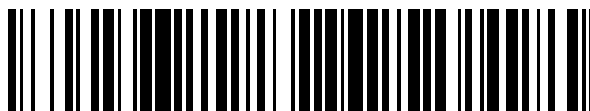


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 234**

51 Int. Cl.:

**H04N 9/31** (2006.01)

**G02B 27/09** (2006.01)

**G02B 26/10** (2006.01)

**G03B 21/20** (2006.01)

**G03B 21/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2016 PCT/US2016/056469**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17066207**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2016 E 16784714 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3360319**

54 Título: **Sistema óptico mejorado para proyectores de imágenes**

30 Prioridad:

**11.10.2015 US 201562239927 P**

**13.10.2015 US 201562241067 P**

**14.12.2015 EP 15199853**

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

**19.05.2020**

73 Titular/es:

**DOLBY LABORATORIES LICENSING  
CORPORATION (100.0%)**

**1275 Market Street  
San Francisco, CA 94103, US**

72 Inventor/es:

**RICHARDS, MARTIN J.;  
DEWALD, DUANE SCOTT;  
WAINWRIGHT, NATHAN y  
LIPPEY, BARRET**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 761 234 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**

Sistema óptico mejorado para proyectores de imágenes

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a sistemas de proyección y, particularmente, a conductos de luz mejorados para sistemas de proyección de imágenes basados en láser.

**Antecedentes**

10 Los sistemas de proyección ahora están siendo diseñados con mejoras en el intervalo dinámico. Muchos de estos tipos de mejoras están en el área de los sistemas de proyección láser. Algunos de estos sistemas de proyección láser también pueden comprender sistemas de visualización de proyección de moduladores dobles y múltiples. Puede ser deseable mejorar el rendimiento de estos sistemas mejorados de proyección de imagen.

**Compendio**

15 Se describe un sistema de proyección que comprende una fuente de luz láser, una lente de colimación, un elemento óptico homogeneizador (por ejemplo, una lente de ojo de mosca o que comprende una lente de ojo de mosca), una varilla integradora y un primer modulador. La fuente de luz láser puede comprender una o más fuentes para las fibras láser individuales. La luz procedente de la fuente/fibra de luz láser ilumina un colimador para colimar sustancialmente la luz y luego se transmite a través del elemento óptico de homogeneización (por ejemplo, la lente de ojo de mosca). El elemento de homogeneización óptica (por ejemplo, la lente de ojo de mosca) proporciona a un primer modulador del sistema de proyección una distribución de luz angular/espacial deseada para su posterior procesamiento. La varilla integradora está dispuesta directamente adyacente al elemento homogeneizador a lo largo de una trayectoria de la luz a través del sistema de proyección. En otras palabras, la luz del elemento homogeneizador pasa directamente a la varilla integradora, sin pasar a través de otros elementos ópticos.

20 En una realización, un sistema de proyección comprende: una fuente de luz láser, proporcionando la fuente luz para su posterior procesamiento por el sistema; una lente de colimación, colimando la lente de colimación sustancialmente la luz de la fuente de luz láser; una lente de ojo de mosca, que recibe luz sustancialmente colimada y proporciona una distribución angular de luz deseada; una varilla integradora, que recibe la luz de la lente de ojo de mosca y transmite la luz aguas abajo; y un primer modulador, que recibe la luz de la varilla integradora y realiza una modulación adicional de la luz para que el sistema proyecte una imagen. La lente de ojo de mosca puede comprender varios elementos ópticos (por ejemplo, lentes). Además, la lente de ojo de mosca se puede colocar a una distancia óptica de la varilla integradora de manera que los elementos ópticos de la lente de ojo de mosca produzcan un patrón de superposición en la entrada de la varilla de integración.

25 En otra realización, un método para proporcionar una distribución deseada de luz en un sistema de proyección que comprende una fibra de luz láser para la iluminación de entrada comprende: transmitir la luz desde la fibra de luz láser a un colimador; transmitir la luz del colimador a un elemento óptico homogeneizador (por ejemplo, una lente de ojo de mosca); y transmitir la luz desde el elemento óptico homogeneizador (por ejemplo, la lente de ojo de mosca) a una varilla integradora. Otras características y ventajas del presente sistema se presentan a continuación en la Descripción detallada cuando se leen en relación con los dibujos presentados en esta solicitud.

**Breve descripción de los dibujos**

Se ilustran realizaciones ejemplares en las figuras referenciadas de los dibujos. Se pretende que las realizaciones y las figuras descritas en el presente documento se consideren ilustrativas, no restrictivas.

40 La figura 1 representa una realización esquemática de un sistema de visualización de proyección de imágenes que puede ser adecuado para la varilla de integración mejorada de la presente solicitud.

La figura 2 representa una realización de un módulo de conductos de luz que basta para los fines de la presente solicitud.

45 La figura 3 representa otra realización de un módulo de conductos de luz que puede bastar para los fines de la presente solicitud.

La figura 4 representa una sección transversal de iluminación proporcionada por un conjunto de fibras de luz láser que puede aplicarse a la entrada de un integrador.

La figura 5 representa una sección transversal de iluminación proporcionada por la luz de un conjunto de fibras de luz láser a la salida de un integrador.

50 La figura 6 representa una sección transversal de iluminación proporcionada por la luz de un conjunto de fibras de luz láser después de un difusor.

La figura 7 representa la distribución angular de la luz en la luz de la salida de un integrador representada en la figura 5.

Las figuras 8 y 9 representan la luz a la salida del integrador de la luz de una fibra de luz láser y la luz posiblemente suministrada a un primer modulador en un sistema de proyección.

5 La figura 10 representa una realización de un sistema óptico frontal para una fibra de luz láser realizada según los principios de la presente solicitud.

La figura 11 representa una realización de una disposición de lente de ojo de mosca realizada según los principios de la presente solicitud.

10 La figura 12 representa una realización de una lente de ojo de mosca, adecuada para varias realizaciones descritas en la presente memoria.

La figura 13 representa la posible iluminación de sección transversal proporcionada después de que la luz se transmita a través de una realización de lente de ojo de mosca de la presente solicitud.

La figura 14 representa la posible iluminación de sección transversal proporcionada sin que la luz se transmita a través de una lente de ojo de mosca.

15 La figura 15 representa la imagen de una iluminación de un solo punto en el plano focal intermedio distal de la varilla integradora sin el uso de una lente de ojo de mosca en la trayectoria de la luz.

La figura 16 representa la imagen de una iluminación de un solo punto en el plano focal intermedio distal de la varilla integradora y empleando una lente de ojo de mosca en la trayectoria de la luz.

20 Las figuras 17A y 17B son vistas lateral y de frente, respectivamente, de un conjunto de varillas transparentes que actúan como un elemento óptico homogeneizador en el sistema de proyección.

### Descripción detallada

25 Tal como se utilizan aquí, los términos “componente”, “sistema”, “interfaz” y similares están pensados para referirse a una entidad de tipo informático, ya sea soporte físico, soporte lógico (por ejemplo, en ejecución) y/o soporte lógico inalterable. Por ejemplo, un componente puede ser un proceso que se ejecuta en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un programa y/o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación que se ejecuta en un servidor como el servidor pueden ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y un componente puede localizarse en un ordenador y/o distribuirse entre dos o más ordenadores. Un componente también puede estar destinado a referirse a una entidad relacionada con las comunicaciones, ya sea soporte físico, soporte lógico (por ejemplo, en ejecución) y/o soporte lógico inalterable, y puede comprender además suficiente soporte físico cableado o inalámbrico para afectar las comunicaciones.

30 En toda la siguiente descripción, se establecen detalles específicos para proporcionar una comprensión más profunda a las personas expertas en la técnica. Sin embargo, los elementos bien conocidos pueden no haberse mostrado o descrito en detalle para evitar ofuscar innecesariamente la divulgación. En consecuencia, la descripción y los dibujos deben considerarse en un sentido ilustrativo, no restrictivo.

### 35 Introducción

En el campo de sistemas de proyección y de otros tipos de visualización, es deseable mejorar tanto el rendimiento de representación de las imágenes como la eficiencia del sistema. Varias realizaciones de la presente solicitud describen sistemas, métodos y técnicas para afectar estas mejoras empleando un modelado del campo de luz para sistemas de visualización de modulación doble o múltiple. En una realización, se desarrollan y usan con efecto ventajoso modelos de fuentes de luz. Las imágenes de cámaras de las imágenes mostradas de imágenes de entrada conocidas se pueden evaluar para mejorar los modelos de luz. En algunas realizaciones, un proceso iterativo puede acumular mejoras. En algunas realizaciones, estas técnicas pueden usarse en imágenes en movimiento para hacer ajustes en directo para mejorar el rendimiento de representación de las imágenes.

45 Se han descrito sistemas de proyección y visualización de doble modulación en patentes y solicitudes de patentes de la misma titularidad, que incluyen:

(1) Número de patente de Estados Unidos 8.125.702 de Ward *et al.*, expedida el 28 de febrero de 2012 y titulada “SERIAL MODULATION DISPLAY HAVING BINARY LIGHT MODULATION STAGE”;

(2) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20130148037 de Whitehead *et al.*, publicada el 13 de junio de 2013 y titulada “PROJECTION DISPLAYS”;

50 (3) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20110227900 de Wallener, publicada el 22 de septiembre de 2011 y titulada “CUSTOM PSFs USING CLUSTERED LIGHT SOURCES”;

(4) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20130106923 de Shields *et al.*, publicada el 2 de mayo de 2013 y titulada "SYSTEMS AND METHODS FOR ACCURATELY REPRESENTING HIGH CONTRAST IMAGERY ON HIGH DYNAMIC RANGE DISPLAY SYSTEMS";

5 (5) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20120038693 de Kang *et al.*, publicada el 16 de febrero de 2012 y titulada "HIGH DYNAMIC RANGE PROJECTION SYSTEM";

(6) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20110279749 de Erinjippurath *et al.*, publicada el 17 de noviembre de 2011 y titulada "HIGH DYNAMIC RANGE DISPLAYS USING FILTERLESS LCD(S) FOR INCREASING CONTRAST AND RESOLUTION" y

10 (7) Solicitud de Patente de Estados Unidos 20120133689 de Kwong, publicada el 31 de mayo de 2012 y titulada "REFLECTORS WITH SPATIALLY VARYING REFLECTANCE/ABSORPTION GRADIENTS FOR COLOR AND LUMINANCE COMPENSATION".

Una sola arquitectura física ejemplar

15 La figura 1 muestra una posible realización de un sistema adecuado de visualización de proyección de imágenes. En esta realización, el sistema de visualización de proyección está construido como un sistema 100 de visualización de proyección de modulador doble/múltiple que puede ser suficiente para los fines de la presente solicitud. El sistema 100 de proyección emplea una fuente 102 de luz que suministra al sistema de proyección la iluminación deseada de tal manera que una imagen proyectada final sea lo suficientemente brillante para los espectadores previstos de la imagen proyectada. La fuente 102 de luz puede comprender cualquier fuente de luz adecuada posible, que incluye, sin limitación: lámpara de xenón, láser(es), fuente de luz coherente, fuentes de luz parcialmente coherentes. Como la fuente de luz consume mucha potencia y/o energía para todo el sistema de proyección, puede ser conveniente usar y/o reutilizar la luz de manera ventajosa, para conservar la potencia y/o la energía durante el curso de su funcionamiento.

20 La luz 104 puede iluminar un primer modulador 106 que, a su vez, puede iluminar un segundo modulador 110, a través de un conjunto de componentes ópticos opcionales 108. La luz del segundo modulador 110 puede ser proyectada por una lente 112 de proyección (u otros componentes ópticos adecuados) para formar una imagen proyectada final sobre una pantalla 114. Los moduladores primero y segundo pueden ser controlados por un controlador 116, que puede recibir datos de imágenes y/o video de entrada. El controlador 116 puede ejecutar ciertos algoritmos de procesamiento de imágenes, algoritmos de correlación de gamas de color u otro procesamiento adecuado sobre los datos de imágenes/video de entrada y las señales de control/datos de salida a los moduladores primero y segundo para lograr una imagen proyectada final deseada 114. Además, en algunos sistemas de proyección, puede resultar posible, dependiendo de la fuente de luz, modular la fuente 102 de luz (no se muestra la línea de control) para lograr un control adicional de la calidad de imagen de la imagen proyectada final.

25 El módulo 103 de reciclaje de luz se representa en la figura 1 como una caja punteada que puede colocarse en la trayectoria de la luz desde la fuente 102 de luz hasta el primer modulador 106, como se expondrá más adelante. Si bien la presente exposición se dará en el contexto de este posicionamiento, se apreciará que el reciclaje de luz se puede insertar en el sistema de proyección en diversos puntos del sistema de proyección. Por ejemplo, el reciclaje de luz se puede colocar entre los moduladores primero y segundo. Además, el reciclaje de luz se puede colocar en más de un punto en la trayectoria óptica del sistema de visualización. Si bien tales realizaciones pueden ser más costosas debido al aumento en el número de componentes, ese aumento puede compensarse con los ahorros de costes de energía como resultado de múltiples puntos de reciclaje de luz.

30 Aunque la realización de la figura 1 se presenta en el contexto de un sistema de proyección de modulación doble o múltiple, debe apreciarse que las técnicas y los métodos de la presente solicitud encontrarán aplicación en modulación simple u otros sistemas de visualización de modulación doble o múltiple. Por ejemplo, un sistema de visualización de doble modulación que comprende una luz de fondo, un primer modulador (por ejemplo, LCD o similar) y un segundo modulador (por ejemplo, LCD o similar) puede emplear componentes ópticos adecuados de desenfoque y métodos y técnicas de procesamiento de imágenes para afectar al rendimiento y a las eficiencias aquí expuestas en el contexto de los sistemas de proyección.

35 También debe apreciarse que, aunque la figura 1 representa un sistema de visualización de modulador doble o de dos etapas, los métodos y las técnicas de la presente solicitud también pueden encontrar aplicación en un sistema de visualización con un solo modulador o un sistema de visualización con tres o más sistemas de visualización de modulador (multimodulador). El alcance de la presente solicitud abarca estas diversas realizaciones alternativas.

40 La figura 2 representa una realización de un subsistema y/o módulo 200 de conductos de luz, como se puede usar en una realización, tal como la figura 1. Como se expuso anteriormente, este subsistema/módulo de conductos de luz se puede colocar en el sistema de proyección principalmente entre la fuente 102 de luz y un primer modulador 221. La luz de la fuente 102 de luz se puede introducir en la trayectoria óptica a través de una varilla/tubo/caja 202 de integración. En una realización, la varilla/tubo/caja 202 de integración puede comprender una superficie sustancialmente reflectante en su interior, de modo que la luz que incide en su superficie puede reflejarse (por ejemplo, posiblemente múltiples veces) hasta que la luz salga de su extremo derecho terminal 203. Una vez que la luz sale de

la varilla/tubo/caja de integración, la luz puede ponerse en una trayectoria óptica que está definida por un conjunto de elementos ópticos, por ejemplo, la lente 204, 214 y 216 y un conjunto de filtros y/o polarizadores 206, 208, 210 y 212. Esta realización también puede construirse para realizar un reciclaje de luz, si se desea para el diseño de este sistema de proyección.

5 El primer modulador 221 puede comprender una serie de prismas 218a, 218b y un reflector 220. El reflector 220 puede comprender un conjunto DMD de reflectores, o un conjunto MEMS, o cualquier otro conjunto adecuado de reflectores que pueda reflejar la luz en al menos dos o más trayectorias. Una de estas trayectorias se representa en la figura 2. Como se puede ver, los reflectores 220 dirigen la luz hacia la superficie de contacto de los prismas 218a y 218b, de modo que la luz se refleje en el conjunto 222 de lentes y luego al segundo modulador 229 (que comprende, por ejemplo, el conjunto 224 de lentes, los prismas 226 y 230 y el reflector 228). Esta luz puede emplearse para formar la imagen finalmente proyectada para ser vista por una audiencia.

10 Sin embargo, en cierto momento durante la representación de la imagen proyectada final, puede no ser necesaria la plena potencia/energía de la fuente 102 de luz. Si no es posible modular la potencia de la fuente 102 de luz (o si es difícil o si hay una oportunidad adicional de conservar la luz), entonces puede desearse reciclar la luz de la fuente 102 de luz. En este caso, y como puede verse en la figura 2, puede resultar posible alinear el reflector 220 desde su posición actual mostrada (es decir, en la que la luz se dirige para recorrer la trayectoria hacia el segundo modulador, hasta la posición, en lugar de la anterior, en la que la luz se volvería a reflejar sustancialmente a la varilla/tubo/caja 202 de integración, a lo largo de sustancialmente la misma trayectoria que se describe como un desplazamiento de derecha a izquierda).

20 En otra realización, una tercera trayectoria (opcional) (no mostrada) permite que los reflectores dirijan la luz desde la fuente de luz hacia un "vertedero" de luz, es decir, una parte del sistema de proyección en la que se absorbe la luz. En este caso, la luz se desperdicia como calor para ser disipado del sistema de proyección. Por lo tanto, el sistema de proyección puede tener múltiples grados de libertad cuando se trata de dirigir la luz como se desee.

25 La figura 3 es otra realización más de un módulo 300 de conductos de luz, que puede servir para transmitir luz desde al menos un láser y/o una fuente y puertos de luz de color parcialmente coherente (por ejemplo, a través del lanzador 302 de fibra, el colimador 304 y el difusor 306). La luz de dicha fuente puede transmitirse a través de un primer subsistema óptico/retransmisor difusor 308 para acondicionar la luz que se introducirá en la varilla integradora 312, que puede comprender el extremo proximal reflector 310 (por ejemplo, un espejo de reciclaje), como en la figura 3. Un segundo subsistema óptico/retransmisor 314 de reciclaje puede acondicionar adicionalmente la luz como se desee antes de la entrada en un primer modulador 316. Como con la figura 2 anterior, este primer tramo del módulo 300 puede afectar a un modo de reciclaje de luz, según se ha expuesto.

30 Después de la primera modulación, la luz puede transmitirse a través de un tercer subsistema óptico/retransmisor PSF 318 antes de entrar en un segundo modulador 320, que modula la luz para su transmisión a través de un subsistema óptico 322 de proyección para proyectar una imagen final para su visualización. Con referencia continua a la figura 3, se muestra un sistema óptico 318 de retransmisión que se coloca entre un primer modulador 316 (por ejemplo, un premodulador) y un segundo modulador 320 (por ejemplo, un modulador primario/prisma de nueve piezas). Tal sistema óptico de retransmisión puede ser deseable tanto para reducir la cantidad de aberraciones en el procesamiento de la imagen, como para aumentar el contraste de la imagen proyectada.

35 Como se expone en la presente memoria en el contexto de una realización, puede ser deseable que el primer modulador/premodulador produzca una imagen borrosa y/o desenfocada en función de los valores de datos de imágenes, tales como la imagen de cuatricromía aquí mencionada. En muchas realizaciones, puede ser deseable tener un sistema óptico de retransmisión que tienda a producir una imagen uniformemente borrosa/desenfocada desde el premodulador hasta el modulador primario. Además, puede ser deseable tener una forma de punto desenfocada deseada para esta realización.

40 En muchas realizaciones, el sistema óptico de retransmisión puede comprender lentes u otros elementos ópticos que efectivamente mueven el plano focal, corrigen cualquier coma y ajustan la dispersión (por ejemplo, creando desenfoque/borrosidad y agregando aberración esférica en cierta cantidad deseada).

#### Realización de lanzador mejorado de la fuente láser

45 En algunas realizaciones, cuando se lanza una fuente de luz láser de fibra única al interior de un sistema con una varilla integradora, se desea reducir la densidad de energía del punto láser en la cara de entrada, así como aumentar la diversidad de ángulos. La pluralidad de ángulos permite una mejor mezcla y una mayor uniformidad en el extremo de salida del integrador.

50 Además, en muchas realizaciones, puede ser deseable tener una iluminación sustancialmente sin estructura y/o uniforme en un plano imaginario en un punto deseado en la trayectoria de la luz a través del proyector de imágenes. Por ejemplo, una realización sería tener esta iluminación deseada en un plano entre el primer modulador y el segundo modulador en un sistema de proyección de doble modulador. En tal caso, dicha iluminación puede proporcionar una buena función gaussiana de dispersión de punto (PSF) en este plano.

En muchas realizaciones, el sistema de proyección puede emplear una pequeña cantidad de fuentes de luz láser de fibra única. Puede ser suficiente que haya una buena distribución espacial y/o angular de la iluminación para el número discreto de fuentes de luz láser.

5 El uso de una multiplicidad de fibras y lentes de ojo de mosca está, en una realización, por ejemplo, dispuesto para producir un patrón repetitivo pero superpuesto de las múltiples fibras en la entrada de la varilla de integración. Como se puede lograr en esta y otras realizaciones descritas en el presente documento, el patrón de superposición en la entrada de la varilla de integración es un patrón de superposición desenfocado. Además, el sistema forma una cámara estenopeica con un alcance focal infinito (o sustancialmente infinito), por lo que las imágenes aguas arriba deben ser lo más amplias y uniformes posible. Esta es la razón por la cual puede ser deseable tener una imagen espacialmente  
10 diversa en la entrada de la varilla de integración.

En muchos sistemas de proyección, la uniformidad espacial en el modulador de luz espacial es un criterio importante, y los diseños ópticos de iluminación de proyección reflejan ese hecho; sin embargo, normalmente se hace muy poco esfuerzo para tener una buena diversidad angular. En ciertas arquitecturas de doble modulación, la imagen captada del pre-modulador (pre-mod) es enviada al modulador primario, y es deseable que esta imagen se vea borrosa (por ejemplo, como una versión de baja resolución de la imagen proyectada). Esto puede lograrse mediante, por ejemplo, un desenfoque. Cuando se utiliza la lente de retransmisión del modulador primario al modulador primario para lograr este desenfoque, se desea que la función de dispersión de punto de la óptica tenga una estructura uniforme. Para lograr esto, la iluminación en el pre-mod debería tener una buena uniformidad angular y espacial. Muchas realizaciones de la presente solicitud proporcionan un sistema de iluminación con una distribución angular diversa (y uniforme), así como una distribución espacial uniforme.  
15  
20

Además de mejorar la distribución angular de la luz láser (y particularmente, de una sola fuente láser), puede desearse que ninguna estructura (o una muy mínima) de la fuente de luz se traduzca en aberraciones notables en la imagen proyectada.

En la situación que implica múltiples entradas de luz de fibra, la figura 4 representa el caso en el que múltiples entradas 404 de láser se introducen en un integrador (por ejemplo, una varilla de integración o similar). Como se puede ver, las entradas diferenciadas 404 de luz de fibra son muy visibles a través del área 402 de la sección transversal. No es deseable emplear esta estructura visible cuando se ilumina cualquier modulador aguas abajo. La figura 5 representa un área 502 tanto ideal de iluminación de sección transversal que podría estar presente después del uso de un difusor. La figura 6 representa el área 602 de sección transversal de iluminación que puede estar presente después del difusor. Tal difusor puede usarse como un elemento óptico frontal antes de una varilla integradora, o posiblemente, entre dos o más varillas integradoras empleadas en el sistema de proyección. La figura 7 muestra un supuesto gasto angular de iluminación que puede ocurrir después de la difusión de la luz después del difusor y la(s) varilla(s) integradora(s).  
25  
30

En cambio, la situación puede ser menos deseable en el caso en que la iluminación proviene principalmente de una fibra láser (o de una pequeña cantidad de ellas). La figura 8 representa la iluminación de la sección transversal que puede verse después de que la iluminación de una sola fibra se ponga en un integrador e ilumine un difusor (por ejemplo, posiblemente antes de entrar en otra etapa del integrador). Como se puede ver, hay una estructura visible 802 en esta área de sección transversal, y esto puede no ser una iluminación deseable para una etapa del modulador. La figura 9 representa el área de iluminación de la sección transversal de esta luz después de una posible etapa del difusor; de nuevo, puede verse alguna estructura con una intensa iluminación en la porción central 902 y patrones de iluminación más débiles en el rincón del área de la sección transversal (representado, por ejemplo, en 904).  
35  
40

La figura 10 representa una posible realización de un lanzador frontal 1000 de fibra que puede mejorar la iluminación de la sección transversal para su posterior procesamiento por uno o más moduladores. Se puede ver que una sola fuente 1002 de fibra láser ilumina un conjunto de elementos ópticos 1004 (colimador) que proporciona una colimación sustancial a la fuente de luz. La luz sustancialmente colimada puede iluminar a partir de entonces un elemento óptico 1006 de homogeneización (por ejemplo, una disposición de lente de ojo de mosca). La disposición de lente de ojo de mosca puede estar dispuesta directamente después del conjunto de elementos ópticos 1004 (colimador) que proporciona una colimación sustancial a la fuente de luz. Como se expondrá más adelante en la presente memoria, la disposición de lente de ojo de mosca tenderá a proporcionar una distribución angular de iluminación adecuada, en combinación con una potencia óptica suficiente para enfocar sustancialmente la luz en una varilla integradora 1008. La disposición de lente de ojo de mosca puede estar dispuesta directamente antes de la varilla integradora 108; es decir, puede estar dispuesta directamente adyacente a la varilla integradora 108 a lo largo de la trayectoria de la luz a través del lanzador 1000 frontal de fibra. A partir de entonces, la luz de la varilla integradora 1008 puede iluminar el elemento óptico 1010 aguas abajo que puede proporcionar más potencia óptica que puede tener una iluminación de sección transversal deseable (representada en el plano imaginario 1012). Esta iluminación puede iluminar después un modulador (por ejemplo, el primer modulador) 1014, como se expone en la presente memoria.  
45  
50  
55

La figura 11 proporciona una vista más cercana de la disposición 1006 de lente de ojo de mosca. La disposición 1006 puede comprender uno o más componentes ópticos (por ejemplo, como se muestra). La lente 1006a de ojo de mosca recibe luz de una disposición 1004 de colimador y una lente adicional 1006b proporciona potencia óptica para concentrar la luz en el puerto de la varilla integradora 1008. La combinación de la lente 1006a de ojo de mosca y la  
60

lente 1006b de enfoque tiende a crear un punto de forma rectangular en la entrada 1008 del integrador, siendo la relación de aspecto del punto similar a la relación de aspecto de las facetas de 1006a, siempre y cuando todas las facetas tengan tamaño y forma iguales. Debe apreciarse que la luz de la lente de ojo de mosca tiende a estar desprovista de estructura (por ejemplo, de la fuente de luz láser) y tiende a tener una iluminación más uniforme que si la lente de mosca no estuviera presente en la trayectoria de la luz. La lente 1006a de ojo de mosca puede estar dispuesta directamente después de la disposición 1004 del colimador (a lo largo de la trayectoria de la luz); es decir, la imagen captada de la disposición 1004 de colimador puede ser enviada directamente a la lente 1006a de ojo de mosca. La lente de enfoque 1006b puede estar dispuesta directamente después de la lente de ojo de mosca 1006a (a lo largo de la trayectoria de la luz); es decir, la imagen captada de la lente 1006a de ojo de mosca puede ser enviada directamente con posterioridad a la lente 1006b de enfoque. La entrada 1008 del integrador puede estar dispuesta directamente después de la lente de enfoque 1006b (a lo largo de la trayectoria de la luz); es decir, la imagen captada de la lente 1006b de enfoque puede ser enviada directamente a la entrada 1008 del integrador. En otras palabras, no hay más elementos ópticos dispuestos entre la disposición 1004 del colimador y la lente 1006a de ojo de mosca, no se disponen elementos ópticos adicionales entre la lente 1006a de ojo de mosca y la lente 1006b de enfoque, y no se disponen elementos ópticos adicionales entre la lente 1006b de enfoque y la entrada 1008 del integrador.

La figura 12 es una realización de una lente 1006a de ojo de mosca adecuada para los fines de la presente solicitud. Como puede verse, se proporciona una serie de lentillas (por ejemplo, lentillas rectangulares) 1202 para proporcionar una distribución angular de luz adecuada; por ejemplo, para la entrada en la varilla de integración. La figura 13 representa el área 1012 de sección transversal imaginaria para representar la iluminación después de que la luz se transmite a través de la disposición de lente de ojo de mosca y la varilla integradora 1008. En el plano 1012, se muestra una imagen del extremo de entrada del integrador 1008, mientras que el plano 1014 muestra la imagen del extremo de salida del integrador 1008. Es deseable que la distribución de luz en el plano 1012 sea lo más uniforme posible.

En cambio, la figura 14 representa la iluminación de sección transversal imaginaria cuando no se emplea una lente de ojo de mosca. Como se puede ver, una iluminación de sección transversal imaginaria aparentemente diferenciada (sin lente de ojo de mosca FE) muestra el efecto de tener solo un pequeño punto iluminado en la entrada del integrador 1008.

En otras vistas, la figura 15 representa la imagen de una iluminación de un solo punto en el plano focal intermedio distal de la varilla integradora sin el uso de una lente de ojo de mosca en la trayectoria de la luz. En particular, la figura 15 representa la imagen en un plano focal intermedio con un sistema de proyección que comprende un difusor de ángulo relativamente pequeño —por ejemplo, un difusor gaussiano de anchura a media altura (FWHM) de 5 grados entre varillas integradoras—, y una iluminación de punto único en la entrada a las varillas integradoras.

La figura 16 representa la imagen de una iluminación de un solo punto en el plano focal intermedio distal de la varilla integradora y empleando una lente de ojo de mosca en la trayectoria de la luz. Se puede ver que el uso de la lente de ojo de mosca proporciona una mejor iluminación uniforme y con mucha menos estructura. En particular, la figura 16 representa la imagen en un plano focal intermedio con un sistema de proyección que comprende un difusor de ángulo relativamente pequeño —por ejemplo, gaussiano de anchura a media altura (FWHM) de 5 grados entre varillas integradoras—, y usando una iluminación de ojo de mosca para llenar la entrada de las varillas integradoras. En otras realizaciones, el ángulo pequeño del difusor puede variar entre 2-10 grados.

En una realización que tiene dos varillas integradoras, un difusor está entre dos varillas integradoras. Por ejemplo, en la figura 11, la varilla integradora 1008 puede estar construida de dos o más varillas integradoras. El difusor se encuentra entre dos varillas integradoras. En muchos de los dibujos de la solicitud, solo se muestra una varilla integradora. En la figura 11, hay un elemento marcado varilla integradora 1008. Este elemento puede considerarse una pieza separada frente a la varilla integradora (también mostrada en la figura 10). Podemos hacer de este el difusor (con un nuevo número) y llamarlo adecuadamente en la memoria.

En el caso de la modulación doble, cuando se activa un solo píxel del premodulador, se puede considerar como una cámara estenopeica con una distancia focal infinita. Se pueden formar imágenes aguas arriba en planos intermedios entre el premodulador y el modulador primario. Una sola imagen de fibra o múltiples imágenes de fibra en la entrada a la varilla integradora producen una estructura en la óptica PSF entre el premodulador y el modulador primario. Para evitar aberraciones o estructura en la óptica PSF, la imagen aguas arriba debe ser lo más amplia y uniforme posible en la entrada a la varilla de integración.

Se puede usar un elemento de homogeneización óptica para difundir la luz que entra en la varilla de integración de modo que no haya ningún punto en el sistema en el que una imagen tenga estructura. El elemento de homogeneización óptica puede estar formado por una matriz de lentillas, tal como una lente de ojo de mosca, o, como realización alternativa (mostrada en las figuras 17A y B), un haz 1702 de varillas transparentes 1704 fusionadas entre sí. En el caso de un haz de varillas fusionadas, las superficies de contacto pueden tener un índice de refracción más bajo para que la luz se guíe internamente para permanecer dentro de cada haz. En el caso de múltiples fibras ópticas, el haz de varillas fusionadas puede tener una separación similar a la separación de las fibras ópticas, de modo que la luz de cada fibra se extienda para llenar cada varilla.

Realizaciones alternativas

5 Para realizaciones alternativas, se puede emplear una única lente de ojo de mosca con o sin un elemento/lente óptico adicional en una única disposición. Puede bastar que una lente de ojo de mosca proporcione la cantidad deseada de distribución angular de iluminación para la modulación aguas abajo. En otra realización, la lente de ojo de mosca puede permitir emplear una longitud de varilla integradora más pequeña que la que podría ser necesaria sin la lente de ojo de mosca. Para una realización, cuando un solo haz se concentra en un integrador de varilla (por ejemplo, sin difusor) como en 1008, la luz hace múltiples reflejos mientras pasa a través de la varilla. Debido a la simetría del rayo láser único y la simetría bilateral de la varilla integradora 1008 (en una realización, rectangular o alguna otra forma adecuada), el número de reflexiones realizadas (y, por lo tanto, la longitud) para lograr una salida sustancialmente uniforme en la salida de la varilla puede ser grande. El aumento de la diversidad de rayos de luz que inciden en la varilla de integración, tanto espacial como angularmente, puede reducir en gran medida el número de reflexiones dentro de la varilla para lograr la uniformidad. La combinación de 1006a y 1006b puede proporcionar tal diversidad.

10 En otras realizaciones que comprenden más de un modulador, puede ser deseable emplear una lente de ojo de mosca que elimine sustancialmente cualquier estructura en un área de sección transversal intermedia en varios puntos; por ejemplo, entre la lente de ojo de mosca y la varilla integradora, entre la varilla integradora y el primer modulador, entre el primer modulador y el segundo modulador y/o entre cualquier etapa de modulador sucesiva.

15 Ahora se ha dado una descripción detallada de una o más realizaciones de la invención, leída junto con las figuras adjuntas, que ilustran los principios de la invención. Debe apreciarse que la invención se describe en relación con tales realizaciones, pero la invención no se limita a ninguna realización. El alcance de la invención está limitado solo por las reivindicaciones y la invención abarca numerosas alternativas, modificaciones y equivalentes. Se han establecido numerosos detalles específicos en esta descripción para proporcionar una comprensión profunda de la invención. Estos detalles se proporcionan a modo de ejemplo y la invención se puede practicar según las reivindicaciones sin algunos o la totalidad de estos detalles específicos. Con fines de claridad, el material técnico que se conoce en los campos técnicos relacionados con la invención no se ha descrito en detalle para que la invención no se oscurezca innecesariamente.

20

25



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de proyección que comprende:
  - una fuente de luz láser, proporcionando la fuente luz para su posterior procesamiento por el sistema;
  - una lente de colimación, colimando la lente de colimación sustancialmente la luz de la fuente de luz láser;
  - 5 una lente de ojo de mosca, que recibe luz sustancialmente colimada y proporciona una distribución angular de luz deseada;
  - una varilla integradora, que recibe la luz de la lente de ojo de mosca y transmite la luz aguas abajo; y
  - un primer modulador, que recibe la luz de la varilla integradora y realiza una modulación adicional de la luz para que el sistema proyecte una imagen,
  - 10 en el que la lente de ojo de mosca comprende varios elementos ópticos;
  - en el que la lente de ojo de mosca se coloca a una distancia óptica de la varilla integradora de manera que los elementos ópticos de la lente de ojo de mosca produzcan un patrón de superposición desenfocado en la entrada de la varilla integradora; y
  - 15 en el que la lente de ojo de mosca ilumina una primera lente, la primera lente concentra la luz de la lente de ojo de mosca en la entrada de la varilla integradora, y la varilla integradora está dispuesta directamente después de la primera lente a lo largo de la trayectoria de la luz a través del sistema de proyección.
2. El sistema de proyección de la reivindicación 1 en el que, además, la lente de ojo de mosca está configurada de modo que la luz recibida por la varilla integradora sea una iluminación sustancialmente uniforme.
3. El sistema de proyección de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que, además, la lente de ojo de mosca está configurada de modo que la luz recibida por la varilla integradora esté sustancialmente desprovista de estructura procedente de la fuente de luz láser.
- 20 4. El sistema de proyección de cualquiera de las reivindicaciones 1-3 que, además, comprende:
  - un segundo modulador, que recibe la luz del primer modulador y realiza una modulación adicional de la luz para que el sistema proyecte una imagen.
- 25 5. El sistema de proyección de la reivindicación 4 en el que, además, la lente de ojo de mosca está configurada de modo que la luz recibida por el segundo modulador esté sustancialmente desprovista de estructura procedente de la fuente de luz láser.
6. El sistema de proyección de la reivindicación 4 o la reivindicación 5 en el que, además, la lente de ojo de mosca está configurada de modo que la luz recibida por el segundo modulador sea una iluminación sustancialmente uniforme.
- 30 7. El sistema de proyección de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que la lente de ojo de mosca comprende, además, una lente de enfoque.
8. El sistema de proyección de la reivindicación 7 en el que la luz de la lente de ojo de mosca es recibida por la lente de enfoque y la luz transmitida a través de la lente de enfoque crea sustancialmente un punto de forma rectangular.
- 35 9. El sistema de proyección de la reivindicación 8 en el que el punto de forma rectangular coincide sustancialmente con la faceta de la varilla de integración.
10. Un sistema de proyección que comprende:
  - una fuente de luz láser, proporcionando la fuente luz para su posterior procesamiento por el sistema;
  - 40 una lente de colimación, colimando la lente de colimación sustancialmente la luz de la fuente de luz láser;
  - un haz de varillas fusionadas, que recibe la luz sustancialmente colimada y proporciona una distribución angular de luz deseada;
  - una varilla integradora, que recibe la luz del haz de varillas fusionadas y transmite la luz aguas abajo; y
  - un primer modulador, que recibe la luz de la varilla integradora y realiza una modulación adicional de la luz para que el sistema proyecte una imagen,
  - 45

en el que el haz de varillas fusionadas ilumina una primera lente, la primera lente concentra la luz del haz de varillas fusionadas en la entrada de la varilla integradora, y la varilla integradora está dispuesta directamente después de la primera lente a lo largo de la trayectoria de la luz a través del sistema de proyección.

11. Un sistema de proyección de doble modulación que comprende:

5 un primer sistema de iluminación de color que comprende una primera fuente de luz de banda estrecha de color, un mecanismo de propagación que comprende una lente de ojo de mosca, una primera lente y una varilla integradora que ilumina directamente un primer modulador de color de modo que en una trayectoria óptica entre los mismos la luz de la primera fuente de luz de banda estrecha de color del primer color se desplace sin mezclarse con luz de otros colores y separada de la misma, en el que la lente de ojo de mosca  
10 ilumina la primera lente, la primera lente concentra la luz de la lente de ojo de mosca en la entrada de la varilla integradora, y la varilla integradora está dispuesta directamente después de la primera lente a lo largo de la trayectoria de la luz a través del primer sistema de iluminación de color; y

sistemas segundo y tercero de iluminación de color, cada uno configurado de manera similar al primer sistema de iluminación de color, iluminando cada uno los correspondientes moduladores segundo y tercero de color.

15 12. Un sistema de proyección de doble modulación que comprende:

un primer sistema de iluminación de color que comprende una primera fuente de luz de banda estrecha de color, un mecanismo de propagación que comprende una lente de ojo de mosca, una primera lente y una varilla integradora y que proporciona al menos una porción de una trayectoria óptica entre la primera fuente  
20 de luz de banda estrecha de color y un primer dispositivo de modulación de color, en el que la lente de ojo de mosca ilumina la primera lente, la primera lente concentra la luz de la lente de ojo de mosca en la entrada de la varilla integradora, y la varilla integradora está dispuesta directamente después de la primera lente a lo largo de la trayectoria de la luz a través del primer sistema de iluminación de color;

sistemas segundo y tercero de iluminación de color, cada uno configurado de manera similar al primer sistema de iluminación de color y compartiendo al menos algunos componentes ópticos del primer sistema de  
25 iluminación, iluminando en última instancia los correspondientes moduladores segundo y tercero de color;

en el que las luces primera, segunda y tercera de color se mezclan y luego se separan antes de iluminar cada modulador correspondiente; y

en el que los componentes ópticos compartidos incluyen la lente de ojo de mosca, la primera lente, la varilla integradora y un colimador.

30 13. Un método para proporcionar una distribución deseada de luz en un sistema de proyección que comprende una fibra de luz láser para una iluminación de entrada, que comprende:

transmitir la luz de la fibra de luz láser a un colimador;

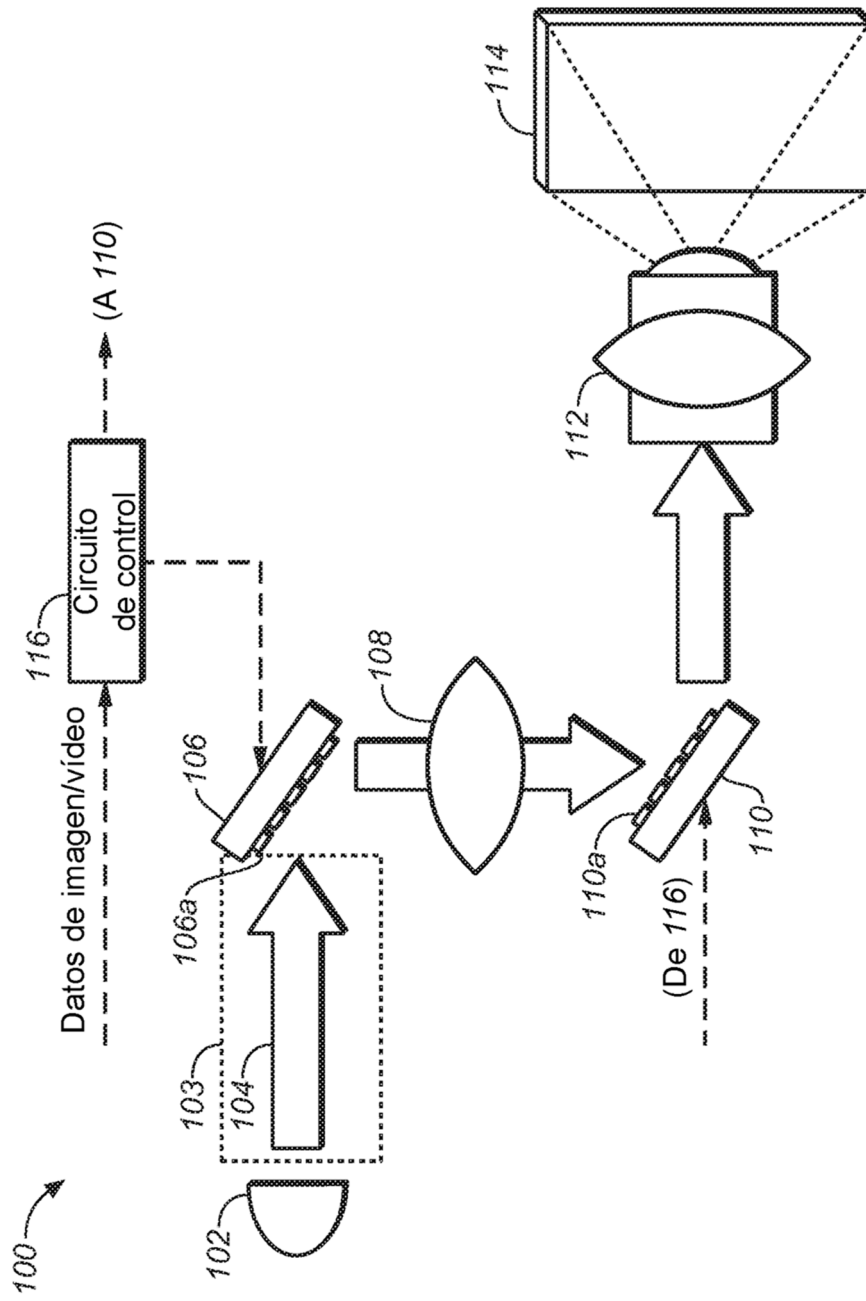
transmitir la luz del colimador a una lente de ojo de mosca; y

transmitir la luz desde la lente de ojo de mosca a una varilla integradora,

35 en el que la lente de ojo de mosca comprende varios elementos ópticos;

en el que la lente de ojo de mosca se coloca a una distancia óptica de la varilla integradora de manera que los elementos ópticos de la lente de ojo de mosca produzcan un patrón de superposición desenfocado en la  
40 entrada de la varilla integradora; y

en el que la lente de ojo de mosca ilumina una primera lente, la primera lente concentra la luz de la lente de  
ojo de mosca en la entrada de la varilla integradora, y la varilla integradora está dispuesta directamente después de la primera lente a lo largo de la trayectoria de la luz a través del sistema de proyección.



**FIG. 1**

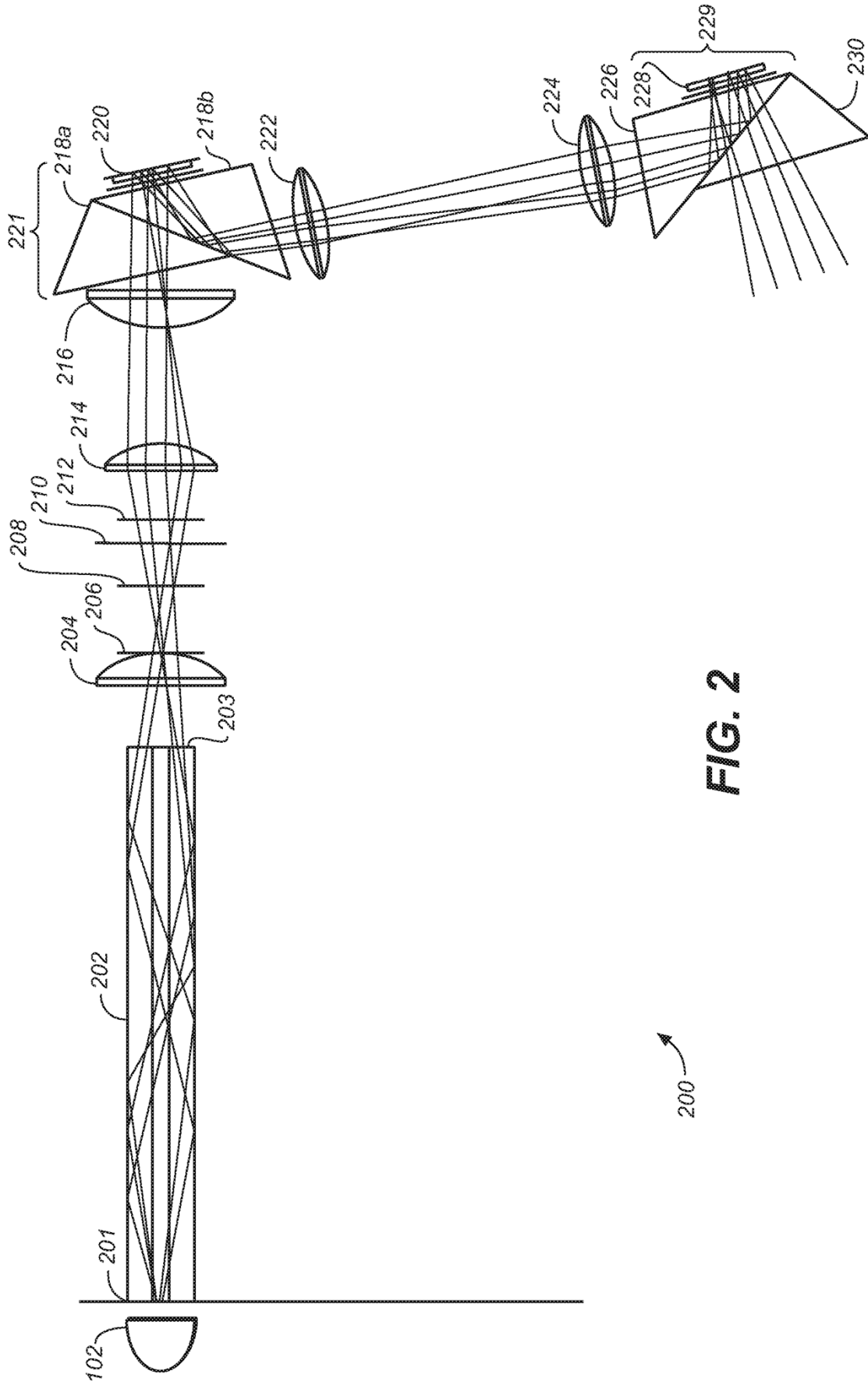
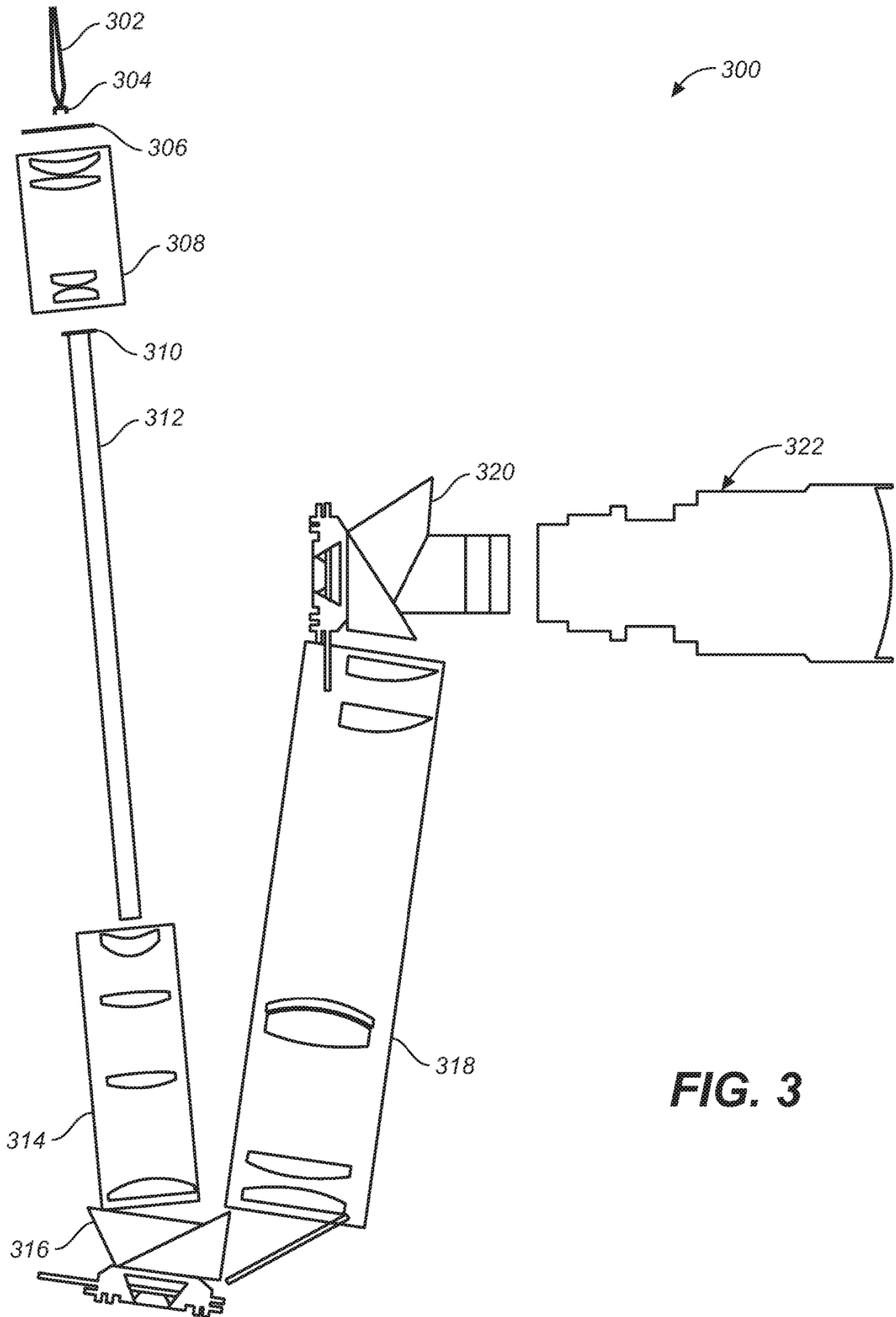
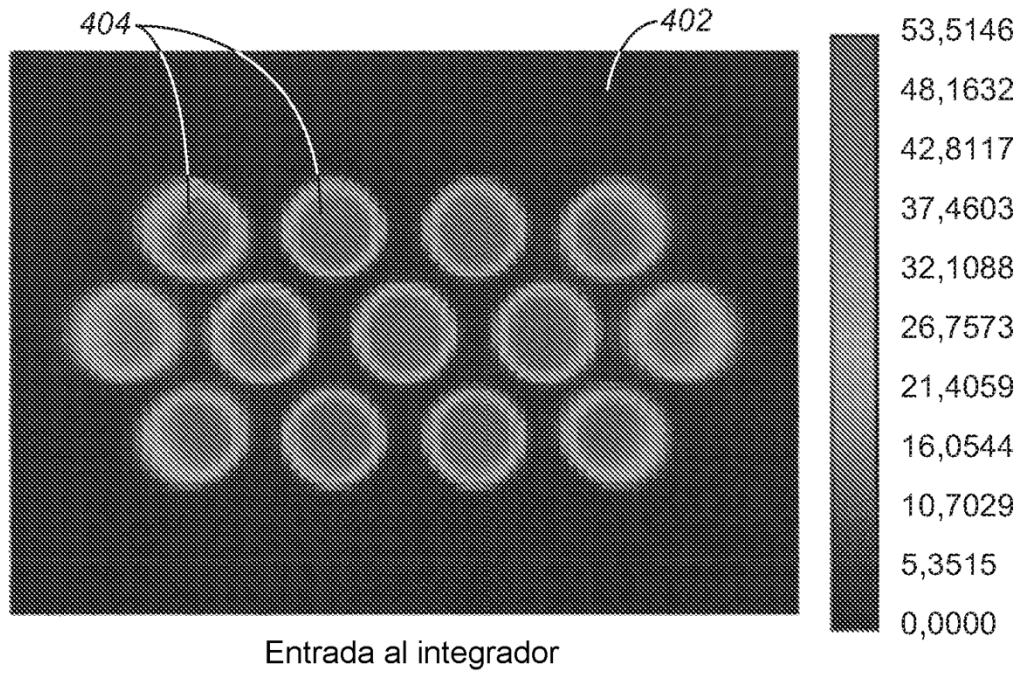


FIG. 2

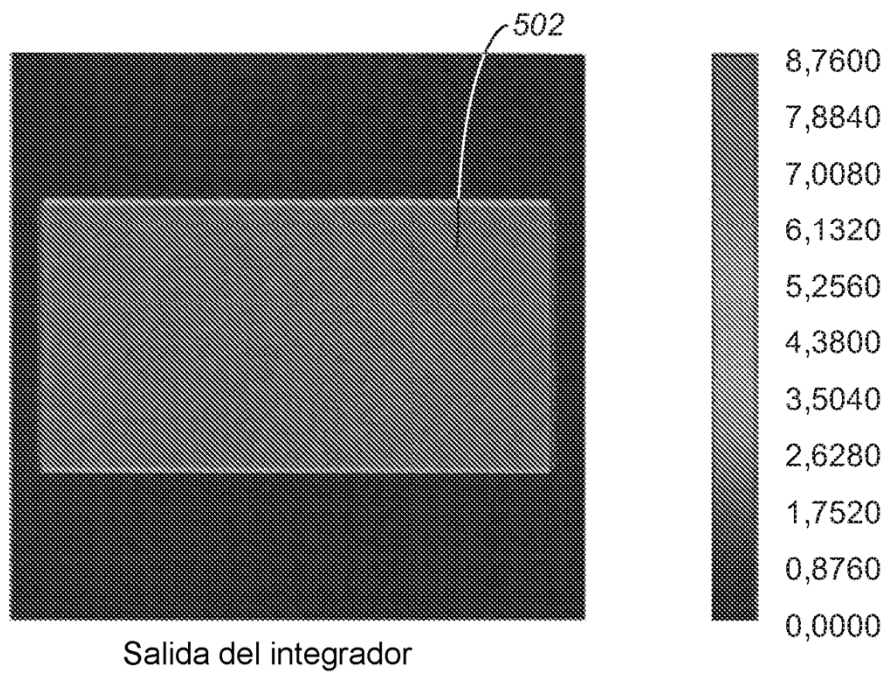
200



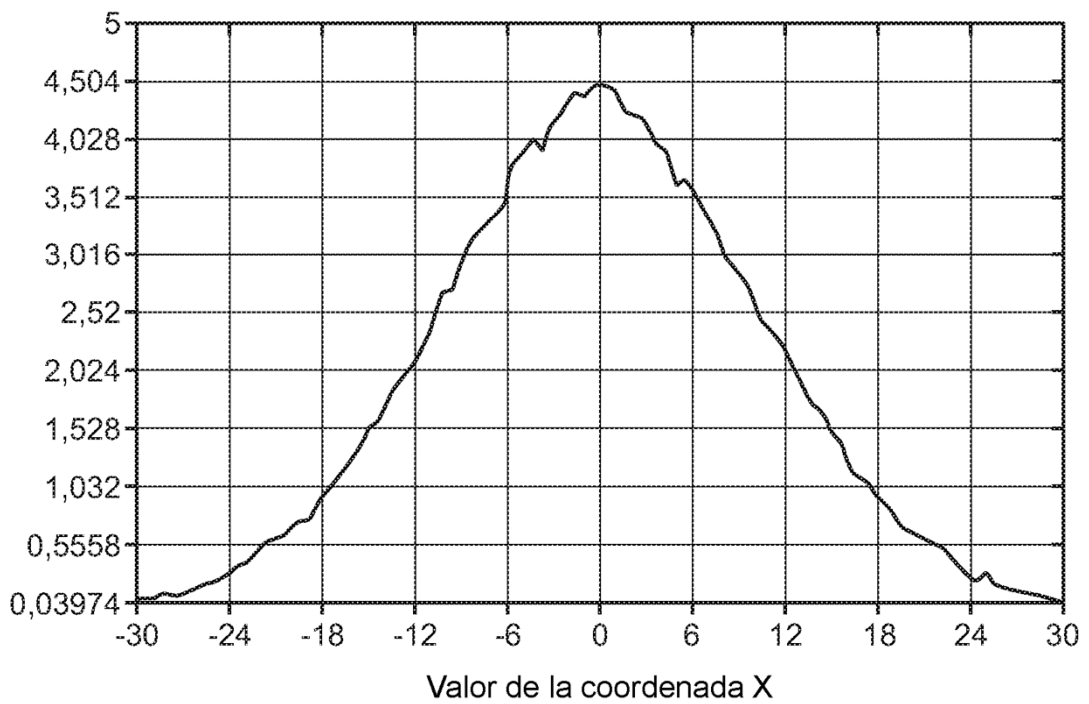
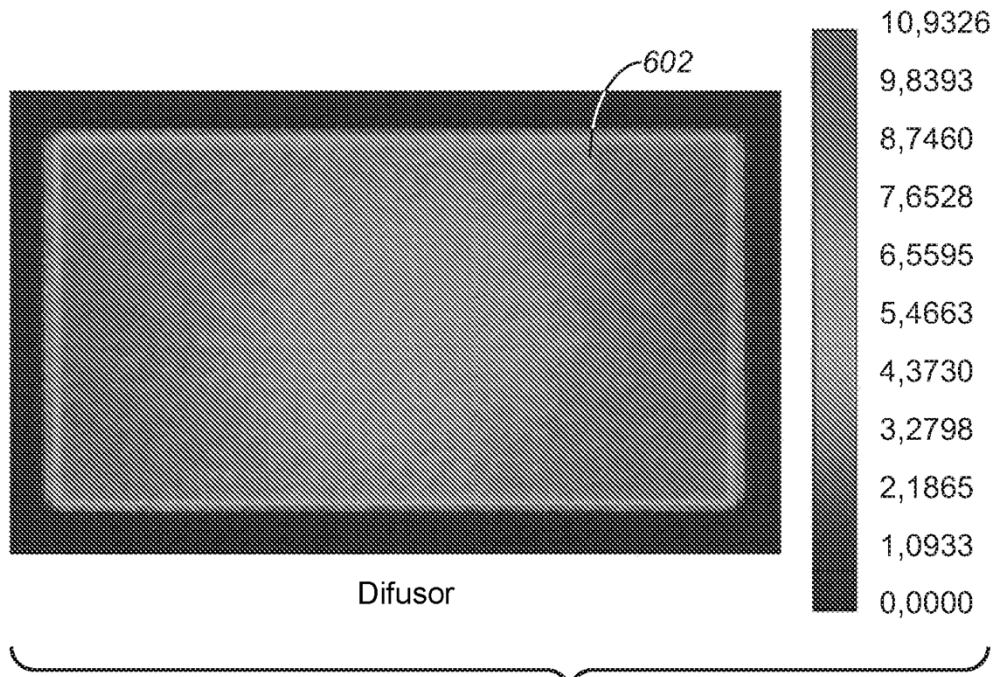
**FIG. 3**

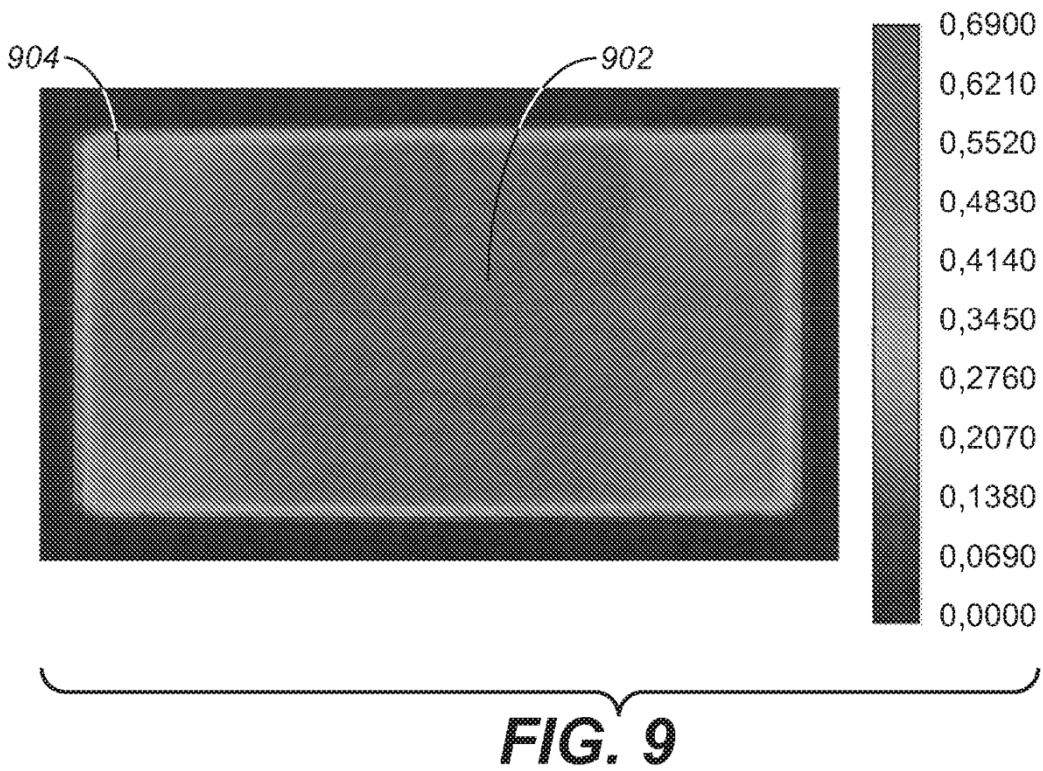
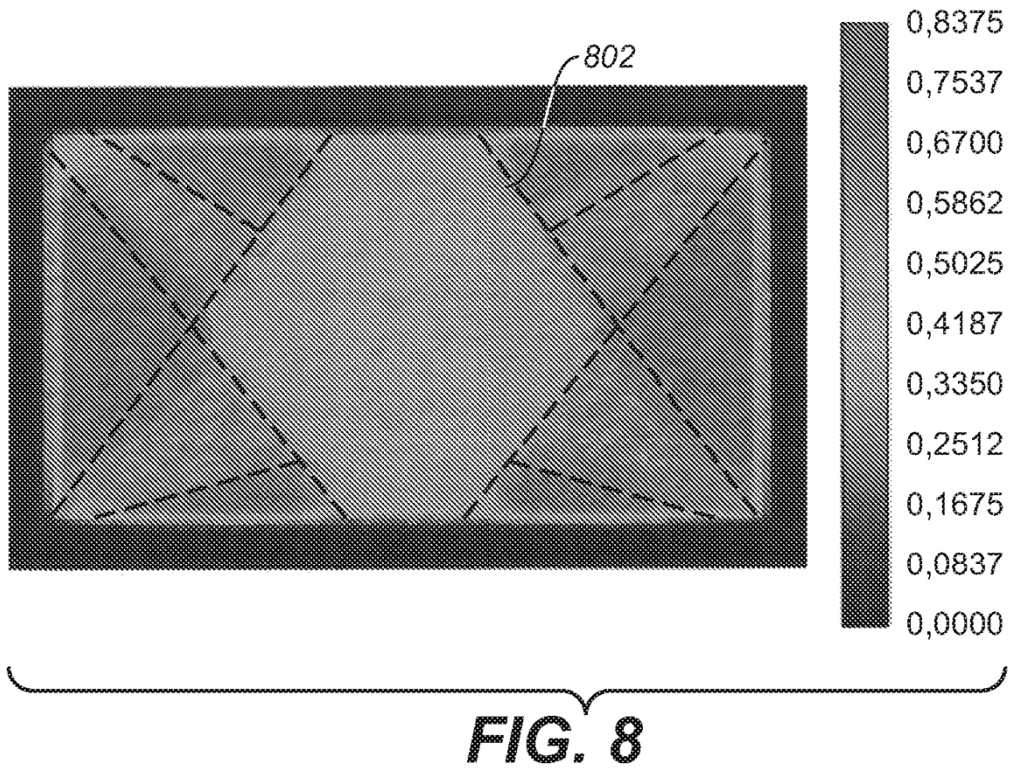


**FIG. 4**

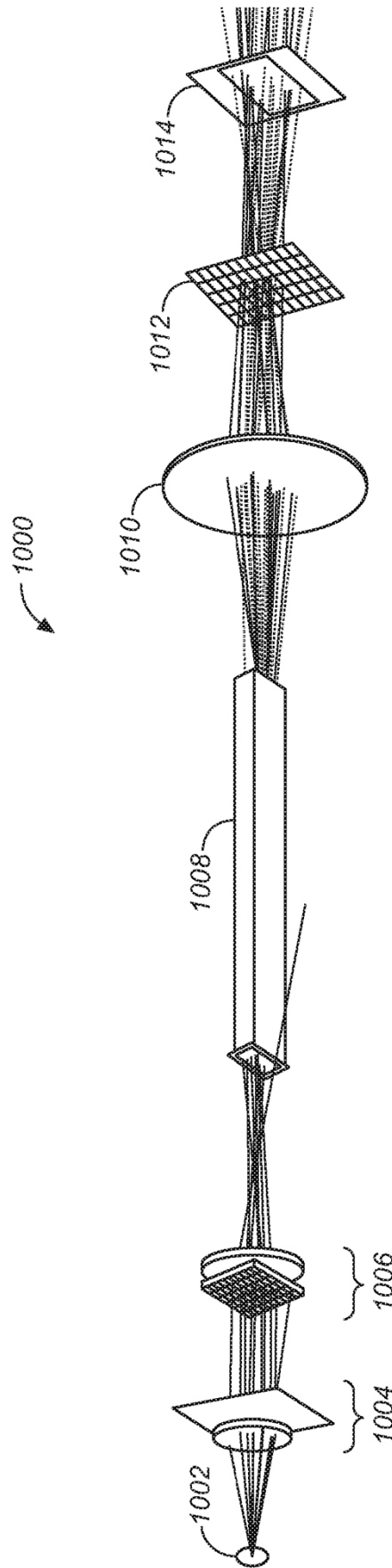


**FIG. 5**

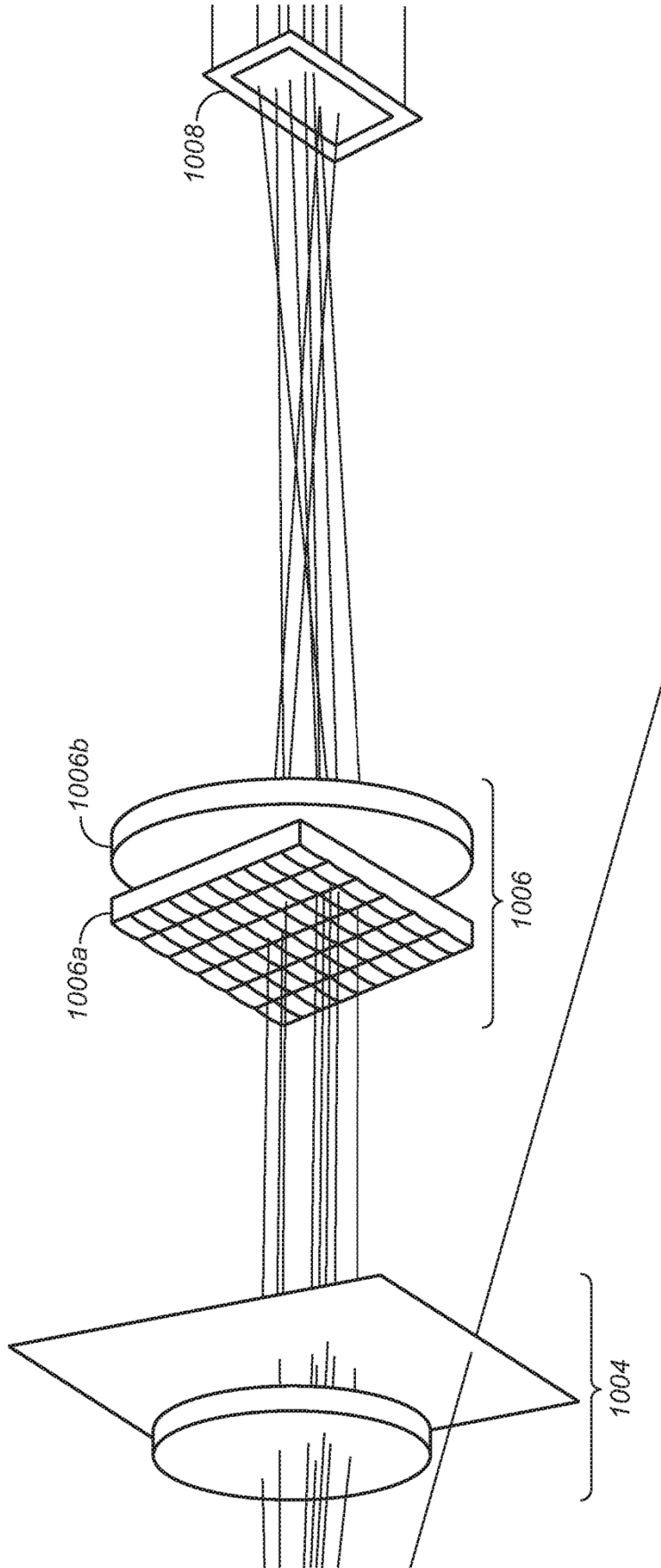




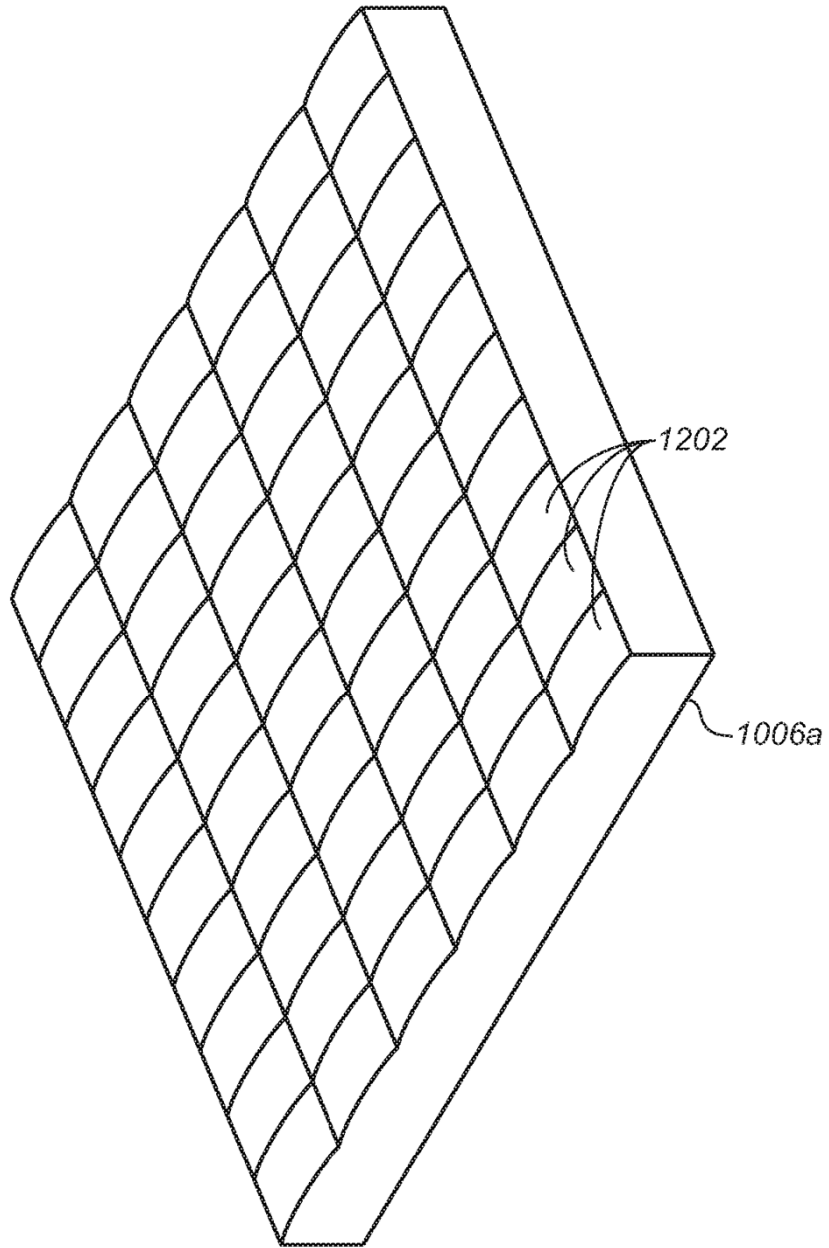




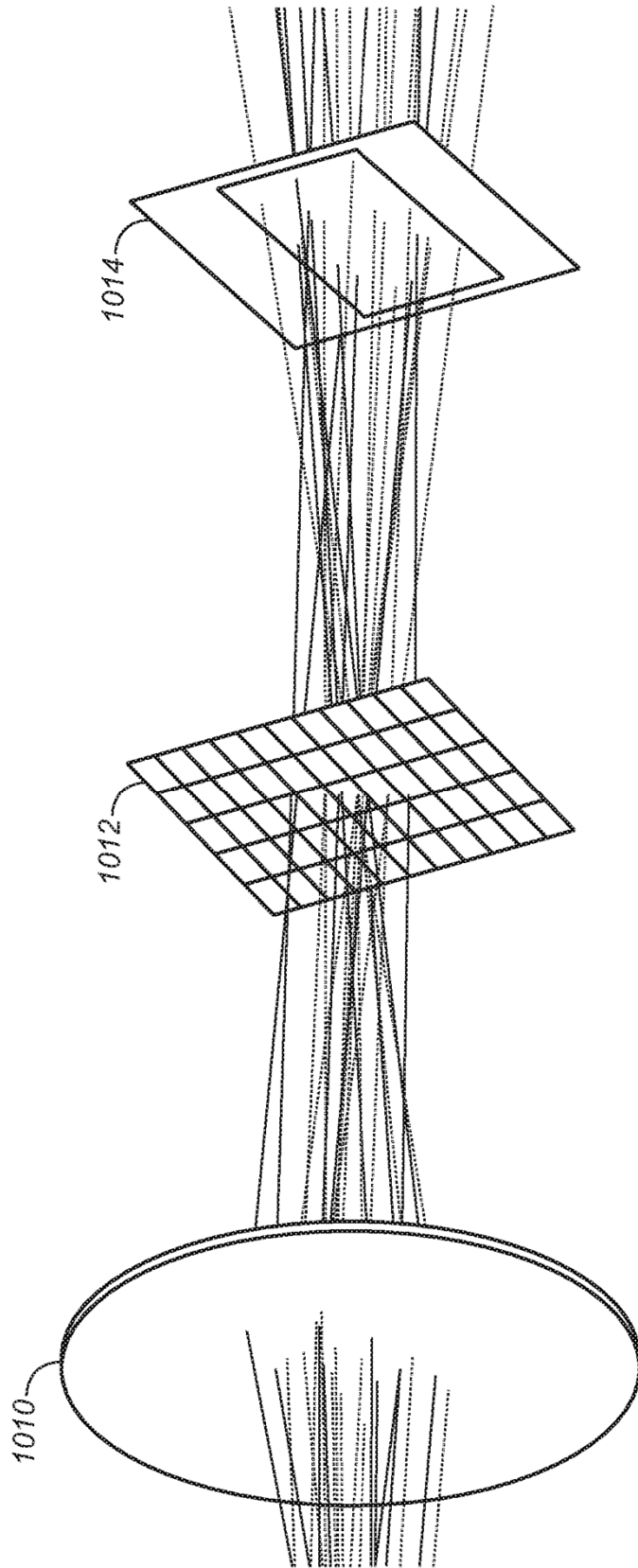
**FIG. 10**



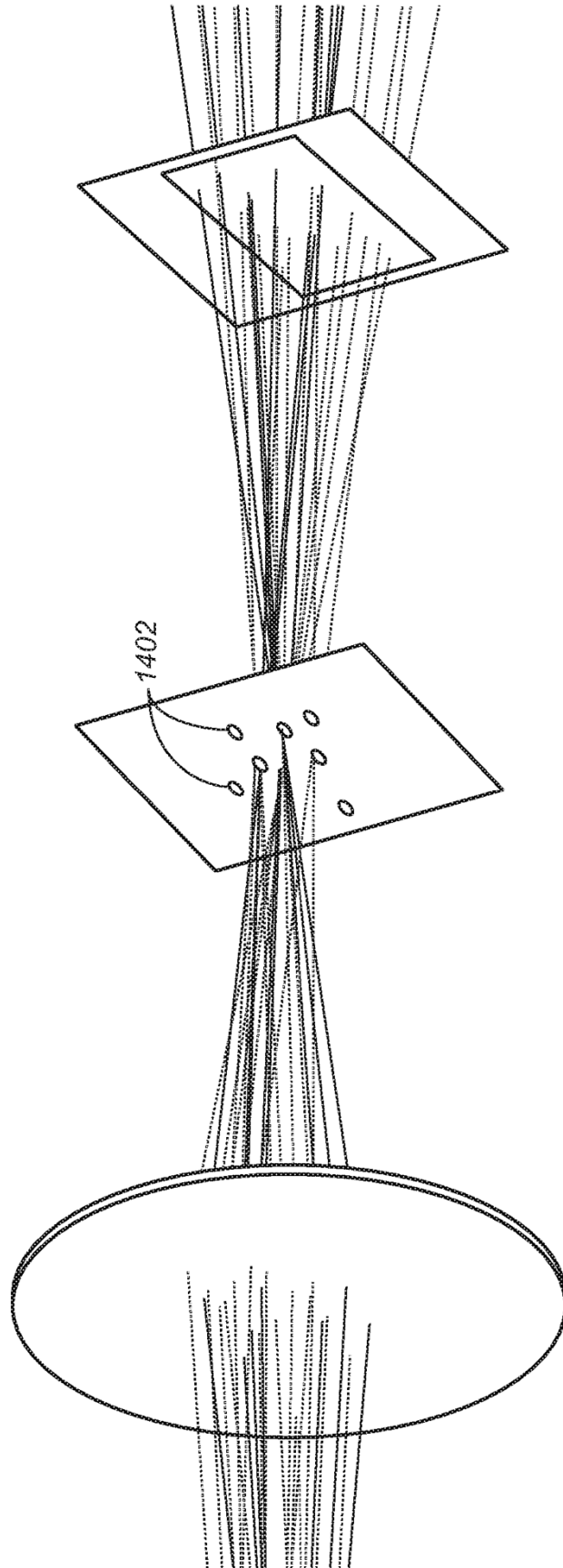
**FIG. 11**



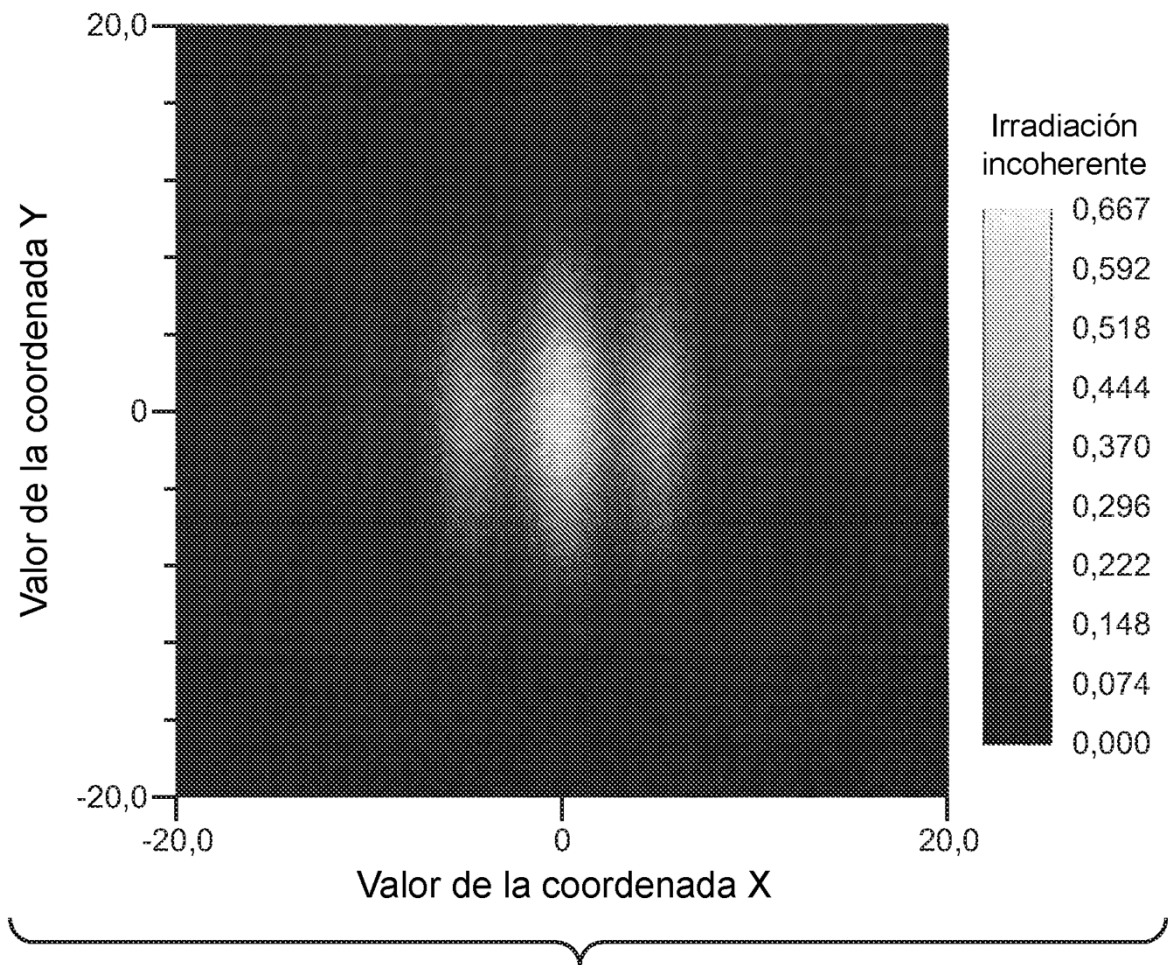
**FIG. 12**



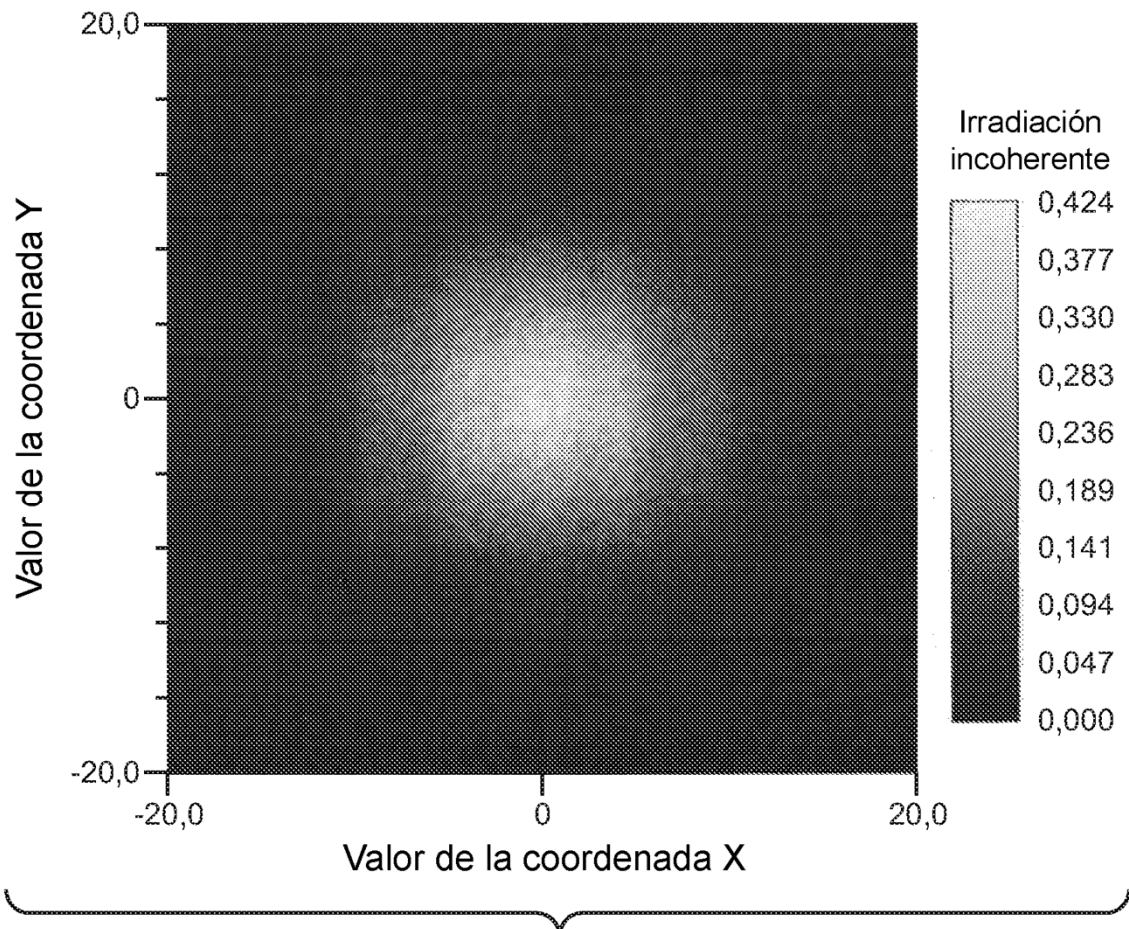
**FIG. 13**



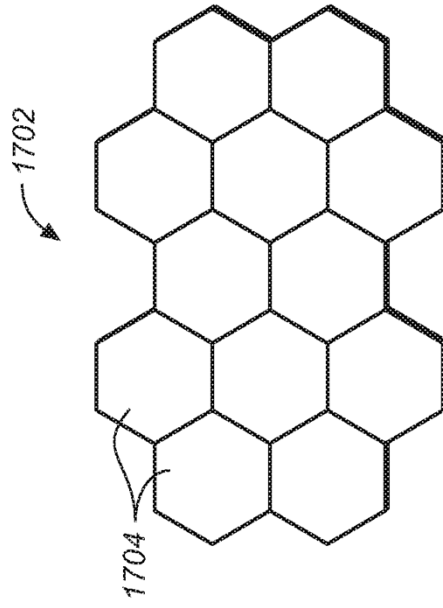
**FIG. 14**



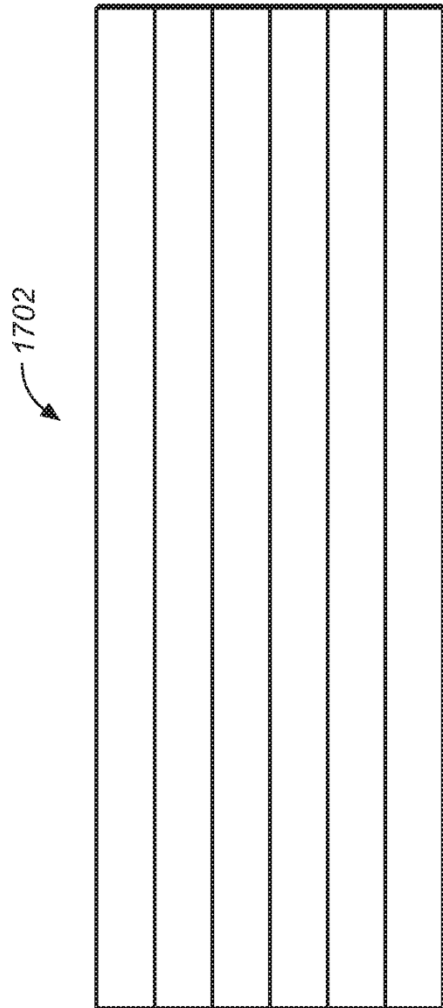
**FIG. 15**



**FIG. 16**



**FIG. 17B**



**FIG. 17A**