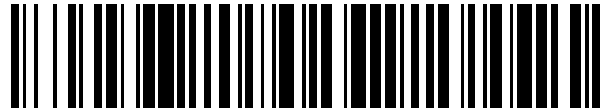


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 428**

51 Int. Cl.:

B23D 77/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2009** **E 09810759 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2349623**

54 Título: **Herramienta multifilo de arranque de virutas de mecanizado posterior de perforación**

30 Prioridad:

14.11.2008 DE 102008057296

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

05.09.2016

73 Titular/es:

**GÜHRING OHG (100.0%)
Herderstrasse 50-54
72458 Albstadt, DE**

72 Inventor/es:

**BITZER, JOCHEN y
HECKEL, GERD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 581 428 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 multifilo de arranque de virutas de mecanizado posterior de perforación

5 La invención trata de una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior, respectivamente herramienta para mecanizado de acabado, de agujeros, particularmente en la configuración como escariador, según el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Se necesitan herramientas de este tipo cuando el objetivo es mecanizar en una única carrera de trabajo y en forma altamente precisa agujeros que se encuentran particularmente profundos en la pieza de trabajo, respectivamente varios agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad. Específicamente, este tipo de agujeros se necesita en lo que se llama conductos para apoyos que en la cabeza de cilindros de un motor de combustión interna sirven para alojar los casquillos de cojinete o para conformar los puntos de apoyo del cigüeñal propiamente dicho. Una herramienta de mecanizado de acabado de agujeros de este tipo puede tener, sin más, en un caso así una
15 longitud de vástago de más de 400 mm, pudiendo encontrarse el diámetro nominal más pequeño del juego de filos en el orden de magnitud de aproximadamente 20 mm.

20 Dado que los agujeros del conducto para apoyos son de tolerancia muy estrecha no solo en el diámetro, sino que también tienen una tolerancia muy estrecha en la asignación de posición de unos con respecto a otros, existe una especial dificultad en la conformación de las correspondientes herramientas de mecanizado posterior de agujeros en el hecho de que la estabilidad de la herramienta se mantiene con esfuerzos razonables tan alta que las tolerancias de posición exigidas por el fabricante continúan pudiendo alcanzarse también después de vida útil de corte prolongada de las herramientas. Debe tenerse en cuenta en este caso que tanto las tolerancias de diámetro como las tolerancias de posición de cilindro de los agujeros a producir encuentran en el rango de μm .

25 Existen distintos enfoques para estabilizar herramientas de este tipo. Por ejemplo, es usual estabilizar los filos, que frecuentemente están distribuidos uniformemente sobre el perímetro de la herramienta, mediante listones de guiado ubicados entremedio. Una herramienta de este tipo está descrita, por ejemplo en el documento DE 197 19 893 A1.

30 Sin embargo, con este diseño de la herramienta de escariado no es posible producir con la alta precisión y la exactitud dimensional descritas previamente superficies de mecanizado axialmente muy separadas. Aparte de ello, en un diseño conocido de este tipo se presenta la desventaja de que los listones de guiado restringen considerablemente la flexibilidad en la conformación de la herramienta, dado que requieren relativamente mucho espacio constructivo en dirección perimetral y, por consiguiente, limitan el número de filos.

35 De los documentos JP 52131293 A y JP-2001310205 A se conoce una herramienta según el preámbulo de la reivindicación 1, en la que en el vástago de herramienta se incrustan listones de guiado rectilíneos distribuidos uniformemente sobre el perímetro, extendiéndose los listones de guiado al menos parcialmente alejándose de la punta de la herramienta en la zona de filos. Los listones de guiado se componen de metal duro, es decir, de un material que es más duro que el acero del material portador. Para mantener suficientemente alta la estabilidad de la herramienta, el vástago de la herramienta se fabrica, cerca del lugar de sujeción, más grueso que en la zona de la punta de herramienta.

45 Sin embargo, la producción de una herramienta de mecanizado de acabado de este tipo es relativamente complicada. Los cuerpos de guía deben soldarse en forma precisa en correspondientes escotaduras del vástago de herramienta y a continuación se los debe rectificar en forma exacta para ajuste. Una desventaja particular de estas herramientas conocidas consiste, sin embargo, en que el campo de aplicación de una herramienta construida de esta forma es puntualmente restringido. En otras palabras, una herramienta construida de esta forma puede emplearse solamente para una tarea específica de arranque de viruta, es decir, para un agujero específico de profundidad específica.

50 La invención se basa por ello en el objetivo de poner a disposición una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior de agujeros, preferentemente accionada por rotación, para mecanizar agujeros profundos, respectivamente varios agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad, con la cual se logre producir agujeros, que axialmente se encuentren relativamente profundos en la pieza de trabajo, respectivamente un
55 sinnúmero de agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad, con alta precisión, exactitud dimensional y calidad superficial, debiendo mantenerse el diseño de modo tal, que esté dada una flexibilidad máxima en lo que respecta a la adaptación de la herramienta a diferentes geometrías de agujero (profundidad y diámetros).

60 Tal como se reivindica, se pone a disposición una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior, respectivamente herramienta para mecanizado de acabado, de agujeros, particularmente un escariador, con las características según la reivindicación 1 para mecanizar agujeros profundos, respectivamente varios agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad, como, p. ej., agujeros para alojar casquillos de cojinete para un árbol de levas. La herramienta reivindicada comprende:

65 al menos un juego de filos con medida de diámetro nominal predeterminada y filos distribuidos en lo esencial

uniformemente sobre el perímetro y una disposición de cuerpo de guiado desplazada axialmente con respecto a ello. En este caso, la disposición de cuerpo de guiado es parte integrante de un cuerpo de guiado esencialmente cilíndrico compuesto por metal duro integral (MDI), que conforma al menos n nervios de guiado que se encuentran a distancia perimetral uniforme unos con respecto a otros y que corren en forma helicoidal, y los nervios de guiado se extienden cada uno sobre un ángulo central, respectivamente de contacto, que es mayor que $360^\circ/n$, siendo:

$$n \geq 2.$$

Según la invención les está asignada en este caso además a los nervios de guiado una medida de diámetro nominal que esencialmente es menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal del juego de filos adyacente en dirección de avance.

Adicionalmente según la invención, la herramienta está construida modularmente, estando el cuerpo de guiado unido en rotación y desplazamiento solidarios, por un lado, a un primer módulo de filos portador del juego de filos y, por otro lado, a una parte de vástago mediante una unión por contracción.

En la herramienta reivindicada, la disposición de cuerpo de guiado pasa a ser parte integrante de un componente separado compuesto por material duro, particularmente metal duro integral (MDI), que forma el puente entre el juego de filos en la punta de la herramienta y el vástago cerca del lugar de sujeción. Mediante el sinnúmero de los nervios de guiado, que se encuentran a distancia perimetral uniforme unos con respecto a otros y que corren en forma helicoidal, no solo se asegura un excelente guiado de la herramienta también en agujeros muy profundos, sino que además resulta la ventaja especial adicional de que el cuerpo de guiado pasa a ser parte modular de la herramienta de mecanizado posterior de agujeros. Esto tiene la ventaja de que el cuerpo de guiado puede elegirse individualmente adaptándolo al problema de arranque de viruta presente en ese momento y ensamblarse con los demás componentes de la herramienta ajustada en forma precisa al problema de arranque de viruta. De esta manera, la herramienta permite producirse en forma considerablemente más económica.

Es particular y adicionalmente ventajoso en este caso que la conformación del cuerpo de guiado de metal duro integral le otorga a la herramienta estabilidad adicional que en la interacción con los nervios de guiado, que resumidamente corren al menos una vez sobre 360° , asegura que el juego de filos de la herramienta trabaje con la más alta precisión. Debido al recorrido helicoidal de los nervios de guiado, la herramienta tiene un apoyo continuo en todas las direcciones, de modo que la fuerza de corte de cada filo es contrarrestada por un correspondiente momento de apoyo.

Según la invención, la herramienta está construida modularmente, siendo el cuerpo de guiado unido en rotación y desplazamiento solidarios, por un lado, a un primer módulo de filos portador del juego de filos y, por otro lado, a una parte de vástago mediante una unión por contracción, de modo que puede obtenerse muy alto grado de estabilidad. La unión tiene, aparte de ello, la ventaja de que es autocentrante en sí, de modo que puede prescindirse de un mecanizado posterior considerable del cuerpo de guiado y/o del juego de filos después del montaje de los componentes.

Desarrollos ulteriores ventajosos son objeto de las subreivindicaciones.

El guiado de la herramienta puede continuar mejorándose por medio de las medidas de la reivindicación 3. En este caso se utiliza un juego de listones de guiado de conformado especial, que en sentido de avance está dispuesto detrás del juego de filos y está formado por insertos de corte que están alineados cada uno axialmente con los filos del juego de filos adyacente en sentido de avance de la herramienta.

Los insertos de corte del juego de listones de guiado, que preferentemente están afilados en forma cilíndrica, tienen una medida de diámetro nominal que es más pequeña en el rango de una milésima que la medida de diámetro nominal del juego de filos adyacente en sentido de avance. Esta diferencia de medidas nominales se encuentra en el orden de magnitud del doble de la ranura de lubricación que en el empleo de la herramienta se establece con respecto a la pared de agujero mecanizada en ese momento por el juego de filos. En otras palabras, el diámetro nominal del juego de listones de guiado se corresponde esencialmente con el diámetro nominal que está asignado a los nervios de guiado del cuerpo de guiado que corren en forma helicoidal, de modo que también en la zona del juego de listones de guiado resulta una ranura de lubricación en el rango entre 5 y 9 μm . Esta medida de ranura de lubricación puede ser llenada en forma fiable por una película lubricante de un refrigerante/lubricante usual, utilizado en el escariado, de modo que el juego de listones de guiado, al igual que el cuerpo de guiado, puede aprovecharse en forma efectiva en cada fase de trabajo, mediante los nervios de guiado que corren helicoidalmente, para estabilizar la herramienta.

Dado que los insertos de corte, que están posicionados en forma altamente precisa, del juego de listones de guiado están alineados axialmente con los filos del juego de filos adyacente en sentido de avance de la herramienta, pero que con respecto a esos filos están desplazados axialmente, el juego de listones de guiado no tiene ningún tipo de influencia sobre el número de los filos utilizados en la zona del juego de filos. En otras palabras, el número de filos en la zona del juego de filos puede elevarse sin problemas, lo cual continúa favoreciendo la flexibilidad en el

conformado de la herramienta adaptándola al problema de arranque de viruta presente en cada caso.

Particularmente si el juego de filos está dotado de un número par de filos, y estos filos están distribuidos esencialmente en forma uniforme sobre el perímetro, resulta la ventaja particular de que siempre un juego de filos del juego de listones de guiado se encuentra en lo esencial diametralmente opuesto a un filo del juego de filos adyacente en sentido de avance. De esta manera puede realizarse un guiado particularmente eficiente de los filos del juego de filos. Aparte de ello, los insertos de corte del juego de listones de guiado son extremadamente ahorrativos en espacio y pueden disponerse en lo esencial como los filos de los juegos de filos adyacentes en dirección de avance, lo cual facilita aun más la producción de la herramienta.

Se ha comprobado que el ajuste de la medida de diámetro nominal de los nervios de guiado y/o del juego de nervios de guiado a valores según la reivindicación 4 conduce a resultados particularmente buenos si se suministra refrigerante/lubricante con parámetros convencionales (en lo referente a consistencia, densidad, velocidad y presión). Dependiendo de si se elige un mecanizado húmedo o seco (tecnología LCM), y en función de la presión del refrigerante/lubricante a utilizar, puede variar la medida diferencial de los diámetros nominales. Para un diámetro nominal del juego de filos de, por ejemplo, 23 mm, la medida de la diferencia de diámetros nominales puede encontrarse entre 11 y 17 μm .

Un efecto de estabilización particularmente bueno del juego de listones de guiado, es decir, un guiado particularmente bueno, resulta por el desarrollo ulterior de la reivindicación 5. Unos ensayos han mostrado que es suficiente, sin más, restringir la longitud de los insertos de corte del juego de listones de guiado a la longitud del juego de filos adyacente. Pero si las condiciones constructivas lo permiten, por supuesto es posible prolongar la longitud axial del juego de listones de guiado más allá de la longitud del juego de filos que se encuentra delante, para aumentar de esta manera aun más el efecto estabilizador.

Como ya se mencionó precedentemente, el diseño según la invención de la herramienta de mecanizado posterior de agujeros abre de manera ventajosa la posibilidad de ensamblar la herramienta en forma modular. Con el desarrollo ulterior de la reivindicación 6 se obtiene de manera sencilla una ampliación de las posibilidades de utilización de la herramienta, sin encarecer la herramienta en su totalidad. Con este diseño se logra ensamblar, con reducido esfuerzo de reequipamiento, una herramienta para las más diversas aplicaciones. Hasta es posible unir en forma separable el módulo de filos, que está unido en rotación y desplazamiento solidarios al cuerpo de guiado, al otro módulo de filos, dado que el apoyo, que está protegido por la ranura de lubricación, del juego de filos asegura una estabilidad suficiente.

Ventajosamente, los insertos de corte del juego de listones de guiado y/o de al menos uno de los otros juegos de filos existentes son formados por plaquitas de corte que tienen una cubierta de PCD (diamante policristalino). Las plaquitas de corte de este tipo dotadas de PCD puede conformarse con extrema exactitud de forma, son extremadamente firmes y requieren relativamente poco espacio constructivo, particularmente si se las suelda directamente con un material de soporte. Sorpresivamente se ha demostrado que estas plaquitas de corte dotadas de PCD son excelentemente apropiadas también para el funcionamiento en la zona del juego de listones de guiado aun si solo tienen un espesor en el rango de los mm.

Si los insertos de corte del juego de listones de guiado y/o de al menos uno de los juegos de filos existentes están alineados paralelos al eje, resultan otras simplificaciones en la producción de la herramienta. Sin embargo, debe resaltarse que la herramienta no necesita ranurarse en forma recta por principio. Más bien, también es posible equiparla con filos en la zona de los juegos de filos y del juego de listones de guiado, que estén con torsión, respectivamente con incidencia hacia el eje de la herramienta, al menos levemente positiva o negativa.

Como ya se mencionó previamente, los nervios de guiado que corren en forma helicoidal contribuyen en combinación con el refrigerante/lubricante considerablemente a la estabilización de la herramienta y con ello al guiado rectilíneo. Lo mismo vale para el efecto estabilizador del juego de listones de guiado.

El efecto estabilizador del refrigerante/lubricante puede configurarse para ser particularmente efectivo si existe un suministro interno de refrigerante/lubricante. De esta manera está asegurado que las zonas determinantes de la herramienta estén abastecidas en forma continuada y suficiente con refrigerante/lubricante, de modo que no se corte la película lubricante necesaria para la estabilización. Un suministro interno de este tipo para lubricante/refrigerante es ventajoso particularmente en el mecanizado en seco, es decir, en la aplicación de la tecnología LCM (lubricación por cantidad mínima).

Ventajosamente se le asigna a cada nervio de guiado, respectivamente -siempre que haya- a cada juego de filos, un número suficiente de aberturas de salida para el suministro de refrigerante/lubricante. El número y la posición de las aberturas de salida se determinan ventajosamente en forma empírica y ventajosamente se las ajusta al tipo de refrigerante/lubricante y a los parámetros de proceso (densidad de lubricante, caudal de lubricante, etc.).

Para que la herramienta de mecanizado posterior de agujeros también permanezca suficientemente estable en el mecanizado de los agujeros que se encuentran más afuera en la pieza de trabajo es ventajoso conformar la sección

de sujeción para el acoplamiento centrado de la herramienta según la reivindicación 11. Mediante la brida de sujeción que se produce con una tolerancia de juego axial estrecha con respecto al eje de herramienta, la herramienta puede estabilizarse además axialmente, es decir, centrarse.

5 Con el desarrollo ulterior de la reivindicación 13 se optimiza aun más el efecto estabilizador del cuerpo de guiado, que se describe al principio. Se ha demostrado que se obtienen resultados particularmente buenos con cuatro nervios de guiado que se extienden cada uno sobre un ángulo central, respectivamente de contacto de 360°.

Otras configuraciones ventajosas son objeto de las demás subreivindicaciones.

10 A continuación se explica detalladamente un ejemplo de fabricación de la invención en base a dibujos esquemáticos. Muestran:

15 la figura 1, una vista lateral de una forma de fabricación de una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior de agujeros,

la figura 2, en escala ampliada, un módulo parcial de la herramienta mostrada en la figura 1,

20 la figura 3, en escala algo ampliada, un detalle de un módulo de herramienta de la herramienta según las figuras 1 y 2,

la figura 4, una vista lateral de un módulo parcial del componente según la figura 2,

25 la figura 5, la vista según "V" en la figura 4,

la figura 6, una vista en perspectiva del módulo de herramienta según la figura 2, y

la figura 7, una vista en perspectiva de la herramienta completa.

30 En la figura 1, una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior de agujeros, la cual es accionable por rotación, está denominada con el carácter de referencia 20 en la configuración como escariador que en el presente caso sirve como así llamada "herramienta de conductos para apoyos". Una herramienta de este tipo se utiliza en la industria de automoción cuando el objetivo es mecanizar a la medida final los agujeros para los cojinetes de un cigüeñal de una máquina de combustión interna. En un caso así se necesita, por consiguiente, una
35 herramienta que sea capaz de producir las distintas superficies cilíndricas con función de apoyo con la mayor alineación axial, exactitud y calidad superficial posibles manteniendo tolerancias estrechas. La herramienta tiene principalmente tres secciones, a saber, un vástago 22, una sección de sujeción 24 y una parte de corte 25.

40 La herramienta mostrada tiene, por ejemplo, un diámetro nominal de aproximadamente 23 mm. Para un problema concreto de arranque de viruta en la producción del denominado «conducto para apoyos» se necesita una longitud de parte de corte de aproximadamente 75 mm y una longitud de vástago L22 de aproximadamente 300 mm. La sección de sujeción 24 tiene como componente esencial una brida de sujeción 26 que tiene un diámetro D26 suficientemente grande para que se conforme una superficie plana grande para fijar la herramienta 20 a un módulo de sistema de herramienta.

45 En el ejemplo de fabricación mostrado, la brida de sujeción 26 tiene, por ejemplo, un diámetro externo de aproximadamente 70 mm. La superficie plana está fabricada con muy alta precisión de funcionamiento con respecto al eje de herramienta 27, respectivamente con respecto a una prolongación de centrado 28 indicada con línea discontinua, que, por ejemplo, está formada por un cilindro centrador o también por un cono centrador,
50 particularmente por un cono de vástago hueco (CVH). La brida de sujeción 26 está conectada en el ejemplo de fabricación mostrado a un adaptador de compensación 50 que lleva un juego de transferencia de refrigerante no representado en detalle y que por su lado soporta una brida de sujeción 52 con cono de vástago hueco (CVH) 54, mediante el cual la herramienta puede conectarse a un husillo o a otro módulo de sistema de herramienta.

55 La herramienta mostrada en la figura 1 está diseñada, por consiguiente, en forma modular para que se la pueda adaptar en forma rápida y óptima a las líneas de producción presentes en cada caso. En este caso continúa estando dada una flexibilidad en lo referente a la tecnología de arranque de viruta a utilizar. Mediante el adaptador de compensación 50 es posible, por ejemplo, adaptar el tipo de la refrigeración/lubricación, por ejemplo, realizar un cambio de mecanizado húmedo al denominado mecanizado en seco (tecnología de LCM) (LCM significa lubricación
60 por cantidad mínima).

El lugar de sujeción de la herramienta, el vástago y la parte de corte son suficientemente rígidos a la flexión para que la herramienta pueda mecanizar tan exactamente como sea posible los agujeros externos para cojinetes. Si la herramienta se introduce más profundamente en la pieza de trabajo, están tomadas precauciones adicionales
65 especiales para mantener la exactitud del agujero, así como su calidad superficial, al más alto nivel posible. Estas medidas se explican a continuación detalladamente.

- Detrás de la parte de corte 25, cuyo diseño se explica detalladamente más abajo, está dispuesto un cuerpo de guiado 36 esencialmente cilíndrico que se compone de material duro, particularmente de metal duro integral (MDI), y está unido en rotación y desplazamiento solidarios a una sección de vástago 23, por un lado, y a la parte de corte 25, por otro lado. Preferentemente, el cuerpo de guiado 36 tiene para este propósito en sus dos extremos axiales un cilindro centrador, mediante el cual se establece una unión por contracción a los componentes de la herramienta hechos de acero de herramienta, es decir, al cabo de vástago 23 y a la parte de corte 25 (véase el agujero centrador 29 en la figura 2).
- En el cuerpo de guiado 36 están trabajadas al menos dos ranuras con forma helicoidal, entre las cuales se producen, por consiguiente, dos nervios de guiado 38 que se encuentran uno con respecto al otro a distancia perimetral uniforme, corren en forma helicoidal y preferentemente están afilados cilíndricamente a una medida de diámetro nominal D38. Esta medida de diámetro nominal es esencialmente menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal D32 de un juego de filos 32 adyacente en sentido de avance, que realiza el mecanizado de acabado del agujero del conducto para apoyos. En el ejemplo de fabricación mostrado, el diámetro nominal del juego de filos 32 está ajustado en aproximadamente 23 mm, encontrándose la tolerancia de medida en 0 a -3 µm. La medida de diámetro nominal D38 de los nervios de guiado es en este caso más pequeña en aproximadamente 14 ± 3 µm. Esta diferencia de diámetros nominales es, por consiguiente, apenas tan grande que en un estado especificado de suministro de refrigerante/lubricante se establece entre la superficie externa de los nervios de guiado 38 y la pared interna del agujero del conducto para apoyos recién mecanizado por el juego de filos 32 una ranura estable de lubricación, mediante la cual la herramienta 20 se guía sobre todo el perímetro en forma axialmente precisa y libre de vibraciones.
- En el ejemplo de fabricación mostrado están previstos cuatro nervios de guiado 38-1 a 38-4 con forma helicoidal que se encuentran uno con respecto a los otros a distancia perimetral uniforme. Cada uno de estas nervios de guiado 38-1 a 38-4 corre sobre un ángulo de contacto, respectivamente central, suficientemente grande que es al menos más grande que 360/n, significando n el número de nervios de guiado 38-1 a 38-4. En el ejemplo de fabricación mostrado, el ángulo central, sobre el cual corren cada uno de nervios de guiado 38-1 a 38-4 a lo largo del cuerpo de guiado 36, es en cada caso de 360°, de modo que puede lograrse un apoyo particularmente efectivo y con ello un guiado rectilíneo de la herramienta.
- Como ya se indicó más arriba, la herramienta está equipada con un suministro interno de refrigerante/lubricante, de modo que en el interior del vástago, es decir, en el interior del cabo de vástago 23, así como en el interior del cuerpo de guiado 36 y en el interior de la parte de corte 25, se encuentra un vaciado preferentemente céntrico para la alimentación del refrigerante/lubricante. Con el carácter de referencia 39 se denominan aberturas de salida de canales laterales que conducen desde el vaciado interno para refrigerante preferentemente en forma oblicua al eje 27 a las respectivas ranuras del cuerpo de guiado 36 y salen allí, en forma axialmente escalonada, entre los nervios de guiado 38-1 a 38-4. Mediante las aberturas de salida 39 llega —preferentemente en forma determinada empíricamente— refrigerante/lubricante con presión suficiente y consistencia (densidad, contenido de aceite, tamaño de gota de aceite, etc.) correspondientemente optimizada al espacio entre el cuerpo de guiado y la pared interna de agujero, de modo que la ranura de lubricación continua puede abastecerse en forma óptima para estabilizar la herramienta.
- A continuación se explica detalladamente la configuración de la parte de corte 25 tomando como referencia las figuras 2 a 6. Como resulta más claramente de la figura 2, la parte de corte 25 se compone específicamente de dos módulos, un primer módulo de filos 42 y un segundo módulos de filos 44 subsiguiente a ese en dirección de eje. El primer módulo de filos 42 tiene sobre el lado orientado hacia el cuerpo de guiado 36 un nervio 43 diametral, mediante el cual puede establecerse un dentado de ajuste en rotación solidaria con una correspondiente ranura diametral en el cuerpo de guiado 36. En el centro del módulo de filos 42, el nervio 43 que corre diametralmente está eliminado por el agujero de ajuste 29 introducido que se indica con líneas discontinuas. Mediante el agujero de ajuste 29 se realiza el calado sobre una prolongación cilíndrica complementaria del cuerpo de guiado 36, la cual no está representada en detalle.
- El primer módulo de filos 42 lleva un juego de filos 32 que en el ejemplo de fabricación mostrado está formado por seis insertos de corte 32-1, 32-2, 32-3, 32-4 e insertos de corte (no mostrados) 32-5 y 32-6 distribuidos uniformemente sobre el perímetro. Sin embargo, debe resaltarse ya en este punto que el número de filos, respectivamente de insertos de corte, no está limitado al número seis.
- Los filos, respectivamente, insertos de corte 32-1 a 32-n están alineados axialmente y tienen una longitud L32 en el rango entre 13 y 17 mm. Están formados, por ejemplo, por plaquitas de corte dotadas de PCD (diamante policristalino), en las que una parte portadora de acero de aproximadamente 0,5 a 1 mm de espesor soporta una cubierta de PCD de aproximadamente 0,5 mm. El afilado de los filos del juego de filos 32 está realizado según criterios usuales, de modo que puede prescindirse aquí de una descripción de detalles.
- Sin embargo, la particularidad del primer módulo de filos 42 según la figura 2 consiste en que al juego de filos 32 le

está asignado axialmente adyacente, es decir, a una distancia de pocos mm, un juego de listones de apoyo 34 que está formado por un sinnúmero de listones de apoyo 34-1 a 34-6. También estos listones de apoyo 34-1 a 34-6 están conformados como insertos de corte posicionados con alta precisión, preferentemente afilados cilíndricamente, que están alineados axialmente cada uno con los filos 32-1 a 32-6 del juego de filos 32 adyacente en sentido de avance de la herramienta. El juego de listones de apoyo 34 está afilado, preferentemente cilíndricamente, de modo tal que la superficie externa o bien las aristas radiales más externas se encuentran sobre un diámetro nominal que es esencialmente menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal D32 del juego de filos 32 adyacente en sentido de avance. En otras palabras, la medida D34 se encuentra en el orden de magnitud del diámetro D38, de modo que también los listones de apoyo 34-1 a 34-6 estrechamente adyacentes al juego de filos 32 sirven para estabilizar el juego de filos 32 que se encuentra encajado.

La longitud axial L34 del juego de listones de apoyo 34 es insignificamente mayor que la longitud axial L32 del juego de filos 32; se encuentra, por consiguiente, en el rango entre 15 y 25 mm. Los insertos de corte 34-1 a 34-6 están diseñados similares a los insertos de corte 32-1 a 32-6, es decir, también están formados por plaquitas de corte dotadas de PCD que tienen un espesor total de aproximadamente 1 a 1,5 mm.

Como resulta de la figura 2, los insertos de corte del juego de filos 32 y del juego de listones de apoyo 34, que en cada caso están alineados unos con otros, se encuentran en cada caso en un bolsillo 40 en común que está trabajado en el primer módulo de filos 42. En este caso, los insertos de corte 32-1 a 32-6 y 34-1 a 34-6 están alojados en el bolsillo 40 de modo tal que el respectivo filo secundario de herramienta se encuentra esencialmente en un plano que corre por el eje de herramienta 27.

Como ya se mencionó previamente, los insertos de corte del juego de listones de apoyo 34 están afilados preferentemente cilíndricamente en el perímetro externo. Sin embargo, debe resaltarse que del mismo modo es posible afilar los insertos de corte 34-1 a 34-n en forma similar a filos, respectivamente de modo tal que se produzca un ángulo de incidencia negativo de filo secundario. Solamente es determinante que el posicionamiento de los insertos de corte 34-1 a 34-n y su mecanizado, respectivamente su conformado, sea tan exacto que sobre toda la longitud L34 resulte una ranura de lubricación homogénea, mediante la cual la herramienta pueda guiarse en forma adicional y efectiva.

El juego de filos 32 está equipado, por consiguiente, al igual que el juego de listones de apoyo 34, en cada caso con seis filos, respectivamente cuerpos similares a filos, que se encuentran uno con respecto a otro en ángulo a una distancia de 60° en cada caso. Dado que también los insertos de corte 34-1 a 34-n del juego de listones de apoyo 34 están alineados con los filos del juego de filos 32 adyacente, a cada filo del juego de filos se le encuentra opuesta diametralmente y levemente desplazada axialmente una ranura de lubricación estabilizante del juego de listones de apoyo 34, de modo que pueda reaccionarse efectivamente contra movimientos de desviación de la herramienta debidos a la fuerza de corte.

Como se desprende además de la figura 2, el primer módulo de filos 42 lleva —por ejemplo, mediante una rosca interna no mostrada (pero que se muestra en la figura 5)— el segundo módulo de filos 44, que con su prolongación roscada —que tampoco está representada detalladamente— está enroscado en el primer módulo de filos 42. En el extremo delantero, el segundo módulo de filos 44 lleva otro juego de filos 30 que tiene un diámetro nominal externo denominado con D30. Este diámetro nominal D30 es menor que el diámetro nominal D32 de la herramienta y es de aproximadamente 22,5 mm en el ejemplo de fabricación mostrado. También este juego de filos 30 puede, por otra parte, estar dotado de insertos de corte 30-1 a 30-n que estén alineados axialmente con los filos del juego de filos 32.

En el ejemplo de fabricación mostrado, el juego de filos 30 sirve para el mecanizado previo de los agujeros para conductos para apoyos. Para este propósito, el diámetro nominal del juego de filos 30 se mantiene menor en aproximadamente 0,5 mm que el diámetro nominal del juego de filos 32. Sin embargo, de igual modo es posible mecanizar con el juego de filos 30 un agujero escalonado de menor diámetro. Con el carácter de referencia 31 está denominado un elemento constructivo, con el cual el juego de filos 30 está asegurado axialmente al segundo módulo de filos 44 y/o el vaciado interno de la herramienta previsto para conducir refrigerante está cerrado. La unión en rotación solidaria entre el segundo módulo de filos 44 y el juego de filos 30 se realiza por medio de conformado de una sola pieza o por medio de un ensamblado en arrastre de forma de los componentes.

Como se mencionó ya previamente, la herramienta 20 está equipada con un suministro interno de refrigerante/lubricante que mediante un canal preferentemente céntrico asegura un suministro suficiente de refrigerante/lubricante a los filos y nervios de guiado en operación. El canal de suministro central previsto en el interior de la herramienta 20 se extiende también a través de las interfaces entre el cuerpo de guiado 36, el primer módulo de filos 42 y el segundo módulo de filos 44. Mediante el elemento constructivo 31 tiene lugar entonces un cierre del canal interno.

Con los caracteres de referencia 45 y 46 se denominan aberturas de salida de canales laterales que corren preferentemente en forma oblicua al eje 27 de la herramienta y que se derivan del vaciado interno de

refrigerante/lubricante. Como puede verse, la abertura de salida 46 está dispuesta en la zona del juego de filos 32 de modo tal que se encuentra cerca del juego de listones de apoyo 34, de modo que esa abertura de salida puede utilizarse para abastecer los filos tanto del juego de filos 32 como del juego de listones 34.

5 Con 60 están denominadas espigas roscadas que se enroscan radialmente en el primer módulo de filos 42, con las que puede llevarse a cabo un balanceo, respectivamente un balanceo fino, de la herramienta (véase las figuras 3 y 6).

10 Como resulta además de las representaciones según las figuras 1 y 2, las superficies de funcionamiento, es decir los diámetros externos del juego de filos 30, del juego de filos 32, del juego de listones de apoyo 34 y del cuerpo de guiado 36, respectivamente de los nervios de guiado 38, están producidas con la más alta precisión y asignación de posición con respecto al eje de herramienta 27. Los diámetros nominales del juego de filos 32, del juego de listones de apoyo 34 y del cuerpo de guiado 36 están producidos en el rango de tolerancias de 0 a -3 µm. La tolerancia de producción del diámetro nominal del juego de filos 30 es de ± 20 µm. La precisión de funcionamiento del juego de filos 30 con respecto a la superficie de sujeción de la brida de sujeción 52, por un lado, y con respecto al eje 27, respectivamente al cono de sujeción del cono de vástago hueco (CVH) 54, es de 5 µm. Esa precisión de funcionamiento está inclusive reducida a 3 µm con respecto al juego de filos 32, al juego de listones de apoyo 34 y al cuerpo de guiado.

20 De la descripción precedente pasa a ser claro, por consiguiente, que la herramienta según la invención es capaz de producir el agujero interno de un conducto para apoyos, respectivamente agujeros coaxiales muy profundos, con la más alta precisión y exactitud de posición y con buena calidad superficial. Dado que el cuerpo de guiado 36 conforma los nervios de guiado 38 como parte integrante de un módulo de herramienta, resulta, por un lado, la ventaja relativa a la técnica de producción de que puede prescindirse de la utilización de listones de guiado complejos. Al mismo tiempo resulta una gran flexibilidad en el diseño de la herramienta, respectivamente en su adaptación al respectivo problema presente de arranque de viruta. Por medio de reemplazo del cuerpo de guiado 36 puede ajustarse la longitud axial L22 del vástago de herramienta 22, sin que sea necesaria una nueva producción de la herramienta en la zona del juego de filos 32 y/o en la zona del juego de filos 30. También en la zona del lugar de sujeción 26 y del cabo de vástago 23 puede mantenerse el diseño de herramienta, por lo cual resultan ventajas adicionales en la producción de la herramienta.

35 La herramienta dispone de un dispositivo para el balanceo fino. Además de las espigas roscadas 60 en la zona del primer módulo de filos 42 están previstas espigas roscadas axiales y/o radiales similares en la zona de la brida de sujeción 26, mediante cuyo posicionamiento es posible un balanceo fino dinámico de la herramienta.

Por supuesto pueden variarse las medidas de la herramienta dentro de amplios límites. Las medidas de la configuración según las figuras 1 y 2 son meramente a modo de ejemplo. Por ejemplo, la medida axial L44 del segundo módulo de filos 44 puede ser por supuesto mayor o menor que la medida de aproximadamente 20 a 25 mm mostrada en la forma de fabricación.

40 También puede variarse la disposición de la medida de diámetro nominal D34, respectivamente D38, en función de la presión y de los parámetros físicos del refrigerante/lubricante a utilizar. En el ejemplo de fabricación mostrado, la diferencia de diámetro nominal se encuentra, por ejemplo, entre 11 y 17 µm. Para un mecanizado húmedo, esta diferencia de diámetro nominal también puede ser más grande.

45 En las figuras 4 y 5 se muestran detalles del primer módulo de filos 42. Se reconoce que los insertos de corte 32-1 a 32-6 del juego de filos 32 tienen en la cara frontal un chaflán de 0,1 x 45°. Lo mismo vale para los insertos de corte del juego de listones de apoyo 34. En esta zona, los insertos de corte 34-1 a 34-6 están equipados, en el extremo que corre adelante en sentido de avance, con un chaflán de introducción con las medidas 0,15 mm x 15°. La medida axial L43 del nervio de arrastre 43 está fijada en aproximadamente 2 mm en la variante según la figura 4.

50 La vista lateral según la figura 5 permite reconocer cómo quedan los insertos de corte 32-1 a 32-6 con respecto al eje de herramienta 27. Se reconoce que los filos secundarios de los insertos de corte 32-1 a 32-6 se encuentran en una medida de aproximadamente 0,1 mm delante del centro. Además, puede verse que los insertos de corte tienen una cubierta de PCD en el orden de magnitud de aproximadamente 0,5 mm y un chaflán de afilado básico de 0,5. El espesor de segmento está indicado con 1,6 mm. Pero también puede elegírsele hacia abajo hasta aproximadamente 1 mm.

60 Mientras que para los componentes de la sección de sujeción, del cabo de vástago y de los módulos de filos se utiliza preferentemente acero de herramientas, para la plaquita portante de los insertos de corte se utiliza como material ventajosamente un acero bonificado, como, p. ej., 50CrV4.

65 Con el carácter de referencia 62 está denominada en la figura 5 una rosca interna, en la que puede enroscarse el segundo módulo de filos 44. La rosca del segundo módulo de filos 44 tiene en la zona de transición a la parte de corte un cono externo que al enroscar puede apoyarse contra una superficie opuesta de ajuste 68 del primer módulo de filos 42. Mediante el par de superficies de contacto cónicas puede realizarse, por consiguiente, el ajuste fino

radial de los fillos 32-1 a 32-6. Para este propósito, el segundo módulo de fillos 44 está provisto de chaflanes 66 para conformar un entrecaras.

5 En la figura 7, la herramienta está representada en perspectiva en el ensamblado total. Los elementos constructivos que se corresponden con componentes descritos previamente están provistos aquí de los correspondientes caracteres de referencia. Se reconocen además en la brida de sujeción 26 espigas roscadas 68 axiales, mediante las cuales está dada una posibilidad de balanceo adicional.

10 Por supuesto que son posibles desviaciones del ejemplo de fabricación descrito, sin salirse de la idea básica de la invención.

15 Así, por ejemplo, puede mantenerse la alineación esencialmente axial entre los fillos del juego de fillos 32 y del juego de listones de apoyo 34 también si los fillos se fabrican con una leve espiral hacia la izquierda o hacia la derecha, es decir, cuando el ángulo de desprendimiento de los fillos secundarios se desvía preferentemente levemente de los 0°. En lugar del ranurado rectilíneo de la herramienta, también los bolsillos 40 están entonces con leve incidencia positiva o negativa hacia el eje 27 de la herramienta.

20 Los juegos de fillos 30 y 32 tampoco están necesariamente diseñados de modo tal que los fillos estén conformados en insertos de corte. Los fillos también pueden estar conformados con un portador de fillos que entonces se compone preferentemente de un material duro, como, p. ej., metal duro integral.

Como materiales para el primer y segundo módulo de fillos también pueden utilizarse otros materiales, particularmente también materiales diferentes.

25 Previamente se describió que los listones de apoyo 34-1 a 34-6 están afilados en forma cilíndrica. Sin embargo, el afilado puede modificarse al efecto de que en sentido de giro de la herramienta resulte una ampliación de la anchura de la ranura de lubricación.

30 Lo mismo vale para la superficie externa de los nervios de guiado 38-1 a 38-4.

35 El afilado de los insertos de corte de los juegos de fillos 30 y 32 no se describió en detalle. Aquí pueden utilizarse afilados usuales que se utilizan generalmente en escariadores de alto rendimiento, de cuya descripción detallada puede, por lo tanto, prescindirse aquí. Pero, por ejemplo, puede ser ventajoso estrechar los insertos de corte dotados de PCD levemente en el diámetro en dirección axial sobre la longitud, a saber, en el rango de las milésimas, por ejemplo, en hasta 12 a 16 μm . También es ventajoso redondear, respectivamente proveer de un chaflán redondo, los insertos de corte dotados de PCD en las aristas.

40 En lugar de asignar a cada filo de los juegos de fillos una abertura de salida de suministro de refrigerante/lubricante propia, también ser suficiente en casos particulares suministrarles a varios fillos mediante una abertura de salida.

45 Por supuesto que también es posible variar el número de fillos y/o el número de nervios de guiado. Sin embargo, debería estar asegurado que la herramienta esté apoyada sobre un amplio tramo axial y sobre todo el perímetro sobre el cuerpo de guiado. Ventajosamente hay, por lo tanto, n nervios de guiado, que se encuentran unos con respecto a otros a distancia perimetral uniforme, que corren en forma helicoidal y que se extienden cada uno sobre un ángulo central que es mayor que $360^\circ/n$, debiendo ser $n \geq 2$.

En el ejemplo de fabricación mostrado, la hélice de los nervios de guiado 38 corre en sentido de rotación. Sin embargo, es igualmente posible fijar la hélice de los nervios de guiado 38 en contra del sentido de rotación.

50 En lugar de asignar a cada filo de los juegos de fillos 30, 32, 34, 36 una abertura de salida de suministro de refrigerante/lubricante propia, también ser suficiente en casos particulares suministrarles a varios fillos mediante una abertura de salida.

55 La herramienta descrita precedentemente para mecanizado posterior de agujeros en la configuración como escariador escalonado se describió precedentemente como herramienta accionada por rotación. Sin embargo, es igualmente posible utilizar la herramienta detenida y realizar el arranque de viruta poniendo la pieza de trabajo en movimiento rotatorio.

60 La herramienta descrita precedentemente tiene seis fillos distribuidos uniformemente sobre el perímetro. Pero el número de fillos puede variarse dentro de amplios límites, eligiéndose, sin embargo, ventajosamente un número par de fillos. La invención puede poner a disposición, por lo demás, las ventajas descritas al principio también cuando las distancias angulares de los fillos distribuidos sobre el perímetro no son exactamente de la misma magnitud.

65 Previamente se describió una forma de fabricación de la herramienta que realiza el mecanizado de precisión para solo un diámetro. Pero la herramienta puede utilizarse igualmente para mecanizar agujeros escalonados en una sola operación y, sin embargo, desplegar todas las ventajas mencionadas anteriormente.

Por consiguiente, está creada una herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior, respectivamente herramienta para mecanizado de acabado, de agujeros, particularmente un escariador, para mecanizar agujeros profundos, respectivamente varios agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad, como, p. ej., agujeros para alojar casquillos de cojinete para un árbol de levas. La herramienta tiene al menos un juego de fillos con medida de diámetro nominal predeterminada y con fillos distribuidos en lo esencial uniformemente sobre el perímetro, así como una disposición de cuerpo de guiado desplazada axialmente con respecto a ello. Para mejorar la precisión de guiado poniendo al mismo tiempo a disposición una gran flexibilidad en la adaptación de la herramienta al problema de arranque de viruta presente en cada caso, la disposición de cuerpo de guiado es parte integrante de un cuerpo de guiado esencialmente cilíndrico compuesto por metal duro integral (MDI). Este cuerpo de guiado forma al menos n nervios de guiado que se encuentran unos con respecto a otros a distancia perimetral uniforme y que corren en forma helicoidal, a los que les está asignada una medida de diámetro nominal que esencialmente es menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal del juego de fillos. Cada nervio de guiado se extiende sobre un ángulo central que es mayor que 360° , siendo $n > 2$.

REIVINDICACIONES

1. Herramienta multifilo de arranque de viruta para mecanizado posterior, respectivamente herramienta para mecanizado de acabado, de agujeros, particularmente escariador, para mecanizar agujeros profundos, respectivamente varios agujeros distanciados axialmente de igual medida y calidad, como, p. ej., agujeros para alojar casquillos de cojinete para un árbol de levas, con:
- al menos un juego de fillos (32) con medida de diámetro nominal (D32) predeterminada y fillos (32-1 a 32-6) distribuidos en lo esencial uniformemente sobre el perímetro y
- una disposición de cuerpo de guiado desplazada axialmente con respecto a ello,
- siendo la disposición de cuerpo de guiado parte integrante de un cuerpo de guiado (36) esencialmente cilíndrico compuesto por metal duro integral (MDI), que conforma al menos n nervios de guiado (38-1 a 38-4) que se encuentran a distancia perimetral uniforme unos con respecto a otros y que corren en forma helicoidal,
- extendiéndose los nervios de guiado (38-1 a 38-4) en cada caso sobre un ángulo central, respectivamente de contacto, que es mayor que $360^\circ/n$, siendo:
- $n \geq 2$,
- caracterizada porque a los nervios de guiado (38- 1 bis 38-4) les está asignada una medida de diámetro nominal (D38) que esencialmente es menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal (D32) del juego de fillos (32) adyacente en sentido de avance, y estando la herramienta diseñada modularmente, estando el cuerpo de guiado (36) unido en rotación y desplazamiento solidarios, por un lado, a un primer módulo de fillos (42) portador del juego de fillos (32) y, por otro lado, a una parte de vástago (23) mediante una unión por contracción, encontrándose entre el juego de fillos (32) y el cuerpo de guiado (36) otro juego de listones de guiado (34) en forma de insertos de corte (34-1 a 34-6) posicionados con alta precisión, preferentemente afilados cilíndricamente, que están alineados axialmente cada uno con los fillos (32-1 a 32-6) del juego de fillos (32) adyacente en sentido de avance de la herramienta y que tienen una medida de diámetro nominal (D34) que esencialmente es menor, en la medida doble de una ranura de lubricación que se establece en la utilización de la herramienta, que la medida de diámetro nominal (D32) del juego de fillos (32) adyacente en sentido de avance, encontrándose la medida, en la que la medida de diámetro nominal (D38) de los nervios de guiado (38) y del juego de listones de guiado (34) es menor que la medida de diámetro nominal D del juego de fillos (32) adyacente en dirección de avance, en el rango entre $0,0002$ a $0,0016 \times D$, preferentemente en el rango entre $0,0002$ a $0,0005 \times D$.
2. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según la reivindicación 1, caracterizada porque la parte de vástago (23) tiene una sección de sujeción (26) para el acoplamiento centrado a un módulo de sistema de herramientas, respectivamente un alojamiento de herramienta de un sistema de herramientas.
3. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la longitud (L34) axial de los insertos de corte (34-1 a 34-6) del juego de listones de guiado (34) es al menos análoga a la longitud (L32) axial del juego de fillos (32) adyacente en sentido de avance.
4. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el primer módulo de fillos (42) lleva en forma separable sobre el lado opuesto al cuerpo de guiado (36) otro módulo de fillos (44) con un juego de fillos (30) que tiene un diámetro nominal (D30) más pequeño.
5. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los insertos de corte (34-1 a 34-6) del juego de listones de guiado (34) y/o al menos uno de los juegos de fillos (30, 32) están formados por plaquitas de corte (56) dotadas de PCD (diamante policristalino).
6. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los fillos de los insertos de corte (34-1 a 34-6) del juego de listones de guiado (34) y/o al menos uno de los juegos de fillos (30, 32) están alineados paralelos al eje.
7. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por un suministro interno de refrigerante/lubricante.
8. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según la reivindicación 7, caracterizada porque a cada filo de los juegos de fillos (30, 32, 34) y/o a cada nervio de guiado (38) le está asignada una abertura de salida (45, 46, 39) del suministro de refrigerante/lubricante.
9. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la sección de sujeción (26) para acoplar en forma centrada al alojamiento de herramientas de

ES 2 581 428 T3

un sistema de herramientas presenta una prolongación de centrado (28), particularmente un cono de vástago hueco (CVH) y una brida de sujeción (26) que se encuentra perpendicular sobre el eje (27) de la prolongación de centrado.

5 10. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el ángulo de incidencia de filos secundarios de los insertos de corte (34-1 a 34-6) del juego de listones de guiado es de aproximadamente 0° .

10 11. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque los nervios de guiado (38) se extienden cada uno sobre un ángulo central, respectivamente de contacto, de al menos 360° .

12. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque el número n de nervios de guiado (38) es mayor que o igual a 4.

15 13. Herramienta para mecanizado posterior de agujeros según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque la longitud (L36) axial del cuerpo de guiado (36) se encuentra en el rango entre 6 a $8 \times D$, siendo D análogo al mayor diámetro nominal de la herramienta.

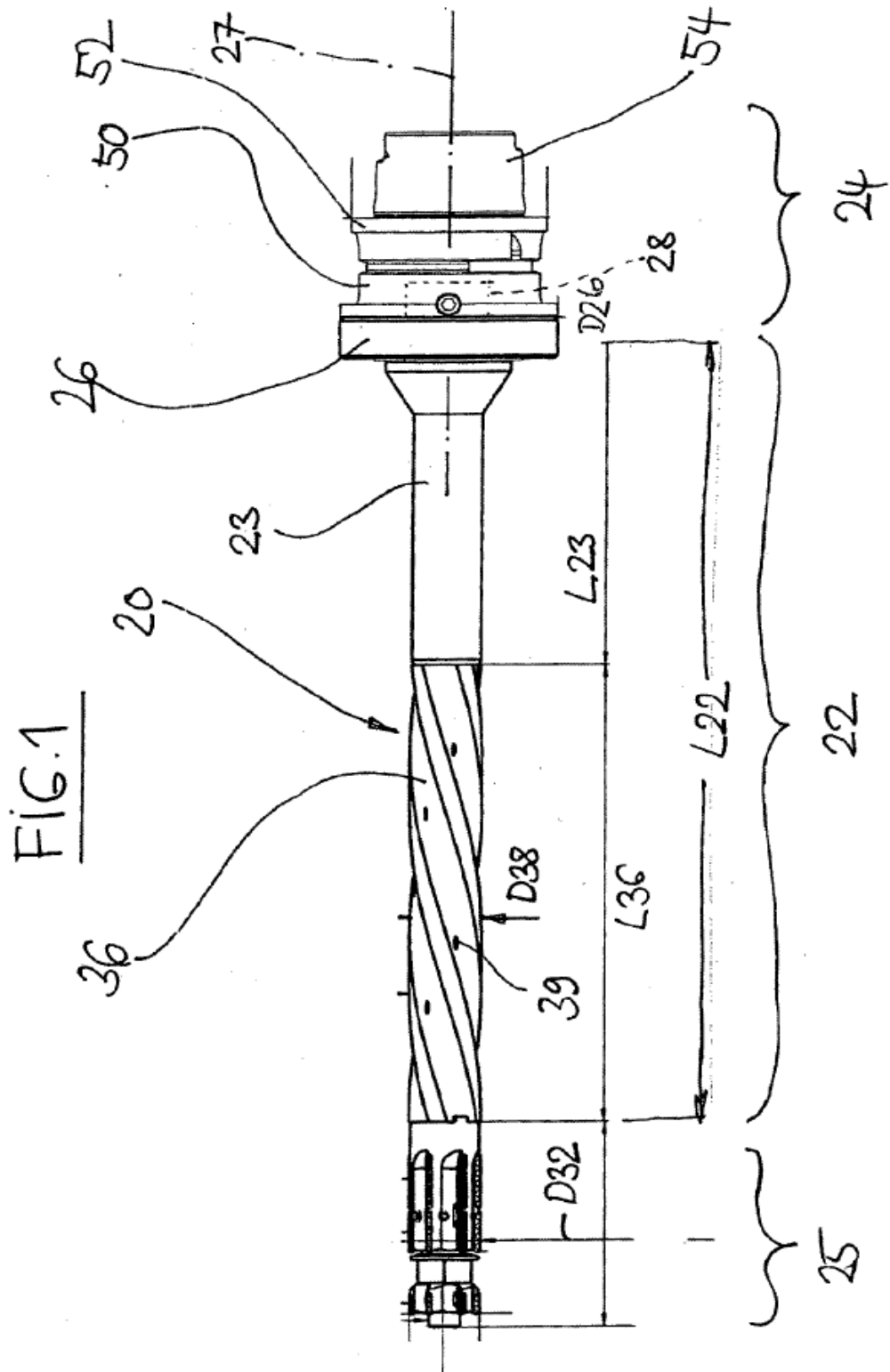
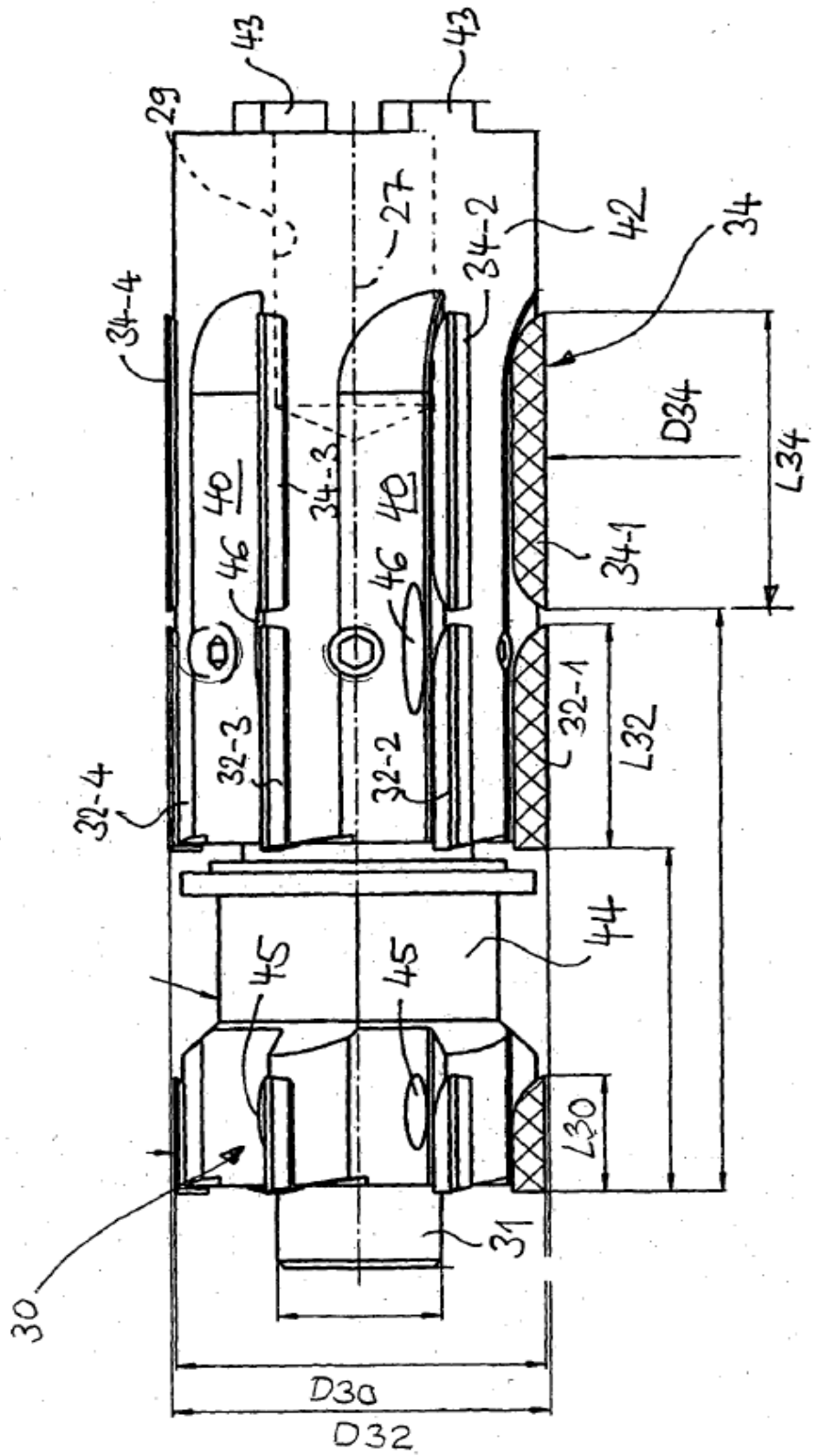
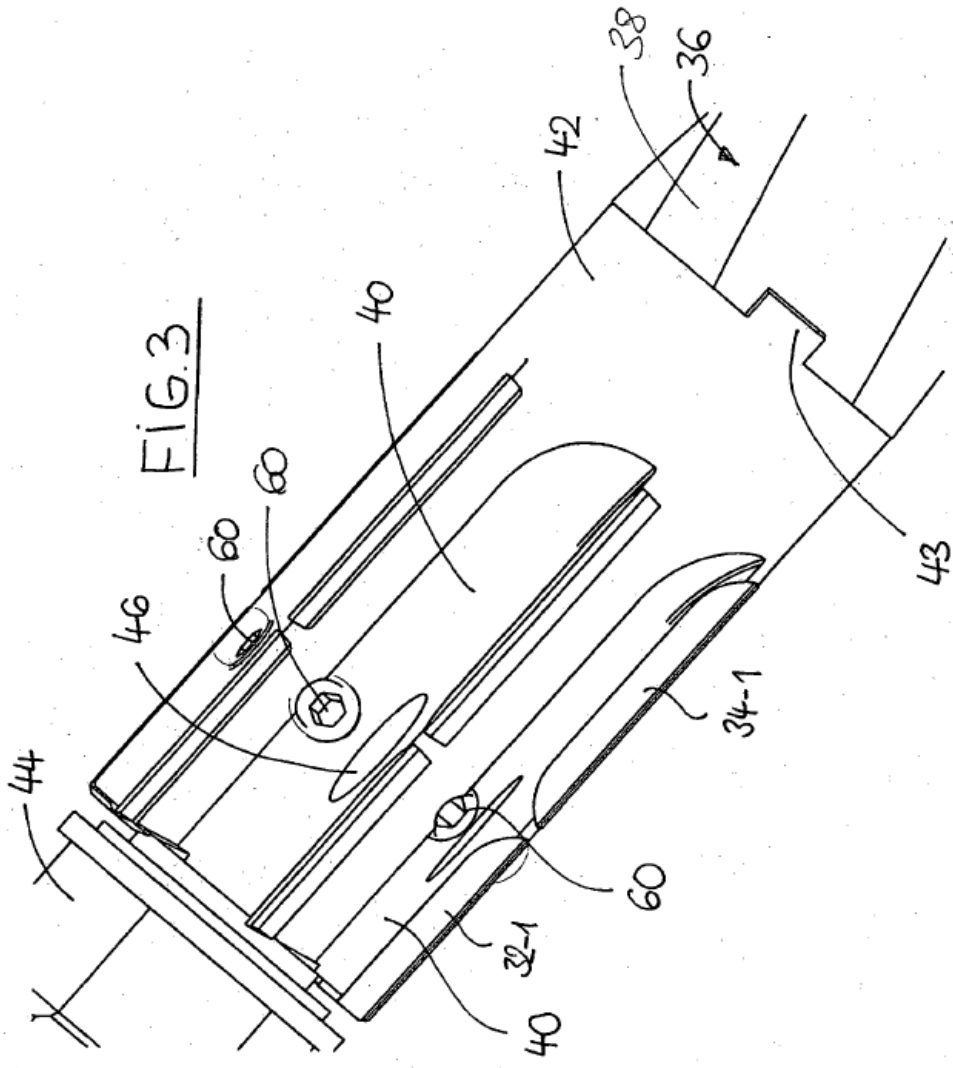


FIG. 2





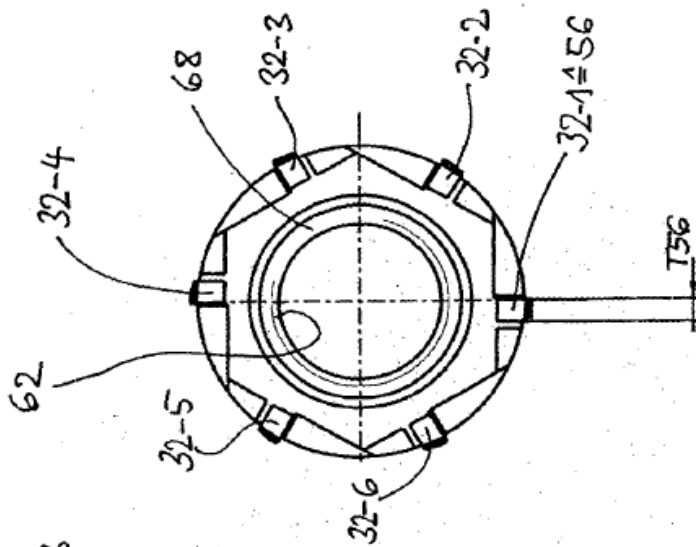


FIG. 5

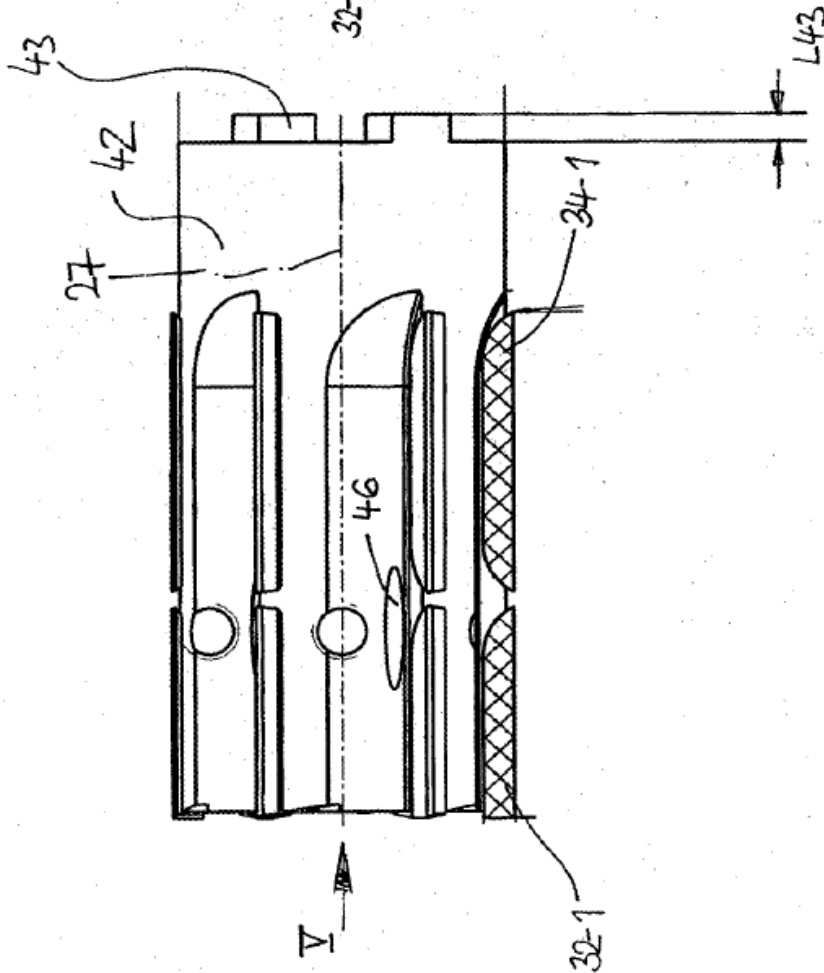


FIG. 4

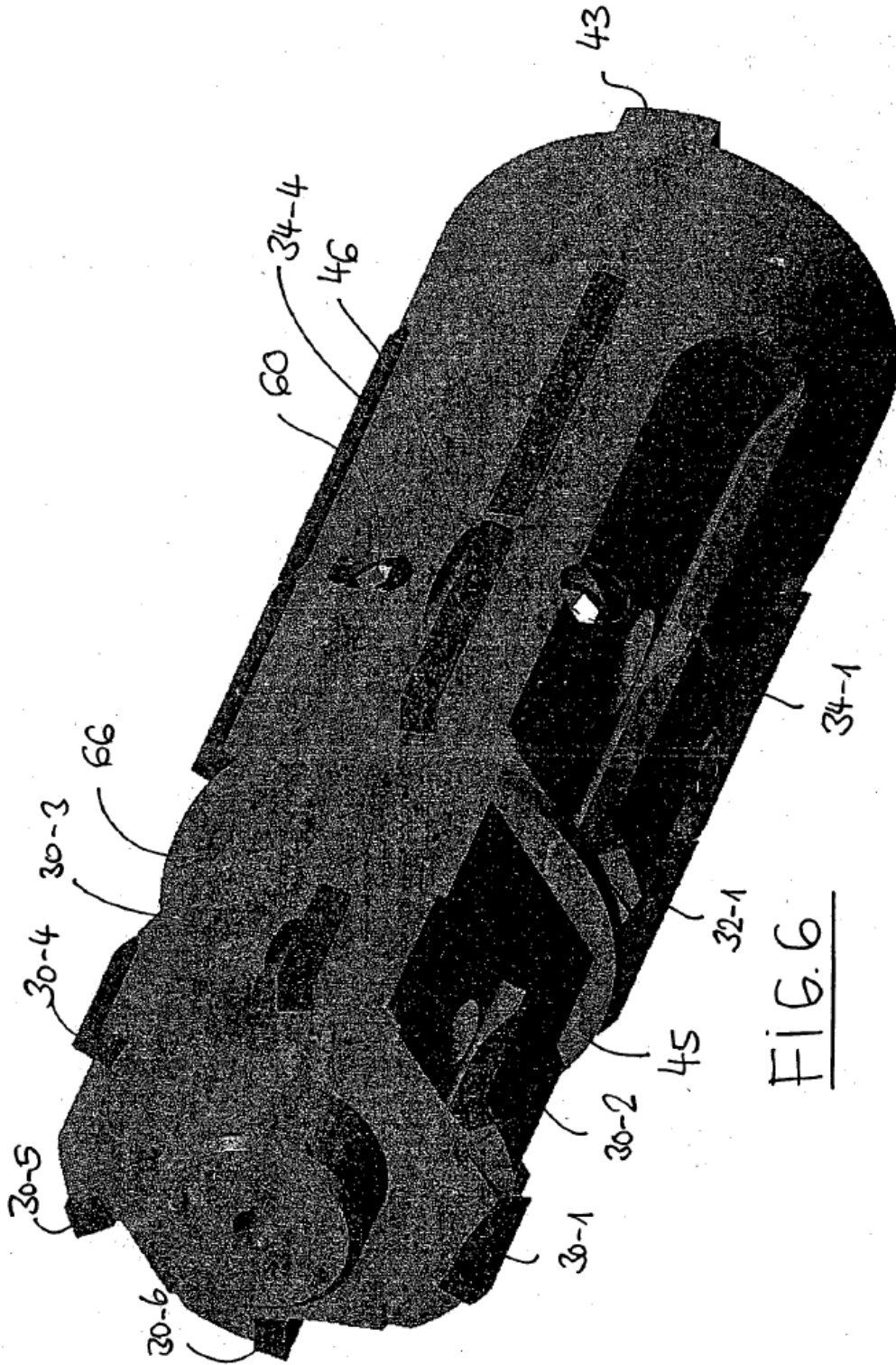


FIG. 6

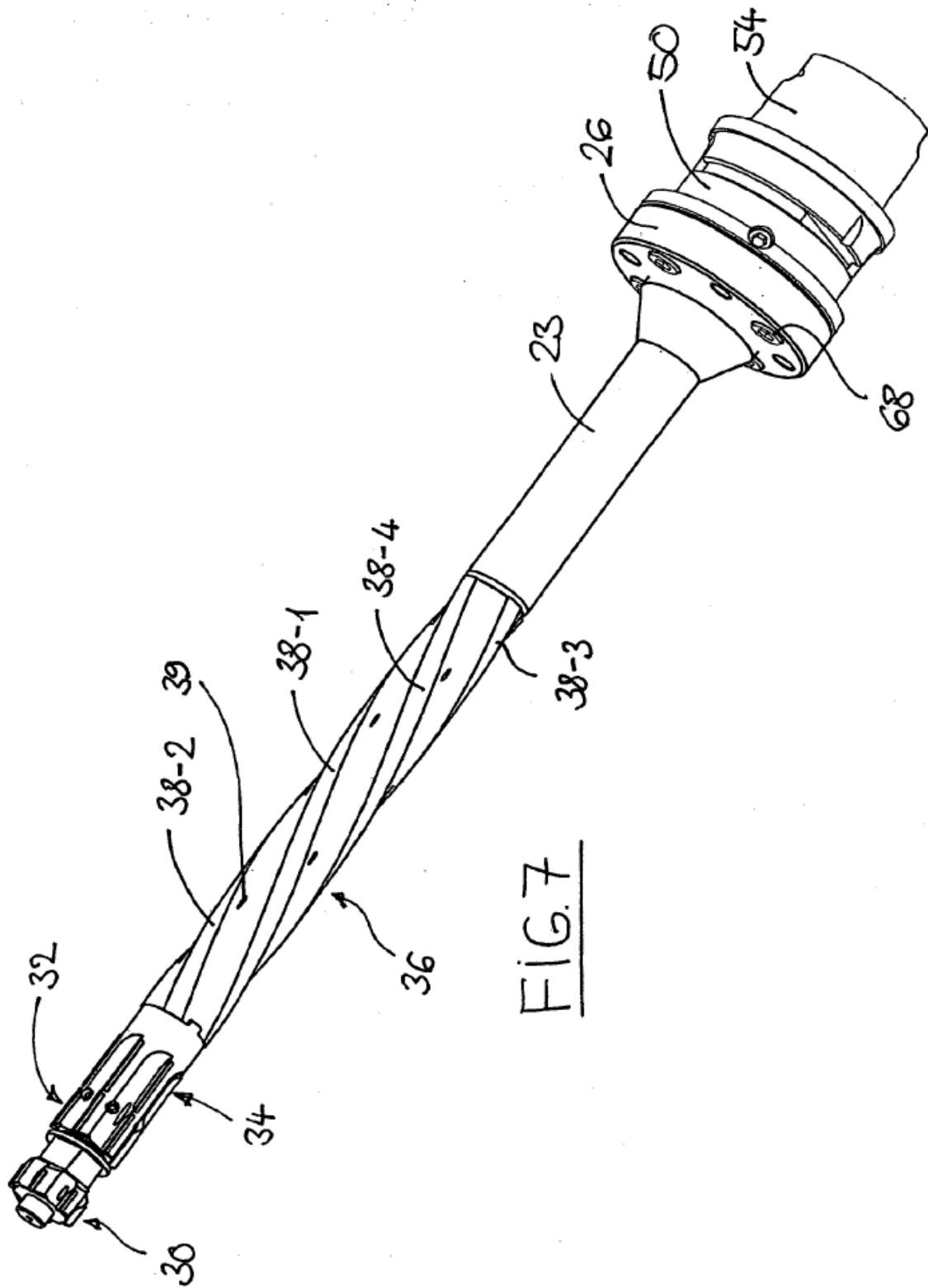


FIG. 7