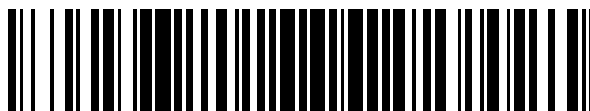


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 905**

51 Int. Cl.:

F41G 7/00 (2006.01)

F41G 7/22 (2006.01)

H01S 5/00 (2006.01)

H01S 5/34 (2006.01)

H01S 5/40 (2006.01)

B82Y 20/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2007 PCT/IB2007/000994**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.10.2007 WO07119163**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2007 E 07734313 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2013564**

54 Título: **Aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos que son usados para la detección de misiles**

30 Prioridad:

18.04.2006 GB 0607655

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

17.11.2016

73 Titular/es:

**TEXTRON SYSTEMS ELECTRONIC SYSTEMS UK LIMITED (100.0%)
16 Compas Point, Ensign Way, Hamble
Southampton, Hampshire SO31 4RA, GB**

72 Inventor/es:

**STANIFORTH, MICHAEL JUSTIN;
JAMES, GRAHAM EDWARD y
HOLLOWAY, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 589 905 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

Aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos que son usados para la detección de misiles

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos para la detección de misiles. Más especialmente, la presente invención se refiere a un aparato para su uso en la comprobación y la evaluación de sensores de infrarrojos, que son usados para la detección de misiles y que integran la energía incidente durante un período de tiempo finito.

10 Se conoce un aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos para la detección de misiles. El aparato conocido comprende una fuente de iluminación de infrarrojos para iluminar los sensores. La fuente de iluminación de infrarrojos puede ser una lámpara, tal como por ejemplo una lámpara de arco de xenón o una lámpara halógena de cuarzo. De manera alternativa, la fuente de iluminación de infrarrojos puede ser filamentos delgados de carbono o un metal. El aparato comprueba y evalúa los sensores de infrarrojos para la detección de misiles mediante su iluminación. Los sensores de infrarrojos para detección de misiles
15 pueden estar posicionados, por ejemplo, en una aeronave.

En el aparato conocido indicado anteriormente, el uso de fuentes de iluminación de infrarrojos, tales como por ejemplo las lámparas o los filamentos delgados, ha demostrado ser un factor limitante en la generación de altas potencias en el intervalo de longitudes de onda del infrarrojo medio de 3 - 5 μm . Más específicamente, los problemas asociados con el aparato conocido que usa las lámparas o los filamentos delgados son los siguientes.

- 20 1. Requisitos de potencia de entrada elevada para fuentes de alta energía.
2. Los intentos de reducir las longitudes de onda de la banda pueden conducir a problemas de gestión térmica.
3. La generación de longitudes de onda que se extienden más allá de la banda de infrarrojos requerida puede resultar en condiciones de funcionamiento poco prácticas debido a las longitudes de onda generadas, en el que dichas condiciones de funcionamiento poco prácticas incluyen aquellas relacionadas con la seguridad de
25 los ojos y con la ocultación de la fuente.
4. La anchura de haz en cualquier sistema de iluminación está limitada por la extensión de la fuente y por las restricciones de apertura. Para una cobertura completa de todos los sensores de infrarrojos de alerta de misiles, por ejemplo colocados en una aeronave, se requiere una anchura de haz de aproximadamente 3°. Sin embargo, las anchuras de haz mucho mayores de 3° obtenidas con las fuentes de iluminación de infrarrojos existentes pueden resultar en una menor densidad de potencia a lo largo del objetivo deseado.
- 30 5. Las capacidades de modulación de las lámparas y filamentos calientes son limitadas. Estas capacidades de modulación son adecuadas para los sensores de infrarrojos para detección de misiles actuales pero, en general, no tienen la capacidad adecuada para los sensores de infrarrojos para detección de misiles desarrollados en el futuro.
- 35 6. Las elevadas emisiones electromagnéticas, que están relacionadas con el funcionamiento normal y la fuente de iluminación de infrarrojos modulada, pueden generarse en magnitudes problemáticas. Esto es especialmente un problema para las fuentes de iluminación de infrarrojos en forma de lámparas.
- 40 7. Las fuentes de iluminación de infrarrojos conocidas no pueden generar suficiente potencia de infrarrojos dentro de las limitaciones de apertura que se aplican. Estas limitaciones de apertura vienen dictadas por la necesidad de presentar una extensión de fuente realista al sensor, por ejemplo cuando está montado en una aeronave. Esto es especialmente cierto cuando se emplean sistemas de obtención de imágenes.

45 En el documento US-A-4.173.777 se describe un aparato y un procedimiento de simulación de estelas de misiles y/o aeronaves a reacción. El aparato y procedimiento proporcionan medios para comprobar detectores ópticos de misiles y/o de aeronaves a reacción. Aquí, en lugar de disparar un misil o un motor, se propone la generación de radiación óptica con una intensidad óptica y unas características espectrales similares a las de un misil. Más específicamente, se usa una lámpara de xenón como una fuente óptica y se comprueba un detector de infrarrojos. Además, la luz generada por la lámpara de xenón se propaga a un filtro, con el fin de filtrar la energía óptica en el intervalo visible y para prevenir daños en los ojos.

50 En el documento WO-95/00813-A, se describe un dispositivo de mano con una fuente de luz UV para imitar armas aerotransportadas. En particular, se proporciona una lámpara de halógeno de cuarzo como la fuente de luz UV dentro del dispositivo. El dispositivo indicado puede ser usado para comprobar detectores ópticos para la detección de armas aerotransportadas, en particular para detectar misiles. El dispositivo se construye para ser aplicado en combinación con

detectores UV de armas aerotransportadas.

Un objetivo de la presente invención es reducir los problemas indicados anteriormente.

Sumario de la invención

5 Por consiguiente, en una realización no limitativa de la presente invención, según la reivindicación 1, se proporciona un aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sistemas de detección de misiles que usan sensores infrarrojos que integran la energía incidente durante un periodo de tiempo finito.

10 El aparato de la presente invención que comprende las características de la reivindicación 1 es ventajoso con relación al aparato conocido en el sentido de que usa una fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua. Las ventajas de la fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua en comparación con las fuentes de iluminación de infrarrojos conocidas, tales como las indicadas anteriormente, son las siguientes.

- 15 1. Los sensores de infrarrojos para detección de misiles que están siendo comprobados responden sólo a una banda muy estrecha de longitudes de onda. Las fuentes de iluminación de infrarrojos usadas en la actualidad emiten energía en una banda de longitudes de onda muy amplia. El uso de una fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua ofrece una salida de potencia en banda mucho mayor dentro de una apertura determinada, para una potencia de entrada determinada, resultando en un aparato emisor altamente eficiente.
- 20 2. La fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua tiene menores requisitos de alimentación de energía eléctrica que las fuentes de iluminación de infrarrojos conocidas usadas en la actualidad. De esta manera, el aparato de la presente invención tiene bajos requisitos de control de potencia en términos de conmutación y, por lo tanto, considerablemente menos problemas de compatibilidad electromagnética que el caso para las fuentes de iluminación de infrarrojos conocidas y usadas en la actualidad.
- 25 3. La fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua es una fuente de iluminación de banda estrecha que causa considerablemente menos problemas de seguridad para los ojos que los causados por las fuentes de iluminación de infrarrojos conocidas y usadas en la actualidad.
- 30 4. Las fuentes de láser pulsadas están disponibles en un amplio intervalo de longitudes de onda de infrarrojos, de manera que las características espectrales de la fuente de iluminación pueden ser ajustadas de manera eficiente para aplicaciones específicas. Esto podría incluir el uso de más de una fuente para generar un espectro complejo. Esto es especialmente pertinente para los detectores de infrarrojos que usan características espectrales como un discriminador para determinar la veracidad de la fuente de iluminación.
- 35 5. La fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua puede ser modulada a velocidades que exceden las características más rápidas de interés para un sistema de detección de misiles.
6. La fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua puede aproximar fuentes puntuales y los componentes ópticos pueden ser diseñados para optimizar la formación de haz para una aplicación específica, maximizando la potencia de la referencia alineación óptica para cualquier anchura de haz determinada.

En una primera realización de la presente invención, el aparato es uno en el que la fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua es un oscilador paramétrico óptico bombeado por un láser.

40 El láser de bombeo es un láser granate de itrio y aluminio (YAG). Pueden emplearse otros tipos de láser. Un único oscilador paramétrico óptico es capaz de proporcionar suficiente potencia en el aparato de la presente invención.

El circuito de modulación comprende un modulador acústico-óptico. Preferiblemente, el modulador acústico-óptico está posicionado antes del oscilador paramétrico óptico. Dicho posicionamiento permite el uso de moduladores comunes, de bajo coste, de alta eficiencia, en comparación con los moduladores de baja eficiencia, personalizados, que serían necesarios para las longitudes de onda más largas en la salida del oscilador paramétrico óptico. Preferiblemente, el oscilador paramétrico óptico es un cristal de niobato de litio polarizado periódicamente, pero pueden emplearse otros osciladores paramétricos ópticos.

50 En la primera realización del aparato de la invención, la fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua puede incluir al menos un espejo para separar las señales de longitudes de onda no deseadas, al menos un espejo para crear una cavidad para el oscilador paramétrico óptico, al menos una lente para enfocar el haz láser en el oscilador paramétrico óptico, y al menos un sumidero de haz para las longitudes de onda no deseadas.

Preferiblemente, hay dos espejos para separar las longitudes de onda no deseadas. Preferiblemente, hay dos espejos

para crear una cavidad para el oscilador paramétrico óptico. Preferiblemente, hay dos sumideros de haz para las longitudes de onda no deseadas.

5 El láser puede incluir una unidad óptica para conformar el haz con el fin de ajustar la divergencia y el tamaño de la apertura de salida requeridos del haz. La unidad óptica puede ser una unidad óptica facetada. Preferiblemente, la unidad óptica facetada es una unidad de espejo facetado.

10 La unidad de espejo facetada comprende preferiblemente una lente divergente, un reflector y un espejo compuesto facetado para recibir la energía infrarroja reflejada desde el reflector. La unidad de espejo facetada incluye también preferiblemente una ventana para sellar el aparato contra los efectos ambientales. En una segunda realización de la presente invención, el aparato es uno en el que la fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua es un láser de cascada cuántica.

Normalmente, habrá una matriz de láseres de cascada cuántica para garantizar que haya suficiente potencia para su uso en el aparato de la invención. Además, debido a la ligera variación en la respuesta espectral entre los láseres de cascada cuántica individuales, una matriz de láseres asegurará una mayor diversidad espectral en caso de que se requiera para una aplicación particular.

15 En la segunda realización de la invención, el aparato puede incluir medios de colimación para colimar el haz láser.

El aparato puede ser uno en el que la matriz de láseres de cascada cuántica es una matriz de chips láser de cascada cuántica, y en el que los medios de colimación comprenden al menos una lente de colimación para cada uno de los chips de láser de cascada cuántica. Los medios de colimación pueden comprender también al menos una unidad óptica facetada para aumentar el tamaño de la apertura de salida.

20 **Breve descripción de la invención**

Las realizaciones de la invención se describirán ahora solamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un primer aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos para detección de misiles;

25 La Figura 2 muestra más detalladamente parte del aparato mostrado en la Figura 1; y

La Figura 3 muestra parte del segundo aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sensores de infrarrojos para detección de misiles.

Descripción detallada de realizaciones ejemplares de la presente invención

30 Haciendo referencia a las Figuras 1 y 2, en las mismas se muestra un aparato 2 para su uso en la comprobación y la evaluación de sensores de infrarrojos que se usan para la detección de misiles y que integran la energía incidente durante un período de tiempo finito, según una realización ejemplar de la invención. El aparato 2 comprende al menos una fuente de iluminación de infrarrojos para iluminar los sensores. La fuente de iluminación de infrarrojos está en forma de un fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua con un ciclo de trabajo de señal y una potencia máxima controlados por medio de un circuito de modulación de amplitud de impulso, de anchura de impulso y de intervalo de repetición de impulsos, de manera que la fuente de iluminación de infrarrojos funcione a intervalos de repetición más cortos que el período de tiempo finito de manera que la fuente de iluminación con láser de infrarrojos sea considerada por los sensores infrarrojos como una firma de misil. La fuente de iluminación con láser de infrarrojos es un oscilador 4 paramétrico óptico, que es bombeado por un láser 6. El láser 6 es un láser granate de itrio y aluminio (YAG).

40 El circuito de modulación comprende un modulador 8 acústico-óptico para modular y controlar un haz 10 láser para crear un perfil de salida temporal preciso para el haz 10 láser. Tal como se muestra en la Figura 1, el modulador 8 acústico-óptico se coloca antes del oscilador 4 paramétrico óptico. El oscilador 4 paramétrico óptico está en forma de un cristal de niobato de litio polarizado periódicamente. El posicionamiento del modulador 8 acústico-óptico antes del oscilador 4 paramétrico óptico es innovador y ventajoso, siendo una práctica más común la colocación de un modulador acústico-óptico después de un oscilador paramétrico óptico. Al colocar el modulador 8 acústico-óptico antes del oscilador 4 paramétrico óptico, se obtiene la siguiente ventaja: La longitud de onda que el modulador 8 acústico-ópticos debe modular antes del oscilador 4 paramétrico óptico es más corta que la longitud de onda preferida después del modulador 8 acústico-óptico. Esto significa que la especificación óptica para el modulador 8 acústico-óptico es más baja cuando es colocado antes del oscilador 4 paramétrico óptico. Por ejemplo, el coste de un modulador acústico-óptico existente en la región de 1 μm es significativamente menor que el de un modulador acústico-óptico equivalente en el infrarrojo medio.

La cabeza de láser contiene una fuente de láser, una fuente de alimentación y otros componentes necesarios del láser.

El aparato 2 incluye dos espejos 12, 14 para separar las señales de longitud de onda no deseadas, y dos espejos 16, 18 que forman una superficie curvada para crear una cavidad para el oscilador 4 paramétrico óptico. Una lente 20 enfoca el haz 10 láser en el oscilador 4 paramétrico óptico. Hay provistos sumideros 22, 24 de haz para las longitudes de onda no deseadas. Hay provista una unidad 26 óptica facetada para conformar el haz 25 en el haz 28 con el fin de establecer la divergencia y el tamaño de apertura requeridos.

Tal como se muestra en la Figura 2, la unidad 26 óptica facetada es una unidad de espejo facetado que comprende una lente 30 divergente opcional, un reflector 32 opcional, un espejo 34 compuesto facetado y una ventana 36 de salida. El espejo 34 compuesto facetado es para recibir la energía infrarroja reflejada desde el reflector 32, tal como se muestra. En aras de la simplicidad de la ilustración, el espejo 34 compuesto facetado se ha mostrado con sólo cuatro facetas. El número real de facetas dependerá de la anchura de haz final requerida para el haz 28 conformado y el tamaño de apertura efectiva y la fidelidad requeridos. La ventana 36 de salida recibe energía infrarroja desde el espejo 34 compuesto facetado tal como se muestra.

Durante el funcionamiento de la unidad 26 óptica facetada mostrada en la Figura 2, el espejo 34 compuesto facetado distorsiona la trayectoria óptica de cada parte reflejada del haz infrarrojo reflejado desde el reflector 32. La imagen resultante aparece como un número de fuentes separadas, una para cada faceta. Puede haber, por ejemplo cuarenta fuentes. La fuente compuesta, que aparece como una combinación de cada fuente, es dispersada a lo largo de toda la apertura. Para su uso con un sensor de infrarrojos en una aeronave, debido a que el sensor no puede resolver espacialmente estos puntos en rango, aparecen como una extensión realista de una fuente más grande. Esta manipulación de la fuente es esencial para que el sensor de infrarrojos no descarte la fuente de iluminación de infrarrojos como una falsa alarma. Un propósito secundario del espejo 34 compuesto facetado es el de asegurar que el haz de salida tenga una anchura y una altura suficientes para iluminar según sea necesario, por ejemplo para iluminar una aeronave completa. Debido a su naturaleza inherente, el haz 25 láser es estrecho y sólo iluminaría una parte de un objeto deseado, tal como por ejemplo una aeronave, si no fuera alterado ópticamente.

Con referencia ahora a la Figura 3, en la misma se muestra parte de un aparato 38 en el que la fuente de iluminación con láser de infrarrojos comprende una matriz 40 de láseres 42 de cascada cuántica. La matriz 40 de láseres 42 de cascada cuántica es tal que los láseres 42 de cascada cuántica están en la forma de chips de láseres de cascada cuántica. El aparato 38 incluye medios 44 de colimación para colimar el haz 52 láser en el haz 46 láser. Los medios 44 de colimación comprenden una lente 48 de colimación separada para cada uno de los chips láser de cascada cuántica. Tal como se muestra en la Figura 3, el aparato 38 comprende también una unidad 50 de control de la forma del haz óptico.

El número de láseres 42 de cascada cuántica empleados en la matriz 40 viene dictado por la potencia requerida desde el aparato 38. Las aplicaciones de baja energía pueden requerir tan solo un láser. En las aplicaciones de baja potencia, la apertura del haz 52 láser puede ser aumentada y el haz puede ser conformado usando una o más unidades ópticas facetadas, tal como se ha descrito en la Figura 2. En tales casos, la lente 30 divergente puede no ser necesaria ya que típicamente los láseres 42 de cascada cuántica tienen haces 52 de salida divergentes. Las aplicaciones de alta potencia requieren múltiples láseres de cascada cuántica y, de esta manera, tienen una apertura óptica adecuada en virtud de la naturaleza de la extensión espacial de la matriz 40. La Figura 3 representa una aplicación de alta potencia. El haz 52 que sale desde cada chip 42 láser de cascada cuántica debe ser colimado por una lente 48 de colimación apropiada. Cada canal de láser de cascada cuántica proporciona una única apertura óptica. A larga distancia, por ejemplo, más de 500 metros, los sensores, por ejemplo en una aeronave, no pueden resolver el detalle, y la matriz 40 aparece como una única fuente extendida. Los haces 46 colimados individuales pueden ser expandidos o conformados con elementos ópticos 50 adicionales con el fin de cumplir con los requisitos de divergencia y de apertura de haz.

En el aparato 38, la modulación se consigue por medio de circuitos 53 de accionamiento de modulación. Cada láser 42 de cascada cuántica tiene un circuito 53 de accionamiento de modulación que controla la anchura de impulso, el intervalo de repetición de impulso y la amplitud de impulso. Los láseres 42 de cascada cuántica son capaces de frecuencias de repetición de impulso muy altas. Dichas frecuencias de funcionamiento son mucho más rápidas que la constante de tiempo de los sensores de infrarrojos para la detección de misiles, creando un haz de onda pseudo-continua que los sensores determinan como una amenaza realista. El uso de los tres parámetros de modulación en combinación maximiza el rango dinámico del sistema. Además, el uso de la modulación del ciclo de trabajo para controlar la potencia de salida proporciona una función de control casi lineal y repetible de manera que el aparato 38 produzca una fuente más exacta y reproducible que la que puede conseguirse con un aparato conocido que comprende una fuente de iluminación de infrarrojos para iluminar los sensores. La potencia individual relativamente baja desde los láseres 42 de cascada cuántica significa que la matriz 40 es necesaria para las aplicaciones más exigentes, y la matriz 40 puede ser del orden de decenas de láseres 42 de cascada cuántica. El uso de la matriz 40 significa que los impulsos desde los canales individuales pueden estar intercalados, reduciendo de esta manera los requisitos de frecuencia de repetición de impulsos de cada canal en un factor proporcional al número de láseres 42 de cascada cuántica en la matriz 40. Por consiguiente, un aumento del tamaño de la matriz puede proporcionar mejoras adicionales en el rango dinámico del sistema global.

ES 2 589 905 T3

Los efectos atmosféricos pueden influir en la calidad y el rendimiento de un sistema basado en láser mediante un proceso de centelleo. El riesgo de estos efectos es abordado por el aparato 38 mostrado en la Figura 3 mediante las siguientes características.

1. Un número de fuentes distribuidas espacialmente, que aumentan la extensión efectiva de la fuente.
- 5 2. La apertura/el tamaño de lente individual se maximiza para cada canal.
3. La intercalación de impulsos asegura que no haya interferencia entre canales.
4. La banda ancha, la naturaleza multimodal de cada canal de láser de cascada cuántica, junto con una duración de impulso corta, reduce la longitud de coherencia con relación a la de un láser convencional.

10 Debe apreciarse que las realizaciones de la invención descritas anteriormente con referencia a los dibujos adjuntos han sido proporcionadas solamente a modo de ejemplo y que pueden efectuarse modificaciones a las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para su uso en la formación de operarios con, y la comprobación y la evaluación de, sistemas de detección de misiles, en el que dichos sistemas de detección de misiles usan sensores infrarrojos que integran la energía incidente durante un período de tiempo finito, en el que dicho aparato comprende:

- 5 – al menos una fuente (4, 6) de iluminación de infrarrojos para iluminar los sensores,
 en el que dicho aparato está caracterizado por que
 - la fuente (4, 6) de iluminación de infrarrojos es una fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua que incluye un oscilador (4) paramétrico óptico que es bombeado por un láser (6), en el que el láser (6) es un láser granate de itrio y aluminio (YAG), y con el ciclo de trabajo de la señal y la potencia máxima controlados por medio de un circuito de modulación de amplitud de impulso, anchura de impulso e intervalo de repetición de impulsos que comprende un modulador (8) acústico-óptico,
 - de manera que la fuente (4, 6) de iluminación de infrarrojos con láser funciona a intervalos de repetición más cortos que el período de tiempo finito y el circuito de modulación de amplitud de impulso, anchura de impulso e intervalo de repetición de impulsos modula el ciclo de trabajo de la señal y la potencia máxima de manera que la fuente (4, 6) de iluminación de infrarrojos con láser parezca a los sensores infrarrojos como una firma de misiles real.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el modulador (8) acústico-óptico está posicionado antes del oscilador (4) paramétrico óptico.

20 3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el oscilador (4) paramétrico óptico es un cristal de niobato de litio polarizado periódicamente.

25 4. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la fuente de iluminación con láser de infrarrojos de onda pseudo-continua incluye al menos un espejo (12, 14) para separar las señales de longitudes de onda no deseadas, al menos un espejo (16, 18) para crear una cavidad para el oscilador (4) paramétrico óptico, al menos una lente (20) para enfocar el haz (10) láser en el oscilador (4) paramétrico óptico, y al menos un sumidero (22, 24) de haz para las longitudes de onda no deseadas.

5. Aparato según la reivindicación 4, en el que hay dos espejos (12, 14) para separar las longitudes de onda de haz no deseadas.

6. Aparato según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que hay dos espejos (16, 18) para crear una cavidad para el oscilador (4) paramétrico óptico.

30 7. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que hay dos sumideros (22, 24) de haz para las longitudes de onda no deseadas.

8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, y que incluye medios (44) de colimación para colimar el haz (52) láser.

35 9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el láser incluye al menos una unidad (26) óptica para expandir el haz para aumentar el tamaño de la apertura de salida.

10. Aparato según la reivindicación 9, en el que la unidad (26) óptica es una unidad óptica facetada.

11. Aparato según la reivindicación 10, en el que la unidad óptica facetada es una unidad de espejo facetada.

40 12. Aparato según la reivindicación 11, en el que la unidad de espejo facetada comprende al menos una lente (30) divergente, al menos un reflector (32) y al menos un espejo (34) compuesto facetado para recibir la energía infrarroja reflejada desde el reflector (32).

13. Aparato según la reivindicación 12, y que incluye una ventana (36) para sellar el aparato contra los efectos ambientales.

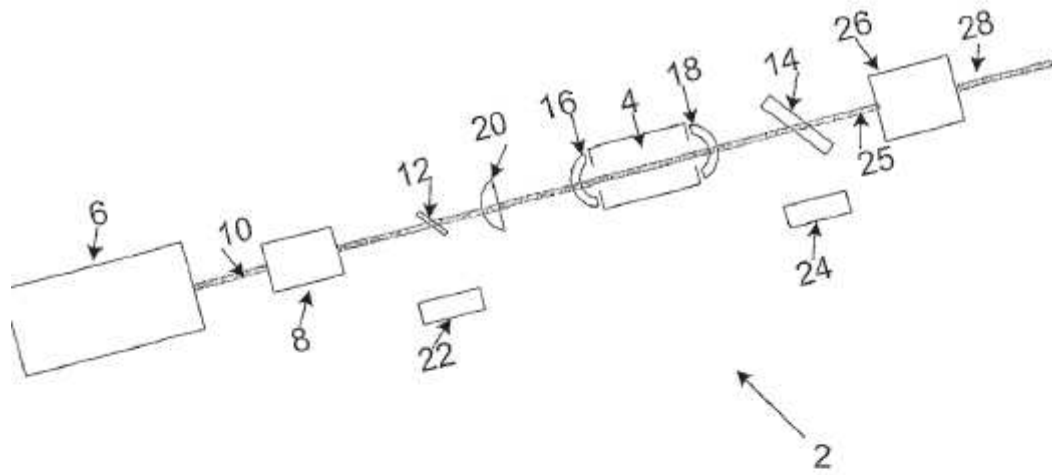


FIG. 1

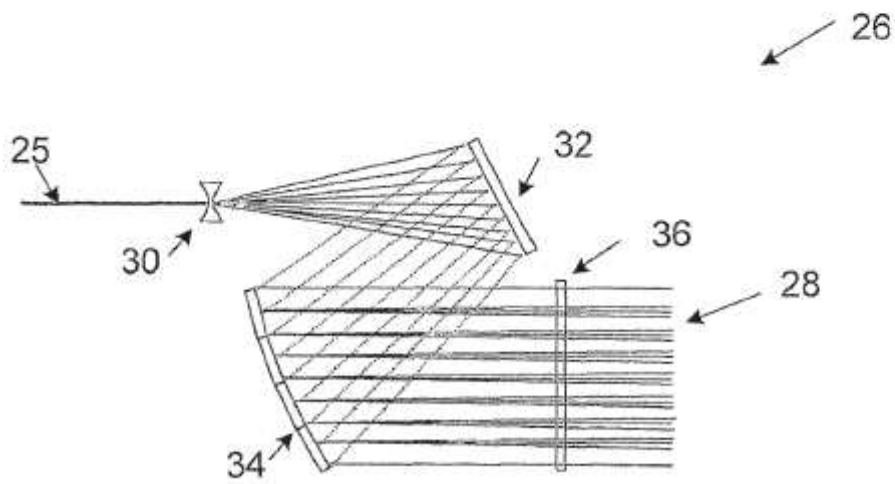


FIG. 2

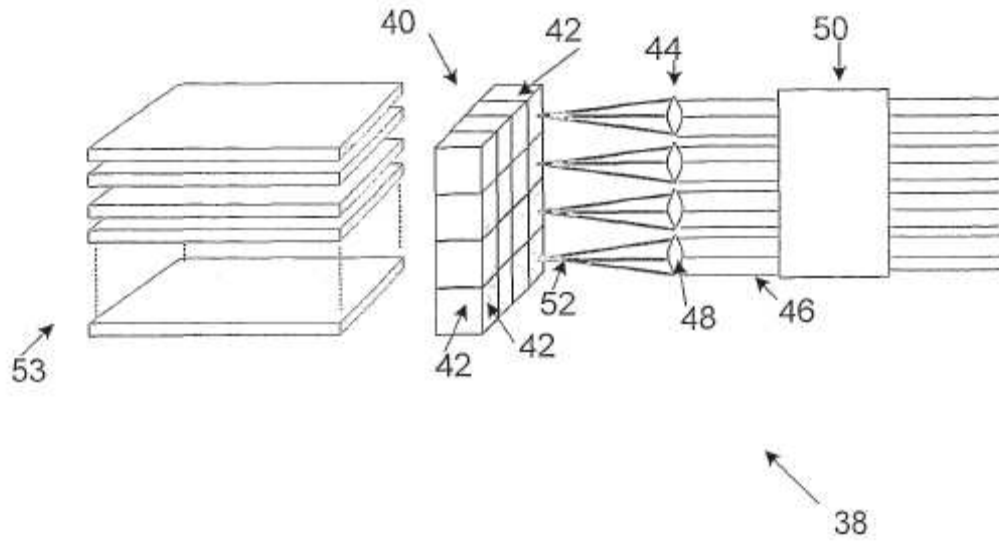


FIG. 3