de haces de láser que son propagados en una dirección paralela a un eje (A) óptico, y medios para la colimación de la radiación emitida desde las barras (LB) láser, en el que los láseres (E) de diodo de

- una barra (LB) láser individual están dispuestos de tal manera que los ejes (x) lentos de los láseres (E) de diodo adyacentes son sustancialmente paralelos al eje (x) lento de dicha barra (LB) láser individual, y dichos láseres (E) de diodo adyacentes están dispuestos para emitirse sustancialmente en la misma dirección (z), y en el que cada barra (LB) láser comprende menos de 10 láseres de diodo, y las barras láser están dispuestas en dos o más sectores alrededor del eje (A) óptico, formando dichos sectores un círculo alrededor del eje (A) óptico según se observa desde la dirección del eje (A) óptico, círculo en el que la estructura de los sectores se repite a separaciones angulares regulares o irregulares, y en el que el dispositivo láser comprende medios para girar, si es necesario, la dirección de los haces procedentes de los diferentes sectores para conformar dichos haces de láser que son propagados en la dirección sustancialmente paralela al eje (A) óptico, **caracterizado porque** la dirección de un eje (x) lento de una barra (LB) láser en un primer sector es diferente de la dirección de un eje (x) lento de una barra (LB) láser en un segundo sector.
16. El dispositivo láser de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** los ejes (x) lentos de las barras (LB) láser son perpendiculares al eje (A) óptico en un sector individual.
17. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 16 anteriores, **caracterizado porque** las barras (LB) láser son recogidas una encima de otra, en un sector individual, para formar una o una pluralidad de torres (LT) láser.
18. El dispositivo láser de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado porque** las torres (LT) láser son recogidas una encima de otra, en un sector individual, para formar una o una pluralidad de pilas (LTP) de torres láser.
19. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18 anteriores, **caracterizado porque** en un sector individual se utilizan láseres (E) de diodo de una pluralidad de diferentes longitudes de onda ( $\lambda_1$  a  $\lambda_n$ ).
20. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19 anteriores, **caracterizado porque** cada una de dichas barras (LB) láser comprende aproximadamente 5 láseres (E) de diodo adyacentes.
21. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 20 anteriores, **caracterizado porque** un sector individual comprende, además, medios (P, PBC) para la combinación de la radiación de las barras (LB) láser de dicho sector mediante multiplexación por polarización.
22. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 21 anteriores, **caracterizado porque** un sector individual comprende, además, medios (DBC) para la combinación de la radiación de las barras (LB) láser mediante multiplexación por longitud de onda.
23. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 22 anteriores, **caracterizado porque** cada sector individual comprende, además, unos medios (C) para la compensación de las propiedades de los haces que han partido de diferentes ubicaciones relativas del eje (A) óptico en vista de la diferencia de longitud de trayectoria, de divergencia, o de longitud de onda.
24. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 23, **caracterizado porque** en un sector individual la distancia de las barras (LB) láser individuales o torres (LB) láser desde el eje (A) óptico es dispuesta para compensar las propiedades de los haces que han partido de diferentes lugares en la dirección del eje óptico en vista de la diferencia de longitud de trayectoria, de divergencia, o de longitud de onda.
25. El dispositivo láser de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 y 24, **caracterizado porque** el dispositivo comprende además ópticas (FO) de enfoque de simetría axial en base a ópticas de lentes o especulares para enfocar la radiación de los haces de láser que son propagados en la dirección del eje (A) óptico a un punto focal.
26. El dispositivo láser de acuerdo con la reivindicación 25, **caracterizado porque** dichos medios (FO) de enfoque están basados en ópticas especulares paraboloides axialmente simétricas.
27. El dispositivo láser de acuerdo con la reivindicación 25 o 26, **caracterizado porque** el dispositivo láser comprende medios (SAC) para colimar la radiación de dichos haces de láser en la dirección (x) del eje lento antes que la radiación de los haces de láser sea enfocada por dichos medios (FO) de enfoque.
28. El dispositivo láser de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** dichos medios (SAC) para colimar el haz en la dirección del eje lento, comprenden una pila, a modo de sectores, de lentes cilíndricas.



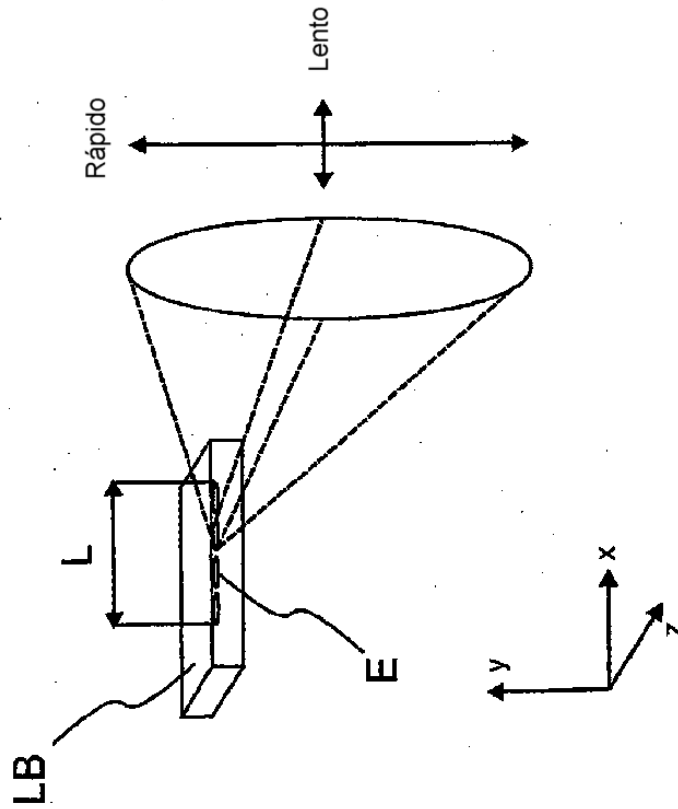
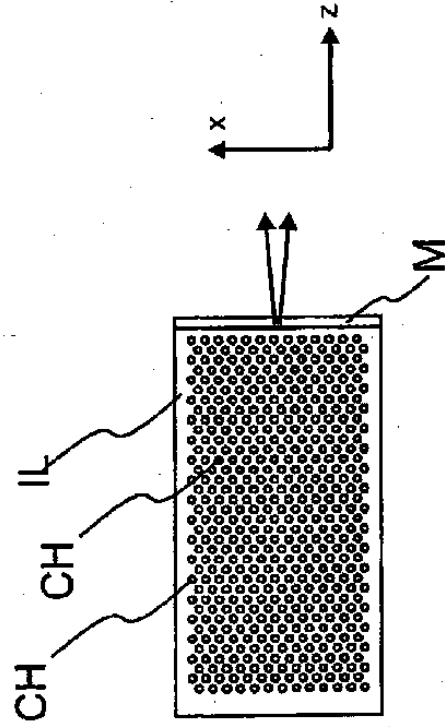
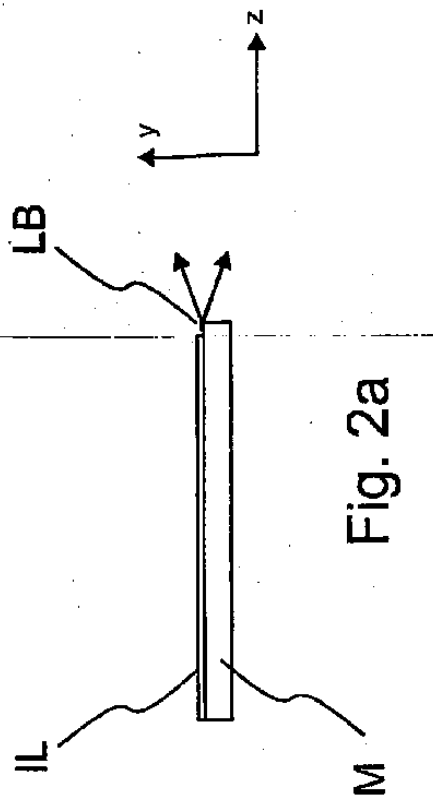


Fig. 2b

Fig. 1

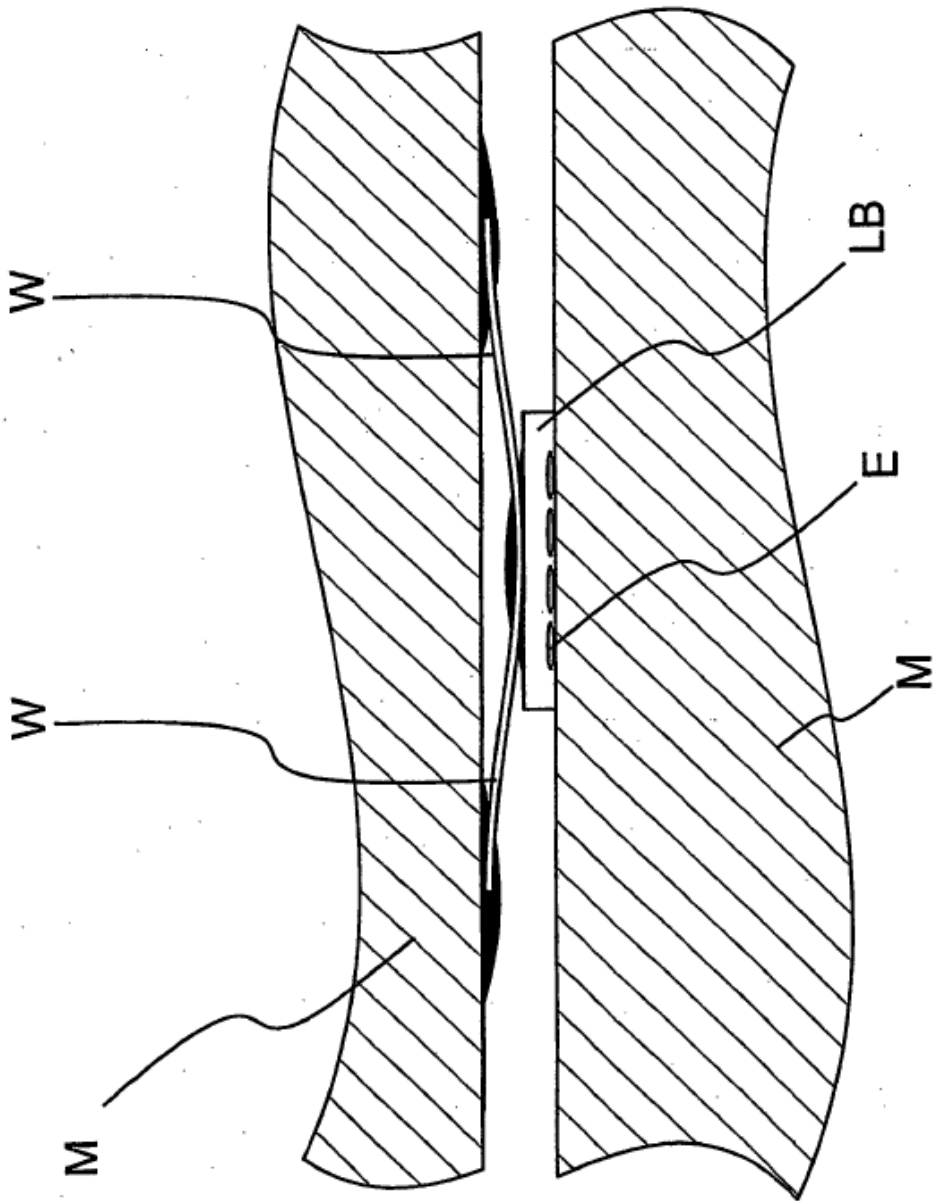


Fig. 3

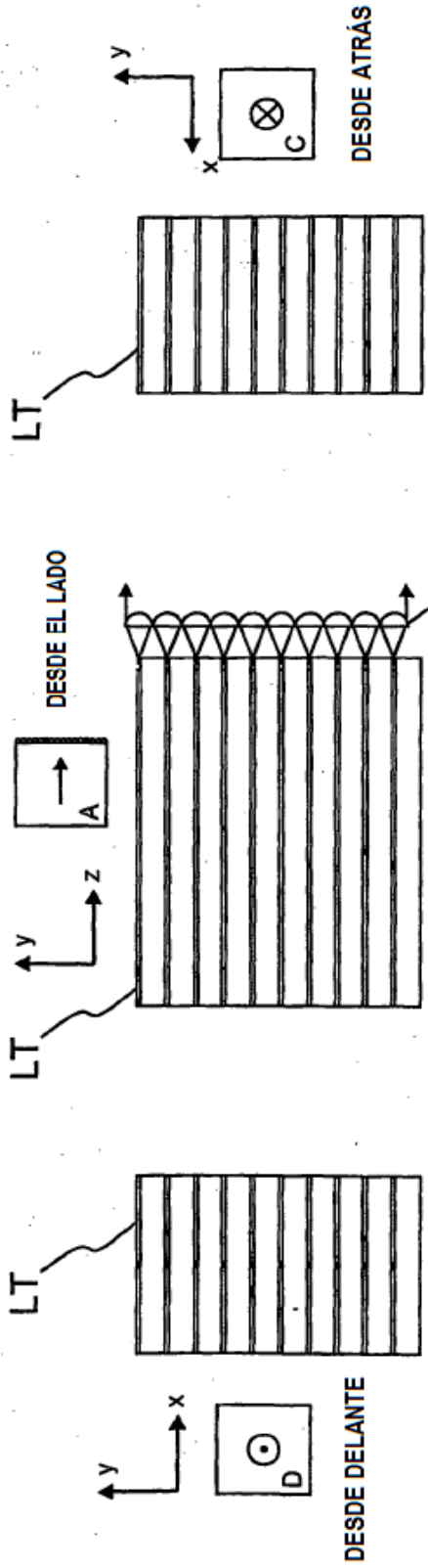


Fig. 4d

Fig. 4a

Fig. 4c

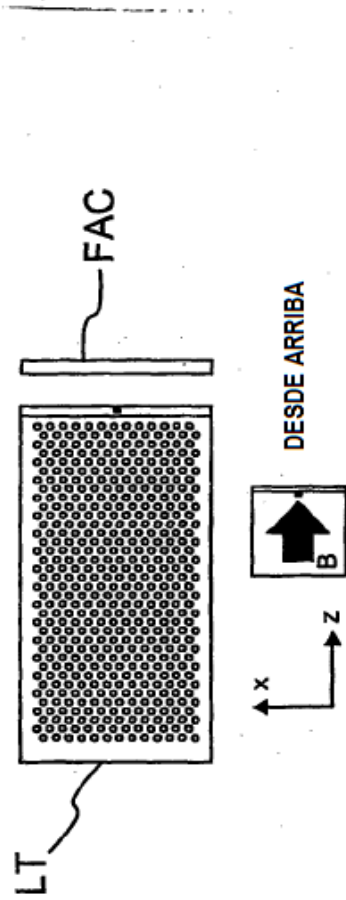


Fig. 4b

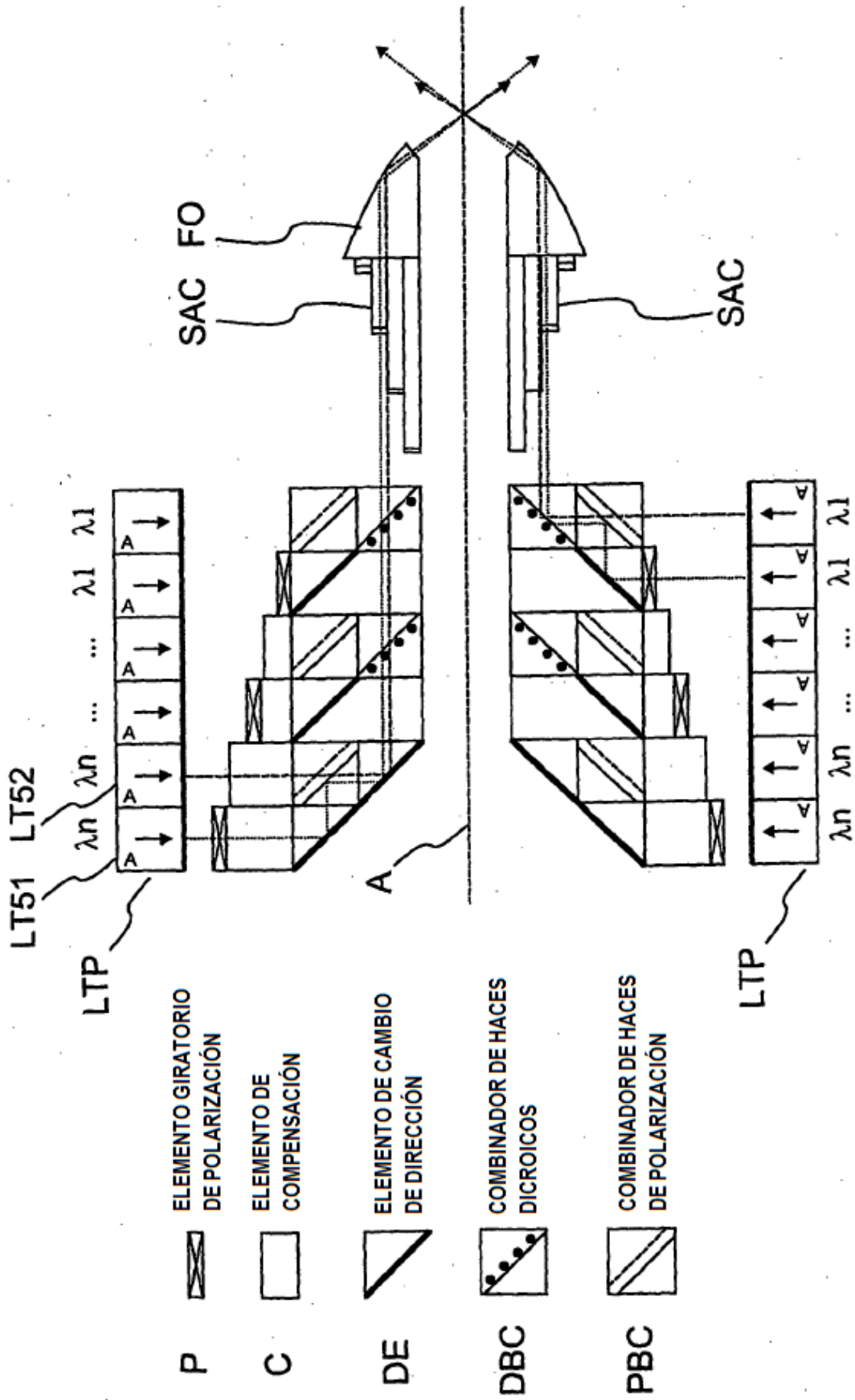


Fig. 5

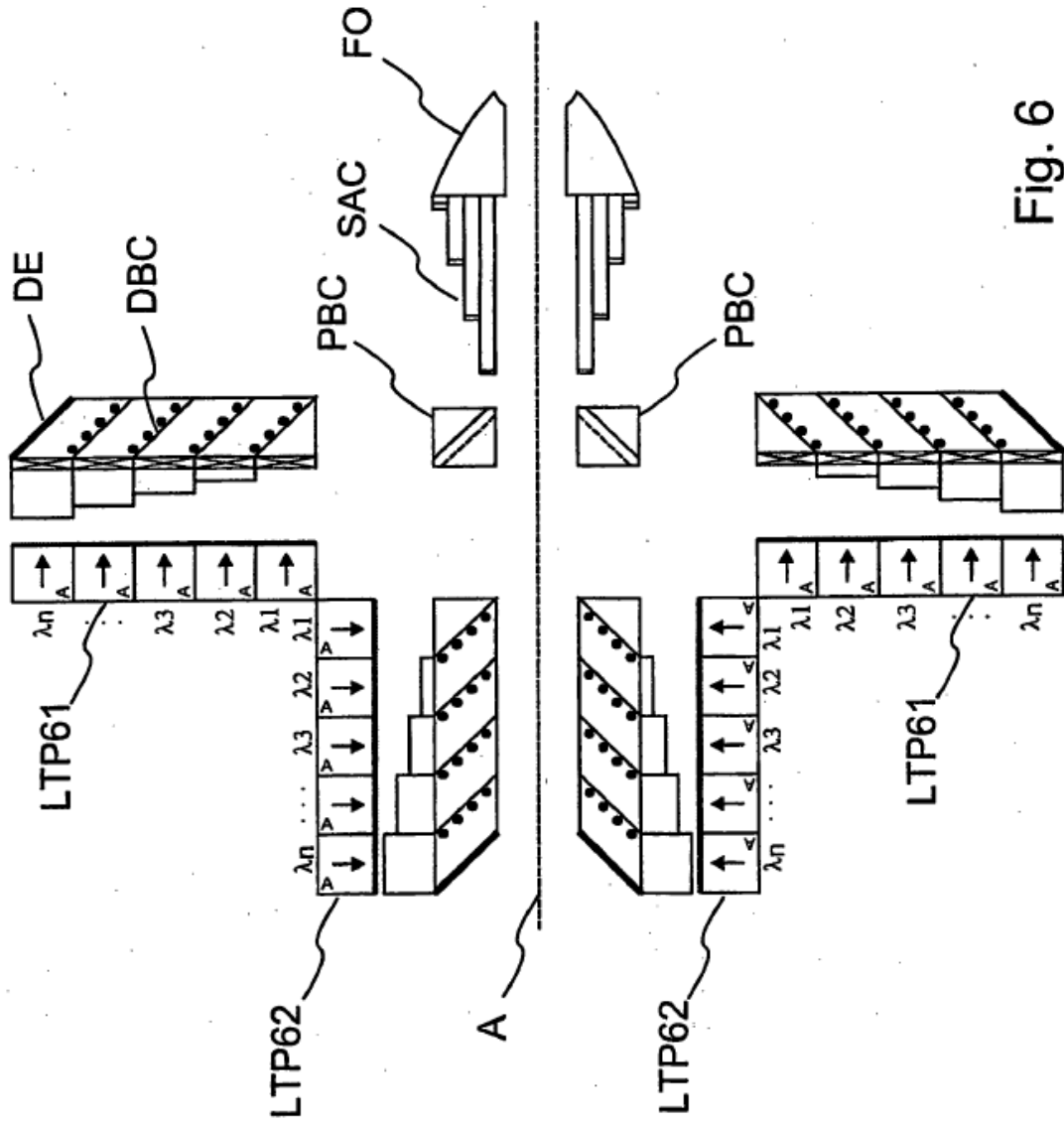


Fig. 6

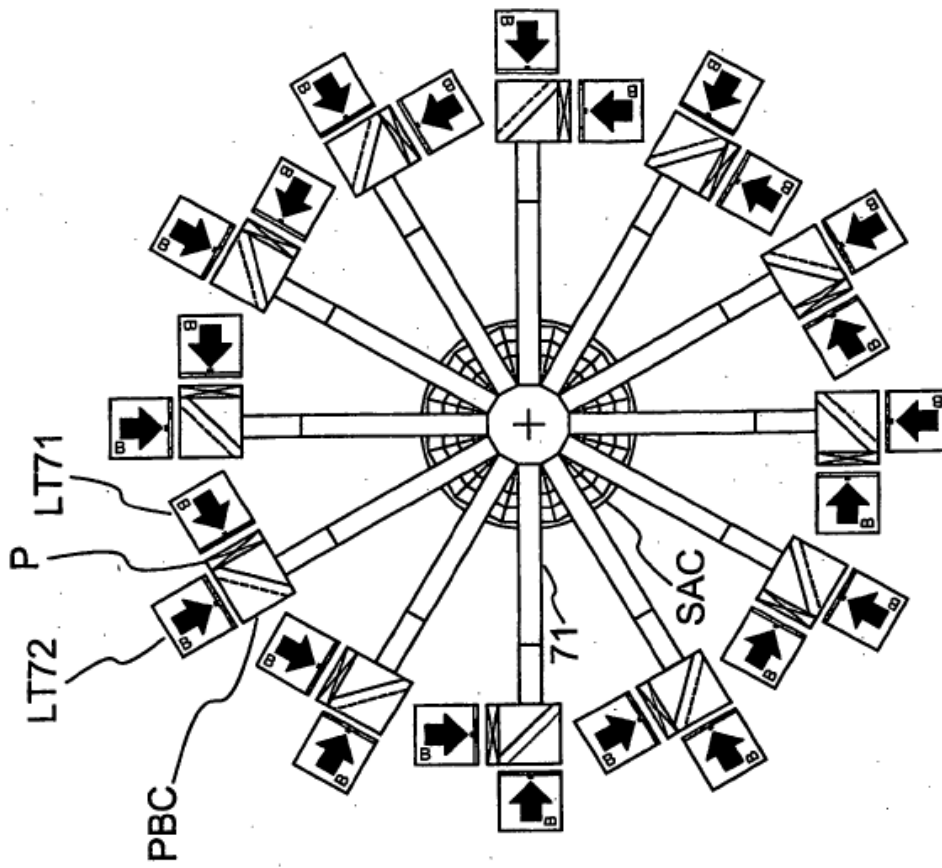


Fig. 7b

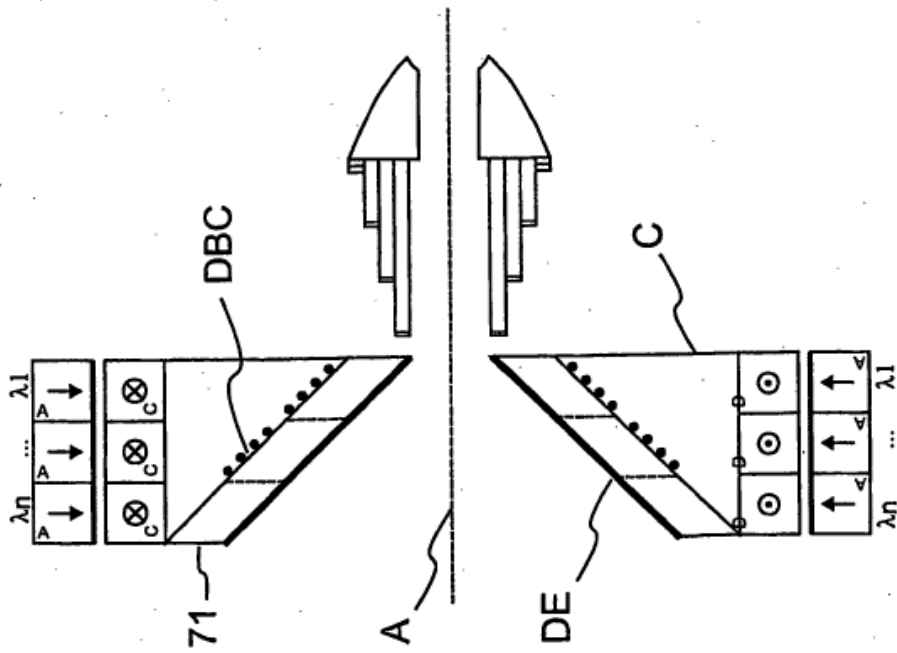


Fig. 7a

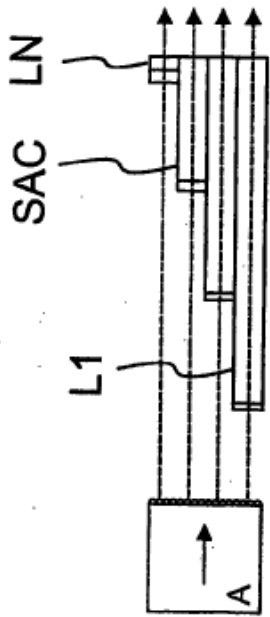


Fig. 8a

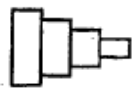


Fig. 8c

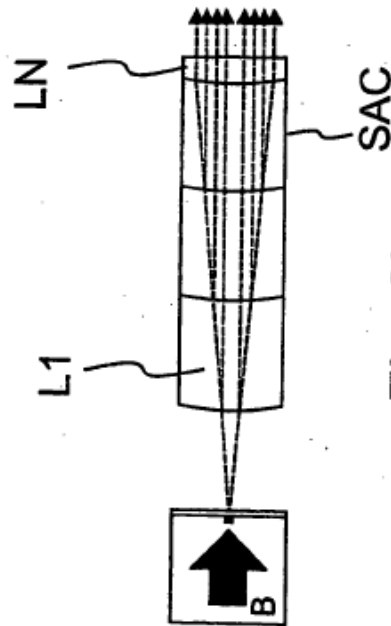


Fig. 8b

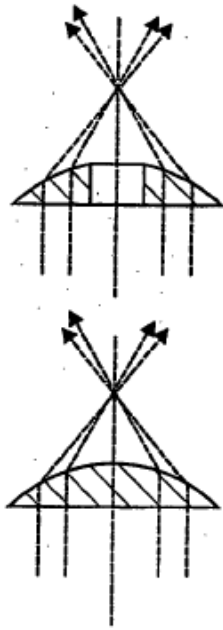


Fig. 9a

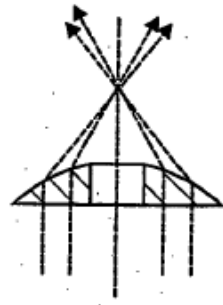


Fig. 9b

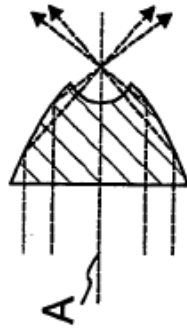


Fig. 9c

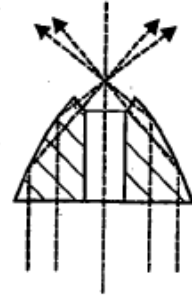


Fig. 9d

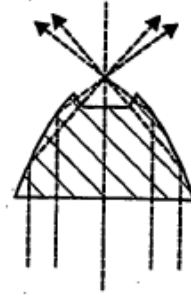


Fig. 9e

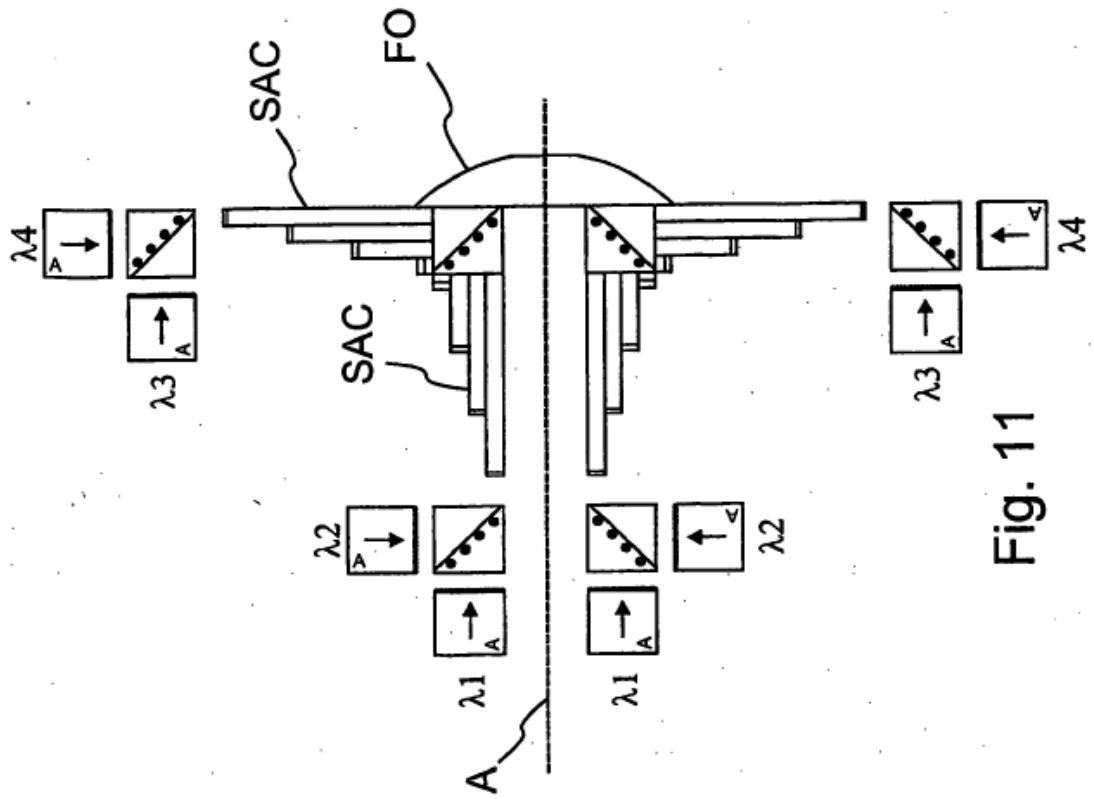


Fig. 11

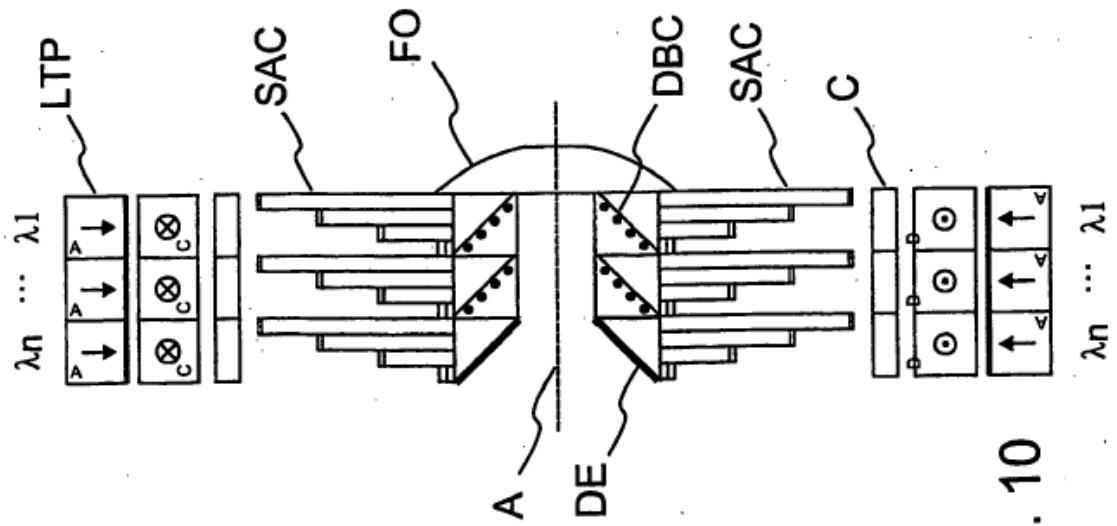


Fig. 10



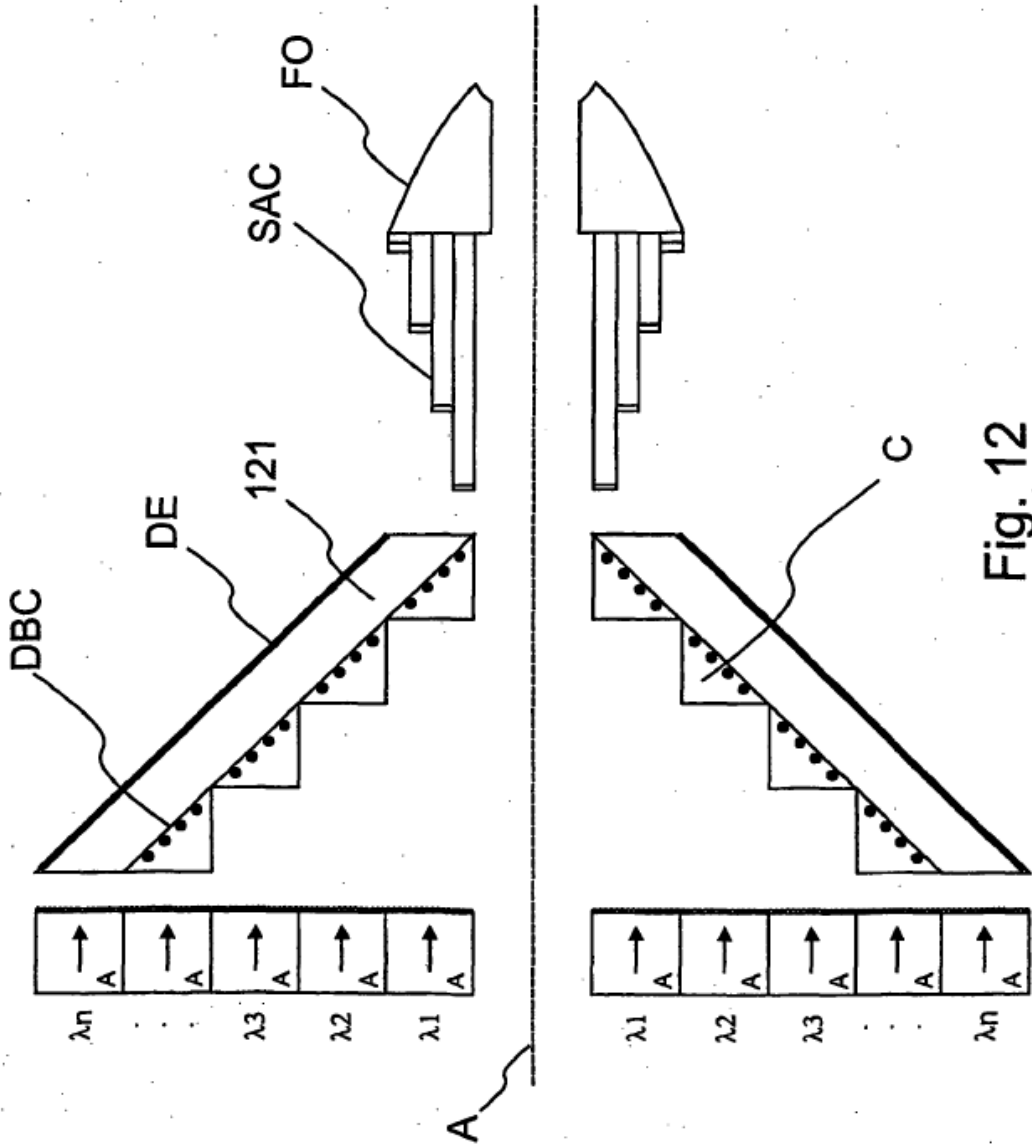


Fig. 12

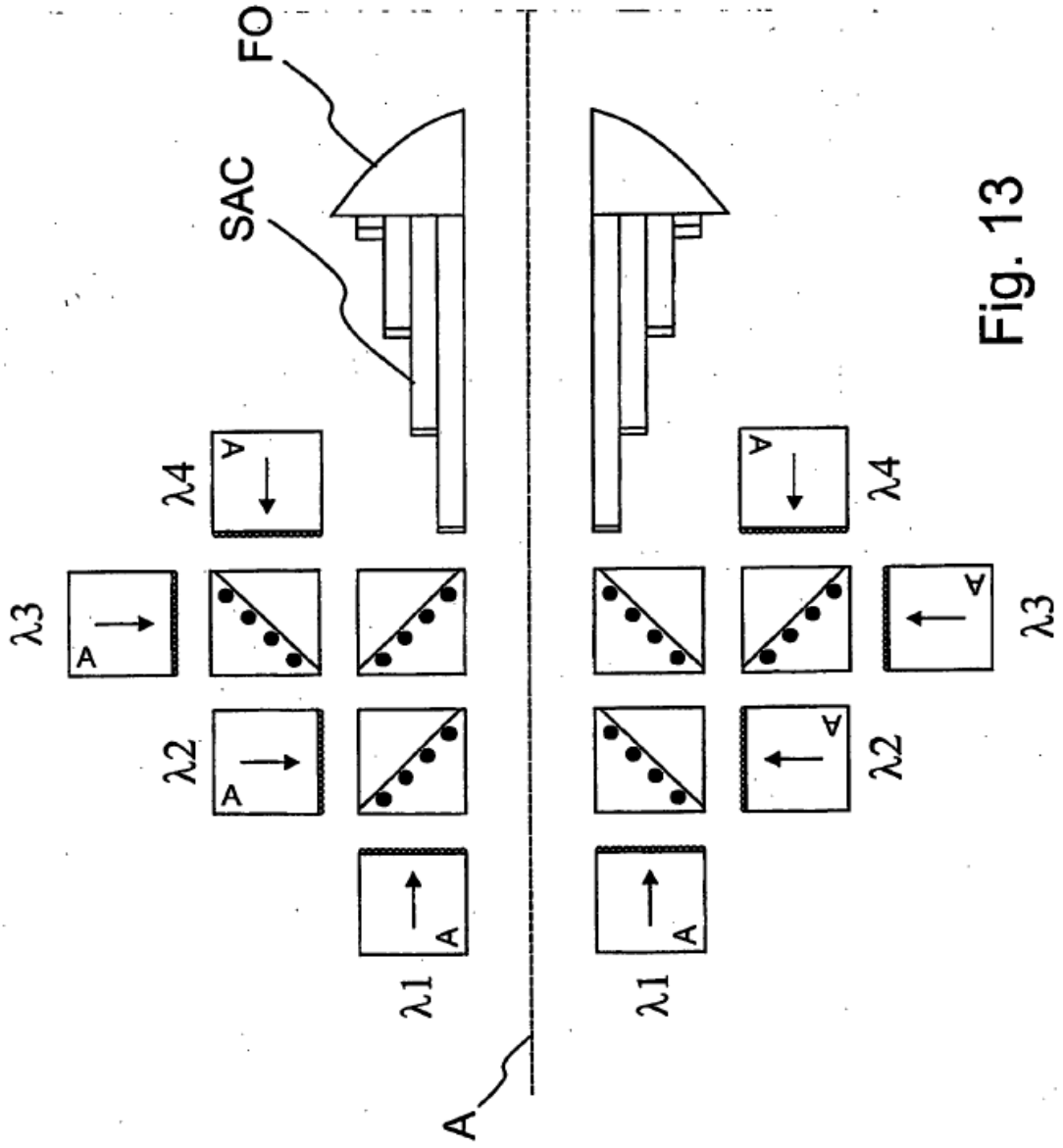


Fig. 13