

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 432**

21 Número de solicitud: 200800139

51 Int. Cl.:

G01J 9/00

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22

Fecha de presentación: **27.09.2007**

43

Fecha de publicación de la solicitud: **30.11.2011**

Fecha de la concesión: **19.04.2012**

45

Fecha de anuncio de la concesión: **03.05.2012**

45

Fecha de publicación del folleto de la patente:
03.05.2012

73

Titular/es:

**UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA**

**Centro de Innovación e Transferencia de
Tecnoloxía. Edificio EMPRENDIA - Campus Sur
15782 Santiago de Compostela, A Coruña, ES**

72

Inventor/es:

**ACOSTA PLAZA, EVA y
SOTO BUA, MARCOS**

74

Agente/Representante:

No consta

54

Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA MEDIDA DE LA DERIVADA DIRECCIONAL DE LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y DISPOSITIVO PARA SU PUESTA EN PRÁCTICA.**

57

Resumen:

Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética y dispositivo para su puesta en práctica. Caracterizado por detectar la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz y estimar la derivada direccional mediante una combinación lineal determinada de las medidas de intensidad. Dicha combinación lineal depende únicamente del número de planos en los que se detecta la intensidad y minimiza el error de estimación de la derivada direccional de la intensidad debido al error en las medidas de intensidad. Es de aplicación en control de calidad de componentes ópticos, óptica activa y adaptativa, microscopia electrónica, detección de fase mediante rayos X y haces de neutrones.

Figura 1

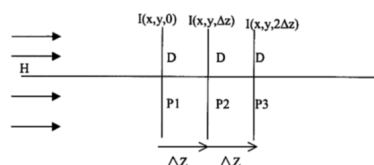
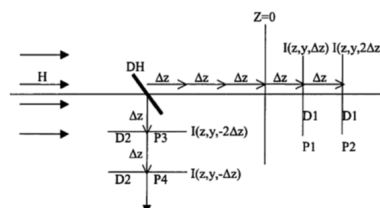


Figura 2



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

ES 2 369 432 B2

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética y dispositivo para su puesta en práctica.

Sector de la técnica

Esta invención se dirige principalmente al sector de determinación cuantitativa de fases de campos de ondas, que incluye, sin pretensión de exhaustividad, el control de calidad de componentes ópticos, óptica activa y adaptativa, microscopía electrónica, detección de fase mediante rayos X y mediante haces de neutrones.

Estado de la técnica

Cuando las ondas se propagan en un medio determinado, su amplitud y su fase sufren modificaciones en mayor o menor grado, acumulando información acerca del medio que atraviesa. Es entonces cuando la obtención de la fase de las ondas a la salida del objeto o medio dispersivo es esencial para reunir información acerca del mismo.

La fase de una onda electromagnética puede obtenerse utilizando variedad de métodos. Por ejemplo, la holografía y la interferometría permiten caracterizar con precisión la forma del frente de onda a partir de patrones de interferencia siempre que las condiciones particulares de la situación experimental así lo permita. Existe, sin embargo un gran número de situaciones de interés en las que no son aplicables este tipo de técnicas. Así sucede en aquellos casos en los que no se dispone de una onda de referencia adecuada con las características necesarias de coherencia respecto a la onda que se desea estudiar. Este tipo de situaciones se presentan de forma habitual en los ámbitos de aplicación mencionados en el sector de la técnica.

El descubrimiento de la Ecuación de Transporte de Intensidad (ETI), que permite evaluar la fase de una onda a partir de los valores de la derivada direccional de su intensidad [M. R. Teague, "Irradiance moments: their propagation and use for unique phase retrieval of phase", J. Opt. Soc. Am. vol. 72(9), pp. 1199-1209 (1982), M. R. Teague, "Deterministic phase retrieval: a Green's function solution", J. Opt. Soc. Am. vol. 73, pp. 1434-1441 (1983)] supone el comienzo del desarrollo de dispositivos que estiman en un conjunto de puntos de un plano del espacio la derivada direccional de la intensidad a con la ayuda de detectores de radiación que permiten la medida de la intensidad de la radiación en un conjunto de puntos de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz. Entre otras ventajas, este procedimiento de recuperación de fase permite evitar el uso de ondas de referencia coherentes con las ondas que se desea estudiar, de forma que se pueden utilizar no sólo fuentes policromáticas si no también extensas.

Para la determinación experimental de los valores de la derivada direccional de la intensidad de la fase se mide en primer lugar la intensidad de la radiación en dos planos paralelos y ortogonales a la dirección de propagación de las ondas. La derivada direccional se estima con lo que se conoce como aproximación en diferencias finitas a primer orden central, progresiva o regresiva dependiendo de la posición de los dos planos de medida respecto al plano en el que se desea evaluar la fase del haz. Notemos por z la dirección de propagación de la onda. Llamemos plano $z=0$ al plano en el que se desea evaluar la fase de la onda, $z = +\Delta z$ designará el plano situado una distancia Δz del plano $z=0$ y $z = -\Delta z$ al plano situado en dirección opuesta a la anterior una distancia Δz del plano $z=0$. Si llamamos $I(x,y,+\Delta z)$ a la intensidad detectada en el punto (x,y) del plano $z = +\Delta z$, $I(x,y,-\Delta z)$ a la intensidad detectada en el punto (x,y) del plano $z = -\Delta z$ e $I(x,y,0)$ a la intensidad detectada en el punto (x,y) del plano $z=0$ entonces la estimación en el puntos (x,y) de

la derivada en dirección z de la intensidad de la onda, que notaremos $\frac{\partial I(x,y,z=0)}{\partial z}$, se evalúa en práctica de las siguientes formas:

Aproximación central

La derivada se estima en cada punto (x,y) del plano $z = 0$ a partir de las medidas de intensidad en los planos $+\Delta z$ y $-\Delta z$, i.e., situando los detectores de radiación simétricamente a ambos lados del mismo:

$$\frac{\partial I(x,y,z=0)}{\partial z} = \frac{I(x,y,\Delta z) - I(x,y,-\Delta z)}{2\Delta z} \quad (1)$$

Aproximación regresiva

La derivada se calcula cada punto (x,y) del plano $z = 0$ a partir de la medida de intensidad en el plano $-\Delta z$ y en el plano $z = 0$:

$$\frac{\partial I(x,y,z=0)}{\partial z} = \frac{I(x,y,0) - I(x,y,-\Delta z)}{-\Delta z} \quad (2)$$

Aproximación progresiva

La derivada se calcula cada punto (x,y) del plano $z = 0$ a partir de la medida de intensidad en el plano $+ \Delta z$ y en el plano $z = 0$:

$$\frac{\partial I(x, y, z = 0)}{\partial z} = \frac{I(x, y, \Delta z) - I(x, y, 0)}{\Delta z} \quad (3)$$

Desde el punto de vista técnico, una aproximación de las anteriormente citadas puede resultar más apropiada o plausible para una aplicación concreta que cualquiera de las otras dos.

Independientemente de la aproximación utilizada, el error cometido en las medidas de la intensidad es un factor inevitable que contribuye al error de la estimación de la derivada axial de la intensidad pero dicha contribución depende también de la aproximación utilizada. Es decir, un mismo nivel de error de detección proporcionará una estimación de la derivada de la intensidad con precisión distinta en cada aproximación.

Por último, cabe decir que junto con la Óptica Astronómica, la Microscopía es, sin duda, el otro campo donde las técnicas de determinación de fase con medidas de intensidad en dos planos han tenido una aceptación notable [M. Beleggia, M.A. Schofield, V.V. Volkov and Y. Zhu, "On the transport of Intensity Equation for Phase Retrieval", Ultramicroscopy 102, 37-39, (2004), D. Van Dyck, W. Coene, "A new procedure for wave function restoration in high resolution electron microscopy", Optik 77(3), pp. 125-128 (1987)]. También cabe destacar el campo de la radiografía con neutrones [B.E. Allman, P. J. McMahon, K. A. Nugent, D. Paganin, D. L. Jacobson, M. Arif and S. A. Warner "Phase radiography with neutrons" Nature, 408,158-159 (2000)], y la detección de fases con rayos X [K. A. Nugent, T. E. Gureyev, D. F. Cookson, D. Paganin and Z. Barnea "Quantitative phase imaging using hard X-rays" Phys. Rev. Lett, 77,2961-2964 (1996)] y electrones rápidos [V. V. Volkov and Y. Zhu "Phase imaging and nanoscale currents in phase objects imaged with fast electrons" Phys. Rev. Lett, 91, 043904(4) (2003)]. Ello ha sido posible gracias a su simplicidad de implementación.

Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es un procedimiento para estimar la derivada axial de la intensidad de una onda electromagnética que minimice los efectos del error de detección mediante una combinación lineal determinada de valores de la intensidad de la luz detectada en puntos de más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz. El presente procedimiento se basa en que en un instante de tiempo t , la intensidad en un punto (x,y,z) del espacio, $I(x,y,z)$, medida por un detector de radiación puede expresarse como la suma de la intensidad exacta o sin ruido, $i(x,y,z)$, y el error de detección $n(x,y,z)$:

$$I(x, y, z) = i(x, y, z) + n(x, y, z) \quad (4)$$

y que en la mayor parte de las aplicaciones el error de detección puede considerarse como un error aditivo, de media cero y sin correlación entre los distintos puntos de medida.

Si la onda se propaga en una dirección, que notaremos dirección z , la derivada de la intensidad respecto a z en un punto (x,y) del plano que denominaremos, sin pérdida de generalidad $z=0$, puede estimarse en base a una combinación lineal de intensidades medidas en puntos (x,y) de planos adyacentes separados entre sí una cierta distancia Δz :

Los coeficientes que notaremos a_j de la combinación lineal no son elegidos de forma arbitraria sino que deben ser tales que

a) En el límite cuando Δz tiende a cero el valor medio temporal de $\frac{\partial I(x, y, z = 0)}{\partial z}$ debe coincidir con la

derivada exacta de la intensidad exacta, i.e., con $\frac{\partial i(x, y, z = 0)}{\partial z}$

b) Y que el valor medio temporal de la diferencia al cuadrado entre la derivada estimada en cada instante y la derivada exacta sea mínimo.

Los valores de los coeficientes a_j que verifican ambas condiciones simultáneamente dependerán de la localización respecto al plano $z=0$ de los planos en los que se mide la intensidad. Así, por analogía con los procedimientos habituales (eqs. 1-3), denominaremos:

- 5 A) Aproximación central si se realizan las medidas de intensidad en puntos de $2N$, con $N>1$, planos equiespaciados una distancia Δz y situados simétricamente a ambos lados del plano $z=0$. La derivada axial de la intensidad se estimará de acuerdo a la siguiente fórmula

$$10 \quad \frac{\partial I(x, y, z=0)}{\partial z} = \frac{1}{\Delta z} \sum_{j=-N}^N a_j I(x, y, j\Delta z) \quad (5)$$

15 y los coeficientes a_j que optimizan la estimación pueden ser calculados a través de la siguiente expresión

$$20 \quad a_j = \frac{3j}{N(N+1)(2N+1)} \quad (6)$$

- 25 B) Aproximación regresiva si se realizan las medidas de intensidad en puntos del plano plano $z=0$, $I(x, y, z=0)$, y en N , $N>1$, planos equiespaciados una distancia Δz y situados en dirección contraria a la de propagación de la radiación. La derivada axial de la intensidad se estimará de acuerdo a la siguiente fórmula

$$30 \quad \frac{\partial I(x, y, z=0)}{\partial z} = \frac{1}{-\Delta z} \sum_{j=1}^N a_j [I(x, y, z=0) - I(x, y, -j\Delta z)] \quad (7)$$

y los coeficientes a_j que optimizan la estimación pueden ser calculados a través de la siguiente expresión

$$35 \quad a_j = \frac{6j}{N(N+1)(2N+1)} \quad (8)$$

- 40 C) Aproximación progresiva si se realizan las medidas de intensidad en puntos del plano plano $z=0$, $I(x, y, z=0)$, y en N , $N>1$, planos equiespaciados una distancia Δz y situados en la dirección de propagación de la radiación. La derivada axial de la intensidad se estimará de acuerdo a la siguiente fórmula

$$45 \quad \frac{\partial I(x, y, z=0)}{\partial z} = \frac{1}{\Delta z} \sum_{j=1}^N a_j [I(x, y, j\Delta z) - I(x, y, z=0)] \quad (9)$$

y los coeficientes a_j que optimizan la estimación pueden ser calculados a través de la siguiente expresión

$$50 \quad a_j = \frac{6j}{N(N+1)(2N+1)} \quad (10)$$

55 Para realizar en la práctica este procedimiento se propone

- 60 a) O bien un dispositivo con un único detector de intensidad situado sobre un sistema mecánico de traslación, manual o motorizado, que permita controlar con precisión los desplazamientos axiales Δz del detector para registrar, mediante un sistema de adquisición de datos, la intensidad en los planos $z=j\Delta z$, donde j es un número entero, y un sistema de procesamiento de datos que permita estimar la derivada axial de la intensidad de acuerdo con lo expuesto en la descripción del procedimiento.
- 65 b) O bien un dispositivo en el que elementos ópticos divisores de haz permitan que un conjunto de detectores midan en paralelo la intensidad del haz en planos equivalentes los planos $z=j\Delta z$ perpendiculares a la dirección original de propagación del haz y al igual que en el caso anterior un sistema de adquisición de datos y un sistema de procesamiento de los mismos.

c) O bien un dispositivo con mezcla de los dispositivos anteriores.

Descripción de las figuras

Figura 1. Muestra un esquema de un primer modo de realización, con tres planos de medida.

Figura 2. Muestra un esquema de este modo de realización, con 4 planos de medida.

Modo de realización de la invención

Como modos de realización de esta invención se indican a continuación varias formas con las que se puede obtener una estimación de la derivada axial de la intensidad de un haz de radiación electromagnética (H) con mayor precisión que con el procedimiento habitual en dos planos de medida.

Modo 1

Aproximación progresiva con tres planos de medida y un sólo detector D. La figura 1 muestra un esquema de un primer modo de realización, con tres planos de medida. Se requiere mover un detector de un plano a otro y luego al tercero. El orden es irrelevante. Se describe a continuación un orden entre los posibles. Una vez elegido el plano en el que se desea estimar la derivada axial de la intensidad, plano 1, P1, que notaremos $z=0$, se sitúa el detector de radiación en dicho plano y se realizan medidas de la intensidad en distintos puntos (x,y) de dicho plano $z=0$. Se almacenan estos valores que denominaremos $I(x,y,0)$. A continuación se desplaza el detector en sentido de la dirección de propagación una distancia Δz hasta llegar al plano que notaremos P2 y se registra de nuevo la intensidad medida por el detector en los mismos puntos con coordenadas (x,y) del plano anterior. Denominaremos a esta colección de valores de intensidad $I(x,y,\Delta z)$. Desplazamos de nuevo el detector en el mismo sentido y la misma distancia que en el caso anterior hasta el plano que notaremos P3 y procediendo de la misma manera registramos la colección de valores de intensidad que denotaremos por $I(x,y,2\Delta z)$.

Se estima la derivada axial de la intensidad en cada punto (x,y) del plano $z=0$ con la siguiente combinación lineal de medidas:

$$\frac{\partial I(x,y,z=0)}{\partial z} = \frac{1}{\Delta z} \left[\frac{1}{5} (I(x,y,\Delta z) - I(x,y,0)) + \frac{2}{5} (I(x,y,2\Delta z) - I(x,y,0)) \right]$$

Modo 2

Aproximación central con cuatro planos de medida, un divisor de haz (DH) y dos detectores. La figura 2 muestra un esquema de este modo de realización, con 4 planos de medida. Se necesita un divisor de haz 50:50 (DH) para poder utilizar dos detectores y con cada uno de ellos realizar la detección de la distribución de intensidad en dos planos consecutivos. El orden de medida entre dos planos consecutivos es irrelevante. Una vez elegido el plano en el que se desea estimar la derivada axial de la intensidad, que notaremos $z=0$, se sitúa un divisor de haz (50:50) en el plano $z = -3\Delta z$. El divisor del haz dividirá el haz en dos haces ortogonales, uno que sigue la dirección de propagación inicial y otro ortogonal a éste. El detector D1 se sitúa en un plano paralelo a $z=0$ y separado de éste una distancia Δz en el sentido de propagación del haz, lo denotaremos P1. Se registra la colección de valores de intensidad detectados por D1 en P1, $I(x,y,\Delta z)$. Se desplaza D1 en el mismo sentido y la misma distancia y se registran de nuevo los valores de intensidad que notaremos $I(x,y,2\Delta z)$ en el plano que notaremos P2. En la dirección de propagación del haz ortogonal producido por el divisor de haz se sitúa el detector D2 a una distancia Δz del divisor, y se registra la intensidad $I(x,y,-2\Delta z)$ en el correspondiente plano, que notaremos plano P3. A continuación se desplaza D2 una distancia Δz y se registra la intensidad detectada $I(x,y,-\Delta z)$ en que denotaremos como plano P4.

Se estima la derivada axial de la intensidad en cada punto (x,y) del plano $z=0$ con la siguiente combinación lineal de medidas de los cuatro planos anteriores:

$$\frac{\partial I(x,y,z=0)}{\partial z} = \frac{1}{\Delta z} \left[\frac{1}{10} (I(x,y,2\Delta z) - I(x,y,-2\Delta z)) + \frac{1}{5} (I(x,y,\Delta z) - I(x,y,-\Delta z)) \right]$$

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética **caracterizado** por detectar la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz y estimar la derivada direccional mediante una combinación lineal determinada de las medidas de intensidad.

2. Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética según la reivindicación 1, **caracterizado** por detectar la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz mediante un sólo detector acoplado a un sistema de traslación que secuencialmente va registrando las medidas de intensidad en los distintos planos.

3. Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética según la reivindicación 1, **caracterizado** por detectar la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz haciendo uso de divisores de haz para realizar las medidas en los distintos planos en paralelo.

4. Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética según la reivindicación 1, **caracterizado** por detectar la intensidad de la luz en más de un plano ortogonal a la dirección de propagación del haz haciendo uso de divisores de haz y un sistema de traslación en alguno de los detectores para realizar las medidas en los distintos planos parte en paralelo y parte secuencialmente, teniendo en cuenta que el número de planos totales se distribuyen entre planos realmente ortogonales y planos de propagación obtenidos por un divisor de haz situado antes o después de un plano de referencia, que ya no son ortogonales pero contienen toda la información de la onda y son equivalentes a los mismos.

5. Procedimiento para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética según la reivindicación 1, **caracterizado** porque todos o alguno de los planos de medida de la intensidad de la radiación se proyectan mediante lentes, espejos y divisores de haces sobre uno o varios detectores de intensidad.

Figura 1

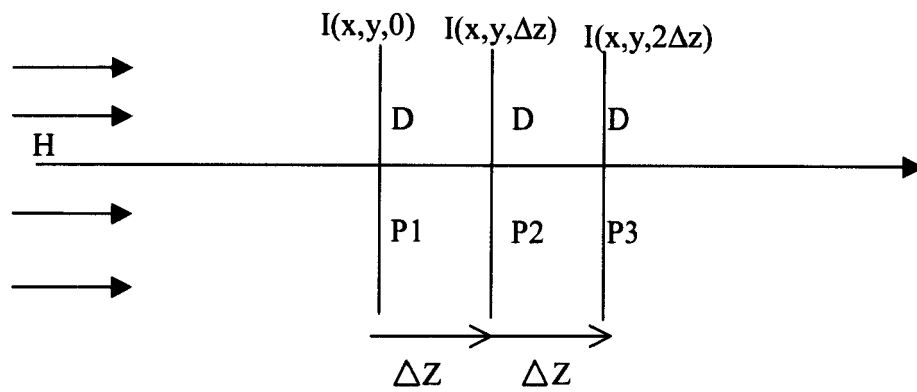
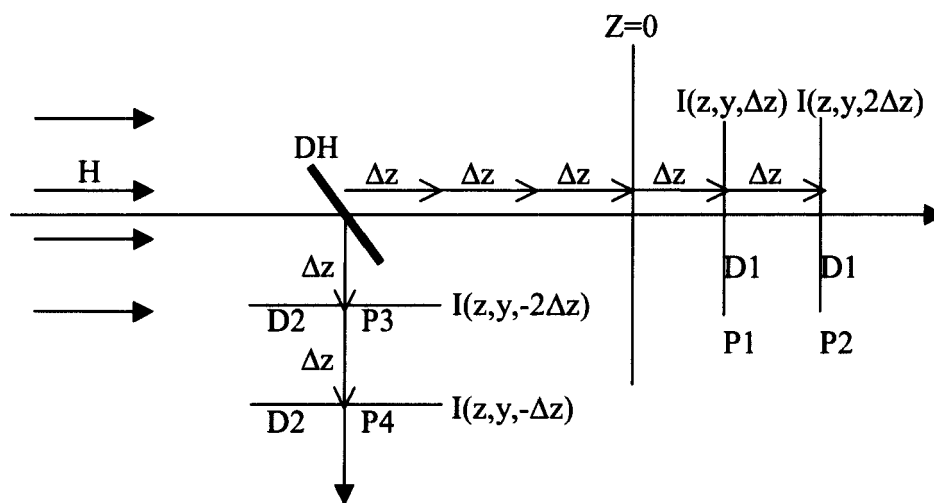


Figura 2





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200800139

②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.09.2007

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01J9/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	TEAGUE, M.: "Deterministic phase retrieval: a Green's function solution". J. Opt. Soc. Am., noviembre de 1983, Vol. 73, Nº 11, páginas 1434-1441.	1,2,5
A	WO 03001165 A1 (IATIA IMAGING PTY, LTD.) 03.01.2003, resumen; página 3, línea 28 – página 4, línea 23; página 15, línea 17 – página 16, línea 14; figuras 1,2.	1,2,5
A	US 6885442 B1 (NUGENT, K. et al.) 26.04.2005, resumen; columna 6, líneas 35-45; columna 9, líneas 13-29; figuras 1(a),1(b),4-6.	1,2,5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
07.11.2011

Examinador
Ó. González Peñalba

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, PAJ

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 07.11.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)

Reivindicaciones 1-5
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-5
Reivindicaciones

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

Consideraciones:

La presente Solicitud se refiere, en su primera reivindicación, a un método para la optimización de la medida de la derivada direccional de la intensidad de radiación electromagnética de un haz propagante, que consiste en detectar la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación del haz y estimar su derivada direccional mediante una combinación lineal determinada de las medidas de intensidad en cada plano.

Las restantes reivindicaciones, dependientes directamente de esta primera, concretan o detallan el modo de obtención de los valores medidos: mediante un único detector acoplado a un sistema de traslación que pasa por todos los planos (reivindicación 2); utilizando divisores de haz para medir en los distintos planos (reivindicación 3), y empleando entonces también otros planos ortogonales a los primeros y equivalentes a los mismos (reivindicación 4); y utilizando una proyección mediante lentes, espejos y divisores de haz de alguno de los planos sobre uno o varios detectores (reivindicación 5).

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	TEAGUE, M.: "Deterministic phase retrieval: a Green's function solution". J. Opt. Soc. Am., noviembre de 1983, Vol. 73, Nº 11, páginas 1434-1441.	noviembre 1983
D02	WO 03001165 A1 (IATIA IMAGING PTY, LTD.)	03.01.2003
D03	US 6885442 B1 (NUGENT, K. et al.)	26.04.2005

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 1-5 de la presente Solicitud tiene novedad y actividad inventiva por no estar comprendida en el estado de la técnica ni poder deducirse de este de forma evidente por un experto en la materia. Se han encontrado en el estado de la técnica documentos, como los tres citados en el presente Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) y designados por D01, D02 y D03, que contemplan, para la determinación de la fase de un campo de radiación propagante, la estimación de la derivada direccional de la intensidad luminosa midiendo, para ello, la intensidad de la luz en más de dos planos ortogonales a la dirección de propagación y determinando dicho valor de la derivada mediante un sencillo cálculo algébrico, según aproximaciones tanto central como regresiva o progresiva con respecto a un plano de referencia. No se anticipa, sin embargo, en ninguno de estos documentos, el uso de una combinación lineal determinada de los valores de intensidad medidos para evaluar la derivada direccional, diferencia esencial que confiere a la invención novedad y actividad inventiva respecto al estado de la técnica de acuerdo con los Artículos 6 y 8 de la LP.