

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 998 402**

(51) Int. Cl.:

**B23P 15/34** (2006.01)  
**B23C 5/10** (2006.01)  
**B23P 15/28** (2006.01)  
**B23C 5/28** (2006.01)  
**B23K 26/38** (2014.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2020 E 20174933 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024 EP 3741500**

---

(54) Título: **Procedimiento para producir una microfresa que comprende canales de refrigeración integrados**

(30) Prioridad:

**22.05.2019 EP 19175938**

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

**20.02.2025**

(73) Titular/es:

**ESKENAZI SA, CI-DEVANT OUTILLAGE  
ESKENAZI SA (100.00%)  
Rue Joseph-Girard 24  
1227 Carouge, CH**

(72) Inventor/es:

**GROSJEAN, GILBERT;  
WÄLDER, GEORG;  
HAAS, PATRICK;  
GILLI, WALTER y  
ADILJI, AGIM**

(74) Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 998 402 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 para producir una microfresa que comprende canales de refrigeración integrados

La presente invención se refiere a un procedimiento para producir una microfresa que comprende canales internos para un fluido de corte, el procedimiento que comprende las etapas de:

- 5 a) producir una pieza en bruto de carburo cementado sinterizado para la microfresa;
- b) cortar la microfresa por rectificado de la pieza en bruto.

El documento JP 2015 223654 A describe dicho procedimiento.

En la presente invención, la denominación "microfresa" se utiliza para designar una fresa cuyo diámetro es menor o igual a 3 mm. Por otro lado, se comprenderá que por fluido de corte se entiende por ejemplo aceite puro o una emulsión aceite-agua o incluso un gas refrigerante cargado de lubricante, etc.

### Técnica anterior

La herramienta de corte es el elemento central del procedimiento de fresado. Determina, al mismo tiempo, la eficiencia del procedimiento y la calidad de las partes mecanizadas. En la actualidad, las herramientas de corte están hechas principalmente de carburo de tungsteno y presentan varios filos cortantes. En el caso de fresas de gran diámetro, los filos cortantes están formados por plaqüitas intercambiables. Por otro lado, en el caso de fresas de pequeño o mediano diámetro, los filos cortantes vienen integrados con el resto de la herramienta, de manera que estas fresas son de una sola pieza.

Durante la utilización de una fresa, es importante suministrar simultáneamente fluidos de corte a una zona situada entre la herramienta y la parte que se va a mecanizar. Los fluidos de corte sirven principalmente para la evacuación de virutas, la refrigeración y la lubricación. Desde el punto de vista de la preservación del medio ambiente, además de desde el de reducción de los costes de fabricación, sería preferible el mecanizado en seco. Sin embargo, numerosas aplicaciones requieren lubricación si se quiere lograr una tolerancia, una calidad superficial y una capacidad de mecanizado suficientes. En el caso de que sea necesario recurrir a un fluido refrigerante, se debería llevar este fluido tan cerca como sea más posible a la zona de corte, para que su eficacia sea máxima. Para ello hoy en día se utilizan boquillas orientables que permiten proyectar un chorro de fluido en una dirección determinada.

Del mismo modo existen, recientemente, máquinas herramientas que están diseñadas para permitir que el fluido de corte sea injectado a través del husillo, el portaherramientas y finalmente a través de un orificio central en la herramienta de corte. Hoy en día, esta tecnología se limita a herramientas grandes (que presentan un diámetro de 6 mm o más). Para las microfresas que presentan un diámetro  $\leq 3$  mm, y particularmente para las microfresas pequeñas que presentan un diámetro  $<1$  mm, no existe ninguna tecnología que permita lubricar individualmente cada filo cortante en el extremo de la herramienta. El documento de patente CH 706 934 B1 describe bien una herramienta de fresado de pequeño diámetro que comprende tres o cuatro canales laterales de refrigeración integrados en la herramienta. Sin embargo, se trata de una herramienta de fresado lateral que presenta un vástago de mayor diámetro. Los canales paralelos están integrados en el vástago para desembocar en la unión cónica entre el vástago y la parte activa de la herramienta. En otras palabras, los canales desembocan muy por detrás de la zona de corte de la herramienta. Según el documento anterior antes mencionado, el suministro de fluido de corte se garantiza mediante la proyección del fluido de corte fuera de los canales, paralelamente al eje de la herramienta, en dirección a la zona de corte. Se comprenderá que la puesta a punto de una herramienta de corte de este tipo implica un trabajo de desarrollo largo y tedioso, en particular para optimizar la posición, el diámetro, la forma, etc., de los orificios laterales para que el fluido de corte llegue realmente a su objetivo. Por otra parte, el diámetro de los canales laterales paralelos debe ser muy pequeño; del orden de 0.1 a 0.3 mm. La realización de agujeros tan pequeños en lugares precisos con una dirección bien definida presenta varios desafíos. De hecho, debido a su dureza, el carburo de tungsteno es difícil de mecanizar utilizando procedimientos convencionales. Los procedimientos térmicos como el mecanizado por electroerosión o por láser permiten obtener la geometría requerida. Sin embargo, se sabe que estos procedimientos térmicos provocan la aparición de microfisuras en la superficie de la pieza.

En lo que se refiere a las herramientas de fresado en general, lo ideal sería tener una lubricación individual de cada filo cortante, para poder injectar el líquido en la zona crítica, exactamente entre el filo cortante y el inicio de la viruta. Se obtendría, por tanto, una mejor refrigeración de las partes y de las herramientas, una reducción del rozamiento del inicio de la viruta contra la herramienta de corte y se evitaría más eficazmente la adherencia de las virutas al filo cortante. El documento de patente EP 2 298 491 B1 describe una herramienta de corte, así como un procedimiento para producir la pieza en bruto (o preforma) de esta herramienta de corte en una única operación de extrusión. La herramienta de corte en cuestión puede tomar la forma, por ejemplo, de una broca o de una fresa. Esta herramienta posee la característica de comprender una pluralidad de canales internos que están dispuestos para expulsar el fluido de corte. Dichos canales recorren la herramienta desde vástago a la punta de forma independiente entre sí. El número de canales internos puede ser igual al número de filos

cortantes que comprende el cabezal de la herramienta de corte y los diferentes canales están dispuestos para llevar el fluido de corte a las proximidades de cada filo cortante. Según el documento anterior antes mencionado, la pieza en bruto se forma en una única operación de extrusión, con los canales internos que comprende. Los canales internos, sin embargo, no son rectilíneos sino que presentan cada uno la forma de una hélice circular, de modo que giran alrededor del eje longitudinal de la herramienta, mientras que la distancia que los separa de este eje permanece constante en toda la longitud de la herramienta. El documento anterior antes mencionado explica además que la forma helicoidal de los canales internos es una característica necesaria. De hecho, en la parte activa de la herramienta, los canales deben encontrar un recorrido que les permita evitar las estrías. De hecho, si un canal fuera cortado por una estría, el fluido de corte que transporta no podría llegar a la punta de la herramienta. También se comprenderá por lo anterior que el ángulo de hélice de los canales laterales debe ser sustancialmente el mismo que el ángulo de hélice de los dientes de la herramienta.

Un inconveniente de la solución anterior que se acaba de describir es que la resistencia hidráulica de un canal curvo es mayor que la de un canal recto. Por consiguiente, la cantidad de fluido de corte expulsado a través de un canal helicoidal es menor que la cantidad de fluido expulsado a través de un canal recto sometido a la misma presión. Este problema se agrava aún más en el caso de herramientas de pequeños tamaños (<5 mm). De hecho, las herramientas pequeñas tienen canales aún más pequeños y se sabe que la resistencia que se opone al flujo de un fluido viscoso en un canal es inversamente proporcional al cuadrado del diámetro del canal. Además, la más mínima irregularidad en el diámetro de los canales, la más mínima variación en la rugosidad de su superficie o la presencia de rebabas pueden reducir aún más drásticamente el flujo de fluido de corte. Por otro lado, el reducido espesor de las paredes y la pequeñez de los canales se combinan para hacer que las paredes sean muy sensibles a las microfisuras. De hecho, durante su funcionamiento, las herramientas de corte están expuestas a condiciones de trabajo difíciles, presiones internas que pueden alcanzar 120 bares cuando el líquido se inyecta a través de canales internos, importantes fuerzas de corte, calor, vibraciones y fuerzas centrífugas (debido a la alta velocidad de giro de la herramienta de hasta 50000 r.p.m.). En estas condiciones, se comprende que la presencia de microfisuras corre el riesgo de reducir la vida útil de la herramienta.

Actualmente existe la necesidad de disponer de herramientas de fresado de pequeño diámetro ( $\leq 3$  mm) cuyos canales de refrigeración permitan lubricar individualmente cada filo cortante de la herramienta con un caudal de fluido suficiente, y sin que la presencia de canales de refrigeración no reduzca la vida de la herramienta.

#### Breve descripción de la invención

Un objetivo de la presente invención es remediar los problemas de la técnica anterior que se acaban de explicar. La presente invención logra este y otros objetivos proporcionando un procedimiento para producir una fresa de diámetro menor o igual a 3 mm y que comprende canales internos para un fluido de corte, y que está de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

El carburo cementado sinterizado a partir del cual se producen la primera y segunda barras cilíndricas es preferiblemente un cermet a base de carburo de tungsteno. La composición de este cermet puede variar dependiendo de las características que se busquen para el material. Comprende de un 80% a un 95% de carburo de tungsteno, al que se le añade cobalto, además de diversos elementos adicionales como el cromo o el vanadio. Este carburo cementado se produce a partir de polvo mediante un procedimiento de sinterización (pulvimetallurgia). El cobalto sirve como aglutinante entre los granos de carburo del material una vez sinterizado. El carburo de tungsteno cementado es muy duro. Permite obtener una pieza con excelentes características mecánicas y gran resistencia al desgaste. El cobalto que contiene del mismo modo tiene el efecto de limitar la fragilidad del carburo de tungsteno aumentando la ductilidad del conjunto.

#### Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán con la lectura de la descripción que sigue, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- las figuras 1A y 1B son dos vistas en perspectiva, respectivamente desde el lateral y desde el extremo, del cabezal de una herramienta de fresado de la técnica anterior;
- la figura 2 es una vista lateral en perspectiva de una microfresa producida mediante un primer modo particular de implementación del procedimiento de la invención;
- la figura 3 es una vista esquemática que ilustra una preforma de una parte tubular y una preforma de una parte de cabezal obtenida al final de la etapa "a<sub>2</sub>" del modo de implementación particular que ya se ha mencionado con respecto a la figura 2;
- la figura 4 es la fotografía de una sección longitudinal de una pieza en bruto unificada que comprende un orificio axial ciego y que se obtuvo al final de la etapa "as" del modo particular de implementación que ya se ha mencionado con respecto a las figuras 2 y 3;

- la figura 5 es una vista esquemática en perspectiva que ilustra la preforma de una parte del cabezal que se obtuvo al final de la subetapa "x" de un segundo modo de implementación particular del procedimiento de la invención;

5 - la figura 6 es una vista parcial en sección longitudinal de una fresa producida mediante el modo de implementación particular que ya se ha mencionado con respecto a la figura 5;

- la figura 7 contiene cuatro vistas en perspectiva, desde diferentes ángulos, del cabezal de la fresa de la figura 6.

#### Descripción detallada de los modos de implementación

La invención se refiere a un procedimiento para producir una microfresa y la presente descripción proporciona a continuación dos ejemplos de implementación de este procedimiento. Con el objetivo de facilitar la comprensión, la descripción comienza con una descripción resumida de ciertas características comunes a la mayoría de las herramientas de fresado conocidas.

Las figuras 1A y 1B son dos vistas en perspectiva, respectivamente desde un lateral y desde arriba, del cabezal de una herramienta de fresado de la técnica anterior (referenciada con 1). La herramienta 1 de fresado posee simetría de giro y, haciendo referencia más particularmente a la figura 1B, se puede ver que la simetría de giro es una simetría de orden 4. Por tanto, el extremo de la herramienta 1 comprende cuatro dientes 2 separados entre sí por cuatro bordes 3 afilados. Además, cada diente 2 comprende un filo 5 cortante que bordea uno de los bordes afilados. Cada borde 3 afilado desemboca en una de las cuatro estrías 7 helicoidales, o estrías, que están cortadas en la cara lateral cilíndrica de la herramienta 1 de fresado. Además, cada uno de los cuatro filos 5 cortantes se prolonga mediante un labio 9 helicoidal que se extiende sobre la cara cilíndrica a lo largo de una de las estrías 7.

La figura 2 es una vista lateral en perspectiva de una microfresa (generalmente referenciada con 11) que se presta para ser producida mediante un primer modo de ejemplo de implementación del procedimiento de la invención. Se recuerda que en este documento la expresión "microfresa" designa una fresa cuyo diámetro es menor o igual a 3 mm. De acuerdo con la invención, la herramienta 11 de fresado comprende canales internos para un fluido de corte. Estos canales internos comprenden un canal 17 central dispuesto para recibir el fluido de corte proporcionado por la máquina herramienta (no representado) a través del portaherramientas (no representado). Puede verse en la figura 2 que los canales internos del mismo modo comprenden tres canales de salida (los tres referenciados con 19) y que el canal 17 se extiende longitudinalmente a través del vástago 15 de la herramienta de fresado y de nuevo atraviesa la mayor parte de la parte 13 activa de la herramienta para terminar en una ramificación dando lugar a los tres canales 19 de salida.

La microfresa 11 representada en la figura 2 es una fresa de tres dientes, que comprende tres filos cortantes (no referenciados) y tres bordes afilados (uno de estos es visible y está referenciado como 21). Con preferencia, la separación angular entre los tres filos cortantes no es del todo regular. En el ejemplo ilustrado, los filos cortantes están dispuestos respectivamente a 0°, 117° y 245° alrededor del eje de giro de la herramienta y se comprenderá que su separación mutua nunca es idéntica. De manera conocida en sí misma, esta geometría irregular permite amortiguar las vibraciones del mecanizado y por tanto limitar las vibraciones que pueden resultar de las mismas.

Se comprenderá que el número de canales 19 de salida está relacionado con el número de dientes y que, por lo tanto, los canales están separados de forma azimutal aproximadamente 120° alrededor del eje de giro de la herramienta 11. Además, en el ejemplo ilustrado, los tres canales 19 están del mismo modo inclinados aproximadamente 45° hacia adelante con respecto al eje de la herramienta. Se comprenderá, sin embargo, que la invención, naturalmente, no se limita a una inclinación particular de los canales. De acuerdo con una variante ventajosa, los tres canales 19 de salida desembocan cada uno en uno de los bordes 21 afilados. Los experimentos llevados a cabo por el solicitante han mostrado que el lugar donde desembocan en los canales de salida influye dramáticamente en los rendimientos de la herramienta. La lubricación debe proporcionarse con prioridad a la punta de cada uno de los dientes. La colocación de los orificios de salida de los canales 19 en los bordes 21 afilados permite responder a esta necesidad.

A continuación se describirá el progreso de una primera variante de implementación del procedimiento de la invención con referencia a las figuras 2, 3 y 4 y a la tabla I adjunta. La primera (sub-)etapa mencionada en la tabla I (subetapa "a<sub>1</sub>") consiste en disponer una primera y una segunda barra cilíndrica de carburo cementado, las dos barras que son extrusionadas y sinterizadas. De acuerdo con la invención, la primera barra cilíndrica posee forma de cilindro hueco, mientras que la segunda barra cilíndrica no es hueca. Según una variante ventajosa, el carburo cementado del que están hechas las dos barras cilíndricas está constituido por una aleación de carburo de tungsteno y de cobalto que se conoce bajo la denominación de "metal duro". La composición (o grado) exacta del metal duro puede variar de acuerdo con las características deseadas. En particular, la proporción de cobalto puede variar entre aproximadamente un 5 y un 12%. El metal duro del mismo modo puede contener pequeñas cantidades de diversos elementos aditivos como cromo o vanadio. De manera

conocida por el experto en la materia, los diferentes ingredientes que entran en la composición del metal duro se reducen primero a polvo y después se mezclan. A continuación, el polvo se incorpora a un aglutinante orgánico para obtener una pasta homogénea susceptible de ser extruida. Se recuerda que la extrusión de una masa pastosa es una operación que consiste en empujar la masa a través de una boquilla para formar un cuerpo de sección transversal constante y longitud arbitraria. Se comprenderá que se puede obtener un cuerpo en forma de cilindro macizo utilizando una boquilla circular. Además, es conocido instalar un filamento cilíndrico delgado en el centro de la boquilla circular para obtener un cuerpo en forma de tubo (cilindro hueco).

Después de haber obtenido por extrusión un cuerpo en forma de tubo y otro cuerpo en forma de cilindro macizo, se sinterizan previamente estos dos cuerpos en bruto para eliminar el disolvente orgánico, y luego se sinterizan a aproximadamente 1400 °C, de modo que se obtienen cilindros de metal duro. Vale la pena señalar que es posible obtener comercialmente dichas barras cilíndricas extruidas y sinterizadas. La implementación de la subetapa "a<sub>1</sub>" de la tabla I puede por tanto consistir en una simple compra.

Según la tabla I, la siguiente (sub-)etapa (subetapa "a<sub>2</sub>") consiste en primer lugar en trocear la primera y la segunda barra cilíndrica sinterizada para obtener respectivamente una preforma de la parte tubular y una preforma del cabezal de la pieza en bruto de una microfresa, y luego consiste en utilizar una muela de diamante para pulir y hacer plana al menos una cara extrema de cada una de las dos preformas. Haciendo referencia ahora a la figura 3, se puede ver que la preforma de la parte tubular está referenciada con 23 y que la preforma de la parte de cabezal está referenciada con 25. De acuerdo con lo que se acaba de explicar, la preforma 23 de la parte tubular comprende un orificio 27 axial que desemboca a ambos lados, sustancialmente en el centro de las caras extremas. En el presente ejemplo, las dos preformas tienen un diámetro exterior de 3,3 mm, el orificio 27 axial tiene un diámetro de 0,3 mm y la preforma 25 de la parte de cabezal tiene una longitud de 4 mm. Finalmente, las dos caras extremas que han sido aplanadas se refieren con 29 y 31 respectivamente.

La (sub-)etapa "as" de la tabla I consiste en disponer la preforma 23 de la parte tubular y la preforma 25 de la parte de cabeza, extremo con extremo, sobre un soporte de sinterización (no representado), de manera que la cara 29 extrema aplana de la preforma 23 y la cara 31 extrema aplana de la preforma 25 se tocan. Se comprenderá que el hecho de que las caras 29 y 31 extremas se hayan hecho muy planas durante la etapa "as" permite tener un buen paralelismo y, por tanto, un contacto uniforme, entre las dos caras 29 y 31 extremas.

La (sub-)etapa "a<sub>4</sub>" de la tabla I consiste en calentar las preformas 23 y 25 con el soporte de sinterización al vacío, o bajo atmósfera inerte y mantenerlas a una temperatura suficiente y durante un tiempo suficiente para soldar entre sí la preforma 23 de la parte tubular y la preforma 25 de la parte de cabezal, para formar una pieza en bruto unificada que comprende un orificio axial ciego, como se ilustra en la fotografía de la sección longitudinal (figura 4). Para obtener una soldadura entre las dos preformas, estas últimas se mantienen en contacto a una temperatura al menos igual a la temperatura eutéctica del carburo cementado utilizado. De acuerdo con el presente ejemplo, en el que las dos preformas están realizadas de una aleación de carburo de tungsteno y de cobalto, estos últimos se mantienen en contacto a una temperatura de aproximadamente 1400 °C durante un período comprendido preferentemente entre 15 y 60 minutos. A la temperatura de 1400 °C, temperatura ligeramente superior a la temperatura eutéctica, la fase de cobalto de la aleación es líquida, y es esto lo que provoca el fenómeno de soldadura por difusión de cobalto líquido entre las dos caras 29 y 31 extremas en contacto.

La (sub-)etapa "as" de la tabla I consiste en rectificar posibles defectos de alineación entre las dos partes 23 y 25 cilíndricas de la pieza en bruto unificada con la ayuda de una rectificador "sin centro". En este ejemplo rectificamos la pieza en bruto hasta la dimensión de 3,0 mm. Se recuerda que una rectificador "Centerless", del mismo modo denominada rectificador sin centro, suele incluir una muela de diamante y una muela de accionamiento entre las que se sujeta la pieza en bruto a rectificar.

Como se acaba de ver, la implementación de las subetapas "a<sub>1</sub>" a "as" en la Tabla I permite producir una parte bruta cilíndrica unificada que comprende un agujero axial ciego. Las siguientes etapas de la tabla I conducen a la producción de una herramienta de corte a partir de esta pieza en bruto unificada. En primer lugar, la etapa "b" consiste en cortar la microfresa. Para esta etapa de mecanizado, es posible trabajar la pieza en bruto unificada exactamente como si se hubiera obtenido por sinterizado de un único cuerpo en bruto. En el presente ejemplo se utiliza para ello una máquina CNC (de control numérico por ordenador) equipada con muelas de diamante. De acuerdo con este ejemplo, la etapa "b" comprende una primera fase que consiste en realizar un rectificado del cono y el diámetro final de la microfresa, y una segunda fase que consiste en realizar un rectificado de las estrías, los rebajes radiales y axiales y los bordes afilados en el extremo.

Finalmente, la etapa "x" de la tabla I consiste en perforar los canales 19 de salida (figura 2). La perforación de pequeños agujeros (entre 0,05 y 0,3 mm de diámetro) en materiales macizos y homogéneos es una tecnología bien dominada. Actualmente, este tipo de perforación se realiza con mayor frecuencia mediante láseres industriales. Sin embargo, los materiales sinterizados de tipo cermet, como el metal duro, están compuestos de microgranos de un material duro dispersos en una fase aglutinante metálica dúctil. Estos dos componentes generalmente tienen propiedades muy diferentes desde el punto de vista térmico, lo que hace que estos materiales sinterizados sean muy susceptibles a microfisuras. La mayoría de los láseres industriales utilizados

para perforar agujeros son capaces de perforar docenas de agujeros por minuto, pero estos láseres tienen un impacto térmico significativo. El solicitante observó que el uso de este tipo de láser industrial para perforar los canales de salida conllevaba la aparición de microfisuras, así como la degradación del metal duro. Es probable que este fenómeno reduzca significativamente la resistencia de la microfresa producida.

5 El solicitante también descubrió que era posible evitar las consecuencias negativas asociadas con el efecto térmico de la perforación con láser utilizando un láser pulsado que produce pulsos ultracortos (inferior a 10 picosegundos). Gracias a esta técnica, la ablación del metal duro para formar los agujeros se realiza a temperatura relativamente baja, sin la creación de microfisuras y sin alterar la resistencia mecánica o química del metal duro.

10 Ahora se va a describir el progreso de una segunda implementación alternativa del procedimiento de la invención con referencia a las figuras 5, 6 y 7 y a la tabla II adjunta. Al comparar la tabla I y la tabla II, se puede ver que la mayoría de las etapas y subetapas son las mismas en ambos modos de implementación. La diferencia esencial entre estos radica en el hecho de que la etapa "x" (última etapa de la tabla I) se reemplaza en la tabla II por una subetapa "x" que se interpone entre las subetapas "a<sub>2</sub>" y "as". La subetapa "x" consiste en 15 perforar tres orificios destinados a constituir los canales de salida de una microfresa 111 realizada mediante el segundo modo de ejemplo de implementación del procedimiento de la invención. Como se verá con más detalle, estos agujeros se perforan en la preforma del cabezal de la pieza en bruto antes de la etapa de soldadura.

20 La figura 5 es una vista esquemática en perspectiva que ilustra la preforma 125 de la parte de cabezal de una pieza en bruto de una microfresa. La preforma 125 presenta la forma general de un cilindro con un radio de 1.65 mm (como en el primer ejemplo). Se representa en el estado en que se encuentra al final de la subetapa "x" de perforación de los canales de salida (son visibles las aberturas correspondientes a dos de estos canales, referenciadas como 119a y 119b). La vista en perspectiva de la figura 5 permite en particular ver una de las dos superficies extremas (referenciada como 131) de la preforma 125. Se puede ver que un agujero (referenciado como 119) ocupa el centro de esta superficie. La superficie extrema 131 visible en la figura 5 es la superficie 25 extrema que se unirá a una superficie extrema de la otra preforma durante la etapa de soldadura posterior (subetapa "a<sub>4</sub>" de la tabla II). Por tanto, se comprenderá que una vez montadas las dos preformas, el orificio 119 en la superficie 131 extrema se fijará directamente a un extremo del orificio axial de la preforma de la parte tubular (no representado en la figura 5). Los tres canales 119a, 119b de salida parten todos de un punto de ramificación que está situado en el centro de la superficie 131 extrema y que por tanto coincide con el agujero 30 119. Como ya se ha explicado con respecto a la microfresa 11 en la figura 2, las orientaciones de los tres canales de salida están separadas aproximadamente 120° alrededor del eje longitudinal del cilindro en el que se cortó la preforma 125 y del mismo modo están inclinadas aproximadamente 45° hacia abajo con respecto a dicho eje longitudinal. Por lo tanto, los tres canales desembocan fuera del cilindro aproximadamente 1.65 mm por debajo de la superficie 131 extrema.

35 La figura 6 es una vista parcial en sección longitudinal de una microfresa (generalmente referenciada como 111) que se presta para ser producida mediante el segundo modo de ejemplo de implementación del procedimiento de la invención. La figura 7, por su parte, comprende cuatro vistas en perspectiva, bajo diferentes ángulos, de esta misma microfresa. Las vistas en perspectiva muestran en particular que los tres canales 119a, 119b y 119c de salida desembocan cada uno en uno de los bordes 121 afilados como en el primer ejemplo. Por 40 tanto, como los canales de salida se perforan antes de cortar la herramienta (etapa "b" en la tabla II), se comprenderá que el segundo modo de implementación del procedimiento de la invención exige orientar el corte en función de la posición de los agujeros, de modo que los canales de salida se abran hacia los tres bordes afilados.

45 Para guiar correctamente el corte de la microfresa es necesario conocer la posición exacta de su pieza en bruto. Esta posición se puede determinar, por ejemplo, con una sonda de contacto de precisión. Un primer palpado permite, por ejemplo, definir la posición del extremo de cabezal de la parte bruta cilíndrica. Luego se sitúa la sonda en el cilindro a la distancia correcta del extremo (1,5 mm en este ejemplo). Al girar el cilindro, se puede permitir a la sonda detectar las posiciones angulares correspondientes a la presencia de los diferentes orificios. Estas posiciones permiten deducir un valor de indexación para el corte de la microfresa de modo que 50 los canales de salida desembocan bien en los bordes afilados.

También, se comprenderá que se pueden aportar diversas modificaciones y/o mejoras obvias para un experto en la técnica a los modos de implementación que son objeto de la presente descripción sin apartarse del alcance de la presente invención definido por las reivindicaciones adjuntas. En particular, la invención obviamente no se limita a un procedimiento para producir una microfresa que comprende tres dientes.

Subetapa "a <sub>1</sub> "	proporcionar una primera barra de carburo cementado sinterizado que presenta la forma de un cilindro hueco y una segunda barra de carburo cementado sinterizado que presenta la forma de un cilindro macizo;
----------------------------	--

Subetapa "a <sub>2</sub> "	trocear la primera y segunda barra de carburo cementado sinterizado para obtener respectivamente una preforma de una parte tubular y una preforma de una parte de cabezal de la pieza en bruto de una microfresa y aplanar al menos una cara extrema de la preforma de una parte tubular y una cara extrema de la preforma de una parte de cabezal (figura 1);
Subetapa "a <sub>3</sub> "	disponer la preforma de parte tubular y la preforma de parte de cabezal, extremo con extremo, sobre un soporte de sinterización, de modo que una cara extrema aplanada de la preforma de parte tubular y una cara extrema aplanada de la preforma de una parte de cabezal se tocan;
Subetapa "a <sub>4</sub> "	calentar el soporte de sinterización con la preforma de una parte tubular y la preforma de una parte de cabezal al vacío, o bajo atmósfera inerte, y mantenerlos a una temperatura mayor o igual a la temperatura de fusión eutéctica, durante un tiempo suficiente para soldar entre sí la preforma de una parte tubular y la preforma de una parte de cabezal, para formar una pieza en bruto unificada que comprende un orificio axial ciego;
Subetapa "a <sub>5</sub> "	rectificar posibles defectos de alineación entre las dos partes cilíndricas de la pieza en bruto unificada con la ayuda de una rectificador "Centerless";
Etapa "b"	Cortar la herramienta (máquina CNC con control numérico por ordenador) equipada con muelas de diamante; en primer lugar se realiza el rectificado del cono y el diámetro final de la fresa; después se afilan las estrías, los cortes radiales y axiales y los bordes afilados extremos;
Etapa "x"	taladrar agujeros para los canales de salida utilizando un láser ultrarrápido (que produce pulsos que duran menos de 10 picosegundos), para reducir el impacto térmico.

Tabla II

Subetapa "a <sub>1</sub> "	proporcionar una primera barra de carburo cementado sinterizado que presenta la forma de un cilindro hueco y una segunda barra de carburo cementado sinterizado que presenta la forma de un cilindro macizo;
Subetapa "a <sub>2</sub> "	trocear la primera y segunda barra de carburo cementado sinterizado para obtener respectivamente una preforma de una parte tubular y una preforma de una parte de cabezal de la pieza en bruto de una microfresa y aplanar al menos una cara extrema de la preforma de una parte tubular y una cara extrema de la preforma de una parte de cabezal (figura 1);
Subetapa "x"	taladrar agujeros para los canales de salida con la ayuda de un láser ultrarrápido (que produce pulsos que duran menos de 10 picosegundos), para reducir el impacto térmico.
Subetapa "a <sub>3</sub> "	disponer la preforma de parte tubular y la preforma de parte de cabezal, extremo con extremo, sobre un soporte de sinterización, de modo que una cara extrema aplanada de la preforma de parte tubular y una cara extrema aplanada de la preforma de una parte de cabezal se toquen entre sí;
Subetapa "a <sub>4</sub> "	calentar el soporte de sinterización con la preforma de una parte tubular y la preforma de una parte de cabezal al vacío, o bajo atmósfera inerte, y mantenerlos a una temperatura suficiente y durante un tiempo suficiente para soldar entre sí la preforma de una parte tubular y la preforma de una parte de cabezal, para formar una pieza en bruto unificada que comprende un orificio axial ciego;
Subetapa "a <sub>5</sub> "	rectificar posibles defectos de alineación entre las dos partes cilíndricas de la parte unificada con la ayuda de una rectificador "Centerless";
Etapa "y"	determinar en primer lugar la posición de la pieza en bruto unificada así como la orientación de los canales (19; 119a, 119b) de salida y luego indexar el corte de la microfresa (etapa "b") en consecuencia;
Etapa "b"	Cortar la herramienta (máquina CNC con control numérico por ordenador) equipada con muelas de diamante; en primer lugar se realiza el rectificado del cono y el diámetro final de la fresa; después se afilan las estrías, los cortes radiales y axiales y los bordes afilados extremos;

ES 2 998 402 T3

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) con un diámetro menor o igual a 3 mm y que comprende canales (17, 19; 117, 119a, 119b) internos para un fluido de corte, el procedimiento que comprende las etapas de:

- 5 a) producir una pieza en bruto de carburo cementado sinterizado para la fresa;  
 b) cortar la fresa por rectificado de la pieza en bruto;

caracterizado por que la etapa (a) comprende las subetapas de:

a<sub>1</sub>) proporcionar una primera barra de carburo cementado sinterizado que presenta la forma de cilindro hueco y una segunda barra de carburo cementado sinterizado que presenta forma de cilindro macizo;

10 a<sub>2</sub>) trocear la primera y segunda barra de carburo cementado sinterizado para obtener respectivamente una preforma (23) de una parte tubular y una preforma (25; 125) de una parte de cabezal de la pieza en bruto de una fresa y aplanar al menos una cara (29) extrema de la preforma de una parte tubular y una cara (31; 131) extrema de la preforma de una parte de cabezal;

a<sub>3</sub>) disponer la preforma (23) de una parte tubular y la preforma (25; 125) de una parte de cabezal sobre un soporte de sinterización, de extremo a extremo, de modo que una cara (29) extrema aplanada de la preforma de una parte tubular y una cara extrema aplanada (31; 131) de la preforma de una parte de cabezal se tocan;

15 a<sub>4</sub>) calentar el soporte de sinterización con la preforma (23) de una parte tubular y la preforma (25; 125) de una parte de cabezal al vacío, o bajo atmósfera inerte, y mantenerlas a una temperatura al menos igual a la temperatura eutéctica del carburo cementado y durante un tiempo suficiente para soldar entre sí la preforma de una parte tubular y la preforma de una parte de cabezal, para formar una pieza en bruto unificada que presenta un orificio (27) axial ciego;

a<sub>5</sub>) rectificar los posibles defectos de alineación entre las dos partes (23, 25; 125) cilíndricas de la pieza en bruto unificada con la ayuda de una rectificadora "Centerless";  
 y porque el procedimiento también comprende una etapa o subetapa adicional que consiste en:

25 x) taladrar canales (19; 119a, 119b) de salida para el fluido de corte mediante perforación láser.

2. Procedimiento para producir una fresa (11) según la reivindicación 1, caracterizado por que la etapa o subetapa adicional (etapa "x") se implementa después de la etapa "b".

3. Procedimiento para producir una fresa (111) según la reivindicación 1, caracterizado por que la etapa o subetapa adicional (subetapa "x") se implementa entre la subetapa "a<sub>2</sub>" y la subetapa "as";

30 y porque el procedimiento comprende además una etapa adicional de:

y) determinar en primer lugar la posición de la pieza en bruto unificada y la orientación de los canales (19; 119a, 119b) de salida, para luego poder indexar el corte de la fresa (etapa "b") en consecuencia, la etapa "y" que se implementa entre la subetapa "as" y la etapa "b".

4. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 3, caracterizado por que la etapa o subetapa adicional (etapa "x"; subetapa "x") se implementa mediante una técnica de ablación con láser que utiliza un láser pulsado que produce pulsos ultracortos, con duraciones inferiores a 10 picosegundos.

5. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los canales (17, 19; 117, 119a, 119b) internos para un fluido de corte comprenden un canal (17; 117) central y canales (19; 119a, 119b) de salida, el canal central que presenta como punto de partida un extremo abierto dispuesto para recibir fluido de corte suministrado a través de un portaherramientas y que termina en una ramificación terminal que da lugar a al menos una parte de dichos canales de salida, dichos canales de salida que divergen de al menos una ramificación del canal central.

45 6. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) según la reivindicación 5, caracterizado por que el canal (17; 117) central es de forma cilíndrica y rectilínea y es coaxial con la fresa.

7. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que la ramificación terminal da lugar a cada uno de dichos canales (19; 119a, 119b) de salida,

50 8. Procedimiento para producir una fresa (11; 111) según cualquiera de las reivindicaciones 5, 6 y 7, caracterizado por que los canales (19; 119a, 119b) de salida que divergen a partir de la ramificación terminal desembocan respectivamente en los bordes (21; 121) afilados de la fresa.

Fig.1A

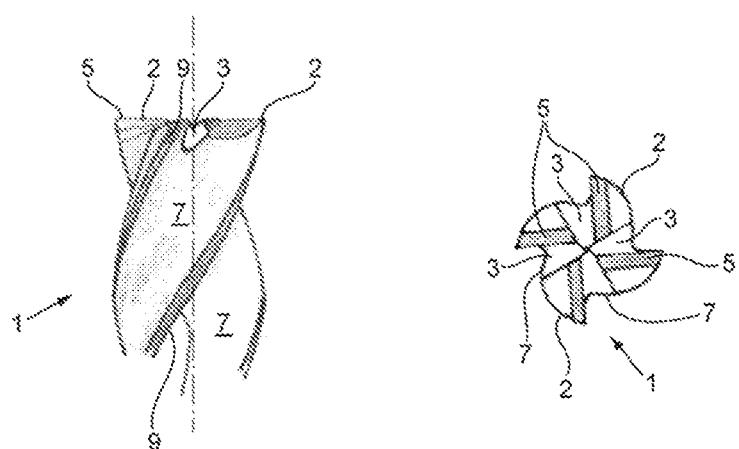


Fig.1B

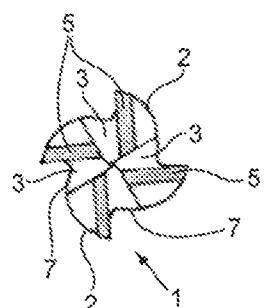
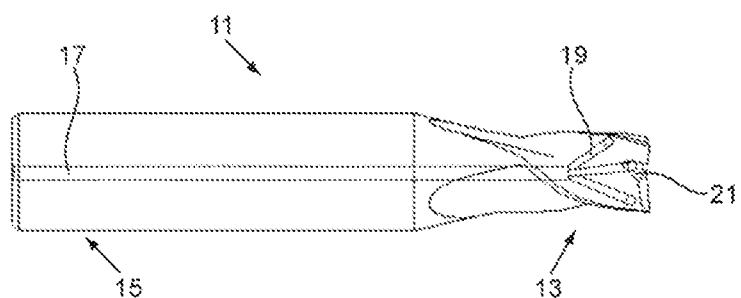


Fig.2



ES 2 998 402 T3

Fig.3

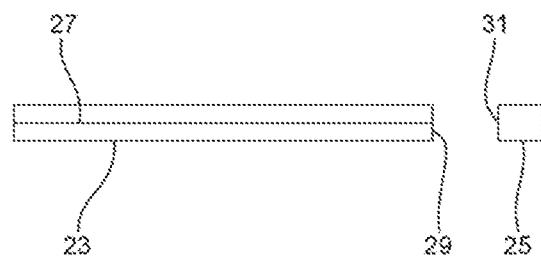


Fig.4

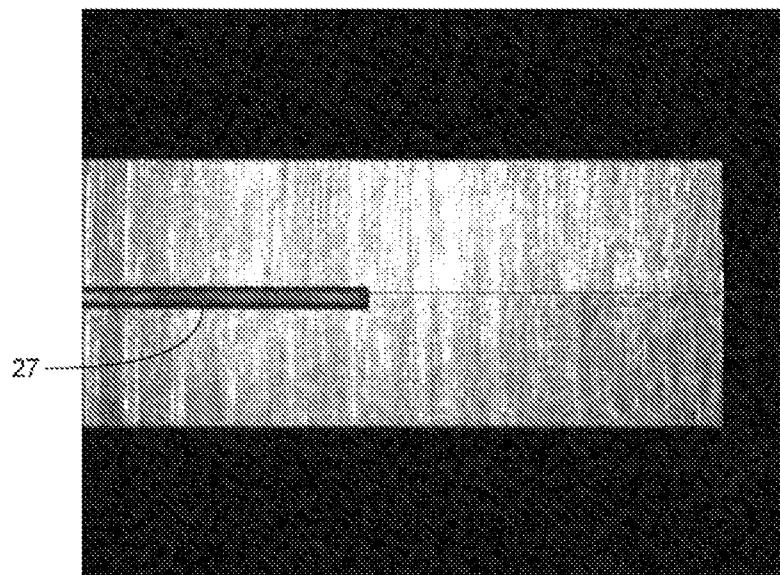


Fig.5

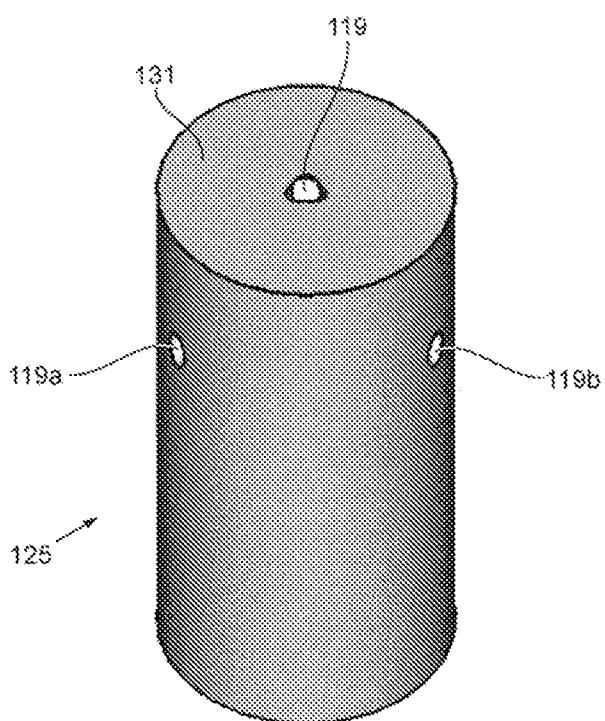


Fig.6

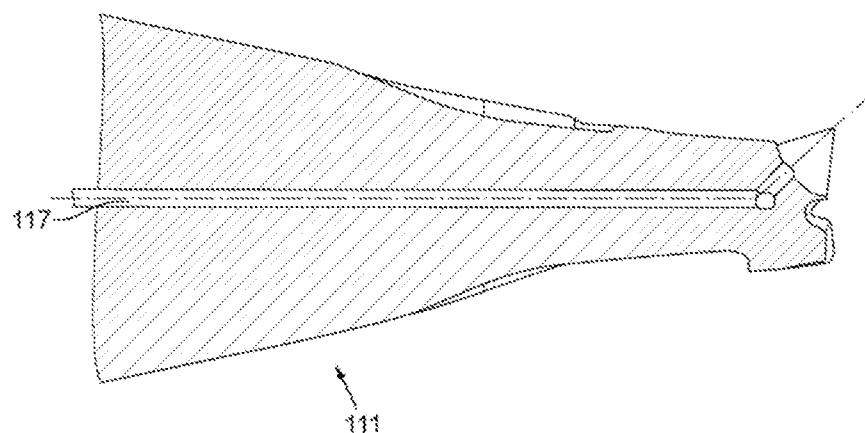


Fig.7

