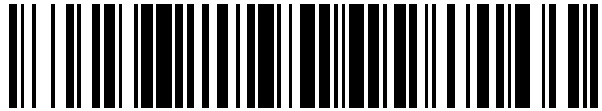


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 770**

21 Número de solicitud: 201830474

51 Int. Cl.:

**G01J 3/12** (2006.01)

**G01J 3/18** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**18.05.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**19.10.2018**

71 Solicitantes:

**CONSORCI PER A LA CONSTRUCCIÓ,  
EQUIPAMENT I EXPLOTACIÓ DEL LABORATORI  
DE LLUM DE SINCROTRÓ (100.0%)  
Carrer de la Llum, 2-26  
08290 CERDANYOLA DEL VALLES  
(Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**GONZÁLEZ MARTÍNEZ DE LAPERA, Nahikari y  
JUANHUIX GIBERT, Judith**

74 Agente/Representante:

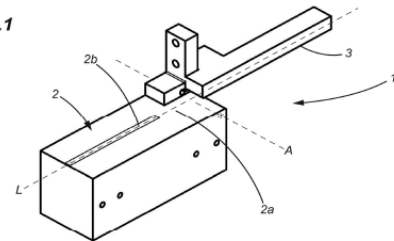
**COCA TORRENS, Manuela**

54 Título: **DISPOSITIVO MONOCROMADOR**

57 Resumen:

Comprende un elemento giratorio (1) en el que puede incidir un haz (B) de radiación electromagnética. El elemento giratorio comprende una única pieza (1) basada en un material principal que incluye una primera superficie (2) en la que puede incidir el haz (B) y una segunda superficie (3) en la que puede incidir dicho haz (B) después de incidir en la primera superficie (2), comprendiendo cada superficie (2, 3) una zona (2a, 3a) de material principal y una zona (2b, 3b) de material multi-capa dispuestas de forma adyacente en dicha superficie. El eje (A) de giro de dicha pieza (1) está dispuesto a una distancia (l) de separación de la primera superficie (2).

Fig.1



## DESCRIPCIÓN

Dispositivo monocromador.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo monocromador.

### Antecedentes de la invención

10

Un monocromador es un dispositivo que permite seleccionar una radiación electromagnética monocromática, es decir, con una única longitud de onda, a partir de una radiación de espectro amplio.

15 Los monocromadores permiten obtener radiaciones electromagnéticas monocromáticas con unas características determinadas (energía, ancho de banda) que se adecúan a las necesidades de los experimentos o medidas que se realizan sobre muestras de interés.

Un tipo de monocromador existente, denominado monocromador de doble cristal, permite  
20 obtener radiación monocromática, generalmente en la zona del espectro electromagnético de los rayos X, mediante la difracción sucesiva de un haz de radiación electromagnética en la superficie pulida de dos cristales. La naturaleza del cristal y el ajuste del ángulo de incidencia del haz con respecto al plano de difracción correspondiente (también llamado ángulo de Bragg) permiten obtener un haz monocromático de salida con propiedades adaptables a las  
25 necesidades de la medida a realizar. El material del cristal más comúnmente usado es el silicio. Las propiedades del haz monocromático que se seleccionan para las medidas son la longitud de onda (o energía), el ancho de banda espectral y el flujo de fotones. El buen funcionamiento del monocromador de doble cristal depende en gran medida del paralelismo entre las dos superficies de los dos cristales.

30

Un monocromador de este tipo, conocido como 'Channel cut', comprende una única pieza, por ejemplo, hecha de cristal de silicio, que puede girar alrededor de un eje a efectos de modificar el ángulo de incidencia de un haz en dos superficies de difracción del cristal y, de este modo, las propiedades del haz monocromático obtenido.

35

Asimismo, existen monocromadores que, aplicando el mismo principio, usan dos materiales multi-capa en lugar de cristales. Estos materiales multi-capa están compuestos normalmente por dos tipos de materiales: un metal pesado (W, Mo, Rh, Pd, etc.) y un material más ligero (Si, C, B<sub>4</sub>C, etc.). La selección de los materiales, la estructura y número de las capas y el ángulo de incidencia (o ángulo de Bragg) permiten seleccionar la longitud de onda (o energía) dentro del rango de los rayos X, el ancho de banda espectral y el flujo de fotones. Igualmente, el buen funcionamiento de este monocromador de doble multi-capa depende en gran medida del paralelismo entre las dos superficies de las dos multi-capas.

10 Dentro de estos monocromadores, existe un tipo particular, conocido como monocromador dual, que comprende dos pares de cristales para difractar el haz, así como diversas piezas de unión entre ellos. Estos monocromadores permiten difractar un haz de radiación electromagnética usando uno u otro material a efectos de obtener un haz monocromático con diferentes características.

15

Un ejemplo de este tipo de monocromador puede encontrarse en la publicación *Journal of Synchrotron Radiation* (2009), Vol. 16, págs. 97-104, "A dedicated small-angle X-ray scattering beamline with a superconducting wiggler source at the NSRRC", en donde se describe un sistema de monocromador dual (apartado 3.2, Fig. 4(a)) que comprende una estructura giratoria que incluye dos piezas de cristal de silicio (Si(111)) y dos piezas de un material multi-capa (capas alternas de Mo y B<sub>4</sub>C). La estructura descrita gira alrededor de un eje de giro (eje de Bragg) que pasa a través del centro de la superficie externa de una de las piezas de cristal de silicio en la que incide un haz de radiación electromagnética. Es decir, el eje de Bragg está incluido en el plano de la superficie del cristal de silicio en el que incide el haz por primera vez.

20 El eje de Bragg es perpendicular con respecto al haz incidente.

Haciendo girar la estructura alrededor de su eje de Bragg, el haz incidente es difractado en las dos piezas de silicio (con ángulos de incidencia o de Bragg de 4,9 a 23°) o en la superficie de las dos piezas de material multi-capa (con ángulos de incidencia de 0,9 a 2,4°) para obtener un haz de radiación electromagnética monocromática con unas características correspondientes (p. ej., el material multi-capa puede permitir obtener rayos X de 15 keV con un ángulo de incidencia de 0,9° y de 6 keV con un ángulo de incidencia de 2,4°, y el cristal de silicio puede permitir obtener rayos X de 23 keV con un ángulo de incidencia de 4,9° y de 5 keV con un ángulo de incidencia de 23°).

35

Para que la radiación difractada por el primer cristal o multi-capa se difracte también en el segundo y haya un flujo de radiación es necesario disponer los planos de difracción de las dos superficies de difracción paralelos entre ellos. Además, esto es necesario para que el haz de salida tenga la misma dirección independientemente del ángulo de Bragg y sea posible el  
5 alineamiento de la óptica posterior. Si bien esta condición estricta de paralelismo entre los planos de difracción (planos de Bragg) de las dos difracciones es imprescindible, ello complica la estructura general del monocromador ya que implica el uso de varios componentes (piezas de silicio, de material multi-capa y una estructura de soporte de las piezas), complicando de este modo su producción, geometría y precisión dimensional. Asimismo, el hecho de que las  
10 dos superficies de difracción no estén en la misma pieza o bloque de cristal complica la conductividad térmica entre ellas y que puedan tener una temperatura parecida. Este es un requerimiento importante, dado que la deformación térmica de las superficies altera sus condiciones de difracción. Finalmente, la introducción de piezas y ajustes entre las superficies perjudica el comportamiento a las vibraciones del monocromador, haciendo que el haz pueda  
15 ser menos estable. Este hecho es particularmente relevante en haces de radiación electromagnética pequeños y en particular en estaciones experimentales de micro foco.

Otros monocromadores permiten la difracción de un haz de radiación electromagnética en dos materiales distintos mediante la introducción de dos pares de materiales instalados  
20 independientemente. La selección del material se realiza mediante el movimiento de la estructura de soporte correspondiente y, por lo tanto, el monocromador requiere etapas o mecanismos de movimiento adicionales para ajustar la posición relativa entre dichas piezas y para disponer el monocromador en la posición deseada con respecto al haz de radiación electromagnética. El uso de etapas o mecanismos de movimiento adicionales y de distintas  
25 piezas también complica la estructura general del monocromador y dificulta su producción, precisión y refrigeración, aumentando asimismo la presencia de vibraciones que pueden afectar la estabilidad del haz producido.

### **Descripción de la invención**

30

El objetivo de la presente invención es solventar los inconvenientes que presentan los dispositivos conocidos en la técnica, proporcionando un dispositivo monocromador que comprende un elemento giratorio en el que puede incidir un haz de radiación electromagnética, caracterizado por el hecho de que el elemento giratorio comprende una  
35 única pieza basada en un material principal que incluye una primera superficie en la que

puede incidir el haz y una segunda superficie en la que puede incidir dicho haz después de incidir en la primera superficie, comprendiendo cada superficie una zona de material principal y una zona de material multi-capa dispuestas de forma adyacente en dicha superficie, y por el hecho de que el eje de giro de dicha pieza está dispuesto a una distancia  
5 de separación de la primera superficie.

Preferiblemente, la primera superficie y la segunda superficie son paralelas entre sí.

Ventajosamente, el material multi-capa comprende capas superpuestas alternas de  
10 materiales distintos depositadas en la primera y en la segunda superficies de la pieza basada en un material principal y paralelas con respecto a un plano definido por la superficie correspondiente.

Gracias a estas características, la presente invención permite obtener un monocromador con  
15 una estructura y funcionamiento muy sencillos y con dos modos de operación (uno con silicio, el otro con el material multicapa). Esto equivale en la práctica a tener 2 monocromadores diferentes basados en 2 materiales diferentes sin introducir ningún mecanismo adicional.

El uso de una única pieza integral, basada preferiblemente en cristal de silicio, que comprende  
20 dos superficies de difracción planas que comprenden dos materiales (preferiblemente cristal de silicio y material multi-capa) cada una permite simplificar en gran medida la estructura del monocromador. Ello es posible gracias a la disposición del eje de giro de la pieza desplazado con respecto a la primera superficie (preferiblemente, debajo de la misma). De este modo, la pieza solamente debe girar alrededor de su eje de giro para que el haz sea difractado por el  
25 material deseado (por dos superficies de cristal de silicio o por dos superficies de material multi-capa) y en el intervalo de ángulos más conveniente, sin piezas ni etapas de movimiento adicionales que complicarían la estructura del dispositivo. Se obtiene de esta manera un haz monocromático con un amplio intervalo de propiedades mediante una única pieza y un único movimiento (giro) de dicha pieza.

30

En cada una de las superficies de este nuevo monocromador hay dos zonas de difracción adyacentes. En una zona el haz es difractado sobre el cristal de silicio, mientras que en la otra es difractado sobre un material multi-capa crecido en esa región. Los planos de Bragg (de difracción) de las zonas de cristal de silicio y de las zonas de material multi-capa de las  
35 dos superficies tienen que ser paralelos. El haz es difractado en una zona o en otra

dependiendo del ángulo de incidencia (ángulo de Bragg), dado que el eje de Bragg o de giro no está en el mismo plano que ninguna de las superficies y, por tanto, la huella del haz sobre ellas se desplaza según el ángulo de Bragg.

- 5 Por lo tanto, es posible obtener una pieza que permite simplificar la geometría y complejidad del dispositivo monocromador, facilitando y abaratando su producción y mejorando su funcionamiento.

### **Breve descripción de los dibujos**

10

Con el fin de facilitar la descripción de cuanto se ha expuesto anteriormente se adjuntan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización del dispositivo de la invención, en los cuales:

- 15 la Fig. 1 es una vista en perspectiva superior del dispositivo de la presente invención;

la Fig. 2 es una vista en perspectiva inferior del dispositivo de la presente invención;

la Fig. 3 es una vista en alzado lateral del dispositivo de la presente invención;

20

la Fig. 4 es una vista en detalle, en sección longitudinal, del dispositivo de la invención, en la que se muestra el eje de giro del dispositivo de la invención y la zona circundante, con un haz de radiación electromagnética incidiendo en el dispositivo; y

- 25 las Figs. 5 a 8 son unas vistas esquemáticas que muestran la difracción de un haz de radiación electromagnética en el dispositivo de la invención con diferentes ángulos de inclinación o giro de dicho dispositivo.

### **Descripción de una realización preferida**

30

Tal como se puede apreciar en las Figs. 1 a 3, el dispositivo monocromador de la presente invención comprende un elemento giratorio o pieza 1. El cuerpo de la pieza 1 es unitario y está basado en cristal de silicio, tallado en las superficies donde puede incidir un haz según una reflexión específica, generalmente Si(111), aunque también podría estar basado en otro

35 material (Ge, etc.) y/o usar otras reflexiones (311, 220, etc.). En la presente memoria, por

'basado/a en' un material se entenderá que una pieza o componente está realizado de manera sustancialmente integral en dicho material, aunque puede comprender algún otro material añadido incorporado en dicha pieza o componente, sin que dicho material añadido comprenda una pieza o componente separado antes o después de dicha incorporación.

5

La pieza 1 comprende dos mitades o bloques unidos entre sí en la zona intermedia de la pieza 1 y que se extienden en una dirección paralela (eje L) y opuesta desde la zona central en la que están unidos. Un primer bloque define una primera superficie plana 2 y un segundo bloque define una segunda superficie plana 3. La primera superficie 2 y la segunda superficie 10 3 son paralelas entre sí y están separadas por una distancia d (ver Fig. 3) en dirección perpendicular con respecto a los planos que comprenden cada superficie 2, 3.

Tal como puede observarse en las Figs. 1 y 2, cada superficie 2, 3 comprende dos zonas hechas de un material distinto. La primera superficie 2 comprende una zona 2a hecha del material en el que está hecha la pieza 1 (cristal de silicio) y una zona 2b hecha de un material de recubrimiento multi-capa. En la presente memoria, por material multi-capa se entenderá cualquier combinación adecuada de materiales depositados en un sustrato (en este caso, el cristal de silicio en el que se basa la pieza 1) mediante algún proceso de deposición, preferiblemente pulverización catódica (magnetron sputtering), de modo que el material multi- 20 capa queda dispuesto en una superficie del sustrato formando capas alternas de dos o más materiales diferentes dispuestas en un plano paralelo con respecto a dicha superficie hasta una altura determinada en dicho sustrato (ver también Figs. 4 a 8), típicamente del orden de micrómetros. El material multi-capa puede consistir en capas alternas de W/B<sub>4</sub>C, Ru/B<sub>4</sub>C, W/Si, Mo/B<sub>4</sub>C, Pd/B<sub>4</sub>C u otros materiales adecuados según las necesidades específicas de 25 cada caso.

Tal como se muestra en las figuras, la zona 2a de cristal de silicio y la zona 2b que comprende un recubrimiento de material multi-capa son adyacentes y coplanarias entre sí y con respecto a la primera superficie 2. La zona 2b de material multi-capa está conformada en la presente 30 realización como una franja que se extiende en la dirección L, que coincide esencialmente con la dirección de extensión longitudinal de la pieza 1.

De forma análoga a la primera superficie 2, la segunda superficie 3 también comprende una zona 3a hecha de cristal de silicio y una zona 3b hecha del mismo material multi-capa 35 coplanarias y adyacentes.

Las superficies 2, 3 y las zonas 2a, 2b, 3a, 3b correspondientes están alineadas a lo largo de la dirección L. Puede observarse que las zonas 2a, 3a de cristal de silicio comprenden la totalidad de la primera y segunda superficies 2, 3, con la excepción de la zona ocupada por la zona 2b, 3b de material multi-capa. Asimismo, vistas en planta, las dos zonas o franjas 2b, 3b de material multi-capa están dispuestas a cierta distancia de separación en la dirección L y las dos zonas 2a, 3a de cristal de silicio están dispuestas con cierto grado de solapamiento (una sobre la otra, separadas por la distancia d) en la misma dirección L.

Haciendo referencia también a la Fig. 4, en la que puede observarse un detalle ampliado de una sección longitudinal de la zona central de la pieza 1 en la que se unen las dos mitades o bloques de dicha pieza 1 y de las dos superficies 2, 3 correspondientes, se muestra de forma detallada el eje A de giro de la pieza o eje de Bragg (ver también las Figs. 1 y 3). La pieza 1 estará montada en un mecanismo (no mostrado) que hará girar dicha pieza 1 alrededor de este eje A de giro.

15

En la Fig. 4 también se muestra un haz B de radiación electromagnética (generalmente, rayos X) que se desplaza en las figuras de izquierda a derecha. Dicho haz B, que puede ser producido, por ejemplo, por un acelerador de partículas, incide en la primera superficie 2 (plano de difracción) y es difractado por dicha primera superficie 2 para incidir en la segunda superficie 3 (plano de difracción) y ser difractado nuevamente por la misma. En el ejemplo de la Fig. 4, el haz B incide en la zona 2a de cristal de silicio de la primera superficie 2, siendo difractado por la misma, e incide a continuación en la zona 3a de cristal de silicio de la segunda superficie 3, siendo difractado nuevamente por la misma. Tal como se explicará de forma más detallada más adelante, el haz B resultante de esta doble difracción es un haz monocromático que presenta unas características determinadas deseadas (energía, flujo de fotones, ancho de banda espectral) para su uso en diferentes aplicaciones.

25

El ángulo  $\theta$  que forma el haz B inicial con respecto a un plano de difracción (plano de Bragg, en este caso, la primera superficie 2) al incidir sobre el mismo y al ser difractado se denomina ángulo de Bragg. El eje de Bragg es el eje A alrededor del que gira la superficie 2 (y la pieza 1). En este caso, el eje A coincide con la trayectoria del haz B inicial y es perpendicular con respecto al haz B incidente inicial.

30

Tal como puede observarse, el eje A de giro está dispuesto a una distancia l del plano P definido por la primera superficie 2. De forma más específica, el eje A de giro está dispuesto

35



debajo del plano P, a un lado del plano P en el que está dispuesto el material de la primera superficie 2. La distancia l puede ser, por ejemplo, de 1 a 5 mm.

A partir de lo anteriormente descrito, es posible usar la siguiente fórmula para calcular el desplazamiento de un haz sobre la primera superficie 2:

$$\Delta y = l/\tan \theta$$

donde  $\Delta y$  es la distancia perpendicular del punto de incidencia del haz B inicial en la primera superficie 2 a una proyección perpendicular del eje A en la primera superficie 2, l es la distancia perpendicular del eje A a la primera superficie 2 y  $\theta$  es el ángulo de Bragg.

En este caso, l es positivo cuando el eje A está dispuesto debajo de la primera superficie 2 y  $\Delta y$  es positivo en la dirección L, en alejamiento con respecto a la segunda superficie 3.

15

Por lo tanto, la posición del punto de incidencia del haz B inicial en la primera superficie 2 depende solamente del ángulo  $\theta$ , que depende a su vez de la inclinación de la pieza 1 al girar alrededor del eje A, ya que la distancia l es fija. Es decir, el giro de la pieza 1 alrededor del eje A permite que el haz B sea difractado en puntos distintos de las superficies 2 y 3 (en las zonas 2a y 3a o en las zonas 2b y 3b). La variación del ángulo  $\theta$  de difracción del haz B y del material en el que es difractado (cristal de silicio o material multi-capa) permite obtener un haz B monocromático con propiedades específicas para cada ángulo y material.

Debe observarse que en el ejemplo descrito las superficies 2 y 3 coinciden con los planos de difracción (planos de Bragg) del haz B, que son paralelos entre sí. No obstante, las superficies 2 y 3 podrían no coincidir con dichos planos de difracción ni ser paralelas entre sí, aunque, a efectos de fabricación, es más conveniente que las superficies 2 y 3 sean paralelas y coincidan con los planos de difracción. Asimismo, tampoco es necesario que el eje A coincida con la trayectoria del haz B inicial, ni que sea perpendicular con respecto a la misma.

En las Figs. 5 a 8 se muestran cuatro ejemplos específicos de posibles inclinaciones de la pieza 1 y la difracción correspondiente del haz B para cada inclinación. La pieza 1 está basada en cristal de silicio Si(111) con una deposición de material multi-capa en los extremos exteriores de las superficies 2 y 3 (zonas 2b y 3b).

En la Fig. 5, el ángulo  $\theta$  es de  $1,366^\circ$ , y el haz B incide en la zona 2b de material multi-capa de la primera superficie 2 y, a continuación, en la zona 3b de material multi-capa de la segunda superficie 3. Los ángulos de incidencia del haz en la primera y segunda superficies 2, 3 son los mismos, ya que las superficies 2, 3 son paralelas entre sí. Con esta inclinación, el haz monocromático resultante de la difracción en las dos zonas 2b, 3b tiene una energía de 13 keV con un material multi-capa con un periodo de aproximadamente 2 nm.

En la Fig. 6, el ángulo  $\theta$  es de  $2,22^\circ$ , y el haz B incide nuevamente en la zona 2b de material multi-capa de la primera superficie 2 y en la zona 3b de material multi-capa de la segunda superficie 3. Con esta inclinación, el haz monocromático resultante de la difracción en las dos zonas 2b, 3b tiene una energía de 8,8 keV con un material multi-capa con un periodo de aproximadamente 2 nm.

En la Fig. 7, el ángulo  $\theta$  es de  $7,09^\circ$ , y el haz B incide en la zona 2a de cristal de silicio Si(111) de la primera superficie 2 y en la zona 3a de cristal de silicio Si(111) de la segunda superficie 3. Con esta inclinación, el haz monocromático resultante de la difracción en las dos zonas 2a, 3a tiene una energía de 16 keV en caso que se use la reflexión (111) de un cristal de silicio.

Finalmente, en la Fig. 8, el ángulo  $\theta$  es de  $41,226^\circ$ , y el haz B incide nuevamente en la zona 2a de cristal de silicio Si(111) de la primera superficie 2 y en la zona 3a de cristal de silicio Si(111) de la segunda superficie 3. Con esta inclinación, el haz monocromático resultante de la difracción en las dos zonas 2a, 3a tiene una energía de 3 keV en caso que se use la reflexión (111) de un cristal de silicio.

25

De este modo, tal como puede observarse, el giro de la pieza 1 alrededor del eje A de giro hace posible que el haz B de radiación electromagnética incida en las zonas 2a y 3a de cristal de silicio o en las zonas 2b y 3b de material multi-capa en distintos ángulos, permitiendo obtener un haz monocromático con distintas propiedades.

30

También a título de ejemplo, es posible hacer que el haz B de radiación electromagnética incida en las dos zonas 2a y 3a de cristal de silicio usando un intervalo de ángulos  $\theta$  de 5 a 30 grados, de modo que el dispositivo monocromador de la presente invención actúa como un monocromador estándar que permite obtener un haz monocromático en el intervalo de 5 a 20 keV, con un ancho de banda espectral característico de este tipo de monocromador

35

( $\Delta E/E \approx 2 \cdot 10^{-4}$ ). Asimismo, también es posible hacer que el haz B de radiación electromagnética incida en las dos zonas 2b y 3b de material multi-capa usando un intervalo de ángulos  $\theta$  de 1 a 2 grados, de modo que el dispositivo monocromador de la presente invención permite obtener un haz monocromático en el intervalo aproximado de 7 a 15 keV, que es similar a lo obtenido mediante las zonas 2a y 3a de cristal de silicio, aunque con el material multi-capa, el flujo de fotones del haz resultante puede ser de 10 a 100 veces superior, aunque a costa de un ancho de banda espectral más amplio ( $\Delta E/E \approx 0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-2}$ ).

De este modo, tal como puede observarse a partir de lo anteriormente descrito, el dispositivo de la presente invención permite obtener haces de radiación electromagnética monocromáticos con una amplia variedad de características utilizando una única pieza integral 1 con un diseño y estructura sencillos y que gira alrededor de un eje A de giro dispuesto debajo del plano P definido por la primera superficie 2. El eje A de giro desplazado con respecto al plano P en el que incide por primera vez el haz B inicial permite disponer las zonas 2a, 2b y 3a 3b hechas de materiales diferentes en el mismo plano de cada superficie 2, 3 correspondiente, evitando tener que disponer dichas zonas en planos o en piezas separados.

Esta sencillez geométrica y el hecho de utilizar una única pieza 1 permite facilitar la producción de la pieza 1, reducir el tamaño del dispositivo, reducir o eliminar etapas o mecanismos de movimiento adicionales, facilitar el montaje del dispositivo, obtener una mejor precisión dimensional general, reducir las vibraciones producidas por el movimiento de la pieza 1 y facilitar la refrigeración térmica de la pieza 1 (el haz B calienta la pieza y es necesario enfriarla), así como obtener una uniformidad térmica entre las dos superficies.

También sería posible modificar las características de los materiales (por ejemplo, la composición y espesor de las capas del material multi-capa) y la geometría de la pieza (distancias d y l, tamaño de las zonas 2a, 2b, 3a, 3b) para obtener haces monocromáticos con diferentes propiedades y ampliar, por ejemplo, el rango de energías asequible de 2 keV hasta 60-70 keV.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo monocromador que comprende un elemento giratorio (1) en el que puede incidir un haz (B) de radiación electromagnética, **caracterizado por el hecho de que** el elemento giratorio comprende una única pieza (1) basada en un material principal que incluye una primera superficie (2) en la que puede incidir el haz (B) y una segunda superficie (3) en la que puede incidir dicho haz (B) después de incidir en la primera superficie (2), comprendiendo cada superficie (2, 3) una zona (2a, 3a) de material principal y una zona (2b, 3b) de material multi-capa dispuestas de forma adyacente en dicha superficie, **y por el hecho de que** el eje (A) de giro de dicha pieza (1) está dispuesto a una distancia (l) de separación de la primera superficie (2).

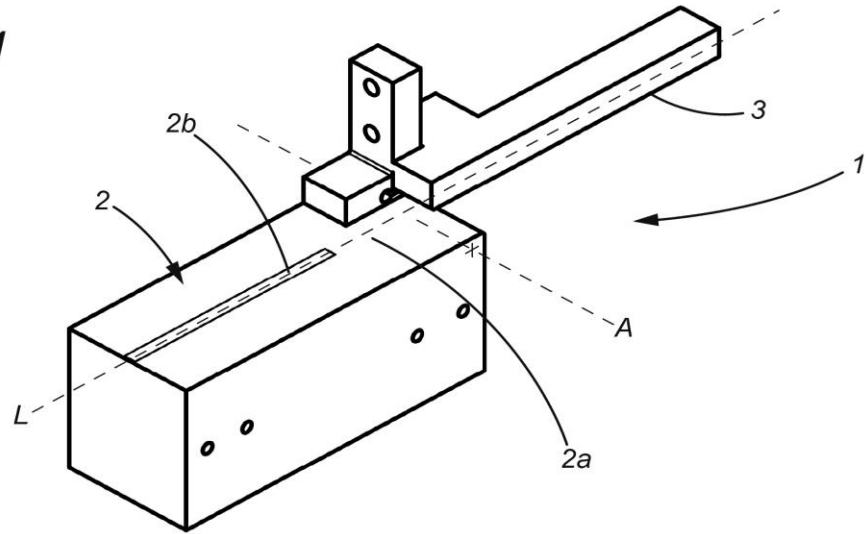
2. Dispositivo monocromador según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la primera superficie (2) y la segunda superficie (3) son paralelas entre sí.

15

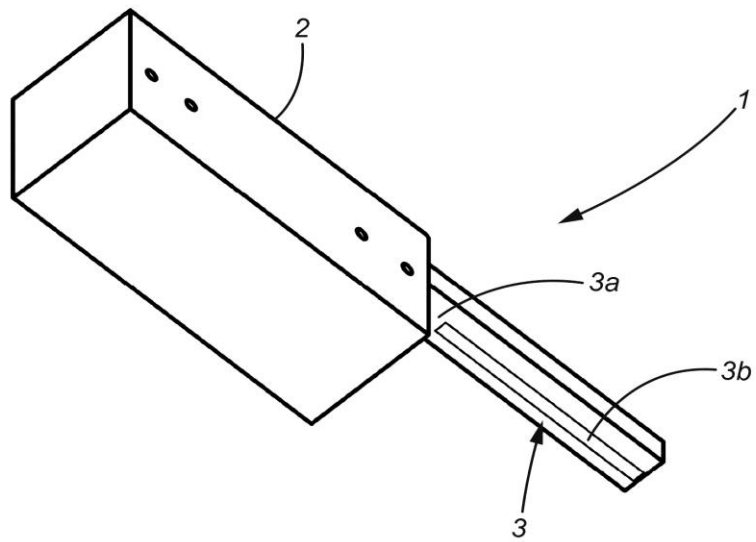
3. Dispositivo monocromador según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por el hecho de que** el material multi-capa comprende capas superpuestas alternas de materiales distintos depositadas en la primera y en la segunda superficies (2, 3) de la pieza (1) basada en un material principal y paralelas con respecto a un plano definido por la superficie (2, 3) correspondiente.

20

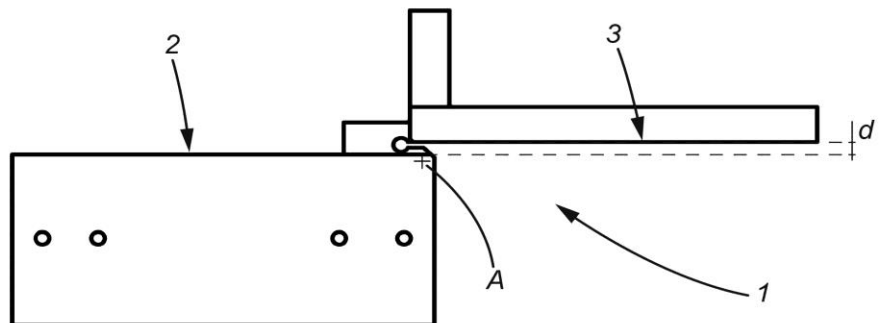
**Fig.1**



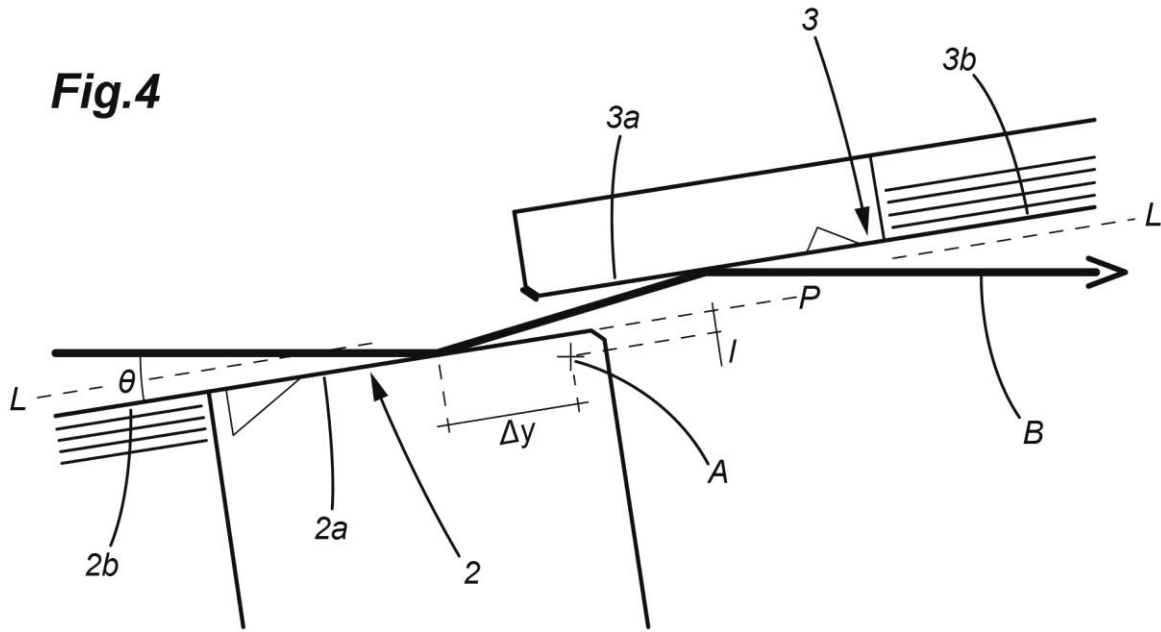
**Fig.2**



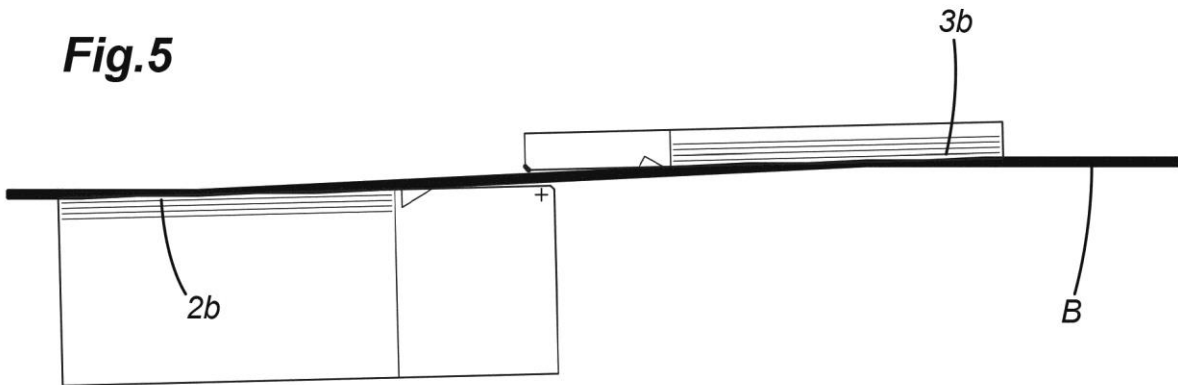
**Fig.3**



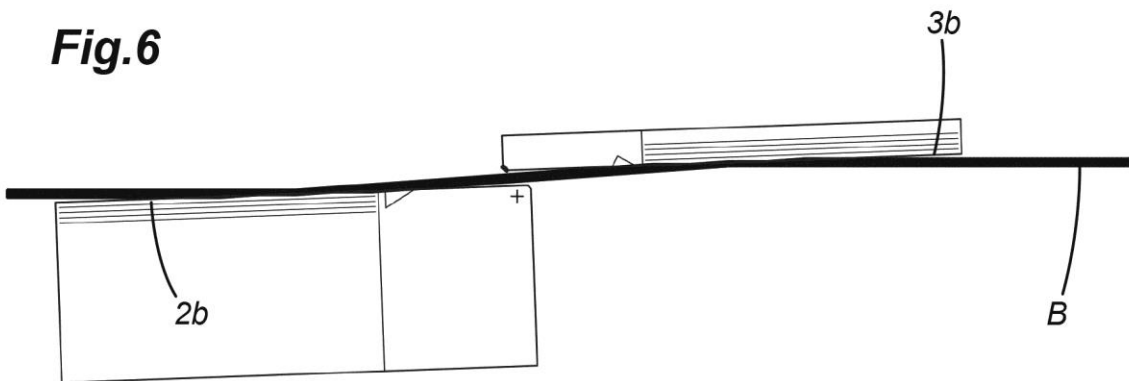
**Fig.4**



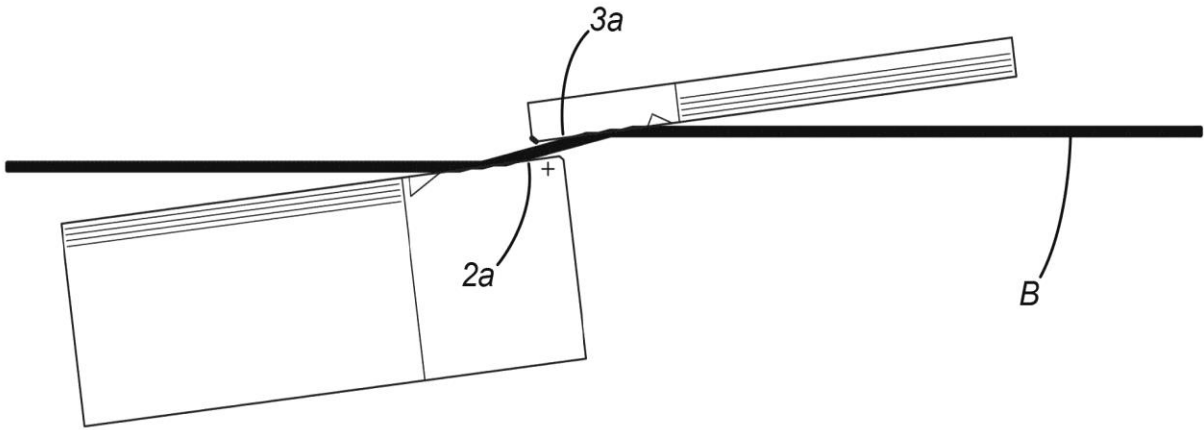
**Fig.5**



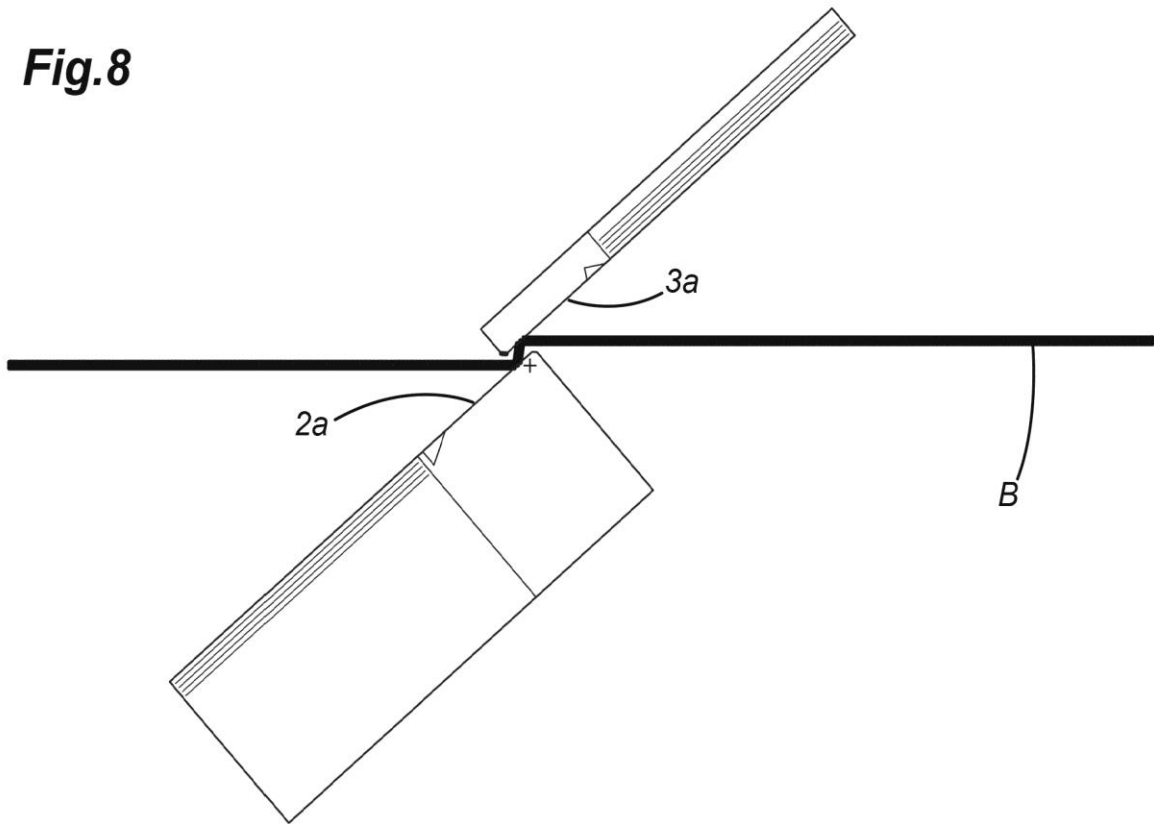
**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**





- ②① N.º solicitud: 201830474  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.05.2018  
②③ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01J3/12** (2006.01)  
**G01J3/18** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	Monochromator Theta 2 Repair- The SIBYLS Beamline.02/10/2008 [en línea][recuperado el 04/10/2018]. Recuperado de Internet <URL: <a href="https://bl1231.als.lbl.gov/2008/10/monochromator_theta_2_piezo_re.php">https://bl1231.als.lbl.gov/2008/10/monochromator_theta_2_piezo_re.php</a> >. toda la página web, especialmente figura 1	1-2
Y		3
Y	US 2016178540 A1 (YUN WENBING et al.) 23/06/2016, <p>resumen; figuras; párrafos 2, 12, 41, 60, 67, 68, 101, 108, y 122-126.</p>	3
A	DE 102016101988 A1 (BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND VERTRETEN DURCH DEN BUNDESMINISTER FÜR WIRTSCH UND ENERGIE DIESER VERTRET) 10/08/2017, resumen EPODOC; resumen WPI; figuras; párrafos 1, 13, 14, 20, 35, 36, 64, 69, y 70.	1
A	KR 20100125049 A (POSTECH ACAD IND FOUND) 30/11/2010, Resumen EPODOC; resumen WPI; figuras.	1

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  
09.10.2018

Examinador  
A. López Ramiro

Página  
1/3





- ① N.º solicitud: 201830474  
 ② Fecha de presentación de la solicitud: 18.05.2018  
 ③ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.: **G01J3/12** (2006.01)  
**G01J3/18** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2014112452 A1 (STOERMER MICHAEL et al.) 24/04/2014, Resumen EPODOC; resumen WPI; párrafos 1-5, 8, 10, 12-14, y 18.	1-3
A	ALI KHOUNSARY et. al. Development of a multilayer monochromator system for the BioCAT beamline. Research gate, 30/11/2016 [en línea][recuperado el 04/10/2018]. Recuperado de Internet <URL: <a href="https://www.researchgate.net/publication/310361147_Development_of_a_multilayer_monochromator_system_for_the_BioCAT_beamline">https://www.researchgate.net/publication/310361147_Development_of_a_multilayer_monochromator_system_for_the_BioCAT_beamline</a> >. todo el artículo.	1-3

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:

<b>Fecha de realización del informe</b> 09.10.2018	<b>Examinador</b> A. López Ramiro	<b>Página</b> 2/3
---	--------------------------------------	----------------------

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