

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 984**

51 Int. Cl.:

B23H 7/10 (2006.01)

B23H 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2012 E 14154641 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2732897**

54 Título: **Dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo con una guía de hilo pivotable**

30 Prioridad:

21.12.2011 CH 20182011

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

26.09.2017

73 Titular/es:

**FRITZ STUDER AG (100.0%)
Thunstrasse 15
3612 Steffisburg, CH**

72 Inventor/es:

**WEINGÄRTNER, EDUARDO;
WEHRLI, PETER;
TOBLER, KARL;
KLOTZ, MICHAEL y
FIEBELKORN, FRANK**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 633 984 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

Dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo con una guía de hilo pivotable.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo con una guía de hilo en forma de disco para el guiado de un electrodo en forma de hilo en la electroerosión por hilo rotativo.

10 Las máquinas de electroerosión por hilo (WEDM) presentan la mayoría de las veces dos guías de hilo superpuestas, separadas la una de la otra. Las guías de hilo pueden realizar movimientos relativos en la dirección X e Y con respecto a la pieza de trabajo. Una de las dos guías de hilo puede realizar adicionalmente un movimiento relativo en la dirección U y V con respecto a la otra guía de hilo. Las dos guías de hilo se pueden guiar a lo largo de cualesquiera contornos bidimensionales. De esta manera se pueden realizar así llamados mecanizados por electroerosión por hilo cilíndricos, es decir, verticales y/o cónicos. Mediante la integración de un eje o husillo adicional además de esto es posible una electroerosión por hilo rotativo o torneado por electroerosión por chispas.

15 Las guías de hilo juegan un papel esencial en la exactitud del mecanizado. Las WEDM universales emplean habitualmente, así llamadas guías en forma de hilera, cerradas. También se emplean guías en V abiertas por algunos fabricantes de WEDM; las guías en V tienen, en particular, una exactitud inigualada en el corte bidimensional, sin embargo, necesitan o bien una guía auxiliar directamente frente a la guía en V, o una guía anterior delante o detrás de la guía en V original, o una configuración geométrica apropiada del sistema de avance de hilo para garantizar, que el electrodo de hilo siempre esté en contacto en la guía en V.

20 En una variante del procedimiento del avellanado por electroerosión, el rectificado por electroerosión por chispas (WEDG) se perfila un electrodo rotativo, dispuesto verticalmente en forma de barra con la ayuda de un electrodo de hilo que discurre de manera transversal a éste. En una variante del procedimiento de la electroerosión por hilo, la pieza de trabajo gira durante el mecanizado (RWEDM) con hasta varios miles de revoluciones por minuto. Para ello la WEDM está equipada, como se ha mencionado, con un husillo de rotación o en todo caso con un eje de rotación que, por ejemplo, está dispuesto en paralelo al eje Y. El electrodo de hilo discurre en este caso verticalmente, perpendicularmente al husillo de rotación. La pieza de trabajo gira, mientras que el electrodo de hilo reporta un contorno por el movimiento del eje X e Y, como sobre un torno (véase la figura 3b).

25 En base a estas variantes del procedimiento se han desarrollado diversas aplicaciones espaciales. En particular, se abren nuevas posibilidades para el perfilado de muelas de rectificar superabrasivas unidas por metal mediante electroerosión por hilo (WEDD). Estas muelas de rectificar se componen de un grano superabrasivo, diamante o cBN, que está embebido en un aglutinante metálico, típicamente bronce, hierro o cobalto. Tales materiales aglutinantes tienen propiedades excelentes, esenciales para el proceso de rectificado, en particular, en referencia a la estabilidad de forma, unión de grano, resistencia a la temperatura y conductividad del calor. Los procedimientos de reavivado convencionales con diamante monograno, muela SiC giratoria, etc. son ineficientes en el caso de aglutinantes metálicos, dado que el desgaste en la herramienta de reavivado es considerable. Especialmente en la fabricación de pequeños radios estos procedimientos de reavivado tropiezan con sus límites: cuanto más fina es la característica de contorno, más elevado es el coste de reavivado. Además, los salientes de grano obtenibles con el procedimiento de reavivado tradicional en comparación, de por sí son bajos.

40 Los aglutinantes metálicos de las muelas de rectificar superabrasivas en principio son conductivos y por consiguiente adecuadamente electroerosionables. Por el contrario, el grano no conductor no se retira directamente.

45 Los procedimientos por electroerosión por lo tanto son apropiados para el perfilado y afilado de muelas de rectificar superabrasivas unidas por metal, dado que se retira de forma selectiva el material aglutinante. Por consiguiente, mediante la electroerosión también se pueden generar salientes de grano elevados.

50 El giro de la pieza de trabajo en el procedimiento de electroerosión por hilo rotativo (RWEDM, WEDG, WEDD) es muy favorable para el proceso, ya que se fuerza el lavado de la hendidura por el arrastre del material dieléctrico; cuanto más alta sea la velocidad de rotación y el diámetro de la pieza de trabajo, más alta se vuelve la velocidad circunferencial y por lo tanto el efecto de lavado. Las condiciones de lavado en procedimientos de electroerosión por hilo rotativo son comparativamente buenas, ya que el material dieléctrico puede llegar la mayoría de las veces sin impedimentos al lugar de la descarga de chispas.

55 En el procedimiento de electroerosión por hilo rotativo se puede emplear en sí la disposición de guiado convencional de la WEDM, es decir, una guía de hilo superior e inferior, por lo que el electrodo de hilo se guía por una "envergadura libre" determinada con respecto a la pieza de trabajo. Sin embargo, el electrodo de hilo se desvía en esta disposición por fuerzas del proceso y, en particular, por las fuerzas hidráulicas provocadas en la rotación de la pieza de trabajo. El desvío depende por lo tanto de la velocidad circunferencial. En las muelas de rectificar mencionadas este efecto todavía está reforzado por la superficie porosa. El desvío de hilo es indeseado, ya que es molesto para el control del proceso e influye directamente en la exactitud del contorno. En este sentido sería deseable una "envergadura libre" igual a cero, es decir, un guiado directamente en el punto de trabajo.

En el estado de la técnica se describen diversas disposiciones de guiado para procedimientos de electroerosión por hilo rotativo. Para el procedimiento WEDG se menciona aquí por el momento el documento de patente DE 1954 180 de Cholodnov. Cholodnov muestra un procedimiento con el que se perfila un electrodo en forma de barra con la ayuda de un electrodo de hilo que discurre de manera transversal a este. El electrodo de hilo está sujeto libremente sobre una distancia determinada, según se ha descrito anteriormente.

En la publicación "*Wire electro-discharge grinding for micro-machining*" de los anales CIRP 34/1/1985, pág. 431-434, Masuzawa muestra una guía de hilo de una pieza para el guiado de un electrodo de hilo directamente en el punto de trabajo (véase figura 3a). Por consiguiente, el electrodo de hilo se guía lo mejor posible, y el contorno deseado se puede configurar de manera precisa. La guía de hilo de Masuzawa guía el electrodo de hilo también directamente detrás del punto activo del mecanizado por electroerosión. Por consiguiente, la guía de hilo en esta zona está expuesta, ya en el caso de potencias de electroerosión habituales, a una sollicitación térmica extrema, por lo que la guía misma se deteriora. Además, debido a la proximidad a la hendidura disruptiva se debe contar con un depósito de partículas erosionadas solidificadas de nuevo, lo que por supuesto también es indeseado.

Para el perfilado por electroerosión por hilo de muelas de rectificar superabrasivas unidas por metal (*wire electrical discharge dressing*, WEDD) se propone en los anales CIRP, 59/1/2010, pág. 227-230 "*Special wire guide for on-machine wire electrical discharge dressing of metal bonded grinding wheels*", una guía de hilo especial, para el guiado estable de un electrodo de hilo en la zona de la hendidura disruptiva y una alimentación mejorada del material dieléctrico (véanse las figuras 4a, 4b). Esta guía de hilo especial se puede contemplar como estado de la técnica más próximo y se compone esencialmente de un disco de cerámica delgado de aproximadamente 0,4 mm de anchura que está sujeto entre dos bridas. La anchura del disco entonces se encuentra en el orden de magnitud del diámetro del hilo. Presenta a lo largo de su circunferencia una ranura en forma de V para el guiado seguro del electrodo de hilo. La guía de hilo en forma de disco es estacionaria, es decir, el electrodo de hilo rectifica a lo largo de la ranura en V. En la publicación CIRP mencionada también se describe un lavado especial, en el que el material dieléctrico puede salir en dirección radial de las aberturas en las dos bridas ya mencionadas. Este lavado es especialmente eficiente, ya que el material dieléctrico también llega en el caso de velocidades de giro elevadas en cantidad suficiente a la hendidura disruptiva (véase la abertura en una brida en la figura 4a).

La guía de hilo en forma de disco, descrita anteriormente y representada en las figuras 4a y 4b forma entonces un nervio delgado con una longitud de aproximadamente 5 mm; en el caso de un diámetro del electrodo de hilo de 0,33 mm se propone una anchura de disco de 0,4 mm. Con esta configuración se quiere apoyar el electrodo de hilo en el entorno inmediato a la hendidura disruptiva, y con ello evitar un desvío. De este modo se puede incorporar un perfil cualquiera en la muela de rectificar, sin que en este caso el electrodo de hilo o guía de hilo entren en contacto con el grano superabrasivo.

Sin embargo, la configuración en forma de disco de la guía de hilo no es suficiente para satisfacer siempre este requisito. A partir de un tamaño de grano determinado, en cuanto el saliente de grano se sitúa en el rango de la anchura de la hendidura disruptiva, se da el peligro del contacto y por consiguiente de rotura de hilo o deterioro de la guía de hilo en forma de disco, ya que el grano no conductor es "invisible" para el proceso EDM. Además, el lavado radial en la fabricación de secciones de perfil radiales se dificulta por la guía de hilo en forma de disco misma. Las condiciones de lavado desfavorables pueden influir negativamente en el proceso y llevan de nuevo a la rotura del hilo. Además, esta guía de hilo configurada en forma de disco también está expuesta a la sollicitación térmica del proceso de electroerosión, y por consiguiente tarde o temprano condenada a fallar.

Por el documento JP 7-068422 A se conoce un dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo.

En resumen, con las disposiciones de guías de hilo conocidas no se logra o al menos solo de forma insatisfactoria acercar el electrodo de hilo en una pieza de trabajo rotativa, sin que en este caso se desvíe el electrodo de hilo, se toque la pieza de trabajo o se perjudique el lavado.

La invención pretende mejorar el procedimiento de electroerosión por hilo rotativo, en particular, con respecto al perfilado y afilado de muelas de rectificar unidas por metal.

Este objetivo se resuelve según la invención mediante el objeto de la reivindicación 1. Según esto se propone una guía de hilo configurada en forma de disco para el guiado de un electrodo de hilo para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo, siendo el grosor de la guía de hilo en forma de disco más pequeño que 1,5 veces el total del diámetro del electrodo de hilo, presentando la guía de hilo en sentido más amplio en la circunferencia una ranura de guía, caracterizada por que la guía de hilo presenta una escotadura en la zona activa de la electroerosión por chispas. De esta manera el electrodo de hilo también se puede acercar a la pieza de trabajo en la fabricación de secciones de contorno radiales, sin que se perjudique el lavado de la hendidura. Además, en el caso de mecanizado de una muela de rectificar unida por metal se reduce el riesgo de un contacto entre la guía de hilo y el grano abrasivo.

Otras ventajas, características y detalles de la invención se deducen de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferentes, así como mediante los dibujos.

5 La invención se explica a continuación más en detalle mediante las figuras y ejemplos de realización, estando provistos los mismos elementos de las mismas referencias. Muestran:

Fig. 1 una vista lateral de un dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo con una guía de hilo configurada en forma de disco,

10 Fig. 2a, b una vista en planta de la guía de hilo de acuerdo con la figura 1 en la posición normal, es decir, 0°, y una vista en planta de la guía de hilo de acuerdo con la figura 1 en una posición angular de 15°,

Fig. 3a, b equipos para el rectificado por electroerosión (WEDG) o para el torneado por electroerosión (RWEDM) del estado de la técnica,

15 Fig. 4a, b guía de hilo en forma de disco de acuerdo con el estado de la técnica,

Fig. 5a, b detalles de la guía de hilo en forma de disco.

20 La figura 1 muestra junto con las figuras 2a y 2b en representación esquemática, como para el ajuste de la posición angular relativa entre la guía de hilo 4 y pieza de trabajo 2 – alrededor de un eje de pivotado 10 en paralelo a la dirección de avance de hilo en el punto de trabajo 3 – por ejemplo, la guía de hilo 4 misma, una sujeción de la guía de hilo 5 asociada a la guía de hilo 4 o todo el dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo podría estar configurado de forma ajustable. Como alternativa o de manera complementaria, para el ajuste de la posición angular
25 relativa entre la guía de hilo 4 y la pieza de trabajo 2 alrededor de un eje en paralelo a la dirección de avance de hilo, el husillo en el que está sujeta la pieza de trabajo está configurado de forma ajustable. La posición angular relativa entre la guía de hilo 4 y la pieza de trabajo 2 alrededor de un eje en paralelo a la dirección de avance de hilo en el punto de trabajo se puede ajustar entonces del lado de la pieza de trabajo o del lado de la herramienta. La guía de hilo 4 representada en las figuras está montada de forma estacionaria, es decir, no girando en la sujeción de la guía de hilo 5, realizada de forma diferente en las figuras 2a y 2b. El electrodo de hilo 1 se guía o se retira por ello a través de una ranura en la guía de hilo 4.

35 En función de la tarea de mecanizado pueden resultar ser ventajosas formas de realización diferentes. En una configuración de la invención se puede ajustar de forma fija la posición angular relativa entre la guía de hilo 4 y la pieza de trabajo 2 alrededor de un eje en paralelo a la dirección de avance de hilo. Para ello el dispositivo equipado con una guía de hilo 4 configurada en forma de disco, para la electroerosión por hilo rotativo 20 de una pieza de trabajo, está equipado, por ejemplo, con una o varias sujeciones de la guía de hilo 5 intercambiables (compárese la fig. 2a con 2b), con las que se puede llevar la guía de hilo 4 a la posición angular deseada respecto a la pieza de trabajo 2. Las sujeciones de la guía de hilo 5 intercambiables representadas están configuradas de modo que la guía de hilo 4 montada aquí adopta cada vez un ángulo diferente respecto a la pieza de trabajo rotativa, el cual se
40 corresponde con el ángulo de pivotado fijo deseado. Con una posición de partida de 0° se puede ajustar preferiblemente al menos un ángulo de pivotado fijo en el intervalo entre +20° y -20° en varias etapas o mediante el uso de sujeciones de la guía de hilo 5 diferentes.

45 En otra forma de realización no representada la sujeción de la guía de hilo está montada de forma pivotable. Para ello el ángulo de la sujeción de la guía de hilo y por lo tanto el ángulo de la guía de hilo original se puede ajustar, por ejemplo, de forma precisa alrededor del eje de pivotado 10. Este eje de pivotado por supuesto puede comprender un bloqueo para que se pueda ajustar de forma fija una posición angular determinada. El eje de pivotado está almacenado de manera conocida, por ejemplo, mediante un cojinete de bolas o cojinete de deslizamiento.

50 Como alternativa al eje de pivotado descrito anteriormente, una unidad de pivotado para el ajuste del ángulo de pivotado puede estar equipada con guías de cuerpo sólido o estructuras flexibles. Las guías de cuerpo sólido tienen de forma conocida ventajas esenciales respecto a alojamientos tradicionales, en particular, sin histéresis, sin juego, sin desgaste, pérdidas por fricción más bajas, sin necesidad de lubricación, y además no son sensibles frente al
55 ensuciamiento. Mediante una disposición hábil de las estructuras flexibles mencionadas, el eje de pivotado se puede desplazar de manera conocida al punto de trabajo (TCP), es decir, aquí al eje del electrodo de hilo en el punto de trabajo. De esta manera se puede prescindir de una corrección de posición burda con posiciones angulares diferentes. Sin embargo, las guías de cuerpo sólido solo se pueden aplicar para ángulos de pivotado limitados. Preferentemente las guías de cuerpo sólido están fabricadas de forma monolítica, por ejemplo, por electroerosión por hilo. Además, las guías de cuerpo sólido presentan preferentemente limitaciones de recorrido en forma de topes mecánicos, que se pueden integrar igualmente en un modo constructivo monolítico.

60 En una configuración preferente para el ajuste de la posición angular relativa entre la guía de hilo y pieza de trabajo está previsto un accionamiento, ajustándose el ángulo de pivotado en etapas fijas o con progresión continua. De esta manera se puede ajustar de forma automática o controlada la posición angular de la guía de hilo configurada en forma de disco. Esto es especialmente ventajoso cuando la posición angular de la guía de hilo en forma de disco se

debe cambiar durante el mecanizado. El accionamiento está unido entonces preferentemente con un control / regulación correspondiente.

5 Según está representado en las figuras, el dispositivo para el ajuste de la posición angular relativa entre la guía de hilo 4 y la pieza de trabajo 2 presenta en la zona de delante y/o detrás de la guía de hilo 4 configurada en forma de disco al menos una guía auxiliar, de manera preferente respectivamente una guía anterior 6 y una guía posterior 7. Las guías auxiliares 6, 7 presentan preferentemente una ranura configurada en forma de V, que guía el electrodo de hilo 1 de forma segura hacia la guía de hilo 4 en forma de disco. La al menos una guía delantera 6, 7 puede estar configurada simultáneamente como alimentación de corriente para el electrodo de hilo.

10 Para el contacto con la pieza de trabajo giratoria es necesaria otra alimentación de corriente 11. Ésta está configurada, por ejemplo, según se conoce como contacto de escobilla rozante, contacto de escobilla de carbón o como flexible o banda rozante parcialmente envolvente (compárense las figuras 2a y 2b).

15 La guía anterior 6 y guía posterior 7 no están dispuestas normalmente sobre la unidad de pivotado, y son estacionarias respecto al sistema de avance de hilo (véase la figura 2b). Por ello el eje de pivotado 10 de la unidad de pivotado para el ajuste del ángulo de pivotado se sitúa en una configuración de la invención sobre la línea de conexión entre la guía anterior y la guía posterior (véase la figura 1). Idealmente el eje de pivotado se sitúa sobre la línea de conexión entre el último punto de contacto del electrodo de hilo en la guía anterior y el primer punto de contacto del electrodo de hilo en la guía posterior (véanse las figuras 1 y 2b). De esta manera las condiciones de desprendimiento de la guía anterior o las condiciones de entrada a la guía posterior permanecen invariables independientemente del ángulo de pivotado.

20 La invención se puede emplear, por ejemplo, en una WEDM para el torneado por electroerosión, incorporándose un eje o husillo adicional según se menciona al inicio. Aquí la guía de hilo configurada en forma de disco, ajustable en el ángulo se acopla, por ejemplo, con la pinola.

25 La invención también es apropiada para la aplicación en unidades de electroerosión por hilo compactas. Una unidad de electroerosión por hilo equipada con una guía de hilo configurada en forma de disco, ajustable en ángulo está instalada preferentemente en una máquina-herramienta o una línea de fabricación.

30 Por ejemplo, la invención se puede emplear para el perfilado y afilado de muelas de rectificar unidas por metal. Una unidad de electroerosión por hilo se instala para ello de manera preferente directamente en una rectificadora, por lo que se eliminan los errores de recambio y se reducen los tiempos perdidos. La invención es apropiada especialmente para la fabricación de perfiles profundos y secciones de perfil puramente radiales sobre las muelas de rectificar, evitándose el contacto entre la guía de hilo y el grano abrasivo.

35 Análogamente a ello se pueden perfilar, afilar o reparar en caso de necesidad las herramientas con un corte determinado. Aquí también existe la posibilidad de instalar la unidad de electroerosión por hilo en la máquina-herramienta. La máquina-herramienta comprende para ello preferentemente un dispositivo o control adaptado para el accionamiento del husillo giratorio de la herramienta. En lugar de que éste gire la herramienta, como en el funcionamiento normal, de forma constante alrededor del eje de giro, en este modo la pieza de trabajo se gira respectivamente con un ángulo determinado o en etapas determinadas (por ejemplo 20 o 60 grados) alrededor del eje de rotación, se posiciona allí (la pieza de trabajo está parada) y luego se mecaniza por el electrodo de hilo.

40 La invención también comprende por lo tanto la posibilidad de que con el dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo se posicione la pieza de trabajo en posiciones angulares determinadas alrededor del eje de rotación y se mecanice en esta posición por el electrodo de hilo.

45 El corte correspondiente de la pieza de trabajo que se debe mecanizar se lleva a la posición angular deseada respecto a la guía de hilo o electrodo de hilo, girando la pieza de trabajo y posicionándola alrededor de un eje propio. Por consiguiente, en esta modificación de la invención las herramientas también se pueden mecanizar con un corte determinado directamente a bordo de la máquina-herramienta.

50 Por consiguiente, la guía de hilo pivotable amplía considerablemente el ámbito de aplicación de una unidad de electroerosión por hilo semejante, dado que solo por la invención se posibilita la fabricación de perfiles determinados.

55 De la descripción anterior se deduce entre otros que una guía de hilo muy exacta, en forma de disco trabaja en el entorno inmediato a la hendidura disruptiva. En el reavivado de muelas de rectificar superabrasivas, la guía de hilo en forma de disco se sitúa en el entorno inmediato al grano abrasivo; el material aglutinante se retira, por lo que también cae el grano superabrasivo. Este grano superabrasivo va a parar a la hendidura entre la guía de hilo y la muela de rectificar; es inevitable un desgaste determinado. Por este motivo la guía de hilo en forma de disco está configurada ventajosamente como elemento intercambiable. Las realizaciones siguientes se refieren a una configuración especial de una guía de hilo en forma de disco para la electroerosión por hilo rotativo, en particular, para el mecanizado de muelas de rectificar superabrasivas como pieza de trabajo.

Las realizaciones siguientes hacen referencia a las figuras 5a y 5b. Entonces la guía de hilo en forma de disco está realizada preferentemente como un disco cerámico monolítico que se compone, por ejemplo, de carburo de silicio. La guía de hilo en forma de disco presenta al menos en una sección de su circunferencia una ranura configurada en forma de V para el guiado preciso de electrodo de hilo. Mediante la elaboración en una pieza de la guía de hilo se produce automáticamente la ventaja de que las zonas de guiado superior e inferior de la ranura configurada en forma de V están perfectamente orientadas una respecto a otra en la guía de hilo en forma de disco, entonces no presentan un decalado lateral.

Para no limitar el campo de aplicación del dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo, la guía de hilo en forma de disco no debe sobrepasar una anchura determinada. En particular, en el mecanizado se debe evitar el contacto entre la guía y la pieza de trabajo. La anchura de la guía de hilo en forma de disco depende esencialmente del diámetro del hilo, la anchura de hendidura, el tamaño de grano y el saliente de grano a esperar. Por ejemplo, para el mecanizado de una muela de rectificar con tamaño de grano D46 en el caso de un diámetro de electrodo de hilo de 0,33 mm se puede usar una guía de hilo en forma de disco de anchura 0,4 mm.

El dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo de acuerdo con la presente invención comprende, según se ha mencionado, una guía de hilo configurada en forma de disco. El término "en forma de disco" se refiere en primer lugar a la relación de aspecto, es decir, a la relación de la superficie respecto a la anchura de la guía de hilo. La guía de hilo en forma de disco no debe ser necesariamente circular, como en el caso de la vista lateral representada en la figura 1; también puede ser, por ejemplo, prismática.

La guía de hilo en forma de disco presenta un perfil arqueado o curvado al menos en la zona de guiado del hilo, es decir, al menos en aquella zona de la circunferencia del disco en la que el electrodo de hilo se sitúa sobre la guía de hilo. Además, la guía de hilo en forma de disco presenta en la zona activa preferentemente una escotadura (véase la figura 5a). De esta manera la guía de hilo solo se deteriora en pequeña medida por la electroerosión por chispas. Además, se produce la ventaja de que el material dieléctrico se puede acercar de manera óptima desde el lado posterior del electrodo de hilo radialmente a la zona activa. Las partículas erosionadas retiradas se pueden solidificar de nuevo ya en el espacio libre de la escotadura, de modo que se evita ampliamente una deposición de partículas erosionadas en la guía de hilo.

La escotadura tiene preferentemente una anchura de algunos milímetros, por ejemplo 4 mm. Por consiguiente, los dos últimos puntos de apoyo del electrodo de hilo se sitúan todavía muy cerca en la hendidura disruptiva y el desvío del hilo es mínimo.

Preferentemente la guía de hilo en forma de disco, la sujeción de la guía de hilo y/o la base de la sujeción de la guía de hilo presentan características de referencia, con las que los componentes se pueden montar de forma especialmente sencilla y reproducible. La guía de hilo configurada en forma de disco presenta, por ejemplo, un orificio central que se puede centrar con una o varias espigas en el lado de la sujeción de la guía de hilo. Otra característica de referencia determina la posición de la escotadura en la guía de hilo con respecto a la sujeción de la guía de hilo, y por consiguiente la orientación del electrodo de hilo en la zona de mecanizado.

Preferentemente la guía de hilo en forma de disco está configurada de manera que ésta se puede montar en al menos dos posiciones diferentes. Para ello la guía de hilo en forma de disco presenta varias escotaduras en su circunferencia. La guía de hilo en forma de disco está configurada preferentemente al menos de manera parcial de forma simétrica. De esta manera la guía de hilo en forma de disco se puede montar en diferentes posiciones angulares, y usar varias veces.

La figura 5a muestra una vista lateral de una configuración posible de la guía de hilo en forma de disco. La guía de hilo presenta, por ejemplo, las características siguientes: un orificio central, cuatro orificios, así como cuatro escotaduras en la circunferencia de la guía de hilo en forma de disco. La sujeción de la guía de disco tiene una espiga central a la que se ajusta el orificio central de la guía de hilo en forma de disco. Para que el electrodo de hilo esté orientado correctamente en la zona de mecanizado, la sujeción de la guía de hilo comprende otra espiga que se ajusta a uno de los cuatro orificios en la guía de hilo en forma de disco. Por consiguiente, todos los grados de libertad están bloqueados y la posición de la guía de hilo está definida unívocamente. Para la determinación de la posición angular el especialista conoce medidas alternativas; por ejemplo, puede configurar el orificio central o la espiga central como polígono, o usar una escotadura no activa como característica de referencia, que sustituye los orificios representados y su función.

La guía de hilo en forma de disco según la figura 5a se puede usar entonces en cuatro posiciones diferentes. Por consiguiente, una guía de hilo de este tipo es correspondientemente más económica que una guía de hilo en forma de disco conocida.

Lista de referencias

	1	Electrodo de hilo
	2	Pieza de trabajo o muela de rectificar
5	3	Punto de trabajo
	4	Guía de hilo en forma de disco
	5	Sujeción de la guía de hilo
	6	Guía anterior y alimentación de corriente para el electrodo de hilo
	7	Guía posterior y alimentación de corriente para el electrodo de hilo
10	8	Sujeción de la guía de hilo
	9	Espiga de centrado
	10	Eje de pivotado
	11	Alimentación de corriente para la pieza de trabajo
	12	Husillo giratorio para la pieza de trabajo a mecanizar
15	13	Lavado
	14	Generador de pulsos

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo con una guía de hilo (8) en forma de disco para el guiado de un electrodo de hilo (1) para la electroerosión por hilo rotativo de una pieza de trabajo, siendo el grosor de la guía de hilo (8) en forma de disco más pequeño que 1.5 veces el total del diámetro del electrodo de hilo (1), presentando la guía de hilo (8) en sentido más amplio en la circunferencia una ranura de guía, caracterizado por que la guía de hilo (8) presenta una escotadura en la zona activa de la electroerosión por chispas.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que, la guía de hilo (8) presenta al menos en la zona activa una zona de perfil arqueada.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que, la ranura de guía tiene forma de V en la circunferencia de la guía de hilo (4).
- 15 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que, esta presenta en su circunferencia varias zonas de guía de hilo arqueadas con respectivamente una escotadura, pudiéndose girar y montar la guía de hilo (8) en varias posiciones alrededor de su propio eje, de modo que respectivamente se encuentran nuevas zonas de guía de hilo en la zona activa de la electroerosión por chispas.
- 20 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que, la guía de hilo en forma de disco presenta características de referencia geométricas para la orientación y montaje exactos de la guía de hilo con respecto a la sujeción de la guía de hilo.
- 25 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que, la guía de hilo en forma de disco está configurada al menos parcialmente de simetría rotativa.
- 30 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, el dispositivo está configurado de manera que la posición angular relativa entre la guía de hilo (4) y la pieza de trabajo (2) se puede ajustar alrededor de un eje (10) en paralelo a la dirección de avance de hilo en el punto de trabajo (3).
- 35 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, para el ajuste de la posición angular relativa entre la guía de hilo (4) curvada y la pieza de trabajo (2) alrededor de un eje (10) en paralelo a la dirección de avance de hilo en el punto de trabajo (3), la guía de hilo (4) misma o una sujeción de la guía de hilo (5) asociada a la guía de hilo (4) o todo el dispositivo para la electroerosión por hilo rotativo está configurado de forma ajustable angularmente.
- 40 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, para el ajuste de la posición angular relativa entre la guía de hilo (4) y la pieza de trabajo (2) alrededor de un eje (10) en paralelo a la dirección de avance de hilo en el punto de trabajo (3), una cabeza de husillo en la que está sujeta la pieza de trabajo está configurada de forma ajustable.
- 45 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, la posición angular relativa se puede ajustar entre +20° y - 20°.
- 50 11. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, la posición angular relativa se puede ajustar y bloquear en etapas fijas o con progresión continua.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, una unidad de pivotado para el ajuste de la posición angular relativa se compone de guías de cuerpo sólido.
- 55 13. Dispositivo según la reivindicación 12, caracterizado por que, el eje de pivotado (10) para el ajuste de la posición angular relativa coincide con la dirección de avance tangencial del electrodo de hilo (1) en el punto de trabajo (3).
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que, a la guía de hilo configurada en forma de disco al menos está asignada una guía auxiliar (6, 7), de manera preferente respectivamente una guía anterior (6) y guía posterior (7).

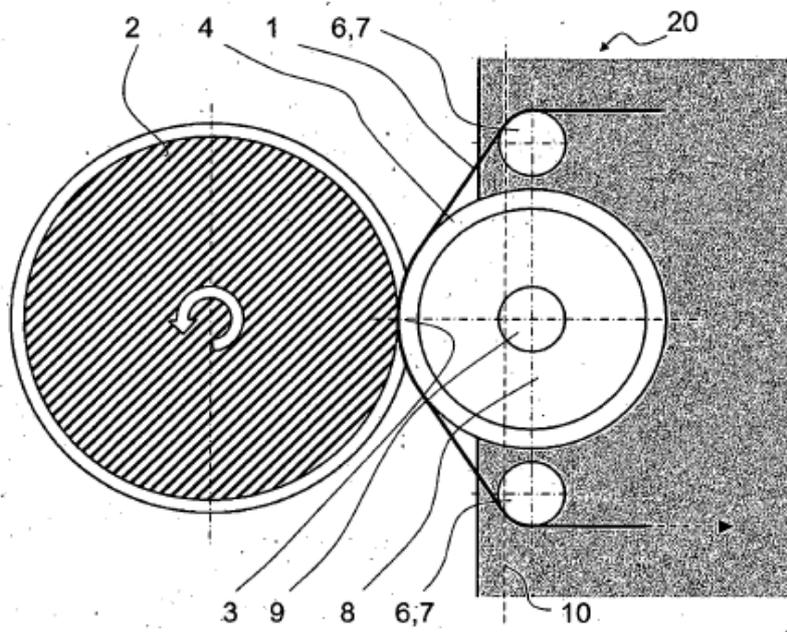


Fig. 1

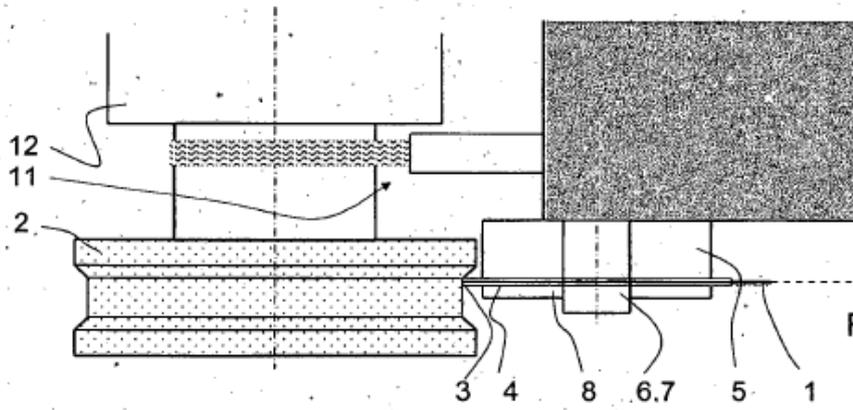


Fig. 2a

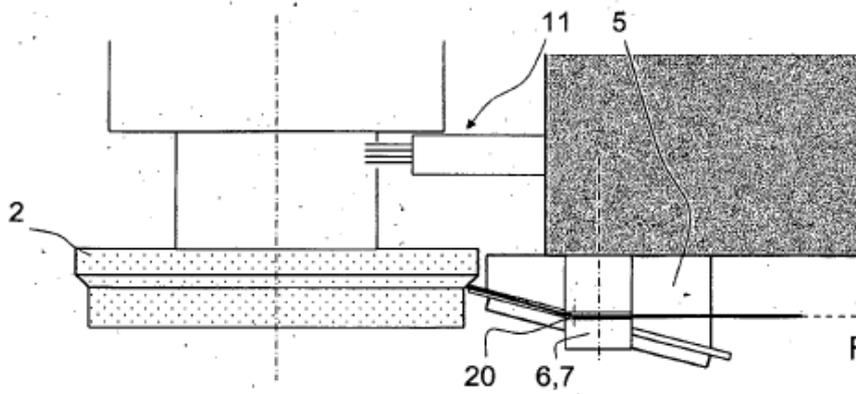


Fig. 2b

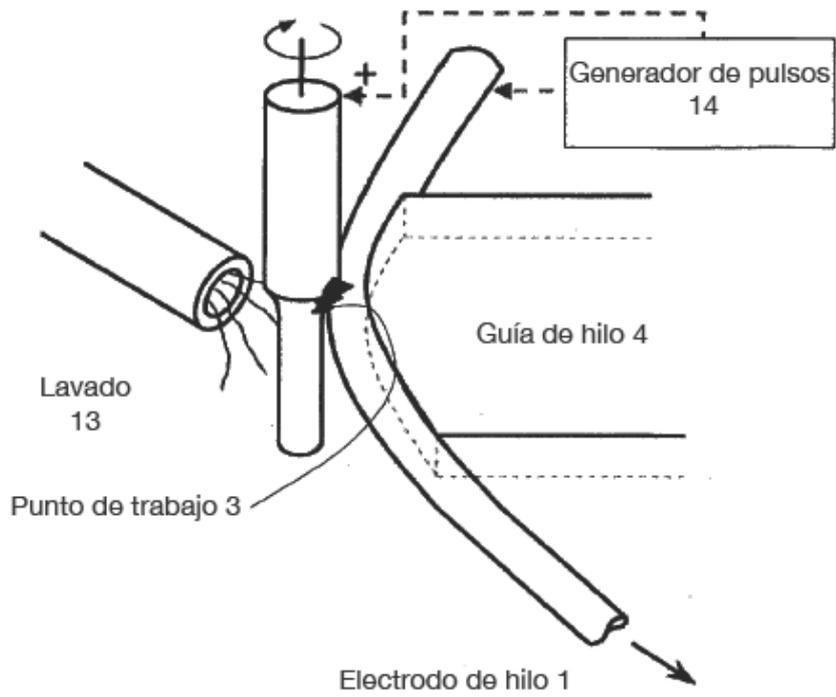


Fig. 3a

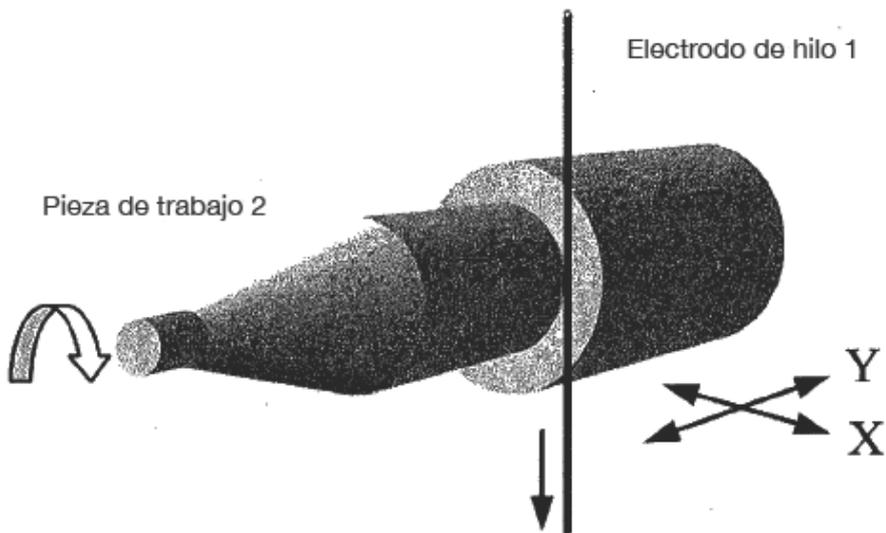


Fig. 3b

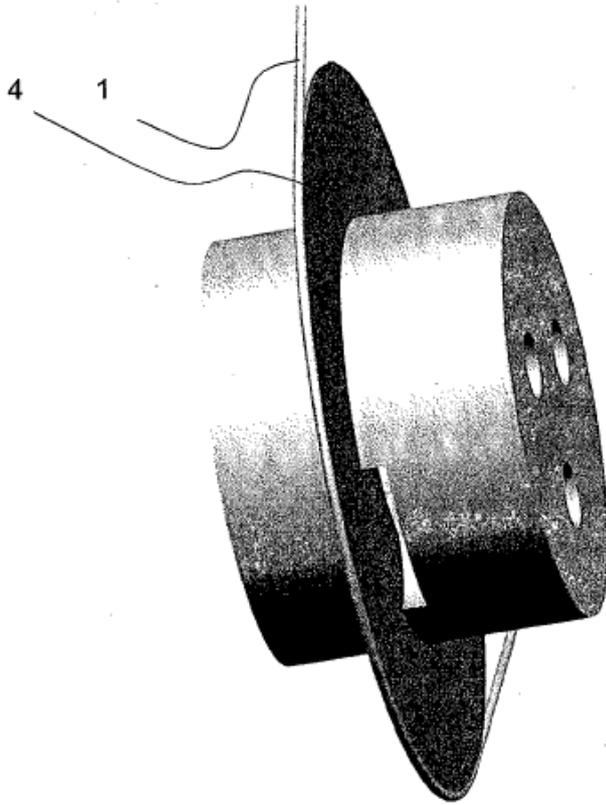


Fig. 4a

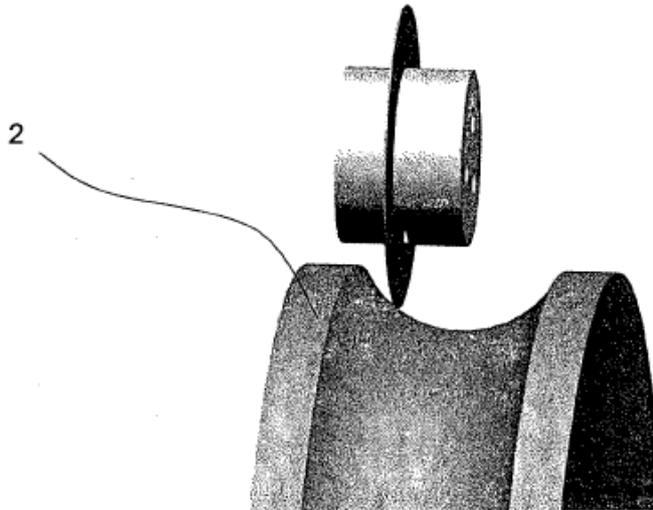


Fig. 4b

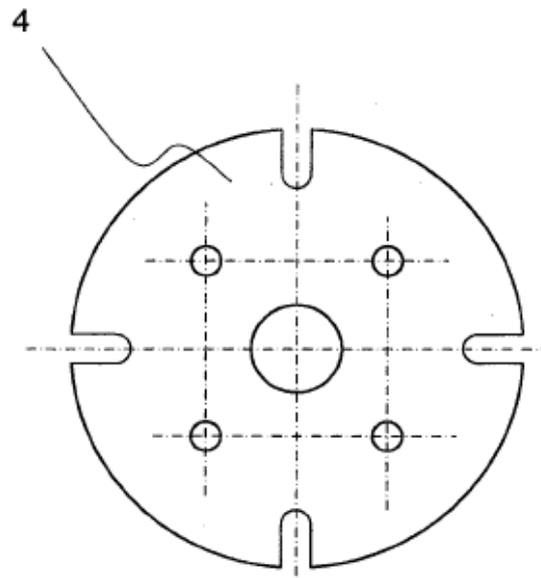


Fig. 5a



Fig. 5b