

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 920 674**

51 Int. Cl.:

B24B 19/04 (2006.01)

B24B 49/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.03.2019** **PCT/IB2019/052502**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2019** **WO19197931**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.03.2019** **E 19721785 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2022** **EP 3774177**

54 Título: **Procedimiento y máquina rectificadora para fabricar una pieza de trabajo que comprende una ranura helicoidal**

30 Prioridad:

09.04.2018 CH 4522018

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

08.08.2022

73 Titular/es:

ROLLOMATIC S.A. (100.0%)
Rue des Prés-Bugnons 3
2525 Le Landeron, CH

72 Inventor/es:

MARTY, JEAN-CHARLES

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 920 674 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

Método y rectificadora para fabricar una pieza de trabajo que comprende una ranura helicoidal

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para mecanizar una pieza de trabajo, en particular, la primera de una serie de piezas de trabajo idénticas y una rectificadora para implementar el método.

10 El documento WO 99/43469 A desvela un ejemplo de un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la técnica relacionada

15 Existe la necesidad de una fabricación fiable y rentable de series de piezas de trabajo alargadas idénticas mediante el mecanizado de materiales cilíndricos, en particular, monobloques (es decir, bloques individuales) de forma cilíndrica de metal o cerámica, materiales compuestos de forma cilíndrica, o agregación de forma cilíndrica de distintos materiales (por ejemplo, mediante soldadura blanda o soldadura fuerte). La mayoría de estas piezas de trabajo alargadas son herramientas que comprenden una o más ranuras helicoidales (por ejemplo, espirales o estrías), tales como herramientas de fresado y taladrado, por ejemplo, taladros (también llamados brocas), fresas y cualquier tipo de
20 cortadores giratorios.

Las piezas de trabajo con una o más ranuras helicoidales se mecanizan generalmente por medio de una rectificadora que comprende medios para retener la pieza de trabajo que se va a mecanizar, una muela abrasiva giratoria y medios para proporcionar un posicionamiento relativo entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo para mecanizar una porción
25 periférica de la misma.

La fabricación de la primera pieza de trabajo de la serie así como la fabricación repetitiva de piezas alargadas por medio de la misma rectificadora puede dar lugar a que una pieza de trabajo presente anomalías, por ejemplo, de variaciones hasta defecto, en dimensiones con respecto a la forma deseada. Esto generalmente se debe a tolerancias
30 mecánicas no modeladas entre los componentes de la rectificadora, un sistema de medición y posicionamiento impreciso de la rectificadora así como debido al uso y desgaste de la muela abrasiva.

Algunos mecanizados de la técnica anterior abordan este problema mediante el control continuo de la pieza de trabajo durante la fabricación (por ejemplo, medición en el proceso).
35

El documento US4930265 desvela un mecanizado de una pieza de trabajo que comprende una rosca por medio de una muela abrasiva que proporciona la reducción del diámetro y la formación de la rosca. El diámetro mecanizado de la pieza de trabajo es supervisado por un cabezal de medición para cambiar la posición de la muela abrasiva con respecto a la pieza de trabajo giratoria si el diámetro de la porción rectificada de la superficie periférica se desvía de un valor preseleccionado.
40

Algunos mecanizados de la técnica anterior abordan el mismo problema mediante un proceso de calibración inicial, seguido generalmente por los procesos de recalibración correspondientes, en donde se mecaniza una pieza de referencia a lo largo de diferentes direcciones para calibrar el sistema de medición interno de la máquina.
45

El documento US7103441 desvela un proceso de calibración en donde se sujeta una pieza de referencia a un husillo de trabajo o a un portapiezas de trabajo de la rectificadora. El rectificado de calibración comprende, para cada cota de la máquina que se va a calibrar, rectificar al menos dos secciones de prueba en la superficie de la pieza de referencia desde diferentes direcciones de cota para determinar los errores de posicionamiento a lo largo de esta cota.
50

El documento US20066240744 desvela un método de calibración para corregir las dimensiones de la muela abrasiva. El método de calibración comprende rectificar al menos dos flancos y una superficie superior de una pieza de prueba para producir una hoja de calibración, medir las dimensiones de la hoja de calibración y calibrar la rectificadora con la ayuda del resultado de la medición.
55

Breve resumen de la invención

El objetivo de la invención es proporcionar una fabricación más fiable y rentable de piezas de trabajo alargadas, teniendo cada pieza de trabajo una ranura helicoidal deseada.
60

De acuerdo con la invención, este objetivo se logra mediante el método de la reivindicación 1, la rectificadora de la reivindicación 13, y un programa para una rectificadora de la reivindicación 15.

La solución proporciona un método y una rectificadora para fabricar una pieza de trabajo, en particular, de una serie

de piezas de trabajo idénticas, en donde el rectificado de la ranura helicoidal deseada en una superficie de esta pieza de trabajo permite calibrar la rectificadora para mecanizar la misma pieza de trabajo así como otras piezas de trabajo de la serie. Como la pieza de trabajo es idéntica (por ejemplo, dentro de las tolerancias dadas) a la otra de la serie, no hay desperdicio de materia prima.

5

La solución reduce también el tiempo necesario para calibrar la máquina, puesto que el procedimiento de calibración es parte integral del mecanizado de una pieza de trabajo.

10

Es más, la solución proporciona una calibración más precisa de la rectificadora. De hecho, la dimensión de muela abrasiva se determina bajo las mismas condiciones de rectificado para rectificar la ranura helicoidal deseada. Esto permite tener en cuenta no solo la dimensión actual de la muela, sino también las imprecisiones dependientes de la posición generadas por los componentes de la rectificadora.

15

En una realización, la dimensión de muela abrasiva es el diámetro o el radio de la misma. Esta solución permite determinar y/o actualizar periódicamente esta dimensión de muela abrasiva que está sujeta a variaciones principalmente debido al uso (por ejemplo, desgaste).

Breve descripción de los dibujos

20

La invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción de una realización dada a modo de ejemplo e ilustrada por las Figuras, en las que:

25

la Figura 1 muestra una vista de un rectificado de una pieza de trabajo por medio de una muela abrasiva giratoria de una rectificadora, en donde se destacan algunos detalles de la muela abrasiva;

las Figuras 2a-b muestran una vista longitudinal y transversal de una pieza de trabajo de ejemplo que tiene un par de ranuras helicoidales;

30

las Figuras 3a-b muestran una vista inclinada y en sección transversal de la ranura de calibración en la pieza de trabajo de la Figura 1;

la Figura 4 muestra esquemáticamente una medición de la profundidad de una ranura de calibración en una pieza de trabajo por medio de una sonda táctil;

35

las Figuras 5a-b muestran una sección inclinada y transversal de una ranura helicoidal mecanizada en la superficie de la pieza de trabajo ilustrada en las Figuras 3a,b;

las Figuras 6a-b muestran una vista inclinada y en sección transversal de la pieza de trabajo ilustrada en las Figuras 3a,b con una ranura de calibración adicional.

40

Descripción detallada de las posibles realizaciones de la invención

45

Existe la necesidad de una fabricación fiable y rentable de series de piezas de trabajo alargadas idénticas mediante el mecanizado de materiales cilíndricos (en bruto o semiacabados). En concreto, existe la necesidad de una fabricación fiable y rentable de herramientas de fresado y/o taladrado tales como taladros, fresas y cualquier tipo de cortadores giratorios.

50

Estas herramientas son piezas de trabajo alargadas que comprenden al menos una ranura helicoidal (también llamada estría o ranura de corte). La ranura helicoidal puede comprender una o más vueltas completas alrededor del eje longitudinal de la pieza de trabajo, normalmente en el caso de taladros, o incluso menos de una vuelta completa (es decir, una fracción o una porción de una vuelta completa), tal como en algunas fresas y cortadores giratorios.

55

Las piezas de trabajo con una o más ranuras helicoidales se mecanizan generalmente por medio de una rectificadora que comprende medios para retener la pieza de trabajo que se va a mecanizar (es decir, el material cilíndrico que se va a mecanizar), una muela abrasiva giratoria (es decir, una piedra de afilar redonda, también denominada muela abrasiva o piedra de amolar) y medios para posicionar relativamente la muela abrasiva con respecto a la superficie de la pieza de trabajo para mecanizar una porción periférica de la misma.

60

Una fabricación repetitiva de piezas de trabajo alargadas idénticas se puede realizar ventajosamente por medio de una rectificadora CNC, es decir, rectificadora provista de control numérico por ordenador (es decir, un controlador basado en un procesador), capaz de ejecutar secuencias pre-programadas de comando de control de la máquina. Las secuencias de comandos de control de la máquina pueden pre-programarse en particular por medio de un software que comprende un conjunto de instrucciones legibles por el control numérico del ordenador (es decir, por el procesador del mismo). La operación de rectificado puede por tanto pre-programarse para mecanizar cada pieza de trabajo de

acuerdo con un modelo numérico dado de la pieza de trabajo deseada.

Las Figuras 2a,b muestran una pieza de trabajo de ejemplo que tiene una primera y una segunda ranura helicoidal deseada 11, 11' (por ejemplo, estrías 11, 11').

La ranura helicoidal deseada 11 se caracteriza por una longitud predeterminada 111, una profundidad predeterminada 110 y un patrón de hélice predeterminado 112, 113, 114.

La longitud predeterminada 111 puede ser:

- una distancia axial (es decir, la distancia a lo largo del eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo) entre los extremos opuestos de la ranura, o
- una distancia axial del punto más lejano de la ranura desde la punta libre 14 de la pieza de trabajo (es decir, la punta de la pieza de trabajo no retenida por la rectificadora).

La profundidad predeterminada 110 puede ser la superficie más profunda de la ranura helicoidal de acuerdo con una orientación espacial 118 (orientación de medición posterior). La orientación de medición 118 puede ser cualquier línea del mismo plano imaginario que comprende el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo, la línea que cruza el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo 1.

El patrón helicoidal describe las características geométricas de la ranura helicoidal y puede comprender los siguientes parámetros:

- un ángulo de hélice 112, es decir, el ángulo entre la línea de orientación 117 (orientación de hélice posterior) de cada hélice de la ranura helicoidal y el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo; y/o
- un ángulo de avance 113 (también denominado paso), es decir, el avance axial de la ranura helicoidal durante una vuelta completa (es decir, 360°) de la pieza de trabajo alrededor de su eje longitudinal 116; y/o;
- una plantilla de sección transversal 114, es decir, la forma de la ranura proyectada en un plano que es perpendicular al eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo; y/o un número de vueltas de la ranura helicoidal, o
- una fracción de una vuelta completa o un ángulo relativo formado por los extremos opuestos y más lejanos de la ranura helicoidal con respecto al eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo, por ejemplo, proyectando estos extremos sobre un plano perpendicular al eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo.

Dependiendo de la profundidad predeterminada 110 y/o del patrón helicoidal, la ranura helicoidal deseada puede comprender así al menos una vuelta completa alrededor del eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo, o menos de una vuelta completa (es decir, una fracción o una porción de una vuelta completa).

Como se ilustra en la Figura 1, una ranura helicoidal deseada se puede mecanizar eficientemente en la pieza de trabajo 1 al:

- posicionar la muela abrasiva giratoria 2 de la rectificadora 4 a lo largo de un eje 29 (después del eje de traslación de la rectificadora) que está inclinado hasta estar perpendicular con respecto al eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo; mientras se proporciona un movimiento de traslación y giro entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo a lo largo de un eje de giro 30 (después del eje de giro de rectificado),

esto de acuerdo con la longitud predeterminada 111, la profundidad predeterminada 110 y el patrón helicoidal predeterminado 112, 113, 114 de la ranura helicoidal deseada.

Ventajosamente, el eje de giro de rectificado coincide sustancialmente con el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo, es decir, el eje de simetría del material cilíndrico (no mecanizado).

Sin embargo, el mecanizado automático basado en el modelo dado puede provocar que las piezas de trabajo tengan anomalías, por ejemplo, de variaciones hasta defectos (tolerados o dentro de las tolerancias), en dimensiones con respecto a la geometría de la pieza de trabajo deseada.

De hecho, las piezas de trabajo mecanizadas más antiguas rara vez se encuentran dentro de las especificaciones (por ejemplo, tolerancias) dadas por el modelo numérico de la pieza de trabajo deseada. Esto suele surgir de una generación de instrucciones de mecanizado basadas en un modelo estático y/o dinámico impreciso de la rectificadora.

Algunos métodos de mecanizado y sistemas de rectificado de técnicas anteriores han abordado este problema mediante el control continuo de la porción circular de la pieza de trabajo durante su fabricación (por ejemplo, medición en el proceso).

Sin embargo, este enfoque no solo requiere mucho tiempo ya que se aplica sistemáticamente a cada pieza de trabajo

fabricada, sino que requiere también una reducción del diámetro del material cilíndrico proporcionado lo que conduce a una pérdida adicional de tiempo y de material.

5 Otros métodos de mecanizado y sistemas de rectificado de la técnica anterior han abordado el mismo problema por medio de un proceso de calibración, en donde se mecaniza una pieza de referencia a lo largo de diferentes direcciones para permitir una corrección del modelo de la rectificadora que luego se utilizará para mecanizar una serie de piezas de trabajo.

10 Aunque este enfoque permite limitar la pérdida de tiempo asignado para corregir el modelo de la máquina durante la producción de una serie de piezas de trabajo idénticas, el uso de una pieza objetivo conduce a una pérdida no deseada de tiempo y material.

15 El solicitante observa que las disconformidades surgen principalmente de imprecisiones de la rectificadora dependientes de la posición no corregidas y de piezas de trabajo que se mecanizan utilizando un dimensionamiento impreciso de la muela abrasiva dependiente del desgaste. Las dimensiones de la muela abrasiva 2 son en particular (véase Figura 1):

20 el radio 25 de (el círculo 26 correspondiente a) la curvatura 24 de la superficie de rectificado 21 de la muela abrasiva 2;
el radio 22 de la muela abrasiva, es decir, la distancia entre los puntos distales más lejanos de la superficie de rectificado 21 con respecto al eje de giro 20 (en adelante, el eje de giro de muela) alrededor del que gira la muela abrasiva, y
el diámetro 23 de la muela abrasiva, es decir, una distancia entre los puntos distales más lejanos de la superficie de rectificado 21 que cruzan el eje de giro de muela 20);
25 el posicionamiento axial (en adelante posicionamiento axial de muela) de la muela abrasiva a lo largo del eje de giro de muela 20, en particular de la línea 27 perpendicular al eje de giro 20 y que se extiende a lo largo de la porción axial más lejana 211 de la superficie de rectificado 21 (con respecto al eje de giro de muela 20).

30 El método propuesto para mecanizar una pieza de trabajo que comprende una ranura helicoidal deseada se basa, como se ilustra en las Figuras 1-3, en:

35 rectificar una ranura de calibración 12 en la superficie 10 de la pieza de trabajo 1 de acuerdo con el patrón helicoidal predeterminado 112, 113, 114 de la ranura helicoidal deseada 11 y por medio de la muela abrasiva 2 de la rectificadora 4;
determinar una dimensión 22, 23, 24, 25 de la muela abrasiva 2 (en lo sucesivo, dimensión de muela abrasiva) midiendo una dimensión 120 de la ranura de calibración; y
utilizar la dimensión determinada para rectificar la ranura helicoidal deseada 11 por medio de la misma muela abrasiva 2.

40 La ranura de calibración 12 tiene una longitud 121 (en lo sucesivo, longitud de calibración) que es igual o menor que la longitud predeterminada 111 de la ranura helicoidal deseada 11. La ranura de calibración 12 tiene una profundidad 120 (en lo sucesivo, profundidad de calibración) que es menor que la profundidad predeterminada 110 de la ranura helicoidal deseada 11. Estas configuraciones permiten eliminar ópticamente (es decir, retirar) posteriormente la ranura de calibración mecanizando la ranura helicoidal deseada en el lugar de la ranura de calibración.

45 La dimensión de muela abrasiva se determina ventajosamente midiendo una superficie de la ranura, en particular la profundidad de calibración 120 de la ranura de calibración.

50 Ventajosamente, el método propuesto comprende además un paso de utilizar la dimensión determinada de la muela abrasiva 22, 23, 24, 25 para rectificar la ranura helicoidal deseada 11 en una superficie de otra pieza de trabajo (o de una pluralidad de otras piezas de trabajo) por medio de la muela abrasiva 2.

55 El método propuesto es ventajosamente implementable automáticamente en la rectificadora, para ejecutar el mecanizado propuesto de la pieza de trabajo por medio de la rectificadora sin ninguna intervención humana.

En concreto, el método propuesto se puede implementar en la rectificadora de tal forma que la rectificadora esté configurada para ejecutar (al menos) los siguientes pasos sin ayuda humana:

60 el rectificado de la ranura de calibración 12 en la pieza de trabajo;
la medición de la dimensión 120 de la ranura de calibración;
la determinación de la dimensión 22, 23, 24, 25 de la muela abrasiva 2; y
rectificar la ranura helicoidal deseada 11 por medio de la misma muela abrasiva 2 y utilizando la dimensión determinada, y eventualmente
rectificar la ranura helicoidal deseada en otra pieza de trabajo.

- La solución proporciona un método y una rectificadora para fabricar una pieza de trabajo de una serie de piezas de trabajo idénticas, en particular, la primera, en donde el rectificado de la ranura helicoidal deseada en una superficie de esta pieza de trabajo permite calibrar la rectificadora para mecanizar la misma pieza de trabajo así como otras piezas de trabajo sucesivas de la serie. Como la pieza de trabajo es idéntica (por ejemplo, dentro de las tolerancias dadas) a la otra de la serie, no hay pérdida de tiempo ni de materia prima. Es más, el método propuesto se puede implementar automáticamente en la rectificadora para reducir aún más el tiempo requerido para mecanizar la pieza de trabajo, así como piezas de trabajo sucesivas utilizando la dimensión determinada.
- La solución reduce también el tiempo total requerido para calibrar la máquina, puesto que el procedimiento de calibración es parte del mecanizado de una pieza de trabajo.
- Es más, la solución proporciona una calibración más precisa de la rectificadora. De hecho, la dimensión de muela abrasiva se determina bajo las mismas condiciones de rectificado para rectificar la ranura helicoidal deseada. Esto permite tener en cuenta no las dimensiones actuales de la muela abrasiva, sino también las imprecisiones de la rectificadora que dependen de la posición.
- El método propuesto proporciona por tanto una fabricación más fiable y rentable de una serie de piezas de trabajo alargadas idénticas, teniendo cada pieza de trabajo la ranura helicoidal deseada.
- Las Figuras 3a-b, Figuras 3a-b, muestran detalles de una ranura de calibración mecanizada en la pieza de trabajo 1 de la Figura 1, de acuerdo con la invención.
- La ranura de calibración 12 se obtiene mecanizando la pieza de trabajo 1 (por ejemplo, el material cilíndrico que se va a mecanizar), en particular, al:
- girar la muela abrasiva alrededor del eje de giro de muela 20 que está orientado a lo largo de una orientación relativa predefinida con respecto al eje de giro de rectificado 30, y proporcionar un posicionamiento relativo entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo, para rectificar la superficie de la misma.
- Dependiendo de la longitud de calibración 121 de la ranura de calibración, el rectificado de la ranura de calibración puede comprender también:
- proporcionar un giro relativo 41 entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo alrededor del eje de giro de rectificado 30, y proporcionar una traslación relativa 42 entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo a lo largo del eje de giro de rectificado 30.
- La orientación relativa predefinida se determina de acuerdo con el patrón helicoidal predeterminado 112, 113, 114 de la ranura helicoidal deseada.
- En la realización ilustrada de la Figura 1, el eje de giro de muela 20 está orientado para que su proyección sobre el eje longitudinal de la pieza de trabajo (eje de giro de rectificado) sea perpendicular a la orientación de la hélice 117 para rectificar una ranura de calibración que tiene un ángulo de hélice 122 correspondiente al ángulo de hélice 112 de la ranura helicoidal deseada. En caso de que la ranura de calibración comprenda al menos una vuelta completa, la ranura de calibración rectificada tiene un ángulo de avance correspondiente al ángulo de avance 113 de la ranura helicoidal deseada.
- Preferentemente, el eje de giro de rectificado 30 se corresponde sustancialmente con el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo para simplificar el mecanizado de la ranura de calibración y la ranura helicoidal deseada en la superficie 10 de la pieza de trabajo de acuerdo con el patrón helicoidal predeterminado.
- Una vez que la ranura de calibración se ha rectificado en la superficie de la pieza de trabajo, se puede medir una dimensión de la ranura de calibración. La medición puede realizarse por medio de un instrumento de medición de contacto o sin contacto, en particular, que forma parte de la rectificadora, para determinar una dimensión de muela abrasiva deseada de la muela abrasiva.
- En la realización ilustrada, la dimensión deseada de la muela abrasiva es el diámetro 23 y/o el radio 33 de la muela abrasiva.
- Esta solución permite determinar inicialmente y actualizar periódicamente el valor correspondiente al diámetro 23 y/o al radio 33 de la muela abrasiva utilizada para mecanizar la pieza de trabajo actual y las sucesivas para tener en cuenta las variaciones debidas en particular al uso (por ejemplo, desgaste) de la muela abrasiva.

5 El diámetro 23 y el radio 33 de la muela abrasiva se pueden determinar midiendo la profundidad de calibración 120 de la ranura de calibración. En la realización ilustrada, la profundidad de calibración 120 se mide teniendo en cuenta un posicionamiento relativo de la superficie más profunda de la ranura de calibración de acuerdo con la orientación de medición 118.

El diámetro 23 y el radio 33 de la muela abrasiva se pueden determinar directamente conociendo el posicionamiento relativo del eje de giro de muela 20 y del eje de giro de rectificado 30.

10 Como alternativa o complementariamente, el diámetro 23 y el radio 33 pueden determinarse indirectamente corrigiendo un valor estimado de los mismos determinando la diferencia entre la profundidad de calibración medida 120 y una profundidad de calibración esperada que se estima de acuerdo con este valor estimado.

15 En caso de que la ranura de calibración comprenda al menos media vuelta completa como se ilustra en la Figura 4, la profundidad de calibración 120 puede así medirse determinando la distancia radial más corta entre un par de puntos más profundos de la superficie de la ranura de calibración, esto desde direcciones opuestas a lo largo de la misma orientación de medición 118.

20 Esta distancia radial corresponde al diámetro de un círculo interno imaginario 13 construido por los bordes proyectantes de la ranura de calibración en un plano imaginario que es perpendicular al eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo.

El diámetro del círculo interno se puede determinar al:

25 medir un primer punto más profundo a lo largo de una orientación de medición seleccionada 118 por medio de un instrumento de medición,
girar la pieza de trabajo aproximadamente 180° alrededor de su eje longitudinal 116; y
medir un segundo punto más profundo a lo largo de la misma orientación de medición 118 por medio del mismo instrumento de medición.

30 En caso de que la pieza de trabajo comprenda una segunda ranura helicoidal deseada 11' que tenga una segunda longitud predeterminada, una segunda profundidad predeterminada y un segundo patrón helicoidal predeterminado que van a ser mecanizados en la superficie de la pieza de trabajo por medio de la muela abrasiva de la rectificadora, el segundo punto más profundo puede ser un punto más profundo de una segunda ranura de calibración que se rectifica en la superficie de la misma pieza de trabajo por medio de la muela abrasiva. La segunda ranura de calibración tiene:

40 una profundidad que es menor que la segunda profundidad predeterminada, siendo preferiblemente idéntica a la profundidad de calibración 120 (de la primera ranura de calibración); y
una longitud que es igual o menor que la segunda longitud predeterminada.

45 Una vez que se determina la dimensión deseada de la dimensión de muela abrasiva, la dimensión determinada de la muela abrasiva se puede utilizar para rectificar la ranura helicoidal deseada 11 en la misma superficie 10 de la misma pieza de trabajo por medio de la misma muela abrasiva 2.

La ranura helicoidal 11 deseada se rectifica por tanto en la superficie 10 de la misma pieza de trabajo que tiene la ranura de calibración, especialmente en las superficies de la ranura de calibración, esto de acuerdo con la longitud predeterminada 111, la profundidad predeterminada 110 y el patrón de hélice predeterminado 112, 113, 114.

50 El rectificado de la ranura helicoidal deseada 11 puede comprender, en particular, los pasos de:

55 girar la muela abrasiva alrededor del eje de giro de muela 20, preferentemente, el eje de giro de muela 20 está orientado a lo largo de la misma orientación relativa predefinida utilizada para rectificar la ranura de calibración;
proporcionar un posicionamiento relativo entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo, en particular, con respecto a la ranura de calibración;
proporcionar una traslación relativa entre la pieza de trabajo y la muela abrasiva a lo largo del eje de giro de rectificado 30; y
proporcionar un giro relativo entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo alrededor del eje de giro de rectificado 30.

60 El rectificado de la ranura helicoidal deseada en la superficie de la pieza de trabajo provoca la eliminación (es decir, la desaparición de la superficie de la pieza de trabajo) de la ranura de calibración, puesto que:

la longitud de calibración 121 de la ranura de calibración es igual o menor que la longitud predeterminada 111 de

- la ranura helicoidal deseada 11,
la profundidad de calibración 120 de la ranura de calibración es menor que la profundidad predeterminada 110 de la ranura helicoidal deseada 11; y puesto que
la ranura de calibración 12 ha sido rectificada en la superficie 10 de acuerdo con el mismo patrón helicoidal predeterminado 112, 113, 114 de la ranura helicoidal deseada 11 y por medio de la misma muela abrasiva 2.
- Como se ilustra esquemáticamente en las Figuras 5a-b, el rectificado de la ranura helicoidal deseada conduce por tanto a la eliminación de todas las superficies que forman la ranura de calibración 12 (líneas discontinuas en las Figuras 5a-b) de la superficie mecanizada 10 de la pieza de trabajo.
- La dimensión determinada de la muela abrasiva se puede utilizar también para rectificar otra ranura helicoidal 11' deseada (especialmente la segunda) en la superficie 10 de la misma pieza de trabajo 1 por medio de la misma muela abrasiva 2 (véase Figura 6b).
- Las características geométricas de esta otra ranura helicoidal deseada 11' (en particular, la longitud, la profundidad y el patrón de hélice) pueden ser iguales, idénticas o distintas con respecto a las características geométricas de la ranura helicoidal deseada 11.
- Ventajosamente, el rectificado de esta otra ranura helicoidal deseada 11' en la superficie de la pieza de trabajo conduce a una eliminación (es decir, una desaparición de la superficie de la pieza de trabajo) de la segunda ranura de calibración que se usa para determinar el círculo interno de la pieza de trabajo.
- La dimensión determinada de la muela abrasiva se puede utilizar para rectificar la ranura helicoidal deseada en una superficie de otra pieza de trabajo por medio de la misma muela abrasiva 2.
- En realidad, la solución propuesta permite utilizar la dimensión determinada de la muela abrasiva para mecanizar piezas de trabajo sucesivas, en particular, de la misma serie de piezas de trabajo idénticas, sin desperdicio de material.
- La solución propuesta puede comprender también una determinación de otra dimensión de muela abrasiva por medio de un rectificado de una ranura de calibración adicional.
- Como se ilustra en las Figuras 6a-b, la solución propuesta puede comprender:
- rectificar una ranura de calibración adicional 15 en una superficie 10 de la pieza de trabajo 1 con la misma muela abrasiva, y
determinar otra dimensión de muela abrasiva (22, 23, 24, 25) de la muela abrasiva 2 midiendo una dimensión de dicha ranura de calibración adicional 15.
- Preferentemente, dicha otra dimensión de muela abrasiva es el posicionamiento axial de muela 27 de la muela abrasiva.
- La ranura de calibración adicional 15 se puede rectificar por tanto en una porción distal de la superficie de la pieza de trabajo, en particular, en la punta 14 de la pieza de trabajo 1.
- La porción distal se selecciona para que al menos el rectificado de la ranura de calibración 12, de la ranura helicoidal deseada 11, o de la ranura helicoidal deseada adicional 11' elimine la ranura de calibración adicional 15.
- Como alternativa o complementariamente, en caso de que la pieza de trabajo comprenda un rectificado de un chafán, la porción distal se puede seleccionar de forma que el rectificado de este chafán elimine la ranura de calibración adicional 15 de la superficie de la pieza de trabajo mecanizada.
- El posicionamiento axial de muela 27 se puede determinar midiendo la posición de una superficie 151 de la ranura de calibración adicional 15 que está rectificada por la porción axial más alejada 211 de la superficie de rectificado 21.
- La ranura de calibración adicional 15 se puede rectificar antes o después del rectificado de la ranura de calibración 12.
- La solución propuesta comprende también una rectificadora para llevar a cabo el método propuesto, preferiblemente sin ayuda humana.
- La rectificadora 4 se ilustra esquemáticamente en la Figura 1.
- La rectificadora 4 está configurada para retener la pieza de trabajo 1, en particular, una extremidad de la misma, mientras que la muela abrasiva 2 está montada en giro en la rectificadora 4 para girar alrededor del eje de giro de

muela 20.

La rectificadora 4 está ventajosamente configurada para proporcionar un movimiento entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo retenida para permitir un posicionamiento relativo deseado entre las mismas.

Para permitir el rectificado de la ranura helicoidal deseada en la superficie de la pieza de trabajo, la rectificadora 4 está configurada para proporcionar al menos:

un giro relativo y una traslación relativa entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo retenida alrededor y a lo largo, respectivamente, del eje de giro de rectificado 30, y un movimiento relativo entre la muela abrasiva y la pieza de trabajo retenida a lo largo del eje de traslación de rectificado 29.

Ventajosamente, la rectificadora 4 está configurada para retener la pieza de trabajo así como su eje longitudinal 116, es decir, el eje de simetría del material cilíndrico que se va a mecanizar, corresponde al eje de giro de rectificado 30.

En el ejemplo de realización de la Figura 1, la rectificadora 4 está provista de un husillo 3 que proporciona retención de un extremo de la pieza de trabajo 1 mientras proporciona un giro de la pieza de trabajo alrededor del eje de giro de rectificado 30 con respecto a una base (no ilustrada) de la rectificadora 4.

En esta realización ilustrativa, la rectificadora 4 está configurada también para mover la muela abrasiva sustancialmente en cualquier posición así como para orientar el eje de giratorio de muela 20 sustancialmente en cualquier dirección con respecto a la superficie 10 de la pieza de trabajo 1, y en particular con respecto a la base. El movimiento relativo puede ser proporcionado por un brazo articulado o una estructura tipo placa que proporciona múltiples grados de libertad para la traslación y el giro.

La rectificadora está configurada también para determinar la dimensión de muela abrasiva de la muela abrasiva 2 midiendo una dimensión, en particular, la profundidad de calibración 120, de la ranura de calibración por medio de un instrumento de medición 5.

Complementariamente, la rectificadora está configurada también para determinar otra dimensión de muela abrasiva de la muela abrasiva 2 midiendo una dimensión de la ranura de calibración adicional 15. La dimensión es ventajosamente la posición de una superficie 151 de la ranura de calibración adicional 15 que es rectificadora por la porción axial más alejada 211 de la superficie de rectificado 21. Ventajosamente, la medición se logra por medio de un instrumento de medición 5.

El instrumento de medición 5 puede ser un instrumento táctil o sin contacto. Preferentemente, el instrumento de medición 5 tiene datos vinculados y/o es controlado por la rectificadora, siendo más preferiblemente parte del equipamiento base de la rectificadora.

Esta disposición permite medir las dimensiones de la pieza de trabajo, en particular, de la ranura de calibración, sin tener que retirar la pieza de trabajo de la rectificadora. Esto evita imprecisiones de rectificado debido a un reposicionamiento no idéntico de la pieza de trabajo en la máquina para rectificar la ranura helicoidal deseada.

Como se ha descrito previamente, la rectificadora está ventajosamente configurada para ejecutar el método propuesto sin ayuda humana, en particular (al menos) los pasos de:

el rectificado de la ranura de calibración 12 en la pieza de trabajo;
la medición de la dimensión 120 de la ranura de calibración;
la determinación de la dimensión 22, 23, 24, 25 de la muela abrasiva 2;
rectificar la ranura helicoidal deseada 11 por medio de la misma muela abrasiva 2 y utilizando la dimensión determinada, y más ventajosamente
rectificar la ranura helicoidal deseada en piezas de trabajo sucesivas de la serie de piezas de trabajo idénticas usando la dimensión determinada.

La solución propuesta se refiere también a un software (con un conjunto de instrucciones ejecutables por la rectificadora) para llevar a cabo el método propuesto en una rectificadora controlada por un procesador (por ejemplo, del control numérico por ordenador de la rectificadora) y que tiene un instrumento de medición 5 y una muela abrasiva giratoria 6, en donde la rectificadora es capaz (principalmente a través del procesador) de retener una pieza de trabajo 1 así como de proporcionar:

un giro relativo entre la pieza de trabajo 1 y la muela abrasiva 6 alrededor de un eje de giro 30 que coincide preferiblemente con el eje longitudinal 116 de la pieza de trabajo 1; y/o
una traslación relativa entre la pieza de trabajo 1 y la muela abrasiva 6 a lo largo de dicho eje de giro 30; y/o

un movimiento relativo entre la pieza de trabajo 1 y la muela abrasiva 6.

- 5 Una fabricación repetitiva de piezas de trabajo alargadas idénticas, de acuerdo con la solución propuesta, se puede realizar por medio de un programa que comprende un conjunto de instrucciones configuradas, cuando se ejecuta en el procesador que controla la rectificadora 4 para hacer que la rectificadora 4 realice los pasos del método propuesto.

El conjunto de instrucciones se puede configurar ventajosamente para controlar la rectificadora 4 para realizar automáticamente los pasos del método propuesto, es decir, sin ayuda humana.

- 10 Ventajosamente, el software reside en un medio de almacenamiento no transitorio que está conectado o puede conectarse al procesador para que el procesador pueda leerlo.

Artículos numerados

- | | |
|----------|--|
| 1 | Pieza de trabajo |
| 10 | Superficie de la pieza de trabajo |
| 11, 11' | ranura helicoidal |
| 110 | Profundidad |
| 111 | Longitud |
| 112 | Ángulo de hélice |
| 113 | Ángulo de avance |
| 114 | Plantilla de sección transversal |
| 115 | Circunferencia |
| 116 | Eje longitudinal |
| 117 | Línea tangente |
| 118 | Orientación de medición |
| 12 | Ranura de calibración |
| 120 | Profundidad |
| 121 | Longitud |
| 122 | Ángulo de hélice |
| 124 | Plantilla de sección transversal |
| 127 | Línea tangente |
| 13 | Círculo interno |
| 14 | Punta libre |
| 15 | Ranura de calibración axial |
| 151 | Superficie de calibración |
| 2 | Muela abrasiva |
| 20 | Eje de giro |
| 21 | Superficie de rectificado |
| 22 | Radio |
| 23 | Diámetro |
| 230, 231 | Punto distal de la superficie de rectificado |
| 24 | Curvatura de la superficie de rectificado |
| 25 | Radio de la curvatura |
| 26 | Círculo de la curvatura |
| 27 | Posicionamiento axial |
| 28 | Superficie radial de rectificado |
| 29 | Eje de traslación |
| 3 | Husillo giratorio |
| 30 | Eje giratorio |
| 4 | Rectificadora |
| 41 | Giro |
| 42 | Traslación |
| 5 | Sonda táctil |

REIVINDICACIONES

1. Un método para mecanizar una pieza de trabajo (1) mediante una rectificadora (4) dispuesta para retener la pieza de trabajo (1) y que comprende una muela abrasiva giratoria (6); comprendiendo la pieza de trabajo (1) una ranura helicoidal deseada (11) que tiene una longitud predeterminada (111), una profundidad predeterminada (110) y un patrón helicoidal predeterminado (112, 113, 114) que se va a mecanizar en la superficie (10) de la pieza de trabajo (1) por medio de la muela abrasiva (2) de la rectificadora (4);

10 **caracterizado por** rectificar una ranura de calibración (12) en la superficie (10) de acuerdo con dicho patrón helicoidal predeterminado (112, 113, 114) y por medio de la muela abrasiva (2); en donde la ranura de calibración (12) tiene una longitud de calibración (121) que es igual o menor que la longitud predeterminada (111) de la ranura helicoidal deseada (11) y tiene una profundidad de calibración (120) que es menor que la profundidad predeterminada (110) de la ranura helicoidal deseada (11);
15 determinar una dimensión de muela abrasiva (22, 23, 24, 25) de la muela abrasiva (2) midiendo la profundidad de calibración (120);
utilizar dicha dimensión de muela abrasiva determinada (22, 23, 24, 25) para rectificar la ranura helicoidal deseada (11) en dicha superficie (10) por medio de dicha muela abrasiva (2).

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dimensión de muela abrasiva es un diámetro (23) o un radio (22) de la muela abrasiva (2).

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el patrón de hélice predeterminado es un ángulo de hélice (112) o un ángulo de avance (113).

25 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la profundidad de calibración (120) se mide sin retirar la pieza de trabajo de la rectificadora (4), en particular por medio de una sonda de contacto o sin contacto (5) de la rectificadora (4).

30 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde dicho mecanizado de la ranura helicoidal (11) comprende:

 girar una de la pieza de trabajo y la muela abrasiva con respecto a la otra alrededor de un primer eje de giro (30), preferiblemente, coincidiendo el primer eje de giro (30) con un eje longitudinal (116) de la pieza de trabajo (1);
35 trasladar una de la pieza de trabajo y la muela abrasiva con respecto a la otra a lo largo del primer eje de giro (30);
y
 girar la muela abrasiva alrededor de un segundo eje de giro (20) que está orientado a lo largo de una orientación relativa predefinida con respecto al eje de giro de rectificado (30).

40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde dicho mecanizado de la ranura de calibración (12) comprende: girar la muela abrasiva alrededor del segundo eje de giro (20) que está orientado a lo largo de dicha orientación relativa predefinida utilizada para rectificar la ranura de calibración.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dicho mecanizado de la ranura de calibración (12) comprende además:
45 girar una de la pieza de trabajo y la muela abrasiva con respecto a la otra alrededor del primer eje de giro, y trasladar una de la pieza de trabajo y la muela abrasiva con respecto a la otra a lo largo del primer eje de giro.

50 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, midiéndose la profundidad de calibración (120) determinando una distancia radial más corta entre un par de puntos más profundos de la superficie de la ranura de calibración alrededor del eje longitudinal (116) de la pieza de trabajo.

9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende adicionalmente un paso de: utilizar la dimensión determinada de la muela abrasiva (22, 23, 24, 25) para rectificar otra ranura helicoidal deseada (11') en la superficie (10) de la pieza de trabajo (1) por medio de la muela abrasiva (2).
55

10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende adicionalmente un paso de:
60 utilizar la dimensión determinada de la muela abrasiva (22, 23, 24, 25) para rectificar la ranura helicoidal deseada (11) en una superficie de otra pieza de trabajo por medio de la muela abrasiva (2).

11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende adicionalmente un paso de:

- rectificar una ranura de calibración adicional (15) en una porción distal (14) de la superficie de la pieza de trabajo, y
 5 determinar otra dimensión de muela abrasiva (22, 23, 24, 25) de la muela abrasiva (2) midiendo un posicionamiento relativo de una superficie (151) de dicha ranura de calibración adicional (15), siendo preferiblemente dicha otra dimensión de muela abrasiva un posicionamiento relativo (27) de una pared que se extiende radialmente (28) de la muela abrasiva (2) con respecto a un eje de giro (20) de la misma.
12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la pieza de trabajo es una herramienta de fresado y/o taladrado, preferiblemente un taladro (1), una fresa o un cortador rotatorio.
- 10 13. Una rectificadora (4) para llevar a cabo un método para mecanizar una pieza de trabajo (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12,
- 15 comprendiendo la rectificadora (4) un instrumento de medición (5) y una muela abrasiva giratoria (6); estando la rectificadora (4) configurada para retener una pieza de trabajo (1) y proporcionar:
- 20 un giro relativo entre la pieza de trabajo (1) y la muela abrasiva (6) alrededor de un eje de giro (30) que coincide preferiblemente con el eje longitudinal (116) de la pieza de trabajo (1); y/o
 una traslación relativa entre la pieza de trabajo (1) y la muela abrasiva (6) a lo largo de dicho eje de giro (30); y/o
 un movimiento relativo entre la pieza de trabajo (1) y la muela abrasiva (6); y en donde la rectificadora está configurada también para:
- 25 rectificar la ranura de calibración (12) por medio de la muela abrasiva (2);
 determinar la dimensión de muela abrasiva (22, 23, 24, 25) de la muela abrasiva (2) midiendo la profundidad de calibración (120) por medio del instrumento de medición (5);
 rectificar la ranura helicoidal deseada (11) por medio de la muela abrasiva (2) y por medio de dicha dimensión de muela abrasiva determinada (22, 23, 24, 25).
- 30 14. La rectificadora (4) de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende
- un husillo (3) dispuesto para retener la pieza de trabajo;
 estando el husillo (3) configurado para:
- 35 girar la pieza de trabajo (1) alrededor de dicho eje de giro (30) para proporcionar dicho giro relativo entre la pieza de trabajo (1) y la muela abrasiva (6); y/o para
 trasladar la pieza de trabajo (1) a lo largo de dicho eje de giro (30) para proporcionar dicha traslación relativa entre la pieza de trabajo (1) y la muela abrasiva (6).
- 40 15. Un programa que comprende un conjunto de instrucciones configuradas, cuando se ejecuta en un procesador que controla una rectificadora (4), hacer que la rectificadora (4) realice los pasos del método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

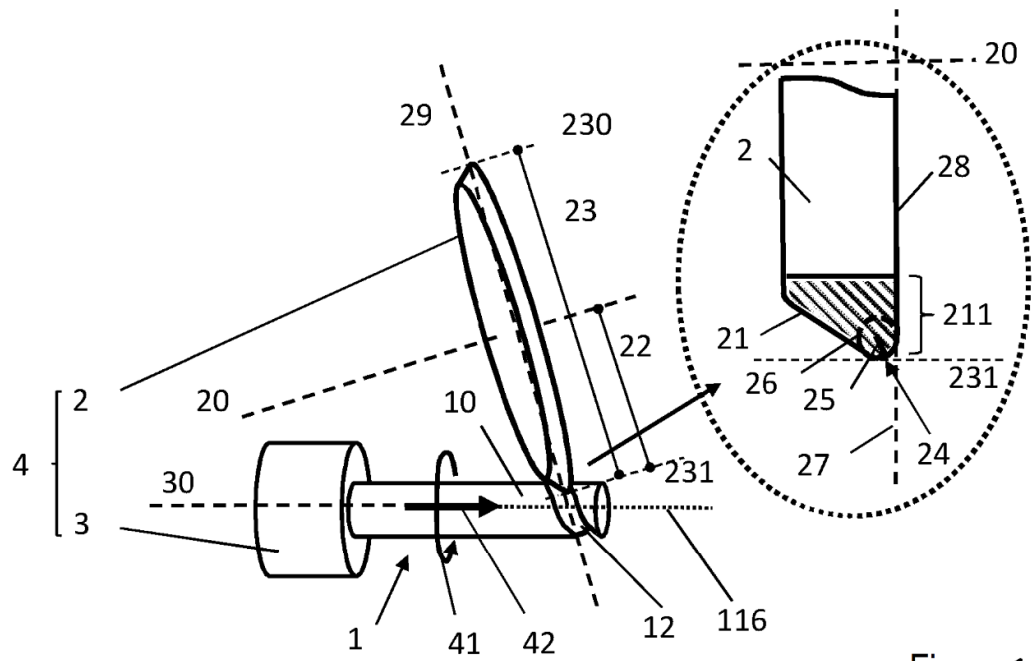


Figura 1

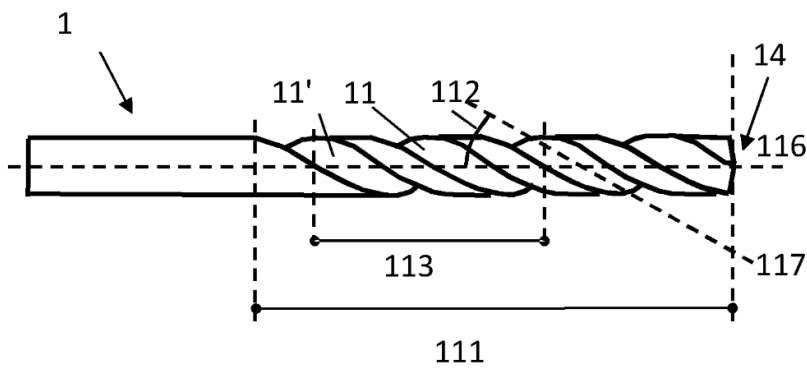


Figura 2a

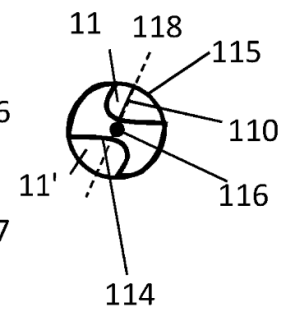


Figura 2b

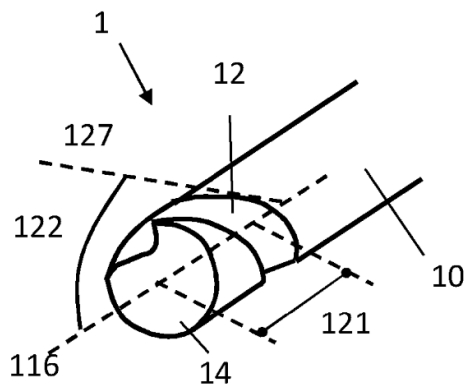


Figura 3a

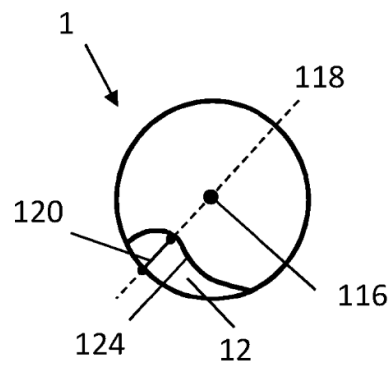


Figura 3b

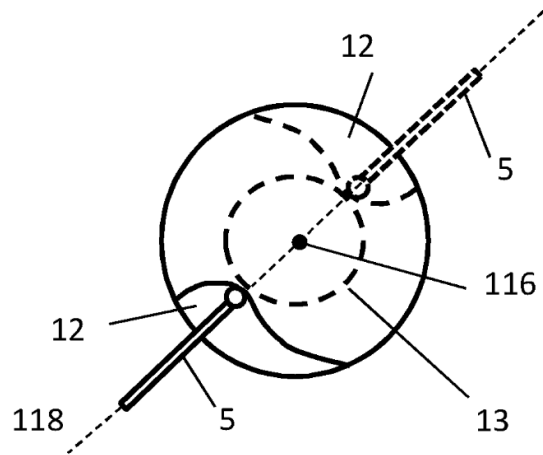


Figura 4

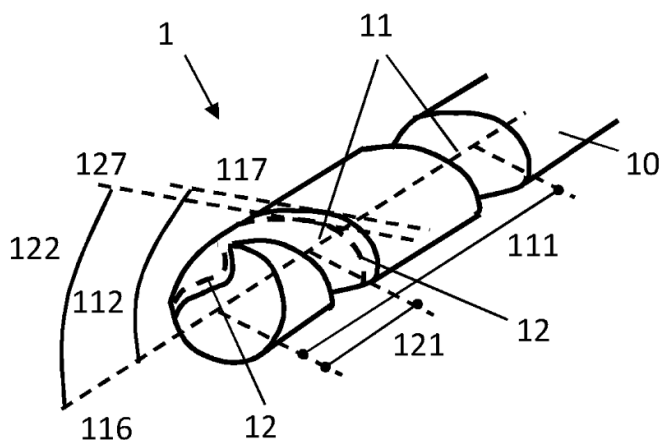


Figura 5a

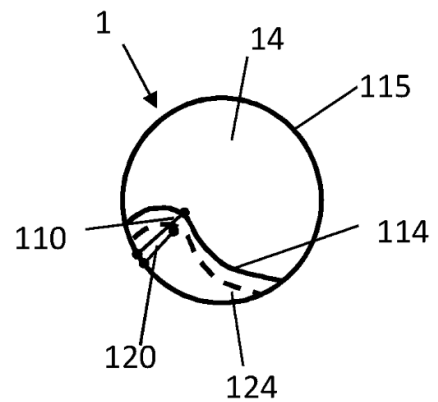


Figura 5b

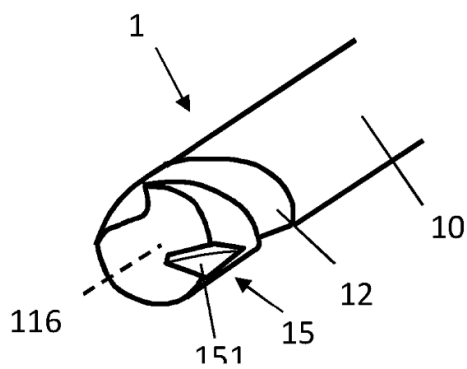


Figura 6a

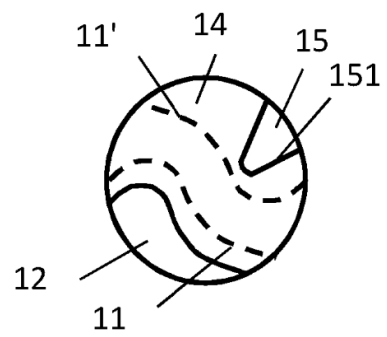


Figura 6b