

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 877 791**

51 Int. Cl.:

**G02B 27/30** (2006.01)

**G02B 27/09** (2006.01)

**B29D 11/00** (2006.01)

**H01S 3/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2011** **E 11188345 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.04.2021** **EP 2450737**

54 Título: **Arreglo de colimador de eje rápido**

30 Prioridad:

**09.11.2010 GB 201018914**

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

**17.11.2021**

73 Titular/es:

**POWERPHOTONIC LTD (100.0%)**  
**5A St. David's Drive, St. David's Business Park,**  
**Dalgety Bay**  
**Fife KY11 9PF, GB**

72 Inventor/es:

**MCBRIDE, ROY;**  
**CURRIE, MATTHEW y**  
**WENDLAND, JOZEF**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 877 791 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

## Arreglo de colimador de eje rápido

La presente invención se relaciona con elementos microópticos para láseres de diodo de alta potencia y en particular, aunque no exclusivamente, con un arreglo monolítico de colimador de eje rápido.

- 5 Los láseres de diodo de alta potencia se usan en aplicaciones tales como bombeo de láseres de estado sólido y directamente en procesamiento de materiales. Con el fin de lograr los niveles de potencia requeridos en un paquete compacto, las barras de diodo de emisores están dispuestas en apilamientos que proporcionan un arreglo bidimensional de emisores. Las barras de diodos son típicamente una barra semiconductora de 10mm de largo  
10 fabricada con 19 a 79 emisores que tienen anchos de 100 a 200µm. Los factores de llenado típicamente oscilan desde 10% a 80% como resultado de diferentes combinaciones de ancho de emisor y paso de emisor. Para los apilamientos de CW el paso de barra está en el rango de 1 a 2mm, mientras que para apilamientos de QCW el paso puede ser menor, en el rango de 300µm a 2mm. El semiconductor está unido por soldadura a un disipador de calor que puede incluir canales para enfriamiento por agua. Una configuración común de unidades producidas comercialmente apila diez barras, emitiendo cada barra 50-100W, para desarrollar una potencia láser total de 500-1000 W. Son alcanzables  
15 niveles de potencia de hasta 500W por barra en sistemas de QCW.

- Aunque tal disposición produce alta potencia, la calidad de haz es inaceptable para muchas aplicaciones. Para aplicaciones de alto brillo y también para algunas aplicaciones de brillo medio, por lo cual se refiere a aquellas con divergencia muy por debajo de la divergencia ex-faceta, el haz debe estar, al menos, colimado. Los fabricantes típicamente unen un colimador de eje rápido individual a cada barra. Los colimadores de eje rápido más comunes son  
20 lentes plano-acilíndricas, que se usan para proporcionar una colimación de baja aberración para el haz de eje rápido de alta apertura numérica, y las lentes de varilla cilíndrica, que proporcionan una colimación de calidad más pobre a menor coste. El eje rápido se refiere al eje vertical (perpendicular a la oblea semiconductora) donde el haz diverge rápidamente ( $NA \sim 0.5$ ) desde una región de emisor en el rango de µm. Esto está en contraste con el eje lento, paralelo a la cara de las barras, donde la región de emisor es más típicamente 100 µm ( $NA 0.05-0.1$ ). El eje lento (eje x) y el  
25 eje rápido (eje y) son perpendiculares entre sí y ortogonales a la dirección de propagación del haz (eje z).

- Para muchas aplicaciones, la calidad de haz resultante todavía es insuficiente. Las desventajas en usar una lente plano-acilíndrica a lo largo de cada barra son evidentes puesto que: la lente de colimación no se puede posicionar correctamente para todos los puntos a lo largo de la barra como resultado del efecto de "sonrisa", donde la barra semiconductora se dobla en la dirección de eje rápido por expansión diferencial durante la unión por soldadura, dando  
30 como resultado haces con dirección de apuntamiento variable; el "efecto de doblamiento de facetas", donde la barra semiconductora se dobla en la dirección de propagación de nuevo por la mecánica del proceso de unión por soldadura, dando como resultado haces con potencia focal residual variable, y errores al unir el colimador de eje rápido al disipador de calor con la precisión posicional requerida también degradan el espectro angular de la luz emitida. Adicionalmente, los errores de forma de superficie en la lente acilíndrica introducen aberraciones que se manifiestan  
35 en sí mismos como distorsión de frente de onda en el campo cercano (es decir el frente de onda colimado no es perfectamente plano) y aumenta la divergencia, llevando a una pérdida de resplandor, en el campo lejano. Adicionalmente, en muchas aplicaciones de los apilamientos de diodos láser, se requieren el llenado subsecuente de abertura, conformación de haces y óptica de combinación de haces y, debido a errores en ángulos de rayos desde el colimador de eje rápido, el diseño y efectividad de óptica de acondicionamiento de haz subsecuente se ven  
40 comprometidos.

- Cuando el paso de barra de eje rápido es menor que  $\sim 1.2$ mm, alinear e instalar lentes de colimación individuales se vuelve mecánicamente difícil, debido a la pequeña cantidad de espacio disponible para sostener, ajustar, y fijar cada lente. Cuando el paso de barra es mayor que  $\sim 1.2$ mm, surgen los mismos problemas cuando se requiere una colimación de alto factor de llenado, dado que esto requiere que las lentes de colimación sean colocadas en conjunto.  
45 Se ha propuesto la intercalación (US6993059, US7006549, US6266359, US7680170) para lograr un haz colimado de eje rápido con alto factor de llenado. La intercalación combina dos haces de bajo factor de llenado que usan un elemento óptico intercalador. La principal desventaja con esta solución es que el elemento intercalador es costoso de manufacturar y ocupa una cantidad significativa de espacio. Adicionalmente la mayoría de las disposiciones de intercaladores requieren dos apilamientos de barras de diodos láser separados. Una solución alternativa es compactar un único haz de bajo factor de llenado con un espejo escalonado u óptica alternativa con una función similar. Tal espejo se describe en el documento US6240116. Esta solución tiene desventajas similares a las del elemento intercalador.  
50

- En un intento por superar algunos de estos problemas, Doric Lenses Inc., Quebec, Canadá, ha desarrollado un ensamblaje de arreglo de lentes de colimador de eje rápido que usa colimadores discretos de eje rápido ubicados en  
55 un soporte en el extremo de las barras de diodos. Se mide el patrón de emisores en el apilamiento de barras de diodos láser y se fabrica un soporte de lente único. Las lentes de colimador de eje rápido cilíndrico de índice de gradiente individuales se ubican luego en el soporte, con una lente por barra de diodo. De esta forma, las irregularidades dominantes en la geometría del apilamiento de diodos láser se replican dentro del arreglo de eje rápido, y por consiguiente, se reduce significativamente la no coincidencia entre el apilamiento y arreglo de lentes. Por lo tanto este

enfoque se puede usar para una colimación de alto factor de llenado y se puede usar en arreglos con un paso de eje rápido pequeño ( $<1.2\text{mm}$ ).

Sin embargo, hay desventajas significativas en este enfoque. Para apilamientos grandes, instalar estos colimadores discretos en el arreglo es una tarea que consume mucho tiempo, y típicamente esto se hace ya sea de manera manual o usando un sistema semiautomatizado que aún requiere la participación humana. Los colimadores también deben fijarse en posición, usualmente por *epoxy*, y de este modo se introduce un tiempo de curado que ralentiza la construcción. Por consiguiente, el coste de ensamblaje y fiabilidad en términos de robustez y estabilidad medioambiental son indeseables. Una desventaja adicional es que el soporte de lente está poblado con colimadores estándar es decir una longitud focal y paso fijos, lo cual limita la corrección óptima de haz. Adicionalmente, este enfoque solo puede corregir errores en la posición de emisor de eje rápido y eje lento que varían linealmente a lo largo de cada barra, por lo que no puede corregir la sonrisa o doblamiento de facetas.

Los documentos US 6 407 870, US2008/218671, US2003/063391, US 6 993 059 y US 5 369 659 divulgan disposiciones ópticas útiles para entender la invención.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un arreglo de colimador de eje rápido que alivie o mitigue al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un arreglo de colimador de eje rápido cuyas propiedades se adapten a la geometría de un apilamiento de barras de diodos láser.

Es todavía un objeto adicional de la presente invención proporcionar un arreglo monolítico de colimadores de eje rápido para uso con un apilamiento de barras de diodos láser.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un láser de diodo de alta potencia que comprende un apilamiento de barras de diodos láser emisores de borde y un ensamblaje de arreglo de lentes de colimador de eje rápido de acuerdo con la reivindicación 1.

De esta forma, las dimensiones de arreglo son coincidentes con el número de emisores y un fabricante solo necesita montar un único elemento óptico en el extremo de las barras de diodo láser, reduciendo en consecuencia el potencial de desalineación mientras que aumenta la velocidad de construcción. Como las dimensiones del elemento en las direcciones de eje lento y eje rápido son aproximadamente  $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ , el elemento también es más fácil de manejar que múltiples lentes discretas. Más particularmente, el elemento microóptico proporcionará mejor colimación que un arreglo de colimadores con igual espaciado en el eje rápido.

El arreglo es bidimensional. De este modo los elementos se pueden preparar para cualquier número de barras de diodos en un apilamiento.

Cada colimador de eje rápido comprende una forma de lente en el elemento. Con cada forma de lente que describe una conformación de lente, se forma un arreglo de lentes en la estructura monolítica. Cada forma de lente coincide con un emisor en el apilamiento de barras de diodos láser y de este modo el elemento puede reemplazar el soporte y las lentes individuales en el ensamblaje de la técnica anterior de Doric.

Preferiblemente, una profundidad de la conformación de lente está en el rango de  $50\mu\text{m}$  a  $500\mu\text{m}$ . Preferiblemente también, una superficie del elemento se alisa y se pule. De esta forma, se forma un elemento microóptico de precisión.

La pluralidad de colimadores de eje rápido puede tener sustancialmente las mismas características y estar ubicada en un arreglo sustancialmente regular en un láser de diodo de alta potencia fuera del alcance de la presente invención. Esto proporciona un arreglo de colimadores de eje rápido idénticos en un paso fijo entre cada arreglo en el eje x. De esta forma, los elementos se pueden manufacturar en un paso fijo específico que se basa en el paso medio real de un apilamiento de barras de diodos específico para cada arreglo en el eje x.

Alternativamente, los elementos de paso fijo se pueden manufacturar en un rango de diferentes pasos que cubren la tolerancia típica de proceso de paso de barra, y se pueden usar en una línea de producción como componentes de selección en prueba, en un láser de diodo de alta potencia fuera del alcance de la presente invención.

Usando la técnica de litografía en movimiento, se puede elegir la longitud focal de cada lente de colimador de eje rápido para optimizar la colimación global para la barra que colima.

Los enfoques anteriores no tratan los problemas de paso variable entre barras, paso de barra-barra variable a lo largo de cada barra, giro de barra alrededor del eje y (eje rápido), sonrisa de barra, y otras desviaciones de la geometría ideal. Cada colimador de eje rápido tiene características determinadas por una ubicación de emisor individual correspondiente en un apilamiento de barras de diodos láser medido. De esta forma, la posición y longitud focal del arreglo de colimador de eje rápido están diseñadas para coincidir con las ubicaciones precisas, y en particular las ubicaciones en los ejes x, y e incluso z, de los emisores en el apilamiento de barras de diodos láser, dando calidad de haz mejorada ya que los colimadores de eje rápido son coincidentes idealmente con cada emisor.

- La conformación de lente se puede interpolar a lo largo del eje lento para dar una transición continua entre las formas de lente. Esto es particularmente adecuado para altos factores de llenado, donde los haces desde emisores adyacentes pueden superponerse antes de alcanzar la superficie de salida de la lente. Esta interpolación evita ventajosamente discontinuidades repentinas en la altura de superficie o pendiente o curvatura, de tal manera que las formas de lente se pueden ubicar más cerca en conjunto y el elemento posicionado más cerca al apilamiento de barras de diodos láser es decir proporcionando un factor de llenado más alto y un paso más fino. Preferiblemente, el elemento incluye características ópticas adicionales tales como corrección de pajarita o colimación de eje lento. Adicionalmente, cada colimador en el eje rápido se puede modificar a uno que produzca una función superior plana de eje rápido en el campo lejano de cada emisor. Al hacer conformaciones de lentes sobre el elemento monolítico, se puede proporcionar cualquier característica óptica basada en lentes en el elemento.
- Preferiblemente el elemento monolítico está hecho de sílice fundida. Esto permite ventajosamente el uso de micromecanizado por láser para dar tiempos de fabricación rápidos.
- Como ejemplo que no cae en el alcance de la invención, se proporciona un método de manufacturación de un elemento microóptico para usar con un apilamiento de barras de diodos láser, que comprende las etapas:
- (a) proporcionar un láser de CO<sub>2</sub> estabilizado en longitud de onda con potencia de láser estable que opera en una línea láser seleccionada desde el espectro de CO<sub>2</sub>;
  - (b) proporcionar un modulador acústico-óptico controlado por ordenador para dar control temporal sobre pulsos de láser desde el láser de CO<sub>2</sub>;
  - (c) proporcionar una etapa de traslación X-Y controlada por ordenador;
  - (d) ubicar un sustrato monolítico en la etapa de traslación;
  - (e) operar el láser, modulador acústico-óptico y la etapa de traslación para extirpar porciones del sustrato en un régimen de barrido de disposición disparo por disparo y formar un arreglo de formas de lentes predeterminadas sobre el sustrato.
- De esta forma, se produce un elemento microóptico que evita las etapas de escritura con utillaje o máscara de técnicas alternativas y proporciona una fabricación más rápida.
- Preferiblemente, el sustrato es sílice fundida. Se ha obtenido que tal material es ventajoso para el micromecanizado por láser.
- Preferiblemente, el método incluye la etapa adicional de operar un láser, modulador acústico-óptico y la etapa de traslación para fundir la sílice en un régimen de barrido de disposición para micropulir con láser la superficie del elemento microóptico.
- Al fundir la superficie de la sílice en zonas mayores que el paso de barrido, se elimina el patrón residual del barrido y se logra una superficie lisa, pulida. Esta etapa también se puede lograr rápidamente y proporciona un estándar más alto de alisado que las técnicas de pulido mecánico usadas en la fabricación óptica convencional y en vidrios de alto índice en particular.
- Preferiblemente, el método incluye la etapa de analizar las geometrías de emisor del apilamiento de barras de diodos láser para determinar conformaciones para las formas de lentes requeridas. De esta forma, se obtiene un arreglo monolítico de colimador de eje rápido adaptado.
- Ahora se describirán realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos acompañantes de los cuales:
- La figura 1 es una ilustración esquemática de un elemento microóptico para un láser de diodo de alta potencia que no está de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
  - La figura 2 es una ilustración esquemática de un apilamiento de barras de diodos láser de alta potencia;
  - La figura 3 es una ilustración esquemática de un conjunto de lentes acilíndricas planas ubicadas delante del apilamiento de barras de diodos de la figura 2 de acuerdo con la técnica anterior;
  - La figura 4 es el conjunto de lentes acilíndricas planas de la figura 3 mostradas en orientaciones geométricas calculadas;
  - La figura 5 es un elemento microóptico para un láser de diodo de alta potencia que no está de acuerdo con una realización de la presente invención;
  - La figura 6 es un elemento microóptico para un láser de diodo de alta potencia que no está de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 7 es un elemento microóptico para un láser de diodo de alta potencia de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La figura 8 es una ilustración esquemática de componentes y etapas en un método de manufacturación de un elemento microóptico para uso con un láser de diodo de alta potencia de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 Con referencia inicialmente a la figura 2 de los dibujos se ilustra un extremo de un láser de diodo de alta potencia, generalmente indicado por el número de referencia 10. El extremo muestra un apilamiento 12 de barras de diodos láser que comprende cuatro barras 14a-d de emisores 16a-e. Este es un apilamiento simplificado ya que el rango de valores se indica anteriormente. El paso entre emisores 16 y las barras 14 es deliberadamente pequeño de tal manera que existe un alto factor de llenado para proporcionar la alta densidad de potencia requerida.

10 Como se discutió previamente, los apilamientos 12 de barras producen haces de alta divergencia en el eje rápido (plano y-z). Se requiere la colimación de cada haz en el eje rápido para proporcionar una salida útil desde el apilamiento 12. Un sistema de la técnica anterior se ilustra en la figura 3. Aquí cuatro lentes 15 plano-acilíndricas idénticas se posicionan en orientación fija cerca del extremo 12 y se alinean con cada barra 14. Estos colimadores 15 de eje rápido proporcionan una colimación de baja aberración para el haz de eje rápido de alta apertura numérica. Las desventajas de este enfoque se discuten anteriormente.

15 Con referencia ahora a la figura 1 de los dibujos se ilustra un elemento microóptico, generalmente indicado por el número de referencia 11, que se posiciona en un extremo de un apilamiento 12 de barras de diodos láser de un láser 10 de diodo de alta potencia, no de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 El elemento 11 es una estructura monolítica de sílice fundida con dimensiones de aproximadamente  $1\text{cm}^2$ . Una cara se mecaniza plana, mientras que el mecanizado en la cara 20 frontal opuesta es un arreglo bidimensional de formas 22 de lentes. El número y ubicación de cada forma 22 de lente coincide con los emisores 16 del apilamiento 12 de barras. Cada forma 22 de lente define una conformación 24 de lente, que es principalmente convexa con una profundidad (en el eje de propagación z) de entre  $50\mu\text{m}$  y  $500\mu\text{m}$ . La conformación de lente define un colimador de eje rápido como se conoce en la técnica. Aunque un lado se muestra como una cara plana, la presente invención permite que ambos lados del elemento sean formados en formas 22 de lentes.

25 Las conformaciones 22 de lentes coinciden con las de las lentes 15 individuales de la técnica anterior, pero ahora están formadas en conjunto en una única estructura. Se proporciona una superficie 26 continua entre las lentes en el eje rápido. La superficie 26 está formada como un canal de profundidad suficiente para definir las cuatro conformaciones 22 de lentes separadas.

30 La conformación 22 de lente se define a partir del paso de barra y la apertura numérica de eje rápido de los emisores 16. En la primera realización de la presente invención, las conformaciones de lentes son uniformes a través del arreglo y asumen un paso variable. Al construir un láser de diodo de alta potencia, un fabricante podría elegir tal arreglo uniforme de colimadores de eje rápido desde un conjunto manufacturado en un rango de diferentes pasos que cubren la tolerancia típica de proceso de paso de barra. Estos serían componentes de selección en prueba.

35 Esto típicamente logrará una divergencia de eje rápido de 1 grado a 6 grados, dependiendo del incremento de paso de los arreglos de colimadores de eje rápido provistos y diversos otros factores mecánicos y ópticos.

40 Sin embargo, se conoce que debido a las tolerancias de manufacturación y construcción en el apilamiento 12 de barras de diodos, una cara plana de emisores 16 perfectamente orientados no es típica. Cada barra 14 tendrá una orientación geométrica única. Tal orientación puede medirse, mediante técnicas conocidas por los expertos en la técnica. Por lo tanto se puede calcular la ubicación de los colimadores 15 de eje rápido con respecto al apilamiento de diodos y la figura 4 muestra una orientación requerida exagerada. Con el fin de montar las cuatro lentes 15 individuales en estas orientaciones se requeriría un soporte de lente especialmente diseñado junto con procedimientos de montaje, pegado y curado especializados. Esto es excepcionalmente intensivo en tiempo y por consiguiente costoso.

45 Tomando las mediciones de las orientaciones de los apilamientos 12 de barras, se puede formar un único arreglo bidimensional monolítico de colimadores de eje rápido. Este elemento 110 óptico se ilustra en la figura 5. Cada conformación 122 de lente proporciona un colimador de eje rápido en relación con cada barra 14. La superficie 126, es un canal de ancho variable para acomodar las orientaciones de las conformaciones 22 de lentes. El elemento 110 resultante es un arreglo de colimador de eje rápido de dimensiones típicas,  $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ . De este modo el elemento 110 es más fácil de manejar y no se requiere el posicionamiento individual de lentes o la manufacturación de un soporte de lente especialmente diseñado.

50 En una realización preferida de la presente invención, se medirán las geometrías de emisor desde un apilamiento 12 de barras elegido, proporcionando valores separados para la ubicación de cada emisor 16. Cada conformación 22 de lente en el elemento 10 se mecaniza luego para que coincida con la ubicación del emisor 16 correspondiente en términos de longitud focal posterior y eje óptico. La figura 6 ilustra un arreglo 210 1D, que muestra conformaciones 222 de lentes para una única barra 14, que son coincidentes de esta forma. Las conformaciones 222 de lentes distinguibles son ahora evidentes a lo largo del eje lento (plano y-z). Los canales entre las conformaciones 222 de

lentes se interpolan deliberadamente a lo largo del eje lento para dar una transición continua entre las formas de lentes para evitar discontinuidades repentinas en la altura de superficie o pendiente o curvatura.

Aunque la figura 6 ilustra un arreglo unidimensional, ahora se hace referencia a la figura 7 de los dibujos que ilustra un elemento 310 microóptico, que tiene un arreglo bidimensional de colimadores de eje rápido, de acuerdo con una realización de la presente invención. En este elemento 322, los cálculos individuales desde cada emisor 16 se usan para proporcionar conformaciones 322 de lentes sobre la superficie 320 para proporcionar un haz de salida altamente colimado al apilamiento 12 de diodos láser. Los canales en espacios 326 están todos alisados permitiendo tanto la definición a las lentes 322 mientras que se eliminan las discontinuidades repentinas. El elemento 310 resultante es de nuevo, un arreglo de colimador de eje rápido de dimensiones típicas, 10mm x 10mm. De este modo el elemento 310 es más fácil de manejar y no se requiere el posicionamiento individual de lentes o la manufacturación de un soporte de lente especialmente diseñado.

Se pueden calcular otras dimensiones para proporcionar propiedades adicionales al elemento 310. Por ejemplo, se puede lograr la colimación a través del eje lento. También se pueden incorporar medidas correctivas tales como corrección de pajarita como se conoce en la técnica. También se pueden incorporar propiedades de conformación de haces tal como producir una función superior plana de eje rápido en el campo lejano de cada emisor.

Ahora se hace referencia a la figura 8 de los dibujos que ilustra los componentes de un proceso de micromecanizado por láser, generalmente indicado por el número de referencia 30, para crear un elemento 11,110,210,310 microóptico para uso con un apilamiento 12 de barras de diodos láser. El láser 32 de CO<sub>2</sub> excitado por RF está dispuesto antes de un modulador acústico-óptico (AOM) 34. Diversos elementos ópticos (no se muestran) dirigen el haz 36 de salida a un sustrato 38 de sílice sobre el cual se mecanizarán las conformaciones 22 de lentes.

El sustrato 38 de sílice fundida (típicamente una pieza de sílice fundida plana, de lados paralelos de 1 mm de grosor) se monta sobre una etapa 40 de traslación XY, que está controlada por ordenador 42 para moverse en etapas de 100nm en las dos dimensiones. Una lente 44 de enfoque montada en una etapa 46 Z controlada por ordenador, enfoca el haz 36 sobre el sustrato, una profundidad requerida para extirpar la sílice. El ordenador 42 mueve las etapas 40,46 en una configuración de barrido de tal manera que se logre la ablación controlada, mediante escritura láser disparo por disparo, de la sílice 38 para crear las conformaciones 22 de lentes requeridas para formar el arreglo de colimador de eje rápido.

Típicamente la mancha sobre el sustrato 38 corresponde a una cintura del haz Gaussiano de tal manera que el perfil de mancha en la superficie que va a ser mecanizado es Gaussiano circular. El radio de haz puede ser del orden de aproximadamente 25 µm.

El tiempo necesario para mecanizar cada conformación 22 de lente es aproximadamente 10 minutos. Todo el elemento 11 de este modo se puede manufacturar en una cantidad relativamente corta de tiempo proporcionando la capacidad de emprender prototipos rápidos.

La superficie 20 tipo mecanizada del elemento 11 se somete luego a un barrido de disposición del haz láser en un régimen de operación cercano a CW. Se crea de este modo una zona de fusión de aproximadamente 200µm de diámetro que elimina el patrón residual del barrido y alisa o pule la superficie 20. Esto puede llevarse a cabo mediante el mismo sistema, como se describe con referencia a la figura 8, que realiza el alisado, en un modo cercano a CW de operación, en cuyo caso el sustrato 38 no requiere ser movido entre las etapas de mecanizado y pulido. Alternativamente, el proceso puede llevarse a cabo mediante un sistema separado que esté optimizado para el proceso de alisado por láser.

La principal ventaja de la presente invención es que proporciona un arreglo monolítico de colimador de eje rápido con un diodo láser de alta potencia con barras apiladas. Tal estructura monolítica proporciona un elemento óptico que se puede usar en láseres con un alto factor de llenado, donde las ópticas individuales serían demasiado grandes.

Un elemento microóptico monolítico proporciona ventajas al reducir el requisito de experiencia manual en la producción, aumenta la velocidad de fabricación de elemento, reduce los costes de manufacturación, reduce el requisito de epoxy y en consecuencia reduce el tiempo de curado, y mejora la estabilidad de la construcción global de láser.

Una aún ventaja adicional de la presente invención es que proporciona un elemento microóptico monolítico mediante micromecanizado por láser. Este enfoque de fabricación evita errores de rectificado agudos. Aunque generalmente se supone que la sílice sería un mal material para hacer un colimador de eje rápido, la presente invención muestra que combinando el micromecanizado por láser con fusión para alisar la sílice, se obtienen elementos de alta tolerancia sin errores de rectificado agudos.

Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer modificaciones a la invención descrita en este documento sin apartarse del alcance de la misma. Por ejemplo, no es necesario que todas las posiciones de emisor sean medidas para proporcionar un elemento adaptado, y la forma exacta del arreglo de lentes puede variarse con el fin de compensar el rendimiento óptico con la facilidad de fabricación y prueba o disponibilidad de datos de medición. En el

caso más general, cada elemento de lente es coincidente con precisión con la ubicación de la emisión correspondiente tanto en la longitud focal posterior como en la posición del eje óptico en la dirección de eje rápido.

(a) La altura del eje óptico de la forma de lente puede variar linealmente a lo largo de cada barra, con el fin de tener en cuenta la torsión relativa de barra alrededor del eje z pero no la sonrisa de barra

5 (b) La altura del eje óptico de la forma de lente puede seguir una trayectoria parabólica a lo largo de cada barra, con el fin de corregir la torsión relativa de barra y sonrisa, pero no deformaciones de orden superior

(c) La forma de lente puede ser constante a lo largo del eje lento, pero el grosor de lente varió para variar la longitud focal posterior

10 (d) La longitud focal posterior o el grosor de la forma de lente pueden variar linealmente a lo largo de cada barra, con el fin de tener en cuenta la torsión de barra alrededor del eje y, pero no el doblamiento de facetas

(e) La longitud focal posterior o el grosor de la forma de lente pueden variar cuadráticamente a lo largo de cada barra, con el fin de tener en cuenta la deformación principal debida al doblamiento de facetas

15 Para la manufacturación y prueba, es ventajoso usar una modificación en la cual el perfil de lente permanece constante a lo largo de la lente. Es particularmente ventajoso si ya sea el eje óptico o el grosor de lente o ambos varían linealmente a lo largo de la lente.

Se pueden usar elementos ópticos adicionales tales como placas de fase en conjunto con el arreglo de colimador de eje rápido para mejorar además la calidad de haz.

# REIVINDICACIONES

1. Un láser (10) de diodo de alta potencia que comprende un apilamiento (12) de barras de diodos láser emisores de borde y un ensamblaje de arreglo de lentes de colimador de eje rápido;  
5 proporcionando el apilamiento de barras de diodos láser un arreglo de emisores (16) con un eje rápido y un eje lento, siendo los ejes perpendiculares entre sí y ortogonales a la dirección de propagación del haz láser y siendo el eje lento paralelo a la cara de las barras (14); y  
comprendiendo un ensamblaje de arreglo de lentes de colimador de eje rápido una pluralidad de colimadores (15) de eje rápido formados como un arreglo bidimensional;  
10 en donde cada emisor tiene una ubicación de emisor en los ejes x y y, proporcionando las ubicaciones de emisor un patrón con una geometría irregular en los ejes x-y del apilamiento de barras de diodos láser;  
cada colimador de eje rápido comprende una conformación de lente en el arreglo y siendo cada conformación de lente mecanizada de tal manera que las irregularidades dominantes en la geometría del apilamiento de barras de diodos láser se replican dentro del arreglo de lentes de colimador de eje rápido para corregir errores en eje rápido y posición de emisor de eje lento, en donde:  
15 el ensamblaje de arreglo de lentes de colimador de eje rápido se proporciona como un elemento (310) microóptico formado como un arreglo monolítico, en donde cada colimador de eje rápido comprende una forma de lente en el elemento que corresponde a un emisor en el apilamiento de barras de diodos láser;  
en donde el espaciado entre los colimadores en el eje rápido varía a través del elemento (310) microóptico.
- 20 2. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la forma de lente de cada colimador de eje rápido en el elemento es coincidente con una ubicación en los ejes x,y y z, del emisor correspondiente tanto en longitud focal posterior como en la posición del eje óptico en la dirección de eje rápido.
3. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con la reivindicación 2 en donde la forma de lente describe la conformación de lente y una profundidad de la conformación de lente está en el rango de 50µm a 500µm.
- 25 4. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con la reivindicación 3 en donde las conformaciones de lentes se interpolan a lo largo del eje lento para dar una transición (26) continua entre las conformaciones de lentes.
5. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde cada colimador en el eje rápido se modifica a uno que produce una función superior plana de eje rápido en el campo lejano de cada emisor.
- 30 6. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde una superficie del elemento se alisa y se pule.
7. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6 en donde una altura del eje óptico de las formas de lente del arreglo monolítico varía linealmente a lo largo de cada barra de diodo láser correspondiente.
8. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con la reivindicación 7 en donde la altura del eje óptico sigue una trayectoria parabólica a lo largo de cada barra de diodo láser.
- 35 9. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8 en donde las formas de lente del arreglo monolítico son constantes a lo largo del eje lento y se varía un grosor de lente del arreglo monolítico para variar la longitud focal posterior.
10. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8 en donde la longitud focal posterior del arreglo monolítico varía linealmente a lo largo de cada barra de diodo láser correspondiente.
- 40 11. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8 en donde un grosor de lente del arreglo monolítico varía linealmente a lo largo de cada barra de diodo láser correspondiente.
12. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9 en donde la longitud focal posterior del arreglo monolítico varía cuadráticamente a lo largo de cada barra de diodo láser correspondiente.
- 45 13. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9 en donde un grosor de lente del arreglo monolítico varía cuadráticamente a lo largo de cada barra de diodo láser correspondiente.
14. Un láser (10) de diodo de alta potencia de acuerdo con cualquier reivindicación precedente en donde el elemento monolítico está hecho de sílice fundida.



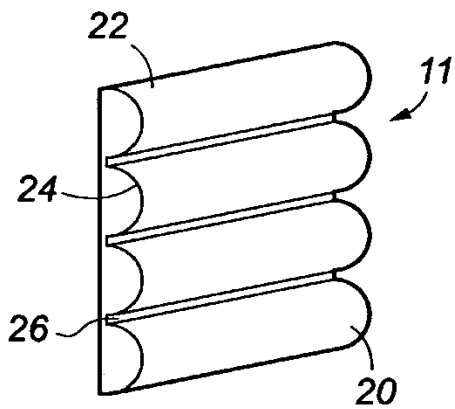


Fig. 1

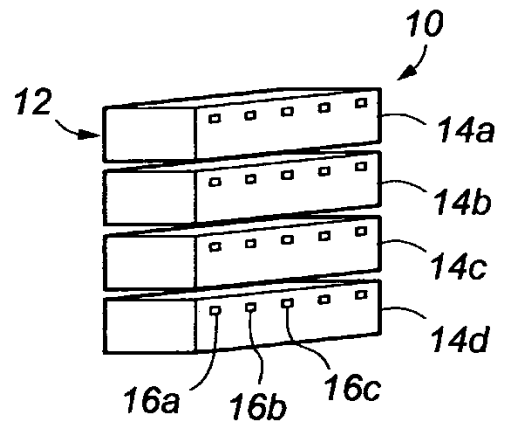


Fig. 2

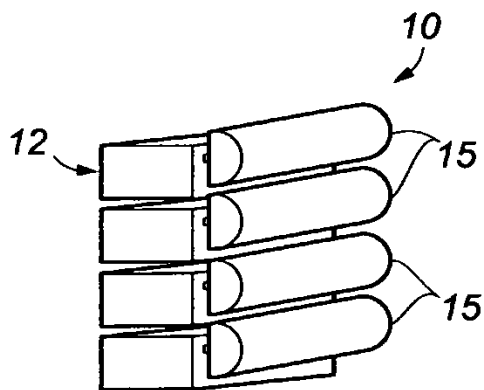


Fig. 3

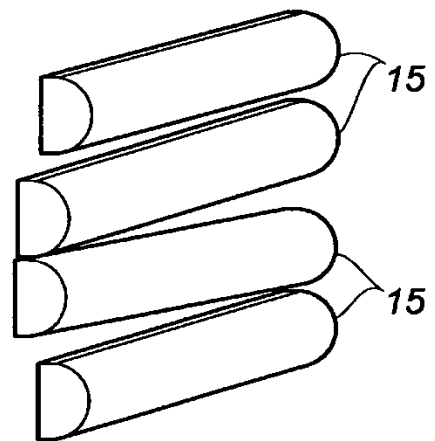
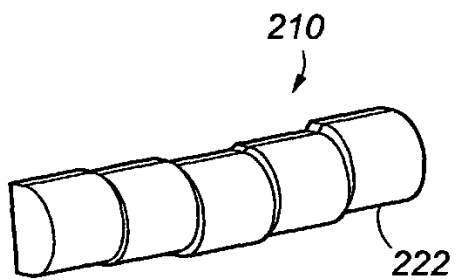
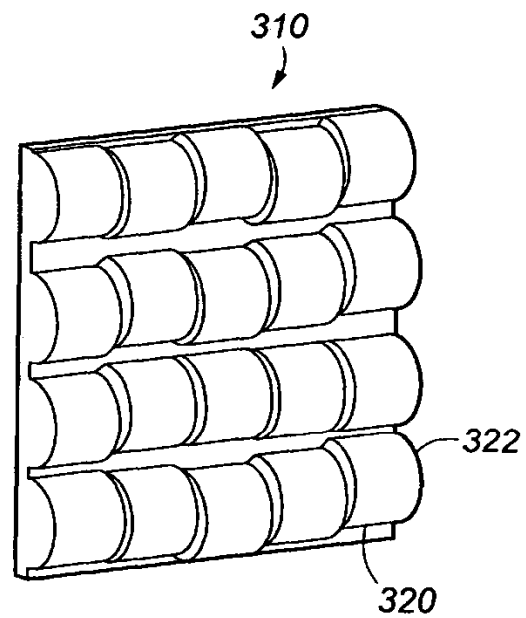


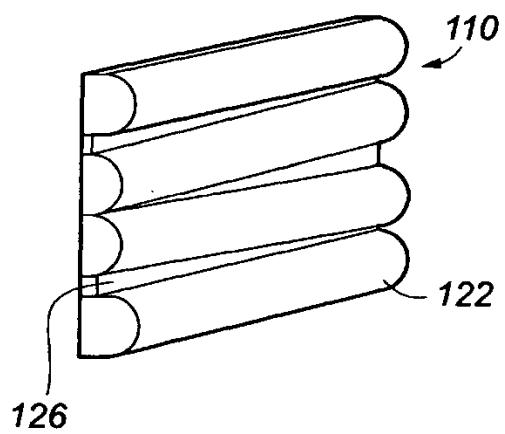
Fig. 4



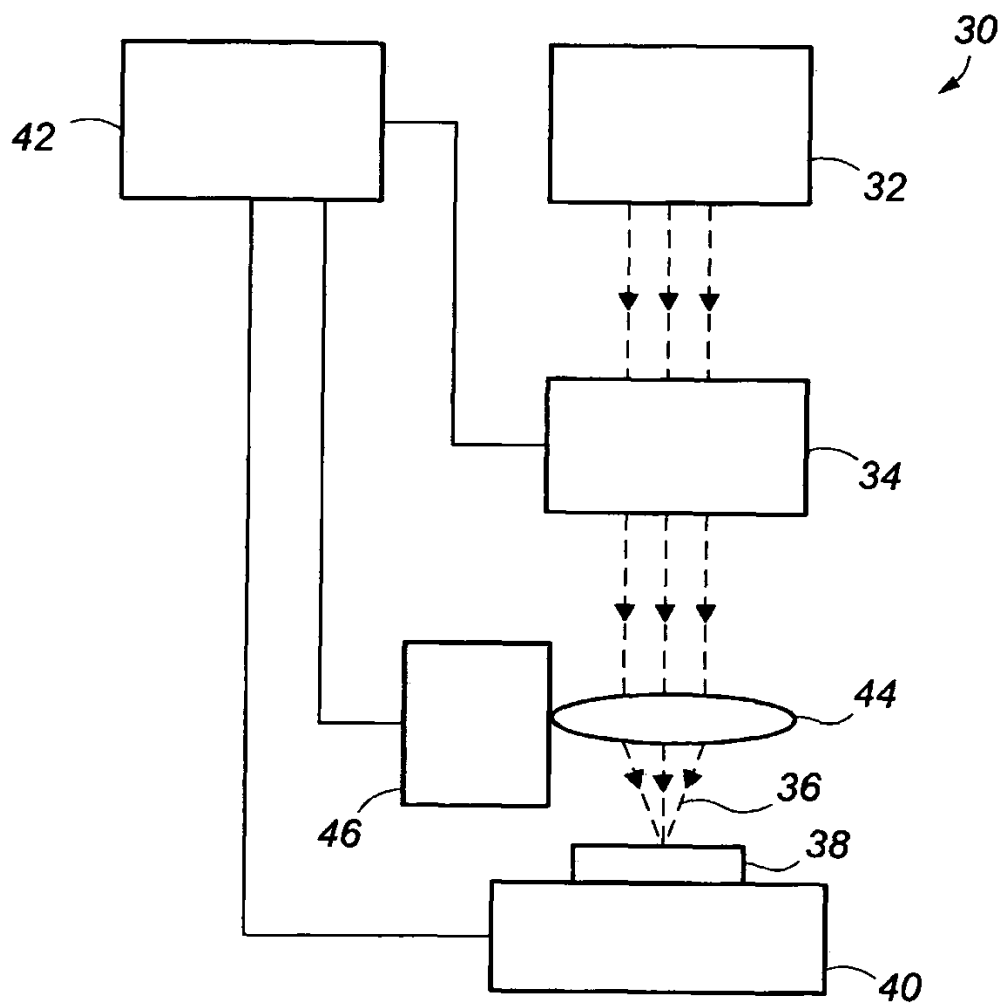
*Fig. 6*



*Fig. 7*



*Fig. 5*



*Fig. 8*