

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 919 867**

51 Int. Cl.:

G01N 21/87 (2006.01)

G01N 21/55 (2014.01)

G01N 21/47 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2014 PCT/AT2014/000134**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.03.2015 WO15027252**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2014 E 14747798 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2022 EP 3039411**

54 Título: **Conjunto para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa**

30 Prioridad:

27.08.2013 AT 6592013

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.07.2022

73 Titular/es:

**D. SWAROVSKI KG (100.0%)
Swarovskistrasse 30
6112 Wattens, AT**

72 Inventor/es:

EDER, KARLHEINZ

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 919 867 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

Conjunto para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa

La invención se refiere a un conjunto para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa, que comprende una fuente de luz para iluminar la piedra preciosa, un dispositivo de sujeción para sujetar la piedra preciosa, una pantalla difusora, en particular, plana, para proyectar el patrón de luz, y una cámara para registrar el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora. Además, la invención se refiere a un procedimiento para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa por medio del conjunto de acuerdo con la invención.

El documento EP2554978 da a conocer un procedimiento para posicionar y detectar un carácter invisible y detector para el mismo. Por ejemplo, a partir del documento US 5.828.405 se conoce un conjunto con los componentes mencionados. La desventaja de este conjunto de acuerdo con el estado de la técnica es que la iluminación del diamante que se va a examinar se realiza a través de una abertura en la pantalla difusora. Como resultado, se pierde la parte del patrón de luz que se proyectaría en la pantalla difusora en la zona de esta abertura. Además, solo se puede iluminar una pequeña parte del diamante con el conjunto de iluminación divulgado en el documento US 5.828.405. De esta forma, también hay una pérdida de información sobre el diamante.

Y, finalmente, otra desventaja es que, debido a la geometría del conjunto de iluminación, se requiere que la cámara se disponga, por un lado, con un ángulo, con respecto a la pantalla y, por otro lado, se posicione relativamente cerca de la pantalla difusora, para registrar el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora. Esto último requiere el uso de una lente de ojo de pez extrema. En general, el conjunto de cámara en relación con la pantalla difusora en el documento US 5.828.405 tiene como resultado fuertes distorsiones de perspectiva del patrón de luz registrado. Teóricamente, se podría incrementar la distancia de la cámara a la pantalla difusora, por ejemplo, de modo que la cámara estuviera dispuesta a la altura de la gema o incluso detrás de la misma, pero, entonces, la visión libre en la pantalla difusora estaría restringida por partes del conjunto de iluminación o la propia gema, lo que, a su vez, daría lugar a una pérdida de información.

Restricción por el conjunto de iluminación o la propia gema, lo que, a su vez, daría lugar a una pérdida de información.

Sin embargo, en aras de la integridad, también cabe señalar que el objetivo del documento US 5.828.405 consiste en registrar una "huella" característica de una gema y compararla con una huella almacenada en una base de datos para poder identificar la gema en caso de robo. Siempre que la imagen de la gema siempre se registre con el mismo dispositivo, las pérdidas de información y las distorsiones de perspectiva no desempeñan ningún papel.

Por el contrario, se usa el conjunto de la invención en cuestión para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa. Aquí, por ejemplo, se trata de analizar la calidad de una piedra preciosa, en la que, por ejemplo, influyen parámetros como la geometría o el pulido. En el contexto de este objetivo, las desventajas mencionadas desempeñan un papel.

Cabe señalar que el conjunto en cuestión y el procedimiento en cuestión, en principio, se pueden usar para analizar todos los tipos y formas de piedras preciosas. En particular, también se pueden analizar piedras preciosas y gemas naturales o producidas sintéticamente, como, por ejemplo, circonia o piedras preciosas producidas a partir de cristal (piedras de cristal).

El objetivo de la presente invención consiste en evitar las desventajas conocidas a partir del estado de la técnica y proporcionar un conjunto mejorado para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa o un procedimiento mejorado para para ello, en el que se use el conjunto de acuerdo con la invención.

Este objetivo se resuelve por los rasgos característicos de las reivindicaciones independientes 1 y 11.

Así, una de las ideas centrales de la presente invención consiste en que el conjunto comprende un elemento óptico semitransparente para desviar la luz emitida por la fuente de luz en dirección de la piedra preciosa y transmitir la luz refractada y reflejada en la piedra preciosa, pudiendo ser el elemento óptico semitransparente, por ejemplo, un espejo semitransparente o una placa de vidrio.

Así, una de las diferencias sustanciales con respecto al estado de la técnica también consiste en que el acoplamiento de luz se realiza a través de un elemento óptico semitransparente. De esta forma, es posible disponer los elementos del conjunto de forma más flexible y, de esta forma, evitar las desventajas conocidas a partir del estado de la técnica: por ejemplo, el dispositivo de sujeción para sujetar la piedra preciosa y la fuente de luz para iluminar la piedra preciosa se pueden disponer en el mismo lado de la pantalla difusora. Esto tiene la ventaja de que no tiene que estar provisto ningún agujero en la pantalla difusora para iluminar la piedra preciosa. Simultáneamente, también se crea espacio para un conjunto sustancialmente perpendicular de la cámara para registrar el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora con respecto a la pantalla difusora. Para ello, puede estar provisto que la cámara esté dispuesta en el lado opuesto al dispositivo de sujeción de la pantalla difusora y/o que la pantalla difusora sea una pantalla de transmisión. Mediante una disposición de este tipo de la cámara en relación con la pantalla difusora, es posible seleccionar la distancia de la cámara a la pantalla difusora de modo que se puedan usar lentes que tengan como resultado una

distorsión de perspectiva del patrón de luz proyectado nula o solo muy baja. Además, se pueden evitar por completo las pérdidas de información, eliminando la necesidad de disponer elementos entre la cámara y la pantalla difusora que interfieran en la visión libre de la cámara en la pantalla difusora.

5 La aparente desventaja de usar un elemento óptico adicional en forma de elemento óptico semitransparente (cada elemento óptico siempre está asociado a aberraciones más o menos fuertemente pronunciadas) está más que compensada por una serie de ventajas.

En una conformación ventajosa del conjunto de acuerdo con la invención, el dispositivo de sujeción está dispuesto a una distancia de entre 10 cm y 50 cm, preferentemente a una distancia de aproximadamente 30 cm, de la pantalla difusora.

10 Además, se ha comprobado que es ventajoso que la cámara comprenda un chip CCD y/o que la fuente de luz sea una fuente de luz LED.

15 La luz emitida por la fuente de luz preferentemente no está polarizada y/o presenta un diámetro de haz de entre 5 mm y 15 mm, preferentemente un diámetro de haz de aproximadamente 10 mm, y/o está colimada y/o presenta un semiángulo de divergencia de entre $0,1^\circ$ y $0,4^\circ$, preferentemente un semiángulo de divergencia de aproximadamente $0,25^\circ$, y/o presenta un espectro con una pluralidad de longitudes de onda diferentes del rango de la luz visible. Esto último se manifiesta en el hecho de que la piedra preciosa se ilumina sustancialmente con luz blanca, que se descompone, en parte, en sus colores espectrales por la refracción en la piedra preciosa, de modo que el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora comprende, en parte, reflejos de luz coloreados.

20 Preferentemente también está provisto que el conjunto de acuerdo con la invención comprenda una unidad de evaluación, preferentemente un ordenador, para evaluar el patrón de luz registrado por la cámara, y/o que al menos la fuente de luz, el dispositivo de sujeción, la pantalla difusora, la cámara y el elemento óptico semitransparente estén dispuestos en un dispositivo para suprimir la luz de fondo. La proporción señal-ruido se puede mejorar significativamente mediante la última medida.

25 Como se indica al principio, también se solicita protección para un procedimiento para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa por medio de un conjunto de acuerdo con la invención, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas de procedimiento: sujetar la piedra preciosa que se va a analizar en el dispositivo de sujeción, iluminar la piedra preciosa por medio de la fuente de luz y registrar el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora por medio de la cámara.

30 En un modo de realización preferente, en particular, de este procedimiento está provisto que las etapas de procedimiento 2 y 3 se repitan al menos una vez con un tiempo de exposición diferente y/o con una intensidad diferente y/o con una polarización diferente (en caso de que se use luz polarizada). Posteriormente, a saber, entonces es posible —en caso de que la evaluación del patrón de luz registrado por la cámara por medio de la unidad de evaluación esté comprendida como otra etapa de procedimiento— crear una imagen HDR con un contenido de información incrementado a partir de al menos dos patrones de luz registrados con diferentes tiempos de exposición y/o intensidades y/o polarizaciones.

35 Y finalmente se ha comprobado que es favorable comparar el patrón de luz registrado por la cámara con al menos un patrón de luz almacenado en la unidad de evaluación, siendo preferentemente el patrón de luz almacenado un patrón de luz simulado. De esta forma, por ejemplo, se pueden detectar desviaciones de una talla ideal de la piedra preciosa.

40 Otros rasgos característicos y ventajas de la presente invención resultan de las figuras y de la siguiente descripción de las figuras. En este caso, muestra

la fig. 1 un modo de realización preferente del conjunto en una representación esquemática,

la fig. 2 de forma ejemplar, un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa y proyectado en la pantalla difusora en una representación esquemática simplificada y

45 la fig. 3 un diagrama de flujo para la representación esquemática de un modo de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención.

50 El modo de realización preferente, mostrado en la figura 1, del conjunto 1 de acuerdo con la invención para analizar un patrón de luz generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa comprende una fuente de luz 4 para iluminar una piedra preciosa 2 sujeta en un dispositivo de sujeción 5. Como fuente de luz 4 se usa una fuente de luz LED. La luz emitida por la fuente de luz 4 —el eje óptico correspondiente está provisto con el número de referencia 9— no está polarizada, presenta un diámetro de haz de aproximadamente 10 mm, está colimada y presenta un semiángulo de divergencia de aproximadamente $0,25^\circ$, así como un espectro con una pluralidad de longitudes de onda diferentes del rango de luz visible. Debido al tamaño del diámetro de haz, la mayoría de las piedras preciosas disponibles comercialmente se pueden iluminar completamente.

- La luz 9 emitida por la fuente de luz 4, en primer lugar, incide, con un ángulo, sobre un elemento óptico semitransparente 8 en forma de un espejo semitransparente y se refleja en la superficie del elemento óptico semitransparente 8 que se orienta hacia la fuente de luz. Más concretamente, tiene lugar una desviación de la luz en dirección de la piedra preciosa 2. Una parte de la luz que incide sobre la piedra preciosa 2 se refleja inmediatamente en dirección de la pantalla difusora 6. La parte restante —mucho mayor— de la luz entra en la piedra preciosa 2, se refracta allí y experimenta reflexiones totales en las superficies de la piedra preciosa 2 facetada hasta que finalmente sale, de nuevo, de la piedra preciosa 2 en dirección de la pantalla difusora 6. Una parte de la luz sale naturalmente de la piedra preciosa 2 en una dirección contraria a la pantalla difusora 6 y, por tanto, se "pierde" con respecto al patrón de luz.
- La luz 10 refractada y reflejada emitida por la piedra preciosa 2 que se va a analizar —indicada por las líneas discontinuas— pasa, en transmisión, por el elemento óptico semitransparente 8 y, entonces, incide sobre la pantalla difusora 6, en la que se proyecta una imagen de difusión característica según el tipo de piedra preciosa 2. La distancia del dispositivo de sujeción 5 y, por tanto, (aproximadamente el centro) de la piedra preciosa 2, a la pantalla difusora 6 es de aproximadamente 30 cm.
- Como se puede ver en la estructura del conjunto 1 representada en la figura 1, el dispositivo de sujeción 5 y la fuente de luz 4 están dispuestos en el mismo lado de la pantalla difusora 6.
- La pantalla difusora 6 es una pantalla de transmisión, es decir, el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora 6 también es visible en el lado contrario al dispositivo de sujeción 5 de la pantalla difusora 6. De esta forma es posible registrar el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora 6 por medio de una cámara 7 que esté dispuesta en el lado opuesto al dispositivo de sujeción 5 de la pantalla difusora 6. Además, también es posible alinear la cámara 7 en su extensión longitudinal sustancialmente perpendicular a la pantalla difusora 6, lo que se indica por la línea discontinua. La cámara 7 es una cámara CCD con un chip CCD correspondiente.
- La fuente de luz 4, el dispositivo de sujeción 5, la pantalla difusora 6, la cámara 7 y el elemento óptico semitransparente 8 están dispuestos en un dispositivo 13 para suprimir la luz de fondo, presentando las paredes de este dispositivo 13 una superficie negra mate.
- La cámara 7 está conectada con una unidad de evaluación 12 en forma de ordenador a través de una línea de datos 15 adecuada, que también se puede conformar de forma inalámbrica.
- La figura 2 muestra, en una representación en blanco y negro, de forma ejemplar, un patrón de luz 3 generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa y proyectado en la pantalla difusora. Este patrón de luz 3 se compone de puntos de luz 16 individuales, creándose estos puntos de luz 16 por refracción y reflexión de forma característica para cada piedra preciosa. Cabe señalar que la imagen mostrada en la figura 2 es una imagen en falso color con brillo invertido. Las zonas blancas, en realidad, son negras, es decir, no llega luz allí, y las zonas oscuras son aquellas áreas de la pantalla difusora sobre las que incide la luz. Mediante la representación en blanco y negro simplificada tampoco se puede ver que los puntos de luz 16 presenten, en parte, un gradiente de color similar a la descomposición de la luz blanca a través de un prisma. También cabe señalar que los puntos de luz 16 pueden presentar un brillo diferente. En la literatura en inglés, un patrón de luz de este tipo de una piedra preciosa a menudo se denomina "fuego".
- Un modo de realización preferente del procedimiento 14 de acuerdo con la invención está representado en la figura 3 mediante un diagrama de flujo: en una primera etapa i., se sujeta una piedra preciosa que se va a analizar en el dispositivo de sujeción. En una etapa de procedimiento ii. posterior, se realiza la iluminación de la piedra preciosa por medio de la fuente de luz. En una tercera etapa de procedimiento iii., se registra el patrón de luz proyectado en la pantalla difusora por medio de la cámara. Las etapas de procedimiento ii. y iii. se repiten posteriormente con una serie, por ejemplo, diez, de tiempos de exposición diferentes, que van, por ejemplo, de aproximadamente 60 ms a aproximadamente 16000 ms, es decir, se registran sucesivamente varios patrones de luz por medio de la cámara, que se producen en tiempos de exposición diferentes.
- En otra etapa de procedimiento iv., se realiza la evaluación del patrón de luz registrado por la cámara por medio de la unidad de evaluación. Para ello, en primer lugar, se crea una imagen HDR (alto rango dinámico) a partir de los patrones de luz registrados con tiempos de exposición diferentes y posteriormente se compara con un patrón de luz almacenado en la unidad de evaluación, que es un patrón de luz simulado. Mediante esta comparación, se pueden extraer conclusiones sobre la calidad de la piedra preciosa.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto (1) para analizar un patrón de luz (3) generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa (2), que comprende
 - una fuente de luz (4) para iluminar la piedra preciosa (2),
 - 5 un dispositivo de sujeción (5) para sujetar la piedra preciosa (2),
 - una pantalla difusora (6) para proyectar el patrón de luz (3) y
 - una cámara (7) para registrar el patrón de luz (3) proyectado en la pantalla difusora (6),

caracterizado por que el conjunto (1) comprende un elemento óptico semitransparente (8) para desviar la luz (9) emitida por la fuente de luz (4) en dirección de la piedra preciosa (2) y transmitir la luz (10) refractada y reflejada en la piedra preciosa (2).
2. Conjunto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la pantalla difusora (6) es plana.
3. Conjunto (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el elemento óptico semitransparente (8) es un espejo semitransparente o una placa de vidrio.
4. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el dispositivo de sujeción (5) y la fuente de luz (4) están dispuestos en el mismo lado de la pantalla difusora (6).
5. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la cámara (7) está dispuesta en el lado opuesto al dispositivo de sujeción (5) de la pantalla difusora (6) y/o está orientada sustancialmente perpendicular a la pantalla difusora (6) y/o la pantalla difusora es una pantalla de transmisión.
6. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el dispositivo de sujeción (5) está dispuesto a una distancia (11) de entre 10 cm y 50 cm, preferentemente a una distancia (11) de aproximadamente 30 cm, de la pantalla difusora (6).
7. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la fuente de luz (4) es una fuente de luz LED.
8. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la luz (9) emitida por la fuente de luz (4)
 - no está polarizada, y/o
 - presenta un diámetro de haz de entre 5 mm y 15 mm, preferentemente un diámetro de haz de aproximadamente 10 mm, y/o está colimada, y/o
 - 30 presenta un semiángulo de divergencia de entre 0,1° y 0,4°, preferentemente un semiángulo de divergencia de aproximadamente 0,25°, y/o presenta un espectro con una pluralidad de longitudes de onda diferentes del rango de la luz visible.
9. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el conjunto (1) comprende una unidad de evaluación (12), preferentemente un ordenador, para evaluar el patrón de luz (3) registrado por la cámara (7).
10. Conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** al menos la fuente de luz (4), el dispositivo de sujeción (5), la pantalla difusora (6), la cámara (7) y el elemento óptico semitransparente (8) están dispuestos en un dispositivo (13) para suprimir la luz de fondo.
11. Procedimiento (14) para analizar un patrón de luz (3) generado por refracción y reflexión en una piedra preciosa (2) por medio de un conjunto (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones hasta 10, que comprende las siguientes etapas de procedimiento:
 - i. sujetar la piedra preciosa (2) que se va a analizar en el dispositivo de sujeción (5),
 - ii. iluminar la piedra preciosa (2) por medio de la fuente de luz (4) y
 - iii. registrar el patrón de luz (3) proyectado en la pantalla difusora (6) por medio de la cámara (7).
12. Procedimiento (14) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que las etapas de procedimiento ii. y iii. se repiten al menos una vez con un tiempo de exposición diferente y/o con una intensidad diferente y/o con una polarización diferente.

- 5
13. Procedimiento (14) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que la evaluación del patrón de luz (3) registrado por la cámara (7) por medio de la unidad de evaluación (12) está comprendida como otra etapa de procedimiento (iv).
 14. Procedimiento (14) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que se crea una imagen HDR a partir de al menos dos patrones de luz registrados con diferentes tiempos de exposición y/o intensidades y/o polarizaciones.
 15. Procedimiento (14) de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en el que el patrón de luz (3) registrado por la cámara (7) se compara con al menos un patrón de luz almacenado en la unidad de evaluación (12), siendo preferentemente el patrón de luz almacenado un patrón de luz simulado.

Fig. 1

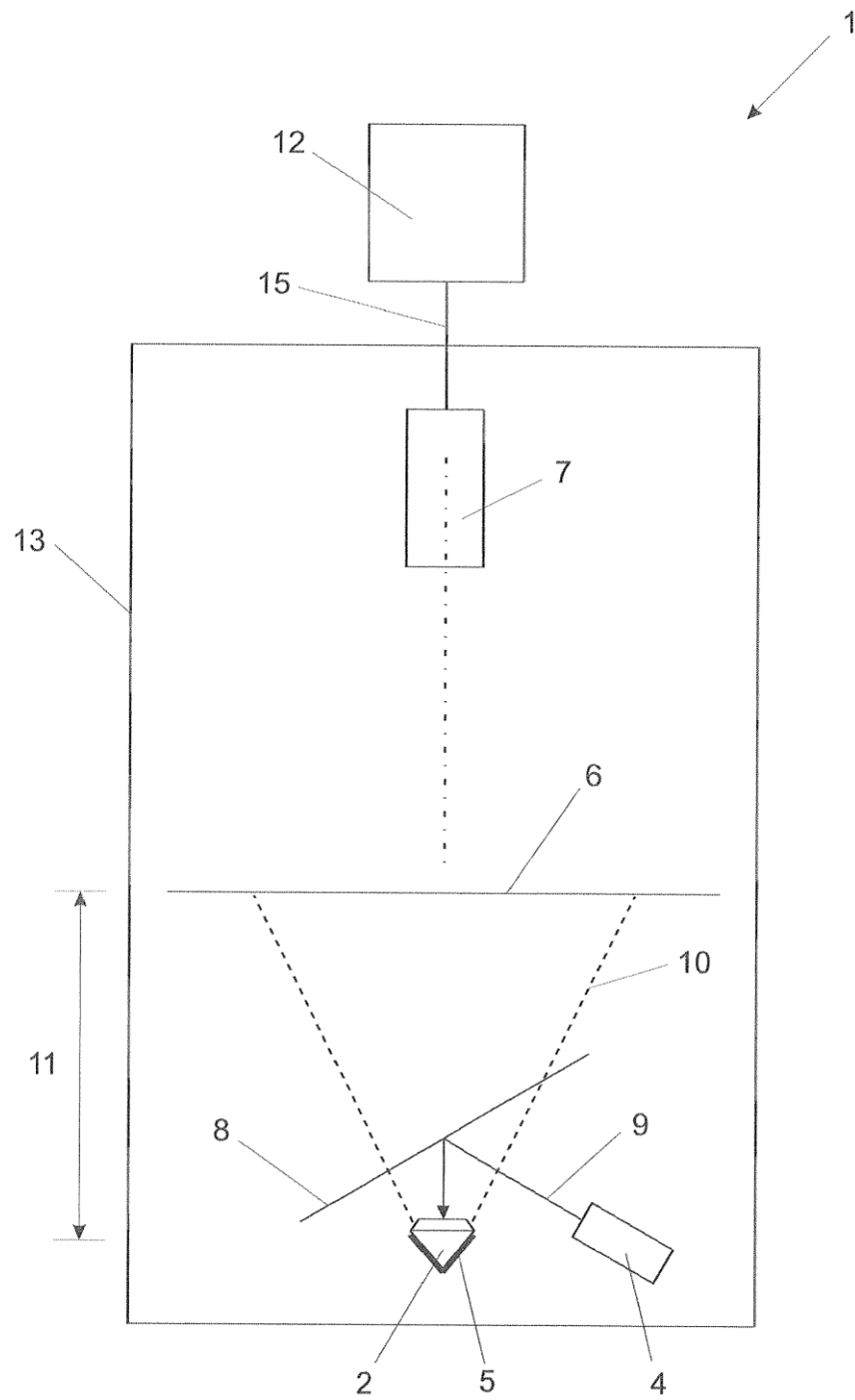


Fig. 2

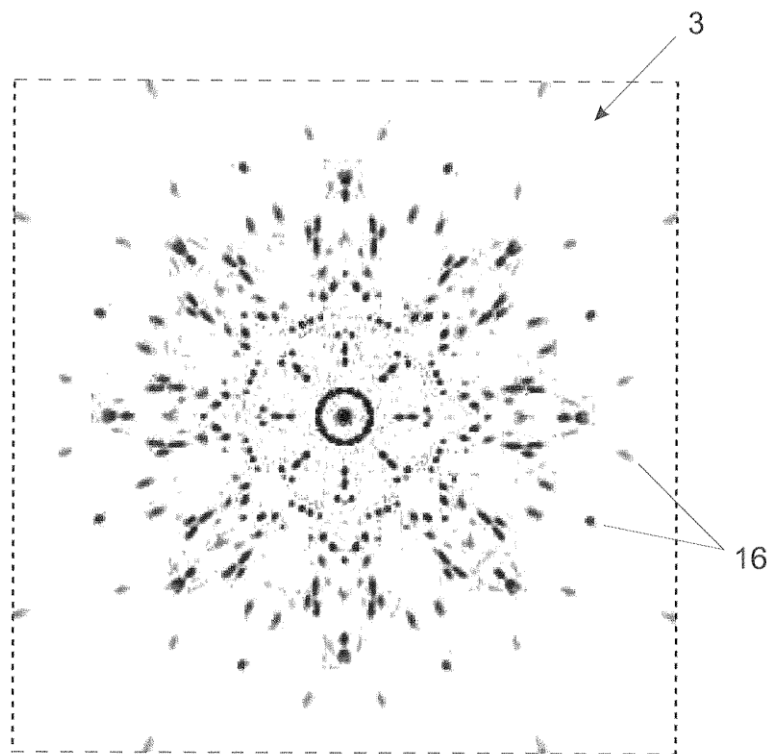


Fig. 3

