

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 637**

51 Int. Cl.:

**G01S 3/784** (2006.01)

**G01S 7/48** (2006.01)

**G01J 1/04** (2006.01)

**G01J 1/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2013 PCT/DE2013/000656**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14075652**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2013 E 13823921 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 2920603**

54 Título: **Sensor para detectar y localizar fuentes de radiación láser**

30 Prioridad:

**14.11.2012 DE 102012022258**

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

**17.03.2020**

73 Titular/es:

**HENSOLDT SENSORS GMBH (100.0%)  
Willy-Messerschmitt-Straße 3  
82024 Taufkirchen, DE**

72 Inventor/es:

**GÜHNE, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 748 637 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**

Sensor para detectar y localizar fuentes de radiación láser

La invención se refiere a un sensor para detectar y localizar fuentes de radiación láser según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Se emplean aparatos de láser en el campo militar para diferentes objetivos. Para la protección y la toma de contramedidas se requieren sensores, que puedan descubrir y localizar prematuramente y con seguridad fuentes de láser. Tales sensores se conocen, por ejemplo, a partir de las solicitudes de los documentos DE 33 23 828 C2 y DE 35 25 518 C2, los cuales se utilizan para la detección y localización de fuentes de láseres pulsados tal como se utilizan para telémetros, marcadores de objetivos o láseres de mezcla, así como a partir del documento EP 0283538  
10 A1, que también puede detectar además la radiación de láseres de onda continua modulados, por ejemplo, los de las armas montadas con radiación láser.

En la solicitud de patente adicional DE 102007024051 A1, se integran elementos de difracción ópticos en un sistema óptico y se aprovechan para la detección de radiación láser. La imagen de difracción producida se configura en una matriz de un campo de imagen. Al mismo tiempo, el elemento óptico de difracción vela por la difracción de toda la radiación óptica incidente en múltiples órdenes. Se difracta cada longitud de onda con un ángulo diferente, que aumenta con la longitud de onda. Además se difracta la luz coherente de un láser en una muestra puntual, mientras que la luz incoherente de banda ancha se ensancha espectralmente y forma tiras en el plano de la imagen, las cuales separan radialmente del punto de imagen sin difractar de la fuente luminosa (orden 0.) La muestra puntual generada por la radiación láser (por ejemplo, en forma de una retícula) se modifica en su tamaño (por ejemplo, la separación de los puntos de la retícula) con la longitud de onda.  
15  
20

Por medio de un algoritmo de evaluación de imágenes, se identifica la imagen de la difracción. De ese modo pueden diferenciarse las fuentes de láser de fuentes espectralmente anchas de banda. Adicionalmente, se pueden determinar la posición y la longitud de onda del láser por la posición de los órdenes de difracción en la matriz del campo la imagen, es decir las coordenadas de píxel (x, y), así como la separación de los puntos de los órdenes de difracción.  
25

El hecho de que la muestra de difracción aumente con la longitud de onda, tiene sin embargo visibles inconvenientes para el diseño del sistema de un sensor para detectar las fuentes de radiación láser. Eso se explica más detalladamente en la figura 1. Se han representado dos muestras de difracción con forma de retícula compuestas respectivamente por nueve puntos, que se configuran cada una en la matriz 31 del campo de imagen de un detector 30. En la imagen izquierda se puede ver la muestra de difracción con la máxima longitud de onda, en la imagen derecha, con la longitud de onda mínima (los datos "mínima" y "máxima" se refieren al campo de longitud de onda operativo del sensor). La región del campo 35 visual del sensor representa la sección del detector, en la que puede moverse el orden 0. de la fuente de láser a ser vigilada y deja aún para todas las longitudes de onda del campo de longitudes de onda el aviso de una imagen de difracción completa en el detector 30.  
30

35 Como se reconoce a partir de la figura 1, bastaría la zona central sin rayar del detector para representar la completa imagen de difracción en caso de la incidencia de la longitud de onda mínima. La zona rayada, circundante de la matriz del campo de imagen es adicionalmente necesaria para poder configurar la muestra completa de difracción para todas las longitudes de onda de láser, que se encuentran en el campo 35 visual del sensor.

40 Si se establece como condición que no se ha de pasar por debajo de una superficie mínima para la configuración del campo 35 visual del sensor, entonces debe aumentarse en consecuencia la superficie total del sensor en consonancia para posibilitar la cobertura de una gran zona espectral.

De ello resulta: la matriz del campo visual se ha de dimensionar convenientemente grande para cubrir toda la anchura de banda de las longitudes de onda relevantes. El campo 35 visual del sensor sólo aprovecha una pequeña sección de toda la matriz del campo visual, el resto de la superficie del detector debe reservarse para la configuración de los órdenes de difracción. La cantidad no aprovechable para el campo visual es tanto mayor, cuanto mayor sea la zona espectral, que ha de cubrir el sensor.  
45

Como elementos de difracción ópticos se aplican entre otros hologramas de fase, llamados kinoformas. El documento EP 1 770 349 A1 describe, por ejemplo, tales kinoformas en un localizador de objetivos asistido por láser. Las kinoformas crean en la luz incidente una modulación de fases, que da lugar a la muestra de interferencias deseada en el plano de imagen. Los hologramas se cauterizan en vasos ópticos. La diferencia de recorrido que sufre la luz al paso de la superficie estructurada vela por un desplazamiento de fases, que provoca una interferencia destructiva o bien constructiva para generar la deseada distribución de luz en el plano de imagen. A causa de la dispersión de los vasos, tales elementos de difracción operan óptimamente sólo para una longitud de onda diseñada determinada, de modo que se puedan aplicar con sentido en relación con la actuación óptica y el tamaño de la muestra de difracción dentro de una zona operativa espectral relativamente limitada.  
50  
55

En la publicación de J. Bengtsson "Kinoforms designed to produce different fanout patterns for two wavelenghts" en APPLIED OPTICS, 10 of April 1998, Vol. 37, No. 11, se describe la realización de kinoformas, que generan dos

diferentes imágenes de difracción en función de la longitud de onda. El principio de funcionamiento de una kinoforma es la modulación de fases específica de la longitud de onda, que da lugar a la muestra de interferencias deseada en el plano de imagen. Por ello, semejante elemento óptico difractivo sólo opera óptimamente para una longitud de onda diseñada. Si la longitud de onda se desvía ahora fuertemente de la longitud de onda diseñada, eso tiene forzosamente influencia en la imagen de la difracción. No sólo se modifica con la longitud de onda, sino que se modifica asimismo la distribución espacial de las interferencias constructiva y destructiva. Últimamente eso tiene como consecuencia que se modifica la distribución de energía en el plano de imagen. Dos principios físicos, a los se hace referencia en la citada publicación, son decisivos para ello. Si no se tiene en cuenta la diferencia muy pequeña en la dispersión, se modifica por un lado la longitud del periodo con la longitud de onda. Por otro lado, el desplazamiento de fase tras el paso por la kinoforma es función de la longitud de onda. En las kinoformas convencionales, son efectos más bien indeseados, pero en la citada publicación se aprovechan dichos principios selectivamente para diferenciar mediante elementos de difracción ópticos la luz de diferente longitud de onda, el color respectivo (en la visible). En esa publicación se consideraron diversos métodos para aprovechar esos principios físicos para el diseño de kinoformas. Se posibilita una diferenciabilidad de diferentes colores, de respectivas bandas espectrales.

El documento US 5.227.859 A describe un detector de radiaciones, que comprende un elemento óptico holográfico. Este último está construido de tal modo que luz coherente incidente de diferentes bandas de longitud de onda se articule en diferentes segmentos de un detector sensible a la radiación.

Se le plantea a la invención la misión de crear un dispositivo sensor genérico, que se pueda construir de forma compacta y se pueda aplicar en una ancha zona operativa espectral.

Dicha misión se cumple con el dispositivo según la reivindicación 1. Realizaciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

Según la invención, se divide la zona operativa espectral del sensor en varias zonas operativas espectrales, por ejemplo, dos. Para ello, se estructura el elemento de difracción óptico, en especial una kinoforma, de tal modo que genere muestras de difracción mutuamente en torsión a partir de luz de bandas de longitud de onda diferentes. No se modifica pues sólo el tamaño de una muestra de difracción en función de la longitud de onda, sino que, con la transición a una nueva banda de longitud de onda, resulta una torsión de la propia muestra de difracción.

Cada muestra de difracción por sí misma se modifica en cuanto a su tamaño – como en los conocidos elementos de difracción – con la longitud de onda del láser. Con ello, es además posible la determinación de la longitud de onda de láser.

Las estructuras superficiales necesarias para la invención del elemento de difracción óptico se pueden cauterizar de modo habitual en los materiales del sustrato, por ejemplo, vasos, y pueden fabricarse por consiguiente también en mayores números de piezas.

Se dimensiona de modo especialmente ventajoso el elemento de difracción de manera que las distancias entre los distintos órdenes de difracción, también en mayores bandas de longitud de onda, no se modifiquen o lo hagan solamente poco. La extensión de la muestra de difracción queda pues en todas las bandas de longitud de onda aproximadamente de igual tamaño. Ventajosamente deberían coincidir las extensiones máxima y mínima de cada una de las muestras de difracción. Además la modificación de la extensión dependiente de la longitud de onda también puede ajustarse dentro de la misma banda de longitud de onda comparativamente pequeña.

Por esas medidas, se elimina la proporción de la superficie de detector, que no es útil para el campo visual del sensor, se minimiza en toda la zona de longitudes de onda operativa y se elimina el inconveniente indicado de los elementos de difracción ópticos habituales.

Como resultado se realiza un sensor láser más compacto, que puede aplicarse por toda una ancha zona operativa espectral.

Con la solución según la invención se puede codificar por tanto la longitud de onda con dos parámetros:

- por la muestra de difracción generada,
- por la distancia de los órdenes de difracción dentro de la muestra de difracción.

Mediante un tratamiento de la imagen, se puede detectar la diferente torsión de las muestras de difracción así como la distancia de los distintos órdenes de difracción.

La invención presenta la siguiente ventaja adicional:

Si se desea dimensionar una kinoforma para una gran zona operativa espectral, eso da lugar generalmente a una caída de las propiedades ópticas, cuanto más se diferencie la longitud de onda utilizada de la longitud de onda diseñada fijada. Concretamente, eso significa que la eficiencia de la difracción de la luz láser en los órdenes de difracción cae fuertemente y, por consiguiente, el rendimiento luminoso para la luz láser desciende fuertemente. En

consonancia eso hace más difícil la detección del láser en la subsiguiente cadena de tratamiento. Por la distribución según la invención en múltiples zonas operativas espectrales, se supera ese inconveniente general de los conocidos sensores, pues se dispone en adelante para cada banda de longitud de onda respectivamente de una longitud de onda de diseño semejante, que permiten generar en cada banda respectiva una imagen de difracción con rendimiento óptimo en los órdenes de difracción.

5

La invención se explica a base de ejemplos de realización con referencia a las figuras. Lo muestran las figuras:

Figura 1 la imagen de difracción de un elemento de difracción óptica convencional con longitudes de onda máxima y mínima, como se ha descrito en la introducción de la descripción;

10 Figura 2 dos diferentes imágenes de difracción de distintas bandas de longitudes de onda según la invención; y

Figura 3 una sección transversal a través de un dispositivo según la invención.

15 La figura 2 muestra un ejemplo para la generación de dos muestras de difracción diferentes en la incidencia de dos diferentes bandas de longitudes de onda (sin coincidencia de escala con la figura 1). Deben generarse éstas con el mismo elemento de difracción. Las dos muestras de difracción se diferencian entre sí por que están a una torsión de 45° entre sí alrededor del eje de simetría. Un tratamiento de la imagen detecta esa torsión y ordena la muestra de difracción a la banda de longitud de onda referida. Además, puede realizarse por la distancia de las disposiciones de la difracción, dentro de la muestra de difracción, una determinación de la longitud de la onda láser. Se reconoce también que, aunque las muestras de difracción se generaron con diferentes longitudes de onda, la extensión de la muestra de difracción permanece igual.

20 La figura 3 muestra a modo de ejemplo la estructura de un dispositivo según la invención. Comprende un paso de radiación, un elemento 10 óptico de difracción por delante de una óptica 20 estándar y un detector 30 con matriz 31 de campo imagen. El detector 30 está unido a un dispositivo 40 de tratamiento de imágenes, que reconoce una muestra de difracción generada por el elemento 10 de difracción en la matriz 31 del campo de imagen y asignada a una determinada banda de longitudes de onda.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Sensor para detectar y localizar fuentes de radiación láser con
- un detector (30) sensible a la radiación dispuesto en el campo de la imagen de una óptica (20) reproductora de imágenes;
- 5
- un dispositivo (40) de tratamiento de imágenes electrónico conectado al detector (30);
  - un elemento (10) de difracción óptico dispuesto en la trayectoria de los rayos, caracterizado por que
- 10
- las propiedades de la difracción del elemento (10) de difracción óptico se han realizado de tal modo que la luz láser incidente de diferentes bandas de longitudes de onda genere, en cada caso, muestras de difracción mutuamente en rotación, donde las muestras de la difracción asignadas a las distintas bandas de longitudes de onda se diferencian por una torsión alrededor de un eje de simetría de una muestra de difracción y el dispositivo (40) de la evaluación de señal electrónico se ha configurado de tal modo que detecta y evalúa la torsión de la muestra de difracción.
2. Sensor según la reivindicación 1, caracterizado por que las propiedades de la difracción del elemento de difracción se han configurado de tal modo que
- 15
- la extensión de las muestras de difracción de una banda de longitudes de onda respectiva a longitud de onda máxima es básicamente igual para todas las bandas de longitudes de onda, y
  - la extensión de las muestras de difracción de una banda de longitudes de onda es básicamente igual para todas las bandas de longitudes de onda.
- 20
3. Sensor según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el elemento de difracción óptico es una kinoforma.

Fig. 1

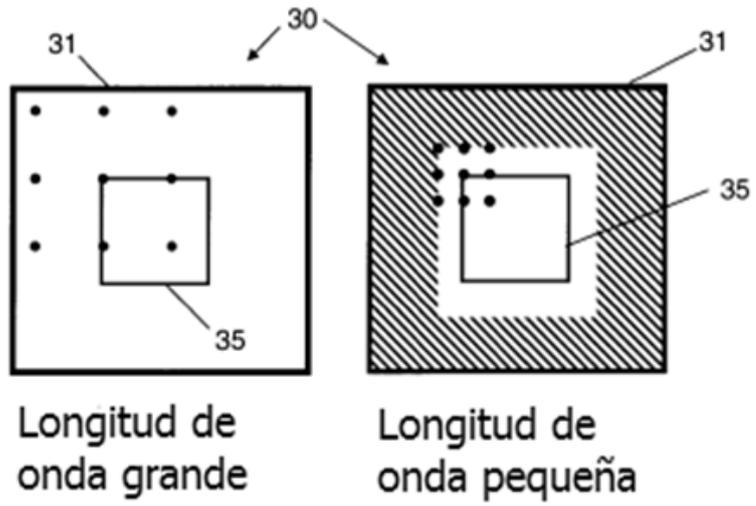


Fig. 2



