

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 734**

51 Int. Cl.:

F41H 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2013 PCT/US2013/071732**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.12.2014 WO14209422**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2013 E 13818537 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 3014211**

54 Título: **Iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda**

30 Prioridad:

28.06.2013 US 201313930701

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

06.11.2017

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 Winter Street
Waltham, MA 0245-1449, US**

72 Inventor/es:

**TRAIL, NICHOLAS D.;
ADEN, MICHAEL J.;
HANAUSKA, GREGORY P. y
MILLS, JAMES P.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 640 734 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

Iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda

Campo técnico

5 Esta descripción está dirigida generalmente a sistemas de iluminación láser. Más específicamente, esta descripción se refiere a un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda.

Antecedentes

10 A lo largo de los años, se han desarrollado diversos sistemas de ataque no letal contra fuerzas enemigas u hostiles. Por ejemplo, los "deslumbradores" son dispositivos electro-ópticos (EO) que pueden desorientar temporalmente o cegar objetivos utilizando iluminación láser dirigida. Como ejemplos particulares, los deslumbradores pueden emitir luz visible que causa desorientación, náuseas o ceguera temporal en fuerzas enemigas u hostiles. Los deslumbradores también podrían emitir luz infrarroja para interferir con dispositivos de visión nocturna u otros sensores basados en infrarrojos. Estos tipos de dispositivos tienen una amplia gama de usos, tales como control de multitudes, defensa y protección de perímetro.

15 El documento US2007/0274353 A describe un sistema de deslumbramiento de color para mejorar la negación de área interrumpiendo la capacidad de los combatientes para continuar con su misión prevista. El sistema de deslumbramiento de color tiene un módulo de láser de múltiples longitudes de onda para generar intervalos de longitud de onda o color deseados de la luz, un módulo de proyector de haz para apuntar la luz hacia el objetivo a deslumbrar y un sistema de suministro de haz de fibra óptica para suministrar la luz al módulo de proyector de haz. Mediante el ajuste de la potencia de salida según la longitud de onda correspondiente y la distancia al objetivo, y la conmutación rápida entre las longitudes de onda de la luz, se puede obtener un efecto deslumbrante con una irradiancia dentro de un intervalo de seguridad para el ojo.

20

25 El documento US2005/0279205 A describe un sistema de desorientación basado en láser no letal que comprende una fuente de luz láser que genera luz láser visible en una o más longitudes de onda predeterminadas. La fuente de luz está dispuesta de manera que la fluencia de la luz generada no cause daño permanente a los ojos del oponente. La luz láser generada es escaneada y/o divergida, para abarcar un gran campo de visión, así como para limitar la fluencia de la luz.

30 El documento US6190022 B describe un dispositivo de seguridad autónomo no letal para proporcionar un haz óptimamente efectivo y seguro para los ojos para su uso como contramedida visual de alto brillo. El dispositivo de seguridad tiene una o más longitudes de onda de la luz láser o de diodo emisor de luz (LED) en un modo continuo o de centelleo para proporcionar un efecto visual de resplandor o de ceguera por destello. Un modo de centelleo de dos longitudes de onda en extremos opuestos del espectro visible (por ejemplo, rojo y verde) produce una desorientación elevada al adversario. El reemplazo de una o todas las fuentes de luz láser por ledes para aplicaciones de menor alcance reduce el coste total de tal dispositivo de seguridad.

35 El documento US2005/0185403 A describe un arma láser no letal que tiene una base en la que están montados varios láseres. Los láseres incluyen un primer láser orientado para proyectar un primer haz de láser en una primera dirección, y un segundo láser orientado para proyectar un segundo haz de láser generalmente en la primera dirección.

40 El primer haz de láser y el segundo haz de láser se solapan a una primera distancia de la base, para formar por lo tanto zonas de iluminación separadas de primer orden primera y segunda antes de la primera distancia, y una primera zona de iluminación de segundo orden más allá de la primera distancia. Se pueden incluir láseres adicionales en patrones de una, dos y tres dimensiones para crear zonas de iluminación adicionales.

45 El documento US2007/0039226 A describe un accesorio de arma, que integra múltiples fuentes de iluminación y un mecanismo para dispensar un irritante químico dentro de un único alojamiento para su fijación como agarre delantero a un arma de fuego. El accesorio de arma tiene varios modos de funcionamiento controlados por microprocesador para proporcionar iluminación, avistamiento o debilitación del objetivo. Conmutadores en el exterior del alojamiento permiten el ajuste por parte del usuario y el control de los múltiples modos de funcionamiento, que incluyen una o una combinación de (i) activar de ledes de alta intensidad para iluminar un objeto o un sujeto humano con luz visible o infrarroja, (ii) activar un láser visible o infrarrojo para observar un objetivo, (iii) activar un modo de modulación de frecuencia que alterna ledes blancos y azules pulsantes en tres frecuencias superpuestas para desactivar, distraer y degradar temporalmente la visión de un sujeto humano, y (iv) activar el dispensador de irritantes químicos.

50

Compendio

55 Esta descripción proporciona un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda, que podría funcionar en diversos modos, tales como un modo general de iluminador/luz concentrada y modo(s) de deslumbrador de un único color y/o multicolor.

En un primer aspecto, la presente descripción proporciona un sistema según la reivindicación 1.

En un segundo aspecto, la presente descripción proporciona un método que comprende: generar iluminación láser utilizando uno o más láseres, al menos un láser del uno o más láseres reside fuera de un alojamiento; enfriar el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento con un enfriador, en el que el enfriador se coloca entre el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento; ajustar al menos uno de un grado de colimación, una divergencia y una intensidad de la iluminación láser usando un colimador; dirigir la iluminación láser hacia uno o más objetivos; controlar el uno o más láseres y el colimador con el fin de ajustar la iluminación láser dirigida a uno o más objetivos, el uno o más láseres y el colimador controlados de manera diferente en diferentes modos de funcionamiento; y controlar el uno o más láseres y el colimador de manera que, dada una distancia objetivo de cada objetivo individual, una cantidad de energía láser en la iluminación láser dirigida a cada objetivo individual sea menor que una cantidad umbral.

Otras características técnicas pueden ser fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de esta descripción y de sus características, se hace ahora referencia a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema de iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción;

Las Figuras 2 y 3 ilustran un ejemplo de banco de integración láser en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción;

Las Figuras 4 a 6 ilustran un ejemplo de banco de colimador óptico en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción;

La Figura 7 ilustra un ejemplo de implementación de un banco de colimador óptico en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción; y

La Figura 8 ilustra un ejemplo de método para un planteamiento operativo de iluminación láser adaptativa de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción.

Descripción detallada

Las figuras 1 a 8, que se describen a continuación, y las diversas realizaciones utilizadas para describir los principios de la presente invención en este documento de patente son a modo de ilustración solamente y no deben ser interpretadas en modo alguno para limitar el alcance de la invención. Los expertos en la técnica comprenderán que los principios de la presente invención pueden implementarse en cualquier tipo de dispositivo o sistema adecuadamente dispuestos.

Como se mencionó anteriormente, pueden usarse dispositivos electro-ópticos (EO) no letales en una amplia variedad de entornos y para diversos propósitos, incluyendo control de multitudes, defensa y protección perimetral. Muchas veces, estos diferentes entornos y propósitos tienen requisitos operativos diferentes. Por ejemplo, a menudo es necesario o deseable limitar la cantidad de energía láser dirigida a un objetivo con el fin de evitar causar daños oculares permanentes. Sin embargo, la energía láser máxima que es emitida por un dispositivo EO no letal puede variar dependiendo (entre otras cosas) del alcance a un objetivo, las propiedades de transmisión óptica de la atmósfera intermedia y la cantidad de foco de la energía del láser sobre el objetivo.

Los sistemas EO convencionales no suelen estar diseñados para funcionar en diferentes entornos dinámicos y en su lugar están diseñados para un único tipo de uso. Como resultado, los sistemas EO convencionales a menudo carecen de la capacidad de abordar fuerzas enemigas u hostiles a alcances de paralización razonables en diferentes ambientes y son propensos a la obsolescencia de explotación o de adaptación de amenaza. Por ejemplo, algunos sistemas EO convencionales usan tecnología láser de deslumbrador "verde" más grande y más potente para lograr un mayor alcance de paralización (la luz láser verde está cerca de la respuesta máxima del ojo humano). Sin embargo, estos sistemas pueden ser derrotados por fuerzas con gafas láser u otra protección ocular de filtro de muesca, ya que la energía EO está contenida dentro de un espectro de longitud de onda muy estrecho (típicamente mucho menos de 10 nanómetros). No sólo eso, con las restricciones crecientes en el tamaño, peso y potencia de sistema (SWAP, del inglés *system size, weight, and power*) y las restricciones crecientes en coste, la selección de un único efector no letal es difícil. Esta descripción proporciona un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda que se puede adaptar rápidamente a diferentes conjuntos de misiones, conceptos de funcionamiento (CONOP) o entornos operativos.

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema de iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción. Como se muestra en la Figura 1, el sistema iluminador 100

incluye un banco de integración de láser 102, al menos una fibra óptica 104, un banco de colimador óptico 106 y un controlador 108. El banco de integración de láser 102 genera una iluminación láser en una o más longitudes de onda, y la iluminación láser se acopla en una guía de ondas de fibra óptica formada por la fibra óptica 104. La fibra óptica 104 transporta la iluminación láser al banco de colimador óptico 106, que puede colimar la iluminación láser y emitir un haz adecuado para un entorno o uso dados. Por la naturaleza de la fibra óptica 104, el banco de colimador óptico 106 se puede ajustar en o cerca del banco de integración de láser 102 o distante del banco de integración de láser 102 (tal como en el orden de metros a kilómetros o incluso más). Esto puede permitir un control más óptimo, una protección eficaz y un control térmico de las fuentes láser, al tiempo que sitúa la salida del sistema óptico cuando sea necesario para un uso adecuado.

El controlador 108 controla el funcionamiento global del sistema iluminador 100. Por ejemplo, el controlador 108 podría controlar qué longitud(es) de onda de la iluminación láser son generadas por el banco de integración de láser 102. El controlador 108 también podría controlar el nivel de potencia óptica y el ciclo de trabajo en el que funciona cada longitud de onda de láser, lo cual puede incluir controlar qué salidas de frecuencia de impulsos y mezcla equivalente de "color" se utilizan. Además, el controlador 108 podría controlar el grado de colimación de la iluminación láser por el banco de colimador óptico 106, tal como mediante el control de un motor que establece el foco de la fibra óptica en relación con un colimador.

En este ejemplo, el banco de integración de láser 102 incluye múltiples láser 110 y un sistema de control térmico 112. Cada láser 110 representa cualquier estructura adecuada configurada para generar iluminación a una o más longitudes de onda. El banco de integración de láser 102 podría incluir cualquier número de láseres 110. En algunas realizaciones, se utilizan múltiples láseres 110 y sus salidas pueden tener cualquier longitud de onda adecuada o abarcar cualquier intervalo de longitudes de onda adecuado. Por ejemplo, los láseres 110 podrían generar iluminación láser en el espectro visible y de infrarrojo cercano (VNIR) y/o en el espectro infrarrojo de onda corta (SWIR).

En realizaciones particulares, los láseres 110 incluyen láseres rojos, azules y verdes, que podrían ser accionados y dirigidos electrónicamente de manera independiente para controlar qué colores se mezclan y se producen. Por ejemplo, con los láseres de longitud de onda rojos, azules y verdes apropiados, casi todo el espectro de luz visible puede ser creado y presentado sobre un objetivo, incluyendo el control sobre el balance de blancos y la intensidad de la luz. Además, en realizaciones particulares, cada láser de color nocional se puede formar usando una o más cavidades de láser individuales, tales como medios de láser de diodo o de láser bombeado con diodo de estado sólido. Por ejemplo, un láser de espectro rojo podría incluir de decenas a cientos de diodos láser rojo teóricamente de menor potencia que pueden abarcar el intervalo de longitudes de onda de aproximadamente 610 a aproximadamente 700 nanómetros. De esta manera, se puede hacer funcionar cualquiera o todos estos diodos láser, permitiendo una cobertura casi completa de la parte superior del espectro visible para combatir la adaptación de objetivos.

El planteamiento de utilizar múltiples fuentes láser a través de una gama de colores, acopladas con una guía de ondas opcional de fibra de múltiples modos como la fibra óptica 104, puede permitir un control más fino sobre la uniformidad de intensidad radiante de salida mezclando patrones individuales de moteado (que se promedian en el haz final). El efecto neto es una irradiancia óptica de alcance más uniforme y uniforme en un objetivo, donde la irradiancia tiene cualquier envolvente espacial adecuada (tal como sombrero de copa o gaussiana). Esto permite una salida de potencia operacional más alta con el mismo factor de seguridad no letal del sistema. Además, el uso de un medio de ganancia de láser distribuido para lograr la potencia óptica total mejora el tiempo medio del sistema entre fallo (MTBF, del inglés *mean-time between failure*) y la capacidad de redundancia, ya que cualquier fallo dado de cavidad láser puede tener sólo un pequeño efecto porcentual sobre el rendimiento del sistema y puede ser compensado activamente por el controlador 108. Además, se pueden utilizar también múltiples láseres dentro de un "espacio de color" definido dado con fuentes de infrarrojos, tales como fuentes de infrarrojo cercano (NIR) o infrarrojo de onda corta (SWIR), como se discute a continuación.

El sistema de control térmico 112 controla la temperatura de diversos componentes en el banco de integración de láser 102, tal como uno o más de los láseres 110. Por ejemplo, la(s) longitud(es) de onda o potencia óptica de salida de la iluminación láser generada por un láser 110 puede variar sobre la base de la temperatura de ese láser 110. El sistema de control térmico 112 puede controlar o ajustar la temperatura de un láser 110 de manera que la longitud(es) de onda de salida o capacidad de potencia pico de ese láser 110 puedan ser controladas con precisión. El sistema de control térmico 112 incluye cualquier estructura adecuada para controlar o ajustar la temperatura de al menos otro componente, tal como una estructura de aleta enfriada por aire pasiva o activa o una interfaz de enfriador térmico eléctrico (TEC).

La fibra óptica 104 representa cualquier estructura adecuada configurada para transportar iluminación láser. Por ejemplo, la fibra óptica 104 podría representar una guía de ondas de fibra óptica que puede enrollarse y que está rodeada por un revestimiento protector 114, tal como una guía de ondas de fibra multimodo. La fibra óptica 104 puede tener cualquier longitud adecuada, lo que permite que el banco de integración de láser 102 y el banco de colimador óptico 106 estén separados por cualquier distancia adecuada (incluidas separaciones que varían de varios metros a varios kilómetros o más según lo requiera un usuario final). Esta separación puede permitir la utilización de múltiples láseres en el banco de integración de láser 102 en un paquete que está alejado del banco de colimador

óptico 106.

El banco de colimador óptico 106 recibe iluminación láser desde el banco de integración de láser 102 a través de la fibra óptica 104. El banco de colimador óptico 106 controla cómo se dirige la iluminación láser a uno o más objetivos. Por ejemplo, el banco de colimador óptico 106 incluye un colimador 116 que puede controlar el visor de ánima y la divergencia de la iluminación láser. Esto permite que el sistema de iluminación láser 100 controle si la iluminación láser está enfocada en un único objetivo (tal como para un modo de funcionamiento "deslumbrante") o esparcida sobre múltiples objetivos (tal como para un modo de funcionamiento de "deslumbramiento" débil o de luz concentrada general). Como ejemplo particular, el colimador 116 podría utilizar un mecanismo de enfoque analógico variable para controlar si el sistema iluminador láser 100 funciona con un efecto de luz concentrada o deslumbrador/pulsante. El efecto de luz concentrada puede caracterizarse generalmente como luz de un color sustancialmente constante (tal como luz blanca) que ilumina continuamente o casi continuamente uno o más objetivos. El efecto deslumbrador/pulsante puede caracterizarse generalmente como luz de uno o más colores que parpadean o pulsan en una o más frecuencias.

El grado de gravedad de un efecto deslumbrador/pulsante también puede ser controlado por lo que el banco de colimador óptico 106 ha establecido la divergencia óptica. Por ejemplo, el sistema 100 puede comenzar con un haz de búsqueda ancho o luz casi blanca para localizar uno o más objetivos (ya sea en modo de búsqueda o en cola) y entonces puede mantener la misma divergencia pero comunicar intención iniciando el parpadeo o pulsación de la funcionalidad de deslumbrador. En ese producto de divergencia más amplia, el impacto deslumbrador se reduce típicamente, pero permite que las frecuencias de color y/o pulsantes variables comuniquen límites protectores. Si se necesita una acción adicional, el sistema 100 puede disminuir la divergencia en tiempo real para aumentar exponencialmente la irradiancia de alcance sobre uno o más objetivos mientras que todavía elige presentar uno o más colores y cualquier número de frecuencias (tal como de DC en el intervalo de kilohercios, con un posible enfoque de DC a 50 Hz para el sistema visual humano).

El banco de colimador óptico 106 incluye cualquier estructura adecuada para controlar la colimación de la iluminación láser. El banco de colimador óptico 106 puede permitir el ajuste dinámico del grado de colimación o de la intensidad radiante angular de la iluminación láser, tal como de muchos grados hasta valores de miliradianes o inferiores, como está limitado por la comprensión óptica.

El controlador 108 controla el funcionamiento global del sistema iluminador 100. Por ejemplo, el controlador 108 puede controlar el funcionamiento de los láseres 110 para controlar la longitud(es) de onda de la iluminación láser dirigida a uno o más objetivos. El controlador 108 también puede controlar la colimación de la iluminación láser de modo que la iluminación láser se dirija a un área más pequeña (tal como en un único objetivo) o en un área mayor (tal como en una colección de objetivos). En algunas realizaciones, el controlador 108 puede controlar el sistema iluminador 100 para asegurar que la cantidad de energía láser dirigida a cualquier objetivo individual no supere un umbral especificado, tal como la Exposición Máxima Permitida (MPE), que es un nivel de seguridad bien conocido de exposición láser al sistema visual humano. Obsérvese que esto podría incluir permitir que la salida de energía láser total del sistema iluminador 100 supere este umbral a intervalos cercanos, siempre y cuando la salida láser diverja lo suficiente como para que el umbral no se supere en cualquier objetivo individual iluminado. El controlador 108 puede realizar operaciones adicionales o cualquier otra para controlar un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda. El controlador 108 incluye cualquier dispositivo o dispositivos de cálculo o procesamiento adecuados, tal como uno o más microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales, matrices de puertas programables en campo o circuitos integrados específicos de aplicación. En realizaciones particulares, el controlador 108 podría ejecutar instrucciones de software o firmware para controlar la generación y el uso de la iluminación láser.

El sistema iluminador 100 puede usarse para proporcionar diversos efectos de iluminación en diferentes modos de funcionamiento. Por ejemplo, el sistema iluminador 100 podría estar configurado para funcionar en cualquiera de los siguientes modos.

Luz concentrada blanca: El sistema iluminador 100 puede generar una luz concentrada blanca, que significa un haz de luz que cubre un área deseada y está compuesto principalmente de luz blanca (o al menos luz que parece sustancialmente blanca). La luz blanca se podría generar de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, la iluminación láser desde múltiples láseres 110 puede combinarse para generar luz blanca. La divergencia, la irradiancia y el balance de blancos pueden controlarse para soportar este modo de funcionamiento.

Deslumbrador de un único color: El sistema iluminador 100 puede generar iluminación principalmente de un único color y funcionar con un efecto deslumbrador/pulsante, tal como una luz parpadeante de un único color en una o más frecuencias. El único color podría tener cualquier longitud(es) de onda adecuada(s), tal como una o más longitudes de onda de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm (para visión humana) o de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 1600 nm (para cámaras de infrarrojos electrónicas de onda corta o casi visibles). El único color también se podría generar de cualquier manera adecuada, tal como utilizando iluminación láser de uno o más láseres 110. La divergencia y la irradiancia pueden ser controladas para soportar este modo de funcionamiento.

Deslumbrador multicolor: El sistema iluminador 100 puede generar iluminación de múltiples colores y funcionar con un efecto deslumbrador/pulsante, tal como mediante una luz parpadeante de los múltiples colores en una o más frecuencias. Los múltiples colores se pueden utilizar secuencialmente o de forma superpuesta. Los múltiples colores podrían tener cualesquiera longitudes de onda adecuadas, tales como dos o más longitudes de onda (de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 700 nm o de aproximadamente 400 nm a aproximadamente 1600 nm) asociadas con diferentes colores. La divergencia, la irradiancia y el comportamiento de pulso temporal pueden ser controlados para soportar este modo de funcionamiento. Como ejemplo particular, el sistema iluminador 100 puede generar iluminación que tiene un efecto "parpadeante" multicolor, que puede inducir náuseas y mareos en una parte de la población (un efecto secundario más allá de la ceguera temporal).

Comunicaciones basadas en color: El sistema iluminador 100 puede generar una iluminación diferente para soportar comunicaciones visuales o de otros tipos. Por ejemplo, puede usarse iluminación láser roja, amarilla y verde para generar indicaciones de parada, advertencia e ir, respectivamente. También, se puede utilizar uno o varios colores de la iluminación del láser para comunicarse con el personal alejado para hacer determinaciones del "amigo o enemigo". Los haces generados aquí podrían representar luces concentradas blancas, coloreadas o multicolor, y los colores pueden seleccionarse para transmitir cualquier información adecuada.

Funciones basadas en infrarrojos: El sistema iluminador 100 podría generar iluminación infrarroja útil para realizar diversas operaciones. Por ejemplo, uno o más láseres 110 podrían generar iluminación infrarroja cercana o infrarroja de onda corta. Este tipo de iluminación se puede utilizar para inhabilitar dispositivos de visión nocturna u otros dispositivos basados en infrarrojos. Este tipo de iluminación también se puede utilizar para realizar funciones de búsqueda de alcance.

Obsérvese que una implementación particular del sistema iluminador 100 podría estar configurada para funcionar en todos o en cualquier subconjunto de estos modos de funcionamiento. Como ejemplo específico, las funciones basadas en infrarrojos podrían omitirse en una implementación particular del sistema iluminador 100. Obsérvese también que diversos modos de funcionamiento podrían implicar el uso de componentes externos. Por ejemplo, se podría usar un receptor externo para medir el tiempo de vuelo durante operaciones de búsqueda de alcance (aunque también se podría usar un receptor interno). Como otro ejemplo, se podría utilizar un buscador de alcance externo junto con el sistema iluminador 100.

El sistema iluminador 100 puede reconfigurarse fácilmente para funcionar en diferentes modos de funcionamiento, lo que soporta el uso del sistema iluminador 100 en entornos dinámicos y diferentes. Por ejemplo, el sistema iluminador 100 puede desplazarse dinámicamente entre la funcionalidad de luz concentrada y de deslumbrador fácil y rápidamente (incluso casi instantáneamente). Esto proporciona la capacidad para que un operador apunte a individuos en un grupo sin perder amenazas de interés. Esto también proporciona la capacidad de entrelazar rápidamente la funcionalidad de luz concentrada y de deslumbrador si se desea. La funcionalidad de luz concentrada y deslumbrador puede soportar divergencia variable (huellas de haz variables) en cualquier modo y/o color variable (balance de blancos o espectro a través de un "arcoíris" de colores) en cualquiera de los modos. En realizaciones particulares, se puede soportar la funcionalidad entrelazada de luz concentrada y de deslumbrador usando una ventana plano-plana que se hace girar dentro y fuera de la trayectoria del haz o usando una segunda trayectoria óptica en el banco de colimador óptico 106. Obsérvese, sin embargo, que se podrían usar otros planteamientos para apoyar la funcionalidad de luz concentrada y de deslumbrador. Por ejemplo, si los tiempos de transición permitidos son suficientemente largos (tal como del orden de milisegundos), esto puede conseguirse mediante el uso de un mecanismo de enfoque variable en el banco de colimador óptico 106 (cuyo ejemplo se describe más adelante).

Como se puede ver aquí, el sistema iluminador 100 funciona como un sistema EO no letal multiuso y multiefecto. El sistema iluminador 100 puede proporcionarse en un paquete compacto y ambientalmente robusto (tal como uno que es operativo en uno o más entornos MIL-SPEC), ayudando de este modo a asegurar que el sistema iluminador 100 pueda usarse en una amplia variedad de aplicaciones al mismo tiempo que satisfacen las diversas restricciones de SWAP y costes. El sistema iluminador 100 también puede ser fácilmente actualizado o modificado, por ejemplo soportando la sustitución del banco de integración láser 102 sin sustitución del banco de colimador óptico 106 (o viceversa). Además, la separación del banco de integración de láser 102 y el banco de colimador óptico 106 permite que el sistema de iluminación 100 se utilice en un mayor número de plataformas, incluyendo aquellas que no podrían soportar un único paquete que contenga tanto el banco de integración de láser 102 como el banco de colimador óptico 106. Además, el funcionamiento del sistema iluminador 100 puede adaptarse en tiempo real a amenazas cambiantes, por ejemplo cambiando el modo de funcionamiento si un objetivo intenta implementar contramedidas contra el modo de funcionamiento actual. Además, mediante la utilización de una guía de ondas de fibra óptica común, se puede guiar la iluminación láser al banco de colimador óptico 106, que puede proyectar un haz con un alcance de divergencia variable (ajustable), tal como divergencia de ángulo total de aproximadamente 0,05° a aproximadamente 50°. Esto permite al sistema iluminador 100 variar dinámicamente la longitud de onda de salida (espectro de color), la potencia óptica total y la huella del haz a intervalos de hasta un kilómetro o más. El efecto general es un sistema EO no letal altamente dinámico que puede utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones.

Aunque la Figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de un sistema de iluminador láser adaptativo de

múltiples longitudes de onda 100, pueden hacerse diversos cambios a la Figura 1. Por ejemplo, el banco de integración de láser 102 podría incluir cualquier número adecuado de láseres capaces de generar iluminación en una o múltiples longitudes de onda. Además, la división funcional mostrada en la figura 1 es sólo ilustrativa. Diversos componentes de la Figura 1 podrían combinarse, subdividirse aún más, o reordenarse y se podrían añadir componentes adicionales de acuerdo con necesidades particulares.

Las Figuras 2 y 3 ilustran un ejemplo de banco de integración de láser 102 en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción. Como se muestra en las figuras 2 y 3, el banco de integración de láser 102 incluye un alojamiento 202, que representa una estructura en la que residen otros diversos componentes del banco de integración de láser 102. El alojamiento 202 puede estar formado de cualquier material(es) adecuado(s) (tal como plástico o metal) y de cualquier manera adecuada.

El banco de integración de láser 102 también incluye múltiples láseres 204-208, que podrían representar los diversos láseres 110 mostrados en la figura 1. Cada láser 204 - 208 representa cualquier estructura adecuada para generar iluminación láser. Por ejemplo, el láser 204 puede incluir múltiples diodos láser "azules" (tales como tres diodos láser) montados y colimados en una torre. Además, el láser 206 puede representar un diodo láser "rojo", tal como una fuente láser colimada en rojo disponible comercialmente (COTS, del inglés *commercial off-the-shelf*) u otra. Además, el láser 208 puede representar un láser "verde", tal como una fuente láser colimada en verde COTS u otra.

El banco de integración de láser 102 incluye además acopladores de fibra 210-212, que están configurados para acoplarse a fibras ópticas 214-216, respectivamente. Cada acoplador de fibra 210-212 incluye cualquier estructura adecuada capaz de acoplarse a una fibra óptica, tal como un acoplador refractivo o reflectante. Cada fibra óptica 214-216 incluye cualquier fibra óptica adecuada capaz de transportar la iluminación láser. En este ejemplo, el láser 208 reside fuera del alojamiento 202 y el láser emitido desde el láser 208 se proporciona al alojamiento 202 a través de la fibra óptica 214 y el acoplador de fibras 210. Obsérvese, sin embargo, que el láser 208 también podría residir dentro del alojamiento 202, y podrían omitirse los componentes 210, 214. Además, podrían utilizarse otros mecanismos para proporcionar un haz desde el láser 208 al alojamiento 202. El haz de salida del banco de integración de láser 102 se proporciona al banco de colimador óptico 106 a través del acoplador de fibras 212 y la fibra óptica 216 (que podría representar la fibra óptica 104 en la figura 1).

En el banco de integración láser 102 se utilizan diversos espejos 218-224 (tales como espejos metálicos y dicróicos) para redirigir los diversos haces de iluminación láser. Por ejemplo, el espejo 218 puede usarse para redirigir el haz desde el láser 208 hacia el espejo 220. El espejo 220 puede usarse para redirigir el haz desde el láser 208 hacia el espejo 222 y el espejo 220 también puede permitir que el haz del láser 206 pase a través del espejo 220. El espejo 222 puede usarse para redirigir los haces desde los láseres 206-208 hacia el espejo 224 y el espejo 222 también puede permitir que el haz del láser 204 pase a través del espejo 222. El espejo 224 puede usarse para redirigir los haces desde los láseres 204-208 (individual o colectivamente) al acoplador de fibras 212. De esta manera, los espejos 218-224 pueden usarse para alinear los haces que entran a la fibra óptica 216. Cada espejo 218-224 incluye cualquier estructura adecuada para reflejar y opcionalmente transmitir luz. Por ejemplo, los espejos 218 y 224 podrían representar espejos de pliegue, y los espejos 220 y 222 podrían representar espejos dicróicos de pliegue.

En este ejemplo, se coloca un dispositivo de enfriamiento 226 entre el láser 208 y el alojamiento 202. El dispositivo de enfriamiento 226 (que podría representar parte del sistema de control térmico 112) puede utilizarse para ayudar a mantener temperaturas adecuadas de los componentes en el banco de integración de láser 102. El dispositivo de enfriamiento 226 representa cualquier estructura adecuada para enfriar componentes, tal como una estructura de aleta enfriada por aire o un enfriador termoeléctrico.

Aunque las Figuras 2 y 3 ilustran un ejemplo de un banco de integración de láser 102 en un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda, se pueden hacer diversos cambios a las Figuras 2 y 3. Por ejemplo, el banco de integración de láser 102 mostrado aquí es un ejemplo de implementación solamente. Puede utilizarse cualquier otro banco de integración láser adecuado que tenga cualquier número de láseres y otros componentes ópticos para dirigir la iluminación láser. Además, aunque se describe como que tiene láseres azul, rojo y verde 204-208, el banco de integración de láser 102 podría incluir cualquier otro o más láseres, tal como uno o más láseres infrarrojos.

Las Figuras 4 a 6 ilustran un ejemplo de banco de colimador óptico 106 en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción. Como se muestra en las Figuras 4 a 6, el banco de colimador óptico 106 incluye un primer alojamiento 402, que representa una estructura en la que residen otros diversos componentes del banco de colimador óptico 106. El alojamiento 402 puede estar formado de cualquier material(es) adecuado(s) (tales como plástico o metal) y de cualquier manera adecuada.

Un soporte de fibra 404 está conectado al alojamiento 402. El soporte de fibra 404 representa una estructura sobre la que se puede montar una fibra óptica 406. La fibra óptica 406 podría representar la fibra óptica 104 de la figura 1 y/o la fibra óptica 216 de las figuras 2 y 3. El soporte de fibra 404 incluye cualquier estructura adecuada configurada para recibir y retener una porción de una fibra óptica. En este ejemplo, el soporte de fibra 404 incluye una estructura que tiene una placa superior que está atornillada al primer alojamiento 402 y patas que se extienden hacia abajo,

que se acoplan a una escuadra móvil para sostener la fibra óptica 406. Por supuesto, el soporte de fibra 404 podría incluir otros diseños o acoplarse al primer alojamiento 402 de cualquier otra manera adecuada.

Se usa un motor de accionamiento 408 y una fase de traslación 410 para ajustar la posición de la fibra óptica 406 con respecto a un espejo de pliegue 412. Por ejemplo, el motor de accionamiento 408 podría funcionar para girar un primer engranaje, que hace girar un segundo engranaje en la fase de traslación 410. Esta rotación puede mover la escuadra en el soporte de fibra 404 que sostiene la fibra óptica 406 hacia delante o hacia atrás. Al cambiar la distancia entre la salida de la fibra óptica 406 y el espejo de pliegue 412, el motor de accionamiento 408 y la fase de traslación 410 pueden alterar la divergencia de la iluminación láser. El motor de accionamiento 408 incluye cualquier motor u otra estructura adecuada para provocar el movimiento de una fibra óptica. La fase de traslación 410 incluye cualquier estructura adecuada para transformar el funcionamiento de un motor u otra estructura en movimiento de una fibra óptica. La fase de traslación 410 podría incluir paradas duras en límites de posición para la fibra óptica, limitando de este modo la cantidad de desplazamiento que puede soportar la fibra óptica 406. Las paradas duras podrían ser ajustadas en fábrica y establecidas para establecer límites mínimos y máximos de divergencia que el sistema puede lograr. Obsérvese que esta disposición del motor de accionamiento 408 y la fase de traslación 410 para mover la fibra óptica 406 es sólo ilustrativa, y se pueden usar otros mecanismos para mover una fibra óptica o proporcionar un enfoque variable.

El espejo 412 refleja la iluminación láser de la fibra óptica 406 en un segundo alojamiento 414, que representa una estructura en la que residen componentes adicionales del banco de colimador óptico 106. El espejo 412 incluye cualquier estructura adecuada para reflejar luz. El alojamiento 414 puede estar formado de cualquier material(es) adecuado(s) (tal como plástico o metal) y de cualquier manera adecuada.

En este ejemplo, el espejo 412 refleja la iluminación láser hacia un segundo espejo 416, que luego refleja la iluminación láser hacia una ventana 418. El segundo espejo 416 incluye cualquier estructura adecuada para reflejar luz, tal como un espejo primario fuera de eje. La ventana 418 puede representar el punto de salida para la iluminación láser desde el sistema iluminador 100, lo que significa que la iluminación láser pasa a través de la ventana 418 y desde allí viaja a al menos un objetivo. La ventana 418 puede representar cualquier estructura adecuada a través de la cual pueda pasar la iluminación láser, tal como una ventana inclinada hecha de plástico, vidrio u otros medios adecuadamente transparentes.

Aunque las Figuras 4 a 6 ilustran un ejemplo de un banco de colimador óptico 106 en un iluminador láser adaptativo de múltiples longitudes de onda, pueden hacerse diversos cambios a las Figuras 4 a 6. Por ejemplo, el banco de colimador óptico 106 mostrado aquí es un ejemplo de implementación solamente. Puede utilizarse cualquier otro dispositivo o sistema adecuado que utilice cualquier otra técnica de colimación óptica adecuada. Además, el uso de un motor de accionamiento y una fase de traslación para mover una parte de un soporte de fibra representa un ejemplo de técnica para mover una fibra óptica. Podría usarse cualquier otra técnica adecuada para controlar la divergencia u otra característica o adicionales de iluminación láser.

La Figura 7 ilustra un ejemplo de implementación de un banco de colimador óptico 106 en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción. Como se muestra en la Figura 7, una estructura 700 incluye el banco de colimador óptico 106 montado sobre un par de cardanes 702-704. El primer cardán 702 se puede montar sobre un objeto fijo o móvil (tal como un vehículo) y se utiliza para hacer girar el banco de colimador óptico 106 horizontalmente. El segundo cardán 704 está montado en el primer cardán 702 y se utiliza para hacer girar el banco de colimador óptico 106 verticalmente. Esto permite que el banco de colimador óptico 106 sea fácilmente apuntado en cualquier dirección adecuada.

El banco de integración de láser 102 puede montarse alejado del banco de colimador óptico 106 mostrado en la figura 7. Por ejemplo, el cardán 702 podría montarse en la parte superior de un vehículo y el banco de integración de láser 102 se puede asegurar dentro del vehículo o en otro lugar del vehículo.

Obsérvese que puede incorporarse cualquier funcionalidad adicional en la estructura 700 de la Figura 7. Por ejemplo, la estructura 700 podría incluir una o más cámaras u otros sensores 706 montados en los cardanes 702-704. Los sensores 706 podrían estar montados en el mismo alojamiento que el banco de colimador óptico 106 o en un alojamiento separado. Los sensores 706 pueden usarse para ver una ubicación dada y objetivos potenciales, dirigir el haz de salida desde el banco de colimador óptico 106, o detectar las condiciones ambientales. En general, la estructura 700 podría soportar cualquier funcionalidad adicional, independientemente de si dicha funcionalidad está relacionada con el funcionamiento del sistema iluminador láser 100.

Aunque la Figura 7 ilustra un ejemplo de implementación de un banco de colimador óptico 106 en un iluminador de láser adaptativo de múltiples longitudes de onda, pueden hacerse diversos cambios a la Figura 7. Por ejemplo, esto representa un uso específico del sistema iluminador láser 100. El sistema iluminador láser 100 puede utilizarse de cualquier otra manera adecuada.

La figura 8 ilustra un ejemplo de método 800 para un planteamiento operativo de iluminación láser adaptativa de múltiples longitudes de onda de acuerdo con esta descripción. Como se muestra en la figura 8, el modo de funcionamiento de un iluminador láser se identifica en la etapa 802. Esto podría incluir, por ejemplo, el controlador

108 que determina si se debe hacer funcionar el sistema iluminador láser 100 como luz concentrada o deslumbrador y con uno o múltiples colores. Esto también podría incluir el controlador 108 que determina si se debe hacer funcionar el sistema iluminador láser 100 para que realice funciones basadas en infrarrojos tales como detección de alcance o interferencia de sensores.

5 La iluminación láser se genera en la etapa 804, se transporta por al menos una fibra óptica en la etapa 806, se colima en la etapa 808 y sale hacia uno o más objetivos en la etapa 810. Esto podría incluir, por ejemplo, el banco de integración de láser 102 que genera iluminación láser en línea con el modo de funcionamiento identificado. Por ejemplo, la longitud(es) de onda de la iluminación generada puede basarse en si el sistema iluminador 100 está funcionando en un modo que utiliza luz blanca, luz de un único color o luz de múltiples colores. Esto también podría
10 incluir el banco de colimador óptico 106 que controla la colimación de la iluminación láser en línea con el modo de funcionamiento identificado. Por ejemplo, el colimador 116 podría enfocar la iluminación láser más para un único objetivo o menos para múltiples objetivos. El colimador 116 también podría enfocar la iluminación láser más durante las comunicaciones basadas en color y menos cuando funciona como luz concentrada. Las operaciones específicas en cada modo pueden variar dependiendo de la implementación y dependiendo de la función o propósito deseados de ese modo. El controlador 108 puede controlar el funcionamiento del banco de integración de láser 102 y el banco
15 de colimador óptico 106 basado en el modo de funcionamiento deseado. El controlador 108 también puede asegurar que la cantidad de energía de láser dirigida a cualquier objetivo individual no supere un nivel de seguridad u otro umbral, dado uno o más factores tales como las condiciones atmosféricas y la distancia de objetivo.

Se determina si se cambia el modo de funcionamiento en la etapa 812. Si no se realiza ningún cambio, el proceso
20 vuelve a la etapa 804 para continuar generando iluminación láser de acuerdo con el modo de funcionamiento actual. De lo contrario, el proceso retorna a la etapa 802 para identificar un nuevo modo de funcionamiento y se repiten las etapas 804-810 para el nuevo modo de funcionamiento. Obsérvese que puede verse poca o ninguna interrupción en la salida de luz del sistema iluminador 100 durante un cambio en modos de funcionamiento. Obsérvese también que el modo de funcionamiento del sistema iluminador 100 se puede cambiar rápida y repetidamente en cualquier
25 intervalo periódico o no periódico deseado basado en cualquier entrada adecuada.

Aunque la figura 8 ilustra un ejemplo de un método 800 para un planteamiento operativo de iluminación láser adaptativa de múltiples longitudes de onda, se pueden hacer diversos cambios a la figura 8. Por ejemplo, aunque se muestran como una serie de etapas, diversas etapas de la Figura 8 podrían solaparse o producirse en paralelo.

En algunas realizaciones, diversas funciones descritas anteriormente son implementadas o soportadas por un
30 programa de ordenador que está formado a partir de código de programa legible por ordenador y que está incorporado en un medio legible por ordenador. La frase "código de programa legible por ordenador" incluye cualquier tipo de código de ordenador, incluido código fuente, código objeto y código ejecutable. La expresión "medio legible por ordenador" incluye cualquier tipo de medio al que puede acceder un ordenador, tal como memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), unidad de disco duro, disco compacto (CD), un disco de vídeo digital (DVD) o cualquier otro tipo de memoria. Un medio legible por ordenador "no transitorio" excluye los
35 enlaces de comunicación cableados, inalámbricos, ópticos u otros que transportan señales eléctricas transitorias u otras señales. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios en los que se pueden almacenar datos permanentemente y medios en los que se pueden almacenar y posteriormente sobrescribir datos, tales como un disco óptico regrabable o un dispositivo de memoria borrrable.

Puede ser ventajoso establecer definiciones de ciertas palabras y frases usadas a lo largo de este documento de
40 patente. El término "color" se refiere generalmente a luz que tiene una única longitud de onda o múltiples longitudes de onda que dan la apariencia de un único color. Los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación. El término "o" es inclusivo, significa y/o. La frase "asociado con", así como sus derivados, puede significar incluir, ser incluido dentro, interconectarse con, contener, ser contenido dentro,
45 conectarse a o con, acoplarse a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar cerca de, estar vinculado o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación con, o similares. La frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados, y sólo puede ser necesario un elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno de: A, B y C" incluye cualquiera de las siguientes combinaciones: A, B, C, A y B, A y C, B y C, y A y B y C.

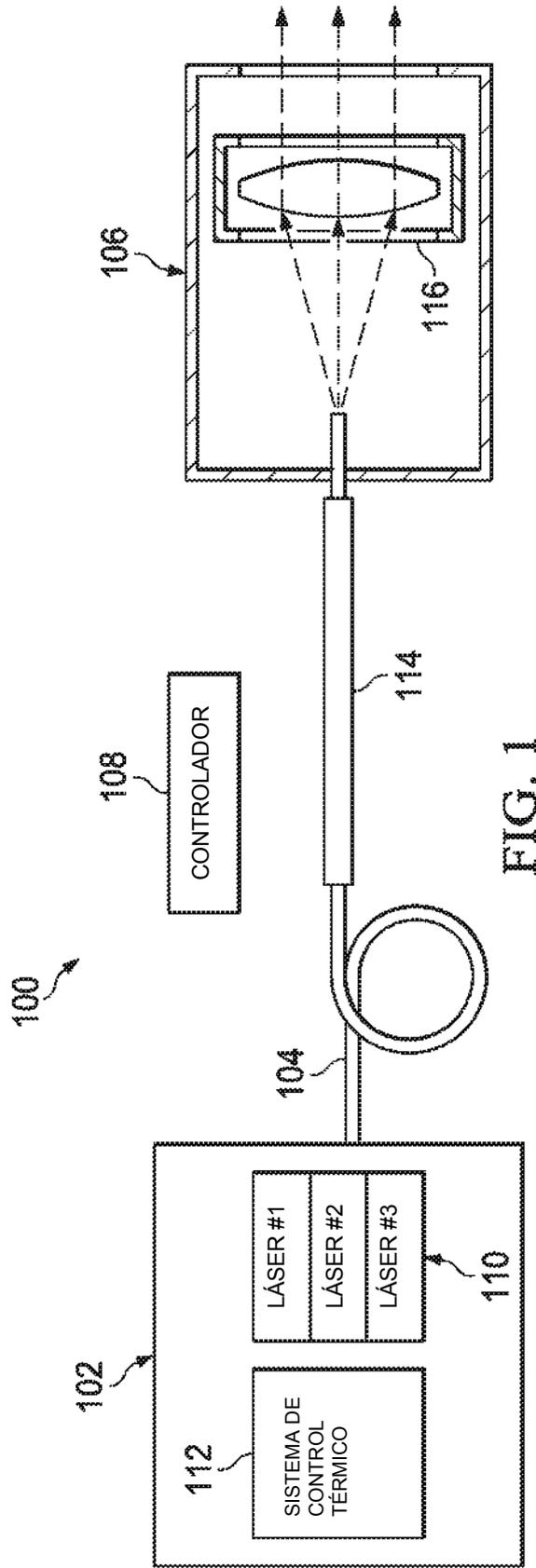
Aunque esta descripción ha descrito ciertas realizaciones y métodos generalmente asociados, alteraciones y
50 permutaciones de estas realizaciones y métodos serán evidentes para los expertos en la técnica. Por consiguiente, la descripción anterior de ejemplos de realización no define ni restringe esta descripción. También son posibles otros cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse del alcance de esta descripción, como se define en las reivindicaciones siguientes.

55

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) que comprende:
uno o más láseres (204-208) configurados para generar iluminación láser;
5 un colimador (116) configurado para ajustar al menos uno entre un grado de colimación, una divergencia y una intensidad de la iluminación láser y para dirigir la iluminación láser hacia uno o más objetivos; y
un controlador (108) configurado para controlar el uno o más láseres y el colimador con el fin de ajustar la iluminación láser dirigida al uno o más objetivos, el controlador configurado para controlar uno o más láseres y el colimador de manera diferente en diferentes modos de funcionamiento;
10 en el que el controlador está configurado para controlar el uno o más láseres y el colimador de manera que una cantidad de energía de láser en la iluminación láser dirigida a cada objetivo individual es menor que una cantidad de umbral,
en el que dicho sistema comprende además:
un alojamiento (202), al menos un láser (208) del uno o más láseres reside fuera del alojamiento;
15 un enfriador (226) configurado para enfriar el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento, en el que el enfriador se coloca entre el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que:
los modos de funcionamiento incluyen al menos un modo de luz concentrada y al menos un modo de pulsación o deslumbrador;
20 la iluminación láser en el al menos un modo de luz concentrada incluye luz de un color sustancialmente constante y que es sustancialmente continua; y
la iluminación láser en el al menos un modo de pulsación o deslumbrador incluye luz de uno o más colores y que parpadea en una o más frecuencias.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que los modos de funcionamiento incluyen al menos un modo de comunicación en el que la iluminación láser tiene uno o más colores para transportar información especificada al uno o más objetivos.
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que los modos de funcionamiento incluyen al menos un funcionamiento basado en infrarrojos en la que la iluminación láser incluye luz infrarroja.
5. El sistema de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para controlar el uno o más láseres y el colimador para cambiar repetidamente un modo de funcionamiento actual del sistema.
- 30 6. El sistema de la reivindicación 1, en el que:
el sistema comprende múltiples láseres que incluyen el al menos un láser que reside fuera del alojamiento;
y
el sistema comprende además múltiples espejos (218 - 224) configurados para alinear haces de los múltiples láseres.
7. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:
una fibra óptica (406) que acopla el uno o más láseres y el colimador.
8. El sistema de la reivindicación 7, en el que:
40 el colimador comprende un primer espejo (412) y un segundo espejo (416), el primer espejo configurado para reflejar la iluminación láser hacia el segundo espejo; y
el sistema comprende además un motor (408) y una fase de traslación (410) configurada para mover una parte de la fibra óptica con el fin de ajustar una distancia entre una salida de la fibra óptica y el primer espejo.
9. Un método (800) que comprende:
45 generar (804) iluminación láser utilizando uno o más láseres (204-208), al menos un láser del uno o más

- láseres reside fuera de un alojamiento (202);
- enfriar el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento con un enfriador (226), en el que el enfriador está situado entre el alojamiento y el al menos un láser que reside fuera del alojamiento;
- 5 ajustar al menos uno de un grado de colimación, una divergencia y una intensidad de la iluminación láser utilizando un colimador (116);
- dirigir (810) la iluminación láser hacia uno o más objetivos;
- controlar el uno o más láseres y el colimador con el fin de ajustar la iluminación láser dirigida a uno o más objetivos, el uno o más láseres y el colimador controlados de manera diferente en diferentes modos de funcionamiento; y
- 10 controlar el uno o más láseres y el colimador de manera que una cantidad de energía láser en la iluminación láser dirigida a cada objetivo individual sea menor que una cantidad umbral.
10. El método de la reivindicación 9, en el que:
- los modos de funcionamiento incluyen al menos un modo de luz concentrada y al menos un modo de pulsación o deslumbrador;
- 15 la iluminación láser en el al menos un modo de luz concentrada incluye luz de un color sustancialmente constante y que es sustancialmente continua; y
- la iluminación láser en el al menos un modo de pulsación o deslumbrador incluye luz de uno o más colores y que parpadea en una o más frecuencias.
- 20 11. El método de la reivindicación 9, en el que los modos de funcionamiento incluyen al menos un modo de comunicación en el que la iluminación láser tiene uno o más colores para transportar información especificada al uno o más objetivos.
12. El método de la reivindicación 9, en el que los modos de funcionamiento incluyen al menos un funcionamiento basado en infrarrojos en el que la iluminación láser incluye luz infrarroja.
- 25 13. El método de la reivindicación 9, en el que el control del uno o más láseres y el colimador comprende además:
- controlar la generación de la iluminación láser y controlar la colimación (808) de la iluminación láser.
14. El método de la reivindicación 9, que comprende además:
- cambiar repetidamente (812) un modo de funcionamiento actual del iluminador láser.



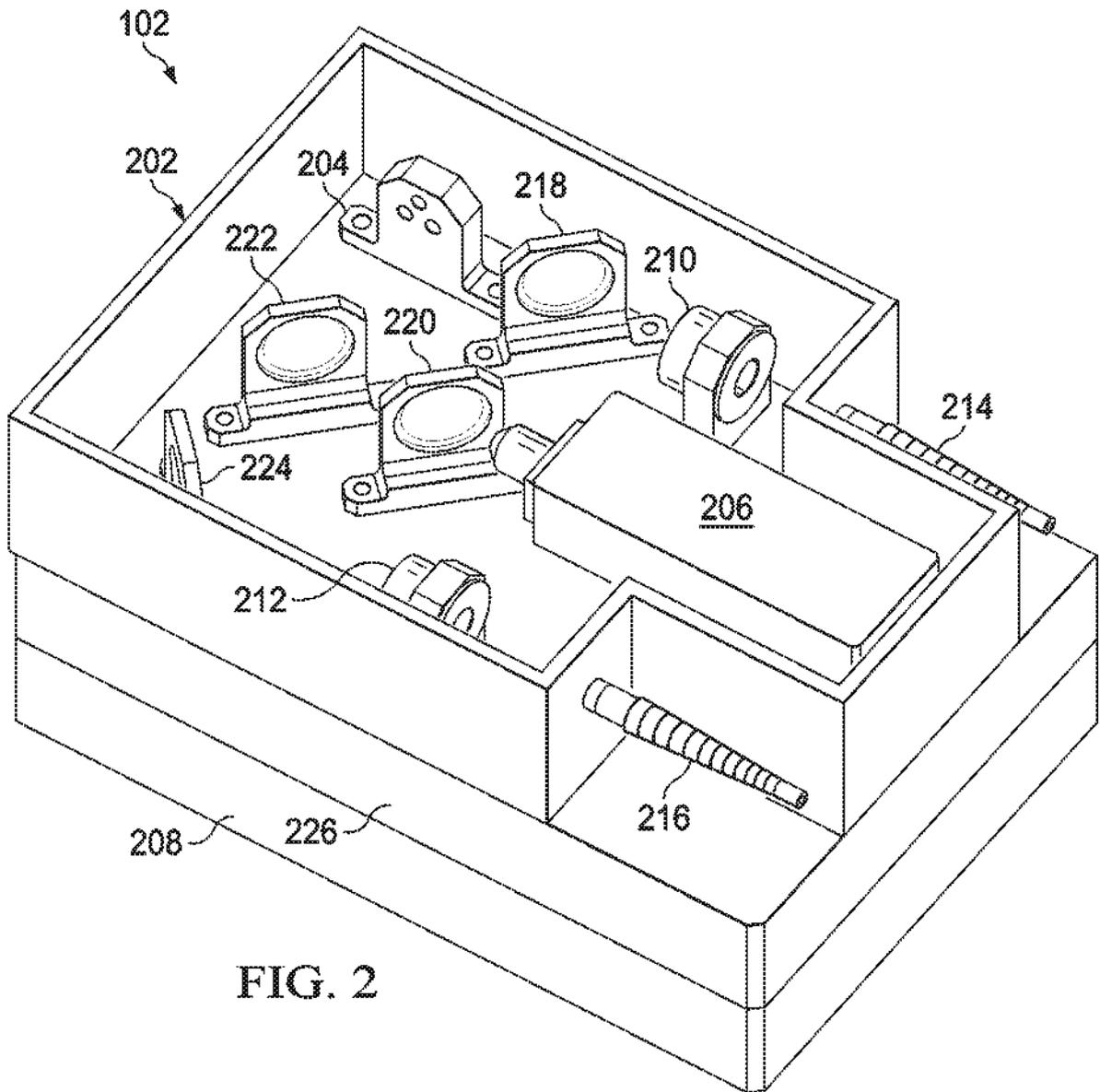
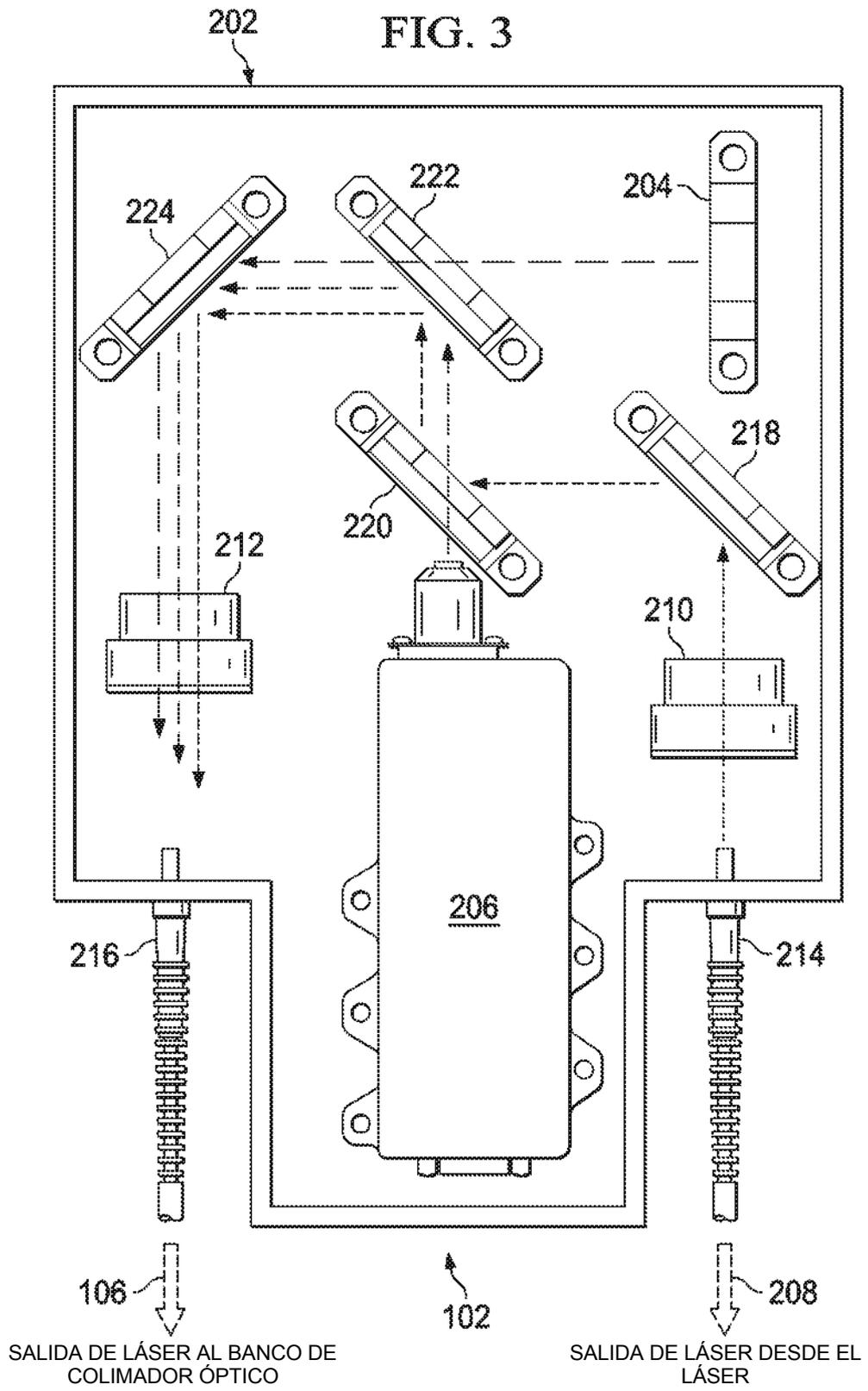


FIG. 2

FIG. 3



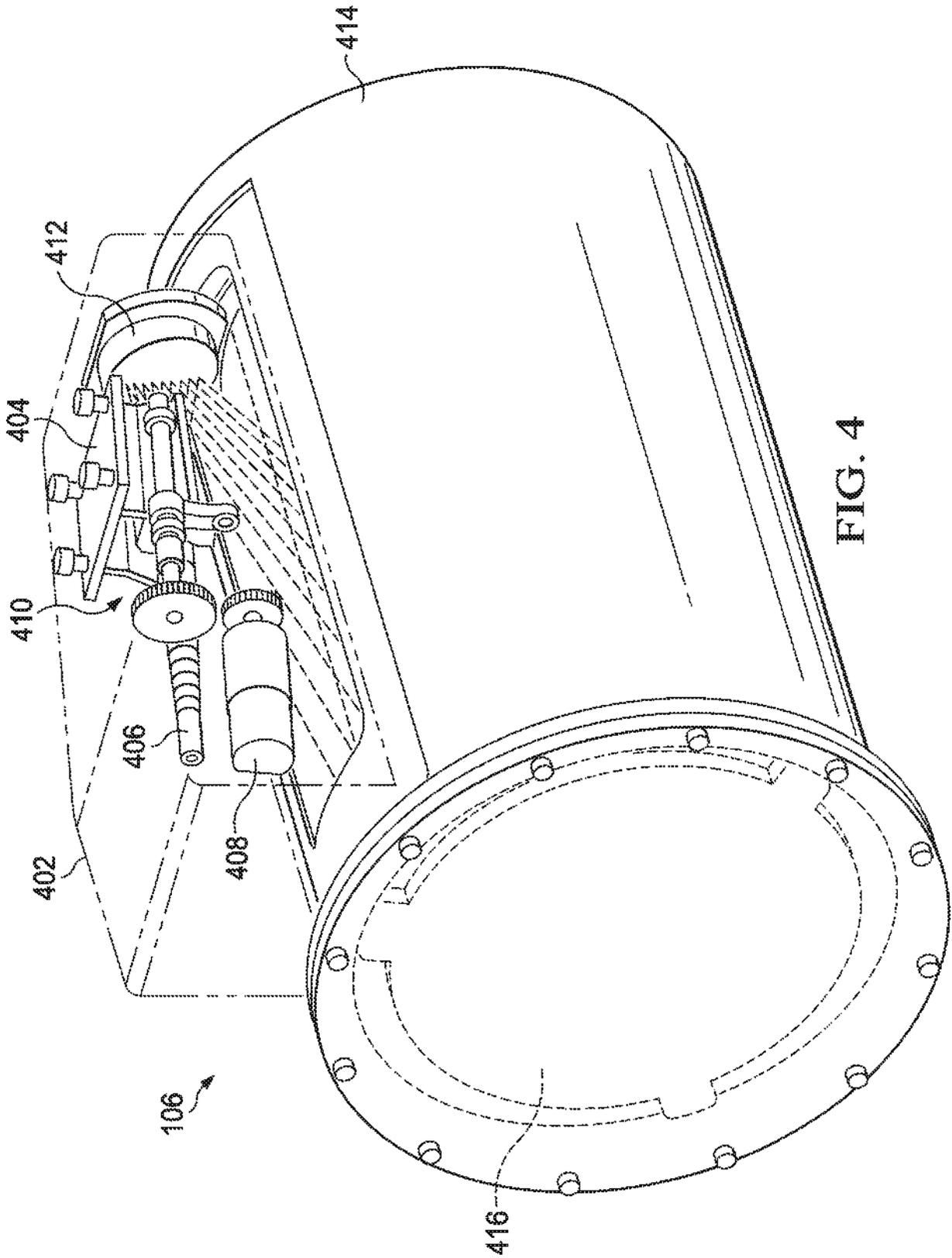


FIG. 4

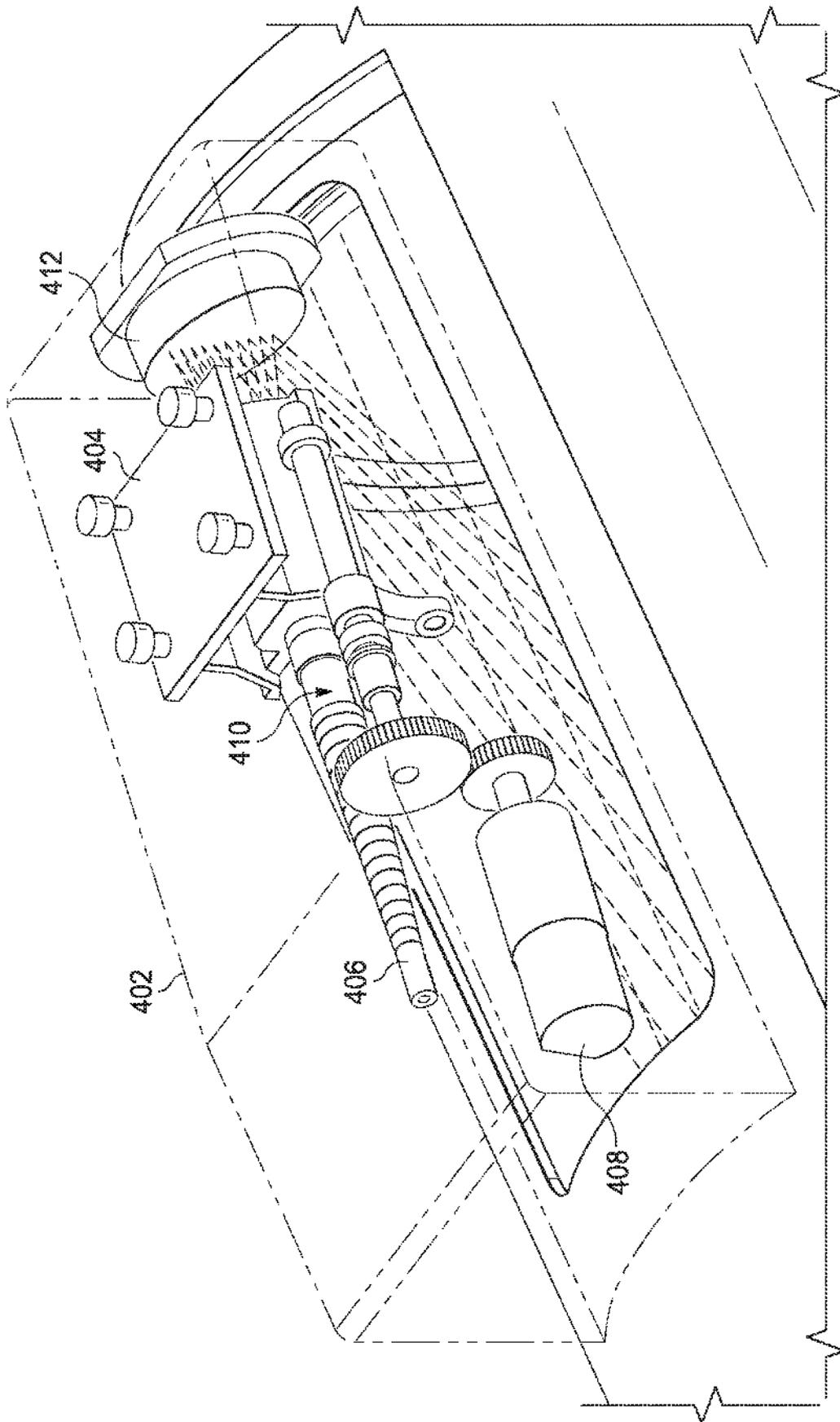
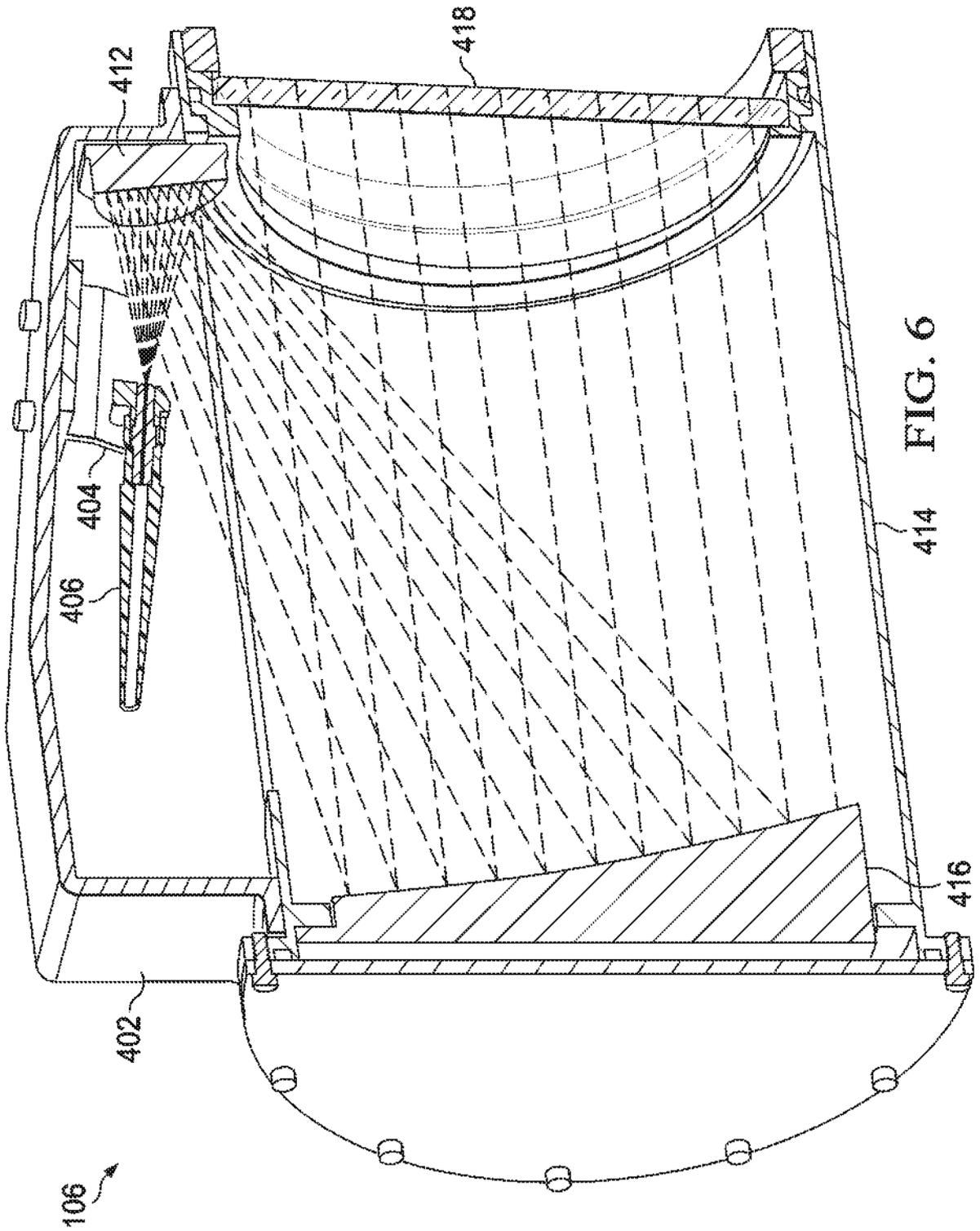


FIG. 5



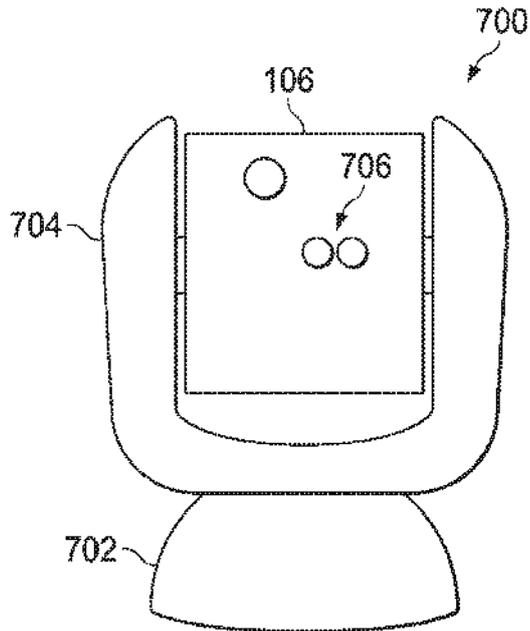


FIG. 7

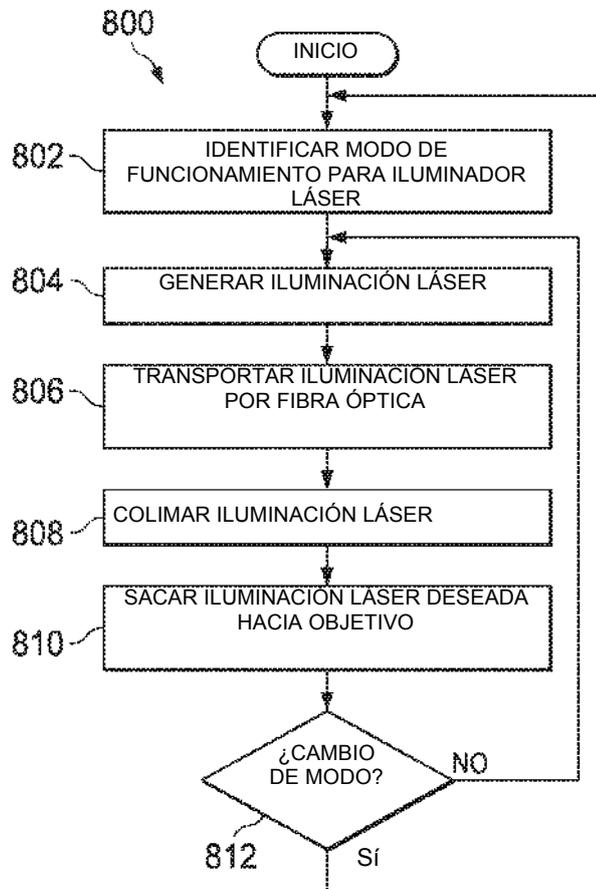


FIG. 8