

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 948**

51 Int. Cl.:

B23K 26/00 (2014.01)

B23K 26/06 (2014.01)

G03F 7/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2014 PCT/EP2014/055018**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14146974**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2014 E 14710539 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2976176**

54 Título: **Procedimiento y disposición para formar una estructuración en superficies de componentes con un rayo láser**

30 Prioridad:

21.03.2013 DE 102013004869

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

13.03.2019

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**ROCH, TEJA;
BENKE, DIMITRI y
LASAGNI, ANDRÉS, FABIÁN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 703 948 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

Procedimiento y disposición para formar una estructuración en superficies de componentes con un rayo láser

5 La invención concierne a un procedimiento y una disposición para formar una estructuración en superficies de componentes con un rayo láser. Con la invención se pueden formar elementos estructurales unidimensionales o bidimensionales (píxeles). La formación de los elementos estructurales se efectúa por medio de una estructuración por interferencia de láser.

10 Hasta ahora, se ha dirigido un rayo láser hacia un elemento óptico difractivo con el que se puede dividir el rayo láser en varios rayos parciales. Se dirigen entonces los rayos parciales hacia una superficie a estructurar con dos lentes ópticas de enfoque dispuestas a distancia una de otra. Los rayos parciales son alterados adicionalmente en su dirección con una de las dos lentes de modo que incidan sobre la misma zona de la superficie de un componente. Dado que las lentes ópticas presentan una distancia focal constante, es necesario efectuar un cambio por al menos otra lente que presente una distancia focal diferente cuando deba variarse el periodo de interferencia.

15 En otra posibilidad conocida de estructuración por interferencia de láser se divide un rayo láser en rayos parciales por medio de al menos un divisor de haz y se dirigen los rayos parciales desde dirección diferentes hacia la superficie a estructurar con ayuda de elementos reflectantes. Los rayos parciales deben recorrer cada uno de ellos un camino de la misma longitud hasta incidir sobre la superficie. Esta construcción necesita un volumen grande, por lo que no es posible una construcción compacta. Para adaptar el periodo de interferencia es necesario un complicado reglaje preciso de elementos ópticos reflectantes.

20 Se conoce por el documento DE 102 59 443 A1 un procedimiento y una disposición de examen óptico y/o mecanización de una muestra.

El documento DE 10 2006 000 720 A1 concierne a una máquina de mecanización con láser para formar ranuras.

En el documento DE 10 2006 061 066 A1 se describe una disposición óptica difractiva.

Se conocen por el documento DE 10 2011 011 734 A1 ciertas posibilidades de estructuración por interferencia de láser.

25 Se conocen por el documento EP 2 292 370 A1 una estructuración, un procedimiento de obtención de la estructuración y un procedimiento de separación de objetos correctos y falsos.

El documento US 2010/0060876 A1 concierne a un dispositivo de generación de luz y a un procedimiento de control del dispositivo.

30 Por tanto, el problema de la invención consiste en proporcionar una sencilla construcción compacta que esté concebida para realizar una estructuración por interferencia de láser, que pueda integrarse en una construcción móvil y con la que se pueda variar especialmente el periodo de interferencia durante la formación de elementos estructurales.

35 Según la invención, este problema se resuelve con un procedimiento que presenta las características de la reivindicación 1. La reivindicación 10 define una disposición. Se pueden materializar ejecuciones y perfeccionamientos ventajosos de la invención con características definidas en reivindicaciones subordinadas.

40 En el procedimiento según la invención para formar una estructuración superficial en superficies de componentes con un rayo láser se dirige el rayo láser hacia un elemento óptico difractivo o un modulador acusto-óptico. El elemento óptico difractivo o el modulador acusto-óptico está configurado de modo que el rayo láser se desdoble en al menos dos rayos parciales y los rayos parciales sean dirigidos con un ángulo α con respecto al eje óptico del rayo láser hacia al menos otro elemento óptico que es transparente para la radiación láser, siendo siempre el ángulo α preferiblemente de la misma magnitud.

Un modulador acusto-óptico presenta un principio funcional semejante al de un elemento óptico difractivo. Se mueve una rejilla óptica por la influencia de ondas acústicas.

45 A continuación, se utilizará únicamente el término elemento óptico difractivo, aun cuando se puede utilizar también en lugar del mismo un modular acusto-óptico o una rejilla de fase semejante.

50 Los uno o varios elementos ópticos adicionales presentan una primera superficie que está orientada de preferencia perpendicularmente con respecto al eje óptico del rayo láser. Una segunda superficie, que está formada enfrente de la primera superficie, está inclinada según un ángulo con respecto al eje óptico del rayo láser. La dirección de los rayos parciales puede ser alterada así por refracción óptica. Los rayos parciales pueden estar orientados entonces paralelamente al eje óptico del rayo láser. En el trayecto de los rayos parciales está dispuesta una lente óptica de enfoque entre el/los elementos ópticos adicionales y una superficie de componente a mecanizar. Se enfocan así los rayos parciales de modo que incidan sobre la superficie del componente en una posición común con un ángulo de incidencia β , que preferiblemente es de la misma magnitud, con respecto al eje óptico del rayo láser. Los rayos

parciales pueden reflejarse así desde varias direcciones con respecto al eje óptico del rayo láser e incidir sobre la superficie que se debe estructurar.

5 El rayo láser deberá ser emitido por una fuente de rayo láser de funcionamiento pulsado. Se pueden elegir duraciones de impulso en el rango de nanosegundos hasta el rango aún menor de picosegundos. Esto se puede conseguir especialmente haciendo que pueda mantenerse una diferencia de longitud de camino muy pequeña de los rayos parciales hasta la incidencia sobre la superficie que se debe estructurar. Además, se puede utilizar un sistema láser que presente una pequeña longitud de coherencia.

10 Un elemento óptico adicional puede estar configurado como un prisma óptico o una placa en cuña, o bien puede estar realizado en una superficie en forma de una pirámide o un tronco de pirámide, en forma de un poliedro o en forma de un cono o un tronco de cono. Es posible a este respecto hacer que los rayos parciales incidan primero perpendicularmente sobre la superficie del elemento óptico adicional orientada perpendicularmente al eje óptico del rayo láser y conseguir la desviación de los rayos parciales por refracción óptica en la superficie del elemento óptico adicional dispuesta seguidamente en la dirección de propagación del rayo e inclinada según un ángulo determinado. Sin embargo, el elemento óptico adicional puede estar dispuesto con un giro de 180° en el trayecto de los rayos
15 parciales.

20 En una ejecución de la disposición según la invención en la que se efectúa únicamente un desdoblamiento del rayo láser en dos rayos parciales, el elemento óptico adicional puede estar formado preferiblemente como un prisma óptico o con dos placas en cuña, cuyas cuñas están orientadas en sentidos contrarios una respecto de otra. Dos placas en cuña deberán aplicarse directamente una a otra con una superficie que está orientada en sentido paralelo al eje óptico del rayo láser o bien estas superficies deberán presentar una respectiva distancia de igual magnitud con respecto al eje óptico de modo que los rayos parciales incidan sobre una superficie de las placas de cuña con la misma distancia al eje óptico del rayo láser y también sean refractados al salir en una posición con una misma distancia respectiva al eje óptico del rayo láser y sean modificados en su dirección de radiación. Las placas en cuña y los ángulos α deberán ser de la misma magnitud y los rayos parciales deberán recorrer la misma longitud de camino hasta incidir sobre la superficie que se debe estructurar.
25

En presencia de más de dos rayos parciales se puede utilizar un poliedro, un cono o un tronco de cono en un elemento óptico adicional. Sin embargo, se pueden utilizar también más de dos placas en cuña de conformidad con el número de rayos parciales, pudiendo dirigirse siempre un rayo parcial hacia una placa en cuña. En presencia de cuatro rayos parciales se propone una forma de pirámide o de tronco de pirámide.

30 La disposición utilizable en la invención puede estar configurada de modo que la lente óptica de enfoque pueda ser cambiada por una lente óptica de enfoque con otra distancia focal.

Como elemento óptico difractivo se puede utilizar preferiblemente una rejilla óptica. Ésta deberá estar configurada de modo que se pueda obtener el respectivo número deseado de rayos parciales y que los rayos parciales mantengan siempre el mismo ángulo α en el recorrido adicional del trayecto de los rayos después del elemento óptico difractivo.

35 Variando la distancia d_1 entre el elemento óptico difractivo y el elemento óptico adicional se modifica de manera muy sencilla la respectiva distancia Δx de los rayos parciales al eje óptico del rayo láser en la zona del trayecto del rayo entre el/los elementos ópticos adicionales y la lente de enfoque, y también se modifican el ángulo de incidencia β de los rayos parciales y el periodo de interferencia, cuando se desean variaciones en la estructuración que se debe formar.

40 En otra realización ventajosa el rayo láser puede ser dirigido con al menos un desvío unidimensional hacia el elemento óptico difractivo de modo que se alcance el lugar de incidencia sobre la superficie del elemento óptico difractivo y, por tanto, se consigan un desplazamiento de los ejes ópticos de los rayos parciales y un desplazamiento unidimensional de la posición en la que los rayos parciales son dirigidos conjuntamente hacia la superficie del componente. Para la desviación del rayo láser o de rayos parciales al menos un elemento reflectante basculable
45 alrededor de al menos un eje puede estar dispuesto en el trayecto del rayo láser o de los rayos parciales. Es posible también una desviación bidimensional del rayo láser, para lo cual puede disponerse allí un elemento óptico reflectante basculable alrededor de dos ejes orientados perpendicularmente uno a otro o bien pueden disponerse allí dos elementos ópticos reflectantes basculables alrededor de un respectivo eje.

50 Gracias al movimiento lateral así obtenible de la posición en la que los dos rayos parciales inciden conjuntamente sobre la superficie del componente, se puede utilizar el láser con una frecuencia de impulsos de, por ejemplo, > 2 kHz, la cual no es posible sin una disposición especular de esta clase.

Ventajosamente, es posible también girar el elemento óptico difractivo alrededor de un eje, con lo que es posible un giro de líneas de interferencia y se pueden formar estructuraciones correspondientes. El elemento óptico difractivo puede ser girado alrededor de un eje paralelo al eje óptico del rayo láser dirigido perpendicularmente hacia el
55 elemento óptico difractivo.

Existe también la posibilidad de variar la distancia d_2 entre el elemento óptico adicional y la lente óptica de enfoque. Se puede variar así la orientación de los rayos parciales y se puede conseguir una variación correspondiente del

tamaño de la estructuración, ya que los ángulos con los que los rayos parciales están dirigidos hacia el elemento óptico de enfoque y la superficie del componente pueden ser modificados de esta manera. Como alternativa a una lente óptica, se pueden utilizar objetivos, por ejemplo en forma de un objetivo f-theta.

5 En una forma de realización de la invención se puede utilizar también un rayo láser que presente un corte transversal no rotacionalmente simétrico y/o un perfil de intensidad modificado del rayo láser, por ejemplo un perfil de intensidad de dicho rayo no rotacionalmente simétrico o un perfil de intensidad de dicho rayo no homogéneo en toda la superficie de su corte transversal. Un rayo láser así configurado puede ser dirigido hacia la superficie de un elemento óptico difractivo y dividido en varios rayos parciales que pueden interferirse entonces nuevamente sobre la superficie de un componente.

10 Un corte transversal no rotacionalmente simétrico del rayo láser que se dirige hacia el elemento óptico difractivo puede conseguirse por medio de la desviación ya mencionada con al menos un elemento reflectivo cuando el rayo láser no incide perpendicularmente sobre la superficie del elemento difractivo. Se puede utilizar también para ello al menos un elemento reflectivo con una superficie correspondientemente curvada.

15 Un perfil de intensidad modificado puede conseguirse con un elemento semitransparente o semirreflectante que presente en la superficie sobre la que incide el rayo láser un gradiente de transmisión o de reflexión para la respectiva radiación láser. Se puede formar así, por ejemplo, un llamado perfil de Gauss→sombbrero de copa o un sombrero de copa→perfil de Gauss. Se puede conseguir así una densidad de energía puntualmente elevada con un umbral de destrucción elevado y una erosión correspondientemente elevada del material en un área más pequeña de la superficie del componente. Sin embargo, se puede aceptar en este caso una pequeña pérdida de potencia en zonas con reducida intensidad/densidad energética de los rayos parciales incidentes. Para la formación de un perfil de intensidad no rotacionalmente simétrico o un perfil de intensidad no homogéneo en toda la superficie del corte transversal del rayo láser se puede utilizar también un elemento óptico adaptativo o una disposición óptica correspondiente de varios elementos ópticos, hacia y/o a través de la cual se dirige el rayo láser. Como elementos ópticos adaptativos se pueden utilizar, por ejemplo, elementos reflectantes que presenten una superficie preferiblemente curvada de manera irregular o cuya superficie hacia la cual se dirige el rayo láser pueda variarse en su grado de bombeado.

20 La disposición utilizable en la invención puede estar configurada como muy compacta, es decir, con un pequeño volumen necesario y una masa propia correspondientemente pequeña. Por tanto, esta disposición puede utilizarse en combinación con un manipulador de modo que pueda conseguirse sobre zonas superficiales mayores un movimiento también multidimensional durante la estructuración superficial de componentes que pueden ser de formato grande y presentar una masa grande.

30 Existe también la posibilidad de formar elementos estructurales lineales con orientaciones diferentes sobre una superficie del componente, los cuales pueden formar seguidamente un dibujo o una imagen concreta.

35 Se puede conseguir también que, al observar la superficie estructurada desde ángulos de observación adecuados, se pueda provocar una impresión de color.

Los rayos parciales pueden solaparse también de manera sencilla, incluso con un alto grado de enfoque, sobre la superficie que se debe estructurar. A este respecto, es necesario únicamente mantener entre la lente óptica de enfoque y la superficie a estructurar la distancia que tiene en cuenta la distancia focal de esta lente.

Con más de dos rayos parciales en los que se divide el rayo láser se pueden producir estructuras puntiformes.

40 La disposición utilizable en la invención puede estar configurada también de modo que pueda girarse alrededor de un eje, preferiblemente el eje óptico del rayo láser.

A continuación, se explicación la invención con más detalle a modo de ejemplo. Las características mostradas y explicadas en los diferentes ejemplos pueden combinarse una con otra con independencia del respectivo ejemplo.

Muestran en los dibujos:

45 La figura 1, en forma esquemática, un ejemplo de una disposición utilizable en la invención;

La figura 2, un diagrama con el que se ilustra la dependencia del periodo de interferencia con respecto a la distancia d_1 ;

La figura 3, una representación esquemática de estructuras que pueden formarse con la invención sobre la superficie de un componente; y

50 La figura 4, una representación esquemática de dos ejemplos de una disposición utilizable según la invención;

La figura 5, otros ejemplos de estructuras superficiales que pueden formarse según la invención con distancias modificadas de elementos estructurales, orientaciones modificadas y periodos modificados, las cuales pueden formarse después de una irradiación múltiple en una posición;

La figura 6, un ejemplo en el que se forma el rayo láser con un espejo semitransparente y este rayo es dirigido con dos elementos reflectantes basculables hacia un elemento óptico difractivo; y

La figura 7, en forma esquemática, la posible utilización de un modulador acusto-óptico para la división de un rayo láser en rayos parciales.

5 En la figura 1 se muestra a modo de ejemplo una disposición en la que un rayo láser 1 está dirigido hacia un elemento óptico difractivo 2 con el que se desdobla en este ejemplo el único rayo láser 1 en dos rayos parciales 1.1 y 1.2 y ambos rayos parciales 1.1 y 1.2 se desvían cada uno según un respectivo ángulo α con respecto al eje óptico del rayo láser 1. Ambos rayos parciales 1.1 y 1.2 inciden sobre una superficie – orientada perpendicularmente al eje óptico del rayo láser 1 – de un prisma óptico actuante como elemento óptico adicional 3. Dado que el elemento óptico adicional 3 es transparente para la radiación láser, se produce en la superficie opuesta del elemento óptico adicional 3, que está inclinada según un ángulo $\pm 90^\circ$ con respecto al eje óptico, una desviación adicional de los dos rayos parciales 1.1 y 1.2 en función del ángulo de inclinación de esta superficie y del índice de refracción óptica del elemento óptico adicional 3. Los dos rayos parciales 1.1 y 1.2 deberán discurrir de preferencia paralelamente al eje óptico y a la misma distancia respectiva Δx del eje óptico del rayo láser 1 entre el elemento óptico adicional y la lente óptica de enfoque.

10 Ambos rayos parciales 1.1 y 1.2 se enfocan entonces con la lente óptica de enfoque 4 sobre la superficie que se debe estructurar y, reflejados desde direcciones diferentes con el respectivo igual ángulo de incidencia β con respecto al eje óptico del rayo láser 1, inciden en una posición común sobre la superficie a estructurar del componente. Se efectúa allí una erosión deliberada del material o una variación del material del componente mediante una transformación de fase o una fusión a consecuencia de la interferencia de los dos rayos parciales 1.1 y 1.2.

20 En lugar del prisma óptico se pueden utilizar también dos placas en cuña. Se puede utilizar también otro elemento óptico difractivo 2 con el que se pueda desdoblar el rayo láser 1 en más de dos rayos parciales. En este caso, se deberá utilizar un elemento óptico adicional 3 adaptado a la posición y orientación de los más de dos rayos parciales. Ejemplos de esto se citan en la parte general de la descripción.

De manera especialmente ventajosa, se puede variar la distancia d_1 entre el elemento óptico difractivo 2 y el elemento óptico adicional 3. Se puede variar así también de manera muy sencilla el periodo de interferencia, con lo que se pueden formar elementos estructurales correspondientemente diferentes en la superficie de un componente.

30 La dependencia del periodo de interferencia respecto de la distancia d_1 está ilustrada en el diagrama mostrado en la figura 2 para tres lentes ópticas de enfoque 4 con distancias focales de 35 mm, 70 mm y 150 mm. Se puede apreciar también que incluso unas pequeñas variaciones de la distancia d_1 tienen una gran influencia sobre la variación así obtenible del periodo de interferencia y este efecto se refuerza aún más para distancias focales mayores de la lente óptica de enfoque.

35 En la figura 3 se indica a modo de ejemplo una estructuración formada sobre una superficie de un componente. En este caso, los rayos parciales pueden enfocarse sobre la superficie con periodos de interferencia diferentes, con lo que pueden formarse en posiciones diferentes unos elementos estructurales lineales con distancias diferentes de uno a otro. Esto puede conseguirse de manera sencilla por la variación de la distancia d_1 .

40 Dado que una disposición utilizable en la invención es de configuración muy sencilla y compacta, se pueden formar también dibujos de esta clase con orientaciones diferentes. La disposición puede girarse entonces de manera sencilla alrededor del eje óptico del rayo láser 1 con el respectivo ángulo deseado. Como puede apreciarse en la figura 3, se pueden formar estructuras lineales en posiciones diferentes sobre una superficie de un componente con orientación vertical, orientación horizontal o con cualquier ángulo que diverja de éstas y se pueden conseguir allí también efectos diferentes.

45 En la figura 4 se representan esquemáticamente dos ejemplos de una disposición utilizable en la invención. En este caso, un rayo láser 1 está dirigido hacia un elemento difractivo 2 con el cual se divide dicho rayo en dos rayos parciales 1.1 y 1.2 y éstos se dirigen hacia una superficie – orientada perpendicularmente al eje óptico del rayo láser 1 – de un biprisma 3 actuante como elemento óptico adicional y salen nuevamente por el lado posterior del biprisma y son refractados de modo que dichos rayos parciales, en ambos ejemplos mostrados en la figura 4, estén dirigidos paralelamente al eje óptico del rayo láser 1.

50 En el ejemplo representado a la izquierda en la figura 4 los dos rayos parciales 1.1 y 1.2 se dirigen hacia una lente cilíndrica actuante como elemento óptico de enfoque 4 para que los rayos parciales 1.1 y 1.2 sean enfocados sobre una superficie a mecanizar, con lo que los rayos parciales 1.1 y 1.2 se interfieren en la superficie.

En el ejemplo mostrado a la derecha en la figura 4 está dispuesta adicionalmente como elemento de enfoque 4 una lente cilíndrica adicional 4.1 entre el biprisma 3 y la lente cilíndrica.

Para ambos ejemplos se ha ilustrado debajo de la disposición que el plano de solapamiento de los rayos parciales 1.1 y 1.2 en el ejemplo dispuesto a la izquierda en la figura 4 es más corto que en el ejemplo mostrado a la derecha en la figura 4.

5 La figura 6 muestra en forma esquemática un ejemplo de una disposición utilizable en la invención, en la que el rayo láser 1 se dirige hacia un espejo semitransparente y hacia dos elementos reflectantes 5 basculables alrededor de un respectivo eje. En este caso, los ejes de giro de los elementos reflectantes 5 están orientados perpendicularmente uno a otro. El rayo láser 1 puede orientarse así bidimensionalmente e incidir en diferentes posiciones sobre la superficie del elemento óptico difractivo 2. Se modifican así las posiciones en las que los rayos parciales 1.1 y 1.2 salen del elemento óptico difractivo 2 y, en consecuencia, se modifican también las posiciones en las que los rayos
10 parciales 1.1 y 1.2 inciden conjuntamente sobre la superficie del componente 3 y pueden formar allí una estructuración. Se puede ejercer así adicionalmente influencia sobre la estructura que se debe formar.

De una forma no representada, se puede alterar también la distancia d_2 entre el elemento óptico adicional 3 y la lente óptica de enfoque 4. El elemento óptico adicional 3 puede ser aquí un biprisma o bien un elemento de forma cónica (axicono) o un elemento de forma de pirámide, cuyo vértice mira en dirección al componente 3. Aparte de las
15 lentes de enfoque y las lentes cilíndricas ya mencionadas, se puede utilizar también para el enfoque una lente F-theta como elemento óptico de enfoque 4. El elemento óptico adicional 3 puede moverse aquí en traslación paralelamente al eje óptico del rayo láser 1.

En este ejemplo está presente en el trayecto de los rayos entre la fuente de láser 6 y los elementos reflectantes 5 un elemento reflectante semitransparente 7 que presenta en toda la superficie sobre la que incide el rayo láser 1 un
20 gradiente de transmisión para la respectiva radiación láser. Por tanto, se puede conseguir, por ejemplo, un perfil de intensidad no rotacionalmente simétrico del rayo láser 1 que incide sobre el elemento óptico difractivo 2. El perfil de intensidad de los rayos parciales 1.1 y 1.2 puede ser así también no rotacionalmente simétrico.

En todos los ejemplos mostrados existe también la posibilidad de girar el elemento óptico difractivo 2 alrededor de un eje. Éste puede estar orientado de preferencia paralelamente al eje óptico con el que el rayo láser 1 incide sobre
25 la superficie del elemento óptico difractivo 2.

La figura 7 muestra en forma esquemática la utilización de un modulador acusto-óptico en lugar de un elemento óptico difractivo 2 para la división de un rayo láser en rayos parciales 1.1 y 1.2.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para formar una estructuración superficial en superficies de componentes con un rayo láser, en el que el rayo láser (1) se dirige hacia un elemento óptico difractivo (2) o un modulador acusto-óptico y se desdobra con el elemento óptico difractivo (2) o el modulador acusto-óptico en al menos dos rayos parciales (1.1 y 1.2), y los rayos parciales (1.1 y 1.2) se dirigen con un ángulo α con respecto al eje óptico del rayo láser (1) hacia al menos un elemento óptico adicional (3) que es transparente para la radiación láser, en el que
- los rayos parciales (1.1 y 1.2) se enfocan con una lente óptica de enfoque (4) dispuesta entre el/los elementos ópticos adicionales (3) y una superficie del componente a mecanizar de modo que estos rayos incidan en una posición común sobre la superficie del componente con un ángulo de incidencia β con respecto al eje óptico del rayo láser (1), **caracterizado** por que
- el/los elementos ópticos adicionales (3) presentan una primera superficie y presentan también una segunda superficie que está inclinada según un ángulo con respecto al eje óptico del rayo láser (1) y en la que se modifican los rayos parciales (1.1 y 1.2) en su dirección por refracción óptica, y
- se varía la distancia $d1$ entre el elemento óptico difractivo (2) o el modulador acústico-óptico y el elemento óptico adicional (3) para variar el periodo de interferencia.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que se dirigen los rayos parciales (1.1, 1.2) con el mismo ángulo α con respecto al eje óptico del rayo láser hacia al menos un elemento óptico adicional y/o
- se dirigen los rayos parciales (1.1, 1.2) con el mismo ángulo de incidencia β con respecto al eje óptico del rayo láser (1) hacia la superficie del componente.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se utiliza como al menos un elemento óptico adicional (3) un prisma óptico, una placa en cuña, un elemento óptico (3) configurado en una superficie en forma de una pirámide o un tronco de pirámide, en forma de un poliedro o en forma de un cono o un tronco de cono, y se utiliza como elemento óptico difractivo (2) una rejilla óptica.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el elemento óptico difractivo se hace girar alrededor de un eje.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se forman unos dibujos de interferencia unidimensionales y/o bidimensionales cuyo periodo y/o cuya orientación son variables.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el rayo láser (1), desviado al menos unidimensionalmente con al menos un elemento reflectante (5), es dirigido hacia el elemento óptico difractivo (2) o el modulador acusto-óptico.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que el elemento óptico difractivo (2) es hecho girar alrededor de un eje paralelo al eje óptico de un rayo láser (1) dirigido perpendicularmente hacia el elemento óptico difractivo (2).
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se varía la distancia $d2$ entre el elemento óptico adicional (3) y la lente óptica de enfoque (4).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se modifica el perfil de intensidad del rayo láser (1) con un elemento óptico adicional (7) y se consigue entonces especialmente un perfil de intensidad no rotacionalmente simétrico del rayo láser (1) o un perfil de intensidad de dicho rayo no homogéneo en toda la superficie de su corte transversal.
10. Disposición para realizar el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que se dirige un rayo láser (1), para dividirlo en rayos parciales (1.1, 1.2), hacia un elemento óptico difractivo (2) o un modulador acusto-óptico y los rayos parciales (1.1, 1.2) se dirigen con un ángulo α con respecto al eje óptico del rayo láser (1) hacia al menos un elemento óptico adicional (3) que es transparente para la radiación láser, y los rayos parciales (1.1, 1.2) inciden en una posición común sobre la superficie del componente con un ángulo de incidencia β con respecto al eje óptico del rayo láser (1) por medio de una lente óptica de enfoque (4) dispuesta entre el/los elementos ópticos adicionales (3) y una superficie del componente que se debe mecanizar; **caracterizada** por que la distancia $d1$ entre el elemento óptico difractivo (2) o el modulador acusto-óptico y el elemento óptico adicional (3) es variable; presentando el/los elementos ópticos adicionales (3) una primera superficie y presentando también una segunda superficie que está inclinada según un ángulo con respecto al eje óptico del rayo láser (1) y en la que se modifican los rayos parciales (1.1 y 1.2) en su dirección por refracción óptica.
11. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** por que un elemento óptico adicional (3) es un prisma óptico, una placa en cuña, un elemento óptico (3) configurado en una superficie en forma de una pirámide o un tronco de pirámide, en forma de un poliedro o en forma de un cono o un tronco de cono, y el elemento óptico difractivo (2) es una rejilla óptica.

12. Disposición según la reivindicación 10 u 11, **caracterizada** por que el elemento óptico difractivo (2) es giratorio alrededor de un eje.
13. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, **caracterizada** por que en el trayecto del rayo láser (1) o de los rayos parciales (1.1, 1.2) está dispuesto al menos un elemento reflectante (5) basculable alrededor de al menos un eje.
- 5
14. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada** por que un elemento reflectivo o transmisivo (7) formador de rayos, que presenta en toda su superficie de gradiente de reflexión o de transmisión, o bien un elemento óptico adaptativo están dispuestos en el trayecto del rayo láser (1) delante del elemento óptico difractivo (2) o del modulador acusto-óptico.
- 10
15. Disposición según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizada** por que un elemento óptico adaptativo (7) presenta una superficie irregularmente curvada o bien la superficie hacia la cual se dirige el rayo láser es variable en su grado de bombeado.

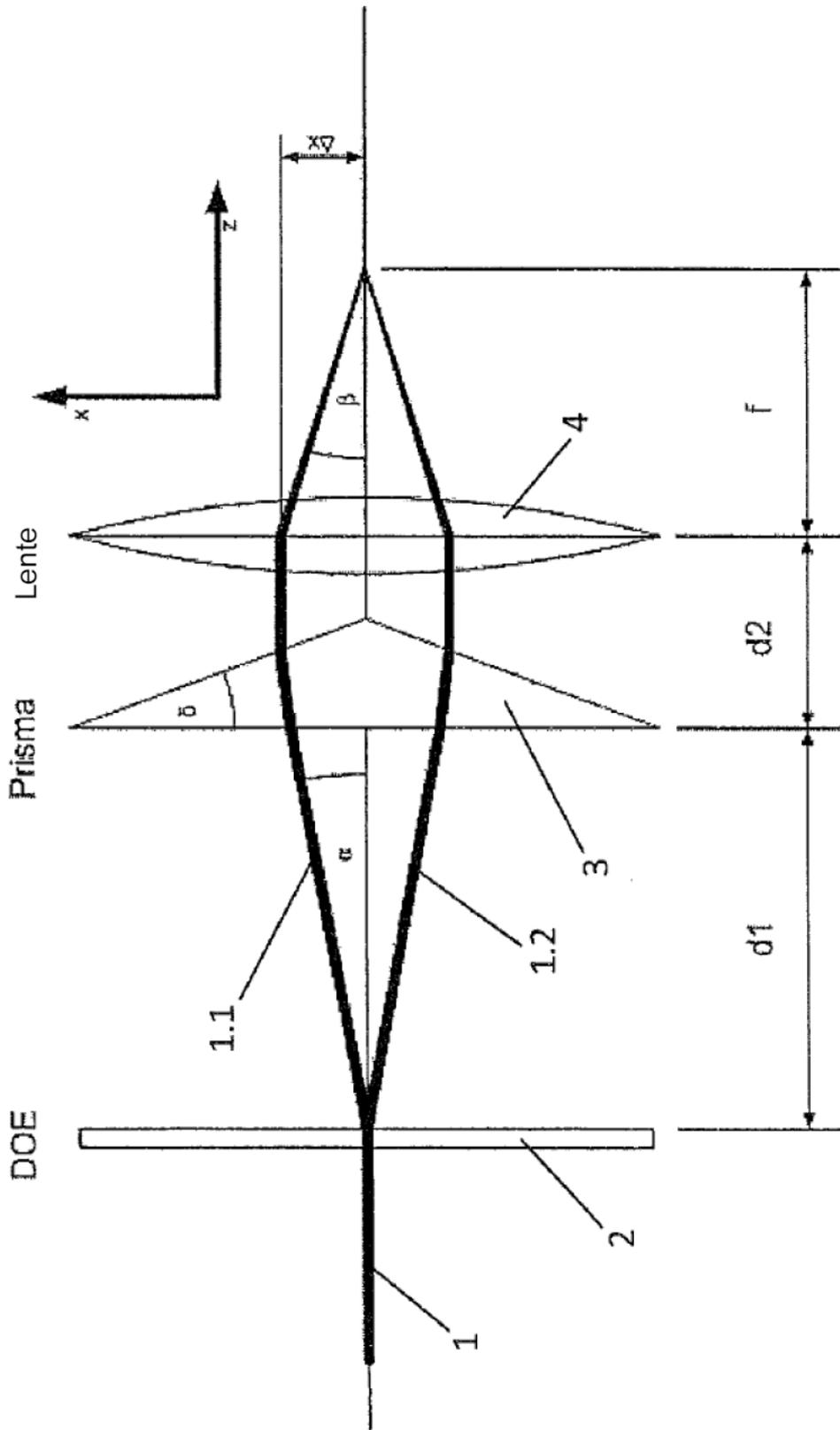


Fig. 1

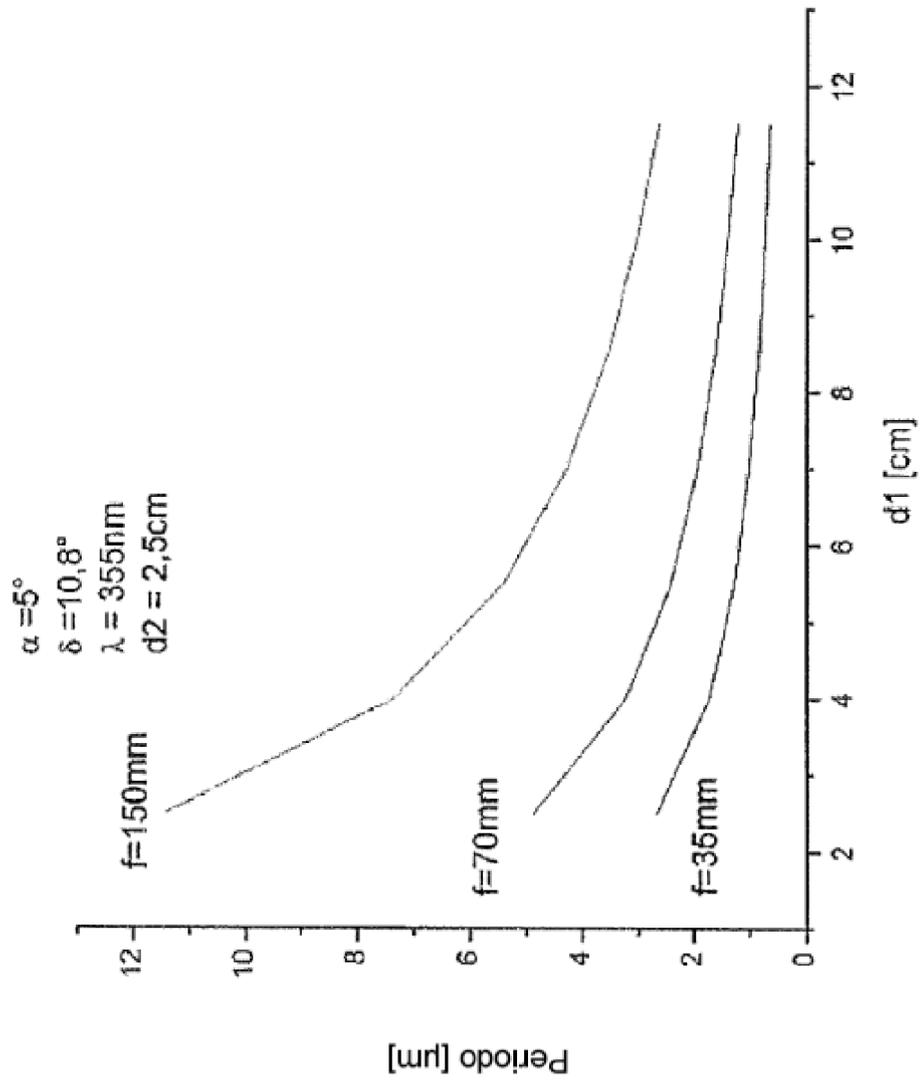


Fig. 2

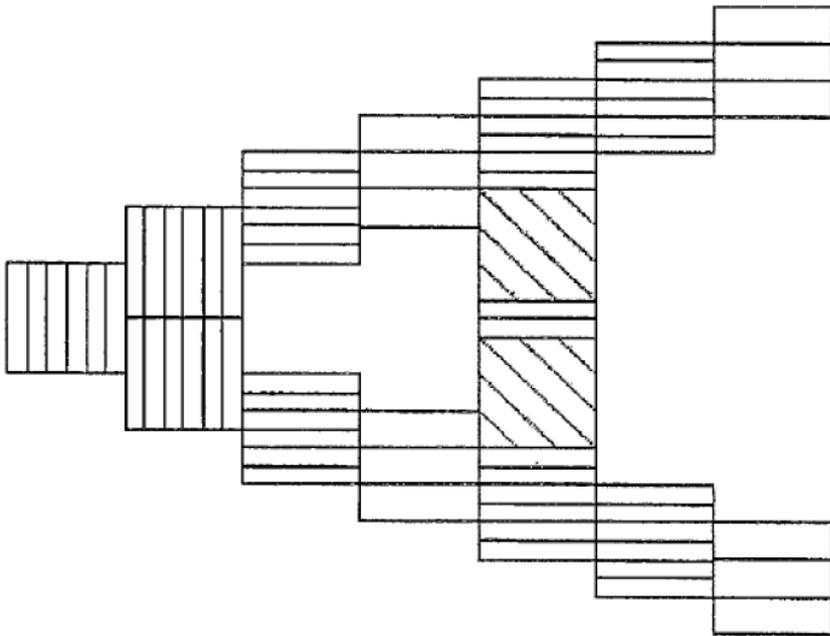


Fig. 3

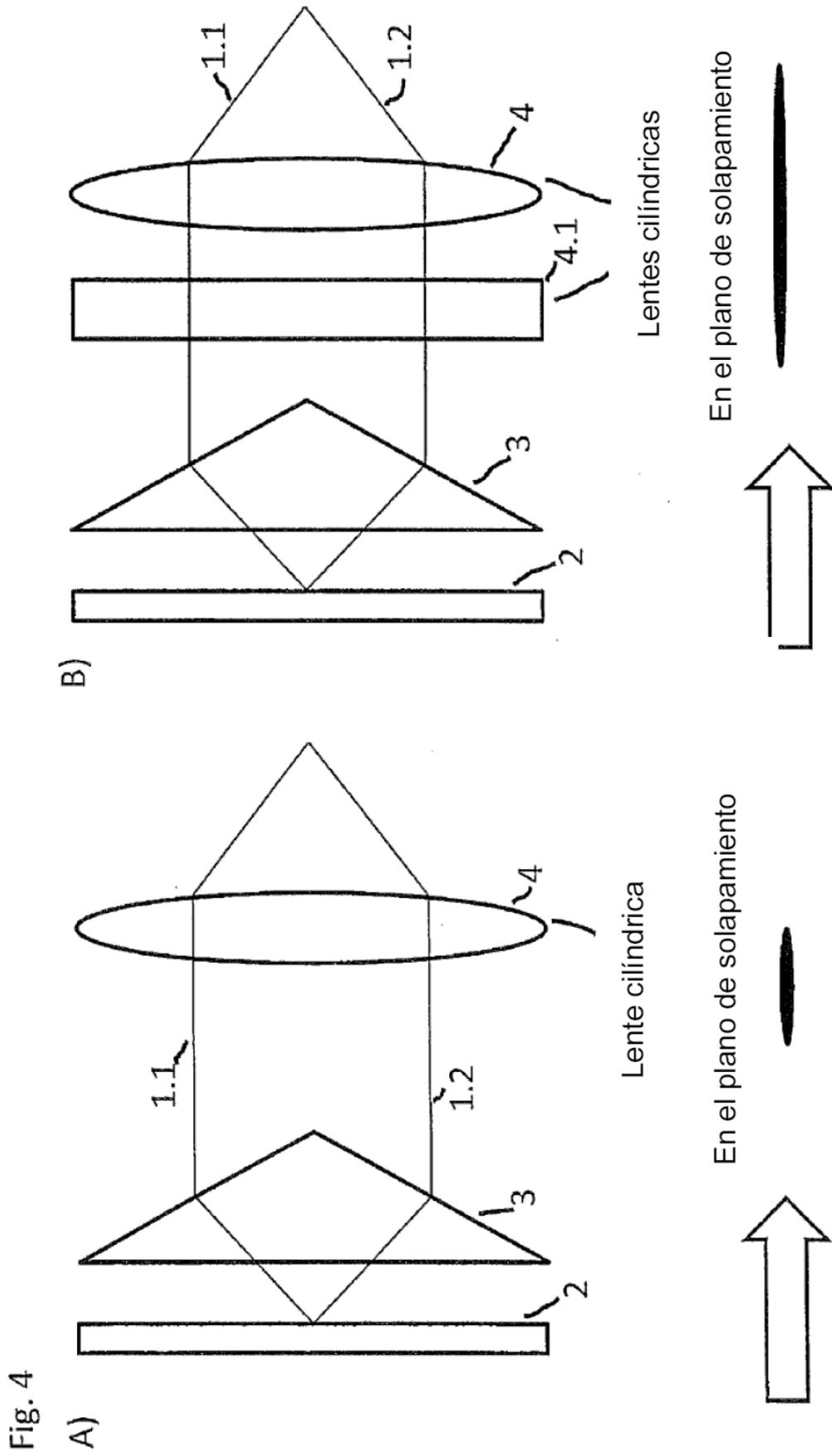
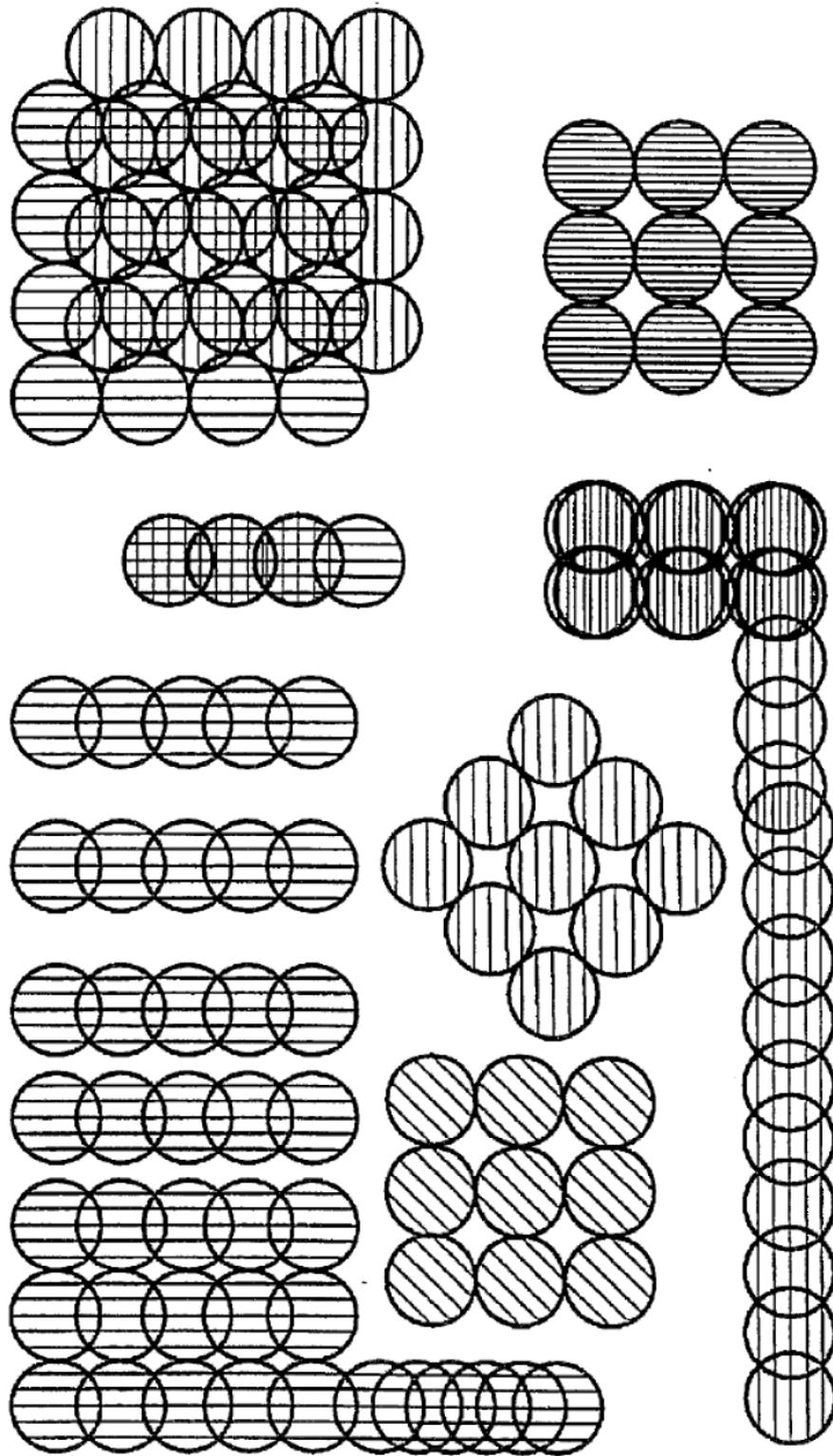
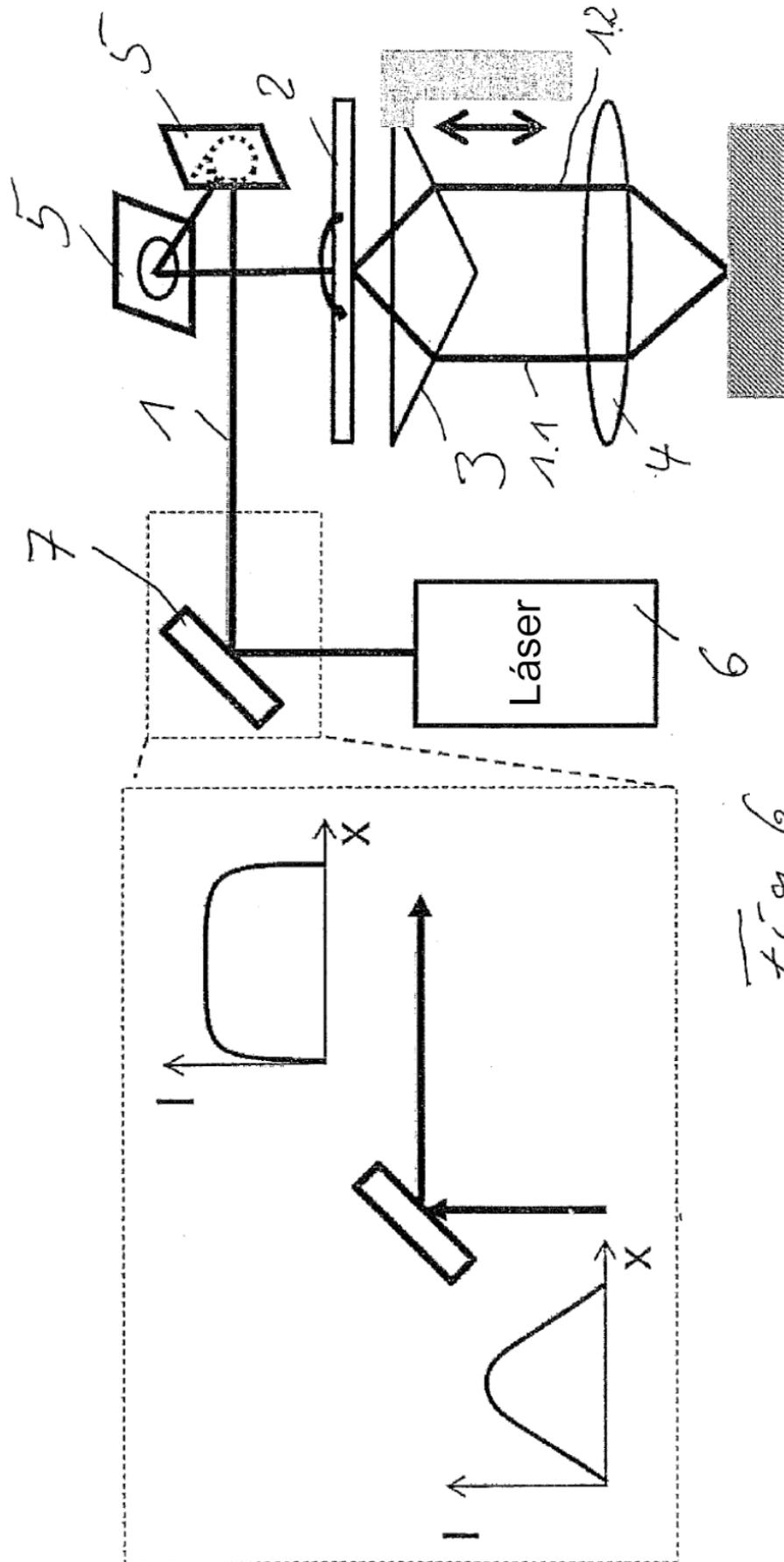
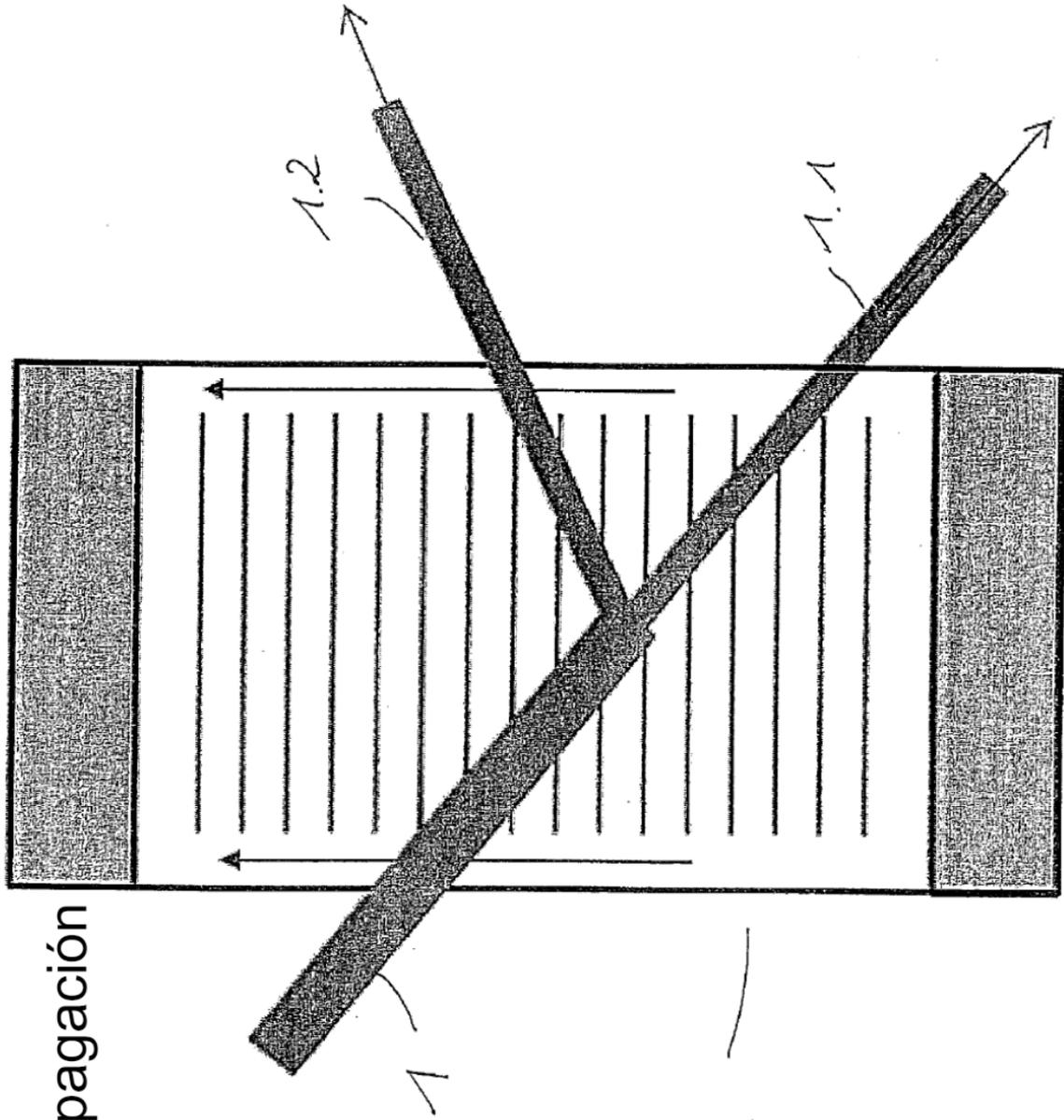


Fig. 5



Variación de: distancia entre píxeles, ángulo de rotación y periodo; irradiación múltiple de un sitio





Dirección de propagación
del ultrasonido

Rejilla de fase
movida

Fig. 7