

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 992**

51 Int. Cl.:

**B23C 5/10**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2017 PCT/EP2017/053806**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17144418**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2017 E 17705905 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3419781**

54 Título: **Herramienta de fresado**

30 Prioridad:

**26.02.2016 DE 102016203128**

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

**25.11.2020**

73 Titular/es:

**MAPAL FABRIK FÜR PRÄZISIONSWERKZEUGE  
DR. KRESS KG (100.0%)  
Obere Bahnstrasse 13  
73431 Aalen, DE**

72 Inventor/es:

**KRENZER, ULRICH y  
MÜLLER, MARCO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 795 992 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 de fresado

5 La invención se refiere a una herramienta de fresado.

10 A partir de la publicación de patente alemana DE 10 2014 106 886 A1 se desprende una herramienta de fresado según el concepto general de la reivindicación 1, que dispone de un eje central y una cara frontal, estando una pluralidad de cuchillas frontales geoméricamente definidas dispuesta en la cara frontal. Dichas cuchillas frontales descienden en varias secciones en la dirección hacia el eje central. Ello tiene como consecuencia que la herramienta de fresado permite realizar una inmersión oblicua que se llama también "ramping" o mecanizado en rampa, con un ángulo de inmersión comparativamente pronunciado, en particular de más de 10°.

15 De regla general, las herramientas de fresado, que están previstas en particular para la realización de escotaduras como bolsillos o ventanas en las piezas de trabajo, deben entrar en un primer tiempo en el material a ser procesado, antes de que pueda tener lugar el propio procesamiento de fresado. Ya que las herramientas de fresado, en la propia operación del fresado, deben asumir unas cargas radiales elevadas, en comparación con las herramientas de taladro presentan unas ranuras de virutas más pequeñas y de modo preferente comprenden más de dos cuchillas. Sin embargo, justamente esta configuración geométrica específica del fresado impide que una herramienta típica de fresado sea apropiada para entrar axialmente en una pieza de trabajo, denominándose dicha inmersión axial también "plunging" o fresado profundo. Puesto que las virutas no pueden ser evacuadas de modo seguro a través de las ranuras estrechas para las virutas de dicha herramienta de fresado, se produce una acumulación de virutas y con ello unas fuerzas demasiado elevadas, de tal modo que las cuchillas frontales delicadas pueden romperse o incluso la herramienta de fresado entera puede romperse. Por lo tanto, habitualmente se renuncia por completo a un fresado profundo, y la herramienta de fresado entra de modo oblicuo, debajo de una rampa, en la pieza de trabajo, lo que se llama "ramping", tal como ya ha sido mencionado. En este sentido, las cuchillas frontales de la herramienta de fresados mecanizan la pieza de trabajo conjuntamente con las cuchillas periféricas, pudiendo estar adyacente a las cuchillas periféricas en particular el espesor completo de viruta, es decir, el avance completo por diente, mientras que a las cuchillas frontales – en función del ángulo de inmersión – está adyacente un espesor de virutas considerablemente más reducido. En caso del mecanizado en rampa con un ángulo de inmersión plano, sin embargo, aparte de unas virutas muy largas resultan sobre todo unos tiempos de procesado muy largos. Por lo tanto, en caso de realizar unas escotaduras profundas, tarda mucho tiempo hasta que se alcance la profundidad de inmersión exigida.

35 En este sentido se da cierta mejora con respecto a la herramienta de fresado conocida a partir del documento DE 10 2014 106 886 A1, que permite lograr unos ángulos de inmersión de más de 10°. No obstante, también en esta herramienta es particularmente desventajoso el hecho de que no es apropiada para el fresado profundo. En la zona del centro no presenta ninguna cuchilla, de modo que, en caso de la inmersión axial, no se puede cortar el material de la pieza de trabajo colocado allí. Por lo tanto, las aplicaciones también de dicha herramienta de fresado son limitadas, y un usuario debe recibir una instrucción para que no exceda los límites admisibles para el ángulo de inmersión. Es más, la disposición anterior al centro, prevista convencionalmente, de las cuchillas frontales causa una clara reducción del paso libre, limitando de esta manera un avance máximamente posible durante la inmersión de la herramienta de fresado en el material a ser procesado.

45 La invención se basa en el objeto de proporcionar una herramienta de fresado que presente ventajas con respecto al estado de la técnica.

El objeto se soluciona creando una herramienta de fresado con las características de la reivindicación 1. Unas configuraciones ventajosas se desprenden de las reivindicaciones dependientes.

50 En particular, el objeto es solucionado creando una herramienta de fresado que comprende un cuerpo de base, un eje central y una cara frontal dispuesta en el cuerpo de base, en la cual al menos dos primeras cuchillas frontales definidas geoméricamente, dispuestas en la cara frontal del cuerpo de base, presentan en cada caso una primera parte de cuchilla, orientada hacia el eje central. En este sentido está previsto que las primeras partes de cuchilla de las al menos dos cuchillas frontales están realizadas de manera ascendente en dirección del eje central, de tal modo que forman un punto de centrado. Adicionalmente está previsto que el punto de centrado se encuentra situado en retroceso en dirección axial en comparación con un punto axialmente extremo de las al menos dos primeras cuchillas frontales. La herramienta de fresado presenta unas ventajas frente al estado de la técnica. En particular, el punto de centrado confiere a la herramienta de fresado estabilidad y muy buenas características de centrado en la inmersión axial, de tal modo que la herramienta de fresado permite realizar el fresado profundo o plunging. Particularmente por el hecho de que, sin embargo, el punto de centrado está dispuesto en retroceso axial, comparado con un punto extremo de las al menos dos cuchillas frontales, la herramienta de fresado puede utilizarse de la misma manera que las herramientas de fresado conocidas, de tal modo que el mecanizado en rampa sigue siendo posible, pero el ángulo de inmersión no está limitado hacia arriba. Por lo tanto, en cierto modo una inmersión es posible bajo un ángulo de inmersión discrecional, hasta la inmersión axial, a saber, el fresado profundo. De esta manera, la herramienta de fresado facilita el trabajo universal en una dirección de avance discrecional, desde la inmersión axial a través de la inmersión oblicua, hasta la inmersión en espiral, el taladro en hélice, y el fresado convencional con un

5 nivel de potencia elevado en cada caso. Se puede añadir que las virutas en la zona del punto de centrado son formadas y se rompen de modo mucho más favorable que ello es el caso de las geometrías conocidas para las herramientas de fresado. El hecho de que el punto de centrado está dispuesto de modo axialmente en retroceso, tiene también la consecuencia que el mismo, en el funcionamiento normal particularmente del fresado de bolsillo o de ranura, no entra en contacto con un fondo del bolsillo o de la ranura acabados, de modo que el mismo puede ser realizado con una calidad de superficie elevada y sin ningún contorno perturbante.

10 La herramienta de fresado, en una forma de realización preferente, está realizada como fresa de bolsillo, es decir, concebida para el fresado de bolsillos. De modo alternativo o adicional, la herramienta de fresado está concebida preferiblemente para el fresado de ranuras y/o el fresado de ventanas. En este sentido, por bolsillo se entiende en particular una escotadura aplicada en una superficie de una pieza de trabajo, que puede presentar una geometría discrecional – particularmente con un borde discrecional – comprendiendo la escotadura un fondo. Al contrario, con respecto a una ventana, se entiende una escotadura aplicada en una superficie de una pieza de trabajo, que puede presentar también una geometría discrecional con particularmente un borde discrecional, pero que no tiene fondo y está configurada en particular en forma de escotadura continua que pasa a través de la pieza de trabajo. Con respecto a una ranura, por otra parte, se entiende una escotadura aplicada en la superficie de una pieza de trabajo que comprende una primera extensión a lo largo de una dirección que es esencialmente superior a una segunda extensión en otra dirección, dispuesta perpendicularmente sobre la primera dirección, asendiendo la primera extensión en particular a un múltiple de la segunda extensión. Una ranura presenta particularmente una longitud que es superior a su anchura. De modo preferible, una ranura comprende un fondo.

25 En lo que se refiere a un eje central de la herramienta de fresado, se entiende un eje con respecto al cual la herramienta de fresado presenta una simetría giratoria en particular múltiple, en la cual el eje central representa al mismo tiempo un eje alrededor del cual la herramienta de fresado es girada según el uso previsto durante el fresado.

Con respecto a una cara frontal, se entiende un lado de la herramienta de fresado que, durante el fresado, está orientado hacia una pieza de trabajo a ser procesada y que, en la operación de fresado, procesa opcionalmente en particular el fondo de una escotadura que se está generando en la pieza de trabajo.

30 En lo que se refiere a una cuchilla geoméricamente definida, se entiende particularmente una cuchilla que está realizada en forma de borde de filo y presenta una forma y/o extensión geométrica definida, en particular demarcándose de una cuchilla geoméricamente indefinida, tal como está realizada por ejemplo en un grano abrasivo.

35 En lo que se refiere a una dirección axial, se entiende generalmente una dirección que se extiende en paralelo al eje central. Con respecto a una dirección radial, se entiende una dirección que se encuentra perpendicularmente sobre el eje central e intersecta el eje central. En lo que se refiere a una dirección circunferencial, se entiende una dirección que rodea el eje central – particularmente de modo concéntrico.

40 El hecho de que las primeras partes de la cuchilla están realizadas de modo ascendiente hacia el eje central, significa en particular que las mismas ascienden durante su recorrido radialmente hacia el interior, hacia el eje central, en una dirección axial, es decir, están inclinadas en dirección de la pieza de trabajo, en caso de la disposición prevista de la herramienta de fresado con respecto a una pieza de trabajo. Por lo tanto, las primeras partes de cuchilla ascendientes configuran una elevación, es decir, el punto de centrado.

45 El hecho de que éste está en retroceso en dirección axial, en comparación con un punto axialmente más extremo de las por lo menos dos primeras cuchillas frontales, significa en particular que – visto a lo largo del eje central – en caso de una disposición prevista de la herramienta de fresado, está situado, con respecto a una pieza de trabajo, más lejos de una superficie de pieza de trabajo que el punto axialmente más extremo de las al menos dos primeras cuchillas frontales. En este sentido, preferiblemente el punto axialmente más extremo de las al menos dos primeras cuchillas frontales representa en particular un punto que sobresale en el cuerpo de base de la herramienta de fresado axialmente más lejos en dirección hacia una pieza de trabajo a ser procesada. En particular, preferiblemente el punto de centrado está situado en retroceso axial con su punto localmente más elevado, en comparación con el punto axialmente más extremo de las al menos dos primeras cuchillas frontales. De este modo, la herramienta de fresado comprende preferiblemente una escotadura o muesca en la cara frontal, en la cual el punto de centrado está dispuesto, en un cierto sentido de modo hundido.

60 De manera preferente, el punto de centrado está en retroceso en dirección axial comparado con una línea circunferencial axialmente más extrema del cuerpo de base. En este sentido es posible que el punto axialmente más extremo de las dos primeras cuchillas frontales está situado sobre la línea circunferencial axialmente más extrema del cuerpo de base.

65 Preferiblemente, la cara frontal de la herramienta de fresado está realizada de forma cóncava en su totalidad, y comprende la escotadura o muesca anteriormente ya mencionada, en la cual el punto de centrado está dispuesto, particularmente de modo prácticamente hundido.

De modo preferible, la herramienta de fresado comprende una parte de vástago con la cual puede ser sujeta por ejemplo en el mandril de una máquina-herramienta. En este caso, el concepto de "ascendiente" se refiere particularmente a una dirección que se aleja de la parte de vástago y se orienta hacia la cara frontal, mientras que el concepto de "en retroceso" se refiere en particular a una dirección alejada con respecto a la cara frontal y orientada hacia la parte de vástago.

De modo preferible, las primeras cuchillas frontales comprenden en cada caso una segunda parte de cuchilla que está dispuesta radialmente en el exterior de las primeras partes de cuchilla, es decir, más lejos en dirección hacia un perímetro exterior del cuerpo de base. Por lo tanto, las primeras partes de cuchilla, comparadas con las segundas partes de cuchilla, están dispuestas radialmente en el interior, mientras que las segundas partes de cuchilla están dispuestas radialmente en el exterior, con respecto a las primeras partes de cuchilla.

Preferiblemente, las primeras partes de cuchilla se extienden radialmente hasta la altura del eje central, a saber, hasta un centro de la herramienta de fresado.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que las segundas partes de cuchilla, apartadas del eje central, de las primeras cuchillas frontales ascienden en dirección hacia una línea circunferencial virtual del cuerpo de base. Ello significa a la inversa que las segundas partes de cuchilla están realizadas de forma descendiente hacia el eje central. Ello resulta – conjuntamente con el recorrido ascendiente hacia el eje central de las primeras partes de cuchilla – globalmente en una forma de realización cóncava de la cara frontal, en la cual la escotadura o muesca en la cual está dispuesto el punto de centrado, es formada por el recorrido, descendiente en dirección hacia el eje central, de las segundas partes de cuchilla. En el transcurso radial de las primeras cuchillas frontales se genera en particular – visto en dirección axial – un mínimo en una zona de transición entre las primeras partes de cuchilla y las segundas partes de cuchilla, en el cual las mismas regresan preferiblemente – visto en dirección radial hacia el eje central – del recorrido descendiente de las segundas partes de cuchilla y vuelven a ascender en dirección del eje central en la región de las primeras partes de cuchilla.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que las segundas partes de cuchilla ascienden en forma de arco de modo convexo en la dirección hacia la línea circunferencial virtual. En este sentido, preferiblemente un ángulo encerrado por las segundas partes de cuchilla con el eje central se vuelve cada vez más pequeño en dirección hacia el eje central. Por lo tanto se da un recorrido de cuchilla curvado en forma de arco lo que provoca una interrupción de la formación de virutas, particularmente en caso de una inmersión oblicua, es decir, el mecanizado en rampa, y de este modo genera virutas cortas que puede ser evacuadas fácilmente. De esta manera se puede evitar una acumulación de virutas. Adicionalmente, los ángulos de corte de la herramienta de fresado pueden ser realizados de manera muy estable, frente a un rectificado hueco convencional de la cara frontal con unos recorridos de cuchilla rectos, ya que el recorrido en forma de arco permite un peralte – medido en una dirección axial – de las cuchillas frontales en la región de los ángulos de corte, en comparación con una geometría lineal.

De manera preferente, el punto de centrado se encuentra en retroceso – visto en una dirección axial – también con respecto a los ángulos de corte de las primeras cuchillas frontales, preferiblemente con respecto a los ángulos de corte de todas las cuchillas frontales de la herramienta de fresado. En este sentido, los ángulos de corte son particularmente los puntos o las regiones radialmente más extremos, es decir, aquellos que están lo más alejados del eje central, de las cuchillas frontales. Es posible que los ángulos de corte formen o representen al mismo tiempo los puntos axialmente más extremos de las cuchillas frontales. Sin embargo, también es posible que los puntos axialmente más extremos de las cuchillas frontales – vistos en una dirección radial – estén dispuestos de manera dislocada con respecto al eje central, comparados con los ángulos de corte, de tal manera que las cuchillas frontales caen en las segundas partes de cuchilla por secciones – visto desde sus puntos axialmente más extremos – en dirección hacia los ángulos de corte.

De manera preferente, las primeras cuchillas frontales están realizadas particularmente en la región de las segundas partes de cuchilla – pero de manera especialmente preferente en su totalidad – al menos por secciones de tal manera que su ángulo de ajuste se vuelve cada vez más pequeño en dirección del eje central, aquí en particular un ángulo entre una tangente en un punto sobre una cuchilla frontal y una línea de diámetro de la herramienta de fresado a través del mismo punto, en dirección hacia el eje central. De este modo se proporciona, visto también en una vista en planta sobre la cara frontal, por lo menos por secciones, un recorrido preferiblemente en forma de arco de las primeras cuchillas frontales.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que las primeras cuchillas frontales pasan a través de un mínimo en una zona de transición entre las primeras partes de cuchilla y las segundas partes de cuchilla – visto en una dirección radial. Ello ha sido descrito ya con anterioridad, facilitando esta forma de realización una geometría globalmente cóncava de la cara frontal, pudiendo el punto de centrado estar dispuesto en una escotadura o una muesca.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que a las primeras partes de cuchilla de las primeras cuchillas frontales están asociadas unas primeras superficies de corte. A las segundas partes de cuchilla de las primeras cuchillas frontales están asociadas segundas superficies de corte. En particular, a una pri-

5 mera parte de cuchilla está asociada una primera superficie de corte, estando asociada a una segunda parte de  
 10 cuchilla una segunda superficie de corte. Las primeras superficies de corte y las segundas superficies de corte de  
 una primera cuchilla frontal encierran al menos por secciones un ángulo diferente de 0° las unas con las otras. Por lo  
 tanto, están particularmente inclinadas de modo diferente. Es decir, en caso de que en particular una primera cuchi-  
 15 lla frontal de las dos primeras cuchillas frontales comprende una primera parte de cuchilla con una primera superficie  
 de corte y una segunda parte de cuchilla con una segunda superficie de corte, esta primera superficie de corte y esta  
 segunda superficie de corte encierran al menos por secciones un ángulo diferente de 0° la una con la otra. Ello se  
 aplica de una manera igualmente preferente también para una segunda primera cuchilla frontal de las como mínimo  
 20 dos primeras cuchillas frontales. De modo especialmente preferente, ello se aplica a cada primera cuchilla frontal de  
 la herramienta de fresado. Dicha forma de realización geométrica es causada de manera preferente particularmente  
 por el hecho de que las primeras superficies de corte y las segundas superficies de corte son formadas por unas  
 formaciones de punta independientes las unas de las otras. De manera especialmente preferente está previsto que  
 el punto de centrado es formado con las primeras superficies de corte por una formación de punta similar a un tala-  
 25 dro, en la cual las segundas superficies de corte de las segundas partes de cuchilla son generadas por unas puntas  
 independientes, separadas de las mismas. De modo preferible, el punto de centrado corresponde a las puntas de  
 fresa generalmente conocidas y comprobadas con respecto a su efecto estabilizante y sus características de centra-  
 do.

20 De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que al menos una segunda parte de  
 cuchilla de las segundas partes de cuchilla de las primeras cuchillas frontales – en una vista en planta sobre la cara  
 frontal – presenta una posición inferior al centro. Ésta, por lo tanto, se encuentra en retroceso – visto en la dirección  
 25 circunferencial – particularmente en comparación con una línea virtual de diámetro de la herramienta de fresado que  
 se extiende esencialmente en paralelo al recorrido de la segunda parte de cuchilla, contrariamente a una dirección  
 de giro según lo provisto de la herramienta de fresado. La posición inferior al centro facilita – particularmente en  
 comparación con la posición anterior al centro prevista en el estado de la técnica – un paso libre ampliado lo que  
 representa una condición sustancial para alcanzar unos valores de avance elevados para la herramienta de fresado.  
 De manera preferente, todas las segundas partes de cuchilla de las primeras cuchillas frontales presentan dicha  
 posición inferior al centro.

30 De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención está previsto que la posición inferior al centro  
 asciende a por lo menos 0,2 % hasta un máximo de 2 %, preferiblemente desde un mínimo de 0,5 % hasta un má-  
 ximo de 1,5 % del diámetro de la herramienta de fresado – medida particularmente como diámetro de un círculo de  
 vuelo de los ángulos de corte - en la región de la cara frontal.

35 De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que al menos una de las como míni-  
 mo dos primeras cuchillas frontales se transforma en una cuchilla circunferencial dispuesta en un perímetro del  
 cuerpo de base. Por lo tanto, preferiblemente, a dicha primera cuchilla frontal está asociada una cuchilla circunferen-  
 cial en la cual ésta se transforma, en particular en la región de un ángulo de corte. La cuchilla circunferencial está  
 40 realizada particularmente en forma de unas cuchillas geoméricamente definidas. Preferentemente, a cada primera  
 cuchilla frontal está asociada de manera correspondente una cuchilla circunferencial.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que la como mínimo una primera  
 45 cuchilla frontal se transforma a través de un recorrido en forma de arco en la cuchilla circunferencial asociada a ella.  
 De modo preferible, cada primera cuchilla frontal presenta un recorrido en forma de arco en la región de la transición  
 hacia la cuchilla circunferencial asociada a la misma. En este sentido, un recorrido en forma de arco es particular-  
 mente un recorrido curvado. De manera preferente, las primeras cuchillas frontales y las cuchillas periféricas asocia-  
 das a ellas comprenden en cada caso un borde de cuchilla continuo que se transforma de modo ininterumpido a lo  
 largo de la cuchilla frontal a través de la zona de transición en la cuchilla circunferencial y se extiende allí a lo largo  
 50 de la cuchilla circunferencial. En este sentido, el borde de cuchilla presenta un recorrido curvado en la zona de tran-  
 sición entre la cuchilla frontal y la cuchilla circunferencial. En particular, en la zona de transición, entre la cuchilla  
 frontal y la cuchilla circunferencial, está previsto por lo menos un radio. Cabe la posibilidad de que esté prevista una  
 pluralidad de radios en la zona de transición. En particular es posible que un recorrido de radio está previsto de tal  
 manera que el recorrido de curvatura del bode de cuchilla se modifica – preferiblemente de modo continuo – en la  
 55 zona de transición. El recorrido curvado de los bordes de cuchilla en la región de los ángulos de corte conduce a una  
 mejora adicional de la estabilidad de base, ya elevada, de los ángulos de corte, que es lograda particularmente a  
 través del recorrido convexo en forma de arco de las segundas partes de cuchilla.

60 Un punto más elevado del punto de centrado se encuentra de manera preferente axialmente en retroceso, particu-  
 larmente con respecto a un punto axialmente más elevado de la zona de transición entre una primera cuchilla frontal  
 y la cuchilla circunferencial asociada a ella.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que más de dos cuchillas periféricas  
 65 están dispuestas en el perímetro del cuerpo de base. En un principio es posible que a cada cuchilla circunferencial  
 está asociada una primera cuchilla frontal.

5 Sin embargo, también se prefiere una forma de realización en la cual está previsto que en la cara frontal del cuerpo de base está provista al menos una segunda cuchilla frontal geoméricamente definida que se transforma en una de las cuchillas periféricas, terminando la como mínimo una segunda cuchilla frontal en una segunda parte de cuchilla. Ello significa en particular que la segunda cuchilla frontal termina antes de alcanzar la región radialmente interior de las primeras partes de cuchilla de las como mínimo dos primeras cuchillas frontales. Es decir, particularmente no comprende una primera parte de cuchilla sino únicamente una segunda parte de cuchilla radialmente exterior. Dicho en otras palabras, ello significa en particular que no todas las cuchillas periféricas de la herramienta de fresado, después de su transición en una cuchilla frontal, son llevadas hasta el centro de la herramienta de fresado. Ello tiene la ventaja de que queda más espacio disponible para las virutas arrancadas por las cuchillas frontales – particularmente en caso de un fresado profundo – en la región de la cara frontal. Al mismo tiempo la herramienta de fresado – tal como está previsto habitualmente en las aplicaciones de fresado – puede presentar una cantidad de cuchillas periféricas que es considerablemente más elevada de dos, sin que ello, en la región de la cara frontal, provoque que exista demasiado poco espacio para las virutas arrancadas allí.

15 De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que la herramienta de fresado comprende por lo menos cuatro cuchillas periféricas y exactamente dos primeras cuchillas frontales. También cabe la posibilidad de que la herramienta de fresado comprende por lo menos cuatro cuchillas periféricas y exactamente tres primeras cuchillas frontales. Tal como ya ha sido descrito, de manera preferente cada cuchilla circunferencial de la herramienta de fresado se transforma en una cuchilla frontal, estando, sin embargo, no todas las cuchillas frontales realizadas en forma de primeras cuchillas frontales, sino más bien una cantidad determinada de cuchillas frontales puede estar realizada como segundas cuchillas frontales, comprendiendo las segundas cuchillas frontales ninguna primera parte de cuchilla, sino terminando más bien en la segunda parte de cuchilla. Es solamente una selección secundaria de todas las cuchillas frontales asociadas respectivamente a una cuchilla circunferencial que es guiada entonces hasta el centro de la herramienta de fresado y comprende una primera parte de cuchilla, es decir, está realizada en forma de primera cuchilla frontal.

30 Especialmente preferido es un ejemplo de realización de la herramienta de fresado, en el cual están previstas exactamente cuatro cuchillas periféricas. También se prefiere un ejemplo de realización de la herramienta de fresado en el cual están previstas exactamente cinco cuchillas periféricas. Igualmente es preferente un ejemplo de realización de la herramienta de fresado en el cual están previstas exactamente seis cuchillas periféricas. En particular, se prefiere un ejemplo de realización de la herramienta de fresado en el cual están previstas exactamente cuatro cuchillas periféricas, comprendiendo la herramienta de fresado exactamente dos primeras cuchillas frontales. Cada una de las cuatro cuchillas periféricas se transforma en una cuchilla frontal, entre las cuales, sin embargo, solamente dos cuchillas frontales están realizadas en forma de primeras cuchillas frontales. Las dos cuchillas frontales restantes están realizadas entonces como segundas cuchillas frontales. También es preferido un ejemplo de realización de la herramienta de fresado, en el cual están previstas exactamente cinco cuchillas periféricas, estando previstas exactamente dos primeras cuchillas frontales. En este caso, de modo correspondiente, están previstas tres segundas cuchillas frontales. También se prefiere un ejemplo de realización de la herramienta de fresado, en el cual están previstas exactamente seis cuchillas periféricas. En dicho ejemplo de realización están previstas exactamente tres primeras cuchillas frontales, de tal modo que las tres cuchillas frontales restantes están configuradas como segundas cuchillas frontales. Se prefiere igualmente un ejemplo de realización de la herramienta de fresado en el cual están previstas exactamente tres cuchillas periféricas, estando asociada a cada cuchilla circunferencial una primera cuchilla frontal, de tal manera que están previstas exactamente tres primeras cuchillas frontales, comprendiendo la herramienta de fresado ninguna segunda cuchilla frontal.

45 Tal como ya se ha descrito, de modo preferente cada cuchilla circunferencial se transforma en una cuchilla frontal, en la cual, preferiblemente, cada transición desde una cuchilla circunferencial hacia una cuchilla frontal – o de modo inverso, desde una cuchilla frontal hacia una cuchilla circunferencial – presenta un recorrido en forma de arco y en particular al menos un radio en la transición. Ello se aplica con independencia del hecho si la cuchilla frontal asociada a una cuchilla circunferencial está realizada como primera cuchilla frontal o como segunda cuchilla frontal.

50 De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que al menos una de las primeras partes de cuchilla de las como mínimo dos primeras cuchillas frontales, preferiblemente todas las primeras partes de cuchilla – en una vista en planta – presenta o presentan una posición anterior al centro. De acuerdo con ello, por lo tanto, particularmente una primera parte de cuchilla de las primeras cuchillas frontales, que forman el punto de centrado, presenta una posición anterior al centro. Por lo tanto, está en avance – visto en la dirección de giro de la herramienta de fresado – con respecto a una línea de diámetro de la herramienta de fresado orientada al menos esencialmente en paralelo a la primera parte de cuchilla. Ello se muestra ser favorable para las características de arranque de viruta de la herramienta de fresado en la región del punto de centrado, particularmente durante el fresado profundo.

60 La posición anterior al centro de la como mínimo una parte de cuchilla preferiblemente va desde un mínimo de 0,5 % hasta un máximo de 4 %, de modo especialmente preferible desde un mínimo de 1 % hasta un máximo de 3 % del diámetro de la herramienta de fresado en la región de la cara frontal, en particular del diámetro de un círculo de vuelo definido por los ángulos de corte.

65

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que a las cuchillas frontales – en particular tanto a las primeras cuchillas frontales como a las segundas cuchillas frontales – está asociada respectivamente una ranura receptora de virutas, en la cual una sección transversal – medida perpendicularmente con respecto al eje central – de al menos una de las ranuras de viruta – preferiblemente de todas las ranuras de viruta – es mayor en la región de la cara frontal que en una región apartada de la cara frontal de la herramienta de fresado. Una región apartada de la cara frontal de la herramienta de fresado es en particular una región orientada hacia la parte de vástago de la herramienta de fresado. Debido al hecho que las ranuras de viruta preferiblemente están realizadas más grandes en la región de la cara frontal que en la región apartada de la cara frontal, éstas pueden absorber y evacuar – en particular durante el fresado profundo – más fácilmente las virutas arrancadas allí, sin que se deba temer una acumulación de virutas. En este sentido cabe la posibilidad particularmente de configurar la sección transversal de las ranuras de viruta mayor en la región de la cara frontal que es el caso de las herramientas de fresado convencionales.

Cabe la posibilidad de que la sección transversal de las ranuras de viruta presenta, en el curso de las mismas desde la región de la cara frontal hasta la región apartada de la cara frontal, un recorrido discontinuo y/o no diferenciable, en particular un escalón o un repliegue. De modo especialmente preferente, la sección transversal disminuye con una distancia creciente con respecto a la cara frontal, a saber, presenta un transcurso de sección transversal dependiente de la distancia con respecto a la cara frontal, que puede ser realizado de forma escalonada, pero de manera especialmente preferible de forma continua. En particular, preferiblemente, la sección transversal disminuye continuamente con la distancia con respecto a la cara frontal. Dicho transcurso de sección transversal de las ranuras de viruta se conoce también como aumento de núcleo.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que las cuchillas periféricas están dispuestas en el cuerpo de base con ángulos de división desiguales. Ello significa que las cuchillas periféricas – vistas en una dirección circunferencial – presentan unas distancias de ángulo diferentes entre ellas, es decir, no están repartidas de modo simétrico a lo largo del perímetro. De esta manera es posible amortiguar, preferiblemente evitar, las vibraciones y traqueteos durante el procesamiento de fresado.

De acuerdo con una forma de realización ulterior de la invención está previsto que por lo menos dos de las cuchillas periféricas presentan unos ángulos de torsión desiguales. De modo preferente, las cuchillas periféricas se extienden a lo largo de unas líneas hélice con un ángulo de torsión determinado, siendo dicho ángulo de torsión elegido de manera diferente para al menos dos de las cuchillas periféricas. Cabe la posibilidad de que más de dos cuchillas periféricas presentan unos ángulos de torsión desiguales. En particular es posible que no haya dos cuchillas periféricas que presenten el mismo ángulo de torsión, en cuyo caso particularmente todos los ángulos de torsión de las cuchillas periféricas son desiguales en pares. La selección de ángulos de torsión desiguales para las cuchillas periféricas permite también realizar una amortiguación o incluso prevención de vibraciones y traqueteos durante el procesamiento de fresado.

Se hace hincapié en que, de acuerdo con una forma de realización preferente de la herramienta de fresado, las segundas cuchillas frontales están realizadas al menos con respecto a una característica, preferiblemente con respecto a todas las características descritas con anterioridad, de tal modo como ello ha sido descrito para las primeras cuchillas frontales en lo que se refiere a la segunda parte de cuchilla. Ello se aplica de manera muy especial a la subida, extendiéndose de modo convexo en forma de arco, hacia la línea circunferencial virtual del cuerpo de base, y también al ángulo de ajuste que disminuye continuamente hacia el eje central y que – en una vista en planta sobre la cara frontal – lleva a un recorrido en forma de arco, al menos por secciones, de las segundas cuchillas frontales. De manera especialmente preferida, también las segundas cuchillas frontales presentan una posición inferior al centro.

Con respecto a un procesamiento de fresado, por otra parte se entiende en particular el procesamiento de una pieza de trabajo, en el cual la herramienta de fresado es girada alrededor de su eje central y es desplazada con respecto a la pieza de trabajo perpendicularmente a su eje central. En este sentido no tiene importancia si la herramienta de fresado es desplazada mientras que la pieza de trabajo está dispuesta de manera estacionaria, o si tanto la herramienta de fresado como la pieza de trabajo son desplazadas perpendicularmente con respecto al eje central. Todas estas combinaciones de desplazamiento son posibles. Finalmente, lo importante es solamente que se realice un desplazamiento relativo entre la pieza de trabajo y la herramienta de fresado que se extiende perpendicularmente con respecto al eje central de la herramienta de fresado. En este sentido, la inmersión inicial de la herramienta de fresado en la pieza de trabajo – sea mediante fresado profundo, a través de un mecanizado en rampa, o de otra manera apropiada – sirve para llevar la herramienta de fresado hacia una posición de procesamiento adecuada para el procesamiento de fresado subsiguiente, para realizar por ejemplo un bolsillo o una ventana en la pieza de trabajo. El propio procesamiento de fresado es efectuado entonces, de modo preferente, sin desplazamiento axial de la herramienta de fresado con respecto a la pieza de trabajo, sino más bien exclusivamente a través del desplazamiento relativo descrito, perpendicularmente con respecto al eje central. Ello diferencia el procesamiento de fresado particularmente de un procesamiento de taladro. La herramienta de fresado, propuesta en la presente, está concebida específicamente en particular para el procesamiento de fresado de piezas de trabajo.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda del dibujo. Muestran:

Figura 1 una vista lateral esquemática de un primer ejemplo de realización de una herramienta de fresado;

Figura 2 eine vista en perspectiva del primer ejemplo de realización según la figura 1;

Figura 3 una vista en planta del lado frontal sobre el ejemplo de realización según las figuras 1 y 2;

Figura 4 una vista lateral de un segundo ejemplo de realización de la herramienta de fresado;

Figura 5 una vista en perspectiva del segundo ejemplo de realización según la figura 4, y

Figura 6 una vista en planta del lado frontal sobre el segundo ejemplo de realización según las figuras 4 y 5.

Fig. 1 muestra una vista lateral de un primer ejemplo de realización de una herramienta de fresado 1, que está configurada específicamente para un procesamiento de fresado y en particular para el fresado de bolsillos. La herramienta de fresado 1 comprende un cuerpo de base 3 así como un eje central M, además una cara frontal 5 que, en un procesamiento de fresado de una pieza de trabajo, según lo provisto está orientada hacia la pieza de trabajo. De modo apartado de la cara frontal 5 – visto a lo largo del eje central M – el cuerpo de base 3 comprende una parte de vástago 7 que está concebida en particular para la sujeción de la herramienta de fresado 1 en una máquina-herramienta, particularmente en un mandril de sujeción.

La herramienta de fresado 1 comprende en su cara frontal 5 al menos dos, aquí exactamente dos primeras cuchillas frontales 9 definidas geoméricamente, estando en la ilustración según la figura 1 solamente representada una primera primera cuchilla frontal 9, estando la segunda primera cuchilla frontal 9 escondida. A partir de la perspectiva del observador de la figura 1, y por lo tanto representada en la figura 1, se puede ver una primera segunda cuchilla frontal 11, presentando el ejemplo de realización, representado aquí, de la herramienta de fresado 1 exactamente dos segundas cuchillas frontales 11, la segunda segunda cuchilla frontal 11 de las cuales, sin embargo, no está representada en la figura 1, sino está escondida. También las segundas cuchillas frontales 11 están realizadas en forma de cuchillas geoméricamente definidas.

Las primeras cuchillas frontales 9 comprenden en cada caso una primera parte de cuchilla 13, orientada hacia el eje central M, que está realizada de forma ascendiente en dirección del eje central M, es decir, está orientada radialmente hacia el interior, visto en dirección del eje central M, alejándose de la parte de vástago 7. De esta manera, en la cara frontal 5 está configurado un punto de centrado 15. Dicho punto de centrado 15 corresponde en su forma de realización particularmente a una punta de fresa y, de modo preferente, está generado por una parte puntiaguda, similar a una fresa, en la herramienta de fresado 1. Sin embargo, a diferencia de una herramienta de taladro, el punto de centrado 15 está en retroceso, con respecto a un punto axialmente más extremo 17 de la cara frontal 5 – visto en dirección axial -, es decir, en comparación con este punto axialmente más extremo 17, está situado más cerca a la parte de vástago 7. De modo preferible, la cara frontal 5 no solamente comprende un punto axialmente más extremo 17, sino, de modo preferente, en cada cuchilla 9, 11 está previsto un punto axialmente más extremo 17, dispuesto particularmente a la misma altura axial, conectando una línea circunferencial virtual dichos puntos axialmente más extremos 17. En particular, el punto de centrado 15 está en retroceso comparado con dicha línea circunferencial virtual. Adicionalmente, el punto de centrado 15 está en retroceso axial, de manera preferible, también con respecto a los ángulos de corte 19 de las cuchillas frontales 9, 11. En particular, preferiblemente un punto más alto 21 del punto de centrado 15 está en retroceso axial con respecto al punto axialmente más extremo 17 y preferiblemente también con respecto a los ángulos de corte 19. De esta manera se asegura que el punto de centrado 15, durante el propio procesamiento de fresado y opcionalmente también durante una inmersión oblicua, particularmente un mecanizado en rampa, no se acopla con el material de una pieza de trabajo. Más bien, de manera preferida, el punto de centrado 15, en particular durante la inmersión vertical a lo largo del eje central M, particularmente durante el fresado profundo, es acoplado con el material procesado de una pieza de trabajo, para poder arrancar virutas de la misma también en el centro de la herramienta de fresado 1.

Gracias al punto de centrado 15, la herramienta de fresado 1 está adecuada para la inmersión en una pieza de trabajo, también bajo unos ángulos de inmersión muy agudos y en particular para el fresado profundo, en el cual el punto de centrado 15 confiere a la herramienta de fresado 1 una estabilidad elevada y unas características de centrado muy buenas. Además, las virutas en la región del punto de centrado 15 se forman y se rompen de manera muy favorable, de modo que pueden ser evacuadas sin problemas hacia el exterior de esta región. En este sentido no existe el riesgo de una acumulación de virutas y con ello de una rotura de las cuchillas frontales 9, 11 o incluso de la entera herramienta de fresado 1.

Observando la figura 1 se hace también manifiesto que la cara frontal 5 en su totalidad está realizada en forma cóncava y comprende una escotadura o muesca en la cual está dispuesto el punto de centrado 15.

Ademas, considerando la figura 1, también se hace manifiesto que la primera parte de cuchilla 13 se extiende – visto en dirección radial – hasta la altura del eje central M. Las primeras cuchillas frontales 9 comprenden en cada caso una segunda parte de cuchilla 23, apartada del eje central M, que asciende en la dirección de una línea circunferen-

5 cial virtual del cuerpo de base 3. Ello significa de modo inverso que la segunda parte de cuchilla 23 desciende en dirección hacia el eje central M. En particular, la segunda parte de cuchilla 23 se extiende – visto en dirección radial hacia el eje central M – en la dirección de la parte de vástago 7. En particular, la segunda parte de cuchilla 23 asciende en forma de arco, de modo convexo, en dirección de la línea circunferencial virtual del cuerpo de base, es decir, presenta un recorrido curvado. En particular, se desprende de ello la forma de realización globalmente cóncava de la cara frontal 5 con la muesca en la cual está dispuesto el punto de centrado 15. El recorrido en forma de arco de la segunda parte de cuchilla 23 lleva también al hecho de que la región de los ángulos de corte 19 puede comprender más material que en un recorrido linealmente ascendente, ya que en la región de los ángulos de corte 19 se produce en cierto sentido un desnivel de la segunda parte de cuchilla 23 por la curvatura en forma de arco. Por lo tanto, los ángulos de corte 19 pueden presentar una estabilidad elevada que puede aumentar aun más por unos radios adicionales de los ángulos de corte 19. El recorrido convexo en forma de arco de las segundas partes de cuchilla 23 tiene además la ventaja de que se produce una interrupción de la formación de virutas, en particular durante la inmersión oblicua, y especialmente durante el mecanizado en rampa, de modo que se generan virutas cortas.

10 También las segundas cuchillas frontales 11 presentan preferiblemente un recorrido correspondiente, convexo en forma de arco, que asciende en dirección de una línea circunferencial virtual del cuerpo de base 3. En este sentido, en el contexto de las segundas cuchillas frontales 11, particularmente con respecto a la formación de virutas y la forma de realización estable de los ángulos de corte 19, se realizan las mismas ventajas que han sido descritas con anterioridad para las primeras cuchillas frontales 9.

15 Las primeras cuchillas frontales 9 pasan en una zona de transición entre la primera parte de cuchilla 13 y la segunda parte de cuchilla 23 – visto en dirección radial – a través de un mínimo 25. En el mínimo 25 se invierte en particular el recorrido de las primeras cuchillas frontales 9, en el cual las mismas descienden en la región de la segunda parte de cuchilla 23 hacia el eje central M y ascienden en la primera parte de cuchilla 13 hacia el eje central M. En particular los mínimos 25 de las primeras cuchillas frontales 9 forman la muesca en la cual está dispuesto el punto de centrado 15.

20 Fig. 2 representa una vista en perspectiva del primer ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1 de acuerdo con la figura 1. Los elementos idénticos y de funciones idénticas están provistos de los mismos números de referencia, de tal modo que, en este sentido, se hace referencia a la descripción anterior. En la figura 2 está representado que a la primera parte de cuchilla 13 de cada primera cuchilla frontal 9 está asociada una primera superficie de corte 27, estando asociada a la segunda parte de cuchilla 23 una segunda superficie de corte 29. En este caso, la primera superficie de corte 28 y la segunda superficie de corte 29 encierran al menos por secciones un ángulo entre ellas que es diferente de  $0^\circ$ . En particular, la primera superficie de corte 27 y la segunda superficie de corte 29 están fabricadas la una con independencia de la otra a través de partes puntiagudas separadas. También se muestra que la segunda superficie de corte 29 en el ejemplo de realización representado aquí comprende dos regiones de superficies de corte, a saber, una primera región de superficies de corte 29.1 y una segunda región de superficies de corte 29.2. En este sentido, particularmente la primera región de superficies de corte 29.1 de la segunda superficie de corte 29 así como la primera superficie de corte 27 están creadas en cada caso por una parte puntiaguda, estando provistas dichas partes puntiagudas de manera independiente entre ellas.

25 Observando la figura 2 se muestra también que las segundas cuchillas frontales 11 solamente comprenden la segunda parte de cuchilla 23, pero no la primera parte de cuchilla. En particular, las segundas cuchillas frontales 11 terminan en la segunda parte de cuchilla 23 y, por lo tanto, no son guiadas hasta el centro de la herramienta de fresado 1. De esta manera, el punto de centrado 15 es formado exclusivamente por las primeras cuchillas frontales 9. De este modo se crea más espacio en el centro de la cara frontal 5 para las virutas que se generan allí.

30 Las cuchillas frontales 9, 11 se transforman aquí respectivamente en unas cuchillas circunferenciales 31 dispuestas en el perímetro del cuerpo de base 3. En este sentido está previsto particularmente un recorrido en forma de arco para la transición en la zona de los ángulos de corte 19, es decir, un recorrido curvado, que comprende por lo menos un radio. Ello lleva a una estabilidad aumentada en la región de los ángulos de corte 19.

35 A través de la figura 2 se muestra también que a cada cuchilla circunferencial 31 está asociada una cuchilla frontal 9, 11. Sin embargo, aquí no está asociada a cada cuchilla circunferencial una primera cuchilla frontal 9, sino más bien a dos cuchillas periféricas 31 está asociada respectivamente una primera cuchilla frontal 9, mientras que a las dos demás cuchillas periféricas 31 está asociada en cada caso una segunda cuchilla frontal 11. El resultado es que no todas las cuchillas periféricas 31 son guiadas del lado frontal a través de unas cuchillas frontales hasta el centro de la herramienta de fresado 1. Más bien, algunas de las cuchillas periféricas 31, aquí exactamente dos de ellas, terminan en una cuchilla frontal radial fuera del centro de la herramienta de fresado 1.

40 Se puede reconocer claramente que el primer ejemplo de realización representado aquí presenta exactamente cuatro cuchillas periféricas 31 y exactamente dos primeras cuchillas frontales 9. De modo correspondiente, este ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1 comprende exactamente dos segundas cuchillas frontales 11.

A cada cuchilla frontal 9, 11 está asociada respectivamente una ranura de viruta 33. Las ranuras de viruta 33 presentan una sección transversal – medida en un plano sobre el cual se encuentra perpendicularmente el eje central M – que es mayor en la región de la cara frontal 5 que en una región, apartada de la cara frontal y orientada en particular hacia la parte de vástago 7, de la herramienta de fresado 1. De manera preferente, las ranuras de viruta 33 presentan un recorrido continuo de sección transversal, en el cual la sección transversal disminuye de modo continuo con una distancia creciente con respecto a la cara frontal 5. De esta manera es posible en particular configurar las ranuras de viruta 33 en la región de la cara frontal 5 más grandes de lo que es el caso para las herramientas de fresado convencionales, de manera que aquí, particularmente durante la inmersión empinada, y muy especialmente durante el fresado profundo, es posible recibir y evacuar virutas de manera eficiente, sin que se produzca el riesgo de una acumulación de virutas y de una rotura de las cuchillas frontales 9, 11 y/o de la herramienta de fresado 1. Dicho transcurso de la sección transversal de las ranuras de viruta se conoce también como aumento de núcleo.

Se muestra adicionalmente que las ranuras de viruta 33 presentan un recorrido en forma de hélice o en forma de espiral. De manera correspondiente, también las cuchillas periféricas 31 presentan un recorrido en forma de hélice o en forma de espiral. En este sentido, preferiblemente está previsto que al menos dos de las cuchillas periféricas 31 presentan unos ángulos de torsión desiguales. De manera especialmente preferente, todas las cuchillas periféricas 31 presentan diferentes ángulos de torsión en pares.

De modo preferible, adicionalmente está previsto que las cuchillas periféricas 31 están dispuestas en el cuerpo de base 3 con unos ángulos de división desiguales. Tanto los ángulos de división desiguales entre las cuchillas periféricas 31 como los ángulos de torsión desiguales causan una amortiguación eficiente de vibraciones y traqueteos en el procesamiento de fresado de una pieza de trabajo.

Fig. 3 muestra una vista en planta sobre la cara frontal 5 del primer ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1 según las figuras 1 y 2. Los elementos idénticos y de funciones idénticas están provistos de los mismos números de referencia, de tal modo que, en este sentido, se hace referencia a la descripción anterior. En la figura 3 está ilustrado particularmente que las segundas partes de cuchilla 23 de las primeras cuchillas frontales 9 – visto en una vista en planta sobre la cara frontal 5 – presentan una posición inferior al centro U, en la cual suceden en particular – visto en la dirección de giro, representada por una flecha P, de la herramienta de fresado 1 alrededor del eje central M – a una línea de diámetro D1 que se extiende esencialmente en paralelo a las segundas partes de cuchilla 23, es decir, están en retroceso con respecto a la línea de diámetro D1, visto en la dirección periférica en contra a la dirección de giro P. De esta manera se genera un aumento de paso libre, por el cual se pueden alcanzar unos valores de avance elevados, en particular durante la inmersión de la herramienta de fresado 1 en el material de la pieza de trabajo procesado, y de modo muy particular durante el fresado profundo.

De manera preferente, la posición inferior al centro U es de al menos 0,2 % hasta un máximo de 2 %, preferiblemente desde un mínimo de 0,5 % hasta un máximo de 1,5 % del diámetro de la herramienta de fresado 1 en la región de la cara frontal 5, siendo el diámetro medido preferiblemente como diámetro de un círculo de vuelo de los ángulos de corte 19.

En cambio, las primeras partes de cuchilla 13 de las primeras cuchillas frontales 9 presentan – visto en una vista en planta sobre la cara frontal 5 – una posición anterior al centro V. En este sentido, ellas están en avance – visto en la dirección de giro P de la herramienta de fresado 1 – a una segunda línea de diámetro D2 que se extiende sustancialmente en paralelo a las primeras partes de cuchilla 13. De manera preferente, la posición anterior al centro es de un mínimo de 0,5 % hasta un máximo de 4 %, preferiblemente desde un mínimo de 1 % hasta un máximo de 3 % del diámetro de la herramienta de fresado 1.

Observando la figura 3 se muestra adicionalmente que las primeras cuchillas frontales 9 – particularmente en la región de las segundas partes de cuchilla 23, pero de modo preferible también en su totalidad- están realizadas al menos por secciones de tal manera que su ángulo de ajuste con respecto al eje central M, aquí particularmente un ángulo entre una tangente a un punto sobre una cuchilla frontal 9 y una línea de diámetro de la herramienta de fresado 1 a través del mismo punto, disminuye de modo continuo hacia el eje central M. De esta manera se observa también en una vista en planta sobre la cara frontal 5, al menos por secciones, un recorrido preferiblemente en forma de arco de las primeras cuchillas frontales 9. Preferiblemente, lo mismo se aplica también a las segundas cuchillas frontales 11.

Fig. 4 muestra una vista lateral de un segundo ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1. Los elementos idénticos y de funciones idénticas están provistos de los mismos números de referencia, de tal modo que, en este sentido, se hace referencia a la descripción anterior. El segundo ejemplo de realización, representado aquí, de la herramienta de fresado 1 comprende exactamente tres primeras cuchillas frontales 9 y ninguna segunda cuchilla frontal. A cada una de las primeras cuchillas frontales 9 está asociada una cuchilla circunferencial 31, transformándose las primeras cuchillas frontales 9 en cada caso a través de un recorrido en forma de arco en la región de los ángulos de corte 19 en las cuchillas periféricas 31. Las cuchillas frontales 9 comprenden respectivamente unas primeras partes de cuchilla 13 que están realizadas de forma ascendiente hacia el eje central M, de tal modo que se conforma el punto de centrado 15. En este sentido, éste es formado aquí por las tres primeras partes de cuchilla 13 de las tres primeras cuchillas frontales 9. También aquí se muestra que el punto de centrado 15 está situado en

retroceso en dirección axial, con respecto a un punto axialmente más extremo 17 de las cuchillas frontales 9. Las primeras cuchillas frontales 9 comprenden también una segunda parte de cuchilla 23, apartado con respecto al eje central M, que asciende en dirección de una línea circunferencial virtual del cuerpo de base 3, en la cual asciende particularmente de modo convexo, en forma de arco, hacia la línea circunferencial virtual. En este caso, las primeras  
 5 cuchillas frontales 9 presentan en una zona de transición entre la primera parte de cuchilla 13 y la segunda parte de cuchilla 23 – visto en una dirección radial – un mínimo 25 que atraviesan.

A las primeras partes de cuchilla 13 están asociadas también aquí unas primeras superficies de corte 27, estando asociadas a las segundas partes de cuchilla 23 segundas superficies de corte 29, en donde las primeras superficies  
 10 de corte 27 y las segundas superficies de corte 29 de cada cuchilla frontal 9 encierran en cada caso, al menos por secciones, particularmente con vista sobre una primera zona de superficies de corte 29.1 de las segundas superficies de corte 29, un ángulo diferente de 0° entre ellas. En este sentido, de modo preferible, también aquí particularmente las segundas superficies de corte 27 por una parte y las primeras regiones de superficies de corte 29.1 de las segundas superficies de corte 29 están formadas por partes puntiagudas independientes.

Fig. 5 muestra una vista en perspectiva del segundo ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1 de acuerdo con la figura 4. Los elementos idénticos y de funciones idénticas están provistos de los mismos números de referencia, de tal modo que, en este sentido, se hace referencia a la descripción anterior. En la figura 5 se puede observar de modo especialmente evidente que este segundo ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1  
 20 comprende exactamente tres primeras cuchillas frontales 9, pero ninguna segunda cuchilla frontal 11. De modo adicional, el ejemplo de realización presenta exactamente tres cuchillas periféricas 31, estando asociada a cada una de las tres primeras cuchillas frontales 9 respectivamente una de las cuchillas periféricas 31 en la cual se transforma la respectiva primera cuchilla frontal 9 – a través de un recorrido en forma de arco – en la región de los ángulos de corte 19. Se puede percibir también claramente que las primeras partes de cuchilla 13 de las tres primeras cuchillas frontales 9 conforman conjuntamente el punto de centrado 15.

Por otra parte, se representan aquí también unas zonas abiertas 35 asociadas a las primeras partes de cuchilla 13 así como unas zonas abiertas 37 asociadas a las segundas partes de cuchilla 23. Evidentemente, también el primer  
 30 ejemplo de realización comprende unas zonas abiertas de acuerdo con las figuras 1 a 3, representadas en la figura 3. También se hace hincapié en el hecho de que, en ambos ejemplos de realización, por supuesto unas zonas abiertas correspondientes 37 están asociadas también a las segundas cuchillas frontales 11.

Fig. 6 representa una vista en planta sobre la cara frontal 5 del segundo ejemplo de realización de la herramienta de fresado 1 de acuerdo con las figuras 4 y 5. Los elementos idénticos y de funciones idénticas están provistos de los  
 35 mismos números de referencia, de tal modo que, en este sentido, se hace referencia a la descripción anterior. Aquí, en particular, está representada la posición inferior al centro U de las segundas partes de cuchilla 23 de las primeras cuchillas frontales 9.

Globalmente se muestra que, con la herramienta de fresado 1 propuesta en la presente es posible realizar un trabajo universal con varias direcciones de avance – en particular desde la inmersión axial, particularmente el así llamado  
 40 fresado profundo, a través de la inmersión oblicua, en particular un así llamado mecanizado en rampa, la inmersión en forma de espiral, el taladro en hélice hasta el fresado convencional, en cada caso con un nivel elevado de potencia. En este sentido, el punto de centrado 15, provisto aquí y situado en retroceso axial, procura una muy buena estabilidad y unas buenisimas características de centrado durante la inmersión axial. Al mismo tiempo se impide un acoplamiento del punto de centrado 15 gracias a la disposición en retroceso axial del mismo durante la inmersión oblicua, particularmente durante el mecanizado en rampa, así como durante el procesamiento de fresado convencional de una pieza de trabajo.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Herramienta de fresado (1) comprendiendo
- un cuerpo de base (3), un eje central (M) y una cara frontal (5), en la cual
  - al menos dos primeras cuchillas frontales (9) definidas geoméricamente, dispuestas en la cara frontal (5) del cuerpo de base (3), presentan respectivamente una primera parte de cuchillas (13) dirigida hacia el eje central (M), caracterizada por el hecho de que
- 10 - las primeras partes de cuchillas (13) de las como mínimo dos primeras cuchillas frontales (9) están formadas de manera ascendiente hacia el eje central (M), de tal modo que forman un punto de centrado (15), y por el hecho de que
- el punto de centrado (15), en comparación con un punto axialmente más extremo (17) de las al menos dos primeras cuchillas frontales (9) está en retroceso en la dirección axial.
- 15 2. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que las primeras cuchillas frontales (9) presentan respectivamente una segunda parte de cuchillas (23) apartada con respecto al eje central (M), que asciende hacia una línea periférica virtual del cuerpo de base (3).
- 20 3. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que las segundas partes de cuchillas (23) ascienden en forma de arco de manera convexa hacia la línea periférica virtual.
- 25 4. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que las primeras cuchillas frontales (9) pasan a través de un mínimo (25) en una zona de transición entre las primeras partes de cuchillas (13) y las segundas partes de cuchillas (23).
- 30 5. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que a las primeras partes de cuchillas (13) están asociadas unas primeras superficies de corte (27), en la cual a las segundas partes de cuchillas (23) están asociadas unas segundas superficies de corte (29), en la cual las primeras superficies de corte (27) y las segundas superficies de corte (29) de cada cuchilla frontal (9) incluyen las unas con las otras respectivamente al menos por regiones un ángulo diferente de 0°.
- 35 6. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que al menos una segunda parte de cuchillas (23) de las cuchillas frontales (9) presenta – en una vista de planta sobre la cara frontal (5) - una posición inferior al centro (U), siendo la posición inferior al centro (U) de modo preferente de al menos 0,2 % hasta un máximo de 2 %, de modo preferente de al menos 0,5 % hasta un máximo de 1,5 % de un diámetro de la herramienta de fresado (1) en la zona de la cara frontal (5).
- 40 7. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que por lo menos una de las al menos dos primeras cuchillas frontales (9) se transforma en una cuchilla periférica (31) dispuesta sobre un perímetro del cuerpo de base (3).
- 45 8. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que por lo menos una de las al menos dos primeras cuchillas frontales (9) se transforma en una cuchilla periférica (31) asociada a la misma a través de un recorrido en forma de arco.
- 50 9. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que, en el perímetro del cuerpo de base (3) están dispuestas más de dos cuchillas periféricas (31), en la cual al menos una segunda cuchilla frontal (11) que se transforma en una de las cuchillas periféricas (31) termina en una segunda parte de cuchillas (23).
- 55 10. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que la herramienta de fresado (1) presenta al menos cuatro cuchillas periféricas (31) y exactamente dos primeras cuchillas frontales (9) o exactamente tres primeras cuchillas frontales (9), o por el hecho de que la herramienta de fresado (1) presenta exactamente tres cuchillas periféricas (31) y exactamente tres primeras cuchillas frontales (9) así como de modo preferente ninguna segunda cuchilla frontal (11).
- 60 11. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que al menos una de las primeras partes de cuchillas (13) de las por lo menos dos primeras cuchillas frontales (9) presenta – en una vista en planta - una posición anterior al centro (V), en la cual la posición anterior al centro (V) de modo preferente es desde un mínimo de 0,5 % hasta un máximo de 4 %, de modo preferente desde un mínimo de 1 % hasta un máximo de 3 % de un diámetro de la herramienta de fresado (1) en la zona de la cara frontal (5).
- 65

5 12. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que a cada una de las cuchillas frontales (9, 11) está asociada una ranura receptora de virutas (33), en la cual una sección transversal - medida perpendicularmente con respecto al eje central (M) - de al menos una de las ranuras receptoras de virutas (33) es más grande en la zona de la cara frontal (5) que en una zona de la herramienta de fresado (1) apartada de la cara frontal (5).

10 13. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que las cuchillas periféricas (31) están dispuestas en el cuerpo de base (3) con unos ángulos de división desiguales.

14. Herramienta de fresado (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que por lo menos dos de las cuchillas periféricas (31) presentan unos ángulos de giro desiguales.

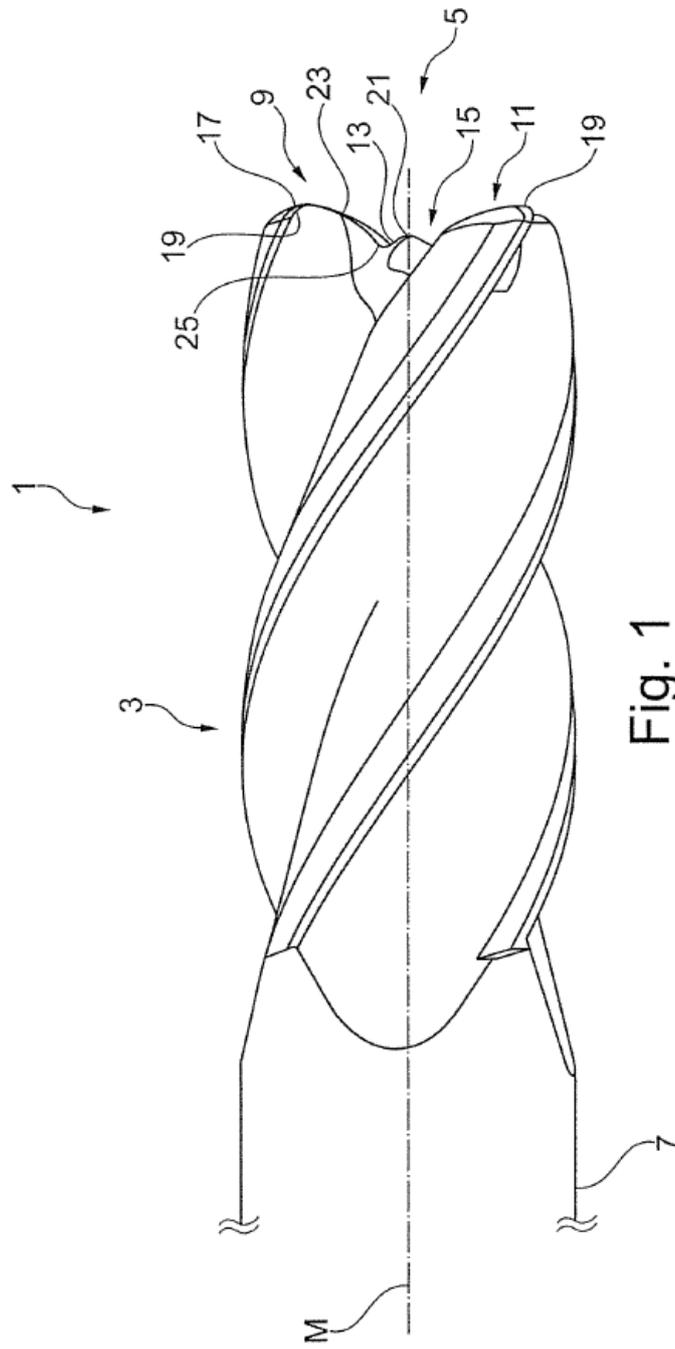


Fig. 1

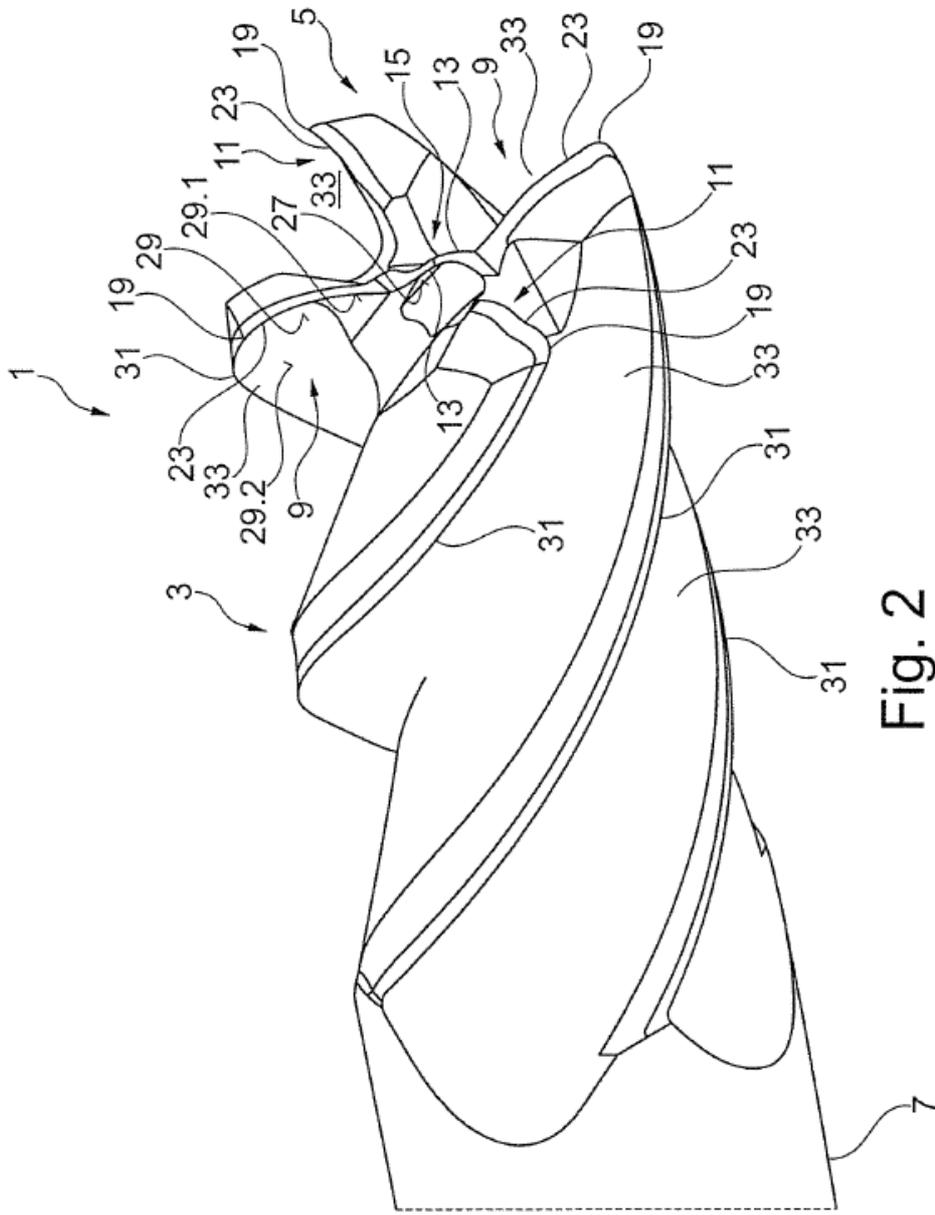


Fig. 2

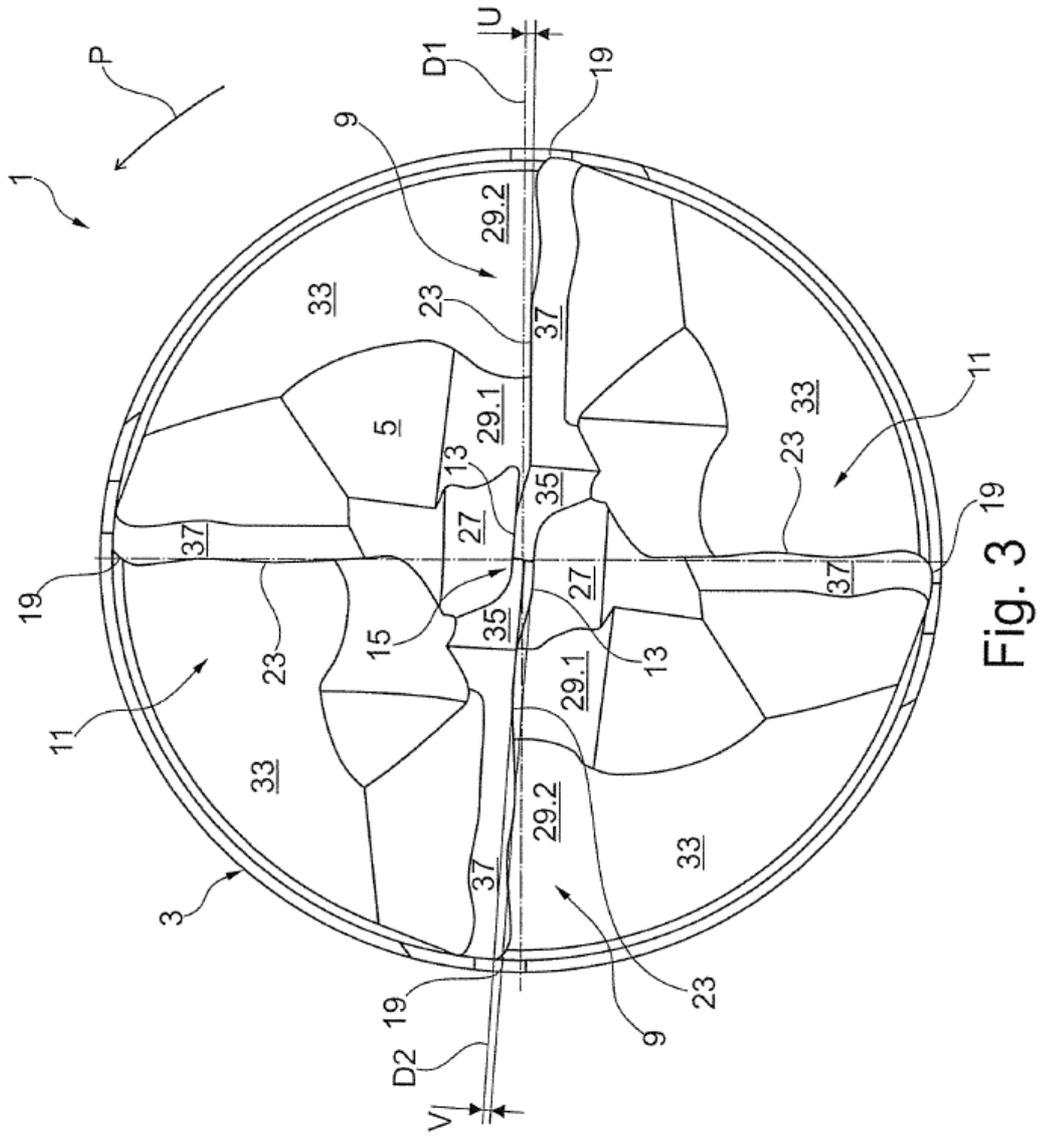


Fig. 3 19

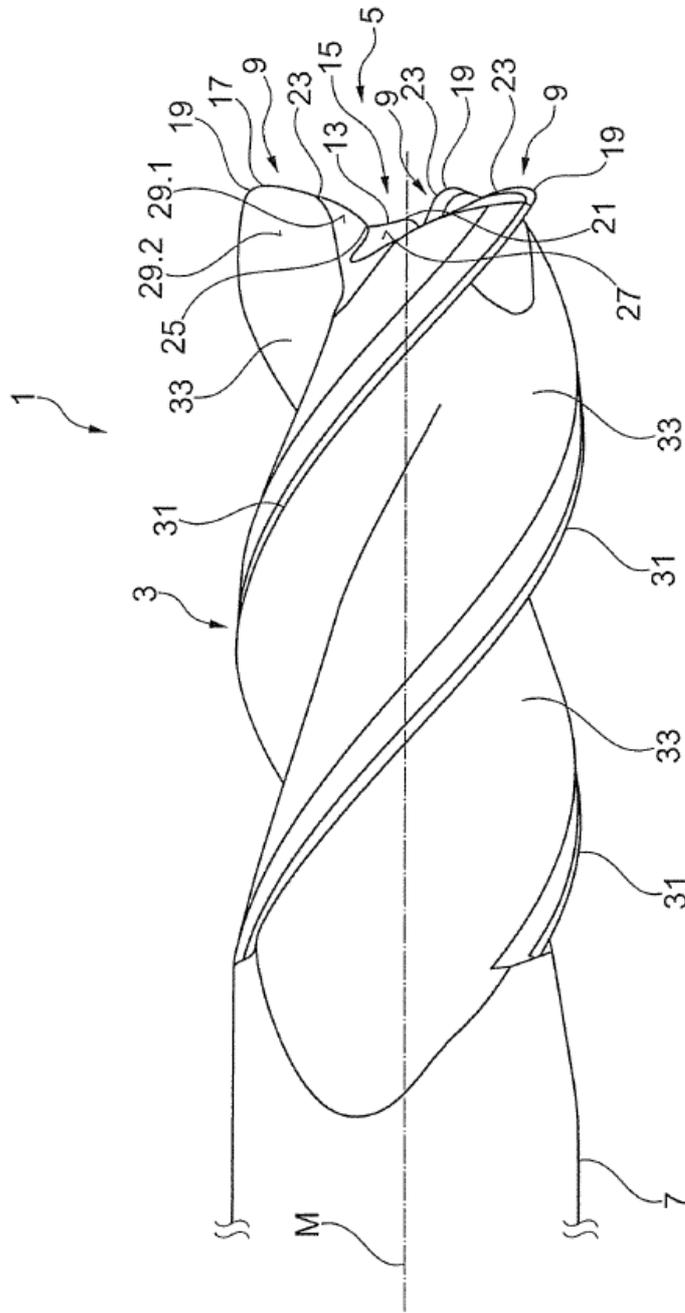


Fig. 4

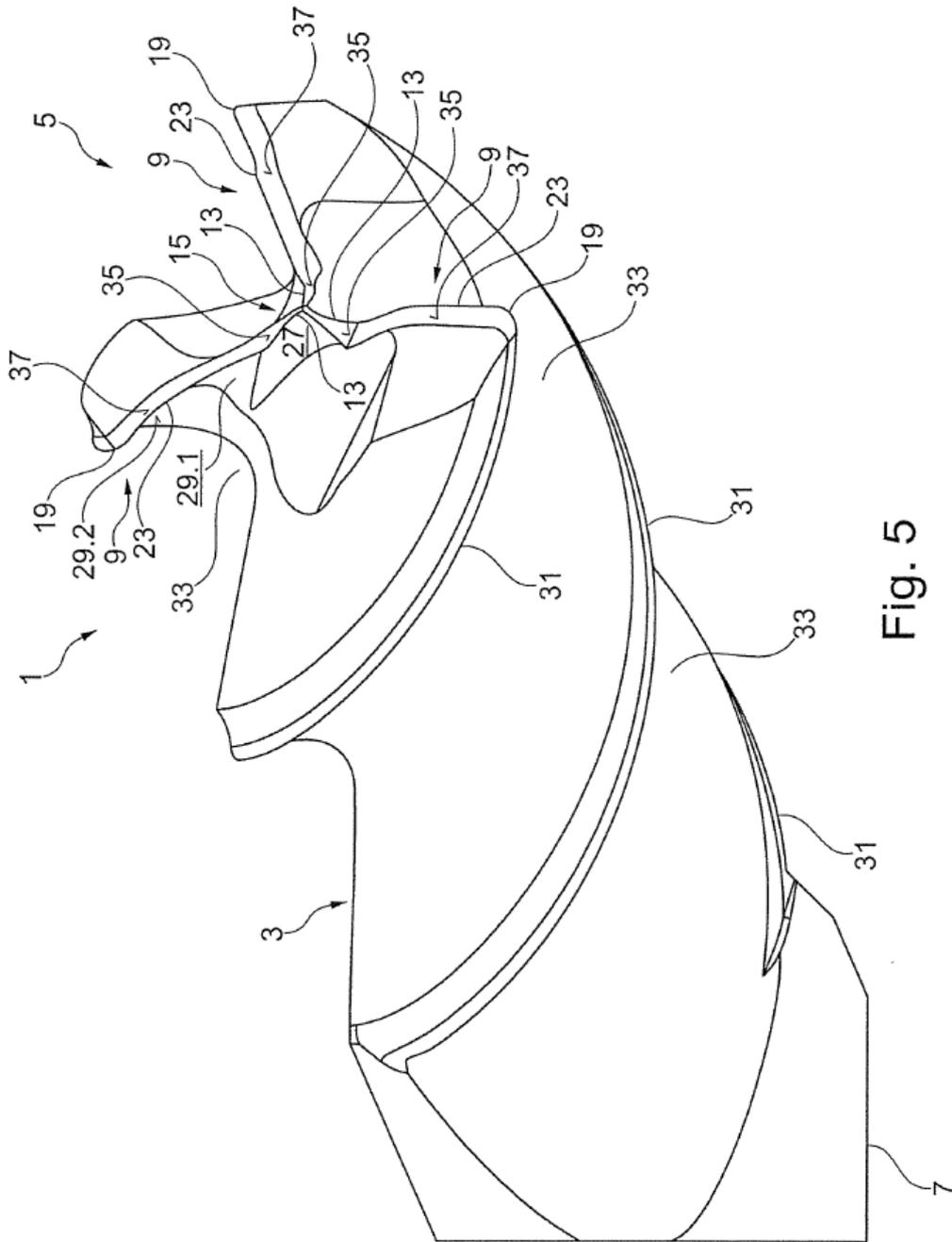


Fig. 5

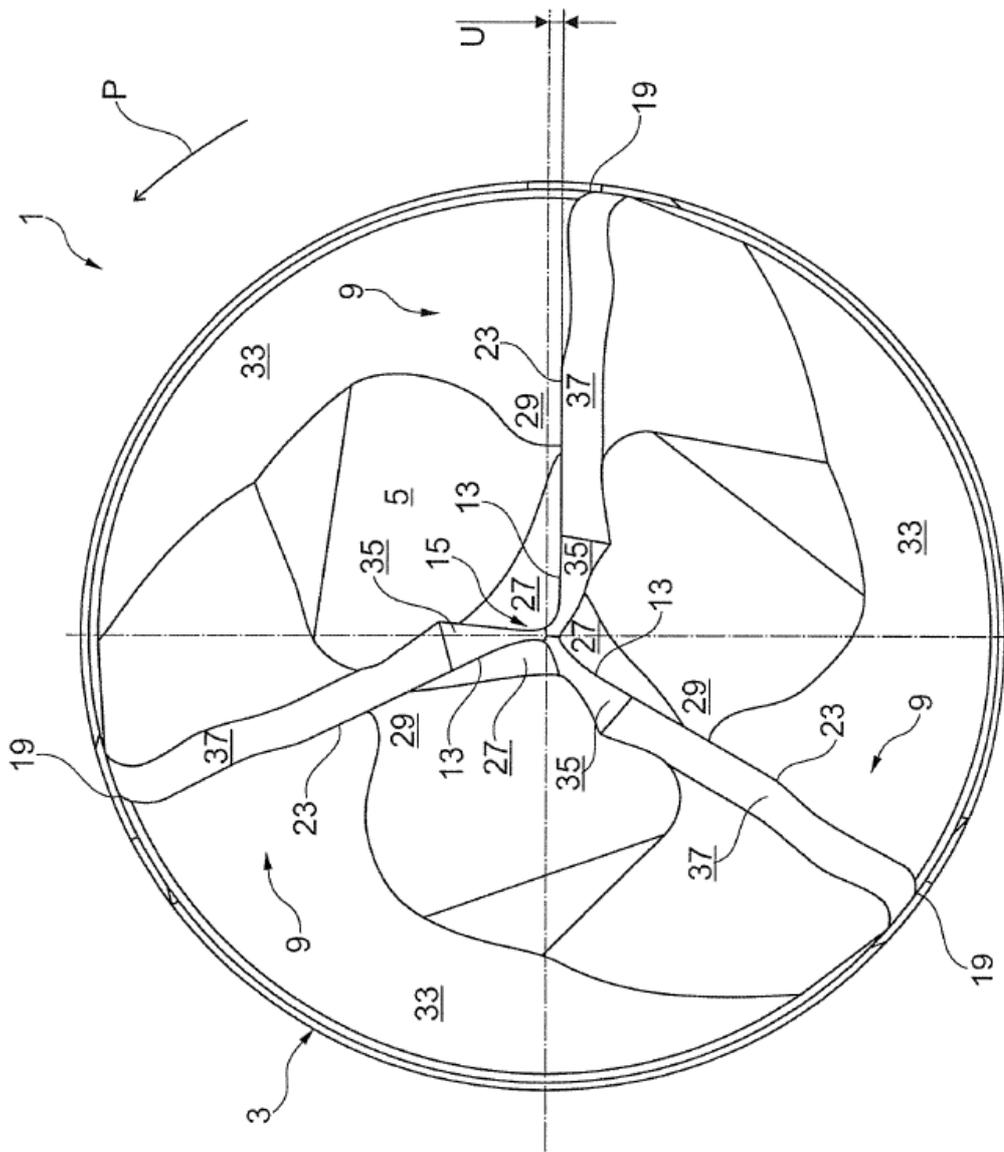


Fig. 6