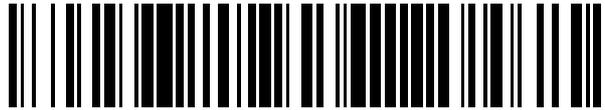


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 587**

51 Int. Cl.:

B23B 51/00 (2006.01)

B23B 51/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2011 PCT/EP2011/001100**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2011 WO11116879**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2011 E 11710422 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2550123**

54 Título: **Útil de perforación**

30 Prioridad:

25.03.2010 DE 102010012963

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

06.03.2018

73 Titular/es:

**KLENK GMBH & CO. KG (100.0%)
Mühlstrasse 17
88481 Balzheim, DE**

72 Inventor/es:

**WEIGAND, MANFRED;
SCHMID, MICHAEL;
SCHMID, STEFFEN;
SÜESS, BRUNO;
CLAUSEN, ROLF;
HINTZE, WOLFGANG;
SCHÜTTE, CHRISTOPH;
DOSE, FRANK;
MENSE, LORENZ y
RAMME, LARS**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 657 587 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

Útil de perforación

- 5 La invención se refiere a un útil de perforación según el preámbulo de la reivindicación 1, en particular para la perforación de materiales reforzados con fibras, presentando el útil de perforación al menos un filo.

Por ejemplo, los plásticos reforzados con fibras pertenecen a los materiales reforzados con fibras. Estos plásticos reforzados con fibras con frecuencia sin fin (en particular plásticos reforzados con fibras de carbono (PRFC)) se usan actualmente debido a sus excelentes propiedades de forma creciente como material de altas prestaciones, por ejemplo, en la industria de aviación. Para la unión de estos materiales se deben elaborar orificios de remache en gran número. No obstante, por la estructura especial del material compuesto de fibras se produce una maquinabilidad extraordinariamente difícil. Entre los materiales reforzados con fibras, que se deben mecanizar con el útil de perforación en cuestión, cuentan básicamente todos los materiales compuestos de fibras, en los que en una estructura de matriz está incorporado un refuerzo de fibras. A este respecto se conoce que las fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida o materiales similares están embebidos en las estructuras de soporte correspondientes. Las estructuras de soporte comprenden, por ejemplo, aquel tipo de plásticos, pero también estructuras metálicas o cerámicas, que a través de la incorporación de fibras experimentan un refuerzo correspondiente. A este respecto, el término aquí usado de "fibra" se debe entender de modo que existe una fibra respectivamente de uno o varios filamentos, que forman conjuntamente la fibra. A este respecto, la fibra es en el sentido de la invención una disposición trenzada o no trenzada de filamentos de fibras individuales unos junto a otros. Las fibras de carbono típicas poseen a este respecto p. ej. entre 1.000 y 60.000 filamentos individuales, a este respecto, tienen una sección transversal promedio de 0,1 mm a aproximadamente 2,2 mm y poseen un peso por unidad de longitud de aproximadamente 60 a 3.600 tex (1 tex es 1 gramo por 1.000 metros). A este respecto, las fibras pueden estar dispuestas sin fin o se trata de secciones proporcionalmente más cortas. Las fibras de carbono u otras fibras se pueden emplear en la construcción tanto de forma unidireccional, como también plana, por ejemplo en un tejido o similares, en el material compuesto de fibras.

Ahora se ha observado que, en la generación de un orificio en un material reforzado con fibras, los salientes de fibra entran en el agujero de perforación y así hacen necesario un acabado. A este respecto se ha observado que en particular las fibras, que están dispuestas en el lado de salida de la broca en la pieza de trabajo, tienden a evitar a la broca, por lo que luego no se separan estos salientes de fibra. A este respecto, estos salientes de fibra se solicitan fuertemente mecánicamente en rápida sucesión, lo que solicita y destruye la pared del orificio en la zona de la salida del resto de fibras. En el desarrollo posterior existe además el peligro de una así denominada delaminación, es decir, una descomposición del compuesto entre las fibras y la matriz con un debilitamiento mecánico considerable acompañante en esta zona. Por ello se produce que la resistencia del material compuesto está muy limitada precisamente en la zona marginal del orificio en el caso del mecanizado convencional. Por ello, las soluciones según el estado de la técnica son muy costosas, dado que está a disposición un orificio aprovechable eventualmente primeramente después de varias etapas de trabajo. Pero los útiles de perforación usados también pueden conducir a un menoscabo mecánico o deterioro en la zona del agujero de remache. Ambas propiedades conducen en último término a costes adicionales considerables y pérdida de tiempo.

El documento DE 197 35 024 A1 describe una broca para el mecanizado lateral posterior adicional, que permite perforar y achaflanar a continuación la arista de perforación posterior después de una aproximación radial. La broca usa direcciones de giro en sentido contrario para la perforación y achaflanado del lado posterior de perforación. El filo hacia detrás para el achaflanado posterior está dispuesto en el dorso de broca, por lo que se protege ante los deterioros debido a virutas y por la torsión de la ranura de evacuación de viruta presenta un ángulo de viruta positivo.

50 El documento WO 99/216741 A1 describe un recortador con un primer filo para el acabado de la superficie circunferencial interior de un agujero de paso en una pieza de trabajo y un segundo y un tercer filo en las secciones escalonadas al final de una sección con pequeño diámetro. Después del acabado de la superficie circunferencial interior del agujero de paso con el primer filo se achaflanar las aristas de abertura con el segundo y el tercer filo.

55 Por el estado de la técnica se conocen varios útiles de perforación, que deben servir para la perforación de materiales reforzados con fibras, descritos más arriba. Así se conoce una solución, que prevé una constricción en el útil de perforación. Otra solución muestra por el contrario una ranura transversal dispuesta en el filo o detrás del filo.

Un ejemplo de un útil de perforación según el preámbulo de la reivindicación 1 se da a conocer en el documento DE 60 10 2009 049 087 A1.

El objetivo de la presente invención es proponer un útil de perforación que supera al menos una de las ventajas mencionadas anteriormente.

- 5 Este objetivo se consigue mediante un útil de perforación según la reivindicación 1. Configuraciones o variantes opcionales preferidas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

La invención prevé una superficie marginal, que sigue después de un filo en la dirección de avance del útil de perforación, que presenta una arista marginal, que limita respectivamente una ranura transversal o una constricción, sirviendo esta arista marginal para la separación de los salientes de fibra que entran en el orificio (trozos de fibras). La ranura transversal no se puede confundir con la ranura receptora de viruta, una ranura receptora de viruta comienza en la punta de útil, en la dirección radial después del filo, y se extiende desde allí hacia detrás. La arista marginal también está orientada eventualmente de forma oblicua.

15 A este respecto, el modo de funcionamiento del útil de perforación según la invención es ahora tal que las fibras, que son capaces de evitar a los filos giratorios en rápida sucesión en particular en la zona de salida del útil de perforación del material, luego se agarran y cizallan o cortan por la arista marginal en la ranura transversal o la constricción. En el estado de la técnica era conocido separar en una segunda etapa de mecanizado los salientes de fibra que sobresalen. Esto se realiza, por ejemplo, con un útil de fricción. Este modo de proceder es costoso dado que el requerimiento de tiempo para la elaboración del orificio se prolonga considerablemente y los costes aumentan así correspondientemente.

Una ventaja esencial de la invención consiste en que con el empuje del útil de mecanizado se genera tanto el orificio, como también se separan simultáneamente con precisión los salientes de fibra que entran en el agujero de perforación. A este respecto, con el un proceso de perforación se genera tanto el agujero de perforación, como también se separan los trozos de fibras / salientes de fibra.

En contra de los útiles de perforación conocidos en el estado de la técnica se puede constatar que la invención presenta una ventaja esencial respecto a estas soluciones. Así, por ejemplo, los útiles de perforación en el estado de la técnica poseen una constricción. No obstante, esta constricción no presenta una arista marginal, que delimita la constricción y que está prevista para la separación de trozos de fibras. De este modo mediante la invención se posibilita eliminar las desventajas descritas en el estado de la técnica, a saber, la entrada de componentes de fibras o restos de fibras en el orificio. Otra solución del estado de la técnica presenta ranuras transversales dispuestas detrás del filo. No obstante, éstas no están configuradas de modo que las aristas marginales de la superficie marginal estén previstas para la separación de trozos de fibras. Sin embargo, esto resuelve la invención de manera excelente y se ocupa de que se puedan generar resultados de perforación limpios en una única etapa de trabajo.

El útil de perforación según la invención posee en una configuración opcional sólo una etapa de preperforación, es decir, la elaboración del orificio a la anchura nominal se realiza en una etapa de perforación. Pero se conoce disponer después de una etapa de preperforación una o varias etapas de apertura perforando, que están dispuestas una detrás de otra axialmente correspondientemente, ensanchando el orificio correspondientemente poco a poco a la medida nominal deseada.

Tanto la etapa de preperforación, como también la etapa de apertura perforando están dotadas a este respecto con uno o varios filos que funcionan como filo principal. A este respecto, la arista marginal se sitúa, por ejemplo, después del filo o filo principal que define la etapa de preperforación. En los útiles de perforación, que presentan junto a la etapa de preperforación también una etapa de apertura perforando, están previstos distintos filos principales, al menos un primer filo principal para la etapa de preperforación y al menos otro filo principal para cada otra etapa de apertura perforando. A este respecto está previsto que siguiendo a cada uno de los filos principales (tanto de la etapa de preperforación como también en particular de la etapa de apertura perforando) esté prevista una ranura transversal o constricción que presenta una arista marginal, que sirve para la separación de trozos de fibras del material reforzado con fibras.

Por completitud aquí se menciona todavía que tanto la etapa de preperforación, como también la etapa de apertura perforando pueden poseer uno como también varios filos principales y aristas marginales asociadas a éstos.

En otra configuración preferida de la invención está previsto que la superficie marginal discorra radialmente respecto al eje de útil y/o esté configurada de forma redondeada o convexa, plana en sí, abombada o en espiral. Esta configuración de la superficie marginal se puede proyectar de forma muy variable, por lo que las propiedades de corte para la separación de los trozos de fibras se pueden determinar correspondientemente.

- La invención se puede diseñar de forma variable con respecto al número de aristas marginales en referencia al número de fillos. El número de la(s) arista(s) marginal(es) puede ser menor, igual o mayor que el número de fillos. De ello resulta para la invención una adaptabilidad muy variable, debiéndose atender a que la(s) arista(s) marginal(es) también tenga(n) una tarea de corte correspondiente, a saber, la separación de los trozos de fibras. Debido a la disposición de un número mayor de aristas marginales para esta finalidad se mejora naturalmente la eficiencia de corte y también la calidad del agujero de perforación. En particular se puede proyectar el número de las aristas marginales en función del proceso.
- 5 también tenga(n) una tarea de corte correspondiente, a saber, la separación de los trozos de fibras. Debido a la disposición de un número mayor de aristas marginales para esta finalidad se mejora naturalmente la eficiencia de corte y también la calidad del agujero de perforación. En particular se puede proyectar el número de las aristas marginales en función del proceso.
- 10 Hábilmente está prevista una distancia axial lo más pequeña posible entre la esquina de corte de un filo y la superficie marginal que discurre radialmente. Esta disposición geométrica permite que poco después de que el filo ha generado un saliente de fibra, la separe la arista marginal siguiente de la superficie marginal que discurre radialmente. Este hecho también se consigue porque la arista marginal, que sirve para la separación de trozos de fibras, está dispuesta a una distancia axial lo más pequeña posible respecto al filo. Está claro que a este respecto la
- 15 distancia axial se refiere al eje de útil.

También puede estar previsto que la superficie marginal sea convexa o cóncava, curvada o en espiral. Preferiblemente la superficie marginal es plana, estando caracterizada la superficie marginal plana porque las normales a la superficie son paralelas entre sí en todos los puntos de la superficie marginal plana.

- 20 Es preferible que no sólo la arista marginal, que actúa sólo en la dirección de avance del útil de perforación y que delimita la superficie marginal que discurre radialmente, produzca la función de acortamiento, cizallamiento y corte de las trozos de fibras, sino también la arista marginal de la (segunda) superficie marginal, que forma p. ej. el fondo de ranura (en paralelo al eje de útil). Este último hecho funciona a este respecto naturalmente sólo luego cuando el diámetro del útil de perforación es invariable en conjunto en esta zona. Así en una variante según la invención, que evidentemente también se puede implementar en relación con todas las formas de realización individuales o combinaciones de las anteriores u otras formas de realización, es posible que el útil de perforación presente una segunda superficie marginal preferiblemente plana, que conecta en ángulo con la superficie marginal orientada radialmente.

- 30 En una configuración preferida de la invención está previsto que la arista marginal posea una longitud de cómo máximo dos vueltas de útil. Se ha encontrado que la arista marginal, que está dispuesta en la ranura transversal o en la entalladura, pueda ser proporcionalmente corta, en particular sea mucho más corta que la ranura receptora de viruta. Dado que la superficie marginal que presenta arista marginal puede estar inclinada de forma similar a la
- 35 ranura receptora de viruta, la longitud de la arista marginal también es realmente mayor que una vuelta de útil, en una variante preferida la arista marginal es en particular más corta que una vuelta de útil. Proyectado en un plano en ángulo recto respecto al eje de útil, la longitud de arco de la arista marginal es en otra configuración preferida de la invención menor de 300°, preferiblemente menor de 180°.

- 40 Estos datos de tamaño (longitud o longitud de arco de la arista marginal) se refieren respectivamente a una ranura transversal o superficie marginal de una ranura transversal o constricción. A este respecto naturalmente es posible que un útil de perforación según la invención presente varias aristas marginales, respectivamente espaciadas unas de otras, y cada arista marginal se corresponda a las condiciones arriba mencionadas.

- 45 En una configuración preferida de la invención está previsto que la segunda superficie marginal discorra en paralelo respecto al plano de trabajo o la segunda superficie marginal forme un ángulo de trabajo con el plano de trabajo.

El plano de trabajo se define a través del punto en el que ataca el filo en la pieza de trabajo. En el caso de un útil de perforación rotativo, como según la invención, el plano de trabajo es perpendicular sobre la conexión radial del punto donde interviene el filo en el material de la pieza de trabajo y el eje de rotación. Según la orientación de la segunda superficie marginal se produce un volumen mayor o menor para la ranura transversal o la constricción. Esto se deduce, por ejemplo, en la figura 1b o 1c.

- 55 Preferiblemente está previsto que la segunda superficie marginal discorra en paralelo respecto al eje de útil o forme un ángulo agudo con éste. Debido a la disposición de un ángulo agudo se puede reducir o aumentar correspondientemente, por ejemplo, el volumen de la ranura transversal o de la constricción. Con la ayuda de un parámetro semejante es posible, por ejemplo, adaptar el útil de perforación a las propiedades específicas correspondientes del material reforzado con fibras. Así es posible, por ejemplo, poner a disposición más o menos espacio para los salientes de fibra cizallados debido a una configuración u orientación correspondiente de la
- 60 segunda superficie marginal y adaptar así, por ejemplo, el útil de perforación según la invención a los materiales con

fracción más elevada o más baja de refuerzo con fibras.

La estructura del útil de perforación según la invención es en general de tal manera que ésta presenta una parte de corte, que comprende la punta de útil y la parte de corte presenta, comenzando desde la punta de útil discurriendo hacia detrás, al menos una ranura receptora de viruta. A este respecto, la disposición de la ranura receptora de viruta está diseñada de forma muy variable, se conocen ranuras receptoras de viruta paralelas al eje, ranuradas rectas o ranuradas oblicuas, pero la ranura receptora de viruta también se puede realizar en espiral. La invención no limita al número de las ranuras receptoras de viruta en el útil de perforación. Pueden estar previstas una, dos o varias ranuras receptoras de viruta.

La ranura receptora de viruta se define de forma usual por un ángulo de torsión. La longitud de la superficie marginal, que presenta la arista marginal, de la ranura transversal o de la constricción se define mediante un ángulo de inclinación. Habitualmente se indica el ángulo de inclinación en el plano de trabajo (referido al eje de útil), el ángulo de torsión por el contrario describe el paso de la ranura receptora de viruta. Según la invención el ángulo de torsión es menor que el ángulo de inclinación complementaria ($90^\circ - \text{ángulo de inclinación}$). En este sentido la superficie marginal, que pone a disposición la arista marginal que sirve para el cizallamiento de los salientes de fibra, discurre de forma considerablemente empinada.

Por ello se deduce que la ranura transversal está dispuesta, por ejemplo, entre dos ranuras receptoras de viruta (en espiral o que discurren rectas) y está separada, por ejemplo, respectivamente mediante un nervio material o al menos se conecta en uno o en ambos extremos de la ranura transversal con una ranura transversal.

En particular es suficiente que la ranura transversal sea mucho más corta que la ranura receptora de viruta. La zona de uso de la ranura transversal también está limitada, visto en la dirección axial, sólo en una zona muy corta, mientras que la ranura receptora de viruta tiene el objetivo de evacuar hacia detrás el material con desprendimiento de viruta de la zona de trabajo y conducirlo eventualmente hacia fuera de ésta a lo largo de toda la longitud del espesor del componente.

En una configuración preferida de la invención está previsto que el útil de perforación presente al menos dos ranuras receptoras de viruta que discurren hacia detrás y la ranura transversal conecte las ranuras receptoras de viruta. En otra variante opcional está previsto que el primer extremo de la ranura transversal conecte con una primera ranura receptora de viruta, de modo que en el otro extremo de la ranura transversal y de la segunda ranura receptora de viruta quede un nervio de material. A este respecto, este segundo extremo de la ranura transversal está retrasado al primer extremo de la ranura transversal con respecto a la dirección giratoria del útil de perforación. Así es posible que la arista marginal, que se produce en la segunda superficie marginal en el segundo extremo de la ranura transversal, de cómo resultado igualmente un efecto de cizallamiento.

Opcionalmente está previsto que – referido al plano de referencia – la superficie marginal radial forme un ángulo de referencia positivo o negativo con el plano posterior de útil. El plano de referencia se describe como plano a lo largo del eje de útil.

Según la invención está previsto que la superficie marginal esté configurada como parte de una ranura transversal o una constricción. En particular en la variante de una ranura transversal, el diseño de la ranura transversal es posible de forma variable, como por ejemplo, configurable de forma simétrica o asimétrica, puntiaguda o roma o trapezoidal. También es posible prever una ranura transversal triangular o una ranura transversal configurada como ranura de garganta o garganta hueca. También es posible una configuración rectangular de la ranura transversal (los extremos de ranura discurren radialmente).

Se ha encontrado que el mecanismo de cizallamiento de las fibras que sobresalen se puede optimizar considerablemente mediante una configuración especial de la superficie marginal. A este respecto se ha encontrado que un ángulo de inclinación positivo respecto al plano de trabajo mete el saliente de fibra en la ranura, y a saber en sentido contrario a la dirección de avance del útil. Entonces se produce un cizallamiento del saliente de fibra entre la arista marginal y la arista del orificio. A este respecto se ha encontrado que el mecanismo de cizallamiento se puede mejorar considerablemente, cuando el ángulo de inclinación es mayor que el ángulo de dirección activa entre el vector de velocidad circunferencial v_c y la suma vectorial del vector de velocidad circunferencial v_c y el vector de velocidad de avance v_f . Esta relación se debe explicar en un ejemplo siguiente.

Un útil de perforación según la invención con un diámetro de 5,6 mm rota con una frecuencia de 5.500 revoluciones por minuto. La velocidad circunferencial es aprox. de 97 m por minuto, una velocidad de avance típica es de 0,55 m por minuto. De ello se deduce, por ejemplo, un ángulo de dirección activa de $0,32^\circ$. Si ahora el ángulo de inclinación

de la superficie marginal (de la ranura transversal o de la constricción) se selecciona algo mayor que el ángulo de dirección activa, así se consigue un comportamiento de cizallamiento óptimo. A este respecto es ventajoso que las fibras se retraigan al orificio durante la salida del útil, por lo que se impide un rasgado posterior de las laminaciones precisamente en la zona marginal sensible del orificio.

5

Preferiblemente en variantes están previstos chaflanes de guiado en el filo auxiliar de las ranuras receptoras de viruta, los cuales sirven para un centrado o guiado en la circunferencia. Los chaflanes de guiado sirven para compensar en particular las oscilaciones que aparecen en el caso de velocidades de giro elevadas (fuerzas radiales) y mejorar el efecto de la ranura transversal o ranuras transversales dispuestas en el lado circunferencial.

10

En otra configuración preferida de la invención está previsto que el útil de perforación esté configurado al menos parcialmente redondo macizo y no presente superficies libres auxiliares. No obstante, en particular durante la perforación guiada manualmente o en la perforación con velocidades de giro bajas se mejora el guiado del útil.

15

Es posible que el filo esté revestido o esté hecho de metal duro o esté revestido de diamante. El filo también puede estar formado por una placa de diamante policristalino (DPC) o una placa de metal duro. A saber un revestimiento conduce a una cierta potencia de desprendimiento de virutas peor debido al redondeamiento de la arista de corte, lo que también conduce a un aumento correspondiente de las delaminaciones o de los salientes de fibra, sin embargo, mediante el revestimiento se aumenta considerablemente la vida útil de los útiles y se separan los salientes de fibra

20

de forma fiable mediante la configuración según la invención.

Es preferible que la anchura de la ranura transversal – visto en la dirección axial – no sea mayor que el diámetro nominal del útil de perforación y preferentemente esté entre 1 y 3 mm. La constricción está definida de manera que, visto de la superficie marginal hacia detrás, el útil de perforación se estrecha de forma permanente, es decir, en esta zona forma un cuello y está sujeta en el mandril en un vástago de útil o en el cuello. Una constricción está definida en este sentido como “ranura transversal ancha”, en la que la anchura de la segunda superficie marginal (vista en la dirección axial) es mayor que el diámetro nominal del útil de perforación.

25

Se ha encontrado que es favorable que el ángulo de inclinación de la ranura transversal o la superficie marginal que delimita la ranura transversal o constricción, medido en la lado circunferencial, sea positivo y menor de 60° respecto al plano posterior de útil.

30

La profundidad de ranura de la ranura transversal o la distancia radial en la constricción, medido en la dirección radial, es preferiblemente menor del 40% del diámetro nominal del útil de perforación. A este respecto, la profundidad de ranura o la distancia radial se selecciona de modo que el útil de perforación no se debilita tan fuertemente, a fin de evitar un fallo o ruptura del útil de perforación debido a fuerzas de arranque de viruta. Por otro lado la profundidad de ranura o la distancia radial está puesta tan grande que los salientes de fibra se reciben en ésta sin problemas. A este respecto se ha encontrado que la profundidad de ranura o la distancia radial esté entre dos veces y veinte veces del diámetro promedio de una fibra del material reforzado con fibras y en particular esté preferiblemente entre 0,2 y 3 mm.

35

40

En el dibujo está representada la invención esquemáticamente en particular en un ejemplo de realización. Muestran:

Fig. 1a: en una vista en planta un útil de perforación según la invención;

45

Fig. 1b, fig. 1c: respectivamente en una vista frontal el útil de perforación según la invención en una configuración diferente, en una vista en detalle durante la generación del agujero de perforación;

Fig.2, fig. 3: respectivamente en una vista la representación ampliada, en particular de la parte delantera del útil de perforación según la invención;

50

Fig. 4a – fig. 4f: respectivamente en una representación en sección esquemática distintas variantes del útil de perforación según la invención;

55

Fig. 5: la vista básicamente universal de un útil de perforación, también según la invención, para la explicación de los términos y ángulos usados;

Fig. 6a, 6b: respectivamente en una vista, el proceso de perforación con el útil de perforación según la invención en distintos instantes;

60

Fig. 7a – 7c: cada vez en vista tridimensional, el proceso de perforación en distintos instantes de tiempo.

En las figuras los elementos iguales o correspondientes entre sí están designados respectivamente con referencias iguales y por ello, siempre y cuando no sea conveniente, no se describen de nuevo.

5 Un útil de perforación según la invención está representado en particular en la fig. 1a en vista general. El útil de perforación 1 se compone de un vástago de útil 13, que sirve por ejemplo para la sujeción del útil de perforación en un portabrocas o similares. El extremo delantero del útil de perforación 1 posee la punta de útil 15. A este respecto, el útil de perforación 1 se divide en la parte de corte C, en la longitud de ranura receptora de viruta D y en el vástago de útil 13 (véase la fig. 1a). Las longitudes correspondientes de las zonas individuales de la parte de corte C, de la longitud de ranura receptora de viruta D y del vástago de útil 13 se pueden adaptar sin problemas a las tareas de mecanizado correspondientes. A este respecto, la longitud de ranura receptora de viruta D comprende esencialmente la(s) ranura(s) receptora(s) de viruta 11, 11' guiada(s) hacia detrás. El útil de perforación 1 se hace funcionar de forma rotativa, con arranque de viruta, para ello el útil de perforación 1 rota alrededor de su eje de útil 15 10 que discurre longitudinalmente.

Comenzando desde la punta de útil 15, en el útil de perforación según la invención están previstas una o varias ranuras receptoras de viruta 11, 11'. En el ejemplo de realización mostrado en la fig. 1a están previstas dos ranuras receptoras de viruta 11, 11', que rodean el útil de perforación en espiral con paso constante. La invención es completamente libre con vistas a la configuración de la ranura receptora de viruta (discurre de forma recta, ranurada recta, ranurada oblicua, con paso constante o variable, etc.). La ranura receptora de viruta también posee un filo auxiliar 22, los chaflanes de guiado 12a, 12b en la ranura receptora de viruta facilitan el funcionamiento y el uso del útil de perforación 1.

25 El útil de perforación representado en la fig. 1a se compone de dos etapas. Comenzando en la punta de útil 15 delantera está prevista una etapa de preperforación A, que inicia en primer lugar un agujero más pequeño en el material. Decalado axialmente (referido al eje de útil 10), luego sigue la (1ª) etapa de apertura perforando B. El paso de la ranura receptora de viruta 11, 11' está indicado con el ángulo de torsión W3.

30 En el ejemplo de realización mostrado en la fig. 1, tanto la etapa de preperforación A, como también la etapa de apertura perforando B posee cada dos filos 2. Éstos están orientados respectivamente con un ángulo de punta W1, W2 entre sí referido al eje de útil 10.

35 Ambas etapas de perforación son parte de la parte de corte C. Opcionalmente también están previstas una pluralidad de etapas de apertura perforando B. Cada etapa de perforación posee al menos uno o también varios filos 2. Estos filos 2 sirven también simultáneamente como filo principal y son responsables en primer lugar de la generación del agujero de perforación. El filo auxiliar 22 dispuesto eventualmente en el borde de la ranura receptora de viruta 11 favorece la generación del agujero perforado.

40 Según la invención se propone una ranura transversal 3 al menos detrás de un filo 2. La ranura transversal 3 (véase la fig. 2) se limita por las superficies marginales 31, 32.

A este respecto, habitualmente se define una ranura o ranura transversal 3 por las paredes de ranura laterales y un fondo de ranura. En el sentido de la invención también se limita una ranura transversal 3 por las superficies marginales 31, 32. A este respecto, una pared de ranura de la ranura transversal se define por una superficie marginal que discurre radialmente, según está indicado esto en la fig. 2. A este respecto, el fondo de ranura de la ranura transversal 3 se forma por una segunda superficie marginal 32, que discurre esencialmente en paralelo al eje de útil.

50 A este respecto, el término de "superficie marginal 31 que discurre radialmente" comprende no sólo las orientaciones de superficie cuyas normales a la superficie discurren en paralelo al eje de útil 10, mejor dicho el término de "superficie marginal 31 que discurre radialmente" está definido mucho más amplio en el sentido de la invención, a saber, en el caso de la superficie marginal 31 (que discurre radialmente) se trata de una superficie marginal o de limitación, que forma un ángulo agudo, recto u obtuso con la superficie envolvente 16 que cierra lateralmente el útil de perforación 1. Dado que esta superficie marginal 31 discurre en la dirección hacia el eje de útil (visto desde la superficie envolvente 16), en este sentido discurre radialmente, lo que también forma un ángulo (en general agudo) respecto a la perpendicular del eje de útil 10. Bajo el término de "que discurre radialmente" también se debe entender "discurriendo en dirección radial – eventualmente con un ángulo" y por consiguiente de igual efecto.

60 Según la invención la arista marginal 30, 30' está prevista respectivamente individualmente – según la configuración

– o eventualmente también conjuntamente para una separación fiable de los salientes de fibra 80. La arista marginal 30, 30' limita la superficie marginal 31 o 32 respectivamente pertinente. La arista marginal 30, 30' actúa por consiguiente de tipo filo o cuchilla y estrangula y aplasta el saliente de fibra 80 que entra en el agujero de perforación 83 (véase las fig. 1b, 1c) entre sí y la pared 84 del orificio 83. A este respecto se debe atender a que la arista marginal 30, 30' prevista según la invención se produce tanto en una solución con una ranura transversal 3, como también en una solución en la que en lugar de una ranura transversal 3 (más corta) también está prevista una constricción. Una constricción se debe entender en el sentido de este documento de modo que el diámetro en la zona de la constricción es menor de forma permanente que el diámetro nominal. Eventualmente el vástago de útil también está estrechado o también ensanchado de nuevo, en esta zona la invención se puede configurar de forma variable.

Según se puede reconocer adecuadamente en particular en la fig. 2, hay dos aristas marginales 30, 30' que actúan o dispuestas distintamente. A este respecto, la primera arista 30 se sitúa en la superficie marginal 31 que discurre radialmente. Pero la arista marginal 30' prevista en la segunda superficie marginal 32 adicional también es apropiada para conseguir un cizallamiento de los salientes de fibra, pero eventualmente no con la misma eficiencia que la primera arista marginal 30. La segunda arista marginal 30' se produce como limitación de la segunda superficie marginal 32 que funciona como fondo de ranura. Si el útil de perforación 1 según la invención posee un círculo de vuelo con diámetro constante a lo largo de su eje de útil, entonces se produce que también la arista marginal 30' de la segunda superficie marginal 32 separa o cizalla entre sí y la pared 84 del orificio 83 los salientes de fibra que entran en el orificio 83. Esta variante se muestra con el útil de perforación según la fig. 1b.

En el caso de diámetros algo más pequeños también existe igualmente todavía una posibilidad de cizallamiento, a saber, luego cuando el intersticio restante en la zona de la arista marginal 30' es menor que el diámetro promedio de los salientes de fibra 80 que entran en el orificio de perforación 83.

Los filos 2, tanto de la etapa de preperforación A, como también de la etapa de apertura perforando B se limitan en particular en el lado posterior (alejado de la punta de útil 15) por la esquina de corte 20a (para el filo 2a de la etapa de preperforación A) y esquina de corte 20b (del filo 2b de la etapa de apertura perforando B). Al menos se conecta igual luego la arista marginal 30, 30'.

Según se deduce adecuadamente de una comparación de las distintas variantes del útil de perforación 1 según la fig. 2 y 3, según la fig. 2 la ranura transversal 3 sólo está dispuesta después del filo 2 de la etapa de apertura perforando B.

Aquí al contrario están previstas dos ranuras transversales 3a, 3b en la propuesta según la fig. 3. A este respecto una primera ranura 3a se sitúa en la zona de la etapa de preperforación A, la configuración de la etapa de apertura perforando B con la segunda ranura transversal 3b es muy similar a la propuesta según la fig. 2.

La ventaja de una configuración semejante consiste en que, inmediatamente después de la generación del orificio, mediante la ranura transversal o constricción propuesta según la invención se realiza una separación de los salientes de fibra 80. Si no existen salientes de fibra, entonces también se reduce considerablemente el peligro de una delaminación, que se produce por una sollicitación mecánica continua del saliente de fibra que sobresale de la matriz de compuesto. Si el saliente de fibra se separa inmediatamente después de la generación del orificio 83, según está previsto esto en la propuesta según la fig. 3, por consiguiente se mejora considerablemente la calidad del orificio y también la capacidad de carga mecánica del borde del orificio.

En la fig. 1b o 1c se muestran dos útiles de perforación 1 diferentes según la invención durante el uso. El útil de perforación se puede ver por ejemplo desde delante, tal y como perfora precisamente el material 8. En el caso del material 8 se trata de un material reforzado con fibras, las fibras individuales embebidas en el material están caracterizadas con la referencia 85. La dirección de rotación del útil de perforación 1 está indicada con la flecha curvada 14 y dirigida en sentido contrario al desarrollo horario. Se puede reconocer adecuadamente que una pluralidad de salientes de fibra 80 entran en el orificio 83. Este resultado intermedio del orificio es tal como se ha conocido hasta ahora según el estado de la técnica. Las geometrías de perforación conocidas no eran capaces de generar un orificio 83 sin salientes de fibra 80 que entren en el orificio. Pero la configuración según la invención da como resultado que estos salientes de fibra 80 se separan después de que el filo 2 ha abandonado el material 8. En la fig. 1b o 1c la ranura transversal 3 está dispuesta de forma rayada en el útil de perforación 1 en la zona izquierda. La vista seleccionada para la arista marginal 30 no es óptima, mejor dicho en esta vista se describen la orientación de la segunda superficie marginal 32 que define eventualmente la ranura transversal 3 o la constricción.

Con la referencia 81 está definido el plano de trabajo. El plano de trabajo está fijado tangencialmente en el punto de

- intervención del filo en su círculo de vuelo y define el punto de trabajo del útil de perforación. La segunda superficie marginal 32 está discurriendo en paralelo relativamente respecto a este plano de trabajo 81 según la fig. 1b. Marchando en la dirección de rotación del útil de perforación 1 después la ranura transversal 3 sigue la ranura receptora de viruta, entre la ranura transversal 3 y la ranura receptora de viruta se sitúa el nervio de material 17, es decir, en este ejemplo de realización la ranura transversal 3 no conecta las dos ranuras receptoras de viruta 11, 11'. A este respecto, la arista marginal 30' se produce en la dirección de rotación 14 delante del nervio de material 17.
- 5 Sin embargo, esta solución se muestra en la fig. 1c. La vista es de nuevo comparable a en la fig. 1b, formando la segunda superficie marginal 32 (plana) el ángulo de trabajo W5 con el plano de trabajo 81. Se puede reconocer adecuadamente que con ello se puede obtener una conexión a través de la ranura transversal 3 entre las dos ranuras receptoras de viruta 11, 11'. Pero una conexión semejante también se podría implementar según la solución según la fig. 1b, a saber, de manera que se aumenta la profundidad de la ranura transversal, es decir, la posición de la otra superficie marginal 32 se desplaza aun más hacia el eje de útil y así también se atraviesa el nervio de material 17 por la ranura transversal 3.
- 10 Pero para la posición de la ranura transversal 3 o para el borde marginal 30 responsable de la separación de salientes de fibra 80 o de la superficie marginal 31 que porta la arista marginal 30 todavía son interesantes todavía otros ángulos o magnitudes de referencia.
- 15 En la fig. 2 se muestra el útil de perforación 1 en referencia a un plano de referencia. A este respecto, el plano de referencia es un plano a lo largo del eje de útil. La arista marginal 30 forma a este respecto el ángulo de referencia W4 con el plano posterior de útil 82 (esto es un plano que discurre en ángulo recto respecto al eje de útil). Éste puede ser positivo, según se muestra en la fig. 2, pero también son posibles ángulos de referencia negativos, en la fig. 4b está indicado un ejemplo de realización semejante.
- 20 La fig. 3 muestra una vista del útil de perforación 1 (según otra variante a la ya descrita) en el plano de trabajo. Aquí la arista marginal 30 forma un ángulo de inclinación positivo W6 con el plano posterior de útil 82.
- 25 La diferencia de 90° y el ángulo de inclinación W6 se describe como ángulo de inclinación complementario W7 y se corresponde con el ángulo de torsión según está definido por la definición para la ranura receptora de viruta, a saber, un ángulo que está referido al eje de útil. El ángulo de torsión W3 real de la ranura receptora de viruta está indicado igualmente en la fig. 3. Se puede reconocer claramente que el ángulo de inclinación complementario W7 es claramente mayor que el ángulo de torsión W3 de la ranura receptora de viruta, la ranura transversal, que también está incorporada sólo en una longitud muy pequeña en el útil de perforación, discurre aquí con un ángulo mucho más empinado.
- 30 Las fig. 4a – 4f ponen de manifiesto que la configuración de la arista marginal 30 prevista o de la ranura transversal 3 o constricción 33 es muy variable.
- 35 En la fig. 4a se muestra la variante con la constricción 33, que está limitada de forma orientada hacia la punta de útil 15 mediante la superficie marginal (que discurre radialmente), que determina la arista marginal 30.
- La fig. 4b muestra la disposición de una ranura transversal, cuyas superficies de ranura discurren respectivamente en paralelo, pero no tratándose aquí de una ranura rectangular 35 (véase la fig. 4d), sino que las paredes de ranura forman un ángulo agudo con el eje de útil 10.
- 45 La fig. 4c muestra una ranura transversal trapezoidal 36. Está claro que los ángulos que definen el trapecio pueden estar configurados a voluntad, es decir, los ángulos de pie, que son aquí respectivamente mayores de 90° (el ángulo de pie se sitúa entre las paredes de ranura correspondientes y el fondo de ranura), también pueden ser de forma alternativa o mixta más pequeños de 90°.
- 50 La fig. 4d muestra un útil de perforación 1 con una ranura rectangular 35.
- La variante según la fig. 4e muestra el uso de una ranura triangular 34, combinado con la constricción 33. Está claro que la configuración de la ranura triangular 34 puede estar configurada con o sin una constricción 33 siguiente correspondiente.
- 55 En las variantes mencionadas anteriormente según las fig. 4a – 4e está prevista una transición discontinua entre la primera superficie marginal 31 y la otra superficie marginal 32. Sin embargo, la variante según la fig. 4f muestra el uso de una ranura de garganta 37 y por consiguiente una transición constante entre las dos superficies marginales
- 60

31, 32.

En la fig. 5 se describe a modo de ejemplo la geometría de corte en una broca espiral, según está disponible en el estado de la técnica. Pero la geometría de corte aquí definida se puede transmitir de igual manera al útil de perforación según la invención, por lo que aquí también se usan las referencias de la invención. Con 1 está caracterizada el útil de perforación, con 11 la ranura receptora de viruta, con 12 el chaflán de guiado. El filo auxiliar lleva la referencia 22, el filo (filo principal) la referencia 2, la esquina de corte está caracterizada con 20 y la punta de útil con 15. La fig. 5 es importante en relación con la definición del ángulo de dirección activa $W8$, que existe entre el vector de velocidad circunferencial v_c y el vector de velocidad efectiva v_e . El último, el vector de velocidad efectiva v_e , es a este respecto la suma vectorial del vector de velocidad circunferencial v_c y el vector de velocidad de avance v_f . A este respecto se ha encontrado que el mecanismo de cizallamiento se mejora considerablemente, cuando se mantiene la siguiente condición

Ángulo de inclinación $W6 >$ ángulo de dirección activa $W8$

En particular el ángulo de inclinación en el plano de trabajo provoca un acercamiento de los salientes de fibra 80 en sentido contrario a la dirección de avance v_f y un cizallamiento de los salientes de fibra 80 entre la arista marginal 30, en particular la superficie marginal 31 que discurre radialmente y la pared de orificio 84 o arista de orificio. Esta situación se muestra en las fig. 6a, 6b, así como las fig. 7a, 7b y 7c.

En la fig. 6a se muestra el material 8, en el que se debe incorporar un orificio 83, en una vista lateral. La zona de filo principal del útil de perforación 1 ha atravesado el material y en particular en el lado de salida 86 del material 8, los salientes de fibra 80 embebidos en éste tienden a curvarse hacia fuera y por consiguiente rehúyen de una separación. Luego se produce una fuerte sollicitación mecánica de este saliente de fibra, dado que éste intenta evitar de forma permanente el útil de perforación giratorio que presenta también una ranura receptora de viruta lateral. Esta sollicitación de alta frecuencia del saliente de fibra 80 conduce a un aflojamiento correspondiente del saliente de fibra 80, lo que no se limita eventualmente a la zona de pared 84 del orificio 83, sino que en particular se extiende más allá de la zona tolerable en el material 8 restante.

La arista marginal 30 está en la instantánea mostrada con la fig. 6a todavía dentro del orificio 83 y todavía no se desplaza axialmente hasta que ésta pudiese actuar sobre el saliente de fibra 80 perturbador.

Sin embargo, en la fig. 6b el útil de perforación 1 según la invención se ha decalado axialmente en un tramo en la dirección de la velocidad de avance v_f (aquí hacia la izquierda), de manera que la parte delantera en la dirección de rotación (la dirección de rotación está indicada con la flecha 14) agarra el comienzo del saliente de fibra 80 que sale del material y (debido a la inclinación de la arista marginal 30) retrae este saliente de fibra 80, según se puede reconocer claramente, al agujero de perforación 83. El saliente de fibra 80 se inmoviliza y luego cizalla entre la arista marginal 30 y la pared 84 del orificio 83.

La misma situación también se muestra en la secuencia de imágenes de las fig. 7a, 7b y 7c. A este respecto, en la fig. 7a se puede reconocer adecuadamente el saliente de fibra que sobresale del orificio 83. Además, en las fig. 6b, 7b y 7c el saliente de fibra retraído al orificio 83 está caracterizado con la referencia 80' u 80''.

REIVINDICACIONES

1. Útil de perforación, en particular para la perforación de material reforzado con fibras, en el que el útil de perforación (1) posee al menos un filo (2), al menos una ranura receptora de viruta (11) que discurre hacia detrás y en la dirección de avance del útil de perforación (1) detrás del filo (2) una o varias superficies marginales radiales (31), que delimitan respectivamente una ranura transversal (3) o constricción distinta de la ranura receptora de viruta (11) y que presentan una arista marginal (30), y al menos una arista marginal (30) sirve para la separación de trozos de fibras (80) del material reforzado con fibras (8),
caracterizado porque el ángulo de inclinación (W6) de la arista marginal (30) de la superficie marginal (31), medido en el lado circunferencial respecto a un plano posterior de útil (82) que discurre en ángulo recto respecto al eje de útil, es positivo y menor de 60° y el ángulo de inclinación complementario (W7) de la arista marginal (30) de la superficie marginal (31), siendo el ángulo de inclinación complementario (W7) de la arista marginal (30) de 90° - el ángulo de inclinación (W6) de la arista marginal (30), es mayor que el ángulo de torsión (W3) de la ranura receptora de viruta (11).
2. Útil de perforación según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el útil de perforación (1) presenta una etapa de preperforación (A) y eventualmente una o varias etapas de apertura perforando (B) y tanto la etapa de preperforación (A) presenta al menos un filo (2) que sirve como filo principal (2a), como también las etapas de apertura perforando individuales presentan al menos uno filo (2) que sirve como filo principal (2b).
3. Útil de perforación según una o ambas de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie marginal (31) está configurada de forma redondeada o convexa, plana en sí, abombada o en espiral respecto al eje de útil (10).
4. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la arista marginal (30) que sirve para la separación de trozos de fibras (80) está dispuesto a una pequeña distancia axial respecto al filo (2, 2a, 2b).
5. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** está prevista una segunda superficie marginal (32) preferiblemente plana, conectada en ángulo con la superficie marginal (31) orientada radialmente.
6. Útil de perforación según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la segunda superficie marginal (32) discurre en paralelo respecto al plano de trabajo (81) o la segunda superficie marginal (32) forma un ángulo de trabajo (W5) con el plano de trabajo (81) y/o la segunda superficie marginal (32) discurre en paralelo respecto al eje de útil (10) o forma un ángulo agudo con el eje de útil (10).
7. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el útil de perforación (1) presenta al menos una ranura receptora de viruta (11) que discurre hacia detrás y entre la ranura receptora de viruta (11) y la ranura transversal (3) está previsto un nervio de material (17).
8. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el útil de perforación (1) presenta al menos una ranura receptora de viruta (11) que discurre hacia detrás y conecta la ranura transversal (3) con la ranura receptora de viruta (11).
9. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la ranura transversal (3) es mucho más corta que la ranura receptora de viruta (11) y/o el útil de perforación presenta al menos dos ranuras receptoras de viruta (11, 11') que discurren hacia detrás y la ranura transversal (3) conecta las ranuras receptoras de viruta (11, 11').
10. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** referido al plano de referencia, la superficie marginal radial (31) forma un ángulo de referencia (W4) positivo o negativo con el plano posterior de útil (82).
11. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el filo auxiliar (22) de las ranuras receptora de viruta (11) están previstos chaflanes de guiado (12a, 12b) y/o está previsto al menos un útil de perforación realizado al menos parcialmente redondo macizo sin superficie libre auxiliar.
12. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el filo (2) está revestido, preferentemente está hecho de metal duro o está revestido de diamante o el filo está formado por

una placa de diamante policristalino (DPC) insertada o una placa de metal duro.

13. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la profundidad de ranura de la ranura transversal (3) o la distancia radial en la constricción, medido en la dirección radial, es menor del 40% del diámetro nominal del útil de perforación (1).

14. Útil de perforación según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la profundidad de ranura de la ranura transversal (3) o la distancia radial en la constricción, medido en la dirección radial, está entre 0,2 mm y 3 mm.

10

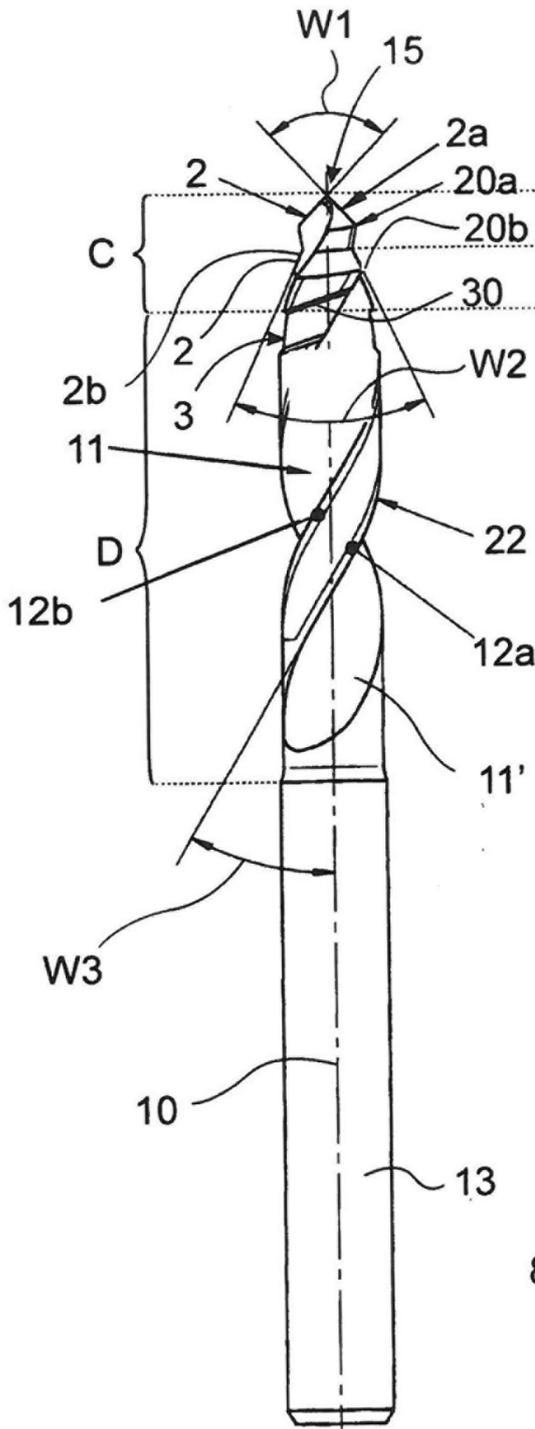


Fig. 1a

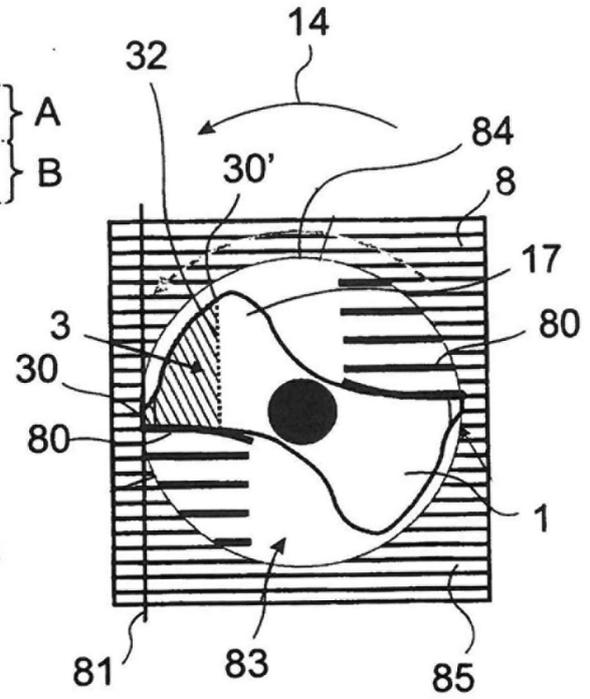


Fig. 1b

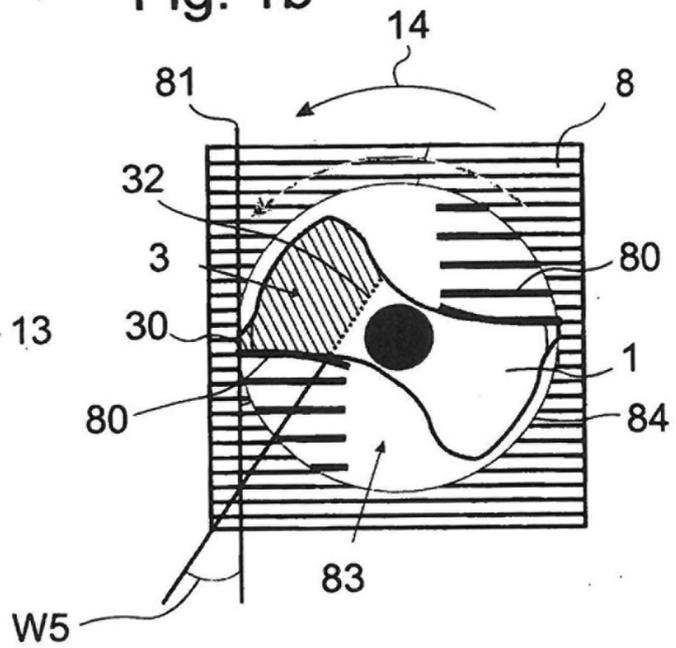


Fig. 1c

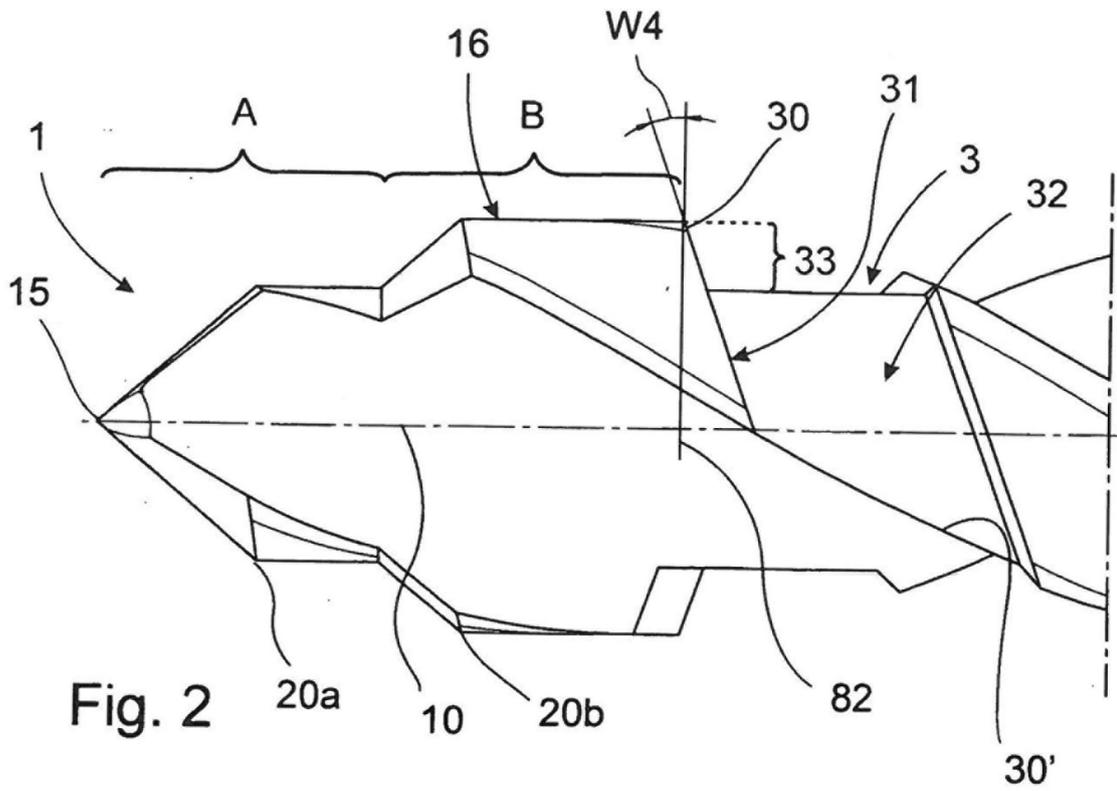


Fig. 2

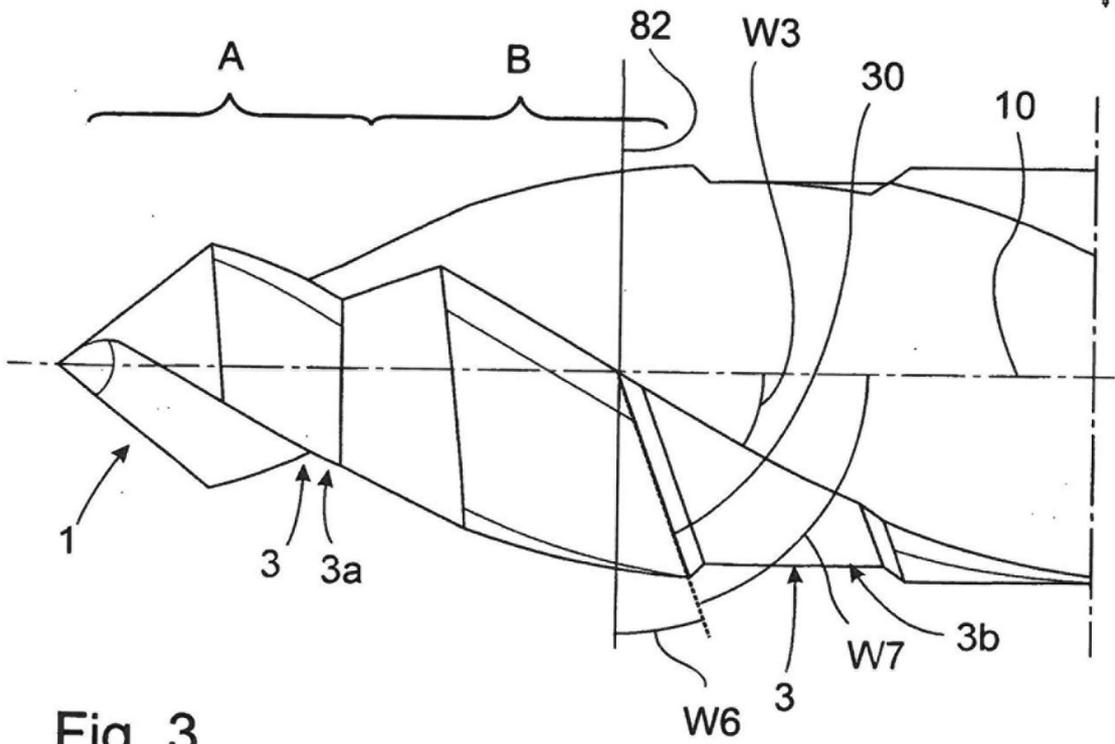
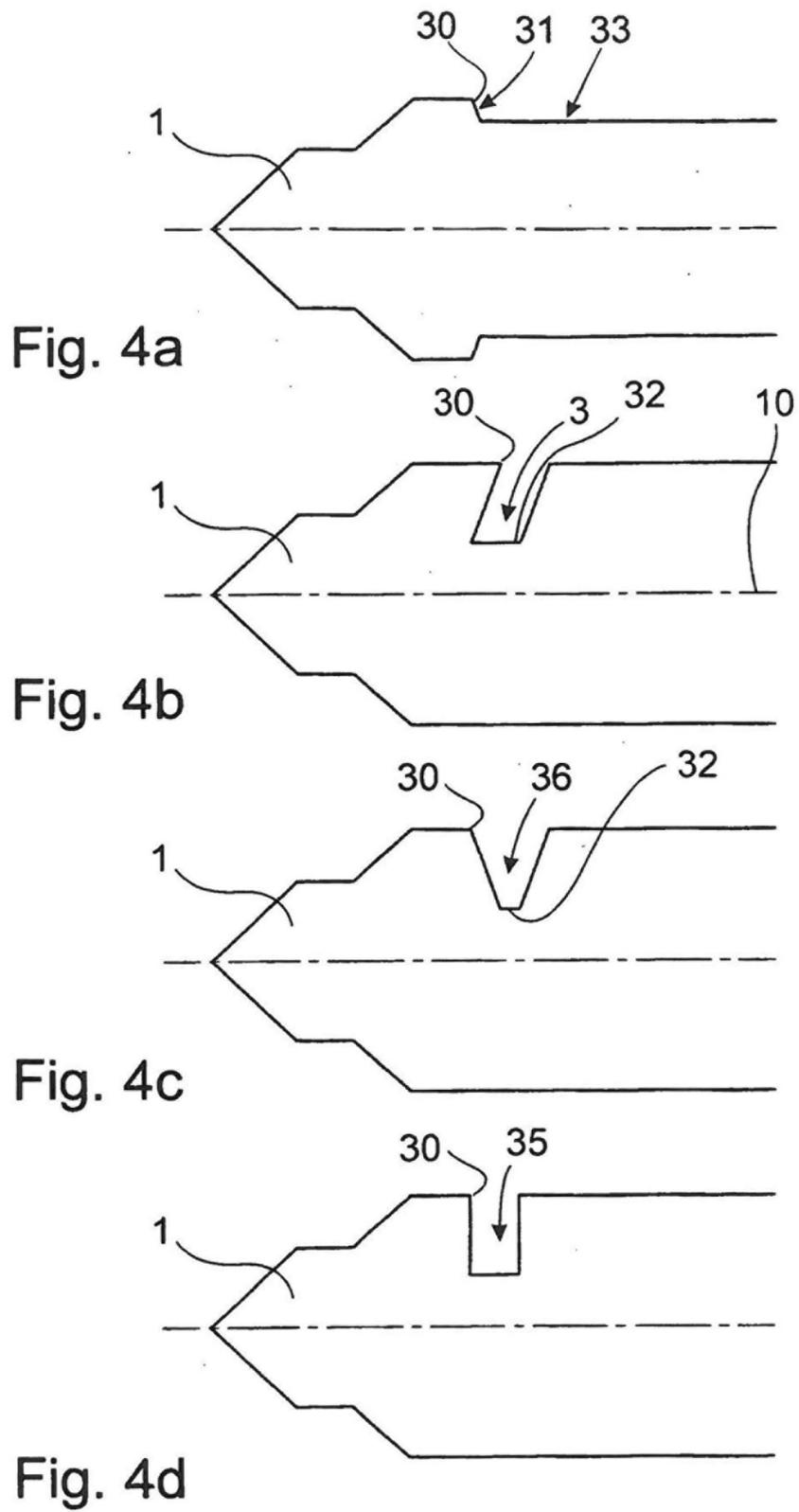


Fig. 3



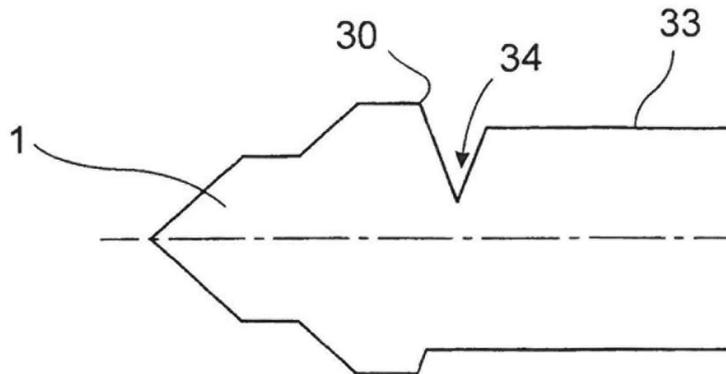


Fig. 4e

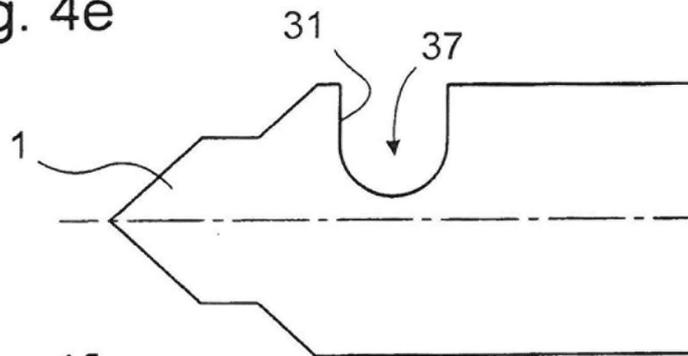


Fig. 4f

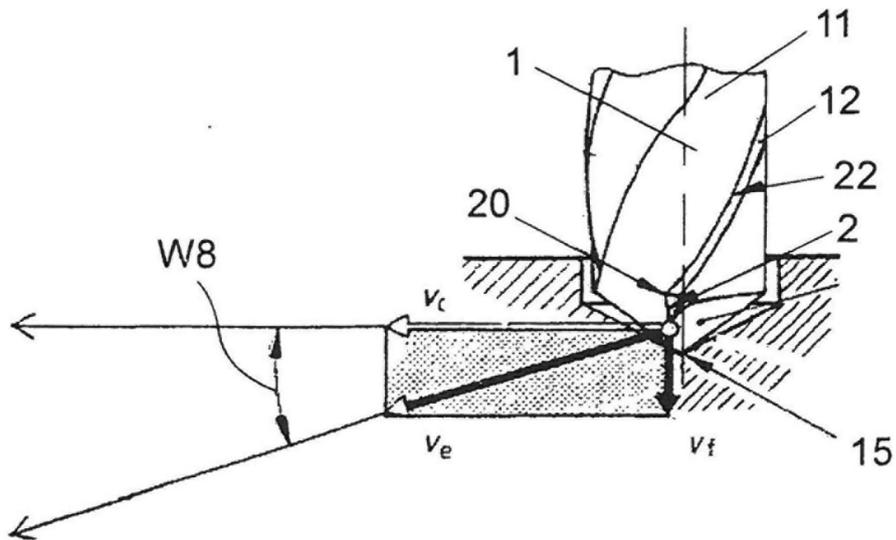


Fig. 5

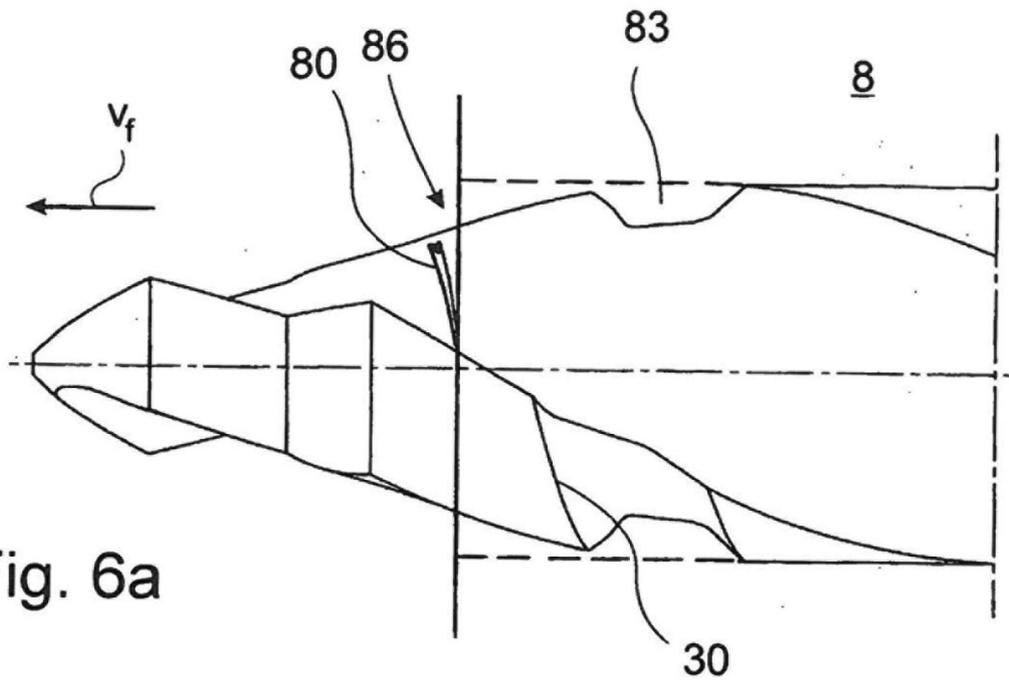


Fig. 6a

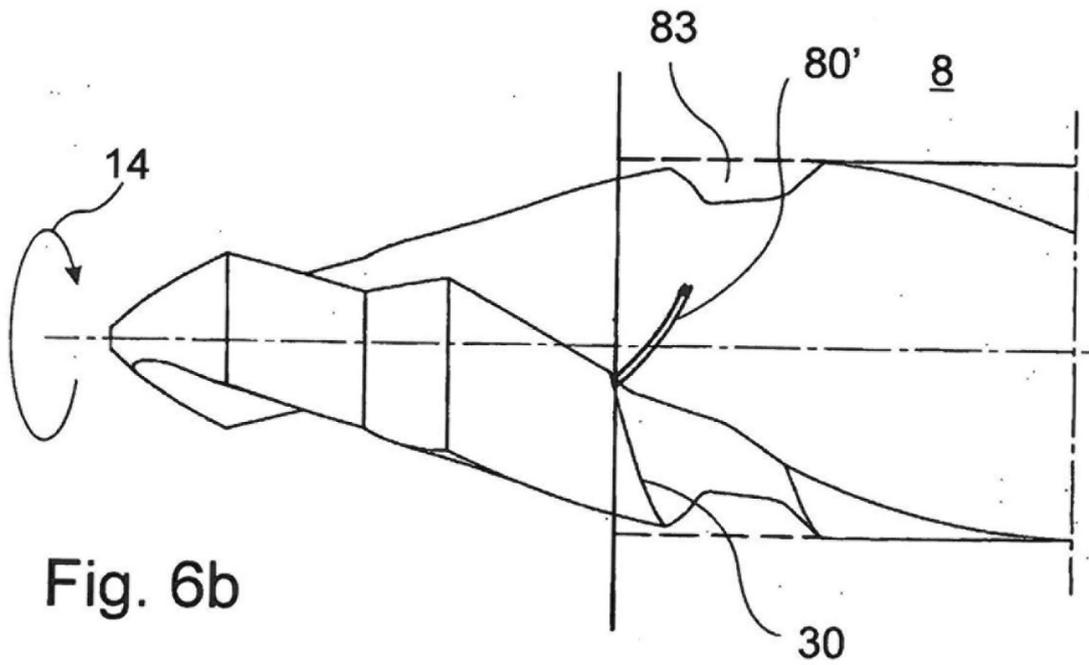


Fig. 6b

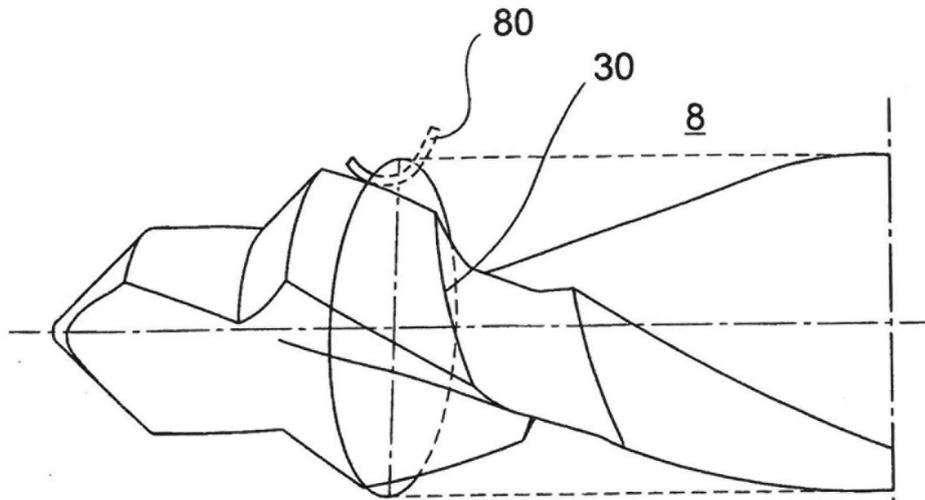


Fig. 7a

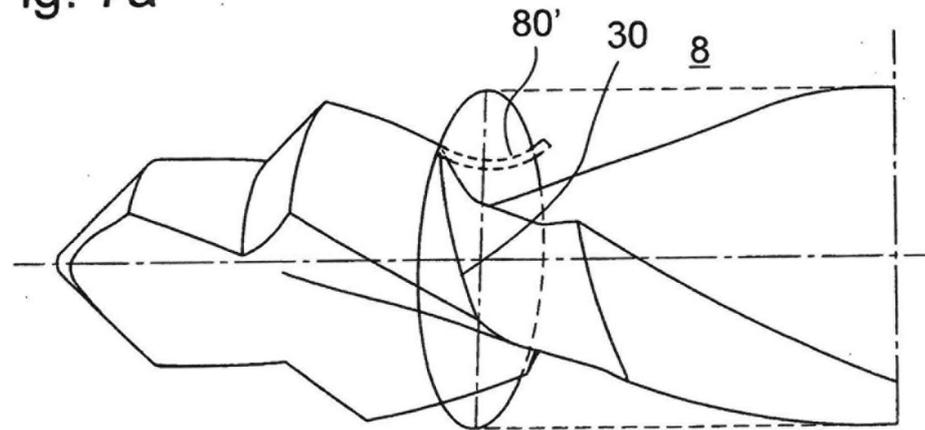


Fig. 7b

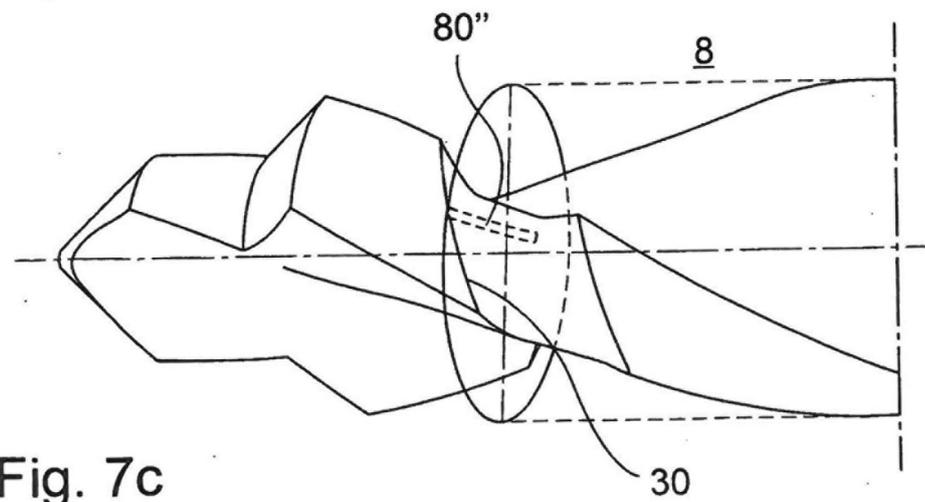


Fig. 7c