

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 833 155**

51 Int. Cl.:

G01J 11/00	(2006.01)
G01J 3/02	(2006.01)
G01S 3/783	(2006.01)
F41G 5/04	(2006.01)
F41H 11/02	(2006.01)
F41G 3/14	(2006.01)
G01S 7/48	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.06.2014 PCT/IL2014/050541**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **24.12.2014 WO14203243**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2014 E 14814573 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020 EP 3011289**

54 Título: **Sistema de advertencia de amenazas que integra detección de evento de destello y de láser transmitido**

30 Prioridad:

17.06.2013 IL 22699613

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.06.2021

73 Titular/es:

**ELBIT SYSTEMS LAND AND C4I LTD. (100.0%)
Advanced Technology Center 5 HaGavish
4250705 Netanya, IL**

72 Inventor/es:

**NESHER, OFER y
YANIV, ELAD**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 833 155 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 de advertencia de amenazas que integra detección de evento de destello y de láser transmitido

Campo de la técnica descrita

5 La técnica descrita se refiere de manera general a un sistema de advertencia de amenazas contra objetivos militares y, más particularmente, a la detección de amenazas basada en láser y a la detección de amenazas de eventos de destello.

Antecedentes de la técnica descrita

10 La tecnología de combate militar moderna implica una multitud de sistemas de armas asistidos por láser. Tales sistemas incluyen armas guiadas por láser, en las que un misil u otro proyectil se dirige hacia un objetivo usando un rayo láser, así como telémetros láser para detectar la distancia y la dirección de un objetivo potencial. Los vehículos blindados son particularmente susceptibles a los ataques enemigos asistidos por láser. Los sistemas de advertencia láser (LWS) se utilizan por las fuerzas militares para proporcionar una indicación inmediata de la radiación láser que se dirige contra ellos y para permitir la implementación rápida de una respuesta adecuada para contrarrestar la amenaza. Tales sistemas incluyen sensores que operan en una ventana espectral característica de las transmisiones basadas en láser y que son capaces de muestrear a una velocidad suficientemente alta, en la medida que los eventos láser generalmente duran solamente unos pocos nanosegundos (ns). Los sistemas de advertencia láser también pueden medir y monitorizar diversos parámetros asociados con la radiación láser transmitida, tal como la frecuencia o el ángulo de llegada, lo que puede proporcionar información adicional que se puede utilizar posteriormente para contrarrestar la amenaza.

20 Ciertos sistemas de armas también pueden dar como resultado un destello o una explosión de luz transitoria tras su despliegue, tal como el destello de luz que surge de la combustión que desencadena el lanzamiento de un misil o el disparo de un proyectil de artillería. Por ejemplo, el lanzamiento de un misil tiende a generar una columna de humo y una emisión de radiación que generalmente tiene una duración del orden de las decenas de milisegundos (ms). También existen sistemas que proporcionan una indicación de tales destellos de lanzamiento, y algunas veces se conocen como sistemas de advertencia de misiles (MWS). Tales sistemas de advertencia requieren sensores dedicados configurados según las características particulares de estos destellos de lanzamiento, tales como la capacidad de detectar la radiación que coincide con un cierto perfil (por ejemplo, corta duración, firma espectral). El planteamiento convencional para la detección de destellos utiliza agrupaciones de sensores de imagen. Los sensores de imagen basados en FLIR y UV fueron inicialmente predominantes, seguidos por un desarrollo creciente de los sensores SWIR. La detección de diversos parámetros del destello de lanzamiento también puede proporcionar información adicional asociada con la amenaza lanzada.

35 Un sistema de advertencia integrado que proporcione capacidades tanto de LWS como de MWS generalmente requeriría al menos dos conjuntos separados de detectores de radiación, cada uno responsable de la detección del tipo de radiación respectivo, así como hardware complementario y componentes de procesamiento asociados con cada una de estas tareas. La infraestructura aumentada requerida sirve para aumentar sustancialmente los costes de tal sistema integrado y expandir su complejidad, además del aumento del tiempo de respuesta que generalmente daría como resultado. Considerando las circunstancias que amenazan la vida en cuestión, la necesidad de una detección e identificación extremadamente rápida de una amenaza que se acerca es de crítica importancia. Además, la precisión del sistema es comprensiblemente un factor crucial. Idealmente, la tasa de falsas alarmas (FAR) de las amenazas detectadas, es decir, las detecciones incorrectas de no amenazas como amenazas válidas, debería ser tan baja como sea posible. Los errores y las imprecisiones en el sistema de advertencia de amenazas pueden dar como resultado tiempo y recursos consumidos sustancialmente en el mejor de los casos, y pueden tener implicaciones fatales en el peor.

45 La Solicitud de Patente de EE.UU. Nº 2011/0127328 de Warren, titulada "Dual band threat warning system", está dirigida a métodos y dispositivos para detectar y hacer el seguimiento tanto de manera pasiva como activa de amenazas entrantes tales como cohetes o misiles. El sistema de detección de banda dual incluye un detector pasivo inicial en una primera banda y un detector activo activado selectivamente en una segunda banda. El detector pasivo puede ser un detector óptico que detecta el lanzamiento de una amenaza potencial y establece su ubicación en un plano de imagen. Tras la detección, el detector óptico puede enviar información de detección y de ubicación a un procesador de control, que entonces activa un transmisor de radar activo y dirige el haz de radar a las coordenadas correctas para interceptar la amenaza. El radar puede determinar la velocidad, la dirección y el alcance de la amenaza potencial. Si se determina que la amenaza es real, entonces se puede emplear una contramedida, mientras que, si se determina que la amenaza es falsa, el radar se desactiva y el sistema vuelve a un modo de vigilancia óptica pasiva.

55 La Solicitud de Patente de EE.UU. Nº 2011/0170798 de Tidhar, titulada "Gunshot detection system and method", está dirigida a la detección y a la ubicación de eventos emisores de fotones de alta velocidad, tales como armas de fuego, disparos y fogonazos. Una agrupación de fotodetectores detecta la radiación electromagnética en los intervalos espectrales de NIR y de SWIR. Las imágenes de píxeles secuenciales se adquieren a una tasa de

cuadros alta y con un campo de visión relativamente amplio para un píxel o píxeles del fotodetector. Las imágenes se procesan para detectar una parte de la señal de tipo destello en la luz detectada. Por ejemplo, el procesamiento puede implicar seleccionar para cualquier píxel una parte de señal indicativa de la variación de intensidad del tipo de fogonazo a lo largo del tiempo. Para otro ejemplo, el procesamiento implica estimar para cualquier píxel la probabilidad de aparición de un evento de fogonazo, tal como comparando una señal obtenida del píxel con la firma de tiempo del fogonazo.

Un ejemplo de un sistema de advertencia integrado es el Sistema de Advertencia de Misiles (MWS) AN/AAR-47 de los Sistemas Integrados ATK, como se identifica en el siguiente sitio web:

<<http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/an-aar-47.htm>>.

10 El MWS AN/AAR-47 es un sistema de guerra electrónica diseñado para proteger aeronaves de vuelo bajo/lento contra misiles tierra-aire y aire-aire. El MWS detectará un misil disparado a la aeronave o un láser apuntando a la aeronave.

15 La Patente de EE.UU. N° 7.499.836 de Mooney, titulada "Apparatus for and methods of detecting combustion ignition", está dirigida a la detección y al análisis de un evento de combustión dinámica, tal como el destello de una explosión o la columna de humo de un cohete, usando un sensor de imágenes de banda ancha, tal como una agrupación de planos focales (FPA) de banda ancha que típicamente se basa en la tecnología de detección de antimonio de indio (InSb). El sensor de imágenes está configurado para codificar espacialmente la firma espectral del evento de combustión, codificando la señal del evento en función tanto de la longitud de onda como del tiempo. La señal codificada se evalúa para declarar la presencia de combustión donde sea apropiado, y se procesa además para clasificar e identificar el evento. El sensor está configurado para muestrear la firma del evento con una resolución temporal suficientemente alta y una resolución espectral suficiente para capturar la firma del evento de modo que la clasificación se pueda realizar sin ambigüedades.

25 La Publicación Internacional de la Solicitud PCT N° WO 2012/093399 de Elbit Systems Ltd., titulada "Laser threat warning system and method", está dirigida a un sistema para la detección de la radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, usando múltiples detectores láser separados espacialmente. El sistema incluye mecanismos de filtrado para filtrar el ruido y las detecciones irrelevantes, y mecanismos de identificación de amenazas para identificar y caracterizar una amenaza entrante basada en láser. Un mecanismo de umbral ajustable ajusta dinámicamente el nivel de umbral de ruido de un detector láser, el nivel de umbral seleccionado de manera adaptativa según las condiciones de luz ambiental. Un mecanismo de filtrado de correlación determina si la radiación láser entrante resulta del ruido, en base a los tiempos de llegada a los detectores láser separados espacialmente. Un mecanismo amigable para evitar el fuego filtra la radiación láser detectada transmitida por una fuente no de amenaza, en base a una señal de indicación de la fuente no de amenaza. Un mecanismo de correspondencia temporal identifica y caracteriza una amenaza, en base a las correspondencias de pulsos de la radiación láser recibida. Un mecanismo de primera llegada determina la dirección de la amenaza en base a dónde llegó primero la radiación láser entrante, analizando las marcas de tiempo de detección de los detectores láser.

35 La Solicitud de Patente de EE.UU. N° 2012/0217301 de Namey et al, titulada "Method and system for countering an incoming threat" está dirigida a un sistema para evitar impactos desplegado en un vehículo de combate. Cuando un receptor de advertencia láser (LWR) detecta un rayo láser de fijación de blancos que incide en el vehículo de combate, se activa una contramedida multifunción (MCM) para desplegar una contramedida de inutilización para atascar o hacer de señuelo al sistema de fijación de blancos. Cuando un avisador pasivo de amenazas (PTW) detecta un fogonazo que indica el lanzamiento de un proyectil entrante, entonces se hace el seguimiento de la amenaza usando un radar y sensores de infrarrojos electroópticos, que calculan los datos de inclinación, de posición y de alcance. Los datos de seguimiento se analizan para calcular las soluciones de disparo para un sistema de protección activa (APS) y para determinar qué contramedida de destrucción física utilizar. Por ejemplo, las rondas de armamento se pueden disparar desde un armamento primario (por ejemplo, un cañón de torreta) o desde un armamento secundario del vehículo de combate, o se puede lanzar un misil interceptor desde el APS.

Compendio de la técnica descrita

50 Según un aspecto de la técnica descrita, se proporciona de este modo un sistema de advertencia de amenazas dual para detectar un evento de destello de una fuente de amenaza y para detectar una transmisión láser de una fuente de amenaza. El sistema incluye al menos un módulo de sensor, operativo para recibir la radiación entrante. El módulo de sensor incluye sensores discretos que incluyen al menos un sensor de reconocimiento de impacto discreto, al menos un sensor espectral discreto, al menos un sensor de frecuencia discreto y al menos un filtro. El sensor de reconocimiento de impacto detecta la presencia de un pulso láser incidente de la radiación entrante. El sensor espectral detecta si el intervalo espectral de la radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado. El sensor de frecuencia detecta si la frecuencia de la radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado. El filtro filtra la radiación entrante según al menos un criterio de filtrado. El sistema incluye además un procesador acoplado con el módulo de sensor. El procesador determina, usando dichos sensores discretos, si la radiación entrante se produce a partir de un evento de destello que comprende un destello de luz asociado con el lanzamiento de una amenaza, y si la radiación entrante es resultante

de una transmisión láser activa que comprende una radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, en base a las características espectrales y a las características temporales de la radiación entrante, por la que un evento de destello tiene una duración del orden de milisegundos, mientras que las transmisiones láser activas tienen una duración del orden de nanosegundos, donde los sensores discretos están configurados para muestrear a una tasa de muestreo capaz de detección de hasta un intervalo de nanosegundos, para permitir tanto la detección de eventos de destello como la detección de transmisión láser activa usando dichos sensores discretos. El módulo de sensor puede incluir además sensores angulares de acimut para detectar el ángulo de llegada de la radiación entrante. El módulo de sensor puede incluir además sensores angulares de elevación, para detectar el ángulo de elevación de llegada de la radiación entrante. El módulo de sensor puede incluir además sensores de potencia para detectar la intensidad de la radiación entrante. El filtro puede incluir un filtro de longitud de onda, acoplado con al menos un sensor de reconocimiento de impacto, para filtrar las longitudes de onda seleccionadas de la radiación entrante. Los sensores se pueden disponer a lo largo de un perímetro circular a través de un plano acimutal del módulo de sensor para obtener una cobertura de detección de acimut de 360°. El sensor de reconocimiento de impacto puede operar en un estado activado durante el modo de sistema de espera y desencadenar la activación de al menos un subconjunto de los otros sensores del módulo de sensor tras la detección de la radiación entrante. El procesador puede identificar y caracterizar aún más una amenaza entrante usando las características de la radiación entrante. Al menos un sensor puede ser un sensor de silicio (Si), un sensor de arseniuro de galio indio (InGaAs) o un sensor de InGaAs extendido. Al menos un sensor puede incluir múltiples máscaras codificadas con un patrón de matriz de código Gray. El módulo de sensor se puede incluir en una unidad de sensor y el procesador se puede incluir en una unidad de control situada en una ubicación separada de la unidad de sensor, donde la unidad de control está acoplada de manera inalámbrica con la unidad de sensor. Al menos una parte del sistema se puede instalar en: un vehículo, un vehículo militar blindado, una aeronave, una embarcación marina, un puesto de guardia, una plataforma móvil y/o una plataforma estacionaria. El sistema puede incluir diferentes canales de detección entre las detecciones de eventos de destello y las detecciones de transmisión láser activa para un sensor dado, en el sentido de que cada sensor alimenta datos a diferente circuitería de amplificación que se relaciona con diferentes mecanismos de detección de amenazas.

Según otro aspecto de la técnica descrita, se proporciona de este modo un método de advertencia de amenaza dual para detectar un evento de destello de una fuente de amenaza y para detectar una transmisión láser de una fuente de amenaza. El método incluye los procedimientos de: recepción de la radiación entrante en al menos un módulo de sensor que incluye sensores discretos, filtrado de la radiación entrante según al menos un criterio de filtrado y detección de la radiación entrante filtrada en al menos un sensor de reconocimiento de impacto discreto del módulo de sensor. El método incluye además los procedimientos de detección de si el intervalo espectral de la radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado con al menos un sensor espectral discreto de los módulos de sensores, y de detección de si la frecuencia de la radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado con al menos un sensor de frecuencia discreto de los módulos de sensores. El método incluye además el procedimiento para determinar, usando dichos sensores discretos, si la radiación entrante es resultante de un evento de destello que comprende un destello de luz asociado con el lanzamiento de una amenaza, y si la radiación entrante es resultante de una transmisión láser activa que comprende una radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, en base a las características espectrales y las características temporales de la radiación entrante, por lo que un evento de destello tiene una duración del orden de milisegundos, mientras que las transmisiones láser activas tienen una duración del orden de nanosegundos, donde los sensores discretos están configurados para muestrear a una tasa de muestreo capaz de detección de hasta un intervalo de nanosegundos, para permitir tanto la detección de los eventos de destello como la detección de transmisión láser activa. El método puede incluir además el procedimiento para desencadenar la activación de al menos un subconjunto de los otros sensores del módulo de sensor tras la detección de la radiación entrante. El método puede incluir además el procedimiento de determinación de al menos otro parámetro de la radiación entrante que incluye: el ángulo de acimut de llegada con sensores de acimut, el ángulo de elevación de llegada con sensores de elevación y/o la intensidad con sensores de potencia. Los criterios de filtrado pueden incluir el filtrado por longitud de onda.

El método puede incluir además el procedimiento de identificación y caracterización de una amenaza entrante usando las características de la radiación entrante. La radiación entrante se puede encaminar a través de diferentes canales de detección entre las detecciones de eventos de destello y las detecciones de transmisión láser activa para un sensor dado, en el sentido de que cada sensor alimenta datos a diferente circuitería de amplificación que se relaciona con diferentes mecanismos de detección de amenazas.

Breve descripción de los dibujos

La técnica descrita se entenderá y se apreciará más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de advertencia de amenazas, construido y operativo según una realización de la técnica descrita;

la Figura 2A es una ilustración esquemática de una vista frontal de una configuración de unidad de sensor ejemplar, construida y operativa según una realización de la técnica descrita;

la Figura 2B es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de otra configuración de unidad de sensor ejemplar, construida y operativa según otra realización de la técnica descrita;

la Figura 3 es una ilustración esquemática de una vista superior de la unidad de sensor de la Figura 2A;

5 la Figura 4 es una ilustración esquemática de una vista superior de un vehículo militar blindado instalado con los componentes del sistema de advertencia de amenazas de la Figura 1, construido y operativo según una realización de la técnica descrita; y

la Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para la detección de la radiación asociada con una amenaza entrante, operativo según una realización de la técnica descrita.

Descripción detallada de las realizaciones

10 La técnica descrita supera las desventajas de la técnica anterior proporcionando un sistema y un método de advertencia de amenazas que utiliza múltiples sensores discretos para la detección de diferentes parámetros asociados con la radiación entrante y para determinar si la radiación es un destello de luz asociado con el lanzamiento de un proyectil explosivo o con la radiación láser transmitida por una fuente de armas. Una amenaza entrante se puede identificar y caracterizar posteriormente, permitiendo la implementación de una contramedida adecuada.

15 El término “evento de destello”, y cualquier variación del mismo, como se usa en la presente memoria, se refiere a cualquier tipo de destello de luz o chispas asociadas con el lanzamiento de una amenaza que implica alguna forma de combustión que desencadena el disparo de un proyectil explosivo y que generalmente es transitoria en su naturaleza. Ejemplos de eventos de destello incluyen, pero no se limitan a: el destello de luz que resulta del lanzamiento de un cohete, un misil o un torpedo; y el disparo de un proyectil de artillería o de munición a través de un mortero, un cañón, una pistola o cualquier otra forma de armamento.

20 Se hace referencia ahora a la Figura 1, que es un diagrama de bloques de un sistema de advertencia de amenazas, referenciado de manera general como 100, construido y operativo según una realización de la técnica descrita. El sistema de advertencia de amenazas (TWS) 100 incluye una unidad de sensor 102 y una unidad de control 104. La unidad de sensor 102 está acoplada con la unidad de control 104. La unidad de sensor 102 incluye un módulo de sensor 106 y un módulo de procesamiento 108. El módulo de sensor 106 está acoplado con el módulo de procesamiento 108. El módulo de sensor 106 incluye al menos un sensor de reconocimiento de impacto 112 (al que también se hace referencia en la presente memoria como “sensor de impacto”), una pluralidad de sensores de acimut 114, una pluralidad de sensores de elevación 116, al menos un sensor espectral 118, al menos un sensor de frecuencia 120, una pluralidad de sensores de potencia (intensidad) 122, filtros espectrales 124 y filtros de perfil de pulso 126. Los sensores de impacto 112 se acoplan con los sensores 114, 116, 118, 120, 122. Los filtros de perfil de pulso 126 se acoplan con los sensores 112, 114, 116, 118, 120, 122. El módulo de procesamiento 108 incluye un conversor analógico digital (A/D) 128, un procesador 130 y filtros de tren de pulsos 132. La unidad de control central 104 incluye una memoria 134, un procesador 136 y una base de datos 138. El TWS 100 incluye además una interfaz de usuario 140, que se acopla con la unidad de control central 104.

35 Cada uno de los componentes del TWS 100 se puede incorporar mediante al menos un dispositivo de hardware, al menos un módulo de software o una combinación de los mismos. Además, cada uno de los componentes se puede integrar dentro de un dispositivo de hardware o módulo de software más general, o se puede incorporar mediante un dispositivo de hardware o un módulo de software dedicado. El módulo de procesamiento 108 se incorpora generalmente mediante un circuito integrado, tal como una agrupación de puertas programables en campo (FPGA). La unidad de sensor 102 y la unidad de control 104 se pueden disponer dentro de un único alojamiento, o de manera alternativa se pueden situar en ubicaciones remotas separadas y enlazadas entre sí a través de una conexión inalámbrica (por ejemplo, según el protocolo de red ZigBee). Se aprecia que la Figura 1 representa una configuración ejemplar del sistema de advertencia de amenazas de la técnica descrita, y cualquiera de los componentes del TWS 100 se puede disponer o realizar de una manera alternativa. Por ejemplo, al menos uno de los filtros espectrales 124 se puede integrar con al menos uno de los sensores de impacto 112. Se observa además que algunos de los componentes del TWS 100 representados en la Figura 1 pueden ser opcionales. Por ejemplo, el TWS 100 puede incluir de manera alternativa solamente un subconjunto de sensores 114, 116, 118, 120, 122.

40 Los sensores de impacto 112 están operativos para detectar la presencia de un pulso láser incidente (u otras formas de radiación). Cada sensor de impacto 112 se puede asociar con un tipo de amenaza particular o con características particulares de la radiación entrante. Por ejemplo, al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos del telémetro láser (LRF); al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos de designador de objetivo láser (DES); al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos de guía de láser de conducción de haz (BR); al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar radiación de infrarrojos (IR) proyectada; al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos de onda continua (CW); al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos de ancho de banda mayores (por ejemplo, de 1 kHz-100 kHz); y al menos un sensor de impacto 112 se configura para detectar pulsos de ancho de banda más pequeños (por ejemplo, de 3 Hz a 100 Hz). El aislamiento de tipos particulares de entrada se puede

realizar a través de un amplificador o un filtro del detector de impacto 112, tal como pasando solamente a través de la radiación con un ancho de banda particular. Por ejemplo, un filtro espectral 124 acoplado con un detector de impacto LRF 112 se configura para pasar a través de longitudes de onda asociadas con transmisiones LRF mientras que se bloquean todas las demás longitudes de onda.

- 5 Los sensores de acimut 114 están operativos para detectar el ángulo de acimut de llegada de la radiación entrante, donde cada sensor de acimut 114 se puede asociar con un tipo de amenaza particular. Por ejemplo, al menos un sensor de acimut 114 se configura para detectar pulsos LRF, pulsos DES y/o proyecciones IR, respectivamente. Los sensores de elevación 116 están operativos para detectar el ángulo de elevación de llegada de la radiación entrante, donde cada sensor de elevación 116 se puede asociar con un tipo de amenaza particular. Por ejemplo, al menos un sensor de elevación 116 se configura para detectar pulsos LRF, pulsos DES y/o proyecciones IR, respectivamente. La unidad de sensor 102 puede incluir además al menos un sensor de elevación tosco 117 (véase la Figura 2A a continuación), operativo para la detección angular de elevación burda con una precisión menor que los sensores de elevación 116, pero que puede ser suficiente para ciertos propósitos. Por ejemplo, los sensores de elevación toscos 117 pueden incluir tres sensores configurados para categorizar la radiación entrante en intervalos de elevación arriba/medio/abajo. Los sensores espectrales 118 están operativos para detectar el ancho de banda o el intervalo espectral de la radiación entrante. Por ejemplo, cada sensor espectral 118 se asocia con un intervalo de ancho de banda particular. Los sensores de frecuencia 120 están operativos para detectar la frecuencia de señal de la radiación entrante (por ejemplo, la frecuencia del pulso). Por ejemplo, cada sensor de frecuencia 120 se asocia con un conjunto particular de frecuencias. Los sensores de potencia 122 están operativos para detectar la potencia o la intensidad de señal de la radiación entrante. Por ejemplo, cada sensor de potencia 122 se asocia con un intervalo de potencia particular.

- 25 Durante la operación en estado estable del TWS 100, todos los sensores del módulo de sensor 106 están inicialmente en un "modo de espera" con la excepción de los sensores de impacto 112. En otras palabras, cada uno de los sensores 114, 116, 118, 120, 122 está desactivado, es decir, en un "estado apagado", mientras que solamente los sensores de impacto 112 permanecen activados, es decir, en un "estado encendido". Tan pronto como se detecta un pulso por al menos un sensor de impacto 112, los otros sensores 114, 116, 118, 120, 122 llegan a ser activados. En particular, el sensor de impacto 112 desencadena los otros sensores, tal como por ejemplo "abriendo" y luego "cerrando" al menos un subconjunto de los otros sensores 114, 116, 118, 120, 122 tras la detección de radiación entrante.

- 30 Cada uno de los sensores (114, 116, 118, 120, 122) puede ser, por ejemplo, un sensor basado en silicio (Si) o basado en arseniuro de galio indio (InGaAs) (o InGaAs extendido). Los sensores de impacto 112 son sensores de alta sensibilidad (por ejemplo, órdenes de magnitud mayores que los de las cámaras CCD o CMOS estándar), y generalmente son de mayor tamaño y operan de manera asíncrona, en contraste con los otros sensores del módulo de sensor 106. Se observa que un sensor de impacto 112 también puede determinar parámetros o características adicionales del pulso incidente, además de detectar su mera presencia. Por ejemplo, un sensor de impacto 112 también puede proporcionar mediciones toscas de frecuencia o espectrales (de ancho de banda), que pueden ser suficientes para ciertas aplicaciones (es decir, mientras que los sensores espectrales 118 y los sensores de frecuencia 120 proporcionan mediciones más precisas de estos parámetros respectivos).

- 40 Se hace referencia ahora a las Figuras 2A y 2B. La Figura 2A es una ilustración esquemática de una vista frontal de una configuración de una unidad de sensor ejemplar, referenciada de manera general como 102A, construida y operativa según una realización de la técnica descrita. La Figura 2B es una ilustración esquemática de una vista en perspectiva de otra configuración de unidad de sensor ejemplar, referenciada de manera general como 102B, construida y operativa según otra realización de la técnica descrita. La unidad de sensor 102A tiene una forma de caja rectangular y los sensores (112, 114, 116, 118, 120, 122) están dispuestos a lo largo de una superficie sustancialmente plana, es decir, de manera que las superficies de detección se sitúan a lo largo de un plano común. Por el contrario, la unidad de sensor 102B es de forma generalmente cilíndrica y los sensores se disponen a lo largo de un perímetro circular que se extiende a través de un plano acimutal. De este modo, una unidad de sensor 102B individual está operativa para obtener una cobertura de detección hemisférica completa (por ejemplo, abarcando un acimut de 360°), mientras que se puede obtener una cobertura de detección hemisférica completa similar desplegando cuatro unidades de sensor 102A separadas, cada una que proporciona un campo de cobertura de aproximadamente 90° (tal como en el despliegue de la unidad de sensor de la Figura 4 que se trata a continuación). Sin embargo, la unidad de sensor 102B puede no ser adecuada para su despliegue en todos los tipos de vehículos.

- 55 Según una realización de la técnica descrita, al menos algunos de los sensores del módulo de sensor 106 son sensores discretos, en oposición a los sensores de agrupación o de matriz. Los sensores discretos son sensores básicos que proporcionan una salida binaria, indicando si la variable medida está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado. Los sensores de matriz, tales como por ejemplo un detector de irradiancia láser de alta resolución angular (HARLID), se disponen en una agrupación a lo largo del módulo de sensor de matriz individual. Por lo tanto, los sensores de matriz cubren un área de superficie más pequeña en comparación con los sensores discretos, que se expanden a través del módulo de sensor y, de este modo, proporcionan un área de superficie más grande para la detección. Además, un módulo de sensor de matriz cesará de operar correctamente si incluso una única parte falla o funciona mal, mientras que un módulo de sensor con sensores discretos proporciona redundancia y puede mantener la operación incluso cuando algunos de los sensores estén funcionando mal. Una distinción

adicional es la modularidad, en la medida que los sensores individuales no se pueden reemplazar en un módulo de sensor de matriz (por ejemplo, con el fin de reparar un sensor que funciona mal o actualizar a una versión de sensor mejorada) sin reemplazar todo el módulo, en oposición a un módulo de sensor discreto que permite la sustitución de los sensores individuales. Los módulos de sensores discretos también son generalmente menos costosos que un módulo de sensor de matriz correspondiente.

Se hace referencia ahora a la Figura 3, que es una ilustración esquemática de una vista superior de la unidad de sensor 102A de la Figura 2A. Un par de placas de sensor 141 que incluyen sensores de impacto/frecuencia/espectral/potencia se dispone en los extremos opuestos de la unidad de sensor 102A con sus superficies de detección orientadas hacia el frente. Un par de placas de sensores de acimut 142, incluyendo los sensores de acimut BR/IR, están alineadas con una inclinación con relación a las placas de sensor 141. Otra placa de sensor de acimut 143 incluye sensores de acimut LRF/DES y se dispone en una sección media de la unidad de sensor 102A, detrás de las placas de sensor 141, 142. La unidad de sensor 102A incluye además un mecanismo optomecánico 144 acoplado con las placas de sensor 141, 142 y 143, cada una de las cuales se puede incorporar mediante placas de circuito impreso (PCB). La unidad de sensor 102A incluye además una unidad de procesamiento/comunicación 146, que obtiene datos de los diversos sensores, realiza el procesamiento inicial de los datos y organiza los datos para un procesamiento exhaustivo posterior. La unidad de sensor 102A incluye además un conector cableado 148 para la conexión externa.

Los sensores de determinación de dirección del módulo de sensor 106 (es decir, los sensores de acimut 114 y los sensores de elevación 116) se pueden implementar con una técnica de máscara codificada. En particular, una máscara codificada que tiene un patrón de matriz de código Gray de secciones opacas y transparentes se dispone delante de la agrupación de detectores, el patrón de máscara dispuesto de manera que diferentes ángulos de incidencia de la radiación entrante dan como resultado diferentes patrones de detección. El esquema de codificación se puede basar en múltiples máscaras de código Gray, tales como el uso de al menos un par de máscaras codificadas complementarias, como se describe, por ejemplo, en la Publicación de Solicitud de Patente PCT N° WO2006/061819 titulada "Complementary Masks".

Se hace referencia ahora a la Figura 4, que es una ilustración esquemática de una vista superior de un vehículo militar blindado, referenciado de manera general como 150, instalado con componentes del sistema de advertencia de amenazas 100 de la Figura 1, construido y operativo según una realización de la técnica descrita. Las unidades de sensor 102 se disponen a lo largo del perímetro exterior del vehículo militar 150 separadas sustancialmente de manera equidistante, de manera que el área de cobertura de todos los módulos de sensores 106 juntos abarca toda el área circundante (es decir, proporcionando un campo de cobertura de 360° de acimut). En una implementación ejemplar de la técnica descrita, el vehículo militar 150 se dispone con cuatro unidades de sensor 102, de manera que cada unidad de sensor 102 esté alineada hacia una esquina respectiva del vehículo 150 y reciba la radiación entrante que emana desde esa dirección respectiva. La radiación entrante se propaga típicamente a múltiples unidades de sensor 102, aunque se puede detectar solamente en una unidad de sensor 102. La unidad de control central 104 se sitúa en una ubicación adecuada en la región superior del vehículo 150, tal como fuera de un lado cerca de la torreta 152. El vehículo 150 incluye además una unidad de contramedidas de amenazas externas, que se puede incorporar parcialmente en el cañón principal 154. El vehículo militar blindado 150 puede ser, por ejemplo, un tanque de batalla, un vehículo blindado de transporte de personal, un jeep blindado y similares. El TWS 100 se puede montar de manera alternativa sobre otros tipos de vehículos, tales como aeronaves o embarcaciones marinas. Se aprecia que el TWS 100 no se limita a usarse con vehículos militares o vehículos en general. Por ejemplo, el TWS 100 se puede desplegar de manera alternativa en un tipo diferente de escenario militar, tal como en las inmediaciones de un puesto o estación de guardia, o en cualquier otra estructura adecuada, ya sea estacionaria o móvil. El TWS 100 se puede desplegar además de manera alternativa en un escenario no militar, tal como en una estructura general o una ubicación que se pretenda que se asegure o proteja. De manera aún más alternativa, al menos una unidad de sensor 102 del TWS 100 se puede sostener por una persona, o de otra manera llevar puesta o unida a la ropa o al equipo personal.

En general, cuando una fuerza militar enemiga activa un sistema de armamento que implica un evento de destello o una transmisión láser dirigida hacia un vehículo militar blindado 150, al menos un módulo de sensor 106 detecta la radiación entrante. El módulo de sensor 106 filtra el ruido y las fuentes de radiación irrelevantes (por ejemplo, a través de los filtros 124, 126) y el módulo de procesamiento 108 y/o la unidad de control central 104 procesa la radiación detectada y las características asociadas y determina si la radiación es un evento de destello (por ejemplo, un destello de luz asociado con el lanzamiento de un proyectil explosivo) o una radiación láser que se transmite activamente por una fuente de amenaza (por ejemplo, un arma guiada por láser). Si se considera que la radiación detectada no es ninguna de estas fuentes, entonces se puede ignorar. Sin embargo, si se determina positivamente una amenaza, el TWS 100 puede proceder a caracterizar la amenaza, determinar información adicional acerca de la amenaza y entonces responder a la amenaza de una manera adecuada.

Se hace referencia ahora a la Figura 5, que es un diagrama de flujo de un método para detectar la radiación asociada con una amenaza entrante, operativo según una realización de la técnica descrita. En el procedimiento 202, la radiación entrante se recibe en al menos un módulo de sensor. Con referencia a las Figuras 1 y 4, la radiación llega a un módulo de sensor 106 de al menos una unidad de sensor 102 del TWS 100.

- 5 En el procedimiento 204, la radiación entrante se filtra en base a al menos un criterio de filtrado. Con referencia a la Figura 1, los filtros espectrales 124 filtran la radiación más allá de un cierto intervalo espectral. Por ejemplo, los filtros espectrales 124 se pueden configurar para pasar longitudes de onda dentro de aproximadamente 0.3-2.2 μm , abarcando al menos una parte de las regiones espectrales visibles (VIS), de infrarrojo cercano (NIR) y de infrarrojo de longitud de onda corta (SWIR), mientras que se bloquean longitudes de onda fuera de este intervalo.
- En el procedimiento 206, la radiación entrante se detecta en un sensor de reconocimiento de impacto de al menos uno de los módulos de sensores. Con referencia a las Figuras 1, 2A y 2B, al menos un sensor de impacto 112 detecta y muestrea un pulso láser entrante o una radiación de destello. Los sensores de impacto 112 funcionan en un estado activado durante el modo de operación de estado estable del TWS 100.
- 10 En el procedimiento 208, se desencadena la activación de otros sensores del módulo de sensor. Con referencia a las Figuras 1, 2A y 2B, los sensores 114, 116, 118, 120, 122 están desactivados o en un “estado apagado” durante el modo de operación de estado estable del TWS 100. Por cada pulso láser detectado o radiación de destello, el sensor de impacto 112 activa o “enciende” al menos un subconjunto de los otros sensores 114, 116, 118, 120, 122 durante una breve duración (por ejemplo, aproximadamente 10 ns). Por ejemplo, el sensor de impacto 112 puede desencadenar la activación de los sensores de acimut 114, los sensores de elevación 116, los sensores espectrales 118 y los sensores de frecuencia 120. La selección de qué sensores activar se puede basar en las características de la radiación entrante, de modo que, si el pulso detectado tiene ciertas características, entonces solamente se activan ciertos sensores.
- 15 En el procedimiento 210, se detecta el acimut/elevación/ancho de banda/frecuencia/intensidad de la radiación entrante con al menos un sensor de acimut/elevación/espectral/frecuencia/potencia correspondiente. Con referencia a las Figuras 1, 2A y 2B, los datos de los sensores activados 114, 116, 118, 120, 122 se muestrean para obtener las características respectivas de la radiación entrante. Por ejemplo, los sensores de acimut 114 detectan el ángulo de acimut de llegada; los sensores de elevación 116 detectan el ángulo de elevación de llegada; los sensores espectrales 118 detectan el ancho de banda; los sensores de frecuencia 120 detectan la frecuencia de señal; y los sensores de potencia 122 detectan la intensidad. Los sensores 114, 116, 118, 120, 122 adquieren datos durante el breve intervalo durante el cual están en un estado activado (desencadenado por los sensores de impacto 112), que puede referirse a un pulso de entrada individual o una secuencia de pulsos de entrada. Posteriormente, los pulsos de entrada se someten opcionalmente a un filtrado adicional a través de filtros de perfil de pulso 126, que son filtros analógicos que filtran el ruido e intentan pasar a través solamente los datos relacionados con la amenaza. Los pulsos entonces se convierten en las señales digitales correspondientes a través del conversor A/D 128 y se reenvían al procesador 130.
- 20 En el procedimiento 212, se determina si la radiación entrante es resultante de un destello de luz asociado con el lanzamiento de una amenaza o resultante de la radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, en base a las características espectrales y las características temporales de la radiación entrante. Con referencia a la Figura 1, el procesador 136 (y/o el procesador 130) determina un perfil temporal y una firma espectral de la radiación en base a las características detectadas (por ejemplo, el ángulo de acimut y de elevación de llegada, el intervalo espectral, la frecuencia, la intensidad, el ancho del pulso, la forma del pulso), y clasifica la radiación en consecuencia como un evento de destello o como una transmisión láser activa. En general, las transmisiones láser activas se pueden caracterizar por anchos de banda más pequeños (por ejemplo, del orden de los nanómetros) y duraciones más cortas (por ejemplo, unos pocos nanosegundos), mientras que los eventos de destello pueden implicar un perfil espectral más amplio (por ejemplo, del orden de los micrómetros) y duraciones más largas (por ejemplo, decenas de milisegundos). Se aprecia que el uso de sensores discretos (no de matriz), en particular tanto para la detección de eventos de destello como para la detección de láser, proporciona diversas características útiles, tales como: correspondencia espectral, gran cobertura de área de superficie, tasa de muestreo suficientemente alta (por ejemplo, capaz de detectar también en el intervalo de los nanosegundos), y la capacidad de muestrear un amplio intervalo de parámetros simultáneamente. Además, los sensores discretos tienen beneficios que se relaciona con su coste, fiabilidad, flexibilidad de diseño y mantenimiento y reparación. El TWS 100 también puede depender de criterios adicionales para la clasificación o para filtrar el ruido, tales como, por ejemplo, tener en cuenta la información relativa a la temporización. Por ejemplo, si tres módulos de sensores 106 diferentes (es decir, en unidades de sensor 102 diferentes) reciben radiación entrante sustancialmente de manera concurrente, entonces se determina qué módulo de sensor 106 detectó la radiación primero (junto con información adicional), y entonces se procede a analizar solamente los datos del primer módulo de sensor 106 de llegada. Se observa que el análisis tanto de las características espectrales como de las temporales sirve para minimizar la tasa de falsas alarmas (FAR) del TWS 100, por ejemplo, evitando falsas detecciones de destellos de fotografía, destellos de relámpagos, reflejos solares y similares. Se observa además que el canal de detección puede diferir entre las detecciones de eventos de destello y las detecciones de transmisión láser activa para un sensor dado, en que cada sensor alimenta datos a diferente circuitería de amplificación que se relaciona con los diferentes mecanismos de detección de amenazas. También se pueden usar al menos alguna de la misma circuitería de sensor para la detección de ambos tipos de eventos.
- 25 En el procedimiento 214, la amenaza entrante se identifica y se caracteriza usando las características de la radiación entrante. Con referencia a la Figura 1, el procesador 136 (y/u opcionalmente el procesador 130) determina el tipo de amenaza y/u otra información relevante acerca de la amenaza que se acerca, en base a la clasificación de la

- radiación entrante como un evento de destello o como una transmisión láser, así como las características de radiación detectadas. Por ejemplo, la radiación entrante se puede identificar como resultante de un telémetro láser (LRF), un designador de objetivo láser (DES) o una transmisión de guía láser de conducción de haz (BR), si la radiación activó un detector de impacto 112 particular asociado con el tipo de amenaza respectivo (por ejemplo, si se activó un detector de impacto 112 BR específico, entonces la detección correspondiente se puede considerar una transmisión BR). Además, el establecimiento del tipo de amenaza se puede realizar en base a una combinación particular de los parámetros de radiación asociados con ese tipo de amenaza (por ejemplo, longitud de onda, duración, forma del pulso, ángulo de llegada, intensidad), incluso si la radiación activó múltiples tipos de sensores 112, 114, 116, 118, 120, 122.
- El procesador 130 puede hacer corresponder los pulsos de entrada generando un patrón de firma según las características del pulso detectado, y posteriormente usar la correspondencia para identificar o caracterizar la amenaza asociada. Por ejemplo, el procesador 130 puede generar una correspondencia temporal de cada pulso que modela las características del pulso en función del tiempo, tal como la frecuencia, la amplitud, la intensidad, la modulación y similares. La correspondencia de pulsos temporal se puede comparar entonces con una base de datos 138, que incluye información que asocia diferentes tipos de amenazas con características de señal. Si una correspondencia de pulsos o una secuencia de correspondencias de pulsos coincide con un registro de amenaza de la base de datos en un grado seleccionado (por ejemplo, si un número predeterminado de características de correspondencia corresponde a las características del registro de la base de datos), entonces el pulso se asocia con esa amenaza particular. La base de datos también puede incluir información que asocia diferentes tipos de ruido o señales de interferencia con características de pulso, permitiendo la identificación de tal ruido o interferencia. La base de datos puede incluir además datos complementarios para cada registro de amenaza, tal como una clasificación de gravedad de la amenaza, posibles fuentes enemigas, opciones de respuesta y similares. Un ejemplo de una técnica de correspondencia de pulsos y de caracterización de amenazas se describe en la Publicación de Solicitud de Patente PCT N° WO2012/093399 titulada "Laser Threat Warning System and Method". Una vez que se identifica la amenaza, el TWS 100 puede proceder a determinar información adicional en tiempo real acerca de la amenaza (por ejemplo, la velocidad, el alcance, la ubicación y la dirección) y preparar la implementación de una contramedida apropiada. La identificación y clasificación de amenazas se puede implementar mediante al menos un mecanismo de clasificación de amenazas dedicado, que puede estar integrado dentro del módulo de procesamiento 108 y/o la unidad de control central 104, en lugar de, o además, de los procesadores 130, 136. La unidad de control central 104 puede generar archivos de registro detallados de datos operativos (por ejemplo, información acerca de la radiación detectada, marcas de tiempo, tipos de amenazas identificadas, perfiles de amenazas, precisión de identificación y similares), permitiendo realizar informes futuros e implementar ajustes al TWS 100 según sea necesario.
- El funcionamiento del TWS 100 implica un consumo de energía promedio relativamente bajo, dado que la mayoría de los sensores (114, 116, 118, 120, 122) están frecuentemente en modo de espera y desactivados, y solamente llegan a estar activos después de recibir un desencadenamiento de los sensores de impacto 112. Por ejemplo, un sensor que opera a tiempo completo a pleno rendimiento (mientras que se está detectando una amenaza) puede consumir aproximadamente 10W de potencia, mientras que en el modo de espera el consumo de energía puede ser órdenes de magnitud menor, tal como de aproximadamente 100 mW. Como resultado, el TWS 100 puede operar durante mucho tiempo usando solamente baterías. Además, la naturaleza integrada de doble propósito del TWS 100, es decir, la capacidad de obtener información con respecto tanto a un evento de destello como a una transmisión láser activa por una amenaza potencial, mejora inherentemente la fiabilidad del sistema y reduce la tasa de falsas alarmas para la detección de amenazas que se acercan. Por ejemplo, si tanto un evento de destello como una transmisión láser activa ocurren de manera sustancialmente simultánea, entonces el TWS 100 puede determinar que ambos están asociados con una única amenaza (por ejemplo, un misil guiado por láser que genera un destello de lanzamiento durante la parte inicial de su transmisión láser). El TWS 100 puede aplicar diferentes tipos de advertencias para los eventos de destello, para las transmisiones de láser activas y para ambos eventos juntos, y puede usar la información de cada tipo de evento para mejorar el análisis de las amenazas, tal como para proporcionar una estimación de la distancia actual de la amenaza que se acerca.
- La unidad de sensor 102 se puede fabricar y proporcionar por separado de la unidad de control central 104, que se puede realizar como un producto disponible comercialmente (COTS). La capacidad de conectar la unidad de sensor 102 a la unidad de control central 104 mediante un canal inalámbrico, que permite que estos componentes estén distribuidos en ubicaciones separadas, se habilita por el modo de espera/desencadenamiento de sensor y las características de bajo consumo de energía de la técnica descrita, así como las cantidades relativamente pequeñas de transmisión de datos implicadas.
- Según otra realización de la técnica descrita, los sensores discretos del módulo de sensor 106 se pueden utilizar únicamente con el propósito de detección de eventos de destello. Mientras que el TWS 100 tratado anteriormente es un sistema de advertencia integrado de doble propósito operativo para detectar tanto eventos de destello como transmisiones láser asociados con una amenaza potencial, los mismos componentes del TWS 100 se pueden limitar a la detección de eventos de destello solamente. En particular, tal sistema incluiría los mismos tipos de sensores discretos, tales como sensores de reconocimiento de impacto, sensores espectrales, sensores de frecuencia, sensores de acimut y/o sensores de elevación, que se configuran para detectar diferentes aspectos de la radiación

recibida. Los parámetros detectados entonces se procesan para determinar si la radiación está asociada con un evento de destello, de una manera similar a la que se ha tratado anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de advertencia de amenazas dual (100), operativo para detectar un evento de destello de una fuente de amenaza y además operativo para detectar una transmisión láser de una fuente de amenaza, caracterizado por que el sistema comprende:
- 5 al menos un módulo de sensor (106), operativo para recibir la radiación entrante, dicho módulo de sensor (106) que comprende sensores discretos que comprenden:
- al menos un sensor de reconocimiento de impacto (112) discreto, operativo para detectar la presencia de un pulso láser incidente de dicha radiación entrante;
- 10 al menos un sensor espectral (118) discreto, operativo para detectar si el intervalo espectral de dicha radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado; y
- al menos un sensor de frecuencia (120) discreto, operativo para detectar si la frecuencia de dicha radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado;
- dicho módulo de sensor (106) que comprende además al menos un filtro (124, 126), operativo para filtrar dicha radiación entrante según al menos un criterio de filtrado, y
- 15 un procesador (130), acoplado con dicho módulo de sensor (106), dicho procesador (130), operativo para determinar, usando dichos sensores discretos, si dicha radiación entrante es resultante de un evento de destello que comprende un destello de luz asociado con el lanzamiento de un amenaza, y si dicha radiación entrante es resultante de una transmisión láser activa que comprende radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, en base a las características espectrales y a las características temporales de dicha radiación entrante, por lo que un evento de destello tiene una duración del orden de milisegundos, mientras que las transmisiones láser activas tienen una duración del orden de nanosegundos,
- 20 en donde dichos sensores discretos están configurados para muestrear a una tasa de muestreo capaz de detectar hasta un intervalo de nanosegundos, para habilitar tanto la detección de eventos de destello como la detección de transmisión láser activa usando dichos sensores discretos.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho módulo de sensor (106) comprende además al menos un sensor seleccionado del grupo que consiste en:
- una pluralidad de sensores angulares de acimut (114), operativos para detectar el ángulo de acimut de llegada de dicha radiación entrante;
- 30 una pluralidad de sensores angulares de elevación (116), operativos para detectar el ángulo de elevación de llegada de dicha radiación entrante; y
- una pluralidad de sensores de potencia (122), operativos para detectar la intensidad de dicha radiación entrante.
3. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho filtro comprende un filtro de longitud de onda (124), acoplado con al menos uno de dichos sensores de reconocimiento de impacto (112), dicho filtro de longitud de onda (124) operativo para filtrar las longitudes de onda seleccionadas de dicha radiación entrante.
- 35 4. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho módulo de sensor (106, 102B) comprende sensores dispuestos a lo largo de un perímetro circular a través de un plano acimutal y operativos para obtener una cobertura de detección de acimut de 360°.
5. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho sensor de reconocimiento de impacto (112) opera en un estado activado durante el modo de sistema de espera y desencadena la activación de al menos un subconjunto de otros sensores de dicho módulo de sensor tras la detección de dicha radiación entrante.
- 40 6. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho procesador (130) también está operativo para identificar y caracterizar una amenaza entrante usando las características de dicha radiación entrante.
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos un sensor (112, 118, 120) de dicho módulo de sensor (106) se selecciona de la lista que consiste en:
- 45 un sensor de silicio (Si);
- un sensor de arseniuro de galio indio (InGaAs); y
- un sensor de InGaAs extendido.

8. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos un sensor (112, 118, 120) de dicho módulo de sensor (106) comprende múltiples máscaras codificadas con un patrón de matriz de código Gray.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde dicho módulo de sensor (106) está comprendido en una unidad de sensor (102), y dicho procesador (130) está comprendido en una unidad de control (104) situada en una ubicación separada de dicha unidad de sensor (102), dicha unidad de control (104) que está acoplada de manera inalámbrica con dicha unidad de sensor (102).
10. El sistema de la reivindicación 1, en donde al menos una parte de dicho sistema (100) está instalada en una estructura seleccionada de la lista que consiste en:
- un vehículo;
 - un vehículo militar blindado (150);
 - una aeronave;
 - una embarcación marina;
 - un puesto de guardia;
 - una plataforma móvil; y
 - una plataforma estacionaria.
11. El sistema de la reivindicación 1, que comprende diferentes canales de detección entre detecciones de eventos de destello y detecciones de transmisión láser activa para un sensor dado, en el que cada sensor alimenta datos a diferente circuitería de amplificación que se relaciona con diferentes mecanismos de detección de amenazas.
12. Un método de advertencia de amenazas dual, para detectar un evento de destello de una fuente de amenaza y para detectar una transmisión láser de una fuente de amenaza, caracterizado por que el método comprende los procedimientos de:
- recibir (202) radiación entrante en al menos un módulo de sensor que comprende sensores discretos;
 - filtrar (204) dicha radiación entrante según al menos un criterio de filtrado;
 - detectar (206) la radiación entrante filtrada en al menos un sensor de reconocimiento de impacto discreto de dicho módulo de sensor;
 - detectar (210) si el intervalo espectral de dicha radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado, con al menos un sensor espectral discreto de dichos módulos de sensores;
 - detectar (210) si la frecuencia de dicha radiación entrante está por encima o por debajo de un punto de ajuste especificado, con al menos un sensor de frecuencia discreto de dichos módulos de sensores;
 - determinar (212), usando dichos sensores discretos, si dicha radiación entrante es resultante de un evento de destello que comprende un destello de luz asociado con el lanzamiento de una amenaza, y si dicha radiación entrante es resultante de una transmisión láser activa que comprende una radiación láser transmitida por una fuente de amenaza, en base a las características espectrales y las características temporales de dicha radiación entrante, por la que un evento de destello tiene una duración del orden de milisegundos, mientras que las transmisiones láser activas tienen una duración del orden de nanosegundos, en donde dichos sensores discretos están configurados para muestrear a una tasa de muestreo capaz de detectar hasta un intervalo de nanosegundos, para habilitar tanto la detección de eventos de destello como la detección de transmisión láser activa usando dichos sensores discretos.
13. El método de la reivindicación 12, que comprende además el procedimiento de desencadenar (208) la activación de al menos un subconjunto de otros sensores de dicho módulo de sensor tras la detección de dicha radiación entrante.
14. El método de la reivindicación 12, que comprende además el procedimiento de determinar al menos otro parámetro de dicha radiación entrante seleccionado de la lista que consiste en:
- ángulo de acimut de llegada, con una pluralidad de sensores de acimut;
 - ángulo de elevación de llegada, con una pluralidad de sensores de elevación; e
 - intensidad, con una pluralidad de sensores de potencia.

15. El método de la reivindicación 12, en donde dichos criterios de filtrado comprenden el filtrado de longitud de onda.
16. El método de la reivindicación 12, que comprende además el procedimiento de identificación y caracterización (214) de una amenaza entrante usando las características de dicha radiación entrante.
- 5 17. El método de la reivindicación 12, en donde dicha radiación entrante se encamina a través de diferentes canales de detección entre las detecciones de eventos de destello y las detecciones de transmisión láser activa para un sensor dado, en el que cada sensor alimenta datos a diferente circuitería de amplificación que se relaciona con diferentes mecanismos de detección de amenazas.

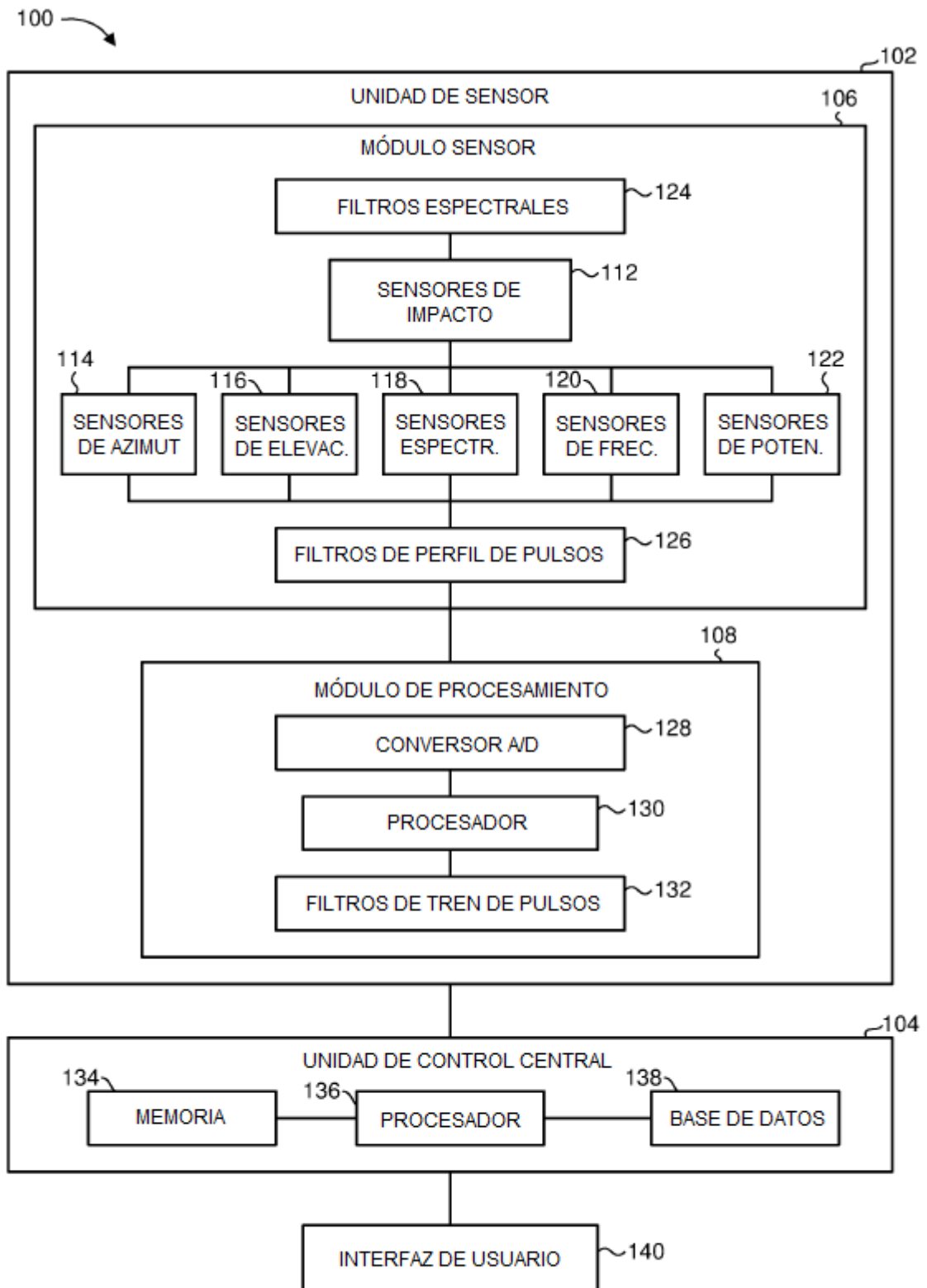


FIG. 1

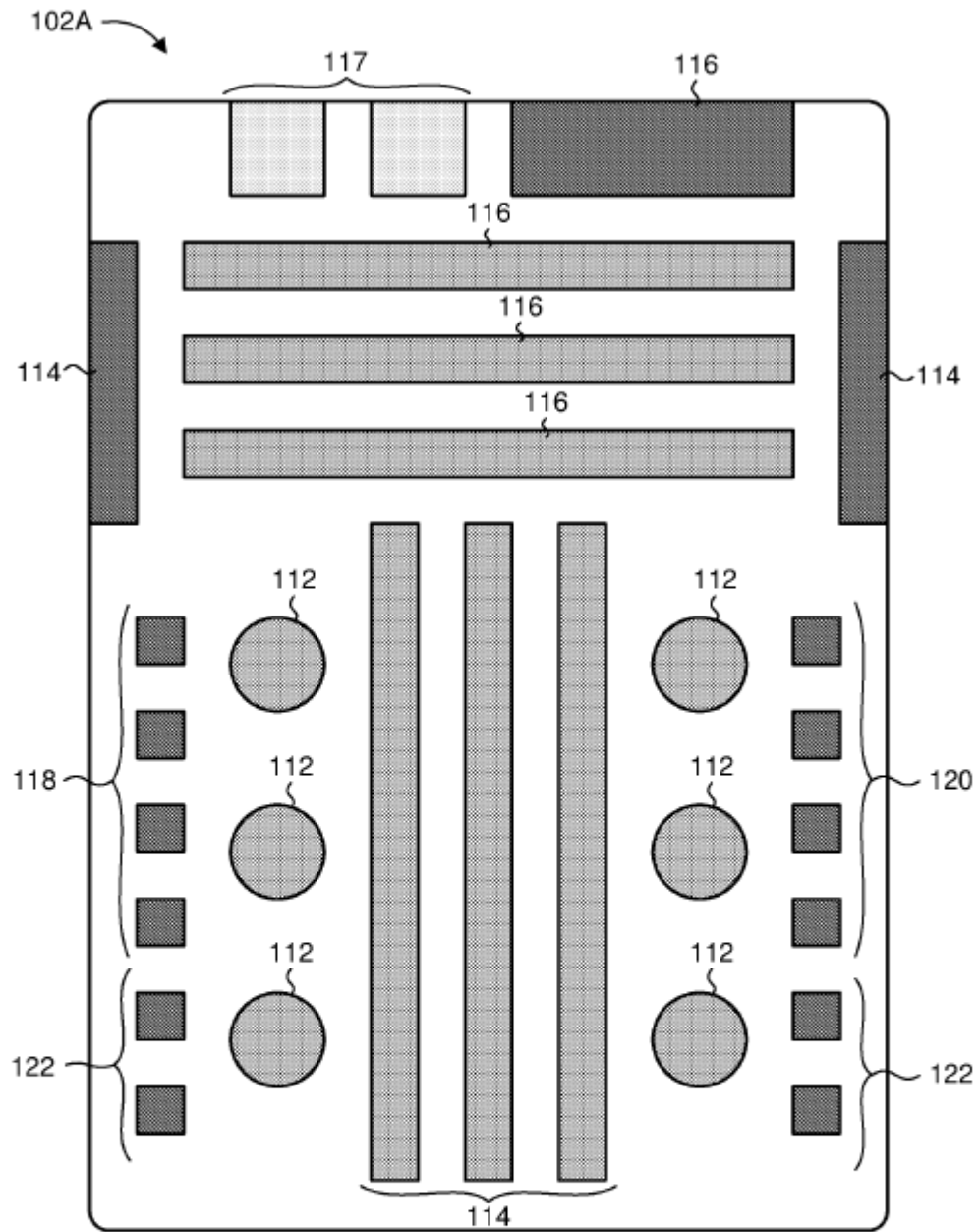


FIG. 2A

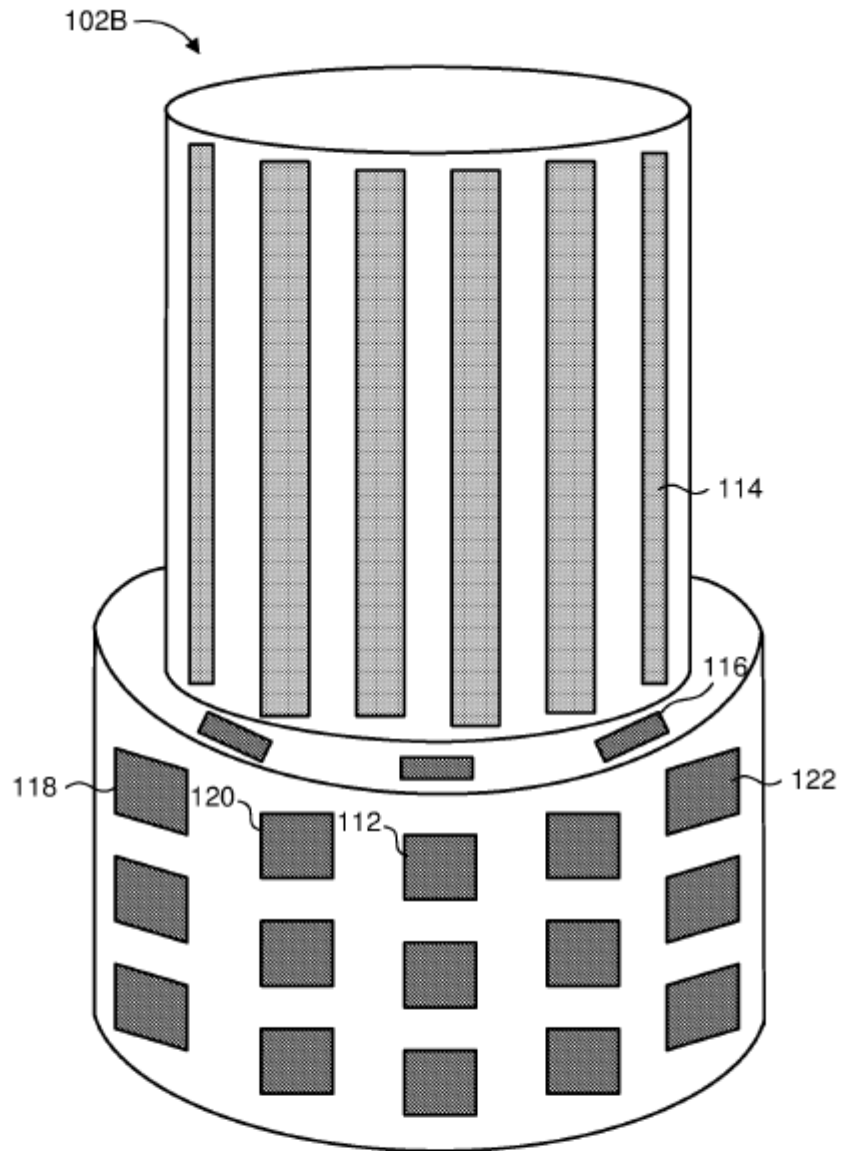


FIG. 2B

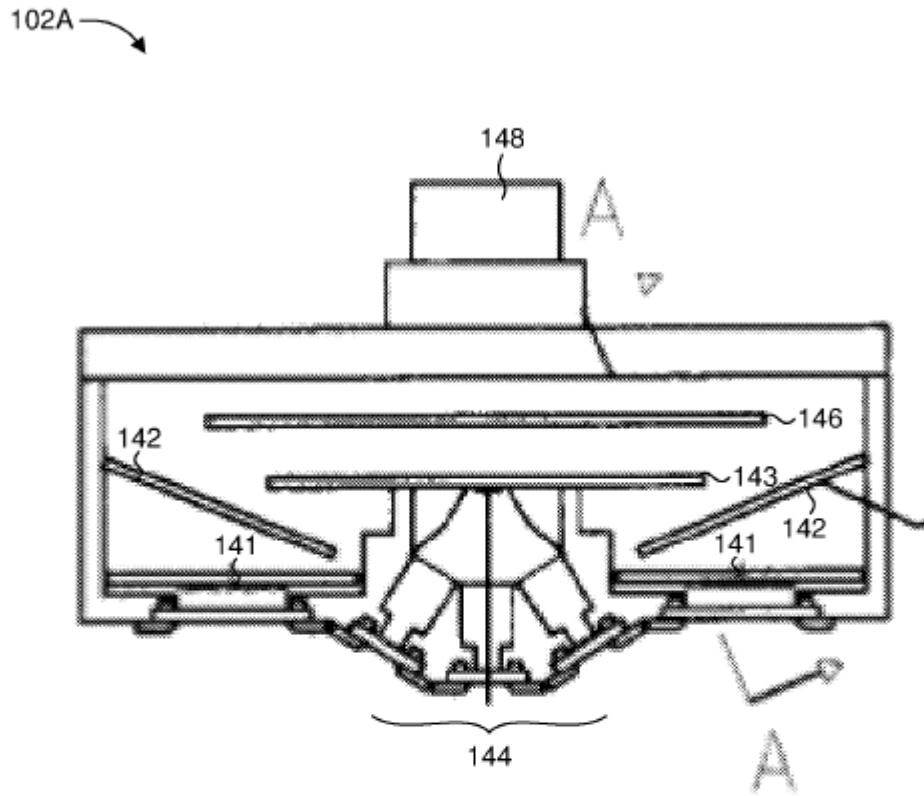


FIG. 3

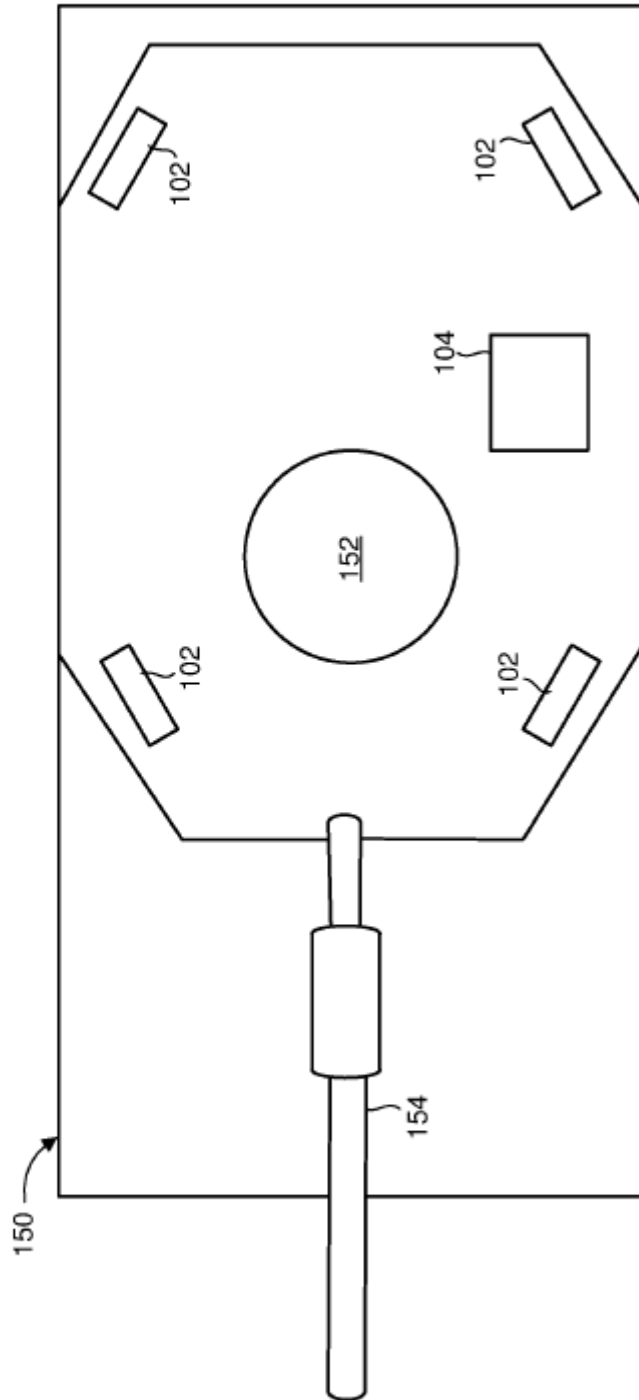


FIG. 4

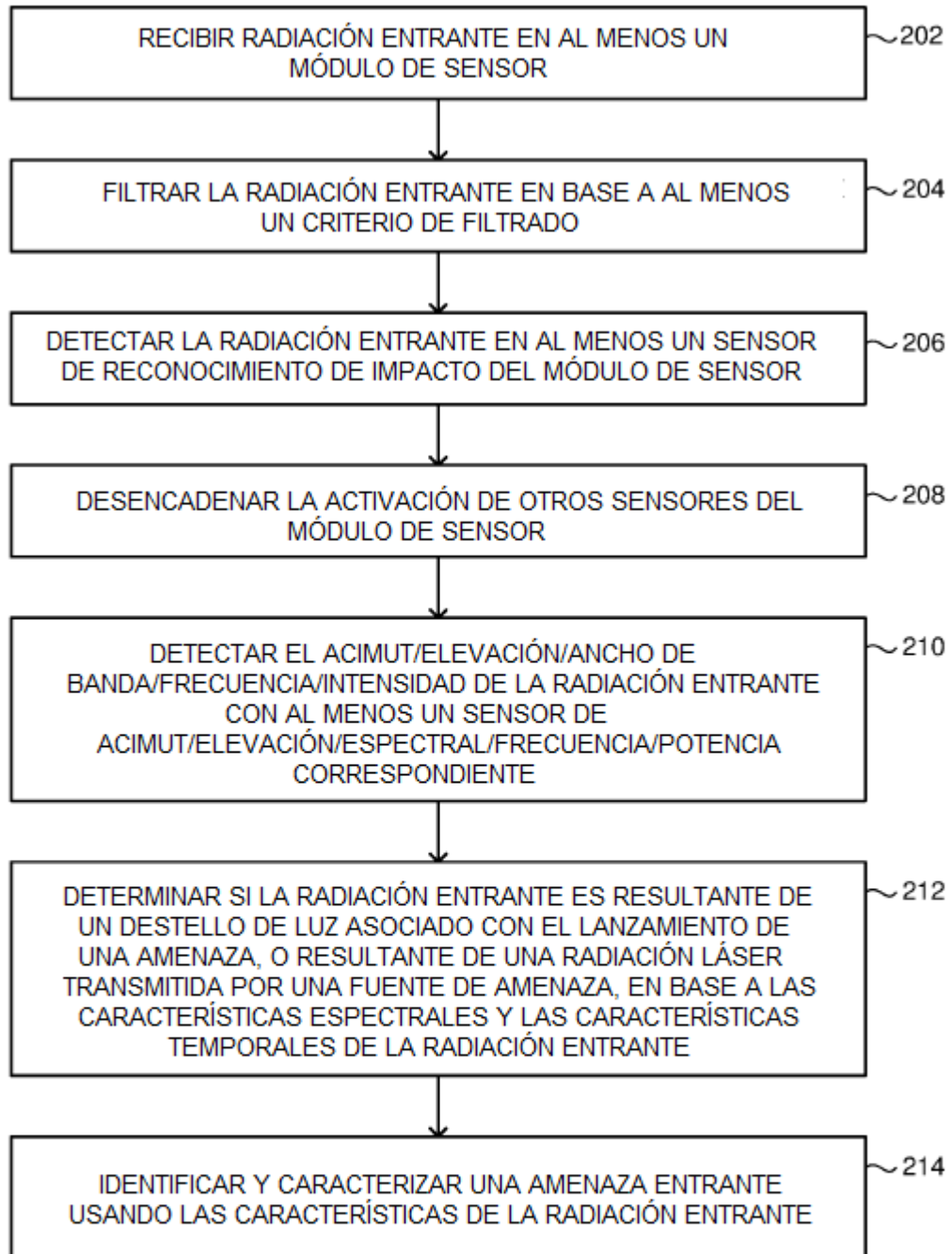


FIG. 5