

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 549 774**

51 Int. Cl.:

**B23G 5/18** (2006.01)

**B23G 7/02** (2006.01)

**B23B 51/00** (2006.01)

**B23C 5/10** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2010** **E 10744679 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015** **EP 2442933**

54 Título: **Herramienta para el mecanizado de piezas de trabajo**

30 Prioridad:

**16.06.2009 DE 102009029715**

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

**02.11.2015**

73 Titular/es:

**KOMET GROUP GMBH (100.0%)**

**Ruppmannstr. 32**

**70565 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**DURST, GABRIELE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 549 774 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

Herramienta para el mecanizado de piezas de trabajo

- 5 La invención se refiere a una herramienta para el mecanizado de piezas de trabajo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Una herramienta de este tipo se conoce por el documento JP 2000 043006 A.

10 En el caso de herramientas conocidas de este tipo la parte de trabajo y una parte de sujeción están fabricadas de los mismos materiales, concretamente de un material nuclear tenaz y de una envoltura exterior resistente al desgaste, dura. La fabricación de estas piezas de trabajo es costosa y cara. Además los diferentes materiales se emplean también allí donde no se necesitan en absoluto.

15 La invención se basa en el objetivo de configurar una herramienta de este tipo de manera que pueda configurarse de modo sencillo y económico con una elevada resistencia al desgaste de la parte de trabajo y elasticidad suficiente de la parte de sujeción.

Este objetivo se resuelve con una herramienta del tipo genérico de acuerdo con la invención con las características caracterizadoras de la reivindicación 1.

20 A consecuencia de la configuración de acuerdo con la invención la parte de trabajo se compone del material resistente al desgaste cuyo carburo de wolframio presenta un tamaño de grano que está situado en el intervalo entre aproximadamente 0,2 hasta aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$ . La parte de sujeción de la herramienta de acuerdo con la invención se compone del material tenaz con carburo de wolframio que presenta un tamaño de grano en el intervalo entre aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,3  $\mu\text{m}$ . La parte de trabajo y la parte de sujeción se mezclan a  
25 través de una zona de transición que presenta una longitud axial correspondiente y en la que la relación de mezcla entre carburo de wolframio resistente al desgaste y el tenaz varía casi de manera constante. Así la proporción del carburo de wolframio resistente al desgaste disminuye en la dirección hacia la parte de sujeción hasta 0, mientras que la proporción del carburo de wolframio tenaz de la parte de sujeción en la dirección hacia la parte de trabajo disminuye hasta 0. Esta zona de transición entre la parte de trabajo y la parte de sujeción tiene una gran importancia  
30 especialmente con vistas a la capacidad de carga radial del material compuesto. La zona de transición se configura de manera que tiene lugar una transición paulatina del material resistente al desgaste al tenaz. En este caso, en la zona de transición se encuentran ambos tipos de material, disminuyendo paulatinamente la proporción del material resistente al desgaste de la parte de trabajo en la dirección hacia la parte de sujeción hasta que tenga en la parte de sujeción el valor 0. A la inversa, en la parte de transición se realiza una disminución aproximadamente se  
35 componente de la proporción en material tenaz desde la zona de sujeción en la dirección hacia la parte de trabajo en la que la proporción en este material tenaz es entonces de 0. En el caso de la herramienta de acuerdo con la invención se incide por lo tanto de manera encauzada en la configuración de la zona de transición de manera que, según la herramienta, pueden ajustarse diferentes propiedades de la zona de transición de manera encauzada.

40 De las reivindicaciones adicionales, de la descripción y de los dibujos resultan características adicionales de la invención.

A continuación mediante varios ejemplos de realización representados en los dibujos se explica la invención con más detalle. Muestra

45 la figura 1 a la figura 3 en corte axial en cada caso una forma de realización distinta de una herramienta de acuerdo con la invención configurada como moldeador con una parte de trabajo y una parte de sujeción,  
la figura 4 y la figura 5 otra herramienta en cada caso de acuerdo con la invención configurada como fresa en  
50 una representación de acuerdo con la figura 1,  
la figura 6 una representación según la figura 1 con una herramienta de acuerdo con la invención que está configurada como taladro,  
la figura 7 en un diagrama el curso de dureza de una herramienta de acuerdo con la invención en una zona de transición entre una sección de entrada y una sección de guiado,  
55 la figura 8 a la figura 10 en cada caso formas de realización adicionales en una representación según la figura 1 de herramientas de acuerdo con la invención,  
la figura 11 en un diagrama el curso de la distribución de tamaño del grano del carburo de wolframio por la longitud de la herramienta.

60 Las herramientas representadas en las figuras 1 a 3 son moldeadores de roscas que sirven para la fabricación sin virutas de roscas interiores.

65 El moldeador 1 de rosca de acuerdo con la figura 1 tiene una parte de sujeción 2 que presenta un vástago 3 cilíndrico con el que puede sujetarse en un alojamiento de herramienta. En el extremo 4 de vástago, el vástago 3 puede dotarse de una perfílación (no representada) para la sujeción segura frente a la torsión. El vástago 3 se extiende, en el ejemplo de realización, por algo más de la mitad de longitud de herramienta y a través de una

sección intermedia 5 que se estrecha en forma de cono se convierte en una sección de cuello 6 preferiblemente cilíndrica de la parte de sujeción 2. La sección de cuello 6 une la sección intermedia 5 con una parte de trabajo 7. Tiene una sección de entrada 11 y una sección de guiado 11'. La sección de entrada 11 tiene filos 8 cuyo diámetro aumenta en la dirección hacia la sección de guiado 11' cuyos filos 8' tienen diámetros se componentes. El lado frontal 9 de la sección de entrada 11 es plano y discurre en perpendicular al eje longitudinal del moldeador de roscas 1.

La parte de sujeción 2 con el vástago 3, la sección intermedia 5, la sección de cuello 6 y la sección de guiado 11' se compone de un material tenaz, que es carburo de wolframio con un contenido de cobalto de aproximadamente 15 % en peso. La sección de entrada 11 por el contrario se compone del carburo de wolframio resistente al desgaste con contenido de cobalto reducido.

La herramienta 1 se fabrica de los dos materiales en un procedimiento de sinterización. Durante el proceso de sinterización, en la transición entre los dos tipos de material, señalada en la figura 1 mediante la línea 10 tiene lugar un tipo de difusión. Esto se manifiesta en que la dureza de la herramienta en la transición de la sección de entrada 11 hacia la sección de guiado 11' disminuye de manera constante. La figura 7 muestra el curso de dureza en función de la distancia desde el lado frontal 9. Puede distinguirse que la sección de entrada 11 debido al material resistente al desgaste tiene fundamentalmente una dureza mayor que la sección de guiado 11' y la parte restante de la herramienta 1.

Además la zona de transición 10 a consecuencia de los procesos de difusión se caracteriza por una concentración en disminución de uno de los materiales, y una concentración en aumento del otro material, lo que se describirá detalladamente más adelante mediante la figura 11.

La configuración descrita de la herramienta 1 en la zona de transición 10 garantiza que también en el caso de un intenso calentamiento de la herramienta durante su empleo no aparezca ningún pico de tensión en la zona de transición debido a los diferentes materiales que podrían llevar a un deterioro de la herramienta 1.

Los filos 8' de la sección de guiado 11' podrían presentar en lugar de un diámetro igual también un diámetro que disminuye en la dirección hacia la parte de sujeción 2. Dado que la herramienta 1 con la sección de guiado 11' ejerce todavía solo una función de guiado no es desventajoso que no esté compuesto de un material resistente al desgaste sino de material tenaz.

La herramienta 1 a de acuerdo con la figura 2 se diferencia de la herramienta 1 solo en que tiene un canal longitudinal 12 central que se extiende por toda la longitud de la herramienta 1 a, es decir de su parte de sujeción 2a y de su parte de trabajo 7a. El canal longitudinal 12 sirve para la alimentación de medio de refrigeración durante el proceso de mecanizado y desemboca en el lado frontal 9a.

En el caso de la herramienta 1b de acuerdo con la figura 3 el canal longitudinal 12b no desemboca en el lado frontal 9b. Desde el extremo del canal longitudinal 12b se bifurcan salidas de perforación de refrigeración designadas en lo sucesivo como canales transversales 13, 13', que se extienden en un ángulo de salida cualquiera en la dirección hacia el lado frontal 9b y desembocan en el lado exterior de la sección de entrada 11b. Por lo demás la herramienta 1b está configurada igual que la herramienta 1 a de acuerdo con la figura 2.

La herramienta 11 de acuerdo con la figura 8 tiene de manera similar a la forma de realización de acuerdo con la figura 3 un canal longitudinal 12f central que se extiende desde el extremo de vástago 4f en el centro de manera axial hasta la sección de entrada 11f. Desde el canal longitudinal 12f central se bifurcan los canales transversales 13f, 13f', 13f''. Estos canales transversales están situados en diferentes zonas de la herramienta. El canal transversal 13f está situado a la altura de la sección de guiado 11f' cerca en la transición hacia la sección de cuello 6f. El canal transversal 13f' está situado con separación axial respecto al canal transversal 13f y desemboca igualmente hacia el lado exterior de la sección de guiado 11f'. De manera ventajosa los canales transversales 13f, 13f' tienen el mismo diámetro. Por el contrario, los canales transversales 13f'' se encuentran en la sección de entrada 11f y tienen de manera ventajosa una sección transversal mayor que los canales transversales 13f y 13f'.

A través de los canales transversales 13f, 13f', 13f'' dispuestos en diferentes planos es posible alimentar de manera encauzada medio de refrigeración en la cantidad necesaria. Así en la zona de corte, es decir en la zona de la sección de entrada 11f se necesita más lubricante de refrigeración que en la zona de la sección de guiado 11f'. Por ello, tal como muestra la figura 8 a modo de ejemplo, los canales transversales 13f'' están dotados de una sección transversal mayor que los canales transversales 13f, 13f'.

Además los canales transversales 13f, 13f', 13f'' pueden estar previstos en distribución diferente por lo que también la alimentación del lubricante de refrigeración puede adaptarse a los requisitos respectivos. La herramienta 1g de acuerdo con la figura 9 presenta dos canales longitudinales 12g que se extienden desde el extremo 4g de vástago paralelo al eje por toda la longitud de la herramienta, y según la forma de realización de acuerdo con la figura 2, desembocan en el lado frontal 9g de la sección de entrada 11g. Los dos canales longitudinales 12g discurren preferiblemente paralelos entre sí y están situados fuera del centro dentro de la herramienta 1g. Los canales

longitudinales 12g fuera del centro están dispuestos en la zona de costados (no mostrados) que separan unas de otras las ranuras de sujeción adyacentes de la herramienta 1g. El número de los canales longitudinales 12g corresponde de manera ventajosa al número de las ranuras de sujeción de la herramienta 1g. Los canales longitudinales fuera del centro también pueden estar dispuestos con separaciones diferentes desde el centro de la herramienta y estar dispuestos desde una posición cercana al centro a una posición alejada del centro.

La herramienta 1h según la figura 10 tiene canales longitudinales 12h que se extienden desde el extremo de vástago 4h hasta el lado frontal 9h de la sección de entrada 11h. Los canales longitudinales 12h discurren en forma helicoidal por la longitud de la pieza de trabajo 1h. Esta configuración helicoidal de los canales longitudinales 12h se emplea en herramientas cuya parte de trabajo 7h está configurada enroscada, es decir está dotada de ranuras de sujeción enroscadas y filos dispuestos entre medias que discurren a lo largo de hélices. También en este caso el número de los canales longitudinales 12h asciende de manera ventajosa al número de las ranuras de sujeción.

Las figuras 4 y 5 muestran fresas de rosca o bien fresas de perfil con una división que se encuentra en el material resistente al desgaste.

La herramienta 1c según la figura 4 tiene como las herramientas anteriormente descritas la parte de sujeción 2c y la parte de trabajo 7c. La parte de trabajo 7c se compone a su vez de material resistente al desgaste, mientras que la parte de sujeción 2c está fabricada del material tenaz. La parte de sujeción 2c tiene el vástago de sujeción 3c, la sección intermedia 5c y la sección de cuello 6c hasta que alcanza la parte de trabajo 7c. La parte de trabajo 7c tiene un diente cortante 14 circundante situado en un plano radial. Su flanco de diente 15 anterior se une al lado frontal 9c plano mientras que el flanco de diente 16 posterior se une a la sección de cuello 6c.

Tal como se indica a través de la línea 10c la zona de transición de material tenaz al resistente al desgaste se sitúa en la zona de la sección de cuello 6c. Como en el caso de los moldeadores de roscas de acuerdo con las figuras 1 a 3 la transición entre los dos materiales diferentes se realiza por una zona axial, como se ha explicado mediante la figura 7. Por tanto se garantiza que incluso con alta carga transversal no existe el peligro de que la parte de trabajo 7c se cizalle por la parte de sujeción 2c o que la parte de trabajo 7c se desprenda.

Esta herramienta 1c es una herramienta de fresa de roscas que especialmente en el mecanizado duro y en el mecanizado de materiales que pueden mecanizarse por desprendimiento de virutas con dificultad. Puede emplearse de manera ventajosa como microfresa o en el caso de grandes profundidades de rosca, por ejemplo cuando la relación longitud/diámetro supera un valor de aproximadamente 3. El material tenaz impide una fractura a través del momento de flexión originado durante el fresado de roscas. La parte de trabajo 7c resistente al desgaste es determinante para la duración de la herramienta 1c.

La fresa 1d de acuerdo con la figura 5 está configurada fundamentalmente igual que la forma de realización de acuerdo con la figura 4. Únicamente la parte de trabajo 7d tiene además del diente cortante 14d un segundo diente cortante 19 situado en un plano radial. Tiene un diámetro menor que el diente cortante 14d. El flanco de diente 20 anterior del diente cortante 19 se une al flanco de diente 16d posterior del diente cortante 14d. La zona de transición (línea 10d) entre el material tenaz y el material resistente al desgaste se sitúa en un intervalo de la herramienta 1d reforzado. En el ejemplo de realización esta transición se realiza a la altura del diente cortante 19.

La parte de sujeción 2d tiene, como el moldeador de roscas de acuerdo con las figuras 1 a 3, el vástago 3d, la sección intermedia 5d y la sección de cuello 6d. El curso de dureza por la longitud de la herramienta 1d corresponde al curso en el caso de las herramientas anteriores (figura 7).

La herramienta 1e de acuerdo con la figura 6 está configurada como taladro cuya parte de sujeción 2e está configurada igual que las partes de sujeción 2c y 2d de las herramientas de acuerdo con las figuras 4 y 5. La parte de trabajo 7e se compone del material resistente al desgaste y tiene una punta de taladro 21 que está situada en el eje longitudinal L de la herramienta 1e. La parte de sujeción 2e se compone igualmente del vástago 3a, la sección intermedia 5e y la sección de cuello 6e. La transición (línea 10e) entre el material tenaz y el resistente al desgaste se realiza a través de una extensión axial, como se explica mediante las figuras 1 y 7. El taladro 1e es adecuado especialmente para la fabricación de perforaciones profundas. El taladro 1e puede emplearse como taladro de metal duro y macizo con diámetro pequeño de, por ejemplo por debajo de 1mm, dado que mediante la configuración descrita con la parte de trabajo 7e de material resistente al desgaste y su configuración de una sola pieza con la parte de sujeción 2e de material tenaz están garantizadas una alta resistencia al desgaste y un alojamiento perfecto de fuerzas de flexión.

Naturalmente las herramientas descritas en las figuras 1 a 6 pueden presentar cualquier otra dimensión y formas de sección transversal. Lo esencial es que la parte de trabajo esté compuesta por el material resistente al desgaste y la parte de sujeción por el material tenaz.

Todas las herramientas 1 descritas, 1a a 1e tienen en la zona de transición 10 un curso de dureza como se representa en la figura 7. La transición entre el material resistente al desgaste y el material tenaz se realiza por una zona axial en la que la concentración del material duro disminuye mientras que la concentración del material tenaz

aumenta, de manera que el peligro de un cizallamiento o de una rotura de la parte de trabajo no existe, incluso si la relación longitud/diámetro es grande, por ejemplo mayor de aproximadamente 3.

5 La zona de transición configurada en el plano de separación 10, 10c a 10e entre el material duro y el material resistente al desgaste de la parte de trabajo y el material resistente a la rotura, tenaz de la parte de sujeción tiene especial importancia con vistas a la capacidad de carga radial del material compuesto. Los dos materiales diferentes son en cada caso en la manera descrita metales duros en forma de carburo de wolframio. Una buena mezcla de las diferentes proporciones de tamaño granular de las dos zonas de metal duro en la zona de difusión se ocupa de una transición continua de las propiedades de los dos materiales de metal duro diferentes. Así la resistencia al desgaste 10 aumenta hacia la punta de herramienta y disminuye la tenacidad. Esta variación no se realiza en un salto abrupto sino en una transición continua. Esta transición continua lleva a una capacidad de carga radial máxima del material compuesto. La selección adecuada de los parámetros tiempo y temperatura en el sinterizado del material compuesto puede influir en la expansión de esta zona de transición en la dirección axial de la herramienta.

15 El proceso de sinterizado tiene lugar en un intervalo de temperatura entre aproximadamente 1400 y 1500° C. El periodo de impregnación térmica en el sinterizado se sitúa entre aproximadamente 0,5 y 1,5 horas, en función del tamaño de las piezas en bruto y su composición.

20 El cobalto empleado en los dos materiales diferentes forma el aglutinante para las partículas de carburo de wolframio y se presenta durante el sinterizado en forma líquida. El material de metal duro empleado por un lado para la parte de trabajo así como para la parte de sujeción se presenta en forma de polvo. El cobalto líquido se difunde en la superficie límite de estos dos polvos de metal duro diferentes. El cobalto con todos los aditivos disueltos en el mismo es capaz de movimientos de difusión fuertes. En particular los diámetros de granos de material duro más pequeños se incluyen en los procesos de difusión. Los granos de material duro mayores en el diámetro están 25 afectados de manera menos intensa por estos movimientos de difusión. La variación de la temperatura de sinterizado puede influir de manera encauzada en los procesos de difusión, es decir en los trayectos de difusión. El curso de la dureza en la zona de transición (figura 7) ilustra las propiedades estructurales modificadas en la zona de transición.

30 La composición de los metales duros compuestos se caracteriza por un contenido de cobalto diferente en la zona de la parte de trabajo así como de la parte de sujeción, así como por diferentes tamaños de grano de los granos de carburo de wolframio.

35 El contenido de cobalto en la zona de la parte de trabajo se sitúa entre aproximadamente el 8 y el 12 % en peso, y en la zona de la parte de sujeción entre aproximadamente el 12 y el 16% en peso. El tamaño de grano de las partes de carburo de wolframio se sitúa en el intervalo de la parte de trabajo en aproximadamente 0,2 hasta aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$ , es decir en el intervalo ultrafino, y en el intervalo de la parte de sujeción en aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,3  $\mu\text{m}$ , es decir en el intervalo fino. Naturalmente los granos individuales pueden tener también un diámetro mayor en la zona de la parte de sujeción.

40 La figura 11 muestra la distribución del tamaño de grano del carburo de wolframio por la longitud de la herramienta.

45 La curva 22 muestra la distribución de las partículas de carburo de wolframio con un diámetro de tamaño de grano entre 0,2 y 0,8  $\mu\text{m}$ . En la zona de la parte de trabajo las partículas de carburo de wolframio tienen un tamaño de grano que se sitúa en este intervalo. En la zona de transición disminuye la proporción de carburo de wolframio con este tamaño de grano hasta que las partículas de carburo de wolframio ya no existen más con este diámetro de grano. Esta zona de transición se extiende en el caso de ejemplo entre aproximadamente 6 mm y 15 mm, es decir, por una zona longitudinal de aproximadamente 9 mm.

50 El curso de la curva 23 resulta cuando la temperatura de sinterizado es más alta que en el curso de curva 22. Aquí se extiende la zona de transición a modo de ejemplo de aproximadamente 2 mm hasta aproximadamente 18 mm. Esta zona de transición es por tanto fundamentalmente más larga que en el curso de curva 22. Esto muestra que a través de una temperatura de sinterizado más alta, la zona de transición entre el material de metal duro resistente al desgaste y el duro y el material de metal duro resistente a la rotura, tenaz puede aumentarse fundamentalmente.

55 Adicionalmente, del diagrama de acuerdo a la figura 11 resulta que en la zona de la parte de trabajo de la herramienta la proporción de carburo de wolframio con un diámetro de tamaño de grano desde aproximadamente 0,2 hasta aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$  se sitúa en 100 %, mientras que la proporción de partículas de carburo de wolframio con diámetros de tamaño de grano se sitúa entre aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,3  $\mu\text{m}$  60 (curvas 24 y 25) se sitúa en 0%.

65 La curva 24 muestra que la variación de la distribución de tamaño de grano de partículas de carburo de wolframio con diámetros de tamaño de grano entre aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,3  $\mu\text{m}$  se realiza en una zona axial fundamentalmente más pequeña que en el caso de las partículas de carburo de wolframio con diámetro de tamaño de grano pequeño (curva 22 y 23). La curva 24 muestra que la proporción de las partículas de carburo de wolframio en este intervalo de diámetro de tamaño de grano desde aproximadamente 9 mm aumenta de 0 % hasta

aproximadamente 12 mm al 100 %. La zona de transición se extiende por tanto solamente aproximadamente más de 3 mm de longitud.

5 La curva 25 indica las relaciones cuando la temperatura de sinterizado es más alta. Entonces comienza la transición de 0 % a 100 % en aproximadamente 8 mm y termina en aproximadamente 14 mm. De manera correspondiente la longitud axial de esta zona de transición asciende a aproximadamente 5 mm. También en estos tamaños de grano mayores se muestra que con temperatura de sinterizado más alta se aumenta la zona de transición debido a los trayectos de difusión mayores.

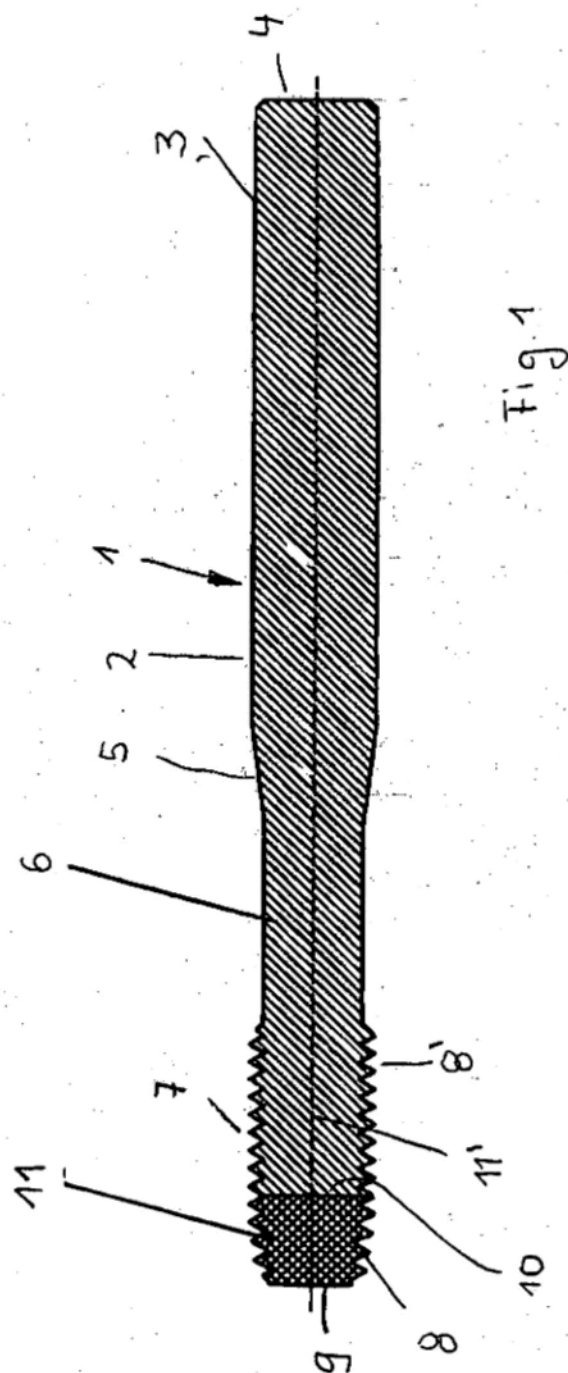
10 En comparación con los tamaños de grano pequeños (curvas 22 y 23) se realiza la variación de concentración de los tamaños de grano mayores por una zona axial fundamentalmente menor de la herramienta.

15 Resultan relaciones similares cuando el periodo de impregnación térmica en el sinterizado se varía. Cuanto más largo es el periodo de impregnación térmica en el proceso de sinterizado mayor son los trayectos de difusión y más amplia puede ajustarse la zona de transición entre los dos materiales de metal duro.

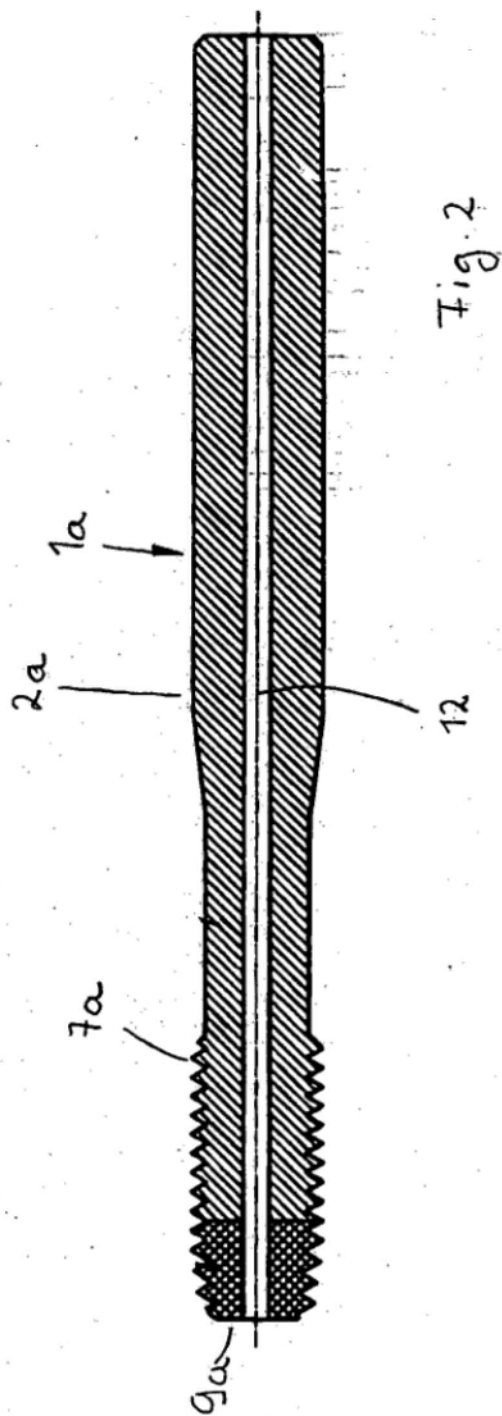
20 En la forma descrita es posible ajustar el ancho axial de la zona de transición de manera encauzada a través de un tratamiento térmico encauzado. Tal como muestra el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 11 la zona de transición puede extenderse por una longitud axial considerable. Para los tamaños de grano pequeños la longitud axial de la zona de transición puede ascender a, por ejemplo, 16 mm (curva 23).

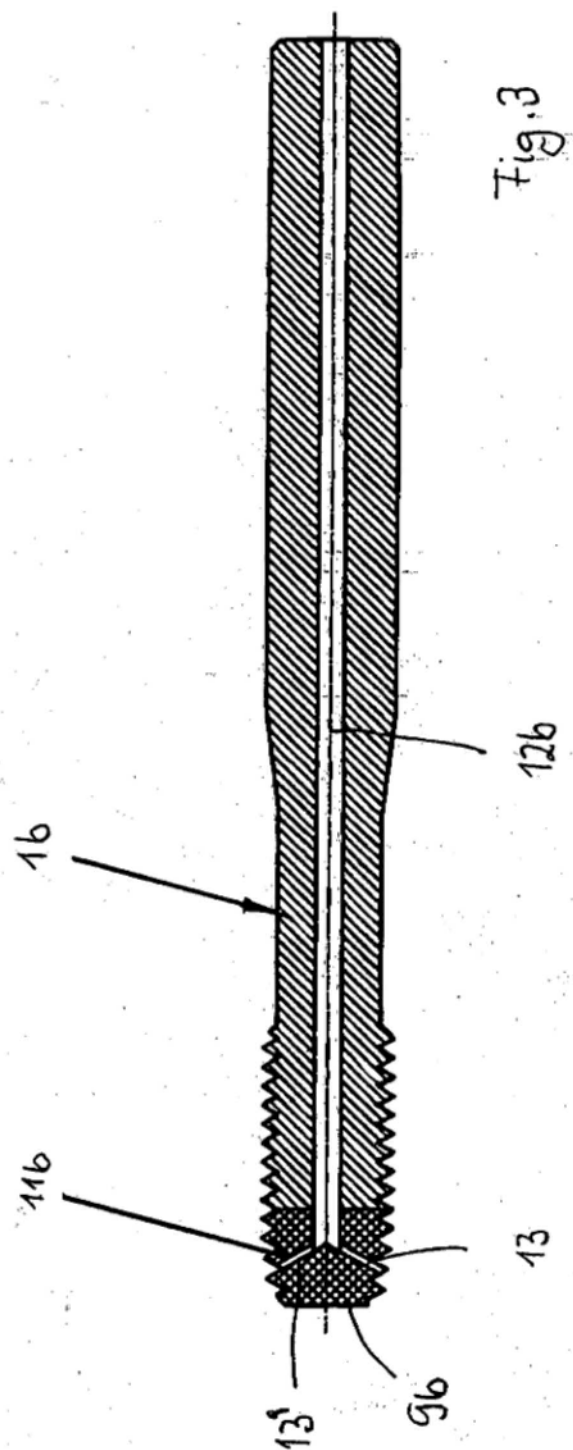
# REIVINDICACIONES

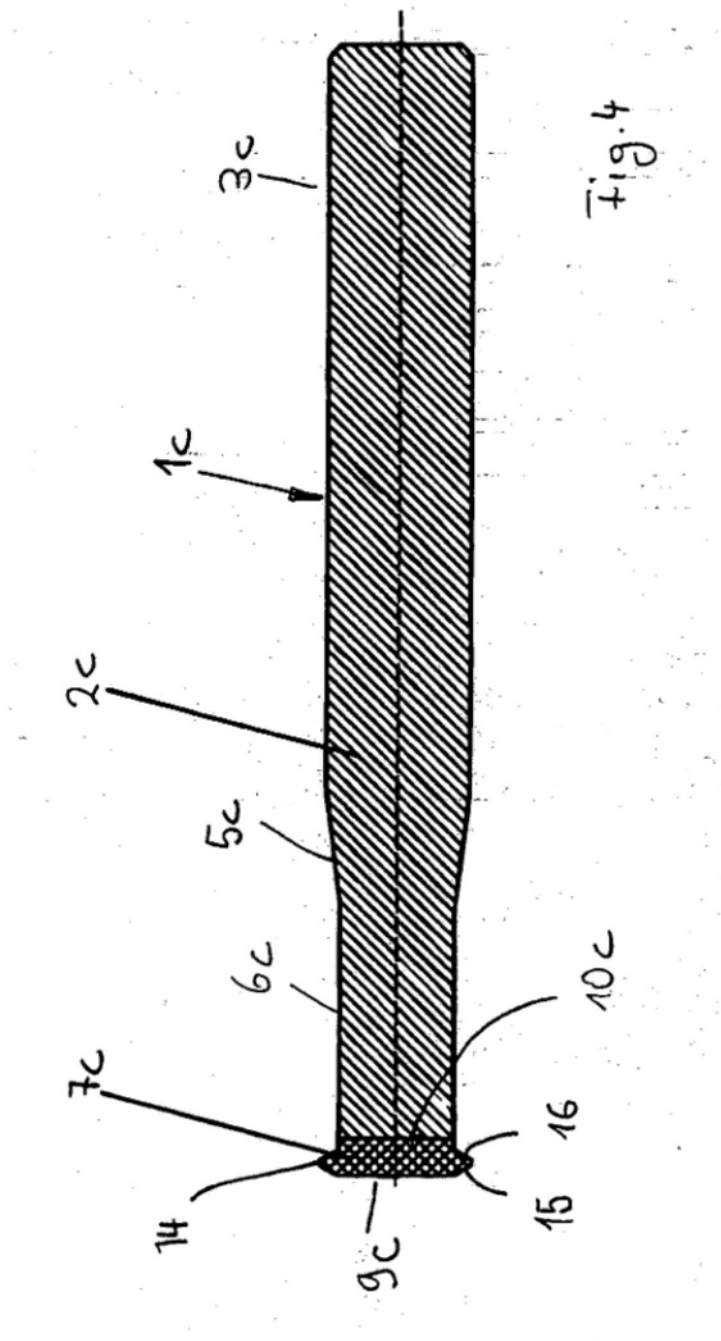
1. Herramienta para el mecanizado de piezas de trabajo con una parte de sujeción y una parte de trabajo que se componen al menos parcialmente de un material resistente al desgaste y de un material tenaz, conteniendo ambos materiales carburo de wolframio, caracterizada por que la parte de trabajo (11, 11b, 7c a 7e, 7f) se compone del material resistente al desgaste, cuyo carburo de wolframio presenta un tamaño de grano que está situado en el intervalo entre aproximadamente 0,2 hasta aproximadamente 0,5  $\mu\text{m}$ , por que el carburo de wolframio presenta en la parte de sujeción (2, 2a, 2c a 2e) un tamaño de grano en el intervalo entre aproximadamente 0,8 hasta aproximadamente 1,3  $\mu\text{m}$ , por que en una zona de transición (10, 10c a 10e) entre la parte de trabajo (11, 11b; 7c a 7e, 7h) y la parte de sujeción (2, 2a, 2c a 2e) la proporción del carburo de wolframio resistente al desgaste en la dirección hacia la parte de sujeción disminuye hasta 0, y la proporción de carburo de wolframio tenaz en la dirección hacia la parte de trabajo disminuye hasta 0, y por que la relación de mezcla entre el carburo de wolframio resistente al desgaste y el tenaz varía aproximadamente de manera constante en la zona de transición (10, 10c a 10e).
2. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por que la dureza de la herramienta (1, 1a a 1h) disminuye en la zona de transición (10, 10c, 10d) desde la zona de material resistente al desgaste hacia la tenaz por una zona axial.
3. Herramienta de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que la zona de transición (10, 10c, 10d, 10e) desde la zona de material resistente al desgaste a la tenaz está prevista en una zona reforzada en la sección transversal.
4. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el carburo de wolframio en la zona de trabajo (11, 11b; 7c a 7e, 7h) se mezcla con cobalto en un intervalo entre aproximadamente 8 y aproximadamente 12 % en peso.
5. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada por que el carburo de wolframio en la zona de sujeción (2, 2a, 2c a 2e) se mezcla con cobalto en un intervalo entre aproximadamente 12 y aproximadamente 16 % en peso.
6. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la variación del tamaño de grano del material resistente al desgaste se realiza por una longitud axial de la herramienta mayor que la variación del tamaño de grano del material tenaz.
7. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la herramienta es un moldeador de roscas o una fresa/fresa de roscas o un taladro.
8. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada por que al menos presenta un canal de refrigeración (12, 12b, 12f a 12h).
9. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada por que la parte de trabajo (11, 11b, 7c a 7e) presenta por su extensión axial aproximadamente la misma dureza.
10. Herramienta de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que la parte de sujeción (2, 2a, 2c a 2e) presenta por su longitud axial fundamentalmente de manera aproximada la misma dureza.

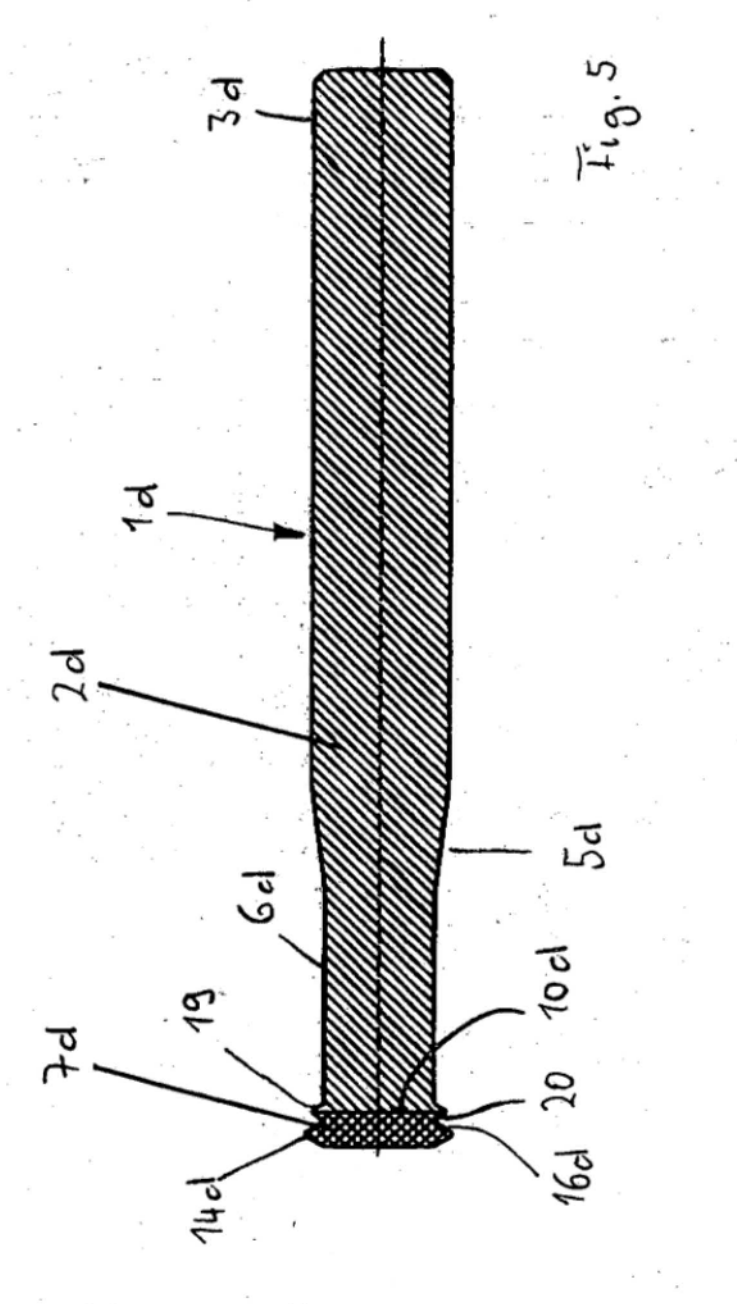


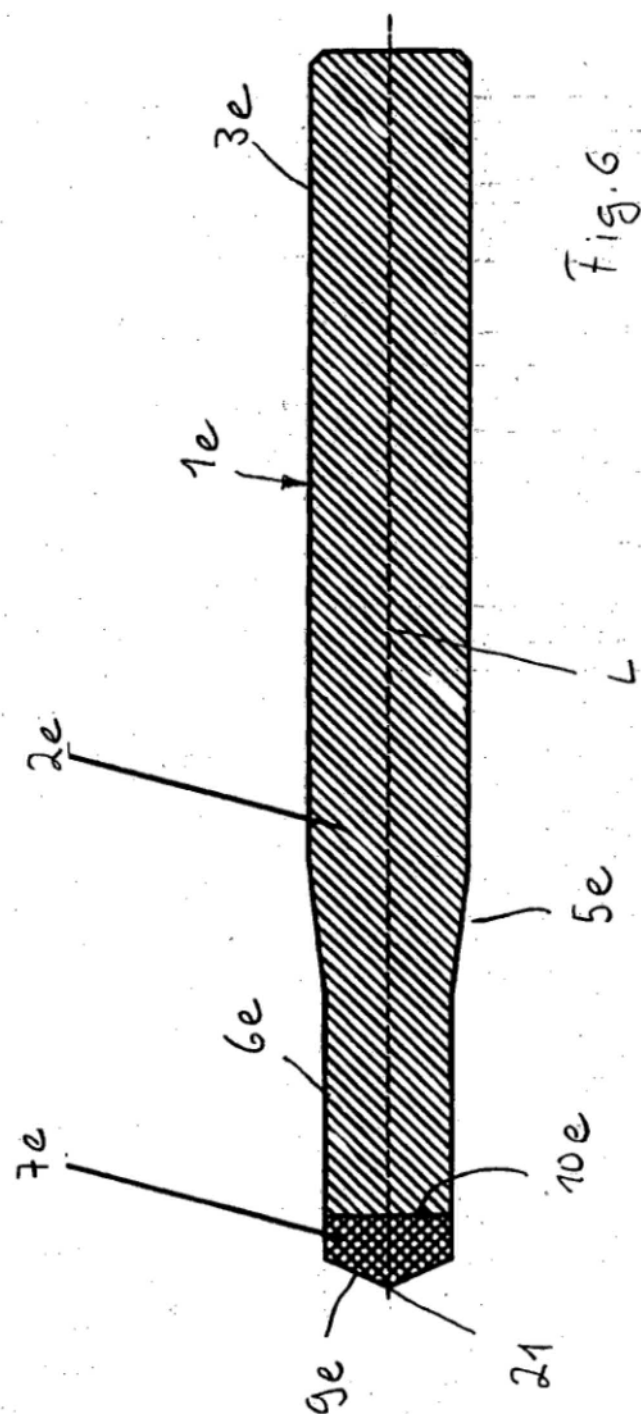












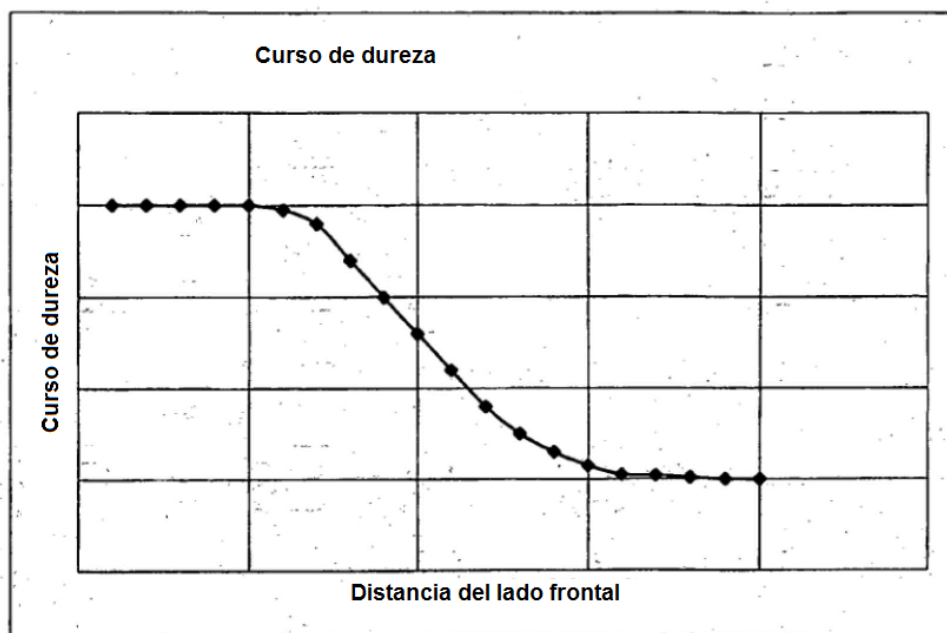


Fig. 7

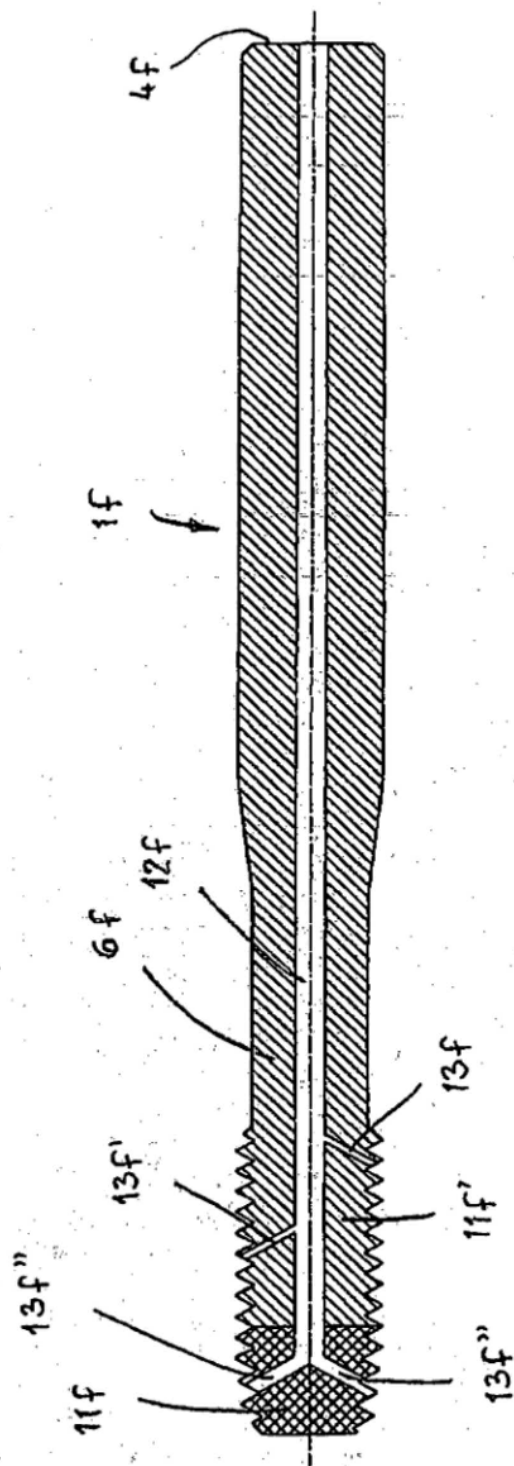


Fig 8

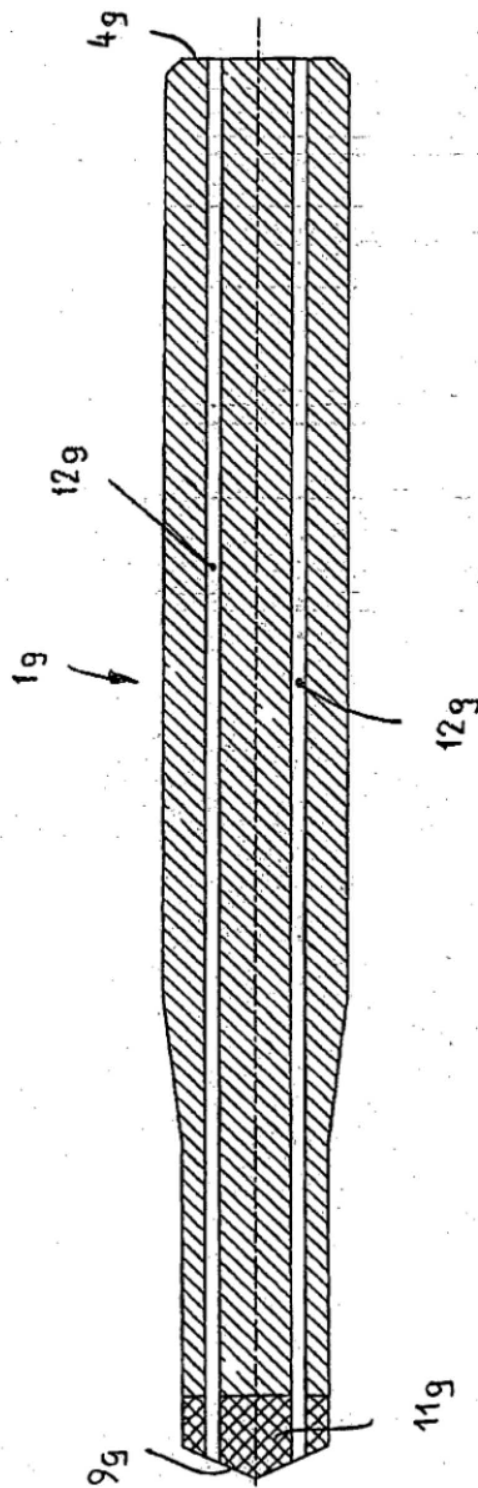


Fig. 9



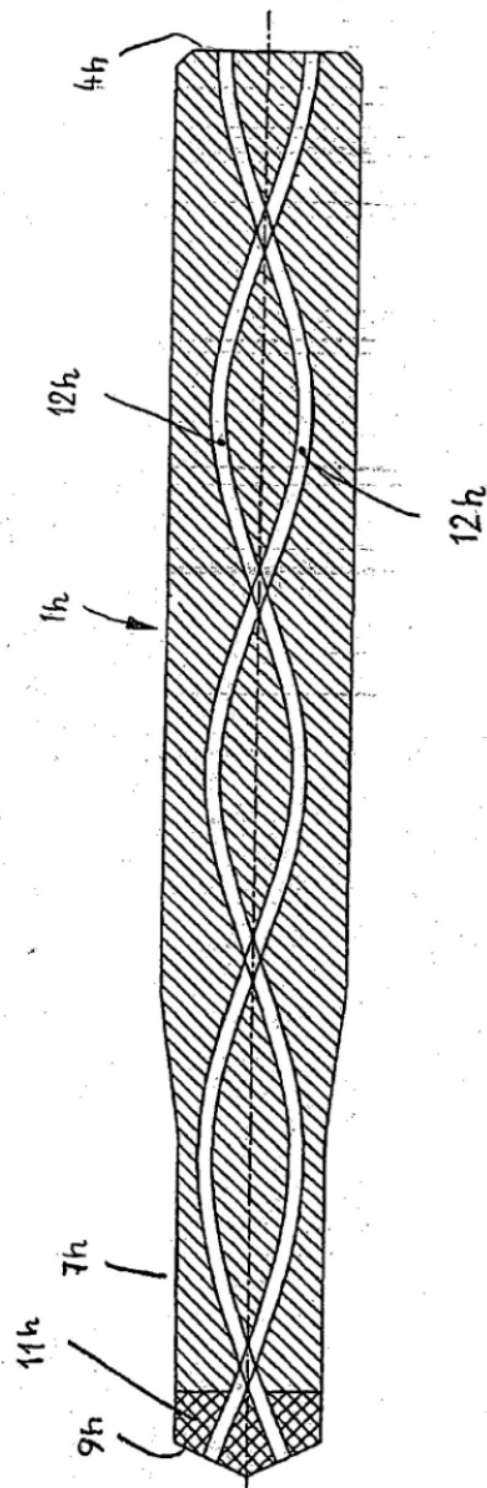


Fig. 10

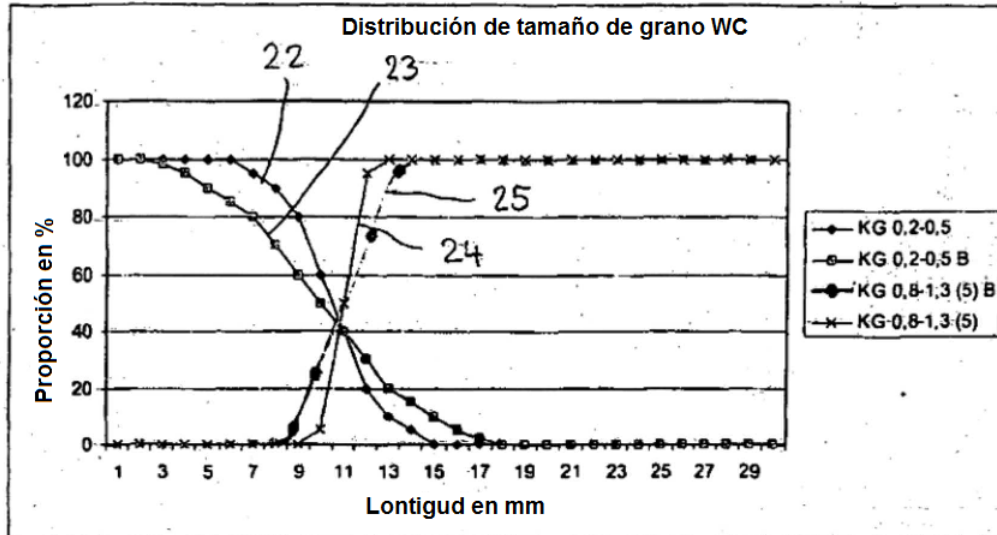


Fig. 11