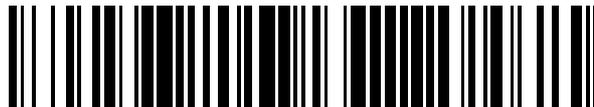


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 577 717**

51 Int. Cl.:

**G06K 9/24** (2006.01)

**G02B 26/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2008 E 08872024 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2248073**

54 Título: **Generadores de patrones ópticos usando segmentos de axición**

30 Prioridad:

**05.02.2008 US 26459 P**

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

**18.07.2016**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DEBENEDICTIS, LEONARD, C.;  
DEWEY, DAVID, A.;  
FRANGINEAS, GEORGE y  
BROOME, BARRY, G.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 577 717 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**

Generadores de patrones ópticos usando segmentos de axición.

**5 Referencia cruzada a la solicitud relacionada**

Esta solicitud reivindica prioridad conforme a 35 US § 119(e) para la solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º 61/026.459 titulada "Optical Pattern Generators Using Axicon Segments", presentada el 5 de febrero de 2008.

10

**Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

15 Esta invención se refiere, en general, a la generación óptica de un patrón de figuras tales como series de puntos, manchas o líneas de imagen. Más particularmente, esta invención se refiere a la generación de tales patrones usando un componente rotatorio que tiene una pluralidad de segmentos de desviación de axición.

**2. Descripción de la técnica relacionada**

20

La generación óptica de un patrón predefinido de manchas o estructuras de imagen se usa en diversas aplicaciones. Las copadoras digitales, escáneres de código de barras manuales, operaciones industriales de corte o soldadura, impresoras, identificación de huella dactilar, entretenimiento con espectáculo de luz, conmutaciones de telecomunicaciones, aplicaciones médicas y pantallas ópticas son unos cuantos ejemplos. Entre los mecanismos más comunes para generar patrones de figuras están los espejos basculantes (por ejemplo, espejos oscilantes dirigidos por galvanómetros) y reflexión desde polígonos convexos rotatorios.

25

Sin embargo, los generadores de patrones ópticos basados en espejos basculantes normalmente tienen características que les hacen inadecuados para ciertas aplicaciones. Por ejemplo, la generación de patrones en estos dispositivos se consigue por exploración del espejo basculante hacia atrás y hacia delante. Pero una exploración oscilatoria, o de atrás hacia delante, de un espejo basculante requiere que el movimiento del espejo se detenga y después invierta su dirección. Esto tarda un tiempo, lo que limita la velocidad a la cual puede producirse el patrón. Para aumentar la velocidad de generación de patrón, el espejo en estos sistemas a menudo se impulsa cerca de la frecuencia resonante del galvanómetro. Sin embargo, esto restringe severamente los patrones que pueden producirse y reduce el coeficiente de utilización del sistema. Por ejemplo, es difícil producir patrones irregulares porque el movimiento del espejo está restringido a ser oscilante. La condición de casi resonancia limita también el intervalo de las velocidades de generación de patrón que puede conseguirse. Por ejemplo, es difícil ajustar un sistema de este tipo en un amplio intervalo de velocidades puesto que la condición de casi resonancia solo existe en un pequeño intervalo de velocidades. Además, la velocidad angular de los generadores de patrón resonantes normalmente es sinusoidal y no es adecuada para un gran número de aplicaciones donde el tiempo de permanencia en cada punto debe ser razonablemente constante y de una duración razonablemente larga.

30

35

40

Si se desea un patrón de imagen bidimensional (por ejemplo, una serie de líneas paralelas o un patrón bidimensional de puntos), entonces normalmente un único espejo se inclina en dos direcciones simultáneamente o se usan dos espejos basculantes coordinados.

45

En muchos casos, también es importante la eficacia o coeficiente de utilización de la fuente de energía, tal como láser. La eficacia o coeficiente de utilización puede definirse como la fracción de energía depositada en un patrón deseado en la localización de tratamiento en comparación con la energía total suministrada por la fuente en un periodo de tiempo dado. Si el patrón es disperso en comparación con el campo de vista del fondo, es preferible desconectar la fuente de energía y explorar rápidamente todo el fondo no expuesto, y después volver a conectar la fuente cuando la imagen se ha apoyado sobre el punto de imagen que se va a exponer. Esto requiere un dispositivo aún más sensible que puede acelerar, desacelerar y asentarse rápidamente. Como resultado de estas características requeridas, un galvanómetro o un polígono convexo u otro mecanismo de la técnica anterior no son suficientemente adecuados para la generación de un patrón a alta velocidad, en particular si el patrón es un patrón irregular o un patrón disperso.

50

55

En los sistemas de polígono convexo rotatorio, los múltiples lados de un polígono tridimensional se hacen reflectantes y el polígono se hace girar alrededor de un eje central. A medida que cada lado reflectante del polígono gira a través de un haz óptico incidente, el haz óptico se refleja para generar una localización de puntos sobre una línea explorada. La rotación de cada lado reflectante produce una línea explorada diferente. Si todos los lados del polígono son idénticos, entonces se explora la misma línea por cada uno de los lados del polígono. Si los lados reflectantes tienen diferentes ángulos de prisma con respecto al eje de rotación central, entonces cada lado produce una línea de exploración desplazada diferente.

60

65

Sin embargo, el enfoque de polígono rotatorio también tiene inconvenientes que lo hacen inadecuado para ciertas aplicaciones. Por ejemplo, los sistemas que producen una serie de líneas de exploración pueden sufrir aberraciones inducidas por la rotación del polígono. Para producir una serie de líneas exploradas, cada línea de polígono debe tener un ángulo piramidal diferente que desplaza la línea de exploración en una dirección perpendicular a la dirección de exploración. Sin embargo, puesto que como cada lado gira a través del haz óptico incidente, la orientación angular del lado del polígono reflectante cambia con el ángulo de rotación. Esto puede provocar cambios en la cantidad de desviación en función del ángulo de rotación y/o introducir otras aberraciones de la imagen no deseadas. Un ejemplo de una aberración de la imagen no deseada es un arco de línea. La línea de exploración ideal normalmente es una línea recta, pero la línea de exploración real a menudo es un arco con forma de arco debido al cambio en la orientación angular de la superficie con la rotación del polígono. El combado del arco de la imagen es el "arco" en la línea de exploración y la cantidad de arco normalmente depende de la cantidad de ángulo piramidal del lado reflectante del polígono. Cuando se exploran diferentes líneas usando ángulos piramidales diferentes en los lados del polígono, se producen diferentes cantidades de arco de línea para cada línea explorada.

El arco de línea de exploración y otros efectos provocados por la rotación del polígono pueden provocar problemas adicionales, dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, en algunas aplicaciones, la acción de exploración se usa para compensar el movimiento del sistema de exploración respecto a la localización del tratamiento (o superficie) de manera que el patrón óptico idealmente permanece fijo en la localización de tratamiento cuando el sistema óptico se mueve con respecto a la superficie. En este caso, el arco de la línea de exploración y otras aberraciones inducidas por el polígono provocarán que el patrón óptico se mueva en la dirección perpendicular a la dirección de exploración. El movimiento no deseado del patrón óptico con respecto a la localización/superficie de tratamiento da como resultado una difuminación no deseada de la imagen.

Los generadores de patrón óptico tales como el espejo impulsado por galvanómetro o el polígono rotatorio convexo normalmente requieren sistemas ópticos anamórficos de múltiples elementos complejos para producir puntos de imagen que tienen diferentes dimensiones en dos direcciones ortogonales. Algunas aplicaciones requieren una imagen que es fuertemente elíptica, en lugar de circular. Las aplicaciones de soldadura industrial y algunas aplicaciones médicas requieren esta condición de una estructura de imagen anamórfica. La complejidad de estos sistemas ópticos hace muy difícil mantener la misma geometría de la estructura de imagen a través del área de la localización del tratamiento debido a que los sistemas ópticos anamórficos tienen aberraciones que varían con la localización del campo de imagen.

El documento WO2007/000973 A1 divulga un escáner de haz óptico provisto de un dispositivo de fuente de luz, y un mecanismo de desviación de luz que permite que el disco de desviación de luz de tipo transmisión explore un intervalo de ángulo prescrito con los haces ópticos emitidos desde el dispositivo de fuente de luz.

El documento US6292285 B1 divulga un espejo de polígono rotatorio único con facetas con forma de v que tienen superficies de faceta reflectante superior e inferior, que reflejan y separan haces dobles en dos fotorreceptores en un ROS. Cada superficie de faceta tendrá un ángulo de inclinación diferente.

El documento JP H11 295632 A divulga un dispositivo de exploración intermitente equipado con un medio de rotación que tiene un reflector provisto de múltiples superficies en ángulo a intervalos prescritos en la dirección de rotación de un árbol rotatorio, y un medio de radiación de haz que irradia la superficie del reflector con haces, en el que las superficies se forman a diferentes ángulos en la dirección del árbol.

El documento GB2250884 A divulga una serie detectora de imágenes ópticas con microexploración; el aumento de la resolución se obtiene desplazando ópticamente la posición de la imagen en la serie en menos de un píxel en las direcciones horizontal y/o vertical mediante un conjunto de microexploración.

El documento WO2004/003626 A1 divulga un dispositivo para la desviación de un rayo láser para un sistema de medición óptica, que comprende un elemento óptico para la detección de un rayo láser incidente y una unidad impulsora para la generación de un movimiento rotacional entre el elemento óptico y el rayo láser incidente, para detectar el rayo láser en una serie de direcciones diferentes.

Por lo tanto, hay necesidad de generadores de patrón óptico que puedan funcionar a altas velocidades con un alto coeficiente de utilización, con tiempos de permanencia posiblemente largos en cada punto de imagen y particularmente para la generación de patrones irregulares. También hay necesidad de generadores de patrón con aberraciones reducidas y/o una difuminación de imagen reducida. También hay necesidad en muchas aplicaciones de estructuras de imagen que sean anamórficas y que tengan una forma relativamente constante a través del campo de la imagen.

### Sumario de la invención

La presente invención proporciona un generador de patrón óptico de axicón único como se expone en la reivindicación 1.

La presente invención supera las limitaciones de la técnica anterior proporcionando un generador de patrón óptico que usa un componente rotatorio con segmentos de axicón. El componente rotatorio incluye una pluralidad de segmentos de axicón reflectantes. Al menos dos de los segmentos de axicón tienen diferentes ángulos incluidos. El componente rotatorio se sitúa de manera que los segmentos de axicón giran a través de haces ópticos incidentes a medida que el componente rotatorio gira alrededor de su eje de rotación. Cada segmento de axicón desvía el haz óptico incidente para generar una figura. Los segmentos de axicón en el agregado generan un patrón de figuras.

En otro aspecto, el generador de patrón óptico incluye además una óptica anamórfica (por ejemplo, lentes cilíndricas). Parte de la óptica anamórfica comprime el haz óptico incidente en el plano sagital según forma la imagen sobre los segmentos de axicón (por ejemplo, mediante formación de imágenes del haz óptico sobre un punto de enfoque lineal). La óptica anamórfica adicional entonces descompone el haz óptico en el plano sagital después de dejar el segmento de axicón. De esta manera, la anchura del haz óptico en el segmento de axicón se reduce, aumentando así el coeficiente de utilización. Además, la forma de las figuras producidas en la localización diana puede ajustarse ajustando las potencias ópticas relativas de la óptica anamórfica. Por ejemplo, pueden ajustarse las aberturas numéricas y/o anchuras de mancha del haz óptico en los planos sagital y meridional en la localización diana.

Los axicones son superficies de revolución. Son rotacionalmente simétricos alrededor de un eje de revolución. El eje de rotación es paralelo a pero está desplazado respecto a los ejes de revolución. Esto puede usarse para crear figuras que cambian ligeramente (por ejemplo, que se mueven ligeramente), que pueden usarse para beneficiarse en ciertas aplicaciones.

La capacidad de producción global puede aumentarse usando múltiples haces ópticos incidentes sobre el generador de patrón óptico.

En otra implementación, el generador de patrón óptico usa un diseño de doble axicón. En este caso, hay dos componentes, al menos uno de los cuales está rotando. Ambos componentes tienen segmentos de axicón reflectantes. Para el o los componentes rotatorios, los segmentos de axicón giran a través del haz óptico cuando el componente rotatorio gira alrededor de su eje de rotación. El haz óptico entrante se desvía por un segmento de axicón desde cada componente. Los dos segmentos de axicón cooperan para desviar el haz óptico incidente para generar una figura a partir del patrón de figuras. Son posibles muchas configuraciones diferentes. Por ejemplo, el primer componente puede estar girando y el segundo ser estacionario, o el primer componente puede ser estacionario y el segundo girar, o ambos componentes pueden girar. En un enfoque, ambos componentes giran y lo hacen al mismo tiempo, reduciendo así el recuento parcial global. Como se ha descrito anteriormente, puede usarse también una óptica anamórfica para comprimir el haz óptico según se forma la imagen sobre los segmentos de axicón.

Los generadores de patrón óptico descritos anteriormente pueden usarse ventajosamente para diversas aplicaciones. Por ejemplo, pueden usarse para depositar energía óptica sobre tejido humano, ya sea externamente sobre la piel o internamente a través de diversos orificios. Puede usarse la energía óptica para conseguir diferentes fines: calentamiento local, erosión, corte o cauterización, por ejemplo. Los dispositivos pueden usarse también para depositar energía óptica sobre otros materiales: polvos metálicos u otros materiales industriales, por ejemplo. El corte, soldadura, erosión y marcado son ejemplos de procesos de fabricación que pueden implementarse usando esta invención. Los dispositivos pueden usarse también en impresoras láser o LED, escáneres de formación de imagen óptica o fotocopiadoras. Otras aplicaciones resultarán evidentes.

En muchos casos, estos elementos de axicón pueden fabricarse ya sea por mecanizado directo o por métodos de replicación tales como moldeo por inyección plástica, electroconformado o replicación epoxi.

Otros aspectos de la invención incluyen métodos correspondientes a los dispositivos, su fabricación y sus aplicaciones.

### Breve descripción de los dibujos

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

Las Figuras 1A y 1B son diagramas que muestran reflexión en el plano meridional desde un segmento de axicón con ángulos incluidos A y A', respectivamente.

Las Figuras 2A y 2B son diagramas que muestran una vista terminal del reflector de axicón que ilustra diferentes divergencias del haz en el plano sagital.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de un sistema generador de patrón óptico axicónico que usa un enfoque de haz en el plano sagital sobre el segmento de axicón.

Las Figuras 4A y 4B son vistas laterales del sistema de generador de patrón óptico axicónico de la Figura 3.

La Figura 5A es una vista terminal del sistema de la Figura 3. La Figura 5B es una vista despiezada de la Figura 5A, que muestra la huella del haz óptico sobre el segmento de axicón.

La Figura 6 es una representación de contorno de la función de dispersión de puntos para la condición donde el segundo radio cilíndrico es dos veces la longitud del primer radio cilíndrico.

La Figura 7 es una representación del contorno de la función de dispersión de puntos para la condición donde el primer radio cilíndrico es dos veces la longitud del segundo radio cilíndrico.

Las Figuras 8, 9 y 10 son una vista en perspectiva, una vista lateral y una vista inferior de un sistema generador de patrón óptico axicónico basado en segmentos de axicón con pequeños ángulos incluidos.

Las Figuras 11 y 12 son una vista en perspectiva y una vista superior de otro sistema generador de patrón óptico axicónico donde los segmentos de axicón tienen pequeños ángulos incluidos.

Las Figuras 13, 14 y 15 son una vista en perspectiva, una vista lateral y una vista superior de otro sistema de generador de patrón óptico axicónico.

Las Figuras 16 y 17 son una vista en perspectiva y una vista superior de un sistema generador de patrón óptico axicónico en el cual el eje de rotación y el eje de revolución para los segmentos de axicón están separados, y la figura de la imagen se mueve transversalmente respecto a la dirección de localización de la línea.

La Figura 18 es un diagrama de manchas de las figuras formadas mediante el sistema de generador de patrón óptico axicónico con ejes de rotación y revolución coincidentes.

La Figura 19 es un diagrama de manchas de las figuras formadas por el sistema generador de patrón óptico axicónico de la Figura 16, con ejes de rotación y revolución separados.

La Figura 20 es una vista en perspectiva de un generador de patrón óptico axicónico que usa múltiples haces de entrada para aumentar el número de figuras de imagen producidas.

La Figura 21 muestra diagramas de puntos de tres figuras de imagen producidas simultáneamente por los tres haces de entrada de la Figura 20.

Las Figuras 22 y 23 son una vista en perspectiva y una vista superior de un generador de patrón óptico axicónico con múltiples haces de entrada introducidos en el plano sagital.

La Figura 24 muestra diagramas de manchas de tres figuras de imagen producidas simultáneamente por los tres haces de entrada de la Figura 22.

Las Figuras 25, 26 y 27 son una vista en perspectiva, una vista lateral y una vista superior de un generador de patrón óptico de doble axicón.

Las Figuras 28 y 29 son una vista en perspectiva y una vista superior de una disposición de doble axicón con un coeficiente de utilización mejorado.

Algunas figuras representan realizaciones de la presente invención para fines de ilustración únicamente. Un experto en la materia reconocerá fácilmente a partir del siguiente análisis que las realizaciones alternativas de las estructuras y métodos ilustrados en el presente documento pueden emplearse sin alejarse de los principios de la invención descrita en el presente documento.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1A es un diagrama que muestra la reflexión en el plano meridional de un haz óptico incidente 14 desde una superficie de axicón reflectante 10, que es una superficie de revolución alrededor del eje de revolución 12. En este caso, el axicón tiene la forma de un cono circular recto. La rejilla superpuesta sobre el axicón 10 en la Figura 1A (y en muchas otras de las Figuras) es un defecto del programa de dibujo; no pretende implicar que cada área trapezoidal dentro de la rejilla sea una pieza plana. El ángulo incluido del axicón está marcado como A. Este ángulo incluido es la mitad del ángulo del vértice del cono desde el cual se genera el axicón. Se muestra también el haz óptico reflejado 16. Debido a que la superficie del axicón 10 es una superficie de revolución, la rotación alrededor del eje de revolución 12 no cambia la forma de la superficie y el haz óptico reflejado 16 no cambia la dirección de propagación cuando se hace girar la superficie del axicón 10.

La Figura 1B es la misma que la Figura 1A, excepto que el axicón 10' tiene un ángulo incluido A' diferente. Como resultado, el haz óptico reflejado 16' se propaga a un ángulo diferente en comparación con la Figura 1A. Sin embargo, como en la Figura 1A, la rotación del axicón 10' alrededor de su eje de revolución 12 no cambia la forma de la superficie y el haz óptico reflejado 16' no cambia su dirección de propagación cuando se hace girar el axicón 10'.

Un generador de patrón óptico incluye un componente rotatorio que tiene una pluralidad de segmentos de axicón reflectantes. En las Figuras 1A y 1B, cada axicón 10, 10' abarca los 360 grados totales alrededor del eje de revolución 12. Sin embargo, los segmentos de axicón pueden formarse de manera que abarquen menos de 360 grados. Estos son segmentos del cono correspondiente, en lugar del cono completo. Los diferentes segmentos pueden entonces ensamblarse para abarcar los 360 grados en su totalidad. Por ejemplo, suponiendo que cada segmento de axicón abarque 15 grados. El primer segmento puede tener el ángulo incluido A, el siguiente segmentos el ángulo incluido A' y así sucesivamente para todos los 24 segmentos. Ensamblar ahora estos segmentos en un componente que gira, donde el eje de rotación es coincidente con el eje de revolución para cada segmento de axicón. A medida que el componente que contiene los segmentos de axicón gira alrededor del eje común 12, cada uno de los diferentes segmentos de axicón reflectantes gira a través del haz óptico incidente 14 a su vez, produciendo una serie de haces reflejados 16, 16', etc. que pueden tener cada uno un ángulo reflejado diferente. Además, puesto que los segmentos son axicones que giran alrededor de su eje de revolución, el haz reflejado no cambia cuando un segmento particular gira a través del haz óptico incidente, aunque cambiará cuando

los diferentes segmentos giren a través del haz óptico.

La Figura 2A es un diagrama que muestra reflexión en el plano sagital de un haz óptico incidente 14 colimado desde una superficie de axicón reflectante 10. El haz óptico colimado diverge fuertemente tras la reflexión en el plano sagital. La cantidad de divergencia del haz reflejado 16S es una función del tamaño del haz incidente sobre la superficie del axicón en la dirección sagital. Se muestran siete rayos en este ejemplo. Estos siete rayos en el haz óptico reflejado 16S divergen fuertemente y el ángulo de divergencia es una función de la distancia del haz incidente sobre la dimensión sagital de la superficie del axicón 10, de manera que los rayos no parecen proceder de un único punto. El abanico de rayos en el plano sagital sufre aberración.

Esta divergencia puede ser útil para variar la abertura relativa entre los planos meridional y sagital del sistema, pero el desplazamiento de la superficie del axicón 10 reduce sustancialmente el coeficiente de utilización del sistema. El coeficiente de utilización del sistema de generador de patrón óptico axicónico es una función de la anchura sagital de la huella del haz incidente sobre la superficie del axicón. Una huella más ancha significa un menor coeficiente de utilización para un componente rotatorio de diámetro dado o, a la inversa, un componente rotatorio de mayor diámetro para un coeficiente de utilización dado.

La Figura 2B es igual que la Figura 2A, excepto que en la dimensión sagital, el haz óptico incidente 14 se ha enfocado sobre la superficie reflectante del axicón 10. Como resultado, el haz reflejado 16S' diverge más lentamente del axicón y aparecen siete rayos que surgen aproximadamente desde un punto en la superficie del axicón 10. Esta configuración puede ser útil para aumentar el coeficiente de utilización del sistema y reducir las aberraciones en el plano sagital del axicón 10.

Los generadores de patrón óptico axicónico que usan axicones individuales o dobles axicones pueden beneficiarse de cualquiera de la condición rápidamente divergente mostrada en la Figura 2A o la condición lentamente divergente mostrada en la Figura 2B. Se proporcionan a continuación ejemplos basados en ambas condiciones anteriores.

Un gran número de aplicaciones requieren coeficientes de utilización altos y pequeños volúmenes de producto. Estas aplicaciones pueden beneficiarse de una configuración de generador de patrón óptico de "axicón único" con un haz que se enfoca en el plano sagital en la superficie del axicón. "Axicón único" en este contexto significa que cada rayo en el haz óptico se refleja desde un segmento de axicón único, aunque el segmento de axicón puede cambiar con el tiempo a medida que giran los componentes rotatorios. La Figura 3 es una vista en perspectiva de un generador de patrón óptico de axicón único. Un haz de entrada colimado 100, normalmente de una fuente de energía láser, pasa a través de dos lentes 102 y 104 que funcionan como un telescopio con potencia ajustable, que sirve para seleccionar un diámetro del haz que proporcionará el tamaño de imagen necesario para mover la superficie de la imagen de forma seleccionable hacia delante o hacia atrás de la superficie del tratamiento para optimizar el régimen de tratamiento seleccionado por el operario.

El haz expandido 106 que sale del grupo de telescopio 102, 104 entra en una lente acondicionadora del haz 108 que enfoca el haz de entrada en el plano sagital sobre la superficie de un componente rotatorio 112 que incluye una pluralidad de segmentos de axicón, cada uno de los cuales puede tener un ángulo incluido diferente. Puede ponerse un espejo plegable 110 entre la lente acondicionadora del haz 108 y el componente rotatorio 112 para reducir el volumen del sistema. El haz óptico 106 se refleja desde una de las superficies del segmento de axicón 114 y el haz de salida 116 entra en una lente de formación de imagen 118. Puede usarse una ventana 120 para sellar el sistema. El haz se enfoca sobre la localización de tratamiento 122. Obsérvese que la "localización" de tratamiento 122 se mostrará como una superficie plana donde se enfoca el haz. Esto se hace por claridad. De hecho, la localización de tratamiento puede que no sea plana o incluso que sea tridimensional. Además, el punto de enfoque puede que no sea el mismo que la localización de efecto máximo. La Figura 3 muestra tres haces diferentes que enfocan a tres localizaciones diferentes sobre la superficie de tratamiento 122. Los tres haces corresponden a tres segmentos de axicón con diferentes ángulos incluidos. Es decir, los tres haces no aparecerán simultáneamente sobre la localización de tratamiento 122. Más bien, aparecerán secuencialmente a medida que cada segmento de axicón gire a través del haz óptico incidente.

En la Figura 3, cualquier lado de la lente 108 tiene una superficie cilíndrica que enfoca el haz incidente 106 sobre una de las superficies de axicón 114. La superficie cilíndrica está dispuesta de manera que el haz se enfoca fuertemente en el plano sagital (se forma un punto de enfoque lineal situado sobre la superficie del segmento de axicón 114). El componente rotatorio 112 mostrado en la Figura 3 tiene la sección superior truncada, puesto que esta porción no se usa. La lente de formación de imágenes 118 tiene una superficie cilíndrica 124 y una superficie esférica 136. La superficie cilíndrica 124 vuelve a colimar el haz enfocado en el plano sagital, de manera que el haz óptico que pasa a través de la superficie esférica 126 se dirigirá a un punto de enfoque bien definido en la superficie de tratamiento 122 en ambos planos meridional y sagital. Debido a que la superficie cilíndrica en la lente 108 y la superficie cilíndrica 124 comparten un punto de enfoque común en el segmento de axicón 114, estas dos superficies cilíndricas funcionan como un telescopio en el plano sagital. Ajustando la relación de estos dos radios cilíndricos, la potencia del telescopio puede seleccionarse para cambiar la relación de aberturas relativas en los planos meridional y sagital. Cuando los dos radios son iguales, la potencia de amplificación sagital del telescopio es unitaria y la abertura relativa en los planos meridional y sagital es la misma y las dimensiones de la mancha de imagen en estos

dos planos también son iguales. En algunos casos, es ventajoso tener diferentes dimensiones de mancha de imagen, y esta condición puede conseguirse seleccionando la relación de las dos superficies cilíndricas apropiadamente.

5 La Figura 4A muestra una vista lateral del sistema en la Figura 3. Se muestra el eje de rotación 113. Este también es el eje de revolución para los segmentos de axicón. El haz 130 reflejado desde el segmento de axicón 114 se enfoca en el punto axial 132 en la localización de tratamiento. La Figura 4B muestra la misma vista lateral, pero para los tres segmentos de axicón secuenciales 114, 114', y 114'', que producen los puntos de imagen correspondientes 132, 132', y 132'' en la localización de tratamiento. Cada segmento de axicón diferente en el componente rotatorio 112 produce un punto de imagen diferente en la localización de tratamiento y cada punto permanece en la localización de tratamiento durante el tiempo que el segmento de axicón intercepta el haz óptico.

15 La Figura 5A es una vista terminal del sistema mostrado en la Figura 4 donde puede observarse la condición de enfoque del haz sobre la superficie del axicón. La superficie cilíndrica sobre la lente 108 enfoca el haz óptico a un punto 138 en el plano sagital del segmento de axicón 114. El haz divergente 130 reflejado desde el segmento de axicón 114 pasa a través de la superficie de la lente del cilindro 124 de la lente 118. La superficie de la lente del cilindro 124 vuelve a colimar el haz óptico dentro de la lente 118 y la superficie esférica 126 de la lente 118 enfoca el haz óptico en el punto 132 sobre la localización de tratamiento.

20 La Figura 5B es un despiece de la Figura 5A, y a un ángulo ligeramente diferente. Es un diagrama de huella que muestra una vista proyectada del componente rotatorio 112 a lo largo de su eje de rotación. Se muestra el segmento de axicón 114 y puede verse el punto de enfoque lineal 140 del haz óptico en el plano sagital de la superficie del axicón. Debido al punto de enfoque lineal en el plano sagital, el coeficiente de utilización de este sistema puede superar fácilmente el 90 %. A partir de la Figura 5B, si la anchura del haz enfocado en el segmento de axicón 114 es de 0,5 mm y la circunferencia del componente rotatorio 112 en el punto de incidencia del haz óptico es de 125 mm y, como hay 20 segmentos 114, el coeficiente de utilización es de aproximadamente  $[125(3,14)-(20)(0,5)]/[100]/[125(3,14)] = 97 \%$ .

30 Este ejemplo usaba componentes ópticos cilíndricos para conseguir compresión en un punto de enfoque lineal en el segmento de axicón. Sin embargo, pueden usarse también otros tipos de elementos ópticos anamórficos y compresión a formas distintas del punto de enfoque lineal. A menudo es ventajoso la colocación óptica del componente rotatorio con los segmentos de axicón entre dos componentes ópticos anamórficos, comprimiendo la primera óptica anamórfica el haz óptico incidente en el plano sagital sobre los segmentos de axicón y descomprimiendo entonces la segunda óptica anamórfica el haz óptico, después de que deja los segmentos de axicón. La compresión en el plano sagital generalmente aumentará el coeficiente de utilización global del sistema.

35 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 3, una superficie cilíndrica 109 sobre la lente 108 enfoca el haz colimado incidente en una línea sobre la superficie del axicón. Una segunda superficie cilíndrica 124 sobre la lente 118 vuelve a colimar el haz que se había enfocado como una línea sobre la superficie del axicón. La selección de la relación de los dos radios cilíndricos provoca la abertura relativa en el espacio de imagen para que el plano meridional y el plano sagital tengan diferentes valores, de manera que las dimensiones de imagen puedan tener diferentes dimensiones (es decir, diferentes anchuras de mancha en los planos sagital y meridional).

45 Si la superficie 124 tiene un radio cilíndrico que es más largo que el de la superficie 109, la abertura numérica en la dirección sagital es mayor que la abertura numérica en la dirección meridional, de manera que la dimensión de la imagen es más corta en la dirección sagital. La Figura 6 ilustra esta condición de imagen. En este caso, el radio de la superficie 124 es dos veces la longitud de la superficie 109. La Figura 6 es una representación de contorno de la función de dispersión del punto resultante. La flecha muestra la orientación de la localización de la línea de las imágenes producidas por los diferentes segmentos de axicón. La localización de la línea está situada a lo largo de la dirección meridional y la dirección sagital es ortogonal respecto a la localización de la línea.

50 A la inversa, cuando el radio cilíndrico de la superficie 109 es mayor que el de la superficie 124, la abertura numérica en la dirección meridional es mayor que la abertura numérica en la dirección sagital, de manera que la dimensión de la imagen es más corta en la dirección meridional. La Figura 7 ilustra esta condición de imagen. La flecha muestra la orientación de la localización de la línea.

55 Algunas aplicaciones pueden beneficiarse de una mancha de imagen que se dispersa a lo largo de la dirección de la localización de línea, y esta condición puede conseguirse seleccionando el radio cilíndrico de la lente 118 para que sea mayor que el radio cilíndrico de la lente 108. Otras aplicaciones pueden beneficiarse de una mancha de imagen que se dispersa en perpendicular a la dirección de la localización de la línea y esta condición puede conseguirse seleccionando el radio cilíndrico de la lente 118 para que sea más corto que el radio cilíndrico de la lente 108. Otras aplicaciones más se benefician de manchas de imagen que tienen dimensiones iguales a lo largo de la dirección de la localización de la línea y perpendiculares a la dirección de la localización de la línea y esta condición puede conseguirse haciendo que los radios cilíndricos en las lentes 108 y 118 tengan la misma magnitud.

60

65

La localización de la superficie cilíndrica 109 sobre el elemento 108 se muestra en el segundo lado del elemento pero, como alternativa, puede estar localizada en el primer lado del elemento. Análogamente, la localización de la superficie cilíndrica 124 en el elemento 118 se muestra en el primer lado del elemento pero, como alternativa, podría estar localizada en el segundo lado del elemento.

5 La disposición mostrada en las Figuras 3-7 usa un componente de axicón con segmentos que están muy inclinados respecto a su eje de revolución común. Se muestra otra disposición en la Figura 8 donde las superficies de axicón solo están algo inclinadas respecto al eje de revolución. En la cara, algunos o más de los segmentos de axicón pueden degenerar en un segmento cilíndrico circular recto (es decir, ángulo incluido de cero grados) y los  
10 segmentos de axicón restantes pueden tener pequeños ángulos incluidos que son tanto positivos como negativos con respecto a la superficie de cilindro circular recto. La superficie de cilindro circular recto es una superficie de axicón degenerada en el mismo sentido matemático que un círculo es una elipse degenerada. Por lo tanto, esta  
15 disposición usa aún segmentos de axicón pero los ángulos incluidos son pequeños, de manera que son posibles sistemas más compactos y puede conseguirse una variación más pequeña en las aberraciones en la superficie del axicón.

En la Figura 8, un haz óptico incidente 200 pasa a través de una lente cilíndrica 202 con una superficie cilíndrica 204 que enfoca el haz en una imagen de línea sobre el segmento 204 de un componente rotatorio multisegmento 206 que tiene un eje de rotación 208. El haz reflejado 210 intercepta el espejo plegable 212 y después pasa a través de  
20 la lente cilíndrica 214 con superficie cilíndrica 216. La superficie cilíndrica 216 vuelve a colimar el punto de enfoque lineal en el segmento de axicón 204 y el haz pasa entonces a través de una lente de formación de imágenes 218 y se enfoca en la localización de tratamiento 220. En comparación con el sistema de la Figura 3, la disposición de la  
25 Figura 11 reduce el ángulo de incidencia en el segmento de axicón 204, de manera que las aberraciones ópticas se reducen y la calidad de la imagen puede mejorar respecto al sistema mostrado en la Figura 3.

Como con el sistema de la Figura 3, seleccionar la relación de los radios cilíndricos 204 y 216 provoca que las dimensiones de la imagen sean circulares o elípticas en la localización de tratamiento 220.

Las Figuras 9 y 10 son una vista lateral y una vista inferior de la disposición mostrada en la Figura 8. La Figura 9 muestra tres segmentos de axicón diferentes 204, 204' y 204" que provocan que el haz incidente se refleje como los haces 210, 210', y 210". Están presentes tres puntos de imagen en la localización de tratamiento 220 mediante estos tres segmentos de axicón. Se usan números mayores de segmentos de axicón para la mayoría de aplicaciones, pero solo se muestran tres por claridad. En la vista inferior de la Figura 10, obsérvese que el haz incidente 200 y el  
30 eje de rotación 208 están situados en un plano que también incluye el haz reflejado.

Las Figuras 11 y 12 son una vista en perspectiva y una vista superior, respectivamente, de otra disposición de axicón único donde los segmentos de axicón tienen pequeños ángulos incluidos. En la Figura 12 puede verse que el haz incidente 300 se enfoca en el plano sagital mediante la superficie cilíndrica 304 sobre la lente 302 y que el haz enfocado sagitalmente incidente incide sobre el segmento de axicón 309 a un ángulo respecto a la normal al  
40 segmento. A medida que el componente 306 gira alrededor de su eje 308, el haz enfocado sagitalmente se refleja a un ángulo constante en la lente 312 a través del espejo plegable 310. La superficie cilíndrica 313 en la lente 312 vuelve a colimar el haz en el plano sagital. El ángulo reflejado es constante para todos los segmentos de axicón en el componente 306 en la dirección sagital. Cada segmento de axicón 309 y sus vecinos tienen diferentes ángulos de inclinación en el plano meridional y, por lo tanto, cambian el ángulo del haz reflejado en el plano meridional de manera que el grupo de lentes de formación de imagen 314 produce una serie de puntos de imagen en la  
45 localización de tratamiento 316. En la Figura 11 se muestran tres puntos de imagen.

Algunas aplicaciones requieren una localización de la línea de imagen que no sea paralela al eje de rotación. Las Figuras 13-15 muestran una disposición donde la localización de la línea de imagen en la localización de tratamiento 416 es perpendicular al eje de rotación 406. El haz óptico incidente 400 pasa a través de la lente 402 con una superficie cilíndrica 403 que enfoca el haz en el plano sagital sobre un segmento del componente rotatorio 404 con el eje de rotación 406. El espejo plegable 408 hace girar el haz reflejado, de manera que sea paralelo con el eje de rotación 406. El haz reflejado pasa a través de la lente 410 que tiene una superficie cilíndrica 412 que vuelve a colimar el haz en el plano sagital. El haz colimado pasa a través de la lente de formación de imágenes 414 y lleva a un punto de enfoque en la superficie de imagen 416 que está situado en un plano perpendicular al eje de rotación 406. Esta disposición también se beneficia de la ventaja de que el haz incidente en el plano meridional sea perpendicular al componente rotatorio 404, de manera que se reducen las aberraciones ópticas.

Existen muchas aplicaciones para los generadores de patrón óptico que producen un desplazamiento controlado de la figura de imagen transversalmente a la dirección de la localización del patrón de línea. Los dispositivos que son móviles con respecto al plano de tratamiento pueden beneficiarse de este movimiento de la figura de imagen transversal para cancelar la difuminación de la figura de la imagen inducida por el movimiento relativo del sistema. Otros dispositivos tales como productos de microsoldadura industrial pueden beneficiarse de una figura de imagen móvil para dispersar la energía a través de un área mayor para mejorar las condiciones de soldadura térmica.

65

Los generadores de patrón óptico axicónico divulgados en este documento incluyen este elemento de movimiento de la figura de imagen transversal separando el eje de rotación y el eje de revolución para los segmentos de axicón. La Figura 16 muestra un ejemplo. Un haz óptico incidente 500 pasa a través de una lente cilíndrica 502 que enfoca el haz en el plano sagital sobre el segmento de axicón 506. El segmento de axicón 506 tiene un eje de revolución 510 (es decir, la superficie de axicón es rotacionalmente simétrica alrededor del eje 510), de manera que se separa del eje de rotación 508 (es decir, el segmento de axicón gira físicamente alrededor del eje 508). Si estos dos ejes 508 y 510 son coincidentes, el segmento de axicón gira sobre sí mismo como se ha descrito en los ejemplos previos. Si estos dos ejes 508 y 510 se desplazan como se muestra en las Figuras 16 y 17, entonces la figura de imagen se desplazará transversalmente en la localización de tratamiento a medida que el segmento de axicón gire alrededor del eje 508. La Figura 18 muestra la figura de imagen en la localización de tratamiento cuando los dos ejes 508 y 510 son coincidentes y no hay presente movimiento de imagen transversal. La Figura 19 muestra la figura de imagen en la localización de tratamiento cuando los dos ejes 508 y 510 se desplazan y está presente movimiento de imagen transversal. Las tres agrupaciones de manchas en la Figura 19 corresponden a tres posiciones de rotación diferentes para el segmento de axicón. En la Figura 18, se produce el mismo diagrama de manchas para las tres posiciones de rotación.

El desplazamiento de los ejes 508 y 510 puede introducir un pequeño desenfoco de la imagen para la superficie del axicón mostrado en las Figuras 16 y 17. Un diseño mejorado no cubierto por la presente invención usa secciones esféricas en lugar de circulares, de manera que la perpendicular a la superficie del axicón cambia con la rotación mientras que se reduce el desplazamiento de la superficie del axicón respecto al haz óptico incidente. Las técnicas descritas anteriormente pueden usarse también con otros diseños axicónicos, y no solo el diseño específico mostrado en el ejemplo de las Figuras 16 y 17.

Son posibles otras variaciones a las diversas realizaciones de los generadores de patrón óptico axicónicos usando múltiples haces de entrada para aumentar el número de figuras producidas, por ejemplo para aumentar la densidad de figura de imagen a lo largo de la localización de línea, o producir patrones de imagen 2D o en zigzag. Las aplicaciones médicas a menudo pueden beneficiarse de densidades de figura de imagen más elevadas, velocidades de generación de patrón más rápidas o patrones de imagen 2D. Las aplicaciones de microsoldadura también se benefician de estas características de mejora.

La Figura 20 muestra una vista en perspectiva de un generador de patrón óptico que usa múltiples haces de entrada alineados en el plano meridional, de manera que múltiples figuras de imagen se producen simultáneamente a lo largo de la localización de la línea del patrón de tratamiento. En la Figura 20, los haces ópticos de entrada 600, 600', y 600" pasan a través de la lente cilíndrica 602 con la superficie cilíndrica 604 para formar puntos de enfoque lineales sobre el segmento de axicón 606 en el tope de apertura común 608. Los múltiples haces reflejados pasan a través de la lente 610 con la superficie cilíndrica 612 para volver a colimarse en el plano sagital y después entrar en la lente de formación de imágenes 614. Cada uno de los múltiples haces de entrada 600, 600', y 600" forman simultáneamente figuras de imagen 616, 616', y 616" a lo largo de la localización de línea del patrón. La Figura 24 muestra la intercepción de las múltiples figuras de imagen 616, 616', y 616" en la localización de tratamiento a lo largo de la localización de la línea del patrón.

Para ciertas aplicaciones, puede ser ventajoso producir un patrón de imagen que tenga figuras de imagen que se desplazan transversalmente desde la localización de la línea de patrón. Pueden producirse de esta manera patrones de imagen escalonados, y puede conseguirse también un movimiento más rápido del dispositivo a lo largo de la localización de tratamiento con múltiples figuras de imagen simultáneas que se desplazan a lo largo de la dirección del movimiento del dispositivo. La Figura 22 muestra una vista en perspectiva de un generador de patrón óptico axicónico donde se introducen múltiples haces de entrada en el plano sagital para producir simultáneamente figuras de imagen que se desplazan transversalmente a la localización de línea de patrón. En La Figura 22, múltiples haces de entrada 700, 700' y 700" situados en el plano sagital pasan a través de la lente 702 que enfoca todos los haces en el plano sagital sobre el segmento de axicón 706. Los múltiples haces se reflejan desde el segmento de axicón 706 y pasan a través de la lente 712, que vuelve a colimar todos los haces en el plano sagital. Los haces colimados después pasan a través de las lentes de imagen 714 y son incidentes en la localización de tratamiento como puntos de imagen 716, 716' y 716".

La Figura 23 muestra una vista de esta realización donde los múltiples haces de entrada en el plano sagital 700, 700' y 700" se enfocan mediante la lente 702 en el plano sagital sobre la superficie del segmento de axicón 706. Los haces de entrada 700, 700' y 700" se enfocan en el plano sagital como puntos de imagen intermedios 705, 705' y 705" sobre el segmento de superficie de axicón 706, y estos puntos de imagen intermedios posteriormente vuelven a formar imágenes sobre la localización de tratamiento como puntos de imagen 716, 716' y 716". La Figura 24 muestra las múltiples imágenes producidas en la localización de tratamiento por los múltiples haces de entrada en el plano sagital. Los puntos de imagen 716, 716' y 716" se muestran en la Figura 24 como desplazados transversalmente con respecto a la dirección de la localización de la línea del patrón.

Una ventaja del generador de patrón óptico axicónico es la capacidad para conseguir diferentes aberturas numéricas en los planos meridional y sagital, de manera que la figura de imagen pueda tener diferentes dimensiones a lo largo de la localización de línea del patrón transversal a la localización de línea del patrón. Las realizaciones anteriores

proporcionan todas estas características. Hay algunas aplicaciones para generador de patrón óptico donde son ventajosas diferencias muy grandes en las dimensiones de la figura de imagen. Para estas aplicaciones, un generador de patrón óptico que usa dos en lugar de un componente axicónico es una disposición preferida.

5 Las Figuras 25, 26 y 27 son una vista en perspectiva, una vista lateral y una vista superior de un generador de patrón óptico axicónico que usa dos en lugar de un componente de axicónico. Este se denominará generador de patrón óptico de "doble axicón". Un haz óptico de entrada 800 se hace incidir en primer lugar sobre un segmento de axicón 802 que tiene un eje de rotación 804. En esta disposición, todos los segmentos de axicón 802 son idénticos y tienen el mismo ángulo incluido. Para esta disposición específica, puede usarse un único espejo de axicón no rotatorio en lugar de ello, puesto que todos los segmentos de axicón son iguales. Son posibles otras disposiciones donde los segmentos de axicón 802 tienen diferentes ángulos incluidos y desvían el haz de entrada 800 diferentemente para cada segmento a medida que gira el componente rotatorio alrededor del eje 804. El haz óptico de entrada se refleja mediante el segmento de axicón 802 y, posteriormente, es reflejado por el segundo segmento de axicón 806. Para esta disposición específica, los segmentos de axicón 806 tienen diferentes ángulos incluidos y reflejan el haz óptico a diferentes ángulos para cada segmento de axicón 806. Para otras disposiciones, el segmento de axicón 802 puede tener diferentes ángulos incluidos para cada segmento, mientras que el segmento de axicón 806 tiene el mismo ángulo incluido para todos los segmentos y puede ser una superficie de axicón no rotatoria.

20 Para esta disposición específica, el haz óptico reflejado desde los segmentos de axicón 806 tiene diferentes ángulos en el plano meridional y pasa a través de la lente 808. La lente 808 tiene una superficie 810 que es una superficie cilíndrica. Los haces ópticos reflejados desde los segmentos de axicón 802 y 806 tienen una fuerte divergencia en el plano sagital y la superficie cilíndrica 810 colima los múltiples haces reflejados en el plano sagital. La superficie 812 de la lente 808 es esférica y enfoca los múltiples haces reflejados en la localización de tratamiento 816 después de pasar a través de un elemento de ventana plano-plano 814.

25 En una variación, los segmentos de axicón 802 y 806 pueden ser idénticos, de manera que ambas superficies de axicón contribuyen a la desviación del haz óptico. Además, los componentes rotatorios que contienen los segmentos 802 y 806, respectivamente, pueden ser el mismo componente, de manera que se reduce la complejidad de fabricación. Para este último caso, los ángulos incluidos pueden elegirse de manera que la suma de la desviación para cada par de segmentos produzca el ángulo de desviación de haz correcto.

35 La vista lateral de la Figura 26 ilustra los múltiples haces ópticos reflejados que son el resultado de los segmentos de axicón que tienen diferentes ángulos incluidos. En la Figura 26, haz óptico de entrada 800 se refleja desde el segmento de axicón 802. El haz óptico posteriormente se refleja desde uno de los varios segmentos de axicón secuenciales 806, 806', y 806" y cada uno de estos segmentos de axicón refleja los haces ópticos 807, 807' y 807" a diferentes ángulos en el plano meridional. La lente 808 enfoca posteriormente estos haces reflejados en puntos de imagen 816, 816' y 816" sobre una línea en el plano meridional.

40 La Figura 27 es una vista superior. El haz óptico de entrada 800 se refleja desde los segmentos de axicón 802, 806 sobre los dos componente rotatorios, que giran alrededor del eje común 804. El haz reflejado posteriormente entra en la lente 808. El haz óptico 807 reflejado desde los dos segmentos de axicón 802, 806 diverge fuertemente en el plano sagital antes de entrar en la lente 808. Esta fuerte divergencia se vuelve a colimar por la lente 808 y se forman imágenes sobre la localización de tratamiento 816. La fuerte divergencia en el plano sagital del haz 807 provoca que la anchura del haz sagital en la lente 808 sea mucho mayor que la anchura del haz meridional en la lente 808, de manera que las dimensiones de la figura de imagen en el plano de tratamiento 816 son muy diferentes en las direcciones sagital y meridional. Esta variación en las dimensiones de la figura de imagen es muy deseable para ciertas aplicaciones de generador de patrón óptico.

50 El generador de patrón óptico de doble axicón tiene un coeficiente de utilización limitado por la anchura del haz en los segmentos de axicón en la dirección sagital. El coeficiente de utilización de este sistema puede mejorar añadiendo una lente cilíndrica en el haz incidente para enfocar el haz a medio camino entre los segmentos opuestos del doble axicón en la dirección sagital. La Figura 28 muestra una vista en perspectiva de tal disposición. La Figura 29 muestra la vista superior. El haz incidente 900 pasa a través de la lente 902 que tiene una superficie cilíndrica 904 que enfoca el haz en la dirección sagital entre los segmentos de axicón 906 y 910 que giran alrededor del eje 908. Después de la reflexión desde los segmentos 906 y 910, el haz óptico se vuelve a colimar mediante la superficie cilíndrica 914 de la lente 912. El haz recolimado se enfoca mediante la superficie 916 de la lente 912 en la superficie de imagen 920. La vista superior de la Figura 29 ilustra cómo el haz incidente 900 se enfoca en el plano sagital mediante la lente 902 para formar una imagen de línea 909 entre los segmentos de axicón 906, 910.

60 Aunque la descripción detallada contiene muchas cuestiones específicas, estas no deberían considerarse como limitantes del alcance de la invención, sino simplemente como que ilustran diferentes ejemplos y aspectos de la invención. Debe apreciarse que el alcance de la invención incluye otras realizaciones no analizadas en detalle anteriormente. Pueden hacerse otras diversas modificaciones, cambios y variaciones que resultarán evidentes para los expertos en la materia, en la disposición, operación y detalles del método y aparato de la presente invención, como se define en las siguientes reivindicaciones.

65

REIVINDICACIONES

1. Un generador de patrón óptico de axicón único para generar una pluralidad de figuras en una localización diana configurada para usarla con una primera fuente de luz que emite un primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700), que comprende:
- 5 un componente rotatorio (112, 206, 306, 404) que tiene una pluralidad de segmentos de axicón reflectantes (114, 204, 309, 506, 606, 706) y un eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508), teniendo los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) al menos dos ángulos incluidos diferentes, estando situado el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) de manera que los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) giran a través del primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) a medida que el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) gira alrededor del eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508), desviando cada segmento de axicón el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) para generar una figura a partir de la pluralidad de figuras,
- 10 **caracterizado por que:**
- 15 cada uno de los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) es una superficie de revolución que es rotacionalmente simétrica alrededor de un eje de revolución (510), y el eje de revolución (510) para los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) no es coincidente con el eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508) del componente rotatorio (112, 206, 306, 404), sino que es paralelo a y está desplazado respecto al
- 20 eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508).
2. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, que comprende además:
- 25 un primer componente óptico anamórfico (108, 202, 304, 402, 502, 602, 702) que comprime el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en el plano sagital a medida que se forma la imagen sobre los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706); y
- 30 un segundo componente óptico anamórfico (118, 214, 312, 410, 512, 610, 712) que descomprime el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en el plano sagital después de dejar el segmento de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706), estando el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) situado ópticamente entre el primer y el segundo componentes ópticos anamórficos.
3. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 2, en el que el primer componente óptico anamórfico (108, 202, 304, 402, 502, 602, 702) comprime el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en un punto de enfoque lineal en los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706).
- 35 4. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 2, en el que el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) se colima cuando entra en el primer componente óptico anamórfico (118, 214, 312, 410, 512, 610, 712), el primer componente óptico anamórfico (108, 202, 304, 402, 502, 602, 702) comprime el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en un punto de enfoque lineal en los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) y el segundo componente óptico anamórfico (118, 214, 312, 410, 512, 610, 712) vuelve a colimar el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700).
- 40 5. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 2, en el que el primer componente óptico anamórfico (108, 202, 304, 402, 502, 602, 702) comprende un primer componente óptico cilíndrico y el segundo componente óptico anamórfico (118, 214, 312, 410, 512, 610, 712) comprende un segundo componente óptico cilíndrico.
- 45 6. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 2 que comprende además una lente de formación de imágenes no anamórfica situada ópticamente entre el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) y la localización diana, para enfocar el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en un punto en la localización diana.
- 50 7. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 2, en el que una potencia óptica relativa del primer y del segundo componentes ópticos anamórficos es ajustable, ajustando así una relación de las aberturas numéricas en los planos sagital y meridional en la localización diana, y ajustando también una relación de las anchuras de punto del primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) en los planos sagital y meridional en la localización diana.
- 55 8. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, en el que los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) son segmentos de superficies de cono circular recto para las cuales el eje de revolución (510) es común.
- 60 9. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, en el que el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) entra en el generador de patrón óptico desde una dirección situada en un plano común con el eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508) pero que no es paralela al eje de rotación.
- 65

10. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, en el que el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) entra y sale de los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) en direcciones que están situadas en un plano común con el eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508).
- 5 11. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, en el que el primer haz óptico (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) entra y sale de los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) en direcciones que están desplazadas respecto al eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508).
- 10 12. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1 configurado para usarlo con una segunda fuente de luz, que emite un segundo haz óptico, en el que el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) está situado de manera que los segmentos de axicón (114, 204, 309, 506, 606, 706) giran adicionalmente a través del segundo haz óptico a medida que el componente rotatorio (112, 206, 306, 404) gira alrededor del eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508), para generar otra figura a partir de la pluralidad de figuras.
- 15 13. El generador de patrón óptico de axicón único de la reivindicación 1, en el que el primer y el segundo haces de entrada están presentes en un plano sagital perpendicular al eje de rotación (113, 208, 308, 406, 508).



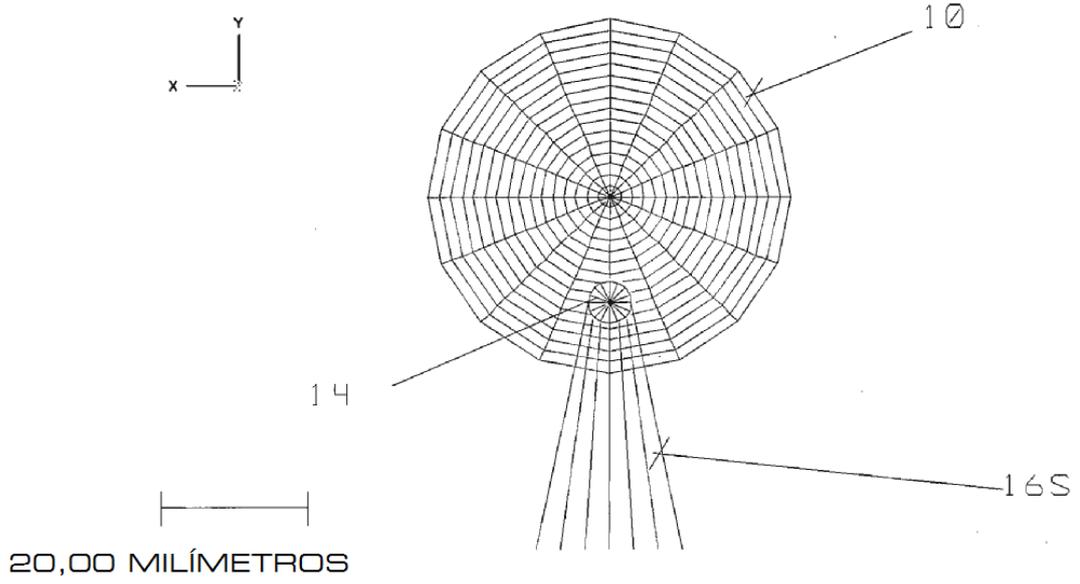


FIG. 2A

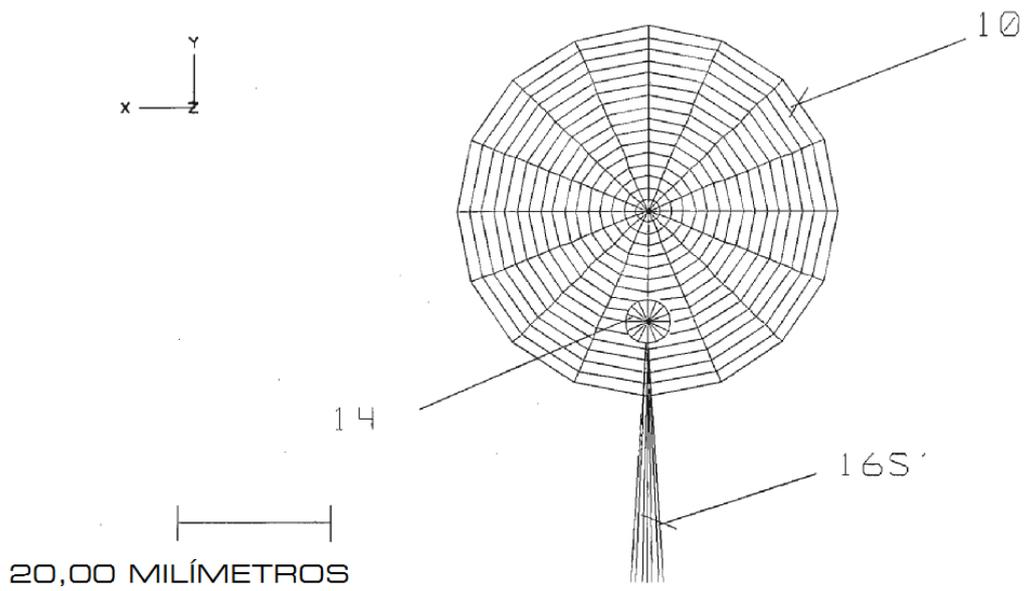


FIG. 2B

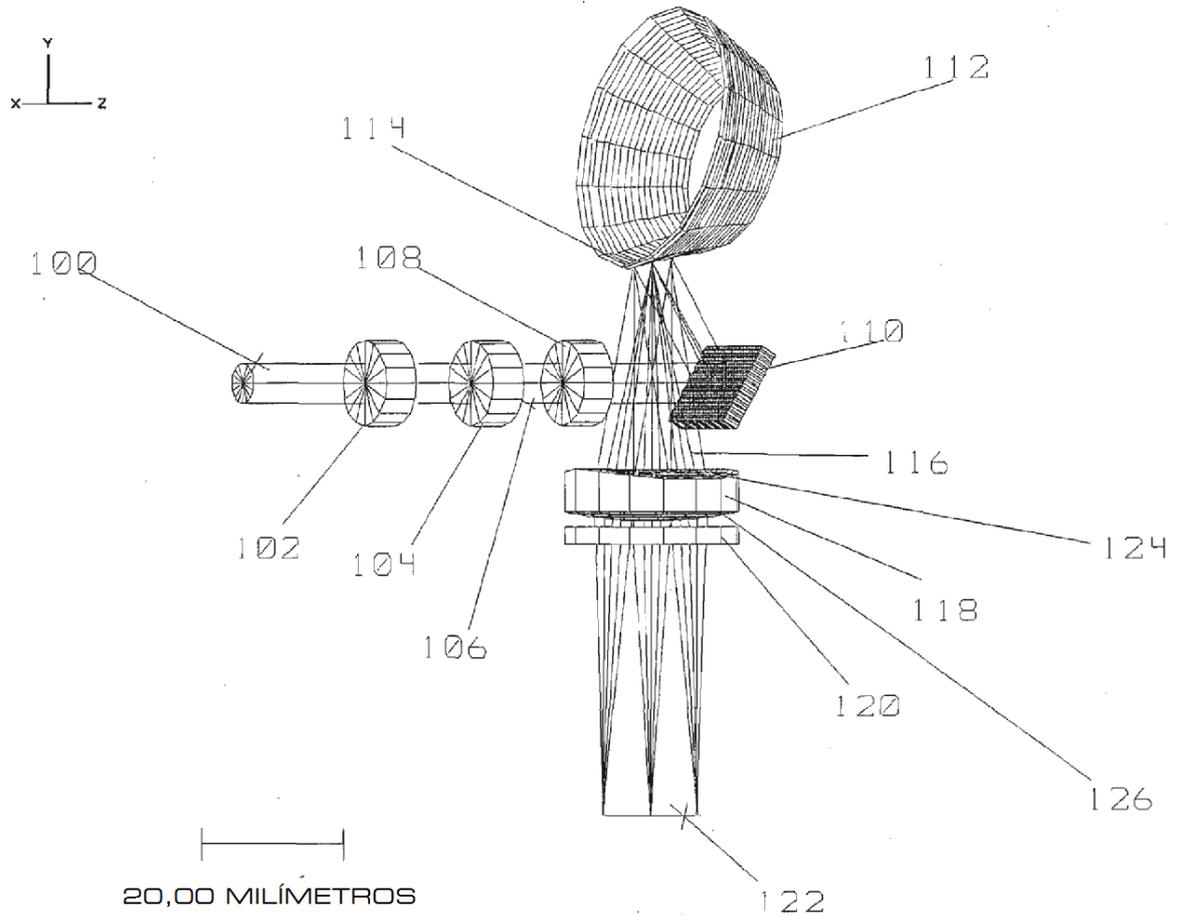


FIG. 3

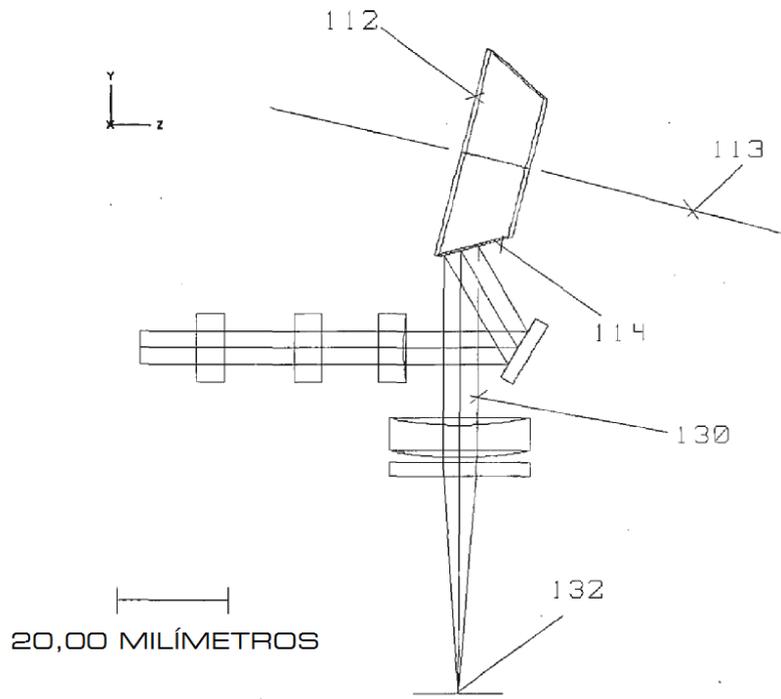


FIG. 4A

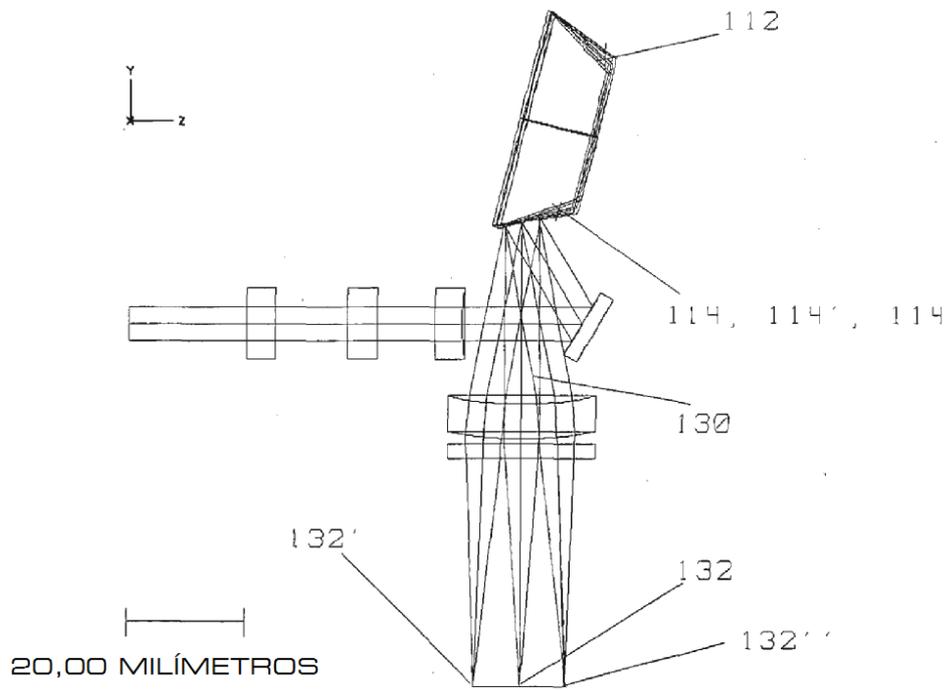


FIG. 4B

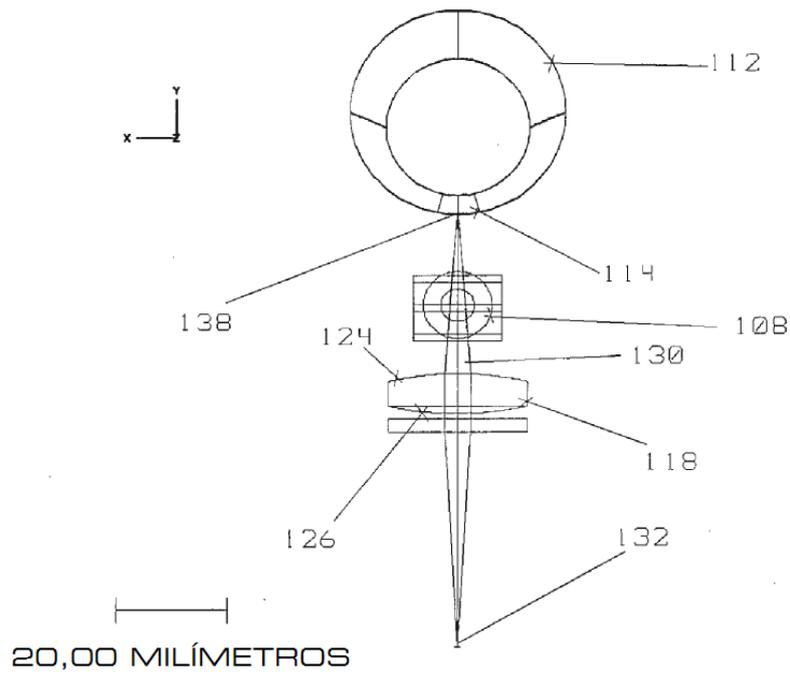


FIG. 5A

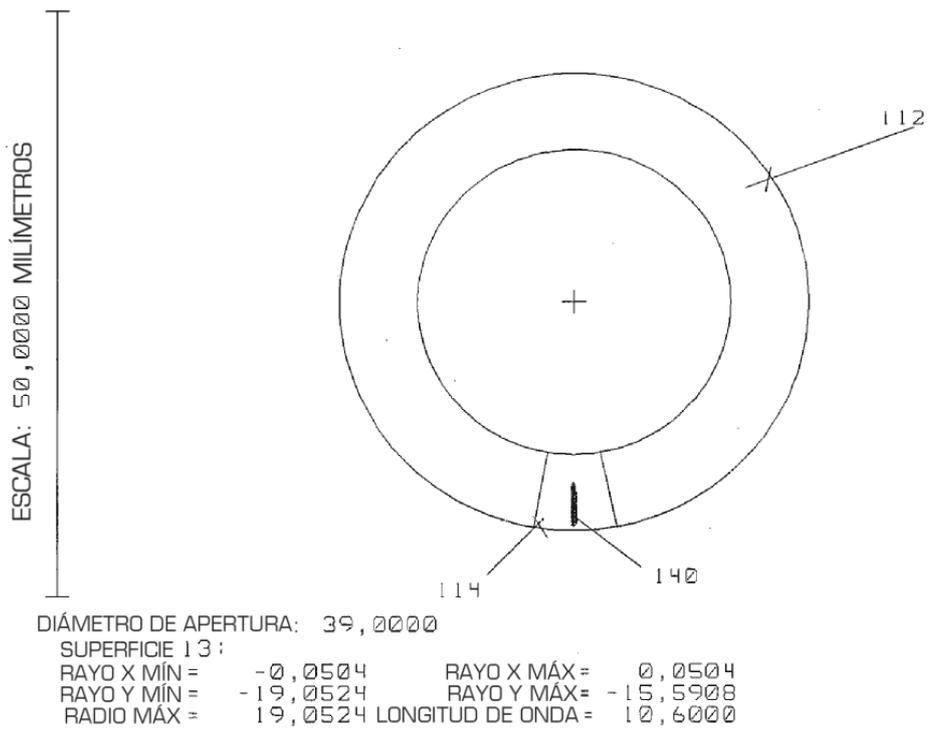


FIG. 5B



SUPERFICIE DE IRRADIANCIA TOTAL 4

R SEGUNDO CIL / R PRIMER CIL ES 2X

LONGITUD DE ONDA 10,60000  $\mu\text{m}$  ÍNDICE IN 1,00000 A 0,00 0,00 GRADOS  
 PANTALLA ANCHURA X = 5,9936E-001, ALTURA Y = 5,9936E-001 MILÍMETROS  
 IRRADIANCIA DEL PICO = 4,8655E+002 VATIOS/MILÍMETROS<sup>2</sup>. POTENCIA TOTAL = 5,9936E+000 VATIOS  
 PILOTO: TAMAÑO = 7,4711E-002. CONCAVIDAD 7,4538E-002, PDS= -1,1214E-001, RAYLEIGH= 1,6466E+000

FIG. 6



SUPERFICIE DE IRRADIANCIA TOTAL 4

R SEGUNDO CIL / R PRIMER CIL ES 2X

LONGITUD DE ONDA 10,60000  $\mu\text{m}$  ÍNDICE IN 1,00000 A 0,00 0,00 GRADOS  
 PANTALLA ANCHURA X = 5,9936E-001, ALTURA Y = 5,9936E-001 MILÍMETROS  
 IRRADIANCIA DEL PICO = 4,8655E+002 VATIOS/MILÍMETROS<sup>2</sup>. POTENCIA TOTAL = 5,9936E+000 VATIOS  
 PILOTO: TAMAÑO = 7,4711E-002. CONCAVIDAD 7,4538E-002, PDS= -1,1214E-001, RAYLEIGH= 1,6466E+000

FIG. 7

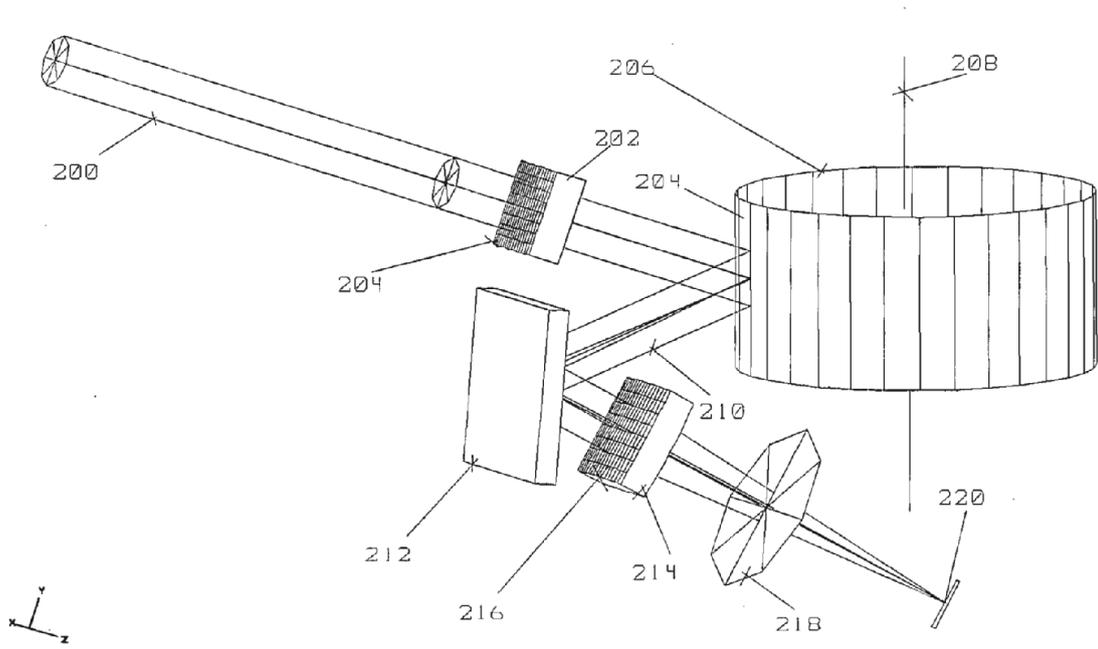


FIG. 8

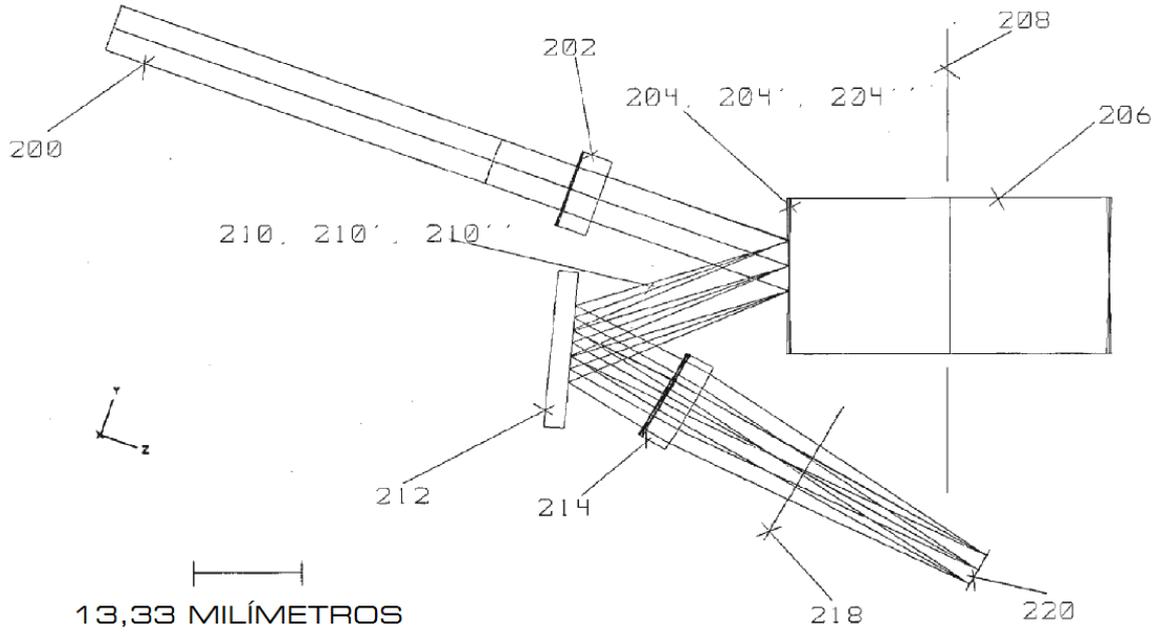


FIG. 9

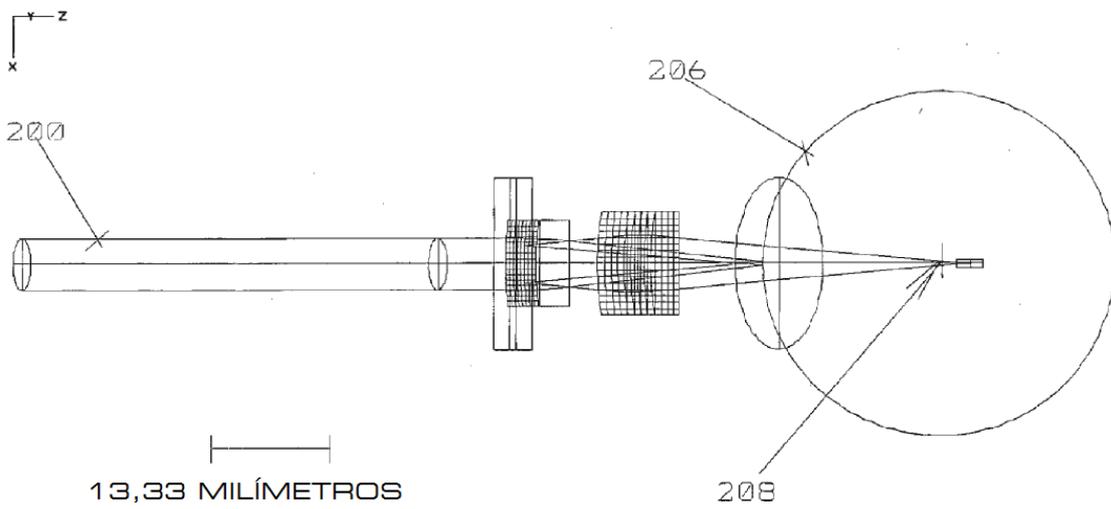


FIG. 10

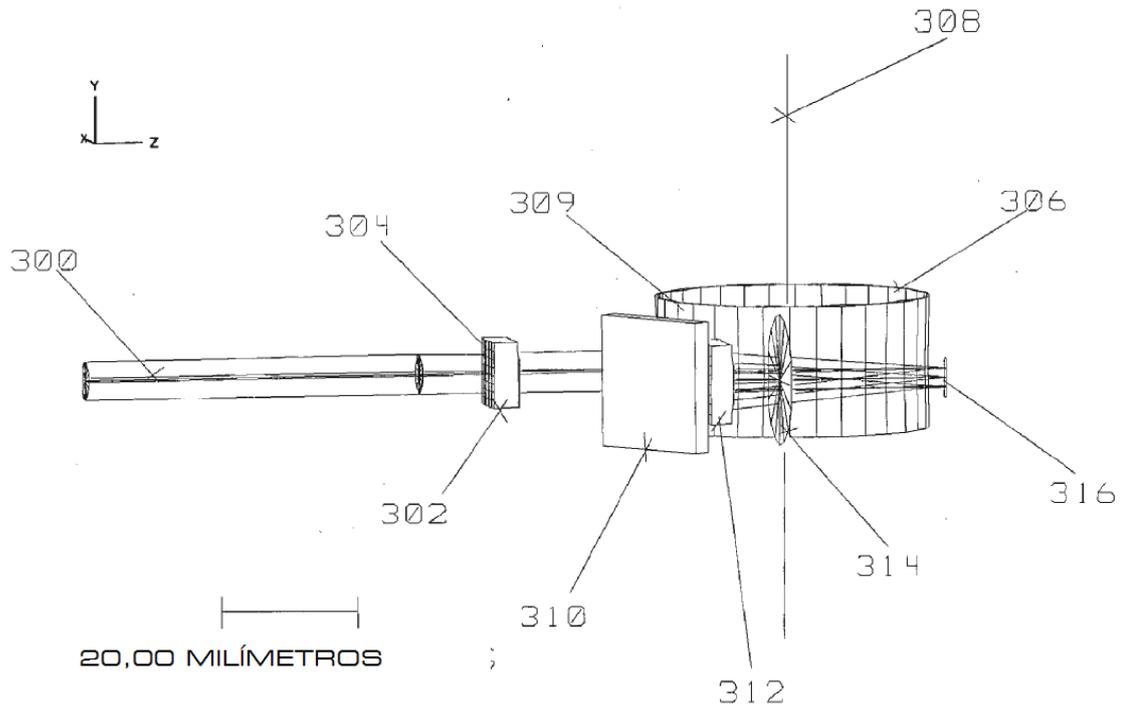


FIG. 11

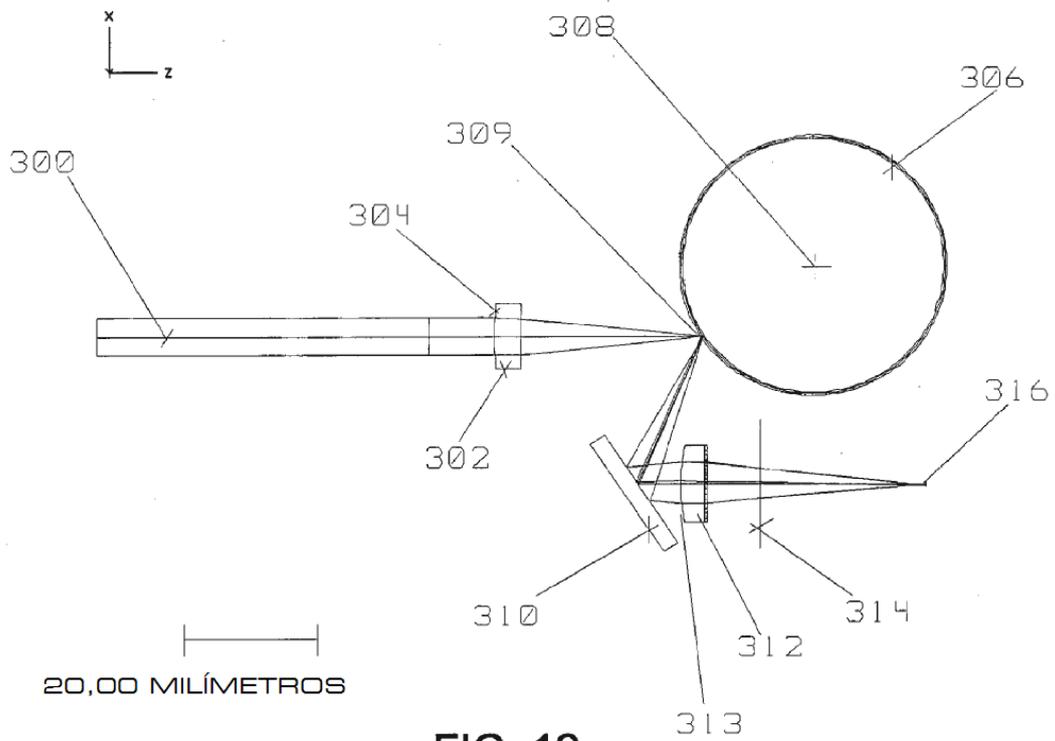
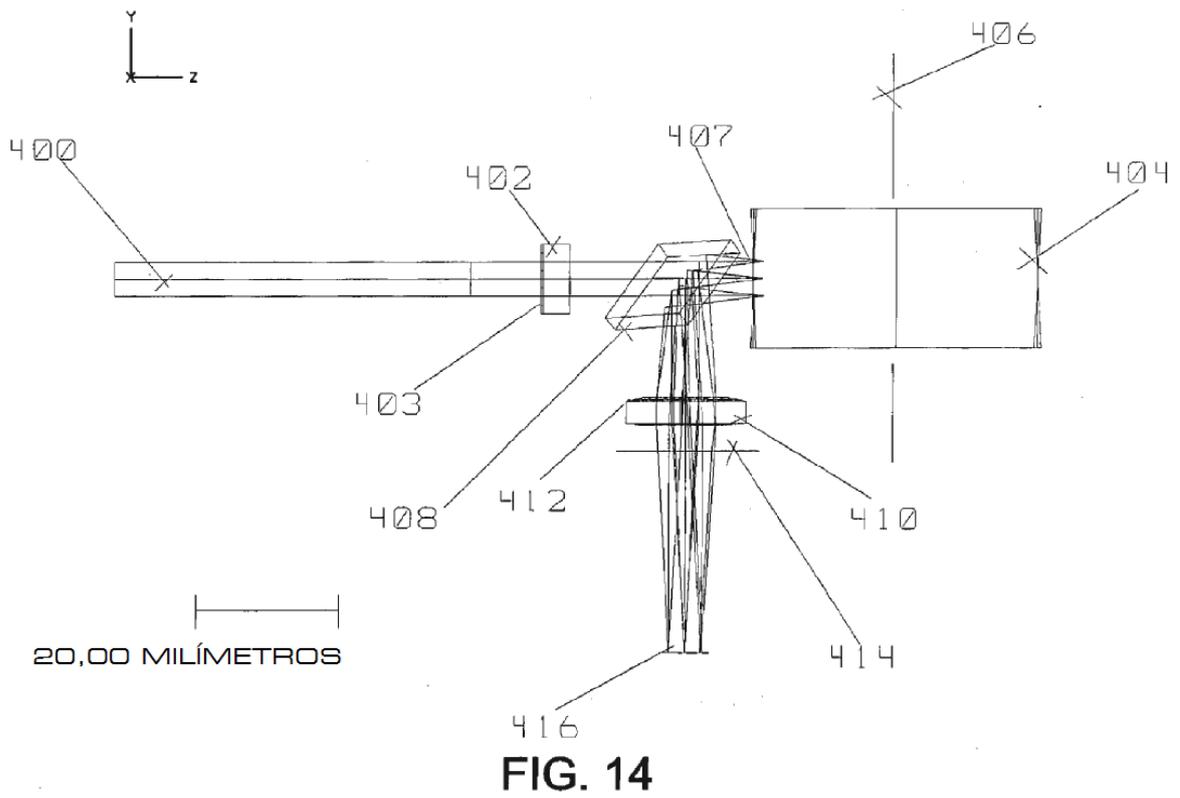
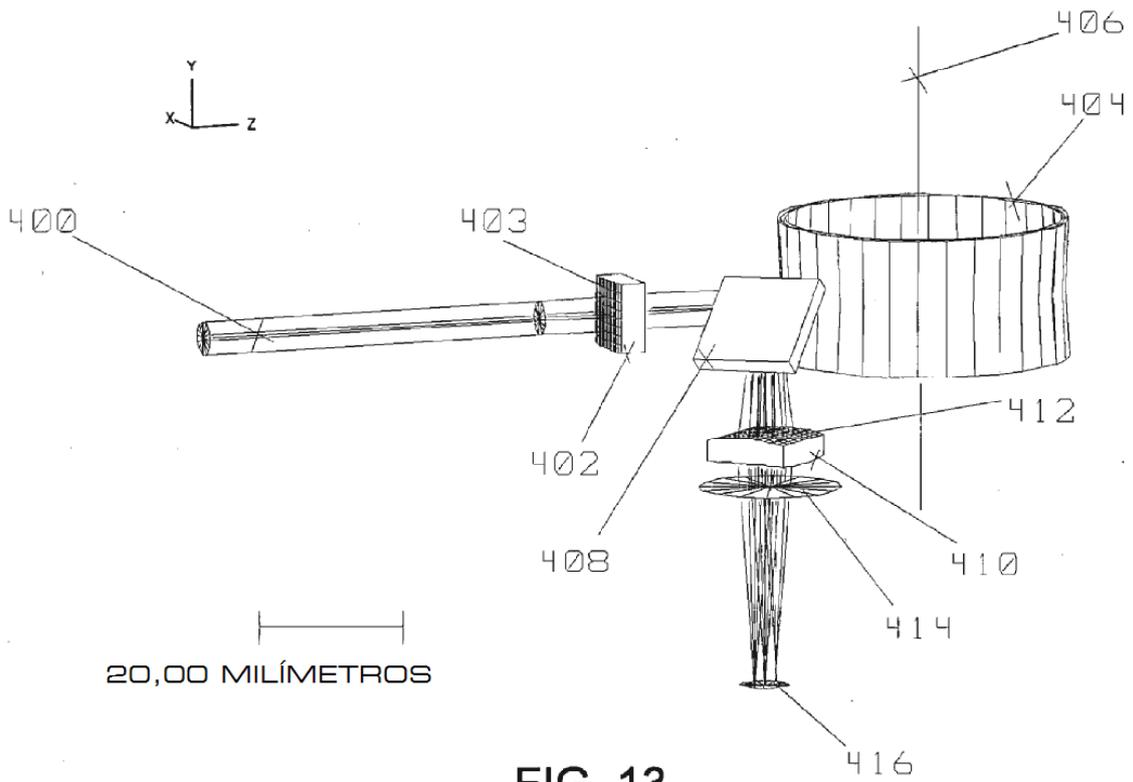
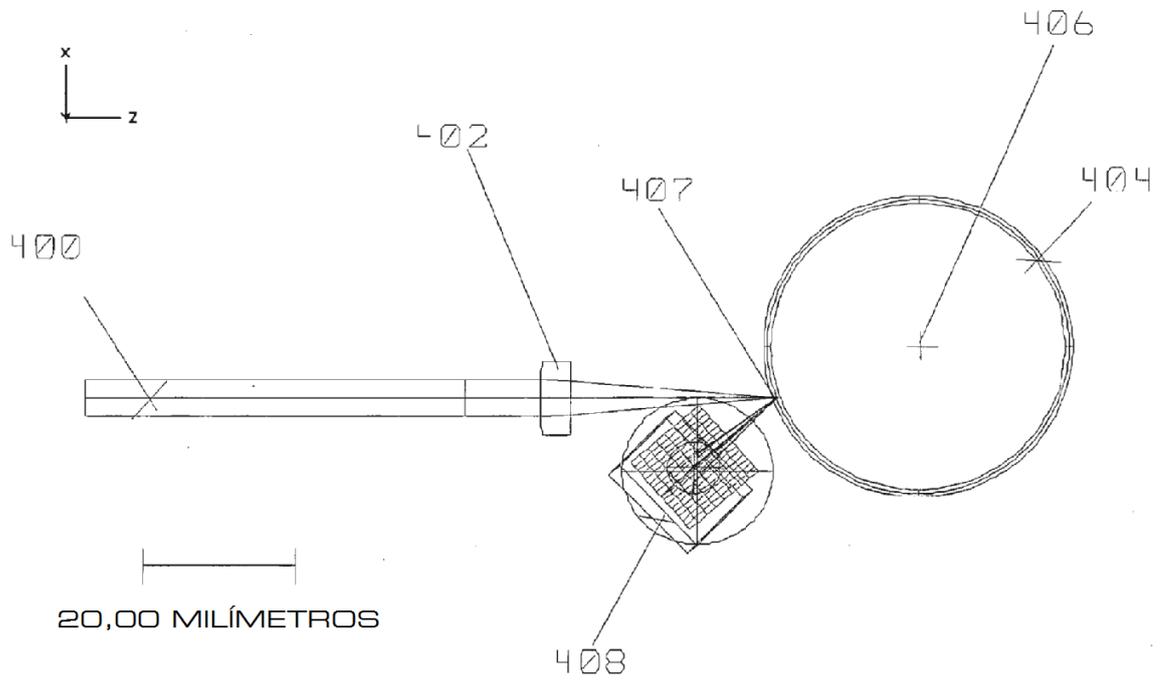


FIG. 12





**FIG. 15**

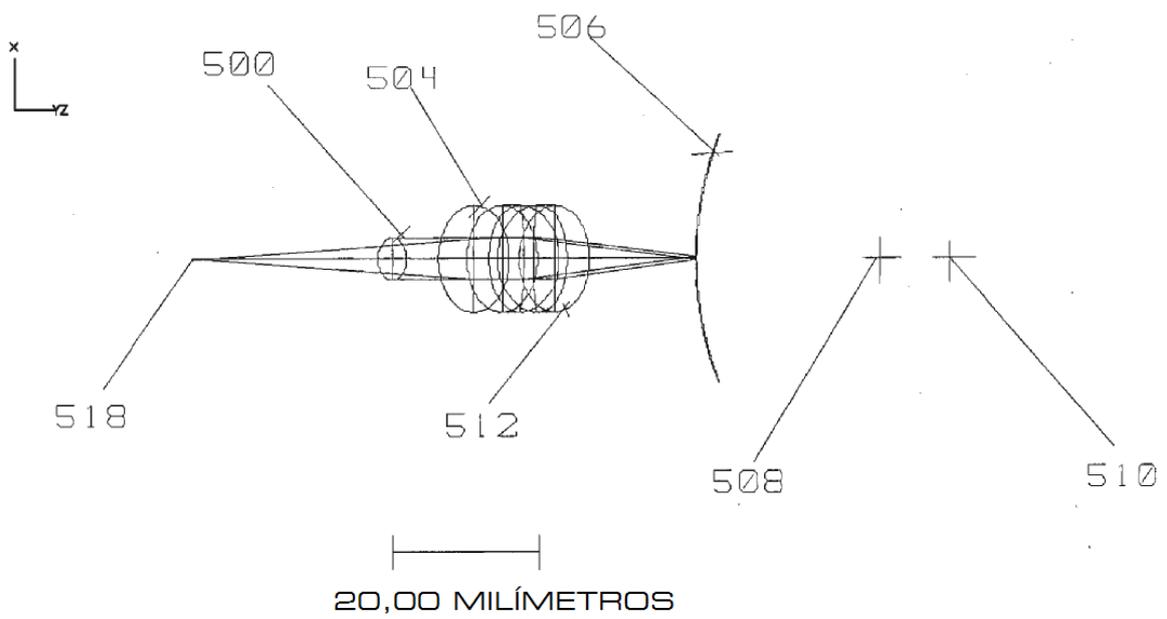
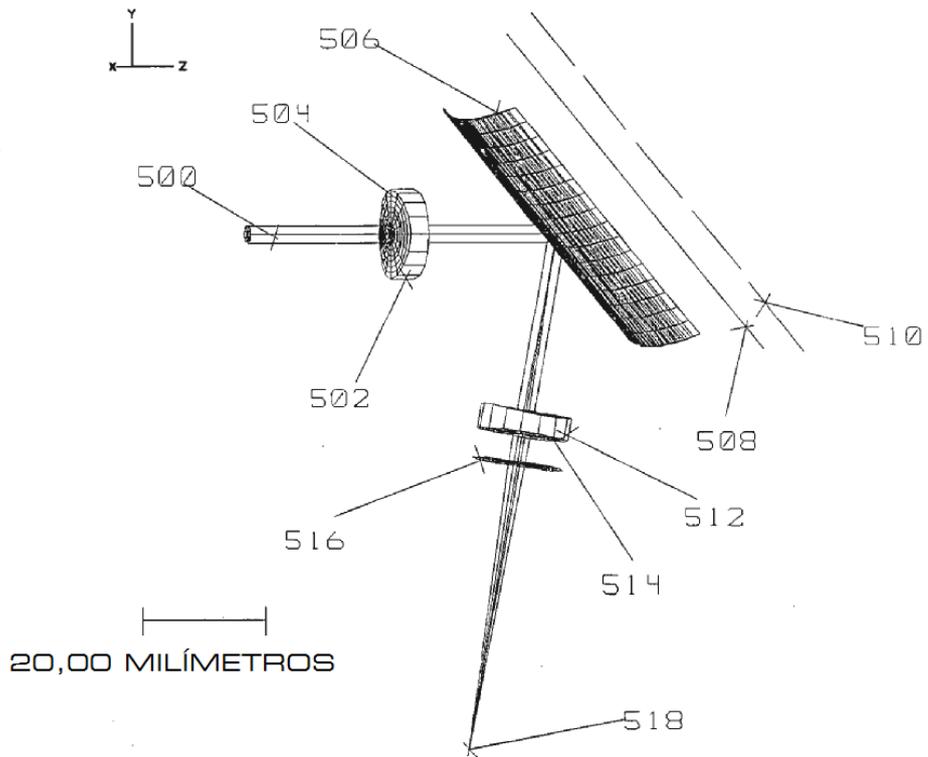




FIG. 18



FIG. 19

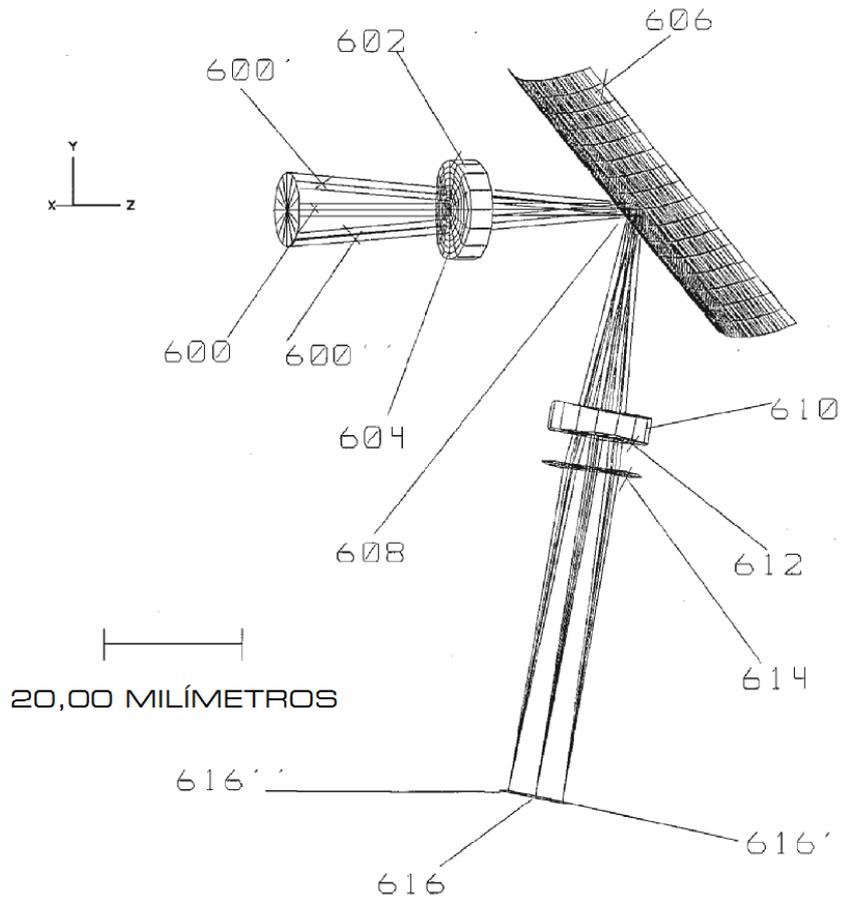


FIG. 20

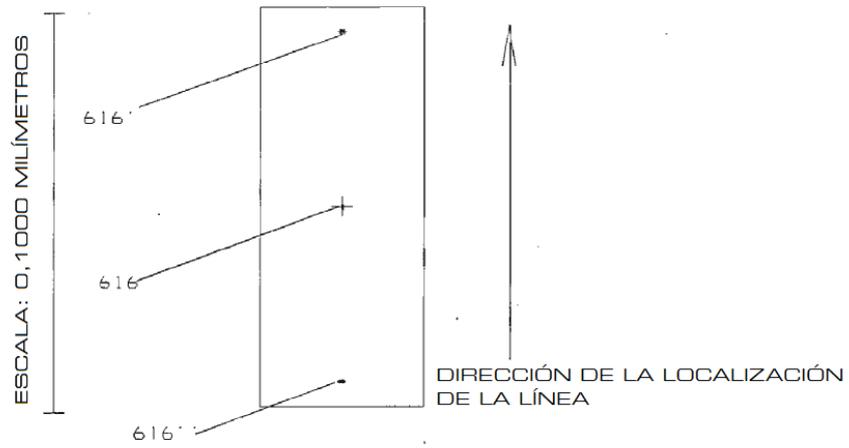


FIG. 21

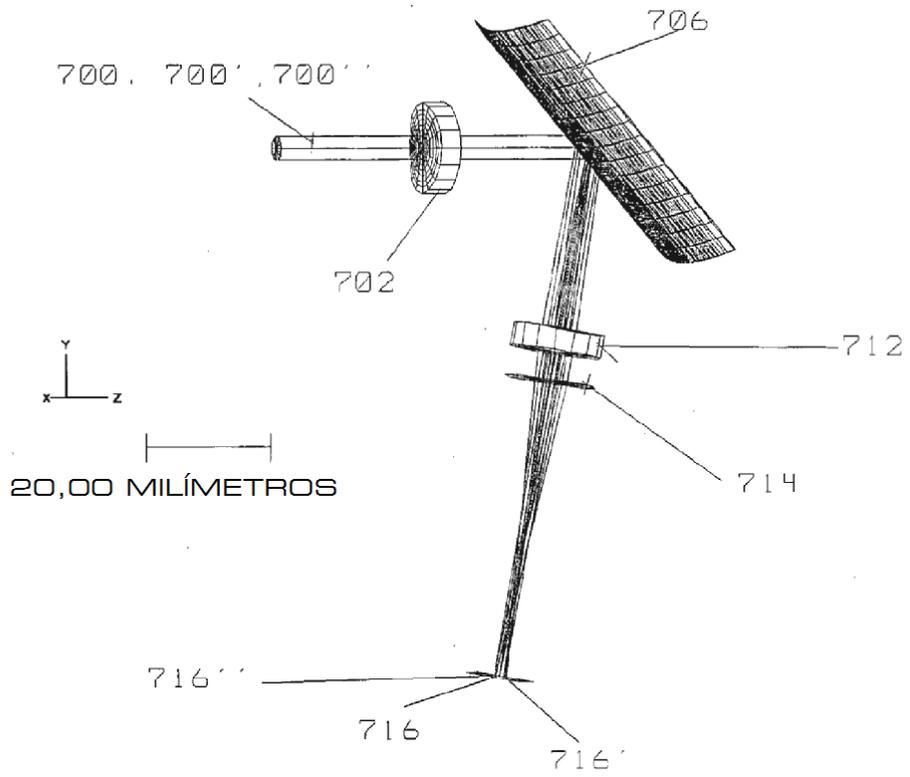


FIG. 22

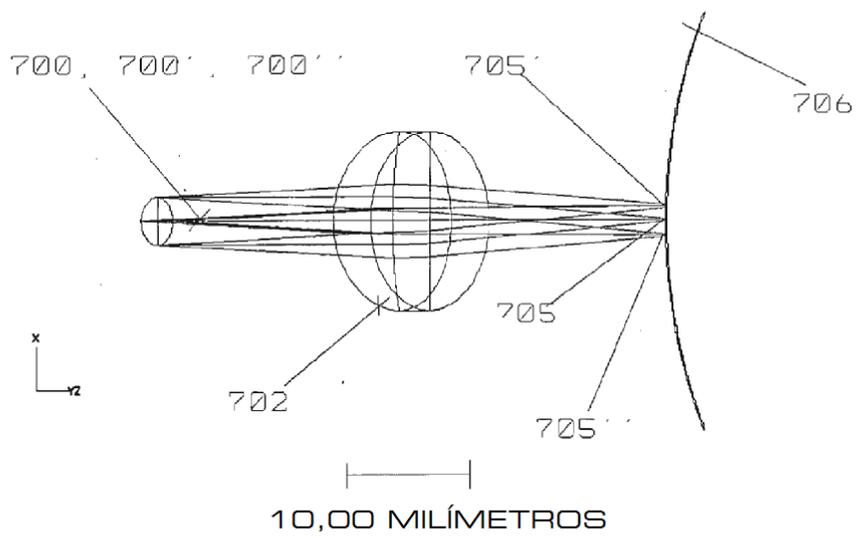


FIG. 23

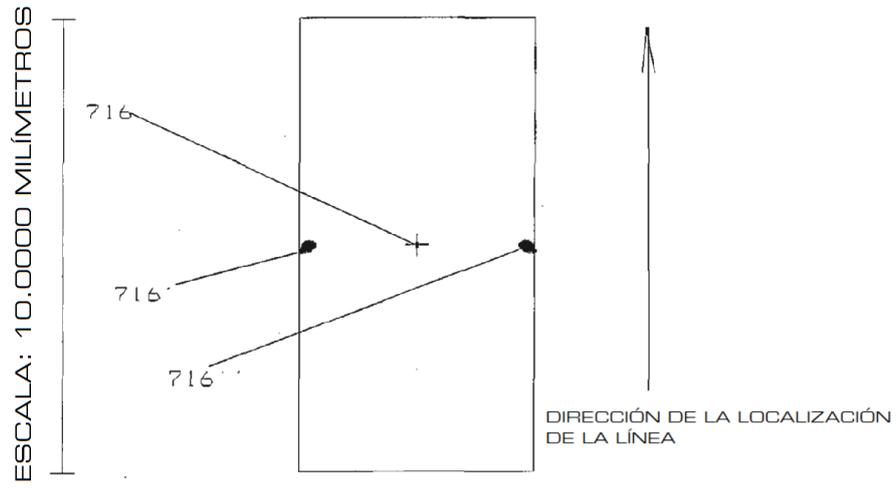


FIG. 24

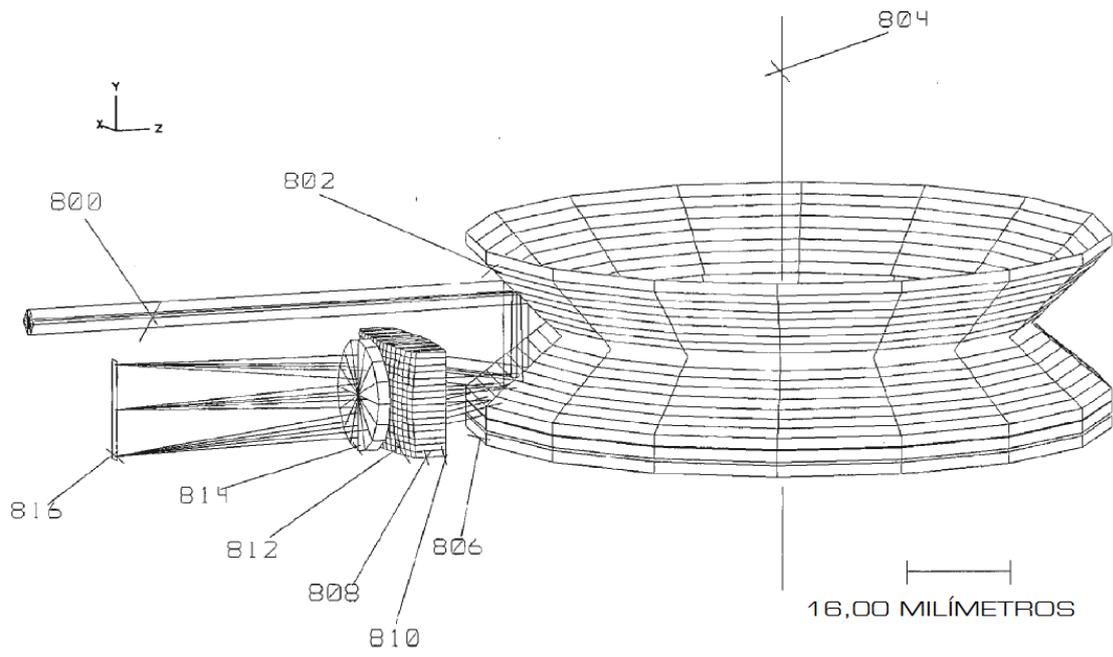


FIG. 25

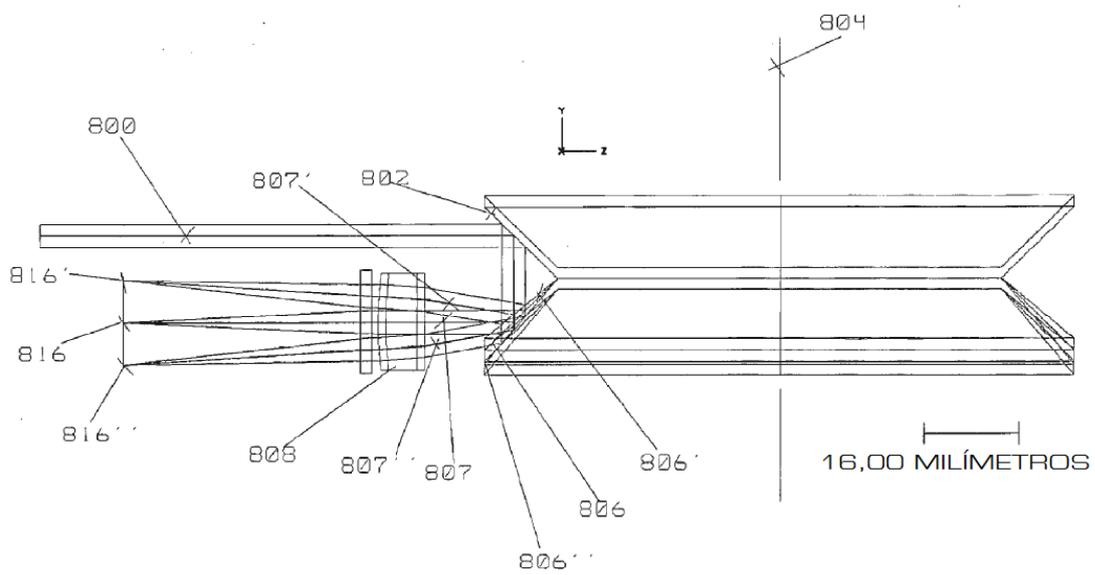


FIG. 26

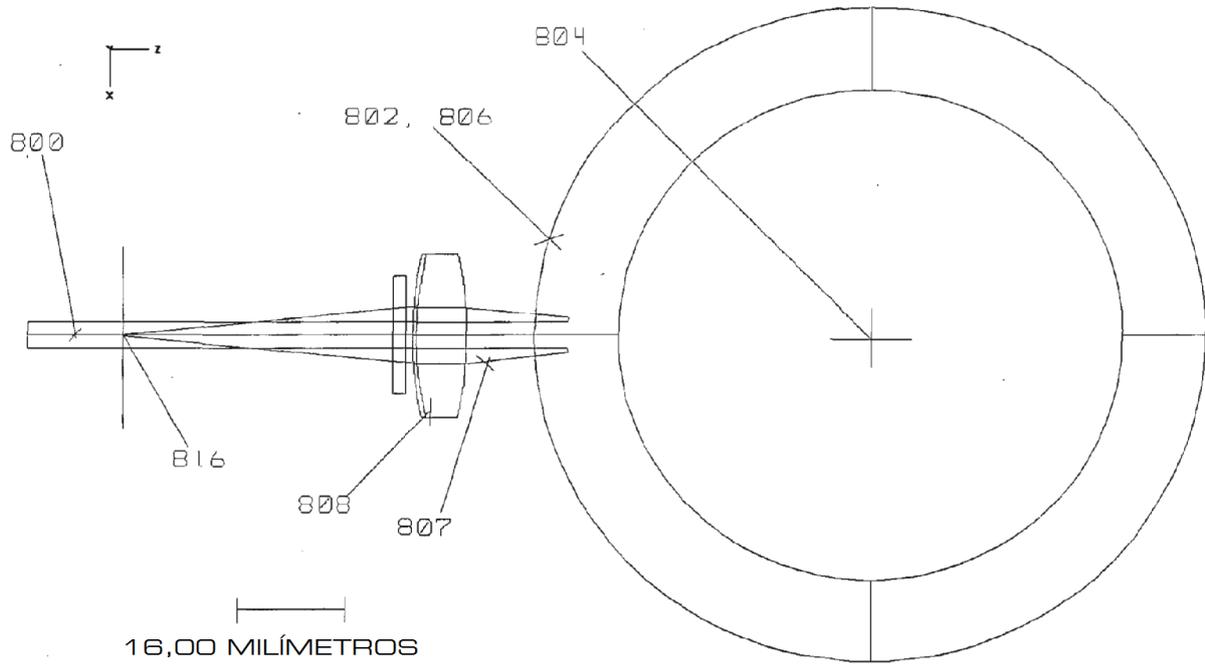


FIG. 27

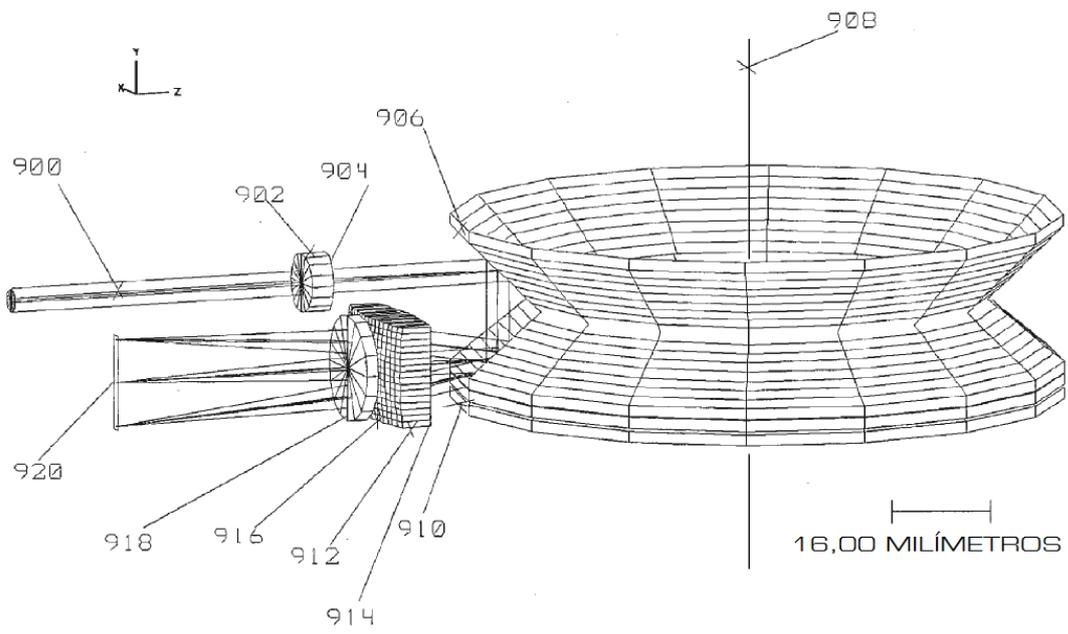


FIG. 28

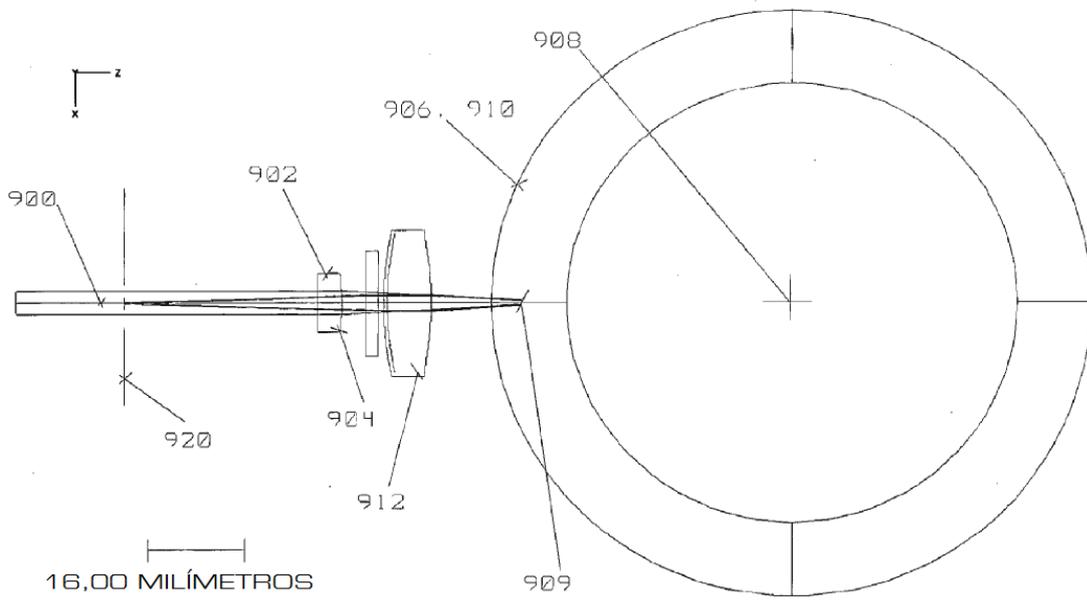


FIG. 29