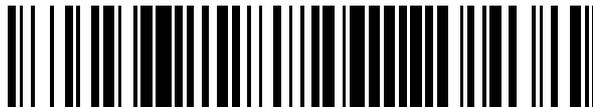


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 137**

51 Int. Cl.:

**G02B 26/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2006 PCT/US2006/004821**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.08.2006 WO06088744**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2006 E 06734801 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 1851581**

54 Título: **Generador de patrones ópticos utilizando un único componente giratorio**

30 Prioridad:

**14.02.2005 US 652891 P**  
**20.06.2005 US 158907**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.04.2019**

73 Titular/es:

**RELIANT TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)**  
**400 Somerset Corp Blvd.**  
**Bridgewater, NJ 08807, US**

72 Inventor/es:

**BROOME, BARRY, G.;**  
**DEBENDICTIS, LEONARD, C. y**  
**FRANGINEAS, GEORGE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 708 137 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

Generador de patrones ópticos utilizando un único componente giratorio

5 **1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a la generación óptica un patrón de figuras tales como matrices de puntos de imagen, puntos, o líneas. Más particularmente, la presente invención se refiere a la generación de tales patrones utilizando un único componente giratorio que tiene una pluralidad de sectores de desviación que desvían un haz óptico incidente en diversas cantidades.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

La generación óptica de un patrón predefinido de puntos o líneas de barrido se utiliza en varias aplicaciones. Las fotocopiadoras digitales, impresoras de identificación de huellas digitales, escáneres de códigos de barras manuales, aplicaciones industriales, entretenimiento con espectáculo de luces, pantallas, conmutación de telecomunicaciones y aplicaciones médicas son algunos ejemplos. Tal vez los mecanismos más comunes para la generación de patrones de figuras son espejos de inclinación (por ejemplo, espejos oscilantes accionados por galvanómetros) y los reflejos del giro de polígonos convexos. Una configuración posible es evidente a partir del documento US3647956.

Sin embargo, los generadores de patrones ópticos basados en espejos de inclinación tienen normalmente características que los hacen inadecuados para ciertas aplicaciones. Por ejemplo, el barrido en estos sistemas se consigue normalmente por la inclinación de un espejo en vaivén. Pero el movimiento de vaivén requiere que el espejo se detenga e invertir después la dirección. Esto lleva tiempo, lo que limita la velocidad de barrido. Con el fin de aumentar la velocidad de barrido de estos sistemas, el espejo a menudo se acciona con un movimiento oscilante a una tasa que está cerca de su frecuencia de resonancia. Sin embargo, esto restringe severamente los patrones que se pueden generar. Por ejemplo, es difícil generar patrones irregulares puesto que el movimiento del espejo está restringido para ser oscilatorio. La condición cerca de la resonancia limita también el intervalo de velocidades de barrido que se pueden lograr. Por ejemplo, es difícil sintonizar un sistema de este tipo en un amplio intervalo de velocidades de barrido puesto que la condición cerca de la resonancia no se puede cumplir en un amplio intervalo. Además, la velocidad de barrido angular de los escáneres de resonancia es generalmente sinusoidal y no es adecuada para un gran número de aplicaciones en las que el tiempo de permanencia en cada punto debe ser una constante razonable.

Si se desea un patrón bidimensional (por ejemplo, una serie de líneas de barrido paralelas o un patrón bidimensional de puntos), a continuación, normalmente o bien un único espejo se inclina en dos direcciones de forma simultánea o se utilizan dos espejos de inclinación coordinados. En muchos casos, la eficacia de utilización de la luz, tal como luz láser, también es importante. La eficacia se puede definir como la fracción de energía depositada en un patrón deseado en la superficie de tratamiento en comparación con la energía total producida por la fuente de luz en un período de tiempo determinado. Si un patrón está disperso en comparación con el fondo, es preferible apagar la fuente de luz y barrer rápidamente el fondo, y volver a activarlo después cuando el haz de luz se ha asentado sobre el punto que se va a exponer y exponer los puntos en el patrón de tal manera que la fuente de luz se utiliza de manera eficaz en el tiempo. Esto requiere un dispositivo aún más sensible que pueda acelerar, desacelerar y asentarse rápidamente. Como resultado de estas características, los sistemas basados en galvanómetro y los sistemas de polígonos convexos no están bien adaptados para la generación de patrones a alta velocidad, especialmente si el patrón es uno irregular o uno disperso.

En el enfoque de polígono giratorio, los lados de un polígono tridimensional se reflejan y el polígono se hace girar alrededor de un eje central. A medida que cada lado con espejo gira a través de un haz óptico incidente, el haz óptico se refleja para generar un punto en una línea de barrido. El giro de cada lado del espejo a través del haz óptico produce una línea de barrido. Si todos los lados del espejo son los mismos (por ejemplo, hacer el mismo ángulo de pirámide con la base del polígono), a continuación la misma línea de barrido se traza una y otra. Si los lados del espejo son diferentes, entonces diferentes líneas de barrido se pueden ser trazar a medida que cada lado gira a través del haz óptico. Por ejemplo, variando el ángulo de pirámide de cada lado, el haz óptico reflejado puede trazar una serie de líneas de barrido.

Sin embargo, el enfoque de polígono giratorio tiene también inconvenientes que lo hacen inadecuado para ciertas aplicaciones. Por ejemplo, los sistemas que producen una serie de líneas de barrido pueden sufrir de aberraciones debido al giro. Con el fin de trazar una serie de líneas de barrido, cada lado tiene un ángulo de pirámide diferente que compensa la línea de barrido básica en una dirección que es perpendicular a la dirección de barrido. Sin embargo, a medida que cada lado gira a través del haz óptico, la orientación del lado en ángulo gira también. Esto puede causar cambios en la cantidad de desfase y/u otras aberraciones de compensación no deseadas. Un ejemplo es el arco de la línea de barrido. La línea de barrido ideal es generalmente un segmento de línea recta, pero la línea de barrido actual es a menudo un segmento de arco. El combamiento del segmento de arco es el arco. En el caso de escáneres poligonales de giro, los lados que tienen ángulos de pirámide diferentes de cero generan líneas de barrido arqueadas. La cantidad de inclinación depende del ángulo de pirámide. En un escáner poligonal donde se

utilizan diferentes ángulos de pirámide para trazar múltiples líneas de barrido o para generar puntos en diferentes lugares, no solo cada línea de barrido se arqueará, sino que el arco variará de una línea de barrido a la siguiente. La diferencia entre el arco de la línea de barrido más superior y la línea de barrido más inferior puede ser significativa.

5 El arco de la línea de barrido y otros efectos causados por el giro pueden causar problemas adicionales, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, en algunas aplicaciones, la acción de barrido se utiliza para compensar el movimiento del escáner con respecto a un objetivo de modo que el haz óptico se mantiene idealmente en un punto fijo en el objetivo a pesar de que el escáner se está moviendo con respecto al objetivo. En este caso, el arco de la línea de barrido hará que el haz óptico se mueva en la dirección perpendicular a la dirección de barrido. Si este movimiento es lento en comparación con el tiempo de permanencia del haz óptico en el objetivo, entonces el arco introduce efectivamente un movimiento no deseado en la dirección perpendicular. Si el movimiento es rápido con relación al tiempo de permanencia del haz óptico en el objetivo, entonces el arco, que es una desviación radial, cuando se combina con el movimiento tangencial no compensado, difumina eficazmente el haz óptico, aumentando el tamaño del punto del haz sobre el objetivo. Normalmente, ningún efecto es deseable.

15 Por lo tanto, hay una necesidad de generadores de patrones ópticos que pueden operar a altas velocidades con largos tiempos de permanencia en cada punto de imagen, en particular, para la generación de patrones irregulares. También hay una necesidad de generadores de patrones con aberraciones reducidas y/o desenfoque de imagen.

## 20 Sumario de la invención

La presente invención proporciona un generador de patrones ópticos de acuerdo con la reivindicación 1. Las realizaciones de la presente invención superan las limitaciones de la técnica anterior proporcionando un generador de patrones ópticos utilizando un único componente giratorio. El componente giratorio incluye una serie de sectores de desviación que contienen elementos ópticos. Cada sector desvía un haz óptico incidente de un ángulo sustancialmente constante aunque este ángulo puede variar de un sector al siguiente. El componente giratorio se puede combinar con un grupo de formación de imágenes que produce, por ejemplo, puntos de imagen, puntos o líneas desplazadas a lo largo de un locus de línea. Los puntos de imagen pueden también desplazarse a ambos lados de una línea, por ejemplo, mediante la introducción de una inclinación en la dirección ortogonal.

30 Este enfoque puede dar lugar a muchas ventajas. El uso de un único componente giratorio con sectores que se sitúan de forma contigua alrededor de su periferia puede proporcionar una alta eficacia radiométrica. La geometría de un componente giratorio tal como un disco fino, con elementos ópticos situados en la periferia facilita el giro a altas velocidades angulares, produciendo de este modo patrones de imagen a altas tasas de velocidad. La velocidad angular del componente giratorio combinado con la desviación angular pseudo-estacionaria se puede utilizar para hacer que los puntos de imagen, puntos o líneas individuales suministren dosis altas de energía radiante a un pequeño punto en el espacio de la imagen con una alta eficacia radiométrica. La desviación angular es pseudoestacional en el sentido de que cada sector de desviación produce una desviación angular aproximadamente constante a medida que gira a través del haz óptico incidente, pero cada sector de desviación puede tener una desviación angular constante diferente.

45 Otra ventaja de un único componente giratorio en comparación con dos componentes que giran en sentido contrario es que la sincronización entre dos componentes que giran en sentido contrario y su elevado coste consiguiente se evita. El mecanismo de accionamiento para un único componente giratorio es menos complejo que para dos componentes giran en sentido contrario, porque la velocidad angular se puede cambiar rápidamente sin el requisito adicional de mantener el sincronismo. El uso de uno en lugar de dos componentes de giros puede reducir también el tamaño y peso. La geometría de envasado de los elementos ópticos puede también dar como resultado un componente giratorio más compacto, y el número de componentes con su coste consiguiente se puede reducir significativamente.

50 Las realizaciones preferidas utilizan superficies reflectantes que permiten que el generador de patrones ópticos sea independiente de las longitudes de onda de los haces ópticos de incidencia y permite, por tanto, la generación de patrones idénticos simultáneos de varias longitudes de onda diferentes en aplicaciones que pueden beneficiarse de esta condición.

55 En una aplicación, un escáner produce patrones ópticos que consisten en puntos o segmentos de línea desplazados a lo largo de un locus de línea recta. Dos patrones dimensionales se desarrollan por el movimiento del área diana con respecto al generador de patrones. Las implementaciones de la presente invención pueden utilizar este concepto de "pintura", pero también pueden proporcionar patrones que tienen un patrón de punto de imagen en "zig-zag". El uso de patrones de punto de imagen en zig-zag en ciertas aplicaciones tiene la ventaja de evitar la interacción térmica entre puntos de imagen vecinos, por ejemplo, afectar al tejido biológico de los daños y evitar el corte accidental del tejido biológico.

65 En ciertas realizaciones, un generador de patrones ópticos incluye un único componente giratorio que tiene una pluralidad de sectores de desviación dispuestos en la periferia exterior de un disco giratorio. El haz óptico incidente se propaga en el plano de giro del disco. El disco presenta su borde, que contiene los sectores, con el haz óptico

incidente. Los sectores viajan a través del haz óptico incidente a medida que el disco gira. Cada sector incluye un par de espejos planos opuestos que tienen superficies normales que también están en el plano de giro. El haz óptico incidente se refleja de un espejo a otro espejo y posteriormente sale del componente giratorio a un ángulo de desviación que es de aproximadamente noventa grados con respecto al ángulo de incidencia del haz óptico. La trayectoria óptica a través de los espejos se encuentra principalmente en el plano del disco. Esta disposición de dos espejos tiene la cualidad de que el ángulo de desviación no cambia a medida que el par de espejos gira a través del haz óptico incidente. Por lo tanto, el par de espejos en la periferia de un componente de disco giratorio se moverá a través del haz óptico incidente y de producir un haz óptico de salida que tiene un ángulo de desviación constante con respecto al haz óptico incidente. Pares sucesivos de espejos (es decir, diferentes sectores) pueden tener diferentes ángulos incluidos de tal manera que los diferentes pares de espejos pueden desviar el haz óptico de salida en diferentes cantidades. Por tanto, esta geometría produce una generación de patrones de desviación pseudo-estacionarios (PSD).

Esta geometría a modo de ejemplo produce un haz óptico de salida del componente giratorio que se colima (suponiendo un haz óptico incidente colimado). El haz óptico de salida se puede presentar a la óptica de formación de imágenes posterior en un conjunto de ángulos de haz seleccionables correspondientes a diferentes sectores. La óptica de formación de imágenes posterior puede incluir un objetivo reflectante simple que produce un patrón de imagen que es independiente de las longitudes de onda presentes en el haz incidente. Sistemas de refracción, difracción, o de objetivos holográficos se pueden utilizar también.

Para esta realización, los patrones de imagen a modo de ejemplo incluyen una serie de puntos de imagen desplazados a lo largo de un locus de línea de imagen si las superficies reflectantes tienen un componente de inclinación en una única dirección. El patrón de imagen puede incluir puntos de imagen desplazados en un patrón en zig-zag a lo largo del locus línea de imagen si las superficies reflectantes tienen también un pequeño componente de inclinación en la dirección ortogonal.

Para reducir la floración térmica u otros efectos no deseados debido a la irradiación secuencial de puntos de imagen adyacentes, los sectores en el componente giratorio se pueden diseñar de tal manera que los puntos no vecinos en el patrón de imagen son secuencialmente irradiados sin reducir la velocidad o eficacia radiométrica del sistema. Los generadores de patrones galvanométricos y otros no tienen, por lo general, esta capacidad.

Otra realización utiliza pares de espejos planos dispuestos en una configuración romboidal. Un espejo de cada par en un lado del componente giratorio se corresponde con un segundo espejo en el lado opuesto del componente giratorio. El haz óptico incidente se refleja desde el primer espejo, pasa a través del centro del componente de disco giratorio, y se refleja en el segundo espejo del par de espejos. Los ángulos de inclinación de los pares de espejo están a aproximadamente 45 grados con respecto a los haces ópticos incidentes o salientes. En una realización, el ángulo de inclinación para cada espejo de un par de espejos es de 45 grados, y los ángulos de inclinación para otros pares de espejo cambian ligeramente de tal manera que el haz óptico de salida da en un ángulo diferente con respecto al ángulo del haz incidente. Esta geometría mantiene también la condición de invariancia del ángulo del haz de salida. Mientras el haz incidente está en un par de espejos seleccionado, el ángulo del haz de salida es invariante con respecto al giro del par de espejos. Los haces que salen son PSD invariantes como para la realización anterior. Cualquier combinación de un número par de espejos giratorios juntos en un plano que contiene un haz óptico incidente se puede diseñar para tener la propiedad de generación de patrones PSD.

Otras realizaciones utilizan un único componente giratorio en el que el haz óptico incidente se origina fuera del componente giratorio y se propaga en una dirección que no está en el plano de giro para el componente giratorio. Por ejemplo, el haz óptico incidente se puede dirigir sobre dos superficies ópticas colocadas en un disco que presenta su cara orientada hacia el haz óptico incidente.

En una realización basada en esta geometría, los sectores comprenden dos espejos en una disposición 'plegada en Z' que hace que el haz óptico de salida sea aproximadamente colineal con el haz óptico incidente. Cada sector puede tener un ángulo incluido diferente entre los espejos en el sector, de tal manera que los diferentes sectores causan diferentes desviaciones angulares. Los dos espejos pueden ser planos o pueden ser secciones de superficies matrices más grandes de revolución, tales como esferas o asferas. La desviación angular se puede mantener a un nivel casi constante haciendo que los ejes ópticos de cada superficie de espejo sea coincidente con el eje de giro del disco de modo que el giro del disco no cambia la forma de las superficies ópticas presentadas al haz óptico incidente.

En aún otras realizaciones, un único componente giratorio tiene sectores dispuestos alrededor de la periferia, similares a la sección cilíndrica de un barril. El haz óptico incidente se inyecta desde el interior de la sección cilíndrica. Estas realizaciones utilizan preferentemente elementos ópticos transmisivos en lugar de elementos ópticos reflectantes, pero las superficies reflectantes se pueden utilizar también, por ejemplo, cuando la independencia de longitud de onda es importante. Las estructuras difractivas transmisivas en la superficie exterior del cilindro son los elementos ópticos preferidos.

Los generadores de patrones ópticos descritos anteriormente se pueden utilizar para diversas aplicaciones. Por

ejemplo, se pueden utilizar para depositar la energía óptica en el tejido humano, ya sea externamente sobre la piel, por ejemplo, o internamente a través de varios orificios. La energía óptica se puede utilizar para realizar diferentes fines: calentamiento local, ablación, corte o cauterización, por ejemplo. Los dispositivos se pueden utilizar también para depositar la energía óptica sobre otros materiales: metal, polvos, u otros materiales industriales, por ejemplo. Corte, soldadura, ablación y marcado son ejemplos de procesos de fabricación que se pueden implementar. Los dispositivos se pueden utilizar también en impresoras láser o LED, escáneres de imágenes ópticas, o máquinas fotocopiadoras. Otras aplicaciones serán evidentes.

**Breve descripción de los dibujos**

La invención tiene otras ventajas y características que serán más fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención y de las reivindicaciones adjuntas, cuando se toman junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1A es una vista lateral de un generador de patrones ópticos de acuerdo con la invención, en el que el haz óptico incidente se encuentra sustancialmente en el plano de giro.

La Figura 1B es un primer plano que muestra la inclinación de los prismas en la Figura 1A.

Las Figuras 2A y 2B son una vista lateral y una vista desde un extremo del generador de patrones ópticos de la Figura 1 combinado con un grupo de formación de imágenes de reflexión.

La Figura 3 es una vista en detalle del área focal del sistema de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista lateral que ilustra el principio de funcionamiento de otro generador de patrones ópticos de acuerdo con la invención, en el que el haz óptico incidente tiene un componente sustancial en una dirección normal al plano de giro y las superficies matrices completas de los segmentos reflectantes se muestran.

Las Figuras 5A-5C son una vista lateral, vista en perspectiva y vista desde arriba, respectivamente, del generador de patrones ópticos de la Figura 4 combinado con un grupo de formación de imágenes de reflexión.

La Figura 6 es una vista lateral de otro generador de patrones ópticos utilizando segmentos superficiales esféricos y anamórficos y un grupo de formación de imágenes de refracción.

Las Figuras 9A-9B son una vista lateral y vista en perspectiva de una aplicación de soldadura industrial utilizando el generador de patrones ópticos de la Figura 1.

Las Figuras 9C y 9D ilustran los patrones de soldadura que se pueden producir a partir de escáneres similares a los mostrados en las Figuras 9A-9B.

La Figura 10 ilustra otro generador de patrones ópticos que utiliza una geometría especular romboidal.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

La Figura 1A es una vista lateral de un generador de patrones ópticos de acuerdo con la invención, en el que el haz óptico incidente 1 se encuentra sustancialmente en el plano de giro del componente giratorio 9. En este ejemplo, el componente giratorio 9 se divide en veinte nueve sectores 8A, 8B, 8C, etc., que se disponen en un círculo centrado en el eje de giro 4 del componente giratorio 9. El haz óptico incidente 1 se propaga a lo largo de una dirección que se encuentra en el plano de giro. Cada sector 8 incluye un par de elementos reflectantes (por ejemplo, superficies reflectantes 2 y 3 para el sector que está actualmente activo). Las normales a la superficie de las superficies reflectantes tienen un componente sustancial en el plano de giro. En este ejemplo, el componente giratorio 9 incluye prismas 6, 7, etc., que se disponen en un círculo. Las caras de los prismas se revisten reflexivamente y las superficies reflexivamente revestidas de prismas adyacentes (por ejemplo, superficies reflectantes 2 y 3 de prismas 6 y 7) forman las superficies reflectantes opuestas para un sector. Estructuras discretas distintas de prismas se pueden utilizar también y las superficies reflectantes no tienen que ser planas. Espejos planos pequeños se pueden utilizar en lugar de los componentes de prisma.

A medida que el componente 9 gira, los sectores 8 giran por el haz óptico incidente 1. Cada sector 8 desvía el haz óptico de entrada 1 en una cierta cantidad angular. Los sectores 8 se diseñan de manera que la desviación angular es aproximadamente constante, puesto que cada sector gira a través del haz óptico incidente 1, pero la desviación angular puede variar de sector a sector. En más detalle, el haz óptico incidente 1 se refleja desde la primera superficie reflectante 2 en el prisma 6 y, posteriormente, se refleja en la superficie reflectante 3 en el prisma 7 antes de salir como haz óptico de salida 5.

Las dos superficies reflectantes 2 y 3 forman una geometría de espejo tipo Penta. Un número par de superficies reflectantes que giran juntas en el plano de la trayectoria óptica plegada tiene la propiedad de que la desviación

angular es invariante con el ángulo de giro de las superficies reflectantes. En este caso, hay dos superficies reflectantes 2, 3 y el giro del disco 9 hace que los prismas 6, 7 y sus superficies reflectantes 2, 3 giren conjuntamente en el plano de la trayectoria óptica plegada. Como resultado, el ángulo del haz de salida 5 no cambia puesto que las dos superficies reflectantes 2, 3 giran a través del haz óptico incidente 1. Las superficies reflectantes 2, 3 se autocompensan con respecto al giro del disco 9. Por otra parte, si las superficies reflectantes 2, 3 son planas, también serán sustancialmente espacialmente invariantes con respecto al bamboleo del disco.

A medida que el disco 9 gira en sentido horario hasta el siguiente sector 8 y las próximas dos superficies reflectantes, la desviación angular se puede cambiar mediante el uso de un ángulo incluido diferente entre las superficies reflectantes opuestas. Para esta configuración, el haz se desviará por un ángulo que es el doble que el del ángulo incluido. Por ejemplo, si el ángulo incluido para el sector 8A es de 45 grados, el sector 8A desviará el haz óptico incidente en 90 grados. Si el ángulo incluido para el sector 8B es de 44,5 grados, entonces el haz óptico incidente se desviará 89 grados, y así sucesivamente. En este ejemplo, diferentes ángulos incluidos se utilizan para cada uno de los sectores de modo que cada sector producirá un haz óptico de salida que es desviado por una cantidad diferente. Sin embargo, el ángulo de desviación será sustancialmente invariante dentro de cada sector, debido al número par de superficies reflectantes giratorias juntos a través del haz incidente. Para este ejemplo, las desviaciones angulares tienen una magnitud nominal de 90 grados y una varianza de -15 a +15 grados de la magnitud nominal.

En este ejemplo, el ángulo de vértice de cada prisma es de 32.5862 grados, calculado como sigue. Cada sector 8 subtiende una cantidad angular igual. Puesto que hay veinte nueve sectores, cada un sector subtiende  $360/29 = 12.4138$  grados como se muestra en la Figura 1B. Los dos prismas 6 y 7 tienen la misma forma y, por lo tanto, el mismo ángulo de vértice  $\beta$ . El componente 9 se diseña de modo que cuando el ángulo incluido es de 45 grados, los prismas 6 y 7 se sitúan de manera que la línea que divide el ángulo en el vértice pasa también a través del eje de giro 4. Por lo tanto, el diseño debe satisfacer la ecuación  $\beta/2 + 12,4138 + \beta/2 = 45$ . La solución arroja un ángulo de vértice de  $\beta = 32,5862$  grados.

El siguiente prisma 17 que se mueve en sentido antihorario en el disco 9 de prisma 6 se inclina ligeramente en un ángulo  $+\alpha$  por lo que su bisectriz 17L no pasa a través del centro de giro 4 del disco. Como resultado, el ángulo incluido para el sector formado por los prismas 6 y 17 es  $(\beta/2 + \alpha) + 12,4138 + \beta/2 = 45 + \alpha$ . El siguiente prisma 16 se alinea una vez con el centro de giro 4, de modo que el ángulo incluido para el sector formado por los prismas 16 y 17 es  $(\beta/2 - \alpha) + 12,4138 + \beta/2 = 45 - \alpha$ . El siguiente prisma se inclina en  $+2\alpha$ , seguido por un prisma alineado, y luego un prisma inclinado  $+3\alpha$ , seguido por otro prisma alineado, etc. Esta geometría se mantiene alrededor de la periferia del disco 4. Esta disposición específica produce veintinueve ángulos de desviación que varían en el intervalo de -15 grados a +15 grados con respecto a la magnitud nominal de 90 grados.

Otros números de sectores y diferentes patrones de ángulo de desviación se pueden producir por variantes de esta geometría específica. Además, son posibles otros esquemas de giro que producen la misma desviación angular pero no las producen en orden monotónicamente creciente. Como otro ejemplo, el componente giratorio podría tener un número par de sectores y prismas, con cada otro prisma alineado y los prismas alternos inclinados por los ángulos  $\alpha/2, 3\alpha/2, 5\alpha/2$ , etc. Esto produciría un conjunto de desviaciones angulares centradas alrededor de una magnitud nominal, pero sin producir una desviación realmente en la magnitud nominal.

En otro enfoque, el esquema de giro hace que las desviaciones angulares se dispongan en una secuencia tal que los puntos suministrados finales no se producen en orden secuencial. En otras palabras, si el patrón es una matriz de puntos 1, 2, 3,... 29, los sectores se pueden diseñar para generar los puntos en un orden secuencialmente distinto de 1 a 29. Para ciertas aplicaciones, producir puntos adyacentes dentro de un corto período de tiempo puede causar acoplamiento térmico entre las regiones irradiadas, y esto puede ser perjudicial para el tratamiento adecuado. Mediante la disposición apropiada de los prismas, los puntos se pueden suministrar de tal manera que los puntos temporalmente sucesivos están espacialmente separadas entre sí sin dejar de ofrecer el patrón completo de puntos.

Hay otra simetría geométrica que es beneficiosa para algunas aplicaciones. Ciertas aplicaciones se benefician por patrones de imagen que se disponen para tener forma de zig-zag en lugar de una geometría de línea recta. Por ejemplo, en algunas aplicaciones biológicas, si los puntos de imagen se disponen a lo largo de una línea recta y altos niveles de irradiación están presentes, la irradiación puede cortar accidentalmente el tejido en la forma de un bisturí láser. Depositar los puntos de imagen en un patrón de zig-zag reduce sustancialmente la propensión para el corte o el daño térmico indeseable al tejido biológico permitiendo al mismo tiempo suministrar el nivel de tratamiento térmico. Para lograr el patrón de zig-zag, los prismas en la geometría descrita anteriormente que tienen un ángulo de giro  $\alpha$  aplicado pueden tener también un ángulo de inclinación ortogonal aplicado para producir los desplazamientos de puntos laterales utilizados para producir una geometría en zig-zag.

En este ejemplo de aplicación, la familia de haces ópticos de salida con diferentes ángulos de desviación entra posteriormente en un grupo de lentes de formación de imágenes 19, como se muestra en las Figuras 2A y 2B, formando así un patrón de puntos desplazados a lo largo de un foco lineal. Muchos grupos ópticos de formación de imágenes son posibles utilizando formas de refracción, reflexión, difractivas, o catadióptricas. La realización

preferida de las Figuras 2A-2B utiliza una forma catadióptrica sólida ("solid cat") que se fabrica y mantiene fácilmente la libertad de las aberraciones cromáticas sobre un amplio intervalo espectral. La Figura 2A es una vista lateral del sistema generador de patrones ópticos (es decir, misma vista que la Figura 1A) y la Figura 2B es una vista de extremo del sistema (es decir, espectador a la izquierda en la Figura 1A).

La Figura 2A muestra un grupo de lentes de formación de imágenes catadióptricas sólidas 19 combinado con el componente giratorio 9 descrito anteriormente. En esta vista, solo las superficies de reflexión 21, 22 del componente giratorio 9 se muestran y se muestran tres posiciones de giro de disco diferentes. El haz óptico incidente 20 se refleja primero desde la superficie 21 y se refleja después de la superficie 22A. El haz óptico entra en el grupo de lentes de formación de imágenes 19 y forma el punto 27A. También se muestran otras dos posiciones del disco giratorio 9. Cuando el haz óptico de entrada 20 refleja desde la superficie 21 y, a continuación desde la superficie 22B, se forma el punto 27B. Cuando el haz óptico de entrada 20 se refleja desde la superficie 21 y después a partir de la superficie 22C, se forma el punto 27C. Tenga en cuenta que la Figura 2A muestra una realización donde la superficie de reflexión 21 está en el mismo ángulo para todas las trayectorias ópticas. Esta no es una condición requerida y la geometría utilizará con mayor frecuencia las superficies reflectantes 21A, 21B y 21C con diferentes ángulos y coordenadas cartesianas para lograr patrones de matriz de imagen específicos

Las Figuras 2A-2B muestran los detalles de una realización de un grupo de lentes de formación de imágenes solid cat. Los haces ópticos que salen del componente giratorio 19 se introducen primero en una superficie plana 28, se reflejan a partir de un espejo plano 23, se reflejan por un espejo esférico 24, y salen de una superficie plana que en este caso es una continuación de la superficie 23. El elemento 25 es una ventana óptica que sella el grupo de lentes de formación de imágenes para mantener las superficies ópticas limpias y el artículo 26 es una ventana óptica que para algunas aplicaciones biológicas es útil para mantener el contacto óptico con el tejido biológico que está siendo tratado.

La geometría de este grupo de lentes de formación de imágenes solid cat se puede producir por métodos de fabricación ópticos clásicos de manera eficaz con alta precisión y rentable. En un enfoque, la superficie reflectante esférica 24 se produce primero en el material, y después la superficie de entrada plana 28 se genera en la superficie esférica. La superficie reflectante plana 23 sirve como la ventana de salida. La geometría tiene una ventaja importante sobre otros grupos de lentes de formación de imágenes en los que los haces de salida como se muestra en la Figura 2A son esencialmente telecéntricos. Las geometrías de haces de salida telecéntricos son ventajosas para muchas aplicaciones biológicas y de fabricación industriales.

La Figura 3 muestra una vista detallada de ventiladores de rayos 30 que producen tres puntos de imagen 27 en el plano focal del sistema. En la Figura 3, cada uno de los tres puntos de imagen tiene tres conjuntos de ventiladores de rayos que están asociados con un ángulo de giro diferente del sector correspondiente a medida que giran a través del haz óptico incidente. Por ejemplo, los ventiladores de rayos 30A, 30B y 30C se muestran para el punto de imagen 27A. El ventilador de rayo 30A podría corresponder al sector que acaba de entrar en el haz óptico incidente, el ventilador 30B a un ángulo de giro a mitad de trayectoria a través del haz óptico y el ventilador de rayo 30B al sector que sale del haz óptico. Tenga en cuenta que para los puntos de imagen 27, el haz óptico se mueve ligeramente en el plano del papel. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, los ventiladores de rayos 30A, 30B y 30C están ligeramente desplazados en ángulo uno con respecto al otro a pesar de que convergen en el mismo punto de enfoque 27A. Aunque se muestran tres conjuntos de ventiladores de rayos para mayor claridad, en realidad hay un conjunto de conjuntos de rayos producidos por el movimiento continuo del sector respectivo a través del haz óptico incidente.

Para ciertas aplicaciones, el movimiento de los ventiladores de rayos puede tener cualidades ventajosas. Cuando el punto de imagen se enfoca dentro de un tejido tal como la piel humana, la densidad de energía es máxima para todos los ángulos de giro de la pareja de espejos respectiva en el punto focal interno, mientras que el patrón de densidad de energía se mueve sobre la superficie de la piel exterior manteniendo así los efectos térmicos en la superficie de la piel mucho más bajos que en la región de tratamiento interna. Esta condición puede permitir el tratamiento de características de tejidos internos a niveles térmicos elevados, manteniendo las características de los tejidos externos a niveles térmicos más bajos y no producir daños no deseados en la superficie del tejido. El movimiento de los ventiladores de rayos a lo largo de un plano objetivo también es útil en aplicaciones tales como soldadura por costura donde se pueden utilizar largos patrones lineales. Puede desearse operar el escáner con el plano diana inclinado y/o desplazado en relación con el plano de la imagen para lograr el movimiento deseado de los ventiladores de rayos para cada uno de los haces.

La Figura 4 es una vista de otro generador de patrones ópticos de acuerdo con la invención donde la dirección de propagación del haz óptico incidente 42 tiene un componente sustancial en una dirección normal al plano de giro. Este generador de patrones utiliza también un único componente giratorio 40 con el eje de giro 41 para generar el patrón de interés. En este ejemplo, el disco 40 soporta segmentos reflectantes 43, 44 que se hacen girar a través del haz óptico incidente. Los segmentos tienen superficies ópticas matrices que son giratoriamente simétricas, con sus ejes ópticos coincidentes con el eje de giro 41 del componente giratorio. La Figura 4 muestra las largas superficies ópticas matrices con sus segmentos reflectantes más pequeños 43, 44 donde el haz 42 se refleja dos veces y sale, después, del generador de patrones. En la Figura 4, el componente giratorio incluye un disco 40 que empareja

- 5 superficies reflectantes opuestas 43, 44 para cada sector, donde los diferentes sectores pueden contener superficies reflectantes con diferentes radios de curvatura de tal manera que los haces que salen se desplazarán en ángulos diferentes para cada sector, pero conservan la condición de PSD. Debido a que las superficies 43, 44 son giratoriamente simétricas y se hacen girar alrededor de sus líneas centrales ópticas, ambas superficies 43, 44 que se intersectan con el haz óptico son espacialmente invariantes con respecto al giro. Los radios de los dos segmentos reflectantes 43, 44 y su separación axial se eligen para mantener el sistema aproximadamente afocal para todos los segmentos mientras varía simultáneamente el ángulo del haz de salida.
- 10 La Figura 5A muestra una vista lateral del generador de patrones ópticos descrito en la Figura 4 combinado con un grupo de lentes de formación de imágenes de reflexión. Grupos de lentes de formación de imágenes de refracción y de difracción se podrían utilizar también. El haz de entrada 42 se refleja desde el primer segmento superficial 43 y se refleja, después, desde el segundo segmento superficial 44A. En esta realización específica, el segmento superficial 43 es la misma superficie para todos los segmentos secuenciales, mientras que el segundo radio del segmento superficial es diferente para cada segmento secuencial y se muestra como 44A, 44B y 44C. Las variaciones de esta realización son también posibles con primeros radios de superficie diferentes de los segmentos secuenciales y estos segmentos estarían entonces representados por 43A, 43B, y 43C, respectivamente. La variación de la desviación angular del componente giratorio sería entonces debido a los diferentes radios de los primeros segmentos superficiales 43.
- 15 Para la realización específica donde el segmento superficial 43 sigue siendo el mismo para todas las trayectorias ópticas secuenciales, el segmento superficial puede no ser giratorio. Por ejemplo, puede estar firmemente fijado al grupo de lentes de formación de imágenes 45 en lugar de en el disco 40.
- 20 En la Figura 5A, el grupo de lentes de formación de imágenes 45 forma un patrón de imagen compuesto de tres puntos producidos por tres sectores secuenciales en el plano de imagen 53. Para este generador de patrones ópticos, las imágenes estigmáticas (es decir, nítidamente enfocadas) se encuentran en una superficie que se inclina con respecto al eje óptico del grupo de lentes de formación de imágenes 45. Esta inclinación de la superficie de la imagen es una consecuencia del hecho de que solo uno de los pares de segmentos superficiales puede tener los dos radios y una distancia de separación que hace que el haz que sale sea colineal con el haz de entrada y también no tener ninguna potencia de refracción añadida al haz. Otros pares de segmentos superficiales requieren que sus radios y distancia de separación se elijan para conseguir la desviación angular del haz de salida deseado. Para hacer que la desviación angular sea menos que la trayectoria óptica que produce el haz de salida colineal, la primera superficie reflectante 43C se vuelve generalmente más plana o tiene un radio de curvatura incrementado mientras que la segunda superficie reflectante 44C se hace más pronunciada o tiene un radio de curvatura reducido. Esto significa que las dos superficies ya no producen un par afocal y se añade potencia positiva al haz de salida haciendo que se centre más cerca del grupo de lentes de formación de imágenes. Cuando la desviación angular del haz de salida es mayor que el haz de salida colineal, lo inverso se produce y se añade potencia negativa al haz de salida de manera que se centra más lejos del grupo de lentes de formación de imágenes.
- 25 Para lograr puntos de imagen cerca de la difracción limitada, es ventajoso el uso de segmentos superficiales que sean segmentos superficiales esféricos de revolución con sus ejes ópticos coincidentes con el eje de giro 41 del sistema. Algunas aplicaciones pueden tener puntos de imagen más grandes y para estos casos las superficies esféricas de giro pueden ser aceptables.
- 30 Para algunas aplicaciones que no requieren alta eficacia de rendimiento óptico, el haz está activo por solo una corta porción del intervalo de giro de cada sector. Los segmentos superficiales se pueden hacer como asferas tóricas por lo que la potencia de refracción puede cancelarse para cada uno de los pares de segmentos superficiales. Esto provoca que un pequeño movimiento de los puntos de imagen a medida que el par de segmentos superficiales gira a través del haz óptico incidente. La dirección del movimiento es ortogonal a la dirección en la que el punto se desplaza desde el eje óptico del sistema. El desplazamiento de imagen ortogonal es una función de la potencia tórica de las superficies, de manera que cada punto de la imagen se desplaza ortogonal a su distancia de desplazamiento en una cantidad diferente. Esta condición puede tolerarse si el ciclo de trabajo (es decir, la eficacia radiométrica) del sistema es baja.
- 35 La Figura 5B muestra una vista en perspectiva de la Figura 5A. El disco giratorio 40 con su eje de giro 41 se muestra soportando dos segmentos superficiales 43 y 44, que son segmentos de superficies esféricas de giro con sus ejes ópticos comunes coincidentes con el eje de giro 41. A medida que el disco 40 gira, un par diferente de segmentos superficiales (no mostrados) interceptaría el haz óptico incidente 42 y cambiaría el ángulo de desviación del haz de óptico de salida 46 justo antes de que el haz óptico entre en el grupo de lentes de formación de imágenes 45. El grupo de lentes de formación de imágenes 45 comprende un primer espejo de plegado plano 50, un espejo de formación de imágenes 51 que es preferentemente una superficie esférica y anamórfica para producir puntos de imagen cerca de la difracción limitada, y un segundo espejo de plegado plano 52 que dirige la imagen hacia la ubicación preferida en el espacio requerido para ciertas aplicaciones con largas distancias de trabajo.
- 40 Las aplicaciones que no requieren puntos de imagen cerca de la difracción limitada pueden utilizar espejos de formación de imágenes 51 que son tóricos en forma de tal manera que el astigmatismo se corrige o esféricos en

forma si los puntos de imagen no circulares son aceptables para una aplicación.

La Figura 5C es una vista superior de esta realización que muestra la geometría plegada utilizada en una realización del grupo de lentes de formación de imágenes. Esta geometría plegada evita el autooscurecimiento de la trayectoria óptica mediante el uso de un segmento de fuera del eje de un espejo de formación de imágenes 51 o un segmento inclinado de un espejo de formación de imágenes 51. Esta geometría descentrada introduce astigmatismo cuando el espejo de formación de imágenes 51 tiene una forma esférica. Este astigmatismo se puede corregir en gran medida haciendo que el espejo de formación de imágenes 51 sea toroidal o toroidal y esférico en forma. Además se consigue la corrección de imagen haciendo que el espejo de formación de imágenes 51 sea una esfera anamórfica que consiste en dos formas esféricas ortogonalmente orientadas en la superficie reflectante.

Una variante de esta realización se muestra en la Figura 6, donde los segmentos superficiales reflectantes 43, 44 son de las superficies matrices que son tóricas o esféricas y anamórficas en forma. Esta variante proporciona tanto la variación del ángulo de haz para diferentes trayectorias ópticas como la corrección completa de la potencia de refracción de modo que el componente giratorio es afocal y la superficie de imagen es normal al eje óptico del sistema. Debido a que los segmentos tóricos o esféricos y anamórficos 43, 44 cambian su perfil a medida que se hacen girar, existirá un pequeño desplazamiento ortogonal de los puntos de imagen que depende también del desplazamiento lineal de los puntos en la superficie de la imagen. Para aplicaciones en las que el período de exposición y, por lo tanto, el ángulo de giro son pequeños, esta configuración de variantes puede ser aceptable.

Los ejemplos anteriores se describen en el contexto del haz óptico incidente y de un haz óptico de salida. La invención no se limita a este caso. Por ejemplo, haciendo referencia a la Figura 1A, más de un haz óptico puede ser simultáneamente incidente sobre el sector mostrado. Los haces ópticos pueden o no superponerse. Los haces superpuestos se pueden combinar aguas arriba del componente giratorio 9, por ejemplo, por un dispositivo sensible a longitudes de onda, y propagarse después juntos a lo largo de la misma trayectoria óptica hasta el componente giratorio 9. Como alternativa, los haces ópticos pueden llegar al mismo punto dentro de un sector pero desde diferentes ángulos. En la Figura 1A, una segunda fuente podría situarse ligeramente por encima del plano del papel pero el desplazamiento en un ligero ángulo hacia abajo de manera que es incidente sobre el sector en el mismo lugar que el haz óptico 1 se muestra en la Figura 1A.

Como alternativa, los haces ópticos no pueden solaparse en absoluto. En la Figura 1A, los prismas se pueden extender en la dirección perpendicular al papel y el haz óptico único 1 puede reemplazarse por una serie de haces ópticos que se extienden también en la dirección perpendicular al papel. Como ejemplo final, más de un sector puede estar activo a la vez. En la Figura 1A, el haz óptico 1 se origina desde la izquierda y es incidente aproximadamente en la posición de las 7:30 del componente giratorio 9. Un segundo haz óptico puede originarse desde la derecha y ser incidente en la posición de las 4:30 simétrica. Los haces ópticos pueden ser incidentes en otras posiciones también, aunque la formación de imágenes posterior puede ser más compleja.

Los generadores de patrones ópticos descritos anteriormente se pueden utilizar en muchas aplicaciones diferentes. Algunos ejemplos de aplicaciones biológicas se describen en las Patentes de Estados Unidos con nº. de Solicitud 10/888,356 "Método y aparato para Foto-Terapia Fraccional de la Piel", 10/751.041 "Aparato Quirúrgico Láser Multi-Puntos y Método" y 60/xxx (número de caso del apoderado 9454) "Tratamiento Ópticamente Inducido del Tejido Interno".

Varias aplicaciones industriales serán también evidentes. Un ejemplo se muestra en las Figuras 9A-9B. En este ejemplo, el generador de patrones ópticos que se muestra en la Figura 1 se utiliza para dirigir un haz de láser 91 hacia varios puntos en una pieza de trabajo 95 para producir juntas de soldadura 97. La Figura 9A muestra un solo haz de láser 91, desviado por un sector del generador de patrones ópticos 92 y enfocado por la lente 93 sobre la pieza de trabajo 95.

La Figura 9B muestra una vista en perspectiva. Además, dos haces de láser 91A-91B se utilizan simultáneamente para producir dos filas paralelas de soldaduras 97A-97B. La Figura 9B muestra también todo el patrón de las soldaduras producidas por todos los sectores. Para cada haz de láser, cada punto de enfoque que se muestra en la Figura 9B se produce por un sector diferente del generador de patrones ópticos 92.

La Figura 9C ilustra una fila 97 del patrón de soldadura que se muestra en la Figura 9B. Hay un total de quince puntos de soldadura. Los números muestran el orden en que se generan las soldaduras. Observe que las soldaduras no se generan en orden de izquierda a derecha. En su lugar, más a la izquierda una soldadura 1 se genera y, a continuación, se genera una soldadura derecha lejana 2. Las soldaduras restantes se seleccionan para virar tramos largos en sus puntos medios. Por ejemplo, la soldadura 3 se vira aproximadamente a la mitad de la distancia entre las soldaduras 1 y 2; la soldadura 4 se vira en el punto medio entre 2 y 3 (que es el siguiente tramo más largo); la soldadura 5 se vira aproximadamente en el centro entre las soldaduras 1 y 3, etc.

Este enfoque es ventajoso porque las dos iniciales soldaduras limitan la parte en ambos extremos, reduciendo así la necesidad de sujeción. Además, la energía del láser se distribuye a través de la pieza de trabajo, evitando así el exceso de acumulación de calor como podría ser el caso si las soldaduras se realizan secuencialmente de izquierda

a derecha. El viraje de los puntos medios de los tramos largos controla también el efecto de la expansión térmica diferencial debido a la acumulación de calor local.

5 Debido a la simetría en el patrón de la soldadura, los mismos efectos se pueden conseguir partiendo de la soldadura 9 en lugar de la soldadura 1. Esto reduce el tiempo de espera antes del inicio del patrón de soldadura. Si la pieza de trabajo está lista para la soldadura pero el sector activo es el de la soldadura 2, el dispositivo solo tiene que esperar al sector para la soldadura 9 en lugar de esperar que todo el patrón vuelva a la soldadura 1. Velocidades de soldadura de 1-10.000 soldaduras por segundo podrían producirse con la invención, preferentemente con velocidades de soldadura de cientos o miles de soldaduras por segundo. Como se muestra en la Figura 9D, el control de la expansión térmica se puede optimizar aún más si no se requiere simetría para la rueda del escáner. Otras disposiciones serán obvias para los expertos en la materia.

15 La Figura 10 ilustra otro generador de patrones ópticos de acuerdo con la invención. Este generador de patrones ópticos utiliza un solo componente giratorio 1000 con el eje de giro 1001 para generar el patrón de interés. En este ejemplo, cada segmento está compuesto de un par de superficies reflectantes 1003 y 1004, que se soportan por el único componente giratorio 1000. Tres ángulos de giro diferentes del única componente giratorio 1000 se superponen en la Figura 1 para ilustrar la desviación del haz óptico incidente 1002 del par de superficies reflectantes 1003 y 1004 a medida que el componente giratorio único se hace girar. Este giro produce tres posiciones separadas para 1003 y 1004, que se ilustran como 1003A, 1003b, y 1003C; y 1004A, 1004B, y 1004C, respectivamente. El ángulo de desviación del haz óptico incidente se conserva (debido a la reflexión de un número par de superficies) a medida que el componente 1000 se hace girar.

25 Aunque la descripción detallada contiene muchos detalles específicos, estos no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención sino meramente como ejemplos de la invención que se ilustran de forma diferente. Se debe apreciar que el alcance de la invención incluye otras realizaciones que no se han descrito en detalle anteriormente. Por ejemplo, el haz óptico puede ser incidente en ángulos distintos a los paralelos o normales al plano de giro del componente giratorio. Además, las diferentes longitudes de onda se pueden utilizar dependiendo de la aplicación específica. Por lo general, el haz óptico término se utiliza para referirse a la radiación electromagnética que tiene al menos la mitad de su potencia en el intervalo de longitud de onda entre 200 y 12.000 nm. Varias otras modificaciones, cambios y variaciones que serán evidentes para los expertos en la materia pueden realizarse en la disposición, funcionamiento y detalles del aparato de la presente invención descritos en la presente memoria sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un generador de patrones ópticos para la generación de un patrón óptico, comprendiendo el generador de patrones ópticos una fuente de luz que proporciona un haz óptico incidente (1); un componente giratorio (9) que gira alrededor de un eje de giro (4), comprendiendo el componente giratorio (9) una pluralidad de sectores de desviación (8a, 8b, 8c) dispuestos alrededor del eje de giro (4), donde cada sector de desviación (8a, 8b, 8c) comprende al menos dos superficies reflectantes (2,3) que, en combinación, desvían el haz óptico incidente (1) con una desviación angular constante para generar el patrón óptico a medida que el sector de desviación (8a, 8b, 8c) gira a través del haz óptico incidente (1) y al menos dos de los sectores de desviación (8a, 8b, 8c) desvían el haz óptico incidente (1) con una desviación angular constante diferente para generar los patrones ópticos respectivos en diferentes lugares.
2. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 donde:
- los sectores de desviación están dispuestos aproximadamente en un círculo centrado en el eje de giro y se encuentran sustancialmente en un plano de giro que es perpendicular al eje de giro; los sectores se autocompensan sustancialmente con respecto a un giro del componente giratorio y son sustancialmente espacialmente invariantes con respecto a un bamboleo del componente giratorio; y la desviación angular es principalmente en el plano de giro.
3. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 donde:
- los sectores de desviación están dispuestos aproximadamente en un círculo centrado en el eje de giro y se encuentran sustancialmente en un plano de giro que es perpendicular al eje de giro; y para la mayoría de los sectores, el sector comprende un par de superficies reflectantes opuestas con normales de las superficies que tienen un componente sustancial en el plano de giro.
4. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, donde el componente giratorio comprende una pluralidad de estructuras aproximadamente dispuestas alrededor del círculo, teniendo cada estructura al menos dos caras reflectantes, donde las caras reflectantes de las estructuras adyacentes forman superficies reflectantes opuestas de los sectores.
5. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 4, donde las estructuras son prismas.
6. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 4, donde las estructuras son prismas y aproximadamente cada dos prismas se alinean de modo que una línea de bisección de un ángulo de vértice de los prismas discurre también a través del eje de giro.
7. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 4, donde las estructuras tienen una misma forma pero están inclinadas en diferentes ángulos con respecto a la disposición circular para producir diferentes ángulos de desviación para los sectores.
8. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 4, donde los sectores producen desviaciones angulares que se alternan entre por encima de una magnitud nominal y por debajo de una magnitud nominal.
9. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, donde las superficies reflectantes opuestas forman una geometría de espejo tipo Penta.
10. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, donde, para la mayoría de los sectores, el haz óptico incidente se refleja en el sector desde un número par de superficies reflectantes.
11. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, en el que el componente giratorio incluye un número impar de sectores.
12. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, donde las superficies reflectantes para al menos algunos de los sectores introducen una desviación angular con una componente normal al plano de giro.
13. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 12, donde la componente normal de la desviación angular alterna entre dos magnitudes a medida que los sectores giran a través del haz óptico incidente.
14. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 donde:
- los sectores de desviación están dispuestos aproximadamente en un círculo centrado en el eje de giro y se encuentran sustancialmente en un plano de giro que es perpendicular al eje de giro; los sectores se autocompensan sustancialmente con respecto al bamboleo del componente giratorio y son sustancialmente espacialmente invariantes con respecto al giro del componente giratorio; y la desviación angular no está principalmente en el plano de giro.

15. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 donde:
- 5 los sectores de desviación están dispuestos aproximadamente en un círculo centrado en el eje de giro y se encuentran sustancialmente en un plano de giro que es perpendicular al eje de giro; y para la mayoría de los sectores, el sector comprende un par de superficies opuestas reflectantes con normales de las superficies que tienen un componente sustancial en una dirección normal al plano de giro.
- 10 16. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 15, donde cada una del par de superficies opuestas reflectantes es una superficie de revolución con un eje óptico aproximadamente coincidente con el eje de giro.
17. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 16, donde las superficies reflectantes opuestas para diferentes sectores tienen diferentes radios o diferente separación, y al menos un sector no desvía angularmente el haz óptico incidente.
- 15 18. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 16, donde al menos algunas de las superficies reflectantes son esféricas.
19. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 15, donde las superficies reflectantes para al menos algunos de los sectores introducen una desviación angular con un componente que no está en un plano que contiene el haz óptico incidente ni el eje de giro del componente giratorio.
- 20 20. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, que comprende además una primera superficie reflectante no giratoria; dónde:
- 25 los sectores de desviación están dispuestos aproximadamente en un círculo centrado en el eje de giro y se encuentran sustancialmente en un plano de giro que es perpendicular al eje de giro; y para la mayoría de los sectores, el sector comprende una segunda superficie reflectante con una normal a la superficie que no tiene un componente sustancial en el plano de giro, formando la primera y la segunda superficies reflectantes un par de superficies reflectantes opuestas para desviar el haz óptico incidente.
- 30 21. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 20, donde cada una de la primera y la segunda superficies reflectantes opuestas es una superficie de revolución con un eje óptico coincidente con el eje de giro.
22. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 que comprende además:
- 35 un elemento de formación de imágenes situado para recibir los haces ópticos desviados para convertir diferentes desviaciones angulares en diferentes posiciones del haz sobre una superficie diana de modo que una o más de las figuras se mueve a través de una superficie diana debido al giro del componente giratorio.
23. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 que comprende además:
- 40 un grupo de lentes de formación de imágenes situado para recibir los haces ópticos desviados y convertir las diferentes desviaciones angulares sustancialmente constantes en diferentes posiciones de la imagen dentro del patrón de figuras, donde cada posición de la imagen es sustancialmente estacionaria a medida que el sector correspondiente gira a través del haz óptico incidente.
- 45 24. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 23, en el que el grupo de lentes de formación de imágenes comprende un componente monolítico catadióptrico sólido producido a partir de un solo bloque de material óptico.
25. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 24, donde el componente monolítico catadióptrico sólido incluye, en el siguiente orden a lo largo de una trayectoria óptica, una ventana de entrada, una superficie de trayectoria de plegado óptica reflectante, una superficie reflectante curva y una superficie de ventana de salida.
- 50 26. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 25, donde la superficie de trayectoria de plegado óptica reflectante y la superficie de ventana de salida son una misma superficie física.
27. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1 que comprende además:
- 55 al menos dos haces ópticos simultáneamente incidentes.
28. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 27, donde, para la mayoría de los sectores, al menos dos haces ópticos son incidentes en el sector para cada giro del componente giratorio.
- 60 29. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 28, donde, para la mayoría de los sectores, al menos dos haces ópticos son simultáneamente incidentes sobre el sector en un ángulo en el giro del componente giratorio.
30. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 28, donde, para la mayoría de los sectores, un primer haz óptico incide en el sector en un primer ángulo en el giro del componente giratorio, un segundo haz óptico incide en el
- 65

sector en un segundo ángulo en el giro del componente giratorio, y los dos haces ópticos no son simultáneamente incidentes en el sector para ningún ángulo en el giro del componente giratorio.

5 31. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde el patrón de figuras es una matriz de puntos, donde cada punto es sustancialmente estacionario a medida que el sector correspondiente gira a través del haz óptico incidente.

10 32. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 31, donde los puntos se mueven para compensar el movimiento de una pieza de trabajo.

33. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde se seleccionan los parámetros para el haz óptico para la ablación de material.

15 34. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde se seleccionan los parámetros para el haz óptico para cauterizar material.

35. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde se seleccionan los parámetros para el haz óptico para tratar tejido humano.

20 36. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde se seleccionan los parámetros para el haz óptico para tratar piel humana.

25 37. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 1, donde cada uno de los sectores desvía el haz óptico incidente con una desviación angular diferente.

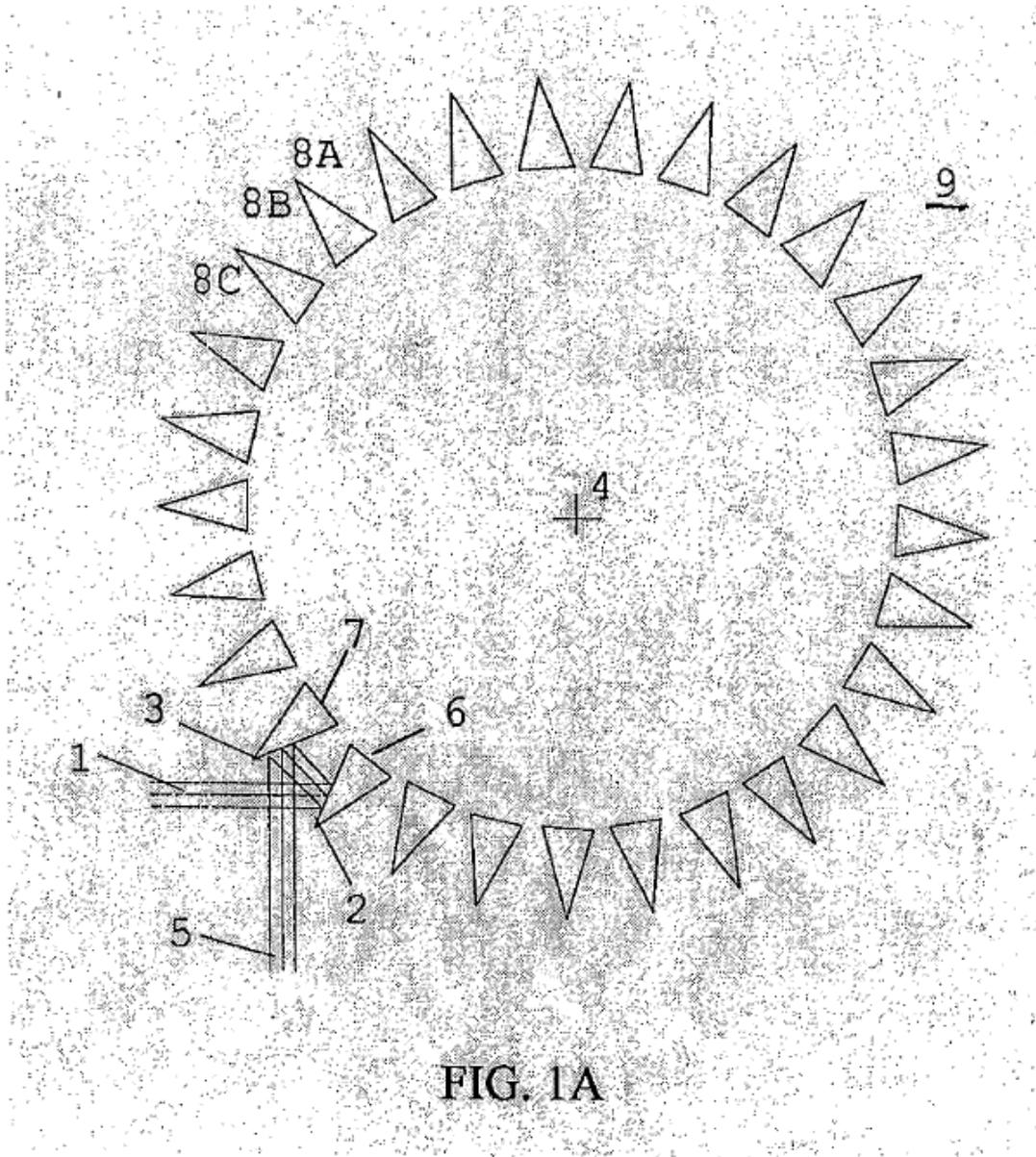
38. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, donde las desviaciones angulares para todos los sectores de desviación se encuentran principalmente en el plano de giro.

30 39. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 3, en el que el haz óptico incidente se encuentra principalmente en el plano de giro.

40. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 23, donde cada sector de desviación desvía el haz óptico incidente a una diferente de las Figuras en el patrón de figuras.

35 41. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 23, donde el patrón de figuras es una serie lineal de figuras.

40 42. El generador de patrones ópticos de la reivindicación 23, donde el patrón de figuras es un patrón bidimensional de figuras.



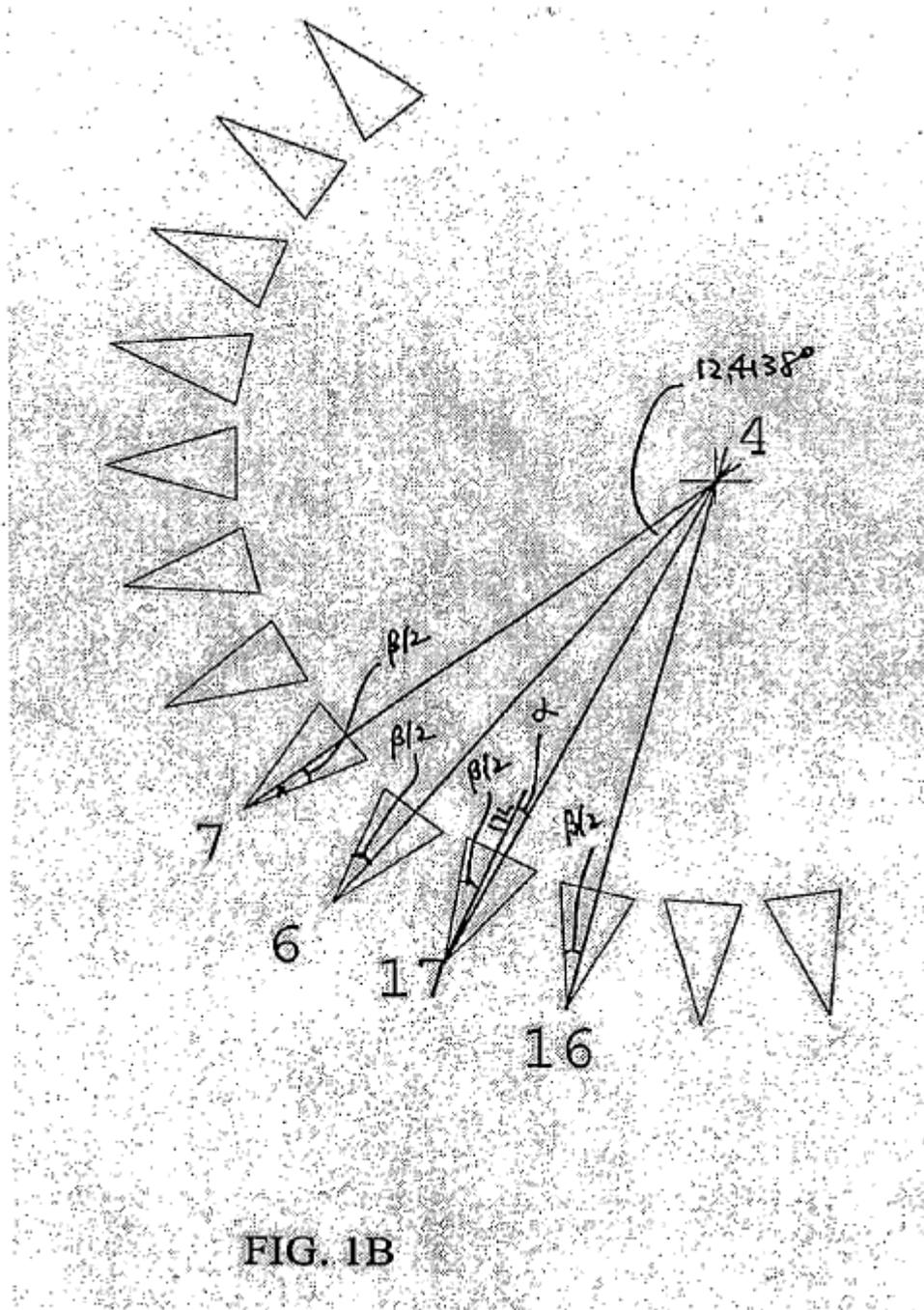


FIG. 1B

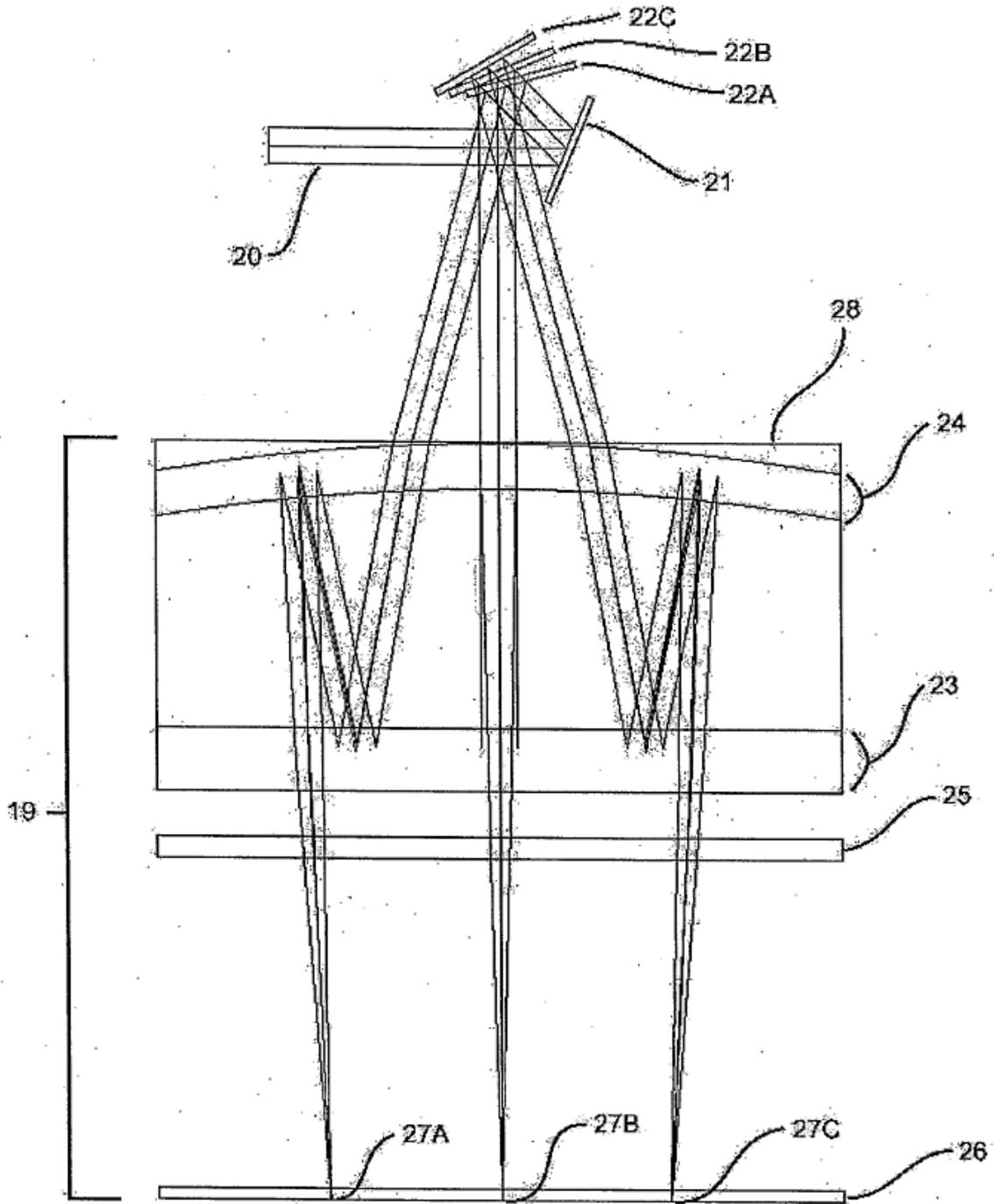


Figura 2A

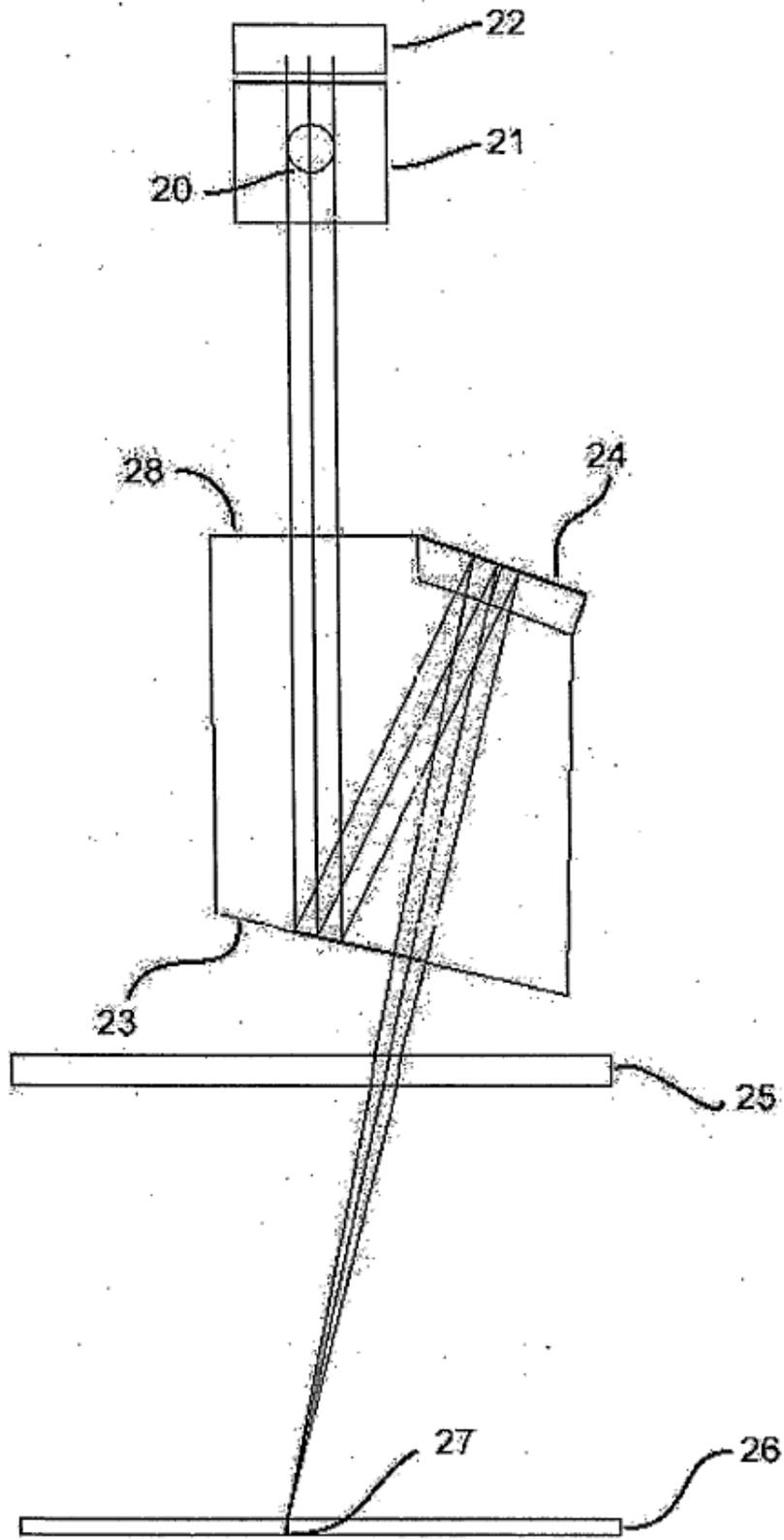


Figura 2B

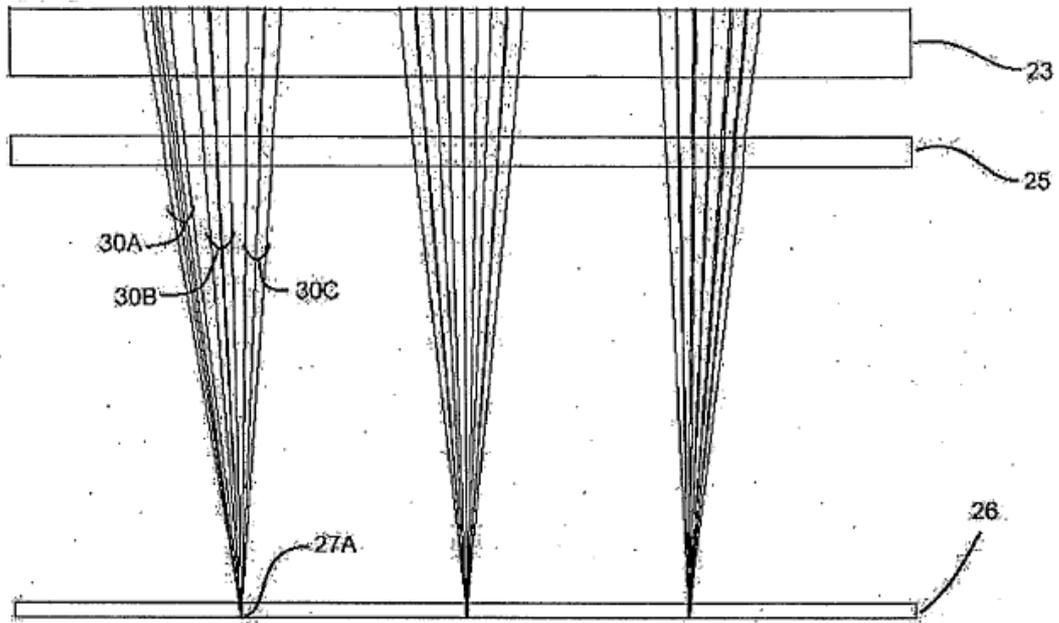


Figura 3

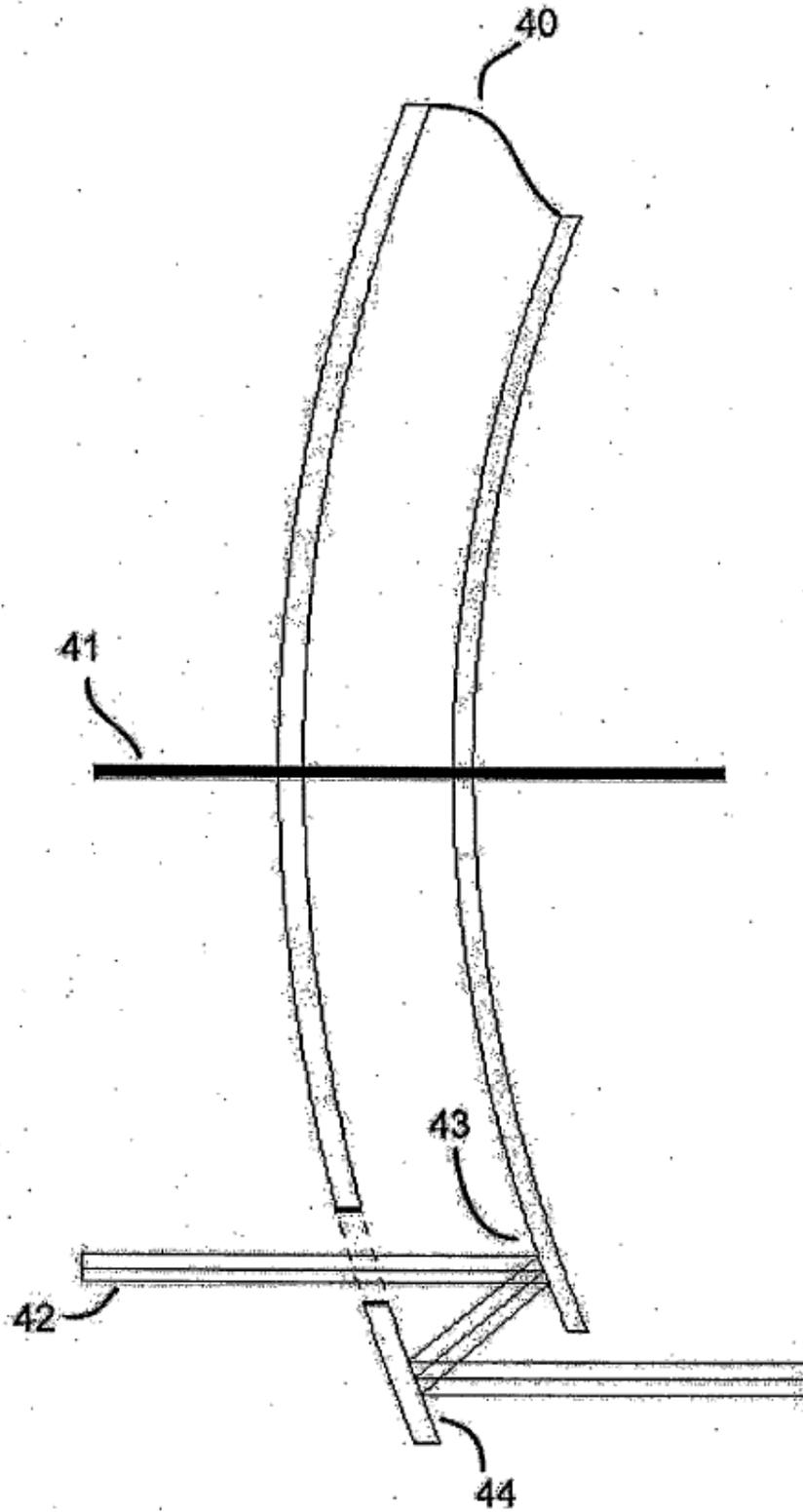


Figura 4

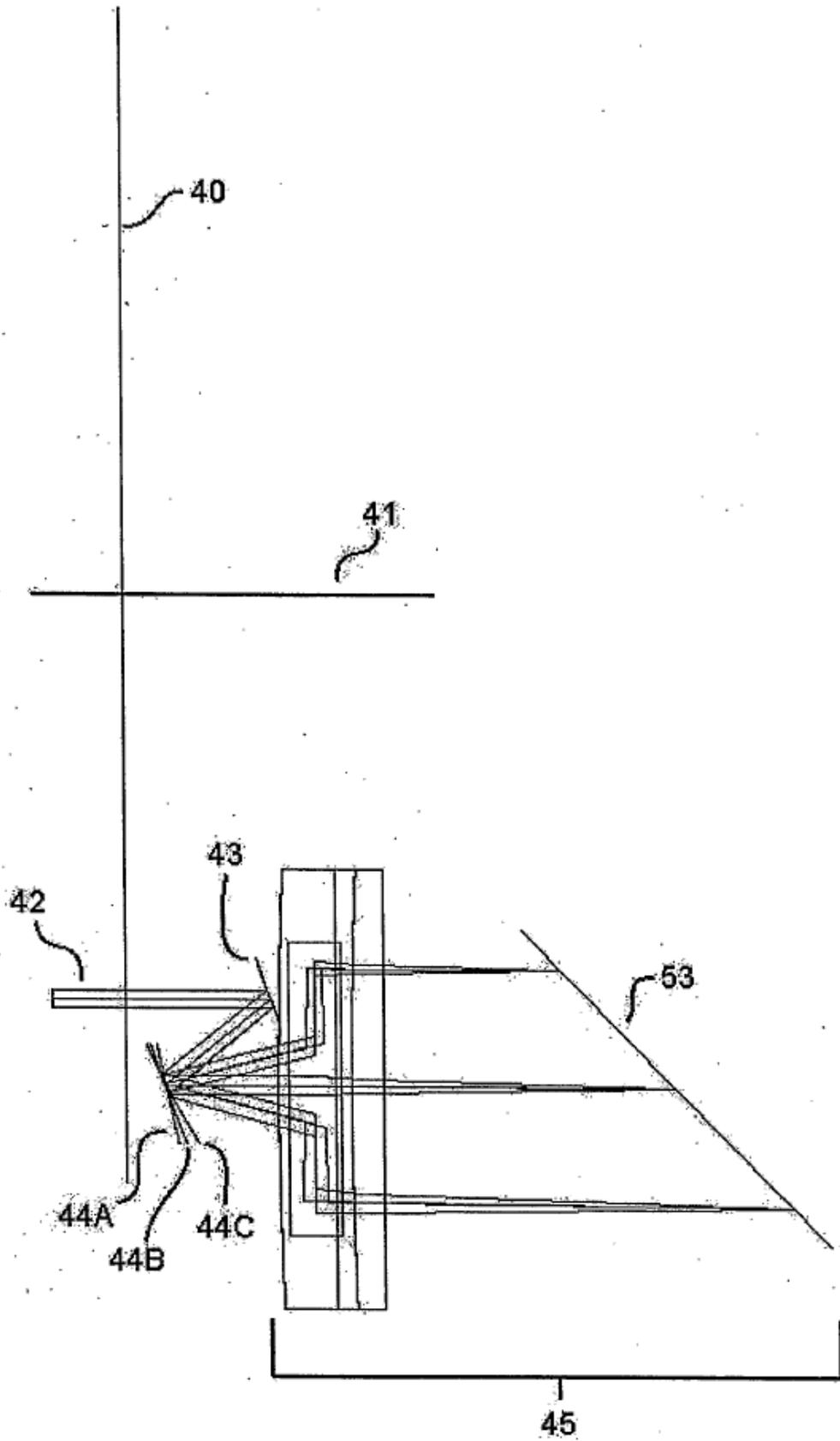


Figura 5A

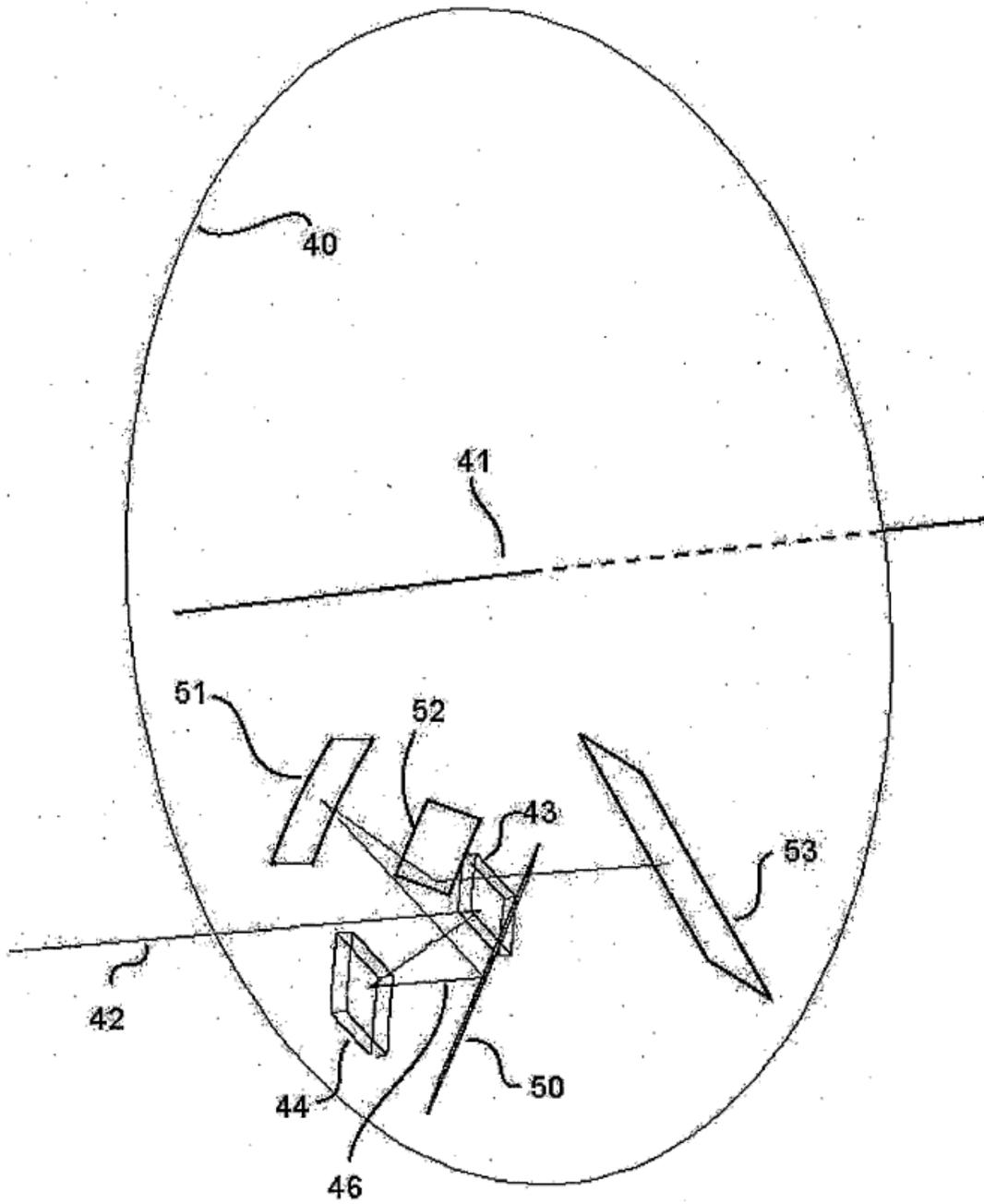


Figura 5B

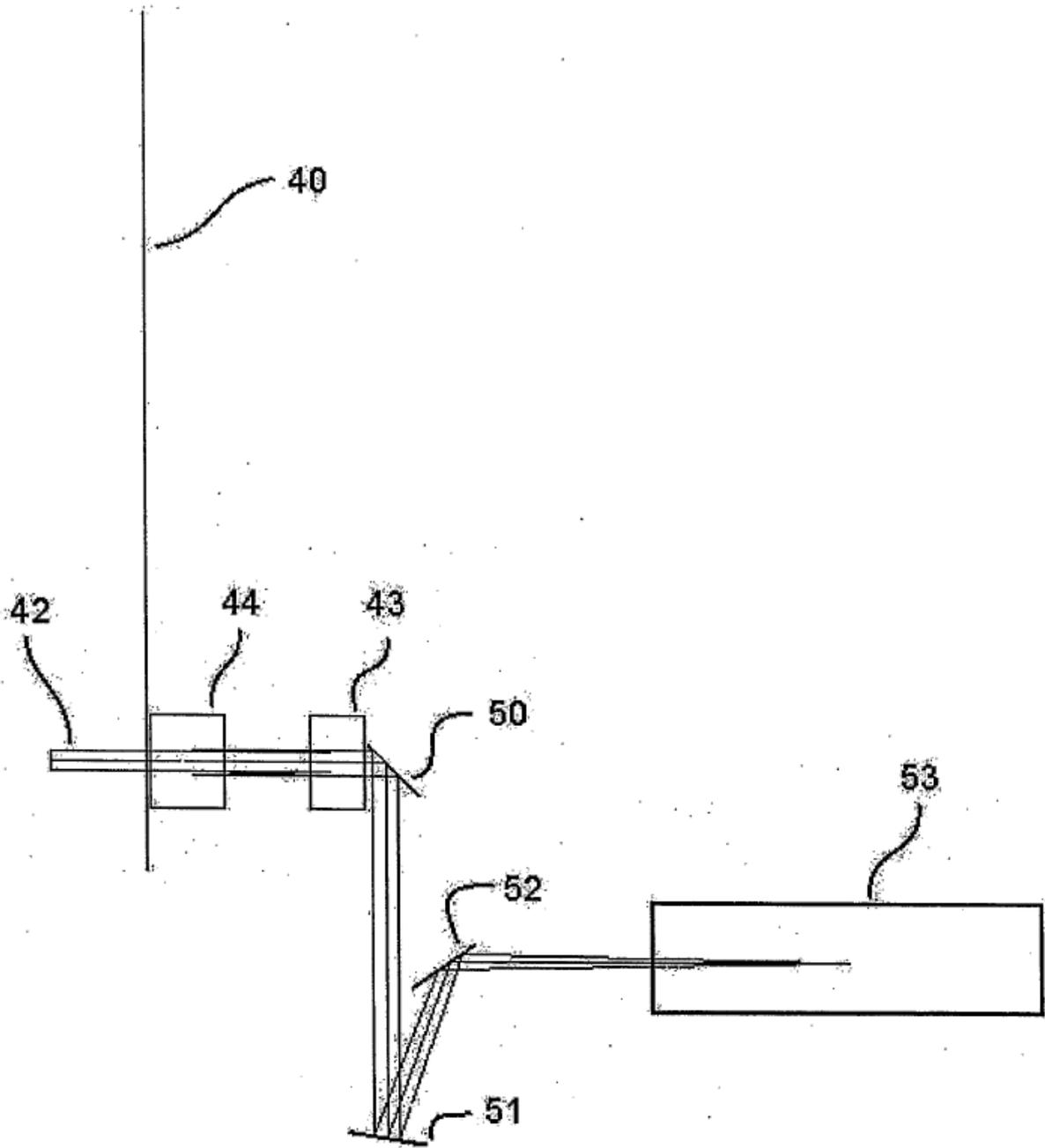


Figura 5C

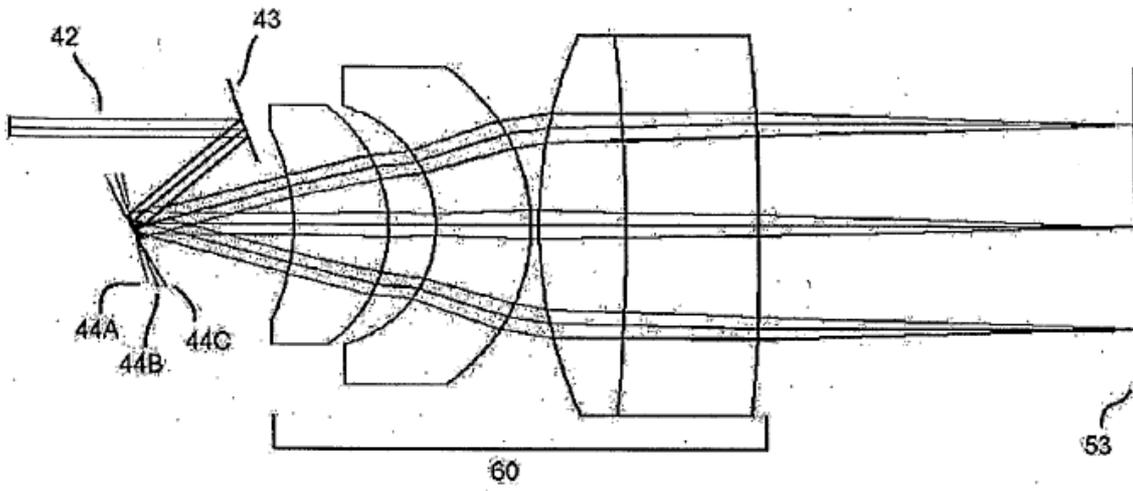


Figura 6

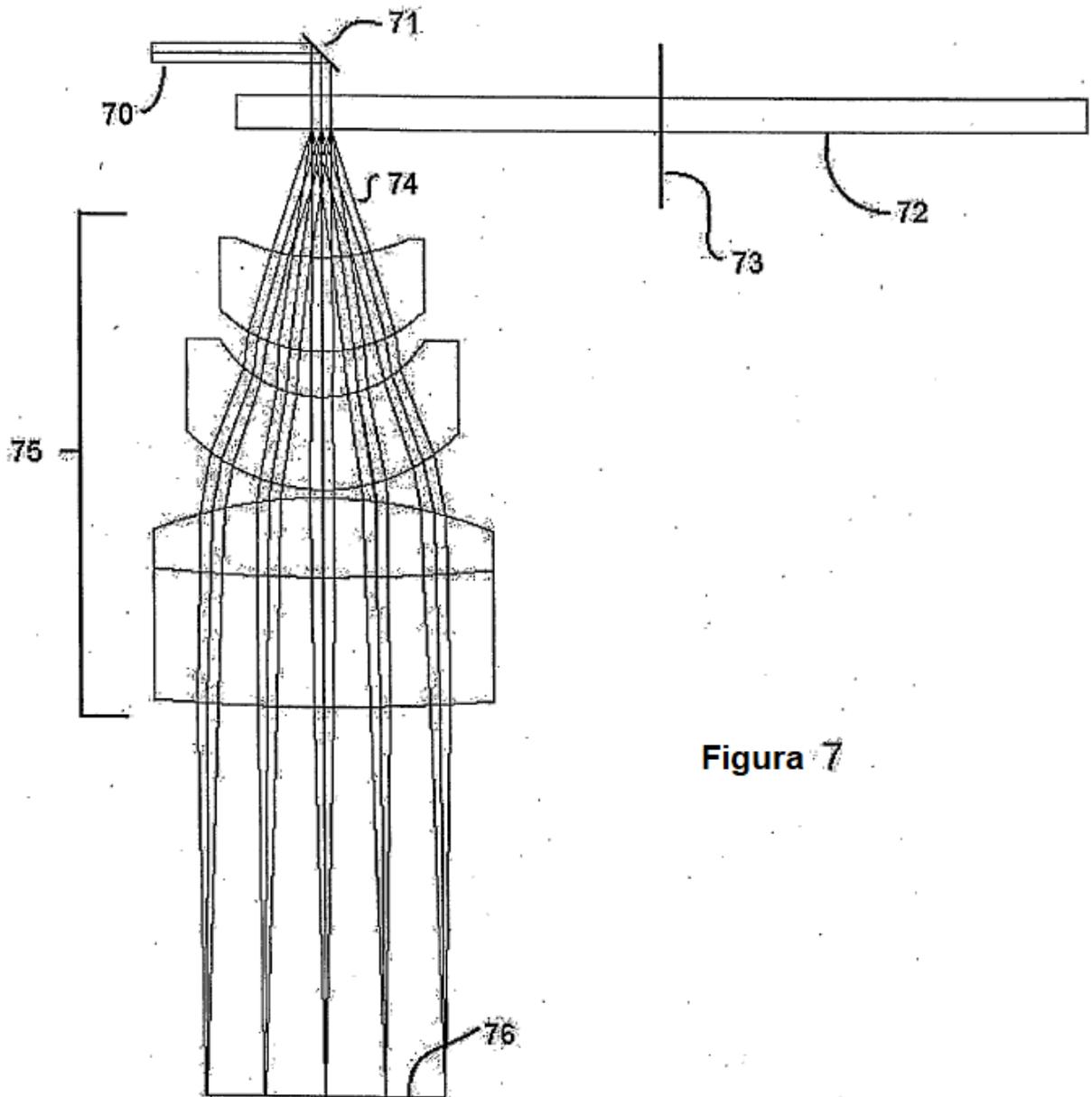


Figura 7

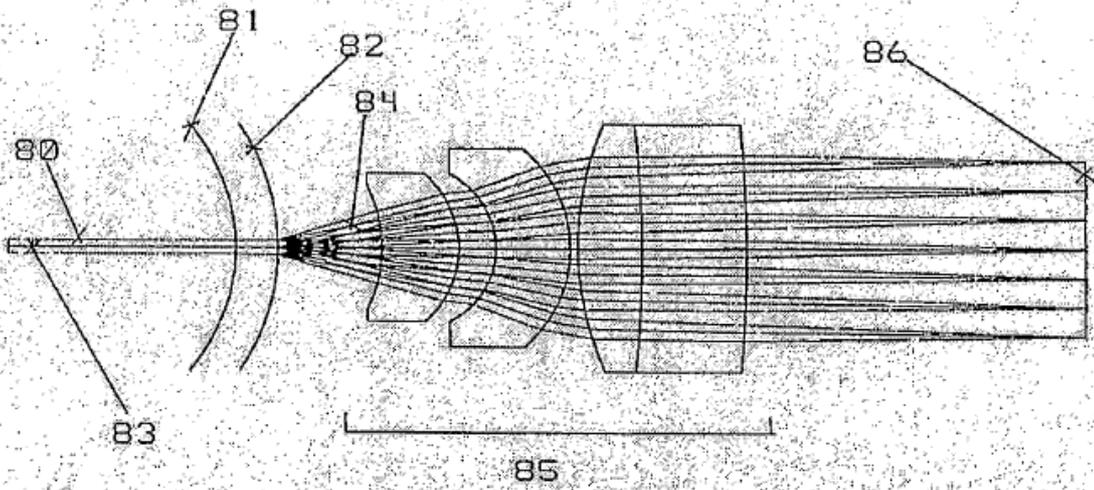


FIG. 8

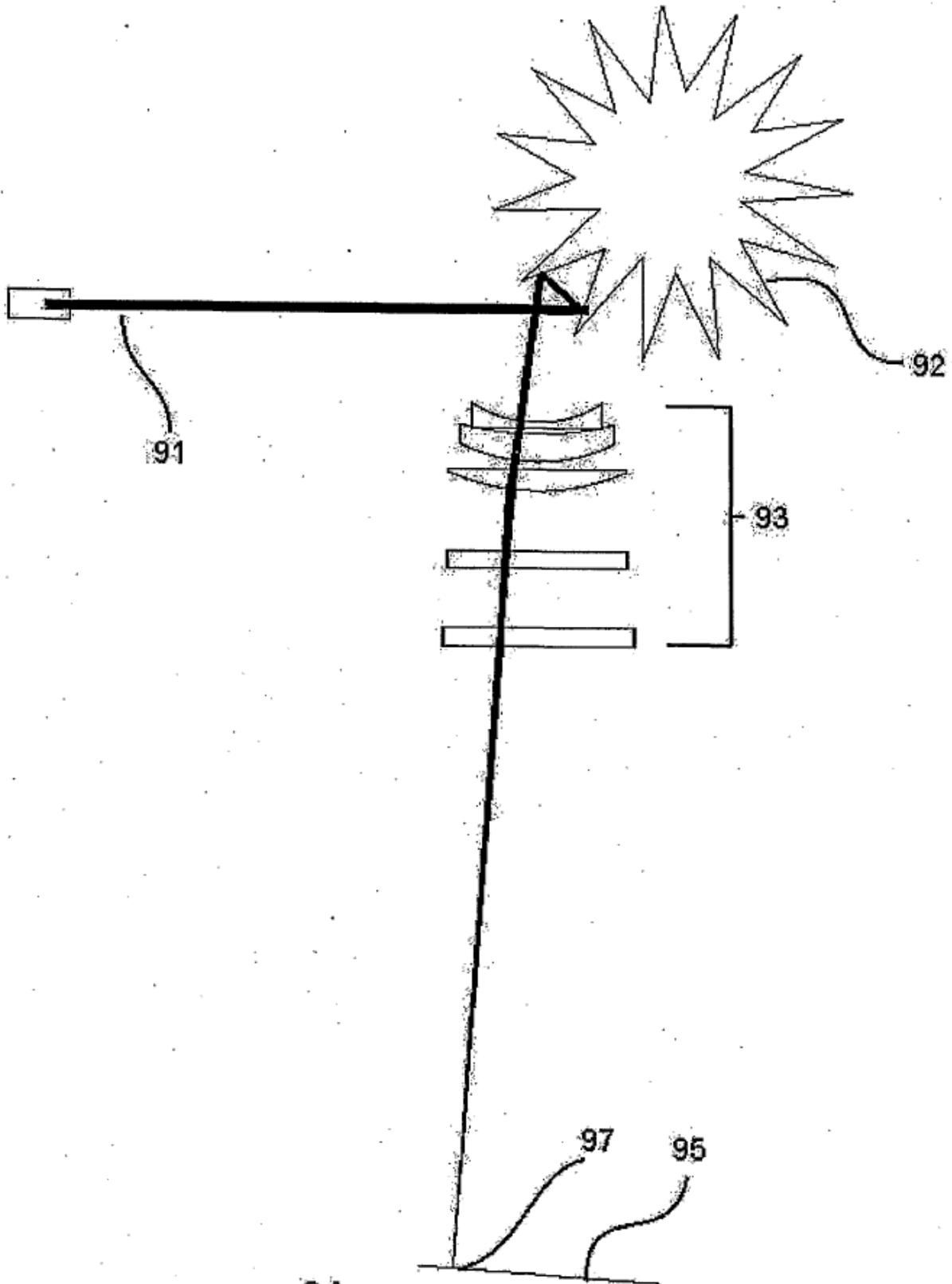


Figura 9A

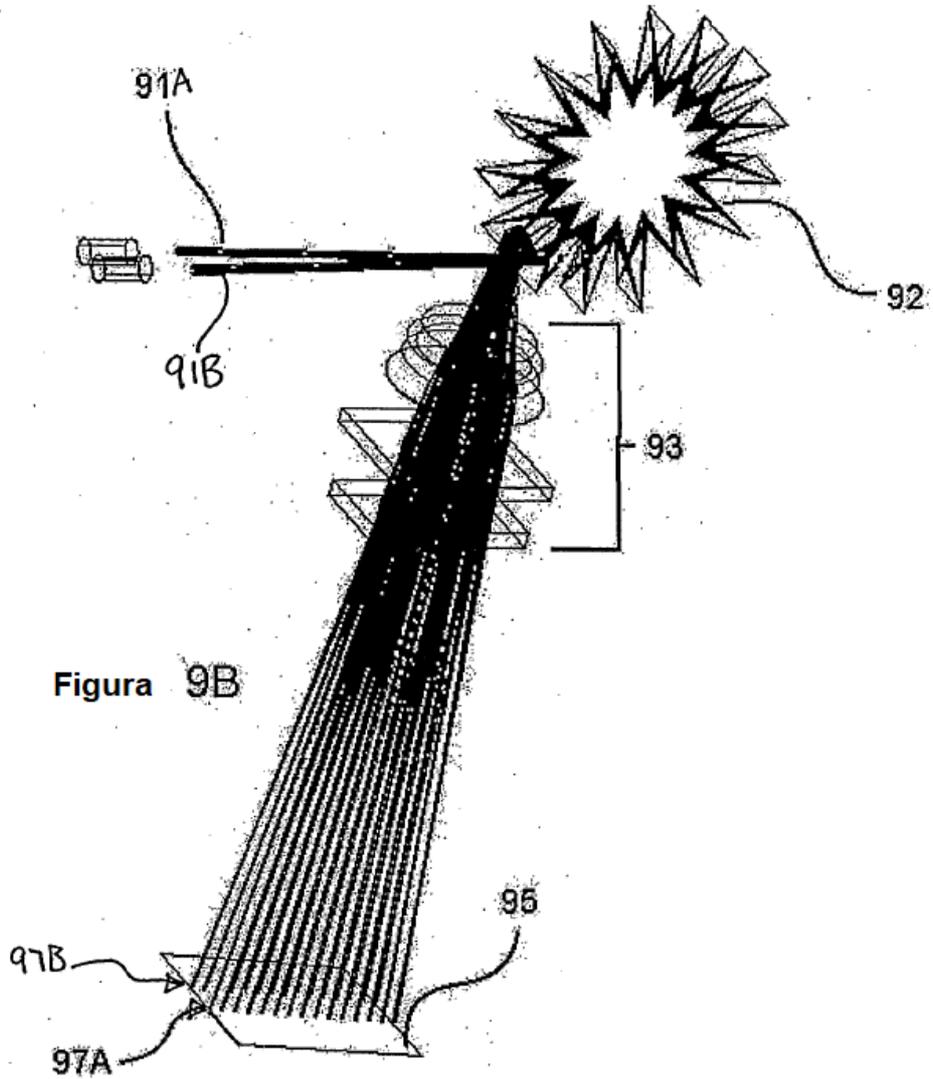


Figura 9B



Figura 9C

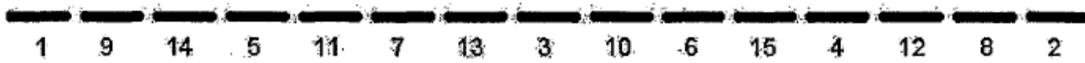


Figura 9D

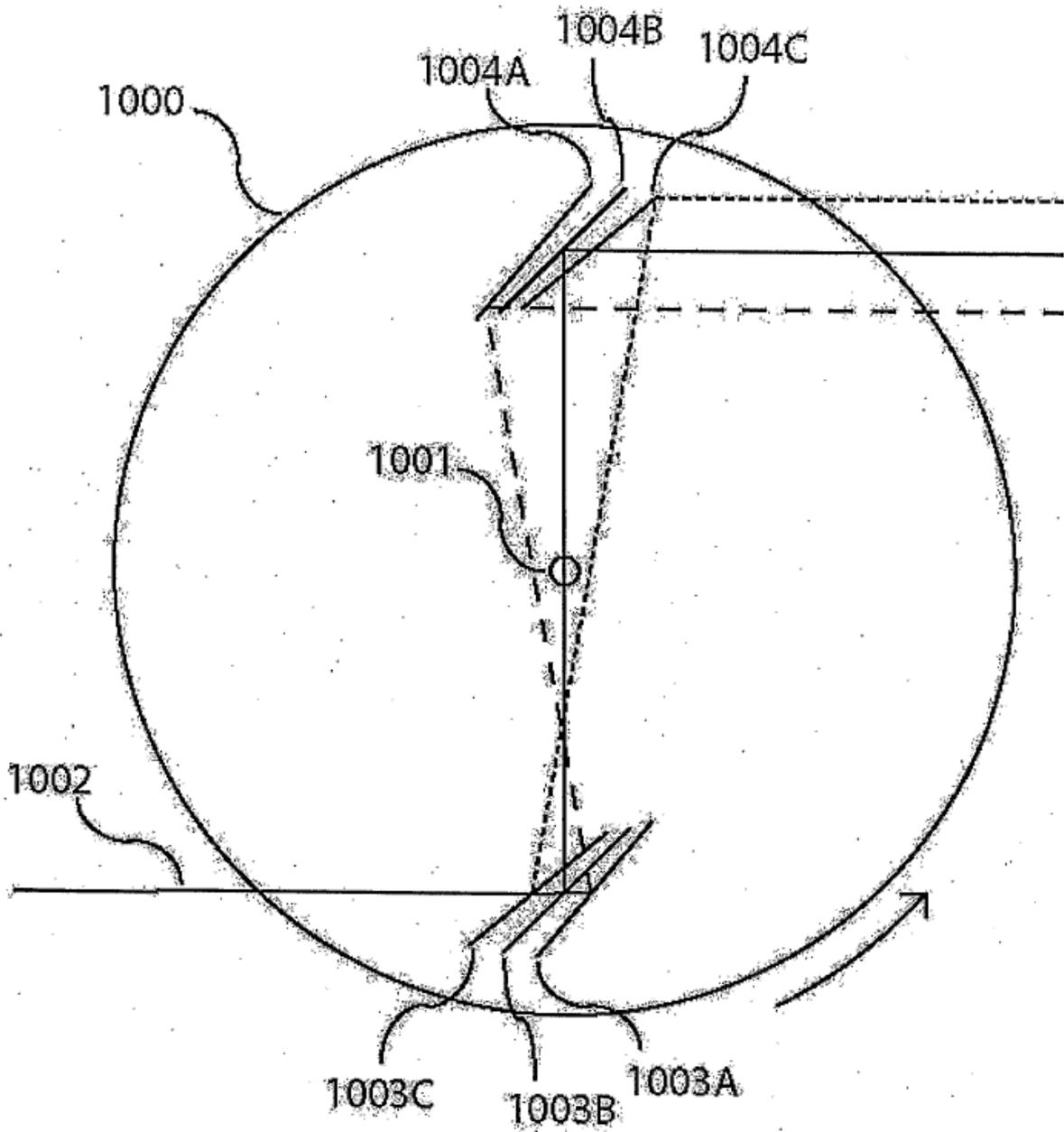


Figura 10